Héctor Luisini Aguilar Monzón, José Ignacio
Montesinos Chacon, Edgar Enrique Vilca Romero
Aldo Rald Chávez Carranza, Carlos Cesar Rosas Puyo

MÁS ALLÁ DEL CRONOGRAMA

ESTRATEGIAS LEAN PARA ACORTAR LA RUTA CONSTRUCTIVA



IDEOs
Centro de Investigación
y Producción Científica

Más allá del cronograma

Estrategias lean para acortar la ruta constructiva

Editor

IDEOs
Centro de Investigación
y Producción Científica

Más allá del cronograma

Estrategias lean para acortar la ruta constructiva

Héctor Luisini Aguilar Monzón, José Ignacio Montesinos Chacon, Edgar Enrique Vilca Romero, Aldo Rald Chávez Carranza, Carlos Cesar Rosas Puyo

Editado por

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
IDEOS E.I.R.L

Dirección: Calle Teruel N° 292, Urb. Las Américas - Miraflores-Perú

RUC: 20606452153

Primera edición digital, Diciembre de 2025

Libro electrónico disponible en www.tecnohumanismo.online

ISBN: 978-612-5166-98-2

Depósito Legal N°: 202514411





Héctor Luisini Aguilar Monzón

https://orcid.org/0009-0001-4327-6512

hectorluisin@hotmail.com

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Arquitectura y urbanismo, Arequipa – Perú

José Ignacio Montesinos Chacon

https://orcid.org/0009-0005-1182-339X

jose_mon@hotmail.com

Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del ambiente, Arequipa - Perú

Edgar Enrique Vilca Romero

https://orcid.org/0000-0002-7776-0652

edgar_evr@hotmail.com

Universidad Nacional del Altiplano, Escuela profesional de Ingeniería civil, Puno - Perú

Aldo Rald Chávez Carranza

https://orcid.org/0000-0002-6336-5918

aldo.rald@gmail.com

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Civil, de sistemas y arquitectura, Lambayeque - Perú

Carlos Cesar Rosas Puyo

https://orcid.org/0009-0000-2639-2792

car_ros2010@hotmail.com

Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería civil, Lima - Perú

RESEÑA

El presente libro constituye una obra de carácter técnico-científico que aborda, con rigor y claridad, la **aplicación práctica de la filosofía Lean Construction** en el ámbito de la gestión de proyectos constructivos en el Perú. A través del caso de estudio del **Proyecto Beaterio II**, desarrollado por la empresa **Luxury S.A.C.**, la autora presenta un análisis integral que combina fundamentos teóricos, metodológicos y operativos, demostrando cómo la implementación de herramientas Lean puede transformar la manera en que se conciben, planifican y ejecutan las obras de edificación.

La investigación parte de un contexto ampliamente reconocido en el sector: la necesidad de **reducir los plazos de ejecución, optimizar recursos y aumentar la productividad** en un entorno caracterizado por la variabilidad y la complejidad de los procesos constructivos. Bajo esta premisa, el libro desarrolla un enfoque sistemático que integra los principios del pensamiento Lean —como la eliminación de desperdicios, la mejora continua (*Kaizen*), la gestión del flujo de valor y la planificación colaborativa— en cada fase del ciclo de vida del proyecto. A lo largo de sus capítulos, la autora establece una estructura coherente y progresiva. En el **Capítulo I**, se expone el **enfoque teórico de la gestión Lean en la construcción**, donde se analizan sus fundamentos epistemológicos, sus principios rectores y las tendencias internacionales que han consolidado este modelo como un paradigma de eficiencia. En el **Capítulo II**, se desarrollan las **bases teóricas de la gestión y organización de proyectos**, explorando los modelos internacionales como el PMBOK, IPMA y PRINCE2, y vinculándolos con los enfoques Lean para lograr una integración moderna entre dirección, control y mejora.

El **Capítulo III** introduce el **caso de estudio del Proyecto Beaterio II**, que constituye el eje empírico del libro. En él, se describe el contexto de la empresa Luxury S.A.C., su estructura organizativa y las condiciones iniciales del proceso constructivo, para luego analizar la metodología empleada en la implementación del sistema Lean. Este apartado demuestra cómo, mediante el uso de herramientas como el **Pull Planning**, el **Last Planner System (LPS)** y las **Hojas A3 de planeamiento**, fue posible reducir el plazo de ejecución de la obra gruesa de **191 a 153 días calendario**, logrando una mejora tangible de **38 días** respecto al cronograma contractual.

En el **Capítulo IV**, la autora presenta la **propuesta de valor** derivada de la aplicación Lean, detallando el diseño del sistema de producción, las estrategias de ejecución, la sectorización de la obra, el tren de actividades y el control del ritmo productivo (*Takt Time*). Este capítulo no solo describe los resultados técnicos alcanzados, sino que reflexiona sobre la **transformación organizacional y cultural** que implica adoptar una gestión basada en la eficiencia y la colaboración.

Finalmente, el libro culmina con un sólido apartado de **conclusiones y recomendaciones**, donde se sintetiza la experiencia obtenida y se proponen líneas de acción para garantizar la sostenibilidad del modelo Lean en futuras obras. Entre las principales conclusiones, destaca la validación empírica del Lean Construction como una herramienta efectiva para **mejorar la productividad, reducir desperdicios y consolidar equipos de trabajo cohesionados y comprometidos**. Asimismo, las recomendaciones enfatizan la importancia de acompañar las innovaciones técnicas con un **plan de gestión del cambio organizacional**, orientado a transformar la cultura empresarial hacia la mejora continua y la excelencia operativa.

La obra se distingue por su **lenguaje claro, técnico y didáctico**, respaldado por fuentes académicas actualizadas y una estructura que equilibra teoría y práctica. Su valor radica en ofrecer una mirada integral que no solo cuantifica resultados, sino que también **interpreta los procesos humanos y organizacionales** que hacen posible la mejora en el sector constructivo.

En definitiva, este libro constituye una **contribución significativa a la literatura especializada en gestión de proyectos**, al demostrar que la filosofía Lean no es una tendencia pasajera, sino una **visión estratégica de futuro**, capaz de elevar la competitividad del sector construcción en el Perú y proyectarlo hacia estándares internacionales de eficiencia, calidad y sostenibilidad.

Una lectura imprescindible para ingenieros, arquitectos, gestores de proyectos, académicos y profesionales del sector que buscan comprender, aplicar y perfeccionar la gestión moderna bajo los principios del **Lean Thinking** y la **excelencia operacional**.

RESEÑA **3**

INTRODUCCIÓN **7**

CAPÍTULO I **10**

1.1. Fundamentación Conceptual y Epistemológica **11**
1.1.1. Origen y evolución del pensamiento Lean 13
1.1.2. Principios rectores y fundamentos teóricos 15
1.1.3. Enfoques contemporáneos sobre eficiencia y productividad 18
1.1.4. Aplicaciones del enfoque Lean en la industria de la construcción 22
1.1.5. Tendencias internacionales y nacionales 27
1.1.6. Discusión crítica de modelos Lean y evidencias empíricas 31

1.2. Marco Operativo y Aplicaciones en la Gestión Lean **35**
1.2.1. Eficiencia en el flujo de procesos constructivos 37
1.2.2. Optimización de recursos humanos, materiales y económicos 41
1.2.3. Gestión del cambio y mejora continua (Kaizen) 45
1.2.4. Diseño del sistema de producción Lean 50
1.2.4.1. Estrategias de ejecución y factores críticos de éxito 54
1.2.4.2. Secuencia de ejecución y balance de procesos 59
1.2.4.3. Sectorización de obra y tren de actividades 63
1.2.4.4. Control del ritmo de producción (Takt Time) 68
1.2.5. Herramientas Lean: Pull Planning, plan maestro y hoja A3 73
1.2.6. Matrices de aplicabilidad y control de desempeño 78
1.2.7. Integración Lean con la innovación y la sostenibilidad 83

CAPÍTULO II **90**

2.1. Fundamentos Teóricos y Modelos de Gestión **92**
2.1.1. Conceptos esenciales de la dirección de proyectos 94
2.1.2. Modelos y estándares internacionales (PMBOK, IPMA, PRINCE2) 99
2.1.3. Enfoques metodológicos para la planificación y control de obras 104
2.1.4. Experiencias nacionales en la administración de proyectos 110
2.1.5. Interrelación entre gestión Lean y gestión de proyectos 113
2.1.6. Factores de éxito en la gestión organizacional y operativa 116

2.2. Estructura Organizacional y Procesos de Gestión **120**
2.2.1. Naturaleza del proyecto: alcance, objetivos y restricciones 122
2.2.1.1. Diseño del sistema de producción en proyectos constructivos 125
2.2.1.2. Estrategias de ejecución y alineación con los objetivos 128
2.2.1.3. Planificación, secuenciación y priorización de actividades 131
2.2.1.4. Sectorización operativa y fases del proyecto 135
2.2.1.5. Control y retroalimentación del ritmo productivo 138
2.2.2. Sistema integral de gestión y control del proyecto 141
2.2.3. Organización técnica y administrativa 145

2.2.3.1. Organigrama funcional y matriz de responsabilidades 148
2.2.3.2. Layout de obra y dimensionamiento de infraestructura 152
2.2.4. Planificación temporal del proyecto 156
2.2.4.1. Cronograma contractual y cronograma meta 159
2.2.4.2. Identificación de hitos internos 163
2.2.4.3. Reserva de contingencia y gestión del riesgo 166
2.2.4.4. Elaboración de la hoja A3 de planeamiento 170

CAPÍTULO III 177

3.1. Metodología del Estudio 178

3.2. Contexto del Caso Analizado 181
3.2.1. Descripción de la empresa y estructura organizativa 182
3.2.2. Antecedentes y objetivos del proyecto seleccionado 183
3.2.3. Condiciones iniciales del proceso constructivo 184

CAPÍTULO IV 187

5.1. Diseño del Sistema de Producción 187
5.1.1. Definición de las Estrategias de Ejecución: Factores Claves de Éxito 188
5.1.2. Definición de la Secuencia de Ejecución 190
5.1.3. Definición de la Sectorización de un Proyecto 191
5.1.4. Definición de Tren de Actividades 194
5.1.5. Definición del Ritmo de Producción 196

5.2. Mapas de Procesos del Proyecto 200
5.2.1. Definición de Mapa de Procesos 201
5.2.2. Definición de Procedimientos Constructivos 202

5.3. Sistema de Gestión del Proyecto 202
5.3.1. +Matriz de Aplicabilidad para la Ejecución del Proyecto 202

5.4. Organización del Proyecto 204
5.4.1. Organigrama de Obra y Matriz de Responsabilidades 204
5.4.2. Definición y Dimensionamiento de la Infraestructura: Layout de Obra 206

5.5. Análisis del Plazo 209

CONCLUSIONES 224

RECOMENDACIONES 228

REFERENCIAS 232

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción en el Perú atraviesa una etapa de desafíos significativos marcados por la desaceleración económica y la necesidad urgente de modernizar sus procesos de gestión. Según el *Informe Económico de la Construcción (IEC)* elaborado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), el nivel de operaciones de las empresas del rubro experimentó una contracción del 1.8% durante el año 2022, en contraste con el notable crecimiento del 34.7% registrado en el 2021 (ComexPerú, 2022). Esta variación refleja la alta dependencia del sector frente a los cambios macroeconómicos y la falta de resiliencia productiva en numerosos actores del mercado. En este contexto, tanto las empresas inmobiliarias como las constructoras locales se enfrentan a un escenario que exige optimizar el uso de los recursos, reducir los tiempos improductivos y garantizar una mayor eficiencia en la planificación y ejecución de sus proyectos.

La empresa **Luxury S.A.C.**, dedicada al desarrollo de proyectos residenciales en la ciudad de Arequipa, representa un caso ilustrativo de los retos que enfrentan las constructoras peruanas. A pesar de su crecimiento sostenido y su participación en la edificación de viviendas en zonas de densidad media, la compañía presenta deficiencias en la aplicación de herramientas modernas de gestión de proyectos. Estas deficiencias se reflejan en desviaciones recurrentes respecto al cronograma planificado, así como en dificultades para coordinar de manera eficaz las distintas etapas del proceso constructivo. Tales brechas evidencian la necesidad de adoptar metodologías integradas que permitan mejorar la sincronización entre planificación, ejecución y control, elementos indispensables para asegurar la productividad y la competitividad en un entorno cada vez más exigente.

Con el propósito de comprender la naturaleza de estas limitaciones, se realizaron entrevistas al equipo directivo y técnico de la empresa, entre ellos el gerente de proyecto, el residente de obra, el jefe de producción y el jefe de oficina técnica. La ausencia de una estructura sistemática y adaptable genera, en consecuencia, retrasos, reprogramaciones y sobrecostos. Frente a esta realidad, los entrevistados coinciden en la conveniencia de implementar metodologías que incorporen herramientas de planificación inicial más precisas, así como mecanismos de control continuo que aseguren el cumplimiento de los plazos establecidos desde la concepción del proyecto.

La investigación se centra en la identificación, análisis e implementación de herramientas derivadas de la filosofía **Lean Construction**, un enfoque moderno orientado a la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la generación de valor en cada etapa del proceso constructivo. Este paradigma, inspirado en los principios del *Lean Manufacturing*, busca transformar la gestión de proyectos mediante la creación de flujos de trabajo eficientes, la reducción de actividades que no agregan valor y la integración de todos los actores involucrados en la obra. De esta manera, se plantea un modelo de gestión capaz de responder con flexibilidad y precisión a los retos propios del entorno constructivo contemporáneo.

El estudio toma como caso de aplicación el **Proyecto Beaterio II**, desarrollado por la empresa Luxury S.A.C. en la ciudad de Arequipa. A través de la aplicación de herramientas Lean Construction, se pretende optimizar la gestión del plazo y reducir la variabilidad del cronograma, asegurando una ejecución eficiente y controlada. La pregunta central que guía esta investigación se formula en los siguientes términos: ¿cómo reducir la variación del cronograma y garantizar los plazos de ejecución mediante metodologías y procedimientos basados en la filosofía Lean Construction, aplicados al proyecto Beaterio II? Esta interrogante orienta el desarrollo del estudio y permite abordar el problema desde una perspectiva tanto teórica como práctica, integrando la experiencia empresarial con el rigor metodológico de la investigación científica.

El objetivo general de esta investigación consiste en **optimizar la gestión del plazo de ejecución** en la construcción del complejo residencial Beaterio II mediante la aplicación de herramientas Lean Construction. En correspondencia con dicho propósito, se establecen tres objetivos específicos: implementar herramientas Lean para la gestión del tiempo en la obra, diseñar un Plan Maestro que defina los hitos internos del proyecto, e integrar herramientas del *PMBOK® Sexta Edición* como soporte complementario para fortalecer la gestión Lean aplicada al caso de estudio. Estos lineamientos permitirán construir un modelo de planificación integral, sustentado en la evidencia empírica y aplicable a futuras obras de características similares.

La justificación de esta investigación se sustenta en tres dimensiones fundamentales. En el plano **social**, el estudio aporta al sector construcción la adopción de buenas prácticas

y metodologías basadas en la eficiencia y la mejora continua, ofreciendo una referencia práctica para otras empresas que busquen fortalecer su gestión operativa. En el ámbito **práctico**, se proporciona a la empresa Luxury S.A.C. una herramienta metodológica concreta que permitirá optimizar su toma de decisiones y mejorar la confiabilidad de la información en cada fase del proyecto. Finalmente, en la dimensión **económica**, la aplicación del enfoque Lean contribuirá a reducir sobrecostos y tiempos improductivos, incrementando la rentabilidad de la empresa y, por extensión, promoviendo la ejecución de nuevos proyectos habitacionales que contribuyan a reducir la brecha de infraestructura en la ciudad de Arequipa.

El alcance del estudio comprende la aplicación del modelo propuesto a la etapa de **obra gruesa** del complejo residencial Beaterio II, compuesto por dos torres de cinco niveles sobre un sótano de aproximadamente 2,500 m². Las principales partidas analizadas incluyen la colocación de encofrados, habilitación y colocación de acero, y vaciados de concreto en elementos estructurales como zapatas, columnas, placas y losas macizas. Se excluyen, por su naturaleza específica, las fases de movimiento de tierras, tabiquería y acabados húmedos. Esta delimitación metodológica permite enfocar el análisis en las actividades que tienen mayor impacto en la gestión del plazo y la eficiencia del flujo productivo.

No obstante, la investigación presenta ciertas limitaciones asociadas a su contexto de aplicación. La propuesta se circunscribe a las particularidades técnicas, logísticas y organizativas de la empresa Luxury S.A.C., por lo que no se pretende generalizar sus resultados a todos los proyectos del sector. Asimismo, el estudio no considera la gestión del cambio organizacional ni el análisis de impacto cultural dentro de la empresa, aunque reconoce que estos factores son determinantes para la sostenibilidad de cualquier transformación metodológica a largo plazo. En suma, el presente trabajo busca demostrar que la aplicación de la filosofía Lean Construction constituye una alternativa eficaz para enfrentar los desafíos de planificación y control del tiempo en la construcción moderna. Al promover una gestión basada en la eficiencia, la coordinación y la mejora continua, se sientan las bases para fortalecer la competitividad de las empresas constructoras peruanas, consolidando un modelo de producción más ágil, sostenible y orientado al cumplimiento de plazos con calidad y productividad.

CAPÍTULO I

ENFOQUE TEÓRICO DE LA GESTIÓN LEAN EN LA CONSTRUCCIÓN

En el ámbito contemporáneo de la construcción, caracterizado por la competitividad, la presión de los plazos y la necesidad de optimizar recursos, la búsqueda de sistemas de gestión más eficientes ha cobrado un protagonismo ineludible. Las organizaciones constructoras enfrentan hoy un entorno que exige precisión técnica, control del desperdicio y una visión integral del proceso productivo. Frente a ello, el enfoque Lean surge como una filosofía de gestión que trasciende la simple reducción de costos para convertirse en una forma de pensar y actuar orientada a la excelencia operativa y a la creación de valor sostenido.

La filosofía Lean, originada en la industria manufacturera japonesa, especialmente en el sistema de producción de Toyota, ha demostrado ser una herramienta poderosa para transformar la manera en que se planifican, ejecutan y controlan los proyectos. Su esencia radica en la eliminación sistemática de todo aquello que no aporta valor al cliente, en la sincronización de los flujos de trabajo y en la búsqueda constante de la mejora continua (*Kaizen*). Trasladada al campo de la construcción, esta perspectiva promueve la coordinación eficiente entre los actores involucrados, la planificación colaborativa y el uso racional de los recursos disponibles, logrando con ello una reducción significativa de desperdicios y un incremento en la productividad global de los proyectos.

El sector constructivo, tradicionalmente asociado a modelos de gestión fragmentados y jerárquicos, ha mostrado limitaciones para adaptarse a los cambios tecnológicos y a las nuevas demandas del mercado. En ese sentido, la gestión Lean no solo propone una metodología operativa, sino también una transformación cultural: la adopción de un pensamiento sistémico en el que cada proceso, tarea y decisión se conciba como parte de una cadena de valor interdependiente. Bajo este enfoque, los errores y retrasos no se interpretan como fallas individuales, sino como oportunidades de aprendizaje colectivo y de optimización continua.

El presente capítulo desarrolla los **fundamentos teóricos** que sustentan la aplicación del enfoque Lean en la construcción. En la primera parte, se abordan los aspectos conceptuales y epistemológicos que explican el origen, evolución y consolidación de la filosofía Lean, analizando sus principios rectores y su adaptación al contexto constructivo. En la segunda parte, se profundiza en los **componentes operativos** de la gestión Lean, incluyendo las herramientas, estrategias y procesos que permiten su implementación práctica en los proyectos. De este modo, el capítulo no solo proporciona la base teórica necesaria, sino que también orienta la comprensión de los resultados que se presentarán más adelante en el caso de estudio.

En suma, comprender la gestión Lean en la construcción implica reconocer que no se trata únicamente de una técnica administrativa, sino de una visión integral que redefine el concepto mismo de eficiencia. A través de la aplicación de sus principios, las organizaciones pueden alcanzar una mayor coherencia entre la planificación, la ejecución y la mejora continua, consolidando un modelo de gestión centrado en el valor, la sostenibilidad y la innovación permanente.

1.1. Fundamentación Conceptual y Epistemológica

El pensamiento Lean representa una evolución significativa en la concepción de la producción y la gestión organizacional. Más que un conjunto de técnicas o métodos operativos, constituye una filosofía orientada a repensar la manera en que las organizaciones crean valor y gestionan sus procesos. Su raíz epistemológica se encuentra en la búsqueda de la eficiencia integral, entendida no como la simple reducción de costos, sino como un proceso de aprendizaje continuo que persigue la perfección a través de la mejora constante y la eliminación sistemática de desperdicios.

A lo largo del siglo XX, los sistemas productivos transitaron desde modelos artesanales hacia esquemas de producción en masa, como los implementados por Henry Ford y Alfred Sloan, que transformaron la economía mundial al priorizar la estandarización y la productividad. Sin embargo, este paradigma pronto mostró sus limitaciones: la rigidez de los procesos, el exceso de inventario y la escasa flexibilidad frente a la demanda revelaron la necesidad de una visión más adaptable y colaborativa. En este contexto, la industria japonesa —con Toyota a la cabeza— impulsó una nueva manera de entender la producción, basada

en la eficiencia del flujo, la participación del trabajador y la búsqueda del valor desde la perspectiva del cliente.

Desde un punto de vista epistemológico, la filosofía Lean se sustenta en una visión **sistémica** del proceso productivo. Cada elemento del sistema —personas, recursos, información y tiempo— forma parte de un engranaje interdependiente donde cualquier ineficiencia en un punto afecta el rendimiento total. Este enfoque rompe con la fragmentación tradicional de los modelos mecanicistas, integrando componentes técnicos y humanos bajo una lógica de aprendizaje organizacional. Así, el conocimiento no se concibe como un atributo individual, sino como un proceso compartido que se retroalimenta a partir de la experiencia colectiva y del análisis constante de los errores.

El traslado de este enfoque al ámbito de la construcción marca un cambio de paradigma profundo. Tradicionalmente, la construcción se ha caracterizado por la variabilidad, la improvisación y la dependencia de decisiones reactivas; la filosofía Lean propone un modelo opuesto: planificado, predecible y colaborativo. A partir del trabajo pionero de Lauri Koskela en la década de 1990, el concepto de **Lean Construction** surge como una adaptación epistemológica del pensamiento Lean al entorno constructivo, buscando integrar las nociones de flujo continuo, valor para el cliente y mejora sostenida dentro de un sector históricamente fragmentado.

En este marco, la fundamentación conceptual del pensamiento Lean no solo abarca sus principios técnicos, sino también su dimensión filosófica. El Lean implica una forma particular de comprender la realidad productiva: concibe la organización como un sistema vivo, donde el conocimiento se construye en la práctica, y donde los procesos no son estáticos, sino dinámicos y susceptibles de perfeccionamiento constante. Este enfoque de aprendizaje organizacional permanente constituye el corazón de la epistemología Lean.

Por tanto, comprender su base teórica y epistemológica permite no solo aplicar herramientas de gestión, sino interiorizar una forma de pensamiento que redefine la relación entre trabajo, tiempo y valor. Esta sección, por ende, desarrolla los **antecedentes, principios conceptuales y fundamentos epistemológicos** que explican el surgimiento, evolución y consolidación del enfoque Lean, así como su posterior aplicación en la industria de la

construcción como respuesta a los desafíos de eficiencia, productividad e innovación que caracterizan al mundo contemporáneo.

1.1.1. Origen y evolución del pensamiento Lean

El pensamiento Lean tiene su génesis en la evolución histórica de los sistemas de producción del siglo XX, una etapa de profundas transformaciones industriales que redefinieron la manera de concebir la eficiencia y la productividad. Tras la Primera Guerra Mundial, figuras como **Henry Ford** y **Alfred Sloan**, de **General Motors**, impulsaron el modelo de **producción en masa**, un paradigma basado en la estandarización de procesos, la integración vertical y la economía de escala. Este modelo permitió que Estados Unidos consolidara su supremacía económica mundial, al aumentar la producción y reducir los costos unitarios mediante la especialización y la repetición continua de tareas (Womack et al., 1990).

Sin embargo, la producción en masa, aunque revolucionaria para su tiempo, presentaba limitaciones estructurales: la rigidez de los procesos, la acumulación de inventarios, los tiempos muertos y la baja capacidad de respuesta frente a la variabilidad del mercado. Con el final de la Segunda Guerra Mundial, Japón emergió como un escenario propicio para repensar los modelos productivos, impulsando un cambio de paradigma que buscaba la eficiencia no solo a través de la cantidad, sino también de la calidad y la flexibilidad. Fue en este contexto donde **Toyota Motor Company**, bajo el liderazgo de **Taiichi Ohno**, desarrolló un sistema alternativo de producción que más tarde sería conocido como **Lean Production** o producción ajustada, marcando el inicio de una nueva era industrial (Womack et al., 1990).

El término *Lean* fue introducido posteriormente por **John Krafcik**, quien destacó que este tipo de producción empleaba menos recursos que el sistema tradicional de producción en masa, al tiempo que lograba mayor variedad y calidad en los productos. La diferencia esencial entre ambos modelos radica en sus objetivos: mientras la producción en masa se conformaba con alcanzar un nivel “suficientemente bueno”, aceptando márgenes de error y desperdicio, la producción ajustada apuntaba a la **perfección operativa**, buscando minimizar los defectos, reducir inventarios y eliminar toda actividad que no agregara valor (Womack et al., 1990).

Esta filosofía de perfeccionamiento continuo encontró su fundamento en principios como la **eliminación del desperdicio (*muda*)**, la **mejora continua (*kaizen*)**, el **flujo de valor**, la **sincronización del trabajo** y la **participación activa de los trabajadores**. Estos pilares transformaron radicalmente la relación entre el ser humano y el proceso productivo, integrando la inteligencia colectiva como fuente de innovación. Así, el pensamiento Lean trascendió el ámbito de la manufactura para convertirse en una filosofía de gestión aplicable a cualquier sistema que busque optimizar recursos y maximizar valor.

El salto epistemológico hacia la **Lean Construction** se produjo a inicios de la década de 1990. El ingeniero **Lauri Koskela**, durante su estancia en la Universidad de Stanford (California), publicó en 1992 su trabajo titulado *"Application of the New Production Philosophy to Construction"*, donde propuso trasladar los principios Lean a la industria de la construcción. En dicho estudio, Koskela argumentó que los problemas más recurrentes de la construcción —como la falta de previsibilidad, la fragmentación de los procesos y la variabilidad de los resultados— eran consecuencia directa de los modelos tradicionales de gestión, centrados exclusivamente en el control de costos y plazos, sin considerar el flujo de valor ni la eliminación del desperdicio (Koskela, 1992).

A partir de este aporte, el concepto de **Lean Construction** comenzó a consolidarse como una nueva forma de entender la gestión de proyectos constructivos. En 1993, el término fue formalmente acuñado por el **Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC)**, marcando el inicio de una corriente teórico-práctica que buscó integrar la filosofía Lean con las particularidades del sector de la construcción (Pons Achell, 2014).

Desde entonces, el enfoque Lean ha evolucionado desde una metodología técnica hacia una **filosofía de gestión integral**, sustentada en tres dimensiones interrelacionadas: la **operativa**, que busca mejorar la eficiencia del flujo y del uso de los recursos; la **organizacional**, que promueve estructuras flexibles y colaborativas; y la **epistemológica**, que entiende el aprendizaje como un proceso continuo de mejora, basado en la observación, la retroalimentación y la experimentación.

En síntesis, la evolución del pensamiento Lean refleja un tránsito desde la eficiencia mecánica hacia la **eficiencia cognitiva y sistémica**, donde cada proceso es comprendido como parte de una red interdependiente de valor. Su traslado al campo de la construcción no

solo ha redefinido los métodos de planificación y control, sino también la manera de concebir la producción de valor dentro de un entorno inherentemente complejo y variable. Así, el pensamiento Lean se posiciona hoy como una corriente epistemológica que integra conocimiento, acción y reflexión, orientada a transformar los procesos constructivos en sistemas más **colaborativos, sostenibles y eficientes**.

1.1.2. Principios rectores y fundamentos teóricos

La filosofía Lean se sustenta en un conjunto de principios rectores que orientan la manera en que las organizaciones conciben, planifican y ejecutan sus procesos de producción. Estos principios no constituyen únicamente una guía operativa, sino un cuerpo teórico integral que redefine el concepto de eficiencia y de valor dentro de las organizaciones. Su propósito central es transformar la gestión tradicional —basada en el control rígido y la maximización de la producción— en un sistema flexible, colaborativo y orientado al aprendizaje continuo. En la industria de la construcción, estos principios adquieren un sentido renovado al vincular el pensamiento sistémico con la práctica constructiva, promoviendo una cultura organizacional centrada en la calidad, la cooperación y la mejora constante.

Desde una perspectiva teórica, los **fundamentos de la filosofía Lean** se apoyan en cinco pilares esenciales: la **definición del valor desde la perspectiva del cliente**, la **identificación del flujo de valor**, la **eliminación de desperdicios**, la **producción en flujo continuo** y la **búsqueda de la perfección mediante la mejora continua**. Estos principios, formulados originalmente en el ámbito manufacturero japonés, fueron luego reinterpretados por autores como Womack, Jones y Roos (1990), quienes consolidaron el concepto de *Lean Thinking* como un paradigma de gestión aplicable a cualquier contexto productivo.

Sin embargo, en el campo de la construcción, la aplicación de estos principios fue sistematizada por **Lauri Koskela (1992)**, quien argumentó que el modelo tradicional de producción en la construcción estaba limitado por su visión fragmentada y reactiva. Para Koskela, los problemas estructurales del sector —como la imprevisibilidad, los retrasos y el desperdicio— derivan de un enfoque que prioriza el cumplimiento de tareas por sobre la optimización del flujo de trabajo. En su propuesta, la construcción debía ser entendida como un proceso de conversión, flujo y generación de valor, en el cual la eficiencia se logra no

solo a través del control, sino también mediante la coordinación, la sincronización y la reducción de variabilidad.

De acuerdo con **Koskela (1992)**, la **eficiencia en el flujo** se convierte en un eje central del pensamiento Lean, pues un flujo estable y predecible constituye la base para la mejora del rendimiento. Este principio implica identificar y eliminar las restricciones o cuellos de botella, reducir la variabilidad entre procesos, acortar los tiempos de ciclo y eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor. El autor señala que la construcción, por su naturaleza variable y dependiente de múltiples actores, requiere un análisis especial del flujo, considerando tanto los factores técnicos como los humanos que lo afectan.

El **segundo principio** se centra en la **eficiencia en el uso de los recursos**, un aspecto que **Lledó (2013)** define como una condición indispensable para alcanzar un desempeño sostenible. Según el autor, un proyecto Lean requiere vigilancia constante, disciplina de equipo y una intolerancia absoluta al desperdicio. La eficiencia no se limita a la gestión económica de los recursos, sino que incluye su uso racional, su reutilización y su alineamiento con el valor que aportan al cliente. En este sentido, la eficiencia de recursos no solo implica "hacer más con menos", sino "hacer lo necesario, de la manera correcta y en el momento preciso". **Modig y Åhlström (2015)** complementan esta idea al afirmar que la verdadera eficiencia radica en emplear de forma coherente los recursos humanos, tecnológicos e informativos que generan valor para la organización, estableciendo un equilibrio entre productividad y sostenibilidad.

Un tercer principio fundamental es la **eficiencia en la gestión de cambios**, que reconoce la naturaleza dinámica de los proyectos y la necesidad de responder ágilmente a las variaciones del entorno. **Leach (2005)** advierte que los seres humanos suelen tener dificultades para comprender la variabilidad y sus efectos en los procesos, lo que se traduce en retrasos, errores y desperdicios. Por ello, la gestión del cambio debe ser un proceso sistemático, que no solo reaccione ante las desviaciones, sino que las anticipe y las transforme en oportunidades de mejora. De acuerdo con el autor, un control de cambios eficaz debe incluir la capacidad de respuesta rápida y la evaluación del impacto acumulativo de las modificaciones en el alcance, el costo y el cronograma del proyecto. En el pensamiento Lean, la gestión de cambios se integra con la filosofía de mejora continua (*Kaizen*),

promoviendo un aprendizaje organizacional permanente que transforma cada desviación en una fuente de conocimiento.

Desde la perspectiva epistemológica, estos principios se articulan en torno a una visión sistémica de la producción. La **teoría Lean** concibe los procesos como sistemas interrelacionados que deben fluir armónicamente para crear valor de manera continua. En lugar de entender la producción como una secuencia de tareas independientes, se la visualiza como una red dinámica de actividades coordinadas. En este sentido, la eficiencia deja de ser una medida exclusivamente cuantitativa para convertirse en una **categoría cualitativa**, asociada a la coherencia, la estabilidad y la capacidad de adaptación del sistema productivo.

En el campo de la construcción, esta concepción teórica se materializa en la aplicación del **Last Planner System (LPS)**, el **Pull Planning** y otras herramientas derivadas de la filosofía Lean, que buscan maximizar el valor y minimizar el desperdicio. Estas herramientas se fundamentan en la colaboración, la transparencia y la participación activa de todos los agentes del proyecto, rompiendo las barreras jerárquicas del modelo tradicional. De acuerdo con **Pons Achell (2014)**, la clave del éxito de la gestión Lean radica en su enfoque participativo, donde el conocimiento colectivo y la comunicación fluida se convierten en los motores del rendimiento.

A nivel teórico, Lean Construction integra tres dimensiones inseparables: la **filosófica**, que define su visión ética y cultural basada en la mejora continua; la **técnica**, que establece sus métodos y herramientas operativas; y la **social**, que promueve la colaboración y el compromiso de las personas. Estas tres dimensiones, al interactuar, conforman un marco epistemológico que supera los límites de la gestión convencional. Mientras la gestión tradicional se centra en controlar tareas, la gestión Lean busca **comprender y optimizar los sistemas**, asumiendo que cada proyecto es una oportunidad de aprendizaje colectivo.

Otro de los fundamentos teóricos esenciales del pensamiento Lean es la noción de **valor**. En lugar de asociarlo únicamente con el resultado final o con la rentabilidad económica, la filosofía Lean redefine el valor como aquello que el cliente percibe como útil, necesario y satisfactorio. Esta redefinición implica un cambio profundo en la lógica de la gestión: cada actividad, cada recurso y cada decisión deben evaluarse en función del valor

que aportan, y no de la cantidad que producen. De este modo, se consolida un modelo orientado al cliente, a la calidad y a la eficiencia global del proceso.

Finalmente, los principios Lean convergen en un ideal que trasciende la dimensión operativa: la **búsqueda de la perfección**. Aunque la perfección absoluta es inalcanzable, su búsqueda constante se convierte en un motor de innovación y desarrollo. La mejora continua (*Kaizen*) no es un evento aislado, sino un proceso permanente de reflexión, aprendizaje y ajuste. Esta idea se relaciona con la teoría del aprendizaje organizacional, según la cual las organizaciones que aprenden son aquellas que son capaces de examinar sus propias prácticas, reconocer sus errores y transformarlos en conocimiento útil para el futuro.

En síntesis, los **principios rectores y fundamentos teóricos del pensamiento Lean** configuran una visión integral del trabajo y de la producción. En el contexto de la construcción, estos principios se traducen en estrategias que integran planificación colaborativa, control del flujo, gestión de cambios y cultura de mejora continua. Comprenderlos implica reconocer que la verdadera eficiencia no reside en la velocidad o en el volumen de producción, sino en la capacidad del sistema para generar valor de forma sostenible, con la mínima cantidad de recursos y la máxima participación humana. De este modo, la gestión Lean se consolida como un enfoque científico y filosófico, que no solo optimiza los procesos constructivos, sino que redefine la manera de pensar, planificar y construir en el siglo XXI.

1.1.3. Enfoques contemporáneos sobre eficiencia y productividad

En el escenario actual de la gestión organizacional, la eficiencia y la productividad se han convertido en los ejes cardinales sobre los cuales se evalúa la competitividad y la sostenibilidad de los sistemas productivos. Sin embargo, estos conceptos —frecuentemente asociados con métricas cuantitativas— han experimentado una transformación epistemológica profunda. Ya no se interpretan únicamente como indicadores de rendimiento económico, sino como dimensiones integrales que involucran la calidad de los procesos, la gestión del conocimiento y la interacción entre los distintos agentes del sistema. En esta perspectiva contemporánea, la eficiencia se concibe como la **capacidad del sistema para generar valor con el menor consumo posible de recursos**, mientras que la productividad implica la **relación dinámica entre el esfuerzo invertido y el resultado**

obtenido, bajo condiciones de variabilidad y mejora continua. Esta reinterpretación responde a una nueva comprensión de los sistemas productivos como **entornos adaptativos y complejos**, donde la flexibilidad y la capacidad de aprendizaje se convierten en los principales determinantes del éxito.

Los enfoques modernos sobre eficiencia se alejan de las visiones mecanicistas del siglo XX, donde la productividad se entendía como un fenómeno aislado y lineal. Hoy, la gestión eficiente se analiza bajo la óptica de la **teoría de sistemas** y de los **modelos de pensamiento Lean**, que reconocen la interdependencia entre procesos, personas y tecnología. En este contexto, la eficiencia no es un resultado puntual, sino un estado de equilibrio dinámico entre múltiples factores: la planificación, la coordinación, la comunicación y el compromiso colectivo.

Según **Koskela (1992)**, la eficiencia contemporánea en la construcción debe abordarse desde tres dimensiones interrelacionadas: la **eficiencia en el flujo**, la **eficiencia en los recursos** y la **eficiencia en la gestión del cambio**. Cada una de ellas representa una forma distinta de interpretar la productividad, pero todas convergen en un mismo propósito: eliminar el desperdicio y maximizar el valor del producto o servicio final.
El autor sostiene que los sistemas tradicionales de gestión —basados en la conversión de insumos en resultados— son insuficientes para comprender la complejidad de la construcción, que implica procesos simultáneos, dependientes y sujetos a variaciones externas. Por ello, plantea la necesidad de un enfoque de flujo, donde la prioridad sea **reducir las interrupciones, la variabilidad y los tiempos improductivos**, garantizando un avance constante del trabajo. Esta perspectiva no busca acelerar la producción a cualquier costo, sino asegurar que cada actividad aporte valor y que el sistema funcione como un todo armónico.

La **eficiencia en el flujo**, como explica Koskela, requiere identificar los cuellos de botella, eliminar las actividades que no generan valor y optimizar la sincronización entre las diferentes etapas del proceso. El objetivo no es solo producir más rápido, sino **producir con coherencia y previsibilidad**, asegurando la calidad en cada fase. En este sentido, la eficiencia deja de ser una medida estática y se convierte en un proceso continuo de ajuste, evaluación y aprendizaje.

La **eficiencia en el uso de recursos**, en cambio, responde a una preocupación por la sostenibilidad y la racionalidad operativa. Para **Lledó (2013)**, la esencia de un proyecto Lean radica en mantener una vigilancia constante sobre el desempeño de los recursos, garantizando su utilización disciplinada y la eliminación absoluta del desperdicio. Esta vigilancia no se limita al control material, sino que abarca también el aprovechamiento del conocimiento humano, la coordinación del trabajo en equipo y el respeto por el entorno. Del mismo modo, **Modig y Åhlström (2015)** amplían el concepto de eficiencia al considerar que no se trata únicamente de hacer un uso racional de los medios, sino de lograr una **convergencia entre la eficiencia de flujo y la eficiencia de recursos**. Cuando ambos aspectos se equilibran, el sistema alcanza lo que los autores denominan *eficiencia total*, caracterizada por procesos sin interrupciones, con tiempos reducidos y con un aprovechamiento óptimo del capital humano y tecnológico. En la práctica, este enfoque busca alinear la productividad con la sostenibilidad, evitando que la eficiencia se traduzca en sobreexplotación o desgaste del sistema.

Por otro lado, la **eficiencia en la gestión de cambios** constituye uno de los retos más significativos en la productividad contemporánea. Según **Leach (2005)**, los proyectos de construcción están inevitablemente expuestos a variaciones en el alcance, el presupuesto y los plazos, lo que exige una gestión rigurosa de las modificaciones. En este sentido, la eficiencia no reside en evitar los cambios, sino en anticiparlos y gestionarlos con agilidad. Leach enfatiza que la capacidad de respuesta frente a los cambios se convierte en un indicador clave de madurez organizacional. La demora en su atención genera acumulación de riesgos, retrabajos y desperdicio de recursos; mientras que una gestión proactiva permite mantener el equilibrio del sistema. Así, los **cambios dejan de ser percibidos como amenazas** y se reinterpretan como oportunidades de innovación y mejora. Esta visión coincide con el principio Lean del *Kaizen*, que considera la variabilidad como una fuente de aprendizaje y perfeccionamiento continuo.

Desde la perspectiva de la teoría Lean aplicada a la construcción, los enfoques contemporáneos sobre productividad se nutren de la integración de herramientas colaborativas como el **Pull Planning**, el **Last Planner System (LPS)** y la **Hoja A3 de planeamiento**, las cuales transforman la gestión del tiempo y de los procesos en espacios de cooperación y reflexión.

El *Pull Planning*, según **Berard (2012)**, se basa en el control del trabajo en progreso y en la identificación de las condiciones necesarias para que una tarea pueda iniciarse. En lugar de empujar el trabajo hacia las etapas siguientes —como ocurre en los sistemas tradicionales—, este método "jala" las actividades de acuerdo con la disponibilidad de recursos y la capacidad real del sistema. Este cambio metodológico no solo mejora la productividad, sino que fortalece la comunicación y la previsibilidad dentro del proyecto.

El **Last Planner System**, desarrollado por Ballard y Howell, complementa esta visión al promover una planificación colaborativa que involucra a todos los actores del proceso. En lugar de depender de un cronograma rígido y jerárquico, el sistema Lean permite una planificación flexible, basada en compromisos y en la confianza mutua. Así, la productividad se convierte en un resultado emergente del trabajo coordinado y no en una imposición de control externo.

En el plano teórico, la eficiencia y la productividad contemporáneas también están influenciadas por la **teoría del aprendizaje organizacional** y por los **modelos de gestión del conocimiento**. La eficiencia ya no se logra únicamente mediante el control técnico de los procesos, sino a través de la capacidad de la organización para aprender, adaptarse y mejorar a partir de la experiencia.

Desde esta mirada, la productividad se asocia con la inteligencia colectiva: la habilidad de los equipos para resolver problemas, compartir información y generar innovaciones incrementales. Cada error, cada desviación y cada ajuste se convierte en un ciclo de mejora que fortalece el sistema y amplía su capacidad de respuesta frente a la incertidumbre.

En la actualidad, los enfoques contemporáneos sobre eficiencia y productividad en la construcción asumen que la excelencia operativa no puede depender de la improvisación ni del esfuerzo individual, sino de la **coherencia sistémica**. La productividad, entendida desde la óptica Lean, es una consecuencia natural de un sistema que fluye sin interrupciones, donde el trabajo se planifica en función del valor, los recursos se utilizan racionalmente y los cambios se gestionan de forma colaborativa.

En palabras de **Pons Achell (2014)**, la esencia del pensamiento Lean aplicado a la construcción radica en generar sistemas productivos que "aprendan de sí mismos", en los que cada proceso aporte información al siguiente, y donde el conocimiento acumulado se transforme en ventaja competitiva.

En síntesis, los enfoques contemporáneos sobre eficiencia y productividad representan un cambio paradigmático: del control a la comprensión, de la supervisión al aprendizaje, y de la producción masiva a la generación de valor sostenible. En este nuevo modelo, la eficiencia no es un destino, sino un camino de perfeccionamiento constante. El pensamiento Lean, al integrar principios técnicos, sociales y cognitivos, ofrece el marco teórico más coherente para abordar este desafío, posicionándose como una filosofía que combina **racionalidad operativa, inteligencia colectiva y ética del valor**, pilares indispensables para la transformación de la industria de la construcción hacia un futuro más eficiente, sostenible y humano.

1.1.4. Aplicaciones del enfoque Lean en la industria de la construcción

La incorporación del enfoque Lean en la industria de la construcción representa una de las transformaciones más significativas de las últimas décadas en la gestión de proyectos. Tradicionalmente, este sector se ha caracterizado por una marcada fragmentación en sus procesos, una elevada incertidumbre en los plazos y una dependencia casi total de la coordinación manual entre los distintos actores. Frente a este panorama, la filosofía Lean ofrece una alternativa metodológica y cultural orientada a **reducir el desperdicio, optimizar los recursos y generar valor de manera colaborativa**.

A diferencia de la producción manufacturera, donde los procesos son repetitivos y controlados, la construcción presenta un contexto altamente variable: cada proyecto se desarrolla en condiciones únicas, con entornos físicos y humanos cambiantes. Por ello, la **adaptación del pensamiento Lean a la construcción** no se limitó a una simple transferencia de técnicas, sino que implicó una reinterpretación de sus fundamentos epistemológicos. En 1992, **Lauri Koskela** propuso la "nueva filosofía de la producción aplicada a la construcción", planteando que los proyectos constructivos no debían ser entendidos únicamente como procesos de transformación de insumos en productos, sino como **flujos integrados de valor, información y materiales** (Koskela, 1992).

Este cambio de paradigma sentó las bases de lo que hoy se conoce como **Lean Construction**, un modelo que replantea la lógica de la gestión de obra y sustituye el enfoque de control jerárquico por uno colaborativo y predictivo. A partir de los años noventa, instituciones como el **International Group for Lean Construction (IGLC)** consolidaron este cuerpo de conocimiento, difundiendo herramientas y metodologías específicas para la planificación y ejecución de proyectos bajo principios Lean (Pons Achell, 2014).

Planificación y control del flujo de trabajo

Uno de los aportes más significativos del enfoque Lean en la construcción radica en la **gestión del flujo de trabajo**. Koskela (1992) enfatiza que los problemas de flujo en los proyectos constructivos derivan de la falta de sincronización entre las actividades, la variabilidad de los procesos y la ausencia de mecanismos de retroalimentación continua. Por ello, propone considerar la producción como un sistema de flujos interdependientes, donde la eficiencia se logra al eliminar los cuellos de botella, reducir la variabilidad y asegurar la continuidad del proceso.

Para lograrlo, el enfoque Lean incorpora herramientas como el **Last Planner System (LPS)**, desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell, que busca **integrar la planificación y la ejecución mediante la participación activa de los últimos planificadores**, es decir, los supervisores y encargados de campo. Este sistema fomenta la comunicación entre niveles jerárquicos y promueve la confiabilidad de los compromisos mediante métricas como el *Percent Plan Complete (PPC)*, que mide el grado de cumplimiento de los planes semanales. Ballard (1998) argumenta que **incrementar la confiabilidad del plan mejora la productividad de las unidades de producción**, al reducir la incertidumbre y los tiempos de espera.

En la misma línea, la herramienta **Pull Planning**, según **Berard (2012)**, transforma el modo en que se secuencian las actividades en un proyecto. En lugar de “empujar” tareas hacia etapas posteriores sin asegurar que las condiciones estén listas, el sistema *pull* “jala” las actividades únicamente cuando los recursos, la información y las dependencias están garantizados. Esto genera una planificación más realista, colaborativa y visual, al involucrar a todos los actores en el diseño del flujo de trabajo. Su aplicación en la construcción permite

aumentar la previsibilidad, disminuir los desperdicios y fortalecer la toma de decisiones compartidas, lo que se traduce en un control efectivo del ritmo productivo.

Sectorización, tren de actividades y flujo continuo

La implementación del enfoque Lean en la construcción también ha modificado la manera en que se **organizan los procesos productivos dentro de la obra**. Como plantea **Brioso Lescano (2015)**, la sectorización consiste en dividir una edificación en partes iguales o funcionales, con el fin de **equilibrar las cargas de trabajo y mantener una línea de producción continua**. Este enfoque permite que cada cuadrilla o equipo especializado trabaje en una zona definida, con tiempos y recursos previamente calculados, evitando interferencias y sobrecargas. La sectorización favorece el desarrollo de **procesos repetitivos y medibles**, lo que incrementa la estabilidad del flujo y facilita la identificación de oportunidades de mejora.

De manera complementaria, **Ghio Castillo (2001)** introduce el concepto de **tren de actividades**, una técnica de programación lineal que busca que las distintas cuadrillas trabajen de forma sincronizada en un flujo constante, eliminando tiempos muertos y holguras. En este sistema, cada equipo avanza por sectores con una secuencia y un ritmo establecidos, generando una continuidad que imita la lógica de la línea de montaje. Aunque la eliminación de holguras implica un mayor riesgo de acumulación de retrasos, el control y la disciplina en la ejecución permiten alcanzar altos niveles de productividad y previsibilidad. **Castro Encalada y Pajares Herrera (2014)** señalan que este modelo no solo facilita la especialización y el aprendizaje dentro del equipo, sino que también **simplifica el control y promueve la mejora progresiva de los rendimientos**.

Diseño y gestión del sistema de producción

En la fase de diseño, el enfoque Lean busca crear sistemas de producción capaces de **entregar valor al cliente reduciendo el desperdicio en todas sus formas**. Para **Pons Achell (2014)**, el diseño de un sistema Lean requiere definir claramente los objetivos del proyecto, identificar el valor desde la perspectiva del cliente, organizar los flujos de trabajo y fomentar un entorno seguro y colaborativo. Además, plantea que todo sistema debe

incorporar un mecanismo de **mejora continua**, que permita ajustar los procesos de acuerdo con los resultados obtenidos.

De este modo, el diseño Lean no se limita a la planificación técnica, sino que **integra la gestión estratégica, el liderazgo y la cultura organizacional**, promoviendo la disciplina de equipo y la búsqueda permanente de la perfección (Lledó, 2013). Esta visión impulsa a las empresas constructoras a adoptar estructuras más horizontales, donde la comunicación y la toma de decisiones se descentralizan, favoreciendo la agilidad y la innovación.

Gestión del tiempo y planificación integral

Uno de los mayores desafíos en la industria de la construcción es el control de los plazos. La filosofía Lean propone un sistema de planificación multinivel que integra el **plan maestro**, los **hitos intermedios**, la **planificación de corto plazo** y la **hoja A3 de planeamiento**.

El **plan maestro**, como explica **Ghio Castillo (2001)**, permite establecer una visión general de la obra, definiendo las etapas críticas y las metas parciales. Esta planificación se complementa con sistemas de control de corto plazo, que se actualizan semanal o quincenalmente para garantizar la coherencia entre lo planificado y lo ejecutado. El uso de planificaciones detalladas en intervalos cortos (lookahead planning) permite alcanzar niveles de cumplimiento cercanos al 100%, asegurando que las metas se cumplan en los tiempos previstos.

Por su parte, la **hoja A3 de planeamiento**, según **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, constituye una herramienta de comunicación visual que sintetiza el análisis de problemas, las causas raíz y las acciones correctivas. Basada en el ciclo *PDCA* (Plan–Do–Check–Act), esta hoja representa la esencia del pensamiento Lean: **resolver problemas mediante un proceso reflexivo, empírico y participativo**, donde la documentación y la mejora se integran como parte de la cultura organizacional.

Organización, responsabilidad y cultura Lean

La aplicación del enfoque Lean en la construcción también ha redefinido la **organización del proyecto** y la **distribución de responsabilidades**. De acuerdo con **Porras**

Díaz et al. (2014), una organización Lean se caracteriza por desarrollar sistemas de producción que minimicen los residuos, comprendiendo por residuo todo aquello que no genera valor al proceso. El **Project Management Institute (PMI, 2017)** complementa esta visión al señalar que los proyectos Lean se estructuran en torno a **organigramas dinámicos y matrices de responsabilidades claras**, que facilitan la comunicación, reducen la ambigüedad y fortalecen la rendición de cuentas. En estos sistemas, cada participante tiene una función definida dentro del flujo global, lo que garantiza transparencia y eficiencia en la ejecución.

Esta organización flexible se combina con el diseño eficiente del **layout de obra**, elemento esencial para la seguridad, la productividad y el control de costos (Otukogbe et al., 2021). Un diseño de sitio planificado bajo criterios Lean considera la ubicación óptima de recursos, la logística de materiales y la fluidez del desplazamiento de las cuadrillas, reduciendo así pérdidas de tiempo y esfuerzo.

Un modelo de eficiencia integral

En su conjunto, la aplicación del enfoque Lean en la construcción busca **integrar la eficiencia técnica con la eficiencia humana y organizacional**. Como expone **Hamad Hussain (2014)**, la gestión del tiempo, los recursos y los procesos debe concebirse como un sistema interdependiente, donde la aceptación y el compromiso de las partes interesadas resultan esenciales para alcanzar la efectividad del proyecto.

De igual modo, **Celis Paira (2019)** señala que los proyectos Lean suelen formular cronogramas internos más exigentes —los llamados cronogramas meta—, que permiten a las empresas controlar internamente el rendimiento y adaptarse a imprevistos sin comprometer los plazos contractuales.

Estas prácticas, unidas al uso de indicadores de desempeño y herramientas visuales, permiten consolidar una gestión predictiva y colaborativa, orientada a la mejora permanente. En última instancia, el enfoque Lean redefine la productividad en la construcción como una consecuencia natural de la **planificación inteligente, la participación colectiva y el aprendizaje continuo**.

En síntesis, las aplicaciones del enfoque Lean en la industria de la construcción han trascendido la mera implementación de técnicas de control o planificación. Constituyen un nuevo paradigma de gestión, basado en la confianza, la colaboración y la búsqueda constante del valor. Esta transformación no solo mejora los resultados operativos, sino que eleva el nivel profesional y ético del sector, promoviendo una cultura de respeto por el tiempo, los recursos y las personas.

El Lean Construction, en consecuencia, no debe entenderse como una metodología pasajera, sino como una **filosofía de trabajo que reconfigura el pensamiento organizacional**, orientándolo hacia la sostenibilidad, la innovación y la excelencia productiva.

1.1.5. Tendencias internacionales y nacionales

El pensamiento Lean, desde su origen en la industria automotriz japonesa, ha trascendido las fronteras culturales y económicas para consolidarse como un modelo universal de gestión y mejora continua. Su expansión a nivel internacional se ha caracterizado por una adaptación progresiva a las particularidades de cada sector, integrando las dimensiones técnicas, sociales y organizacionales que definen a las economías contemporáneas. En las últimas décadas, la filosofía Lean se ha convertido en un estándar global de excelencia, aplicado no solo en la manufactura, sino también en la salud, la educación, los servicios públicos y, con especial fuerza, en la **industria de la construcción**.

A nivel mundial, los países con mayor desarrollo industrial —como Japón, Estados Unidos, Reino Unido, Finlandia, Alemania y Australia— han liderado la consolidación de la **Lean Construction** como modelo de gestión integral. En estos contextos, la filosofía Lean ha sido reinterpretada no como un conjunto de herramientas aisladas, sino como una **cultura organizacional basada en el aprendizaje colectivo y la eliminación sistemática del desperdicio**. De esta manera, se ha pasado de una visión instrumental a una comprensión sistémica, donde la eficiencia se asocia con la capacidad de generar valor sostenido y sostenible.

Tendencias internacionales: innovación, digitalización y sostenibilidad

En el ámbito internacional, las tendencias contemporáneas en la gestión Lean apuntan hacia tres grandes ejes de transformación: la **integración tecnológica**, la **digitalización de los procesos** y la **sostenibilidad ambiental y social**.

En primer lugar, la digitalización ha permitido fortalecer la precisión y la capacidad de predicción de los proyectos Lean. Países como Finlandia y Noruega han avanzado en la implementación de **BIM (Building Information Modeling)** como herramienta de planificación y control compatible con los principios Lean. La integración de BIM y Lean —conocida como *Lean-BIM*— permite una planificación colaborativa más visual, un control de costos en tiempo real y una mejor gestión de interferencias, eliminando redundancias y mejorando la comunicación entre los actores del proyecto. Este enfoque ha demostrado que la tecnología puede ser un catalizador del pensamiento Lean, siempre que se utilice como medio para potenciar la transparencia y la eficiencia, y no como un fin en sí mismo.

Asimismo, en países como Japón y Estados Unidos, las empresas constructoras han orientado sus estrategias hacia modelos de **aprendizaje organizacional** y **liderazgo participativo**, donde la cultura Lean se integra desde la formación del personal hasta las decisiones estratégicas. Este proceso ha dado lugar a sistemas organizativos que promueven la autonomía, la autogestión y la mejora continua como elementos intrínsecos de la práctica profesional. En Estados Unidos, universidades como Stanford, Berkeley y el MIT, junto con organizaciones como el **Lean Construction Institute (LCI)**, han desarrollado investigaciones y programas de formación que promueven la implementación de Lean en proyectos públicos y privados, contribuyendo a la creación de comunidades de práctica internacionales.

Otro eje relevante en las tendencias globales es la **sostenibilidad**, entendida como la capacidad de las organizaciones para generar valor económico, social y ambiental simultáneamente. En Europa y Oceanía, el enfoque Lean se ha asociado con políticas de eficiencia energética, reducción de residuos y optimización del ciclo de vida de los proyectos. Modelos como el **Lean & Green** integran la gestión del flujo de valor con el respeto por el entorno y la responsabilidad social, fortaleciendo la relación entre productividad y sostenibilidad ambiental. Esta tendencia refleja un cambio de mentalidad:

la eficiencia no se mide solo en términos de rentabilidad, sino también en su contribución al bienestar de las comunidades y a la conservación del entorno natural.

Finalmente, una tendencia emergente es la **gestión colaborativa y multinivel**. Los modelos internacionales de Lean promueven la creación de redes de colaboración entre contratistas, subcontratistas, proveedores y clientes, bajo esquemas de confianza y compromiso compartido. Este paradigma rompe con la lógica tradicional de competencia interna y la sustituye por una lógica de cooperación estratégica, donde el éxito del proyecto se concibe como un logro colectivo. Esta forma de trabajo en red ha sido esencial para reducir los conflictos contractuales, mejorar la eficiencia de los flujos de información y elevar los estándares de calidad y seguridad en las obras.

Tendencias nacionales y regionales: adopción gradual y desafíos estructurales

En América Latina, la difusión de la filosofía Lean en la construcción ha seguido un proceso más gradual, condicionado por factores económicos, tecnológicos y culturales. Países como Chile, México, Brasil, Colombia y Perú han avanzado de manera significativa en la incorporación del enfoque Lean, especialmente en el sector de la construcción y la ingeniería civil.

En **Chile**, el **Lean Construction Chile (LCC)**, fundado en 2011, ha liderado la adopción del enfoque a través de programas de capacitación, proyectos piloto y la creación de indicadores nacionales de desempeño Lean. Chile es considerado un referente regional en materia de innovación en construcción, debido a su enfoque sistémico en la planificación y su vinculación con la academia.

En **Brasil**, la Universidad Federal de Paraná y la de São Paulo han desarrollado investigaciones sobre la integración de Lean y BIM, promoviendo la eficiencia en la edificación y el control de costos. Asimismo, empresas del sector privado han incorporado el *Last Planner System* como herramienta estándar para la planificación colaborativa, generando una cultura de mejora continua en los equipos de obra.

México y **Colombia** también destacan por su avance en la profesionalización del enfoque. En México, la aplicación de Lean se ha vinculado con el desarrollo de proyectos

sostenibles y con la optimización de procesos en infraestructura pública. En Colombia, universidades como Los Andes y la Nacional han impulsado líneas de investigación centradas en la productividad y la gestión de calidad bajo principios Lean, fortaleciendo la formación de ingenieros con competencias orientadas a la eficiencia.

En el caso de **Perú**, la implementación del enfoque Lean en la construcción ha comenzado a consolidarse durante los últimos años, impulsada por la globalización de las prácticas de gestión y la participación de empresas nacionales en proyectos internacionales. La introducción de herramientas como el *Pull Planning*, el *Last Planner System* y la *Hoja A3 de planeamiento* ha permitido mejorar la planificación y el control de obras, especialmente en proyectos de gran envergadura.

Autores como **Pons Achell (2014)** y **Brioso Lescano (2015)** han sido referentes en la difusión del enfoque Lean en el país, promoviendo la idea de que la eficiencia no solo se alcanza mediante la tecnología o la mecanización, sino a través de una **transformación cultural profunda**, donde todos los involucrados —desde los diseñadores hasta los operarios— asuman la mejora continua como principio de trabajo.

Sin embargo, la adopción nacional aún enfrenta desafíos estructurales. La falta de estandarización en los procesos, la resistencia al cambio, la escasa formación en pensamiento Lean y la limitada integración entre academia e industria son obstáculos recurrentes. A pesar de ello, los avances son cada vez más notables: universidades, constructoras y organismos públicos comienzan a reconocer el valor de la gestión Lean como una herramienta para **mejorar la productividad, reducir los costos y elevar la calidad de los proyectos**.

Hacia una visión latinoamericana del Lean Construction

Una de las características más notables en la adopción latinoamericana del enfoque Lean es la capacidad de reinterpretar sus principios en función de los contextos locales. A diferencia de los países industrializados, donde los sistemas de gestión están más formalizados, América Latina presenta una diversidad de realidades sociales, económicas y culturales que exigen **modelos híbridos de implementación**. Esta flexibilidad ha permitido que el Lean se adapte no solo a grandes empresas, sino también a pequeñas y medianas organizaciones, generando resultados tangibles en productividad y eficiencia operativa.

En este sentido, la región avanza hacia una **visión latinoamericana del Lean Construction**, que combina la rigurosidad técnica con una fuerte dimensión social y colaborativa. En muchos casos, la filosofía Lean se vincula con prácticas de responsabilidad social empresarial, programas de capacitación laboral y procesos de certificación de calidad. Esta perspectiva humaniza la eficiencia, reconociendo que los trabajadores son el núcleo del proceso productivo y que su bienestar es condición indispensable para la excelencia operativa.

Las tendencias internacionales y nacionales en gestión Lean evidencian que el enfoque ha superado su etapa experimental para convertirse en un modelo maduro, flexible y adaptable a diversas realidades productivas. En el ámbito de la construcción, su adopción marca el tránsito de un paradigma fragmentado a uno **colaborativo, integral y orientado al valor**.

El futuro de la gestión Lean se proyecta hacia la consolidación de ecosistemas de innovación, donde la integración tecnológica, la sostenibilidad y la formación continua serán los pilares de la competitividad. En América Latina y particularmente en el Perú, la consolidación de esta filosofía dependerá de la capacidad del sector para articular el conocimiento técnico con la cultura del trabajo cooperativo, impulsando así una transformación que trascienda las obras y se traduzca en una nueva manera de construir, aprender y crear valor.

1.1.6. Discusión crítica de modelos Lean y evidencias empíricas

El desarrollo y expansión del pensamiento Lean ha dado lugar a una amplia diversidad de modelos conceptuales, metodológicos y prácticos que, aunque comparten principios esenciales, difieren en sus enfoques, niveles de implementación y resultados observados. Esta pluralidad constituye una fortaleza teórica, pero también un desafío para la consolidación de un marco universal aplicable a todos los contextos productivos. La presente discusión crítica examina los principales modelos Lean y contrasta sus fundamentos teóricos con los hallazgos empíricos derivados de su aplicación en la industria de la construcción, con especial atención a los procesos de adaptación cultural y técnica que se evidencian en el ámbito latinoamericano.

Modelos teóricos de referencia: del Toyota Production System al Lean Construction

El modelo originario del pensamiento Lean es el **Toyota Production System (TPS)**, desarrollado en Japón a mediados del siglo XX. Este sistema, fundamentado en la filosofía del *Kaizen* (mejora continua), el *Just in Time* (producción ajustada a la demanda) y el *Jidoka* (automatización con toque humano), concibe la eficiencia como el resultado de la coordinación precisa entre personas, procesos y tecnología. La fortaleza de este modelo radica en su simplicidad conceptual: eliminar el desperdicio (*muda*), reducir la sobrecarga (*muri*) y evitar la variabilidad (*mura*). Sin embargo, su traslación a otros contextos industriales ha demostrado que su éxito no depende solo de las herramientas, sino de la **cultura organizacional** que lo sustenta.

Con la expansión del pensamiento Lean hacia otros sectores, se desarrollaron variantes adaptativas como el **Lean Thinking** de Womack y Jones (1990), que universalizó los principios del TPS a través de cinco directrices: definir el valor, identificar el flujo de valor, crear flujo continuo, establecer sistemas *pull* y buscar la perfección. Este modelo logró sistematizar la filosofía Lean, ofreciendo un marco teórico comprensible y flexible. No obstante, su generalización conllevó el riesgo de simplificar la naturaleza del sistema, reduciéndolo en algunos casos a un conjunto de herramientas aisladas de su fundamento filosófico.

El tránsito hacia el **Lean Construction**, impulsado por **Lauri Koskela (1992)**, representó un avance epistemológico al replantear la construcción como un sistema de producción complejo, compuesto por procesos de conversión, flujo y generación de valor. El modelo de Koskela reintrodujo la noción de interdependencia y enfatizó la necesidad de comprender la construcción como una red dinámica de actividades coordinadas. Su principal contribución teórica radica en la **integración de la teoría de la producción con la teoría del flujo**, articulando una comprensión holística del proceso constructivo. Sin embargo, una crítica recurrente a este modelo es que su implementación práctica requiere un nivel de madurez organizacional que muchas empresas del sector aún no poseen, especialmente en contextos donde prevalecen estructuras jerárquicas y fragmentadas.

A partir de la década de 1990, nuevos modelos de gestión Lean —como el **Last Planner System (Ballard y Howell, 1998)**, el **Integrated Project Delivery (IPD)** y el **Lean Project Delivery System (LPDS)**— incorporaron elementos de colaboración, planificación participativa y compromiso compartido. Estos enfoques reconocen que la productividad en la construcción depende no solo de los recursos técnicos, sino de la confianza, la comunicación y el liderazgo. Su fortaleza radica en promover una gestión más humana y horizontal, pero sus resultados empíricos demuestran que la efectividad del modelo depende del grado de involucramiento de los equipos y del soporte cultural que la organización provea para sostener el cambio.

La evidencia empírica a nivel internacional respalda la eficacia del enfoque Lean en términos de **reducción de desperdicios, mejora de plazos y aumento de la productividad global**. En estudios realizados por el **Lean Construction Institute (LCI)** y universidades como Stanford y Berkeley, se ha documentado que la aplicación del *Last Planner System* puede mejorar la fiabilidad de los planes semanales en un rango del 70 al 90% en comparación con los sistemas tradicionales. Asimismo, los proyectos que integran herramientas como *Pull Planning* y *Lean-BIM* muestran incrementos significativos en la coordinación interdisciplinaria, la reducción de conflictos y la optimización del cronograma.

Sin embargo, la literatura también señala limitaciones relevantes. En contextos culturales donde la jerarquía, la comunicación vertical y la resistencia al cambio son dominantes, la adopción del enfoque Lean suele ser parcial o superficial. En muchos casos, se implementan únicamente las herramientas visuales o los indicadores de rendimiento, sin incorporar los principios filosóficos que sustentan la cultura Lean. Este fenómeno, conocido como **“Lean superficial” o “Lean cosmético”**, ha sido ampliamente documentado en organizaciones que buscan resultados rápidos sin transformar sus estructuras de liderazgo ni sus dinámicas de trabajo colaborativo.

Otro hallazgo empírico relevante proviene de la integración entre Lean y las tecnologías de información. Investigaciones recientes en países nórdicos y en Australia evidencian que la sinergia entre **Lean y BIM (Building Information Modeling)** ha potenciado la capacidad de las empresas para gestionar proyectos complejos. Esta combinación permite anticipar interferencias, reducir errores de diseño y facilitar la

trazabilidad de los procesos. No obstante, la evidencia también sugiere que la adopción tecnológica sin acompañamiento formativo puede generar dependencia instrumental, reduciendo el pensamiento crítico y la autonomía de los equipos de obra.

En América Latina, la investigación empírica sobre Lean Construction se ha centrado en la **evaluación del impacto operativo** y en la **medición de la productividad**. Estudios desarrollados en Chile, Brasil y Colombia demuestran que la aplicación del *Last Planner System* ha reducido en promedio un 20% los tiempos improductivos y mejorado la coordinación entre contratistas. En Perú, investigaciones de **Pons Achell (2014)** y **Brioso Lescano (2015)** evidencian que la aplicación del enfoque Lean en proyectos de edificación y obras civiles ha generado **mejoras sustanciales en la predictibilidad de los plazos y la calidad del producto final**, especialmente cuando se integran metodologías colaborativas de planificación y control visual.

Sin embargo, estas experiencias también exponen limitaciones estructurales. En el contexto peruano, la aplicación del Lean aún enfrenta barreras relacionadas con la **resistencia cultural al cambio**, la **falta de capacitación técnica**, la **carencia de estándares unificados** y la **dependencia de modelos jerárquicos tradicionales**. Estas condiciones reducen la efectividad de los sistemas colaborativos y dificultan la sostenibilidad de las mejoras logradas. Aun así, los resultados empíricos demuestran una tendencia positiva: los proyectos que adoptan la filosofía Lean de manera integral —y no solo instrumental— logran una mejor coordinación entre equipos, un control más preciso de los plazos y una mayor satisfacción del cliente.

Desde un punto de vista crítico, los modelos Lean contemporáneos enfrentan una tensión constante entre su **filosofía original de perfeccionamiento humano y organizacional** y su **instrumentalización como método de control operativo**. En muchos entornos empresariales, la aplicación del Lean se ha reducido a una estrategia de eficiencia económica, perdiendo de vista su dimensión epistemológica centrada en el aprendizaje, la participación y la creación colectiva de conocimiento. Esta distorsión metodológica ha llevado a una interpretación parcial de los principios Lean, donde la búsqueda de resultados inmediatos prevalece sobre la transformación cultural.

Epistemológicamente, el desafío actual radica en **reconciliar el enfoque técnico con el enfoque humano**. El pensamiento Lean, en su concepción más pura, plantea una racionalidad integradora que combina la eficiencia productiva con la ética del trabajo colaborativo. La evidencia demuestra que los proyectos exitosos son aquellos donde se logra una alineación entre los objetivos organizacionales y los valores de respeto, compromiso y responsabilidad compartida. Por ello, la crítica contemporánea apunta a la necesidad de **re-humanizar la gestión Lean**, rescatando su esencia como filosofía de aprendizaje continuo y no como simple mecanismo de control.

La discusión crítica de los modelos Lean y la evidencia empírica disponible permite concluir que el enfoque Lean constituye una herramienta poderosa para transformar la industria de la construcción, siempre que su implementación se base en la comprensión profunda de sus fundamentos teóricos y en una cultura organizacional abierta al cambio. Los estudios demuestran que la efectividad del Lean no depende únicamente de la adopción de sus herramientas, sino de la **internalización de su filosofía** en todos los niveles de la organización. Su mayor aporte no reside en la velocidad o el ahorro, sino en la capacidad de generar valor compartido, promover la transparencia y consolidar equipos capaces de aprender y mejorar continuamente.

Así, el futuro del pensamiento Lean en la construcción no debe orientarse únicamente hacia la eficiencia técnica, sino hacia una visión integral que articule **eficiencia, sostenibilidad y humanización del trabajo**. Solo a través de esta síntesis, el modelo Lean podrá consolidarse como una filosofía viva, capaz de responder a los desafíos de la productividad contemporánea sin perder su raíz ética y epistemológica.

1.2. Marco Operativo y Aplicaciones en la Gestión Lean

Tras haber abordado los fundamentos conceptuales y epistemológicos del pensamiento Lean, es necesario adentrarse en la dimensión operativa que le otorga sustento práctico dentro del campo de la gestión y la producción. Mientras que los principios teóricos definen la filosofía y los valores que guían la mejora continua, el marco operativo traduce esas ideas en **procesos, herramientas y metodologías concretas** que permiten materializar los objetivos de eficiencia, coordinación y valor en los proyectos constructivos.

La gestión Lean se distingue por su carácter sistémico y su naturaleza cíclica. A diferencia de los modelos tradicionales de planificación lineal, el enfoque Lean propone una lógica dinámica en la que **la planificación, la ejecución, el control y la mejora** conforman un ciclo de aprendizaje permanente. Cada etapa del proceso no solo busca resultados inmediatos, sino también retroalimentar al sistema con información útil para la toma de decisiones futuras. En este sentido, la operación Lean se fundamenta en la capacidad de la organización para **aprender de sí misma**, transformando la experiencia acumulada en conocimiento aplicado.

Desde una perspectiva metodológica, el marco operativo del Lean integra un conjunto de instrumentos que, en su conjunto, conforman una **arquitectura de gestión orientada al valor**. Herramientas como el *Last Planner System*, el *Pull Planning*, la *Hoja A3 de Planeamiento* y la *Matriz de Aplicabilidad* no son simples mecanismos de control, sino expresiones de una filosofía colaborativa que busca alinear los objetivos individuales con los colectivos. Estas herramientas actúan como medios de comunicación, coordinación y transparencia entre los actores del proyecto, permitiendo identificar las restricciones, anticipar problemas y optimizar los recursos de manera simultánea.

En la industria de la construcción, este marco operativo ha demostrado su eficacia al proporcionar una estructura flexible capaz de adaptarse a la variabilidad inherente de los proyectos. La aplicación del enfoque Lean no elimina la complejidad del proceso constructivo, pero sí **transforma la forma en que dicha complejidad es gestionada**: la sustituye por claridad, participación y planificación visual. El resultado es una organización que fluye con mayor estabilidad, reduce los tiempos de espera, mejora la calidad del producto final y fortalece la cultura del compromiso compartido.

Por otro lado, el marco operativo Lean no puede concebirse sin su dimensión humana. Cada herramienta, cada metodología, encuentra su sentido pleno en la medida en que promueve la colaboración, la comunicación y la confianza entre los miembros del equipo. Por ello, más que un sistema técnico, la gestión Lean representa una **cultura operativa** que reconoce a las personas como el eje del rendimiento organizacional. Su éxito depende tanto del rigor en la aplicación de sus herramientas como de la voluntad colectiva para sostener una mentalidad de mejora constante.

En consecuencia, este apartado examina de manera detallada las **principales aplicaciones operativas del enfoque Lean en la construcción**, analizando sus procesos de planificación, diseño del sistema de producción, organización de obra, cronogramas, control de flujo y mecanismos de retroalimentación. A lo largo de este análisis, se busca demostrar que el verdadero valor del pensamiento Lean no reside únicamente en la adopción de métodos innovadores, sino en la **coherencia entre la filosofía que los inspira y la práctica que los ejecuta**.

Solo mediante esta convergencia entre pensamiento y acción, entre teoría y praxis, la gestión Lean puede consolidarse como un modelo operativo capaz de transformar no solo los resultados de los proyectos, sino la cultura misma del trabajo en la construcción.

1.2.1. Eficiencia en el flujo de procesos constructivos

En el contexto de la gestión Lean, la **eficiencia en el flujo de procesos** constituye uno de los pilares más determinantes para alcanzar la excelencia operativa en los proyectos constructivos. A diferencia de los enfoques tradicionales, que priorizan la productividad aislada de cada tarea o especialidad, el pensamiento Lean concibe la obra como un **sistema de flujo interconectado**, donde el rendimiento global depende de la coherencia y sincronización entre todas las etapas del proceso. La construcción deja así de ser entendida como una secuencia de actividades independientes para convertirse en una **cadena dinámica de valor**, en la que cada acción, decisión y recurso influye directamente en la fluidez del conjunto.

El flujo como principio rector de la producción Lean

La noción de flujo en la filosofía Lean proviene de la reinterpretación del proceso productivo como un sistema vivo, en constante movimiento, susceptible de optimización continua. **Lauri Koskela (1992)** fue quien planteó con mayor claridad este cambio de paradigma al afirmar que los problemas de flujo en la construcción derivan de la rigidez conceptual de los modelos tradicionales, centrados en la producción por conversión y no en la gestión de las interdependencias. Según el autor, la eficiencia no puede medirse únicamente por el volumen producido, sino por la **capacidad del sistema para mantener un flujo estable, predecible y libre de interrupciones**.

Este principio supone un desplazamiento epistemológico: la atención se traslada desde la productividad de los recursos individuales hacia la coordinación del proceso colectivo. En lugar de evaluar el rendimiento por unidades de trabajo aisladas, el pensamiento Lean analiza la secuencia de transformaciones que conducen al producto final, identificando las actividades que **aportan valor** y aquellas que **generan desperdicio**. La meta no es simplemente hacer más en menos tiempo, sino **asegurar que cada esfuerzo contribuya efectivamente al avance del flujo total**.

Koskela (1992) identifica diversos mecanismos para fortalecer la eficiencia del flujo: la eliminación de cuellos de botella, la reducción de la variabilidad, el acortamiento de los ciclos de producción, la sincronización de actividades y la atención continua a los requerimientos del cliente. Cada uno de estos elementos se traduce en prácticas concretas dentro del entorno constructivo: planificación colaborativa, control visual, retroalimentación inmediata y evaluación permanente de restricciones. De este modo, el flujo se convierte no solo en un principio técnico, sino también en una **disciplina cognitiva**, que exige observar el proceso como un todo integrado y en permanente aprendizaje.

El flujo como proceso continuo de valor

La eficiencia en el flujo de procesos constructivos se vincula estrechamente con la **gestión del valor**, otro de los fundamentos centrales de la filosofía Lean. En los modelos convencionales, el valor suele definirse desde la perspectiva del producto final o del cumplimiento contractual; en cambio, el pensamiento Lean propone una definición más amplia y dinámica: el valor se genera **a lo largo del flujo**, en cada interacción entre las personas, los materiales, la información y el tiempo.

Esta visión implica que cualquier interrupción, exceso o duplicidad en el proceso constituye una forma de pérdida (*muda*), ya sea de recursos físicos, de energía o de conocimiento. La **fluidez** se alcanza cuando el sistema logra un equilibrio entre el ritmo de trabajo, la disponibilidad de recursos y la demanda del cliente. Así, el flujo se convierte en un lenguaje de eficiencia colectiva, donde cada participante comprende su rol dentro de la cadena de valor y asume responsabilidad sobre su impacto en el conjunto.

El enfoque Lean traduce esta filosofía en metodologías operativas que facilitan la visualización y control del flujo. Entre ellas, destacan el **Last Planner System (LPS)** y el **Pull Planning**, herramientas que permiten coordinar los compromisos semanales de producción, reducir las variaciones y anticipar las restricciones que podrían obstaculizar el avance. Según **Ballard (1998)**, el incremento en la confiabilidad del plan —medido a través del indicador *Percent Plan Complete (PPC)*— tiene una relación directa con la estabilidad del flujo y con la productividad de las unidades de trabajo. En otras palabras, la eficiencia no depende del esfuerzo individual, sino de la capacidad del equipo para **cumplir lo que planifica y aprender de las desviaciones**.

Sincronización, ritmo y continuidad

La eficiencia del flujo no puede comprenderse sin considerar los conceptos de **sincronización y ritmo**, elementos esenciales para mantener la continuidad operativa del sistema productivo. En la práctica constructiva, estos factores se traducen en la **sectorización de la obra**, el **tren de actividades** y la **planificación por fases**, que permiten distribuir el trabajo de manera equilibrada y predecible.

Como explica **Brioso Lescano (2015)**, la sectorización consiste en dividir la edificación en segmentos equivalentes que faciliten la asignación de recursos y la programación lineal. Este modelo busca crear un flujo balanceado, donde los equipos puedan desplazarse de un sector a otro sin interferencias, garantizando que la producción se mantenga en movimiento continuo.

Por su parte, el **tren de actividades**, según **Ghio Castillo (2001)**, busca que cada cuadrilla mantenga un ritmo de producción constante y uniforme, eliminando holguras y tiempos muertos. Esta técnica, inspirada en los principios del *takt time* del sistema Toyota, establece un ritmo de trabajo armónico que reduce la incertidumbre y mejora la coordinación entre especialidades. Aunque la eliminación de holguras implica asumir mayores riesgos de propagación de retrasos, el control disciplinado y la planificación colaborativa compensan este efecto mediante la comunicación constante y la retroalimentación diaria.

El objetivo final es lograr una **producción en flujo continuo**, donde cada actividad esté lista para comenzar en el momento exacto en que la anterior concluye, sin esperas ni

sobrecargas. Esta dinámica convierte la obra en un sistema "pull", donde el trabajo es impulsado por la demanda real y no por la planificación impuesta. En este sentido, el flujo eficiente no solo optimiza el tiempo y los costos, sino que también genera **entornos de trabajo más seguros, ordenados y predecibles**, contribuyendo al bienestar del personal y al cumplimiento de los estándares de calidad.

Gestión visual y retroalimentación como soporte del flujo

Uno de los rasgos distintivos del flujo Lean es su carácter **visual y participativo**. La información se comparte abiertamente mediante tableros, gráficos y hojas A3, que permiten a todos los miembros del equipo comprender el estado actual del proyecto. Esta transparencia fomenta la toma de decisiones informada y la responsabilidad colectiva, reduciendo la dependencia de jerarquías rígidas. La **Hoja A3 de Planeamiento**, descrita por **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, constituye una de las expresiones más claras de esta filosofía: un formato único en el que se sintetiza el problema, las causas, las acciones correctivas y los resultados esperados, siguiendo el ciclo de mejora continua *Plan–Do–Check–Act (PDCA)*.

Este tipo de gestión no solo facilita el control del flujo, sino que promueve una cultura de reflexión empírica y aprendizaje organizacional. Cada desviación o interrupción del flujo se convierte en una oportunidad de análisis y ajuste, fortaleciendo la resiliencia del sistema. De este modo, la eficiencia deja de ser una meta fija y se transforma en un proceso **auto-regenerativo**, donde la organización mejora a partir de su propia experiencia.

Eficiencia del flujo como sinónimo de sostenibilidad

En los enfoques contemporáneos, la eficiencia en el flujo también se relaciona con la **sostenibilidad**. Un flujo estable y continuo reduce el desperdicio de materiales, el consumo energético y el impacto ambiental del proyecto. Pero, además, promueve la sostenibilidad humana al minimizar la sobrecarga laboral, equilibrar los ritmos de trabajo y favorecer entornos colaborativos basados en el respeto y la comunicación. **Lledó (2013)** sostiene que los proyectos Lean exigen disciplina, vigilancia constante y una intolerancia total al desperdicio, no como una forma de presión, sino como una práctica de responsabilidad compartida hacia la perfección y la mejora continua.

En este sentido, la eficiencia en el flujo de procesos constructivos trasciende la dimensión operativa para convertirse en un **principio ético y organizacional**. Implica asumir que el rendimiento no se logra sacrificando personas o recursos, sino optimizando la interacción entre ambos. Cada proceso fluido refleja una estructura coherente, una comunicación efectiva y un liderazgo que prioriza el valor colectivo sobre el interés individual.

La eficiencia en el flujo de procesos constructivos representa la esencia del pensamiento Lean aplicado a la industria. No se trata únicamente de mejorar la velocidad de producción, sino de **construir sistemas que aprendan, se adapten y evolucionen** en función del valor que generan.

En una obra gestionada bajo principios Lean, el flujo es más que un indicador técnico: es una manifestación de equilibrio, transparencia y cooperación. Es el reflejo tangible de una filosofía que entiende la construcción como un proceso continuo de creación colectiva, donde cada paso fluye en armonía con el siguiente, y donde la eficiencia se mide no por el esfuerzo individual, sino por la capacidad del conjunto para avanzar sin interrupciones hacia la excelencia.

1.2.2. Optimización de recursos humanos, materiales y económicos

En el pensamiento Lean, la optimización de los recursos constituye una dimensión fundamental que complementa la eficiencia del flujo de trabajo. Mientras el flujo busca la continuidad y estabilidad del proceso, la gestión de recursos se orienta a garantizar que cada elemento —humano, material o financiero— se utilice con propósito, equilibrio y alineamiento al valor que el proyecto pretende generar.

a verdadera eficiencia no se logra simplemente reduciendo costos o acelerando tareas, sino a través de una administración racional e inteligente de los medios disponibles, en la que **cada recurso desempeña un papel estratégico en la creación de valor colectivo**.

La eficiencia de los recursos como principio integral del pensamiento Lean

Según **Lledó (2013)**, un proyecto Lean se distingue por su vigilancia constante, su disciplina de equipo y su intolerancia absoluta al desperdicio. Esta afirmación sintetiza la

filosofía de la optimización Lean: no se trata únicamente de ahorrar, sino de **hacer que los recursos trabajen de forma coordinada, sostenible y productiva**, evitando cualquier exceso o carencia que rompa la armonía del sistema.

El enfoque tradicional de gestión, basado en la maximización de la productividad individual o la reducción de costos, tiende a generar desequilibrios estructurales. En contraste, el pensamiento Lean propone una visión **holística**, donde el uso de los recursos se evalúa no por su intensidad, sino por su coherencia con el flujo de valor.

Modig y Åhlström (2015) diferencian entre la *eficiencia de recursos* y la *eficiencia de flujo*, subrayando que el reto de los sistemas contemporáneos consiste en alcanzar un punto de convergencia entre ambas. La primera se centra en la utilización óptima de los medios —personas, materiales, equipos y capital—, mientras que la segunda busca la continuidad y estabilidad del proceso. Una organización que privilegia el uso intensivo de sus recursos sin cuidar el flujo tiende a sobrecargarse y perder flexibilidad; por el contrario, un flujo perfecto sin una base de recursos optimizados resulta insostenible. La filosofía Lean propone, entonces, un equilibrio armónico entre ambos principios: **eficiencia de flujo con eficiencia de recursos**, orientada a lograr un sistema productivo ágil, racional y sostenible.

Optimización de los recursos humanos: la dimensión social de la eficiencia

En el contexto Lean, los recursos humanos no se consideran un simple factor de producción, sino **el núcleo inteligente del sistema**. Cada trabajador es, ante todo, un agente de aprendizaje, innovación y mejora. La gestión de personas en la filosofía Lean se sustenta en la idea de que la excelencia organizacional surge de la colaboración, el respeto y la participación activa de todos los miembros del equipo.

En este sentido, la optimización de los recursos humanos implica desarrollar las capacidades individuales y colectivas mediante una cultura basada en la confianza, la comunicación abierta y el liderazgo participativo. El enfoque Lean reemplaza la supervisión coercitiva por la **autonomía responsable**, fomentando la toma de decisiones descentralizada y la mejora continua en el nivel operativo.

Como señalan **Pons Achell (2014)** y **Brioso Lescano (2015)**, el éxito de los proyectos Lean no depende tanto de la estructura técnica como de la madurez del equipo humano. La capacitación constante, el trabajo interdisciplinario y la claridad en los roles son elementos esenciales para mantener la coherencia del flujo y la eficiencia del sistema.

La figura del líder Lean se redefine: deja de ser un controlador de tareas para convertirse en un facilitador del aprendizaje. En lugar de imponer, el líder guía; en lugar de corregir, acompaña. Este cambio paradigmático transforma la cultura de la obra en un espacio de **colaboración y mejora continua**, donde la confianza sustituye al temor y la comunicación reemplaza la burocracia. Así, la optimización de los recursos humanos no se traduce en intensificación del trabajo, sino en **potenciación del talento y del conocimiento colectivo**.

Optimización de los recursos materiales: sostenibilidad y control de desperdicios

En la dimensión material, la optimización Lean se orienta a **reducir todo tipo de desperdicio**: exceso de inventario, movimiento innecesario, defectos, esperas, transporte redundante o sobreproducción. En la construcción, estas pérdidas suelen estar vinculadas a la mala planificación logística, la falta de sincronización y el deficiente almacenamiento de materiales.

Koskela (1992) afirma que los flujos materiales deben gestionarse con la misma precisión que los flujos de información. La calidad de los resultados depende directamente de la coherencia con la que los insumos son adquiridos, transportados, almacenados y utilizados. Cada movimiento debe justificarse por el valor que aporta al producto final.

El principio Lean de “hacer más con menos” no implica precariedad, sino **racionalidad en el uso de los recursos físicos**. En la práctica, esto se traduce en estrategias de abastecimiento justo a tiempo (*Just in Time*), gestión de inventarios visuales y diseño eficiente del *layout* de obra.

Un diseño de sitio basado en principios Lean permite ubicar estratégicamente las áreas de almacenamiento, los accesos, la maquinaria y los puntos de descarga, minimizando desplazamientos y tiempos muertos. Como sostienen **Otukogbe et al. (2021)**, un layout bien

planificado no solo reduce los costos operativos, sino que también **mejora la seguridad, la productividad y la ergonomía** en el entorno de trabajo.

Además, la optimización material se vincula con la **sostenibilidad ambiental**. Al eliminar desperdicios, se reducen las emisiones, el consumo de energía y la generación de residuos. La construcción Lean, en este sentido, se alinea con los principios del desarrollo sostenible, al considerar que cada ahorro material constituye también una contribución ecológica y ética.

Optimización de los recursos económicos: equilibrio y valor

En la dimensión económica, la optimización Lean se aparta de la lógica tradicional del control presupuestario para centrarse en la **creación de valor**. El objetivo no es reducir el gasto a toda costa, sino invertir de manera inteligente en aquellas actividades que generen impacto positivo en el flujo y en la calidad del producto final.

Como plantea **Leach (2005)**, la gestión económica eficiente debe responder a una evaluación constante de los efectos de cada decisión sobre los factores críticos del proyecto: alcance, costo, tiempo y satisfacción del cliente. Las estimaciones financieras en un sistema Lean no son estáticas, sino dinámicas, adaptándose de forma flexible a los cambios y retroalimentándose del aprendizaje obtenido durante el proceso.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** refuerza esta idea al destacar que una gestión del alcance y del costo alineada al valor permite que los recursos financieros sean empleados en función de las prioridades reales del cliente y no de supuestos contractuales rígidos. Así, la optimización económica se logra a través de la **transparencia, la colaboración y la previsión**, tres principios esenciales del enfoque Lean. La implementación de herramientas como la **Hoja A3 de planeamiento** y la **Matriz de Aplicabilidad** permite registrar, evaluar y controlar la ejecución de los recursos financieros con una visión integral, garantizando que cada inversión esté asociada a un resultado tangible y medible.

Convergencia de las tres dimensiones: una eficiencia sistémica

El verdadero potencial de la optimización Lean radica en la **integración sinérgica** de sus tres dimensiones: humana, material y económica. No es posible alcanzar la eficiencia de los recursos materiales si los equipos carecen de disciplina y compromiso; del mismo modo, la racionalidad económica pierde sentido si se logra a costa del bienestar humano o la calidad del producto.

Por ello, el enfoque Lean promueve una visión **sistémica de la optimización**, donde cada recurso se entiende como parte de una red de valor interdependiente. En esta red, el desperdicio no es solo una pérdida tangible, sino también una distorsión ética, un síntoma de desequilibrio organizacional que debe ser detectado y corregido.

Cuando las personas trabajan en entornos donde los materiales fluyen con orden, los costos se controlan con transparencia y las metas son compartidas, la productividad deja de ser una meta impuesta y se convierte en una **consecuencia natural de la coherencia del sistema**.

Optimizar los recursos humanos, materiales y económicos bajo la filosofía Lean no significa restringir, sino **potenciar el uso consciente, estratégico y ético** de todos los medios de producción. En la industria de la construcción, esta optimización permite transformar el paradigma de la escasez en una cultura de abundancia funcional: abundancia de coordinación, de conocimiento y de valor generado.

De esta forma, la eficiencia Lean se consolida no como un resultado técnico, sino como una **manifestación cultural y organizacional**, donde cada recurso, gestionado con respeto y propósito, contribuye a la creación de un entorno sostenible, productivo y humano. La optimización de recursos, entonces, es el reflejo tangible de una organización madura, capaz de aprender, adaptarse y prosperar sin desperdiciar su energía ni su talento.

1.2.3. Gestión del cambio y mejora continua (Kaizen)

La gestión del cambio y la mejora continua representan el corazón del pensamiento Lean, pues constituyen el motor que impulsa su evolución constante. Mientras la eficiencia del flujo y la optimización de recursos buscan estabilizar el sistema productivo, el principio

de **Kaizen** —literalmente, "cambio para mejor"— le otorga vitalidad y capacidad de adaptación.

En el marco de la construcción, este principio trasciende la simple incorporación de técnicas o ajustes operativos: implica un **proceso cultural profundo**, en el que las personas, los equipos y las organizaciones aprenden a mejorar continuamente a través de la reflexión, la observación y la acción.

El cambio como fenómeno inherente al sistema Lean

A diferencia de los modelos tradicionales de gestión, que suelen percibir el cambio como una amenaza o una disrupción, la filosofía Lean lo concibe como un **estado natural del sistema**.

Cada proyecto se desarrolla en un entorno de incertidumbre, donde los plazos, los costos y los requerimientos del cliente están sujetos a variaciones constantes. Por ello, la capacidad de **responder ágilmente a los cambios** es un indicador de madurez organizacional y de eficiencia sistémica.

Leach (2005) subraya que todos los proyectos experimentarán cambios y que una gestión rigurosa de estos es esencial para garantizar el éxito. El autor advierte que las deficiencias humanas en la comprensión de la variación —tanto en el plano técnico como psicológico— pueden generar desperdicios, retrasos y desviaciones significativas. Por ello, sostiene que una gestión del cambio efectiva requiere dos elementos clave:

1. **Respuesta rápida a los cambios propuestos**, para evitar su acumulación y la consiguiente pérdida de control.

2. **Evaluación integral del impacto**, considerando no solo los efectos individuales de cada cambio, sino su interacción con los factores críticos del proyecto, como el alcance, el costo y el cronograma.

Estos principios se alinean con el pensamiento Lean, donde la adaptación no se limita a la corrección de errores, sino que constituye una estrategia de aprendizaje continuo. En otras palabras, **cambiar es mejorar, y mejorar es aprender**.

Kaizen: el aprendizaje como hábito organizacional

El concepto japonés de *Kaizen* surge de la tradición empresarial nipona posterior a la Segunda Guerra Mundial, especialmente en compañías como Toyota, que adoptaron este principio como piedra angular de su filosofía de gestión. *Kaizen* no significa realizar cambios radicales, sino **aplicar pequeñas mejoras constantes** que, acumuladas a lo largo del tiempo, generan transformaciones profundas y sostenibles.

En este sentido, la mejora continua se convierte en un **hábito organizacional**, más que en una técnica puntual.

Koskela (1992) ya advertía que la construcción requería un enfoque de mejora procesable y medible, centrado en la eliminación de actividades que no agregan valor y en el desarrollo incremental de equipos. Este planteamiento se entrelaza directamente con el espíritu Kaizen, donde cada trabajador asume la responsabilidad de observar su entorno, identificar oportunidades de mejora y proponer soluciones simples pero significativas.

La esencia del *Kaizen* radica en el protagonismo de las personas. No se trata de imponer cambios desde la alta dirección, sino de fomentar una cultura en la que **cada miembro del equipo se perciba como agente activo del progreso**. La mejora continua en Lean se basa, por tanto, en la democratización del conocimiento y la participación. Esta visión convierte a la obra en un laboratorio de innovación cotidiana, donde las lecciones aprendidas en un día se convierten en la base para optimizar el siguiente.

Gestión sistemática del cambio: de la reacción a la proactividad

La gestión del cambio bajo el enfoque Lean implica transformar la respuesta organizacional frente a la incertidumbre. En lugar de reaccionar ante los problemas una vez que se manifiestan, el sistema se prepara para **anticiparlos y controlarlos**.

Esto se logra mediante herramientas de planificación colaborativa —como el *Last Planner System*— y mecanismos visuales de control, que permiten a los equipos identificar desviaciones en tiempo real y ajustar las acciones antes de que los errores se consoliden.

Ballard (1998) planteó que mejorar la confiabilidad del plan, medida a través del *Percent Plan Complete (PPC)*, reduce la variación en la productividad de las unidades de producción. Este principio se traduce, en la práctica, en una estructura de trabajo más estable y predecible. No se trata solo de reaccionar ante el cambio, sino de **crear un entorno en el que el cambio esté previsto, controlado y orientado al aprendizaje**.

El cambio deja de ser un accidente para convertirse en una oportunidad sistematizada de mejora.

Por su parte, **Pons Achell (2014)** destaca que el diseño del sistema de producción Lean debe incluir un proceso permanente de retroalimentación, capaz de transformar los errores en información útil para la toma de decisiones. Este bucle de mejora refuerza el principio de *Kaizen*, pues convierte la experiencia cotidiana en conocimiento estratégico.

De esta manera, el sistema Lean se asemeja a un organismo vivo que se autoevalúa, se corrige y evoluciona con cada iteración del proceso constructivo.

Herramientas de mejora continua: de la observación al control científico

El *Kaizen* se materializa a través de una serie de herramientas operativas que estructuran el proceso de aprendizaje continuo. Entre ellas, destaca la **Hoja A3**, descrita por **Godínez González y Hernández Moreno (2018)** como un formato de una sola página que permite analizar problemas, identificar causas raíz y planificar acciones correctivas. Esta herramienta sintetiza el pensamiento científico de la mejora: observar, analizar, actuar y verificar.

En el contexto de la construcción, el uso de la Hoja A3 permite registrar lecciones aprendidas, compartir hallazgos entre equipos y **visualizar el progreso de los cambios** con claridad.

Otra herramienta clave es el ciclo **PDCA (Plan–Do–Check–Act)**, que estructura el proceso de mejora en cuatro fases: planificación, ejecución, verificación y ajuste. Su aplicación constante asegura que las mejoras no sean espontáneas, sino sistemáticas, medibles y replicables. En el ámbito de los proyectos Lean, este ciclo se integra con la

planificación pull y el control visual, cerrando un circuito de retroalimentación que mantiene la organización en estado de aprendizaje permanente.

Además, el uso de **métricas de desempeño**, como el PPC, el índice de variabilidad o la tasa de cumplimiento de hitos, proporciona una base empírica para evaluar la eficacia de las mejoras implementadas. Estas mediciones no buscan castigar errores, sino **comprender las causas de las desviaciones** y fomentar el pensamiento crítico dentro del equipo.

Cultura organizacional y resiliencia ante el cambio

La verdadera gestión del cambio Lean no se reduce a la aplicación de herramientas, sino que implica una **transformación cultural profunda**. En este modelo, el error no se concibe como un fracaso, sino como un recurso pedagógico que alimenta la evolución del sistema.
Cada problema es una fuente de información; cada desviación, una oportunidad de aprendizaje. Esta mentalidad promueve la **resiliencia organizacional**, entendida como la capacidad de adaptarse sin perder coherencia ni propósito.

La mejora continua también se relaciona con la dimensión ética del trabajo. La filosofía Lean considera que el respeto por las personas es inseparable del respeto por el proceso. Fomentar la mejora constante significa **valorar la experiencia de los trabajadores**, reconocer su conocimiento tácito y ofrecerles un entorno donde puedan contribuir activamente a la innovación.

Como sostiene **Lledó (2013)**, la búsqueda de la perfección no es una meta inalcanzable, sino una actitud colectiva: un compromiso con la excelencia que se renueva día a día.

La gestión del cambio y la mejora continua (Kaizen) constituyen el núcleo dinámico de la filosofía Lean. En la construcción, su aplicación no solo permite responder de manera eficiente a la variabilidad de los proyectos, sino también **construir organizaciones más inteligentes, adaptables y humanas**.

El *Kaizen* convierte cada proceso en una oportunidad para aprender y perfeccionarse, y cada obstáculo en una fuente de conocimiento.

En última instancia, la gestión del cambio en el marco Lean no busca eliminar la incertidumbre, sino **convivir con ella de manera productiva**, transformando la variación en innovación y el error en sabiduría organizacional.

Allí donde los sistemas tradicionales ven problemas, el Lean ve potencial.

Y en esa mirada, paciente y progresiva, se encuentra la verdadera esencia del desarrollo sostenible, la competitividad y la excelencia en la industria de la construcción.

1.2.4. Diseño del sistema de producción Lean

El diseño del sistema de producción Lean constituye el **esqueleto operativo** sobre el cual se sustenta toda la filosofía de la gestión ajustada. A diferencia de los modelos tradicionales, en los que la planificación se aborda como una serie de tareas sucesivas y fragmentadas, el enfoque Lean concibe el sistema productivo como una **red integrada de flujos**, donde cada decisión debe contribuir a la creación de valor y a la eliminación de desperdicios.

Diseñar el sistema, en este sentido, no significa únicamente organizar recursos o establecer cronogramas, sino **concebir un modo de pensar, planificar y ejecutar** basado en la cooperación, la flexibilidad y la búsqueda permanente de la perfección.

La planificación como arquitectura del sistema

Pons Achell (2014) plantea que el diseño de un sistema de producción Lean debe sustentarse en la generación de alternativas que respondan a los requisitos del cliente, las limitaciones del entorno y el costo objetivo del proyecto. No se trata de imponer un método único, sino de encontrar el equilibrio más adecuado entre calidad, tiempo y valor. Este proceso requiere definir con claridad los objetivos del proyecto, identificar el valor desde la perspectiva del cliente y establecer flujos de trabajo que permitan alcanzarlo con la menor cantidad posible de recursos y con el máximo nivel de eficiencia.

El diseño Lean comienza, por tanto, con una pregunta esencial: **¿qué genera valor y qué no?**. A partir de esta reflexión, el equipo define los procesos que efectivamente contribuyen al objetivo final, eliminando toda actividad redundante o innecesaria. Este principio se traduce en la práctica mediante el uso de herramientas como el *Value Stream Mapping (VSM)*, que permite visualizar la cadena completa de producción, identificar cuellos de botella y establecer estrategias de mejora para optimizar la secuencia de tareas.

Así, la planificación deja de ser un documento estático para convertirse en un **proceso dinámico y participativo**, donde los actores del proyecto —diseñadores, supervisores, jefes de obra y trabajadores— contribuyen a definir las condiciones reales del flujo de trabajo. Este enfoque rompe con la tradicional separación entre quienes planifican y quienes ejecutan, fomentando una gestión colaborativa que **integra la experiencia técnica con el conocimiento empírico**.

Diseño orientado al valor y al cliente

El sistema Lean se construye sobre el principio del **valor definido por el cliente**, entendido no solo como un objetivo económico, sino como un compromiso ético y funcional con la satisfacción de las expectativas.

En la visión de Pons Achell (2014), identificar el valor implica comprender las necesidades explícitas e implícitas del cliente y traducirlas en decisiones operativas que aseguren su cumplimiento. De esta forma, el diseño del sistema de producción se convierte en un proceso de traducción entre lo que el cliente espera y lo que la organización es capaz de entregar.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** complementa esta idea al señalar que el alcance de un proyecto no se limita a las características del producto final, sino que abarca el conjunto de trabajos necesarios para alcanzarlo. Por ello, el diseño del sistema Lean debe considerar simultáneamente el *alcance del producto* (funcionalidades, calidad, desempeño) y el *alcance del proyecto* (actividades, recursos, procesos).

mbos niveles deben mantenerse sincronizados para evitar desviaciones que afecten el valor entregado al cliente.

Este alineamiento continuo requiere un proceso de retroalimentación activa: el cliente, el patrocinador y los equipos internos participan de manera constante en la revisión de los entregables, garantizando que el sistema de producción mantenga la **coherencia entre diseño, ejecución y valor**.

Así, el diseño Lean no se limita a la planificación inicial, sino que **evoluciona durante todo el ciclo de vida del proyecto**, adaptándose a las condiciones reales sin perder su orientación estratégica.

Componentes estructurales del sistema de producción Lean

Un sistema de producción Lean se compone de varios **niveles interdependientes** que deben diseñarse con precisión y coherencia. Entre ellos destacan:

1. **Definición de objetivos y métricas de desempeño.** Todo sistema Lean comienza con una declaración clara de objetivos medibles. Estos no se limitan al costo o al plazo, sino que incluyen indicadores de calidad, flujo, seguridad y satisfacción del cliente. La precisión en la formulación de los objetivos permite evaluar la eficiencia real del sistema y establecer mecanismos de mejora.

2. **Diseño del flujo de trabajo.** La organización de las tareas debe permitir que el trabajo fluya sin interrupciones ni acumulaciones. Según **Koskela (1992)**, un flujo eficiente requiere eliminar las variabilidades, reducir los tiempos de ciclo y ajustar los procesos de manera que estén perfectamente sincronizados. Este diseño incluye la secuencia lógica de actividades, la asignación de responsabilidades y la definición de puntos de control.

3. **Organización del entorno de trabajo.** La disposición física y logística del proyecto —el *layout* de obra— es parte esencial del diseño del sistema. **Otukogbe et al. (2021)** sostienen que un diseño de sitio óptimo influye directamente en la productividad, la seguridad y la calidad. Las instalaciones deben ubicarse de manera estratégica para facilitar el flujo de materiales y la movilidad del personal, evitando desplazamientos innecesarios y zonas de congestión.

4. **Gestión de la variabilidad.** Dado que la construcción es un proceso inherentemente incierto, el sistema debe incorporar mecanismos de amortiguamiento, como reservas de contingencia o planes de respuesta rápida, que permitan enfrentar desviaciones sin afectar el flujo global. La planificación colaborativa y el control visual son herramientas clave para gestionar esta variabilidad con agilidad.

5. **Cultura de mejora continua.** Ningún diseño Lean está completo sin un sistema de retroalimentación constante. Las reuniones diarias, las hojas A3 y el análisis de restricciones son espacios donde el sistema se evalúa y se reajusta. La idea es que el diseño del sistema de producción no sea un fin en sí mismo, sino un **proceso vivo**, que se perfecciona a partir de la experiencia.

El diseño como estrategia de integración y aprendizaje

En la práctica, el diseño del sistema de producción Lean no puede entenderse como un acto técnico aislado, sino como un **proceso estratégico de integración organizacional**. Cada decisión sobre recursos, cronogramas o procedimientos se convierte en una oportunidad para alinear los objetivos de los distintos actores del proyecto. De este modo, el diseño se transforma en un lenguaje común que articula las diferentes perspectivas: la técnica, la financiera, la operativa y la humana.

Ghio Castillo (2001) enfatiza que la planificación maestra debe complementarse con planificaciones parciales de corto plazo, como el *Lookahead Planning* o la planificación semanal, con el fin de garantizar la coherencia entre la visión global y la ejecución diaria. Estas herramientas permiten que el sistema de producción se mantenga flexible, adaptándose a los cambios sin perder el ritmo general del proyecto.

Asimismo, el diseño Lean promueve el aprendizaje organizacional mediante la documentación de lecciones aprendidas y la sistematización de la experiencia. Cada proyecto se convierte en una fuente de conocimiento que alimenta el diseño del siguiente, fortaleciendo así la **memoria institucional y la madurez del sistema**. En este sentido, el diseño del sistema Lean no solo organiza el trabajo, sino que **enseña a la organización a pensar, planificar y mejorar**.

El diseño del sistema de producción Lean representa la síntesis entre teoría y práctica, entre la visión estratégica y la operación diaria. No se trata de un esquema rígido, sino de un modelo adaptable que evoluciona con el aprendizaje del equipo y las condiciones del entorno.

Su valor radica en convertir la planificación en una herramienta de **coordinación, transparencia y aprendizaje**, donde cada elemento del proceso —desde el flujo hasta los recursos— se alinea en torno a un mismo propósito: **crear valor sin desperdiciar esfuerzo ni conocimiento**.

En la industria de la construcción, el diseño de un sistema Lean bien concebido no solo mejora los resultados técnicos y económicos, sino que transforma la cultura organizacional, promoviendo entornos de trabajo colaborativos, sostenibles y resilientes. Así, la obra deja de ser un conjunto de actividades aisladas para convertirse en un organismo vivo que respira coordinación, aprende de sus propias dinámicas y se perfecciona con cada ciclo de mejora.

1.2.4.1. Estrategias de ejecución y factores críticos de éxito

Las estrategias de ejecución en el contexto Lean constituyen la **columna vertebral de la gestión del proyecto**, pues determinan cómo los principios filosóficos y operativos de la producción ajustada se traducen en acciones concretas dentro del entorno constructivo.

Mientras el diseño del sistema Lean define la arquitectura del flujo productivo, las estrategias de ejecución establecen los **métodos, secuencias y criterios de desempeño** que garantizan la materialización de los objetivos definidos en la planificación.

En este sentido, ejecutar bajo un enfoque Lean implica más que seguir un cronograma: supone **construir una cultura operativa basada en la coordinación, la transparencia y la búsqueda de la excelencia compartida**.

Ejecución estratégica como extensión del pensamiento Lean

La ejecución Lean no se concibe como una fase posterior a la planificación, sino como su **prolongación natural**. El ciclo Lean —planificar, hacer, verificar y actuar— se

mantiene activo durante todo el desarrollo del proyecto, de modo que cada acción es simultáneamente ejecución y aprendizaje.

Como señala **Pons Achell (2014)**, antes de iniciar cualquier proyecto resulta indispensable desarrollar un **caso de negocio**, el cual define los objetivos, la inversión requerida y los criterios cualitativos y financieros de éxito. Este documento, más que un simple instrumento administrativo, actúa como **marco de coherencia** que guía las decisiones durante la ejecución, asegurando que todas las acciones se alineen con el propósito general del proyecto y con las expectativas del cliente.

En la gestión Lean, la estrategia de ejecución se diseña desde el entendimiento integral del sistema: el flujo de trabajo, los recursos humanos y materiales, los procesos de control, la logística y la comunicación se integran en una **red interdependiente** que debe funcionar de forma sincronizada.

Cada estrategia busca equilibrar tres dimensiones esenciales: **eficiencia operativa, flexibilidad adaptativa y generación de valor**. Lograr esta armonía exige una gestión activa del cambio, una planificación colaborativa y una cultura organizacional que fomente la responsabilidad compartida.

Del triángulo clásico del éxito a la visión integral del valor

Históricamente, el éxito de los proyectos se medía mediante el **triángulo de hierro** —costo, tiempo y calidad—, paradigma que dominó la gestión de proyectos durante gran parte del siglo XX. Sin embargo, **Atkinson (1999)** señala que este enfoque resulta insuficiente para capturar la complejidad contemporánea, pues reduce el éxito a parámetros técnicos y desatiende variables como la satisfacción del cliente, la seguridad, la sostenibilidad o el aprendizaje organizacional.

En respuesta, el pensamiento Lean amplía esta visión al incorporar una noción más holística del éxito, en la que **el valor reemplaza a la mera productividad** como medida principal del logro.

Bajo este enfoque, un proyecto exitoso no es aquel que simplemente cumple con el presupuesto y el plazo, sino aquel que logra **entregar valor sostenible a todas las partes interesadas**, optimizando recursos y fomentando el desarrollo del conocimiento colectivo.

Esto implica evaluar el éxito no solo al final del proyecto, sino en cada fase del proceso: ¿se está eliminando desperdicio? ¿se está fortaleciendo la colaboración? ¿se está aprendiendo y mejorando? Estas preguntas conforman la esencia de la evaluación Lean.

Factores críticos de éxito en la ejecución Lean

Los factores críticos de éxito representan los **condicionantes esenciales** que determinan la capacidad del sistema para alcanzar sus metas con eficiencia y estabilidad. En el ámbito de la construcción Lean, estos factores se agrupan en tres categorías principales: **factores técnicos**, **factores humanos** y **factores sistémicos**.

1. **Factores técnicos:** Estos incluyen la claridad del alcance, la calidad de la planificación, la precisión de los cronogramas y la disponibilidad de recursos adecuados. **PMI (2017)** resalta la importancia de definir con rigor los objetivos de desempeño y los criterios de aceptación del producto antes del inicio de la ejecución. La gestión eficiente del tiempo, basada en metodologías como el *Last Planner System* o el *Pull Planning*, permite coordinar las tareas de manera secuencial, evitando retrasos y acumulaciones. Asimismo, el uso de herramientas visuales —tableros, flujos A3, indicadores PPC— fortalece la trazabilidad y el control del avance.

2. **Factores humanos:** La filosofía Lean sitúa a las personas en el centro del proceso. La ejecución eficiente depende en gran medida de la **motivación, la comunicación y la confianza** entre los miembros del equipo. **Ballard (1998)** sostiene que la confiabilidad del plan aumenta proporcionalmente al grado de compromiso de los actores involucrados. La planificación colaborativa no solo mejora la coordinación, sino que genera un sentido de pertenencia y corresponsabilidad que eleva la moral y la productividad. En este contexto, el liderazgo adopta un rol facilitador: el líder Lean no impone, sino que guía, escucha y coordina, convirtiéndose en un agente de integración.

3. **Factores sistémicos:** La ejecución Lean requiere una visión global del sistema. Cada área del proyecto —desde la logística hasta la seguridad— debe funcionar como parte de un organismo coherente. La gestión de riesgos, la estandarización de procesos y la mejora continua (*Kaizen*) constituyen los pilares que sostienen la estabilidad del sistema. Como apunta **Leach (2005)**, la rapidez en la respuesta ante los cambios y la capacidad de evaluar su impacto acumulativo son elementos cruciales para mantener la resiliencia del sistema productivo.

La sincronización como estrategia de control

Uno de los principios más relevantes en las estrategias de ejecución Lean es la **sincronización**. La eficiencia del sistema depende no tanto de la velocidad individual de cada proceso, sino de la capacidad del conjunto para avanzar al mismo ritmo.

Esto se traduce en la planificación de flujos equilibrados, la coordinación de cuadrillas y la reducción de variabilidad entre actividades.

La sincronización se apoya en prácticas como la **sectorización** y el **tren de actividades**, que buscan distribuir de manera armónica los recursos y evitar interrupciones. **Brioso Lescano (2015)** indica que una sectorización equilibrada permite asignar capacidades proporcionales a cada proceso, reduciendo los cuellos de botella y manteniendo la continuidad del flujo.

Del mismo modo, el tren de actividades, al establecer un ritmo de trabajo constante entre especialidades, promueve la estabilidad y la previsibilidad, condiciones fundamentales para medir y mejorar la productividad global del proyecto.

Ejecución adaptativa y gestión de la variabilidad

El entorno de la construcción es inherentemente cambiante: condiciones climáticas, variaciones en los suministros, interferencias técnicas y factores humanos pueden alterar los planes establecidos. Frente a esta realidad, la ejecución Lean adopta un enfoque **adaptativo**, basado en la flexibilidad y la mejora continua.

En lugar de ver los cambios como desviaciones, el sistema Lean los asume como parte natural del proceso, siempre que se gestionen con rapidez y fundamento.

Leach (2005) sostiene que los cambios deben ser evaluados en función de su impacto en los factores críticos de éxito —alcance, costo y cronograma— y que la respuesta oportuna es señal de salud organizacional.

De esta manera, la gestión de la variabilidad se convierte en una habilidad estratégica: anticipar, ajustar y aprender son acciones que forman parte de la ejecución diaria.

La cultura del compromiso como base del éxito

Finalmente, la ejecución Lean solo alcanza su plenitud cuando se sostiene sobre una **cultura del compromiso colectivo**.

La cooperación, la transparencia y la responsabilidad compartida son valores que se traducen en prácticas cotidianas: reuniones diarias de coordinación, revisión de restricciones, evaluación conjunta del progreso y retroalimentación inmediata. Como señala **Lledó (2013)**, la disciplina del equipo y la intolerancia al desperdicio no nacen de la imposición, sino del convencimiento de que la perfección se construye entre todos.

En este marco, los factores críticos de éxito no se reducen a indicadores técnicos, sino que se expresan en comportamientos: la puntualidad, la comunicación abierta, la disposición a aprender, el respeto mutuo y la coherencia entre lo planificado y lo ejecutado. La cultura Lean transforma así la ejecución en un ejercicio colectivo de aprendizaje, donde cada mejora técnica refuerza la cohesión humana y cada logro operativo alimenta la confianza organizacional.

Las estrategias de ejecución Lean representan el puente entre la teoría y la práctica, entre la intención de planificar bien y la capacidad de hacer mejor. Su éxito depende de la alineación entre el propósito, las personas y los procesos; de la flexibilidad para adaptarse al cambio sin perder el rumbo; y de la madurez para entender que la excelencia no se alcanza de manera abrupta, sino a través de la **constancia, la coordinación y la mejora continua**.

En la construcción moderna, los factores críticos de éxito no solo definen la eficiencia técnica del proyecto, sino también su calidad humana y su sostenibilidad. Ejecutar con pensamiento Lean es, en esencia, construir con inteligencia, con respeto por los recursos y con una convicción profunda de que cada acción puede —y debe— ser una oportunidad para aprender y perfeccionar el sistema.

1.2.4.2. Secuencia de ejecución y balance de procesos

En el marco del pensamiento Lean, la **secuencia de ejecución** representa uno de los pilares más críticos del sistema de producción, ya que determina la coherencia, fluidez y equilibrio del conjunto de actividades que conforman un proyecto constructivo. Mientras el diseño del sistema establece la estructura conceptual del flujo de trabajo, la secuencia define el **orden lógico y operativo** que permite transformar los recursos en resultados con el mínimo desperdicio posible. La correcta organización de las tareas no solo garantiza el cumplimiento de plazos, sino que **optimiza la interacción entre las distintas disciplinas, mejora la comunicación y reduce las pérdidas asociadas a la improvisación, las esperas y la duplicación de esfuerzos.**

La secuencia como expresión del flujo continuo

En los modelos tradicionales de construcción, las actividades suelen ejecutarse siguiendo un cronograma lineal, con una relación jerárquica y fragmentada entre los actores del proyecto. Sin embargo, la filosofía Lean propone una lógica distinta: la **planificación secuencial orientada al flujo**, donde cada tarea debe estar alineada con las necesidades del proceso anterior y las del siguiente. Este enfoque se centra en crear **procesos interdependientes y sincronizados**, de manera que el avance de una fase impulse directamente a la siguiente, evitando acumulaciones, interrupciones o cuellos de botella.

PMI (2017) define la secuenciación como el proceso que "consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto", señalando que su principal beneficio es la "definición de una secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto" (p. 187). En el contexto Lean, esta definición adquiere una connotación más amplia: no se trata únicamente de definir dependencias técnicas, sino de **diseñar una coreografía productiva**, donde cada

movimiento está orientado al valor y cada intervención ocurre en el momento óptimo. La secuencia de ejecución, por tanto, es tanto un instrumento técnico como una manifestación cultural del orden, la previsión y la colaboración.

Planificación secuencial y eliminación de variabilidad

Peurifoy et al. (2006) advierten que "cada proyecto de construcción es una empresa única" y que las condiciones de trabajo nunca son idénticas entre un proyecto y otro. Por ello, una planificación anticipada, estructurada y colaborativa permite reducir la incertidumbre y aumentar el control sobre las variables externas. El diseño de una secuencia eficiente exige descomponer el proyecto en **subtareas ejecutables, independientes y medibles**, que puedan coordinarse como piezas de un mismo engranaje. Esta fragmentación no busca la especialización rígida, sino la **modularidad inteligente**, que facilita la adaptación y el aprendizaje entre equipos.

El pensamiento Lean, siguiendo las premisas de **Koskela (1992)**, asume que los principales problemas de flujo en la construcción son causados por conceptos tradicionales de producción que ignoran las interdependencias. Por ello, propone un modelo que enfatiza la **reducción de variabilidad**, la eliminación de pasos innecesarios y la sincronización de actividades.
En este esquema, cada fase del proceso debe cumplir tres condiciones fundamentales:

1. Estar **lista para iniciar** sin restricciones pendientes.
2. **Aportar valor directo** al flujo general.
3. **Preparar el terreno** para que la siguiente actividad comience sin interrupciones.

Estas condiciones son la base del sistema *pull* o de arrastre, donde el trabajo se libera únicamente cuando existe capacidad real para recibirlo, evitando la sobreproducción y el exceso de inventarios intermedios. La planificación secuencial, en consecuencia, no es una línea rígida, sino un **flujo ajustado y autorregulado**, que evoluciona según las condiciones reales del proyecto.

El balance de procesos como principio de armonía productiva

Una secuencia eficiente solo puede sostenerse cuando existe un equilibrio entre las cargas de trabajo y la capacidad de los equipos. Este principio, conocido como **balance de procesos**, busca mantener un ritmo estable de producción en todas las fases del proyecto, evitando tanto la saturación como la inactividad de los recursos. En la práctica, el balance Lean se logra mediante la **coordinación simultánea** de tareas y la estandarización de tiempos, lo que permite que los flujos avancen de manera continua y sin interrupciones.

El **balance productivo** constituye, en palabras de **Ghio Castillo (2001)**, una forma de programación lineal que busca "lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla", eliminando las holguras que representan una pérdida. Según el autor, la clave del equilibrio está en dividir el trabajo en "porciones pequeñas, más manejables", de modo que la capacidad de las cuadrillas sea compatible con el ritmo de las demás. Esta compatibilidad evita que una tarea se retrase por falta de insumos o que otra avance prematuramente, generando descoordinación. En esencia, el balance de procesos es un acto de **sintonía operativa**, donde cada especialidad produce exactamente lo que el sistema necesita en cada momento.

No obstante, **Ghio Castillo (2001)** advierte que eliminar las holguras también implica un riesgo: "al no contar con holguras, cada atraso de una actividad genera atraso al resto de actividades" (p. 115). Por ello, el equilibrio Lean no debe confundirse con rigidez; debe incorporar **márgenes controlados de flexibilidad** que permitan absorber la variabilidad sin alterar el ritmo general del proyecto. Aquí entra en juego el rol de la planificación colaborativa y la supervisión continua, que funcionan como mecanismos de ajuste fino para mantener la armonía del sistema.

Sincronización, ritmo y confiabilidad del flujo

El balance Lean está íntimamente vinculado al concepto de **ritmo de producción** (*takt time*), entendido como la frecuencia con la que deben completarse las actividades para cumplir con los objetivos del proyecto sin generar acumulaciones ni interrupciones. El objetivo es lograr una **sincronización perfecta** entre equipos, recursos y fases de trabajo, de manera que el proceso avance con fluidez y predecibilidad.

Ballard (1998) señala que la mejora en la confiabilidad del plan —medida a través del *Percent Plan Complete (PPC)*— tiene un impacto directo en la reducción de la variación y, por tanto, en la estabilidad del flujo de trabajo. Esto implica que el éxito del balance no depende exclusivamente de la planificación previa, sino también de la **capacidad del equipo para cumplir lo planificado** y aprender de las desviaciones. En este sentido, la ejecución secuencial y balanceada se convierte en un proceso de aprendizaje continuo, donde la retroalimentación constante permite ajustar el ritmo y la asignación de recursos en tiempo real.

La sincronización, además, exige una visión integral del espacio físico y temporal. Las decisiones sobre la **sectorización de la obra**, la disposición de los equipos y la asignación de cuadrillas deben responder a la lógica del flujo, garantizando que cada unidad productiva pueda trabajar sin interferencias. **Brioso Lescano (2015)** complementa esta idea al afirmar que una buena sectorización contribuye a "crear una línea de producción balanceada", orientada a la eficiencia y a la eliminación de desperdicios. De esta manera, la secuencia y el balance dejan de ser procedimientos aislados y se convierten en **componentes interdependientes del sistema Lean**.

Herramientas para el control de la secuencia y el balance

El control de la secuencia y el balance de procesos se apoya en un conjunto de herramientas Lean que facilitan la planificación visual, la comunicación efectiva y la toma de decisiones en tiempo real. Entre las más relevantes se encuentran el **Last Planner System (LPS)**, el **Pull Planning** y la **Hoja A3 de planeamiento**.

El *Last Planner System* permite organizar las tareas de acuerdo con el compromiso de quienes las ejecutan, asegurando que cada actividad se realice en condiciones de flujo estable.

Por su parte, el *Pull Planning* —según **Berard (2012)**— identifica el trabajo que puede realizarse de forma segura y efectiva, limitando el trabajo en progreso y abordando las condiciones que impiden que las tareas avancen. Finalmente, la **Hoja A3**, descrita por **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, sintetiza el proceso de análisis,

diagnóstico y mejora, permitiendo a los equipos visualizar el estado actual del flujo y las acciones necesarias para restablecer el equilibrio cuando se producen desviaciones.

Estas herramientas no son solo instrumentos de control, sino **mecanismos de aprendizaje colectivo** que fortalecen la cultura Lean y promueven la transparencia operativa.
Su aplicación sistemática garantiza que la secuencia y el balance no sean meros resultados de la planificación inicial, sino procesos dinámicos que evolucionan con la obra.

La secuencia de ejecución y el balance de procesos son los elementos que **dan vida al sistema de producción Lean**, convirtiendo la planificación en acción y la acción en aprendizaje.
Una secuencia bien estructurada asegura la coherencia del flujo, mientras que un balance adecuado mantiene la estabilidad del sistema ante las variaciones inevitables de la realidad constructiva.

En este sentido, ambos conceptos actúan como los dos ejes de un mismo principio: la **armonía operativa**. Solo cuando la ejecución fluye con ritmo, previsión y equilibrio, el proyecto alcanza su máxima expresión de eficiencia. Como plantea **Koskela (1992)**, la mejora del flujo y la reducción de la variabilidad no son fines aislados, sino caminos hacia la perfección operativa. Y en ese camino, la secuencia y el balance Lean no solo ordenan el trabajo, sino que **enseñan a construir con inteligencia, disciplina y sentido de valor compartido.**

1.2.4.3. Sectorización de obra y tren de actividades

La **sectorización de obra** y la conformación del **tren de actividades** constituyen dos estrategias esenciales dentro del sistema de producción Lean en la construcción, orientadas a garantizar la continuidad, el equilibrio y la eficiencia del flujo de trabajo. Ambas técnicas parten de la premisa de que la obra no es una secuencia de tareas aisladas, sino un **sistema de procesos interdependientes**, en el cual el ritmo, la sincronización y la coordinación entre equipos determinan el éxito del proyecto.

A través de la sectorización, se busca dividir la edificación en partes manejables y equilibradas, mientras que el tren de actividades organiza el desplazamiento ordenado de los

recursos humanos y materiales a lo largo de dichas zonas, con un ritmo constante y predecible.

La sectorización como estrategia de control y eficiencia

En la práctica Lean, la **sectorización** se entiende como la **división técnica y funcional de una obra en unidades homogéneas o equivalentes**, lo que permite distribuir las tareas de manera balanceada y reducir la complejidad operativa. Esta división tiene por finalidad crear un flujo de trabajo continuo que mantenga ocupadas a las cuadrillas sin generar esperas, superposiciones o desequilibrios productivos.

Brioso Lescano (2015) define la sectorización como "la división de una edificación en partes iguales o similares para obtener actividades o procesos equilibrados en sectores", subrayando que su objetivo es **crear una línea de producción balanceada**, capaz de responder a las expectativas de todos los interesados. Según el autor, este enfoque contribuye a la eficiencia en la ejecución al convertir el proceso constructivo en un sistema controlado, con actividades que fluyen armónicamente entre sectores.

En proyectos de edificación, esta técnica se aplica, por ejemplo, en la división de los elementos horizontales de estructuras de concreto armado —como losas o niveles—, lo que permite que los equipos de trabajo puedan intervenir simultáneamente en distintos sectores sin interferir entre sí. Para que este modelo funcione, es indispensable evaluar la **capacidad instalada** y planificar los recursos (mano de obra, maquinaria y materiales) de forma proporcional, evitando tanto la sobreasignación como la subutilización.

Brioso Lescano (2015) advierte que una sectorización ineficiente puede generar cuellos de botella o tiempos muertos, derivados de la falta de recursos o de una distribución desigual de las cargas de trabajo. Por tanto, la clave de la sectorización Lean no radica únicamente en la división espacial, sino en el **diseño inteligente de un flujo equilibrado** que mantenga el ritmo de producción constante a lo largo de todos los sectores.

La lógica del flujo continuo aplicado a la obra

El principio fundamental de la sectorización es el mismo que rige todo el pensamiento Lean: **el flujo continuo de valor**. Dividir la obra no significa fragmentarla,

sino estructurarla de manera que las actividades se desarrollen en paralelo sin interferencias, generando una secuencia productiva que avance con estabilidad y previsión. De esta forma, la sectorización se convierte en una herramienta de **planificación estratégica**, ya que permite visualizar la progresión del proyecto, distribuir los equipos de manera equilibrada y controlar los avances con mayor precisión.

Además, la sectorización favorece la **transparencia y la comunicación** entre los distintos actores del proyecto. Al tener zonas claramente definidas, cada equipo puede asumir responsabilidades específicas, identificar sus entregables y coordinar sus acciones con las de otros grupos. Este enfoque reduce la incertidumbre, mejora la seguridad y fortalece el sentido de colaboración, valores esenciales en la filosofía Lean.

En términos operativos, la sectorización se apoya en herramientas de planificación visual, como los tableros de flujo o las matrices de responsabilidades, que permiten monitorear el avance simultáneo en cada sector y detectar rápidamente los desajustes que puedan afectar el ritmo general de la obra. Así, la planificación sectorizada se convierte en un mecanismo de **control preventivo**, capaz de anticipar los problemas antes de que estos impacten de manera significativa en el cronograma o los costos del proyecto.

El tren de actividades: el ritmo como principio productivo

Una vez establecida la sectorización, el siguiente paso es organizar el **tren de actividades**, técnica que busca coordinar la ejecución secuencial y repetitiva de las tareas entre los distintos sectores, manteniendo un ritmo de trabajo constante. En otras palabras, el tren de actividades es la **puesta en marcha del flujo continuo** dentro del marco físico y temporal definido por la sectorización.

Ghio Castillo (2001) explica que la programación lineal en construcción —base conceptual del tren de actividades— "está basada en lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla", eliminando las holguras y desperdicios asociados al tiempo ocioso.

Para ello, propone dividir el trabajo en porciones pequeñas y manejables, de modo que las capacidades de las cuadrillas asignadas a cada actividad sean compatibles entre sí,

evitando esperas innecesarias o interrupciones del flujo. El equilibrio, en este sentido, se convierte en una forma de sincronía entre los equipos, donde cada especialidad avanza a la misma velocidad que el resto, garantizando que el ritmo global del proyecto permanezca constante.

Esta concepción de producción encadenada implica una **interdependencia absoluta** entre actividades. Si una cuadrilla se retrasa, el efecto se propaga a las demás; por ello, la coordinación diaria y el control visual se vuelven indispensables.

Ghio Castillo (2001) advierte que eliminar las holguras requiere una disciplina estricta y una comunicación efectiva, ya que cualquier interrupción puede generar una reacción en cadena en el flujo de trabajo. Por esta razón, el tren de actividades no debe entenderse como una secuencia rígida, sino como un sistema vivo, capaz de adaptarse a las variaciones del entorno sin perder su ritmo fundamental.

Etapas para la conformación del tren de actividades

De acuerdo con **Castro Encalada y Pajares Herrera (2014)**, el proceso para generar un tren de trabajo eficiente consta de cuatro pasos esenciales:

1. **Sectorizar el área de trabajo.** La base del tren de actividades es la sectorización previa. Sin una división equitativa y coherente del espacio, resulta imposible establecer un flujo uniforme. La sectorización define los “carriles” por los que se desplazará el tren productivo.

2. **Listar las actividades necesarias.** Una vez definidos los sectores, se identifican las tareas que deben realizarse en cada uno, estableciendo el orden de ejecución y la duración estimada. Este listado debe considerar tanto las actividades críticas como las complementarias.

3. **Secuenciar las actividades e incluir *buffers* si es necesario.** El siguiente paso consiste en organizar las actividades de manera que el flujo de trabajo mantenga un ritmo constante. Los *buffers* (márgenes de tiempo o espacio) se incorporan para absorber posibles variaciones sin interrumpir la continuidad del flujo.

4. **Dimensionar los recursos.** Finalmente, se asignan las cuadrillas, equipos y materiales en función de la capacidad y el ritmo requerido por cada actividad. Esta etapa es crucial para evitar sobrecargas o subutilización de recursos.

Este procedimiento refleja el espíritu Lean de **planificación adaptativa**, en la que cada decisión responde a la realidad del proyecto y se ajusta de manera dinámica en función del desempeño observado.

El tren de actividades, así concebido, no es solo una herramienta logística, sino un **modelo de aprendizaje continuo**, que enseña al equipo a coordinar, evaluar y perfeccionar su desempeño de manera colectiva.

Ventajas operativas y organizacionales

La implementación de la sectorización y del tren de actividades ofrece múltiples beneficios operativos que fortalecen la gestión Lean en la construcción:

- **Mayor control del flujo de trabajo.** Al dividir la obra y organizar las actividades secuencialmente, el equipo obtiene una visión más clara del avance, pudiendo detectar retrasos o ineficiencias en tiempo real.
- **Reducción de tiempos muertos y desperdicios.** La coordinación entre sectores y cuadrillas evita esperas innecesarias y mejora la utilización de los recursos materiales y humanos.
- **Incremento de la productividad.** La repetitividad y el ritmo constante permiten a las cuadrillas alcanzar curvas de aprendizaje más rápidas, mejorando la precisión y reduciendo errores.
- **Mejora en la comunicación y la cooperación.** La definición clara de sectores y secuencias promueve la responsabilidad compartida y el trabajo colaborativo, fortaleciendo la cultura Lean.
- **Mayor previsibilidad del proyecto.** El flujo balanceado y continuo facilita la proyección de tiempos, costos y recursos con mayor exactitud.

En conjunto, estas ventajas no solo aumentan la eficiencia técnica del proyecto, sino que contribuyen a consolidar una **cultura de trabajo ordenada, disciplinada y orientada al valor**, en la que cada miembro del equipo comprende su papel dentro del flujo global.

La sectorización de obra y el tren de actividades son expresiones prácticas de la filosofía Lean aplicadas al entorno constructivo.

Ambas estrategias reflejan la búsqueda de un **flujo estable, equilibrado y colaborativo**, donde la planificación se transforma en acción coordinada y el ritmo se convierte en sinónimo de calidad.

Como sostienen **Brioso Lescano (2015)** y **Ghio Castillo (2001)**, la clave del éxito en la ejecución reside en la capacidad de las organizaciones para transformar la complejidad del proceso constructivo en un sistema armónico de producción. El flujo ordenado, la división inteligente del espacio y la coordinación rítmica de las tareas son las herramientas que permiten convertir la obra en un **organismo productivo eficiente**, donde cada paso contribuye al avance del conjunto.

En última instancia, la sectorización y el tren de actividades encarnan la esencia del pensamiento Lean: **hacer más con menos, pero hacerlo mejor**, aprovechando la disciplina, el aprendizaje y la colaboración como motores de la excelencia operativa y humana.

1.2.4.4. Control del ritmo de producción (Takt Time)

El **control del ritmo de producción**, conocido en la filosofía Lean como *Takt Time*, constituye uno de los conceptos más emblemáticos y transformadores del pensamiento productivo contemporáneo. Su origen se remonta al sistema de manufactura desarrollado por **Toyota Motor Company** tras la Segunda Guerra Mundial, y posteriormente adaptado a distintos sectores, entre ellos la industria de la construcción.

El término *Takt* proviene del alemán y significa literalmente “ritmo” o “compás”, aludiendo a la idea de que el proceso productivo, al igual que una partitura musical, debe ejecutarse con una cadencia constante, en la que cada parte del sistema actúe sincronizadamente con las demás.

En el contexto de la construcción, el *Takt Time* permite establecer una **frecuencia de trabajo equilibrada y predecible**, regulando la velocidad a la que deben completarse las actividades para cumplir con los objetivos de plazo, calidad y costo. No se trata únicamente de una medida de tiempo, sino de un principio organizativo que busca **armonizar los flujos de trabajo** para eliminar la variabilidad, reducir los desperdicios y garantizar la estabilidad del sistema de producción.

El ritmo como principio del flujo continuo

El *Takt Time* es, en esencia, la **frecuencia con la que el cliente demanda un producto o un resultado**, y, por ende, la velocidad a la que el sistema debe producirlo.

Aplicado a la construcción, este principio implica que cada sector, cuadrilla o proceso debe ejecutar su parte del trabajo en un tiempo determinado que mantenga el equilibrio del conjunto.

De este modo, el ritmo de producción se convierte en una variable de control que permite **sincronizar el esfuerzo de todos los actores del proyecto**, evitando tanto la sobreproducción como los tiempos ociosos.

Koskela (1992) subrayó que la eficiencia del flujo depende directamente de la capacidad del sistema para mantener la **continuidad del proceso** y reducir la variación entre actividades. El *Takt Time* actúa como un regulador de esa continuidad, estableciendo un pulso uniforme que guía la progresión del trabajo. En palabras simples, si el flujo es el cuerpo del sistema Lean, el *Takt* es su **latido**: un compás que marca el ritmo del avance y permite que todas las partes trabajen al unísono.

Cuando el ritmo se rompe —ya sea por retrasos, acumulaciones o interrupciones—, el flujo se distorsiona, generando desperdicio en forma de esperas, movimientos innecesarios o sobrecargas.

Por ello, mantener un *Takt Time* estable no es solo un objetivo técnico, sino una manifestación de **madurez organizacional**, donde la coordinación, la planificación y la disciplina convergen para sostener la armonía del proceso productivo.

De la teoría del ritmo a la práctica constructiva

El control del ritmo de producción adquiere una dimensión particular en la industria de la construcción, donde los procesos son inherentemente variables y los entornos altamente dinámicos. A diferencia de la manufactura, la construcción se caracteriza por un producto único, un entorno cambiante y una interacción simultánea de múltiples especialidades.

Sin embargo, el principio Lean demuestra que incluso en un entorno tan complejo, es posible lograr **ritmos productivos estables** mediante la estandarización de procesos, la repetición controlada y la planificación colaborativa.

Ghio Castillo (2001) explica que el control del ritmo en la construcción se basa en "lograr volúmenes de producción similares para cada día, en cada cuadrilla", eliminando las holguras que representan pérdidas dentro del sistema. Esto se consigue al dividir los trabajos en unidades equivalentes y asignar a cada cuadrilla una carga compatible con la de las demás, de modo que el flujo avance sin interrupciones. El ritmo, en este contexto, es una **expresión tangible del equilibrio entre la planificación y la ejecución**, donde cada parte produce exactamente lo necesario para mantener el flujo constante.

El *Takt Time* puede calcularse, de manera general, como la relación entre el tiempo disponible de producción y la cantidad de unidades de trabajo que deben completarse. Esta relación define el **tiempo de ciclo óptimo** para cada actividad o sector, sirviendo como referencia para ajustar los recursos, coordinar las cuadrillas y anticipar posibles desbalances. Sin embargo, más allá de su valor numérico, el *Takt* se convierte en una herramienta de diálogo entre los actores del proyecto, ya que permite **visualizar el progreso, identificar desviaciones y promover decisiones colectivas** orientadas a la mejora continua.

El *Takt Time* y la estabilidad del sistema Lean

Ballard (1998) establece que la confiabilidad del plan —medida por el *Percent Plan Complete (PPC)*— está directamente vinculada a la variabilidad del flujo de trabajo. Cuando las actividades se ejecutan con un ritmo estable, la previsibilidad del sistema aumenta, y con ella la productividad general. En cambio, la ausencia de control sobre el ritmo genera efectos en cascada: atrasos acumulativos, pérdida de sincronización y sobrecarga de recursos.

Por ello, el control del *Takt Time* no solo busca acelerar la producción, sino **proteger la estabilidad del sistema**, asegurando que los cambios o imprevistos puedan ser absorbidos sin comprometer el avance global.

Lledó (2013) refuerza esta idea al señalar que la vigilancia constante y la intolerancia al desperdicio son esenciales para mantener el desempeño de un proyecto Lean. En este sentido, controlar el ritmo no implica presionar al equipo, sino dotarlo de un **marco de referencia claro y compartido**, dentro del cual cada cuadrilla conoce su rol, su ritmo de trabajo y el impacto de su desempeño en el conjunto del proyecto.

El *Takt Time* fomenta, así, una **cultura de responsabilidad colectiva**, donde el éxito no se mide por la productividad individual, sino por la sincronización del equipo.

La transparencia del ritmo —reflejada en tableros visuales, cronogramas sectorizados y reuniones diarias de control— permite que todos los miembros de la organización comprendan el estado real del flujo y actúen con información precisa.

Mecanismos Lean para el control del ritmo

El control del *Takt Time* en la construcción se apoya en diversas herramientas Lean que facilitan la planificación, la visualización y el ajuste continuo del ritmo productivo:

1. **Last Planner System (LPS).** Este sistema fomenta la planificación colaborativa y el compromiso realista de los equipos. Cada cuadrilla establece sus metas semanales en función del ritmo deseado y de su capacidad efectiva, garantizando que el flujo avance sin retrasos.

2. **Pull Planning.** Como señala **Berard (2012)**, la planificación *pull* permite definir qué trabajo puede realizarse realmente, abordando las restricciones y limitando el trabajo en progreso. Este enfoque asegura que el ritmo se mantenga dentro de una “ventana de confiabilidad”, donde la producción fluye solo cuando las condiciones son favorables.

3. **Reuniones diarias de control (Daily Huddles).** Estos encuentros breves sirven para evaluar el cumplimiento del ritmo, identificar desviaciones y reprogramar acciones

correctivas.

Al mantener la comunicación abierta, el sistema se ajusta con rapidez y se evitan pérdidas mayores.

4. **Tableros visuales y métricas PPC.** Los tableros Lean ofrecen una representación clara del ritmo planificado frente al ejecutado, mientras que el *Percent Plan Complete* mide la confiabilidad del flujo, permitiendo monitorear la estabilidad del *Takt* en tiempo real.

5. **Ciclos PDCA y mejora continua.** El ritmo productivo se evalúa periódicamente mediante ciclos *Plan–Do–Check–Act*, identificando oportunidades de mejora y ajustando las estrategias para optimizar el flujo.

Estas herramientas, integradas dentro del sistema Lean, conforman una estructura de **retroalimentación constante**, que convierte el control del ritmo en un proceso vivo de aprendizaje y perfeccionamiento.

El ritmo como cultura organizacional

El *Takt Time* no solo es una herramienta de gestión, sino también una **manifestación cultural del orden y la disciplina Lean**. Al establecer un ritmo compartido, la organización genera una conciencia colectiva del tiempo, en la que cada miembro del equipo entiende que su labor forma parte de una secuencia más amplia.

Esta visión promueve el respeto por los procesos, la comunicación efectiva y la coordinación horizontal entre las áreas, reemplazando la lógica jerárquica tradicional por un modelo de colaboración integrada.

Asimismo, el control del ritmo promueve entornos de trabajo más seguros y sostenibles. La eliminación de sobrecargas y la previsibilidad del flujo reducen la fatiga laboral, los errores y los accidentes, favoreciendo la productividad a largo plazo.

De este modo, el *Takt Time* no solo regula la velocidad del trabajo, sino que **sincroniza el bienestar humano con la eficiencia operativa**, consolidando la dimensión ética del pensamiento Lean.

El control del ritmo de producción (*Takt Time*) representa la culminación práctica del principio de flujo continuo dentro del sistema Lean. Más que un indicador temporal, es una filosofía de gestión que busca **armonizar el trabajo, equilibrar los recursos y estabilizar el proceso productivo**. Su aplicación en la construcción permite convertir entornos caóticos y variables en sistemas ordenados, predecibles y sostenibles.

Como sostienen **Koskela (1992)** y **Ballard (1998)**, mantener un flujo estable no es solo una meta técnica, sino un signo de madurez en la gestión.

El *Takt Time* se convierte así en un símbolo de coherencia entre la planificación, la ejecución y la mejora continua: una herramienta que enseña a las organizaciones a **trabajar al compás de la excelencia**, donde cada ritmo, cada tarea y cada equipo contribuyen al mismo propósito: construir valor, sin desperdicio y con sentido humano.

1.2.5. Herramientas Lean: Pull Planning, plan maestro y hoja A3

La gestión Lean en la construcción no solo se sustenta en principios filosóficos de eficiencia, valor y mejora continua; también se materializa a través de un conjunto de **herramientas operativas** que transforman los conceptos en acciones concretas. Entre las más relevantes se encuentran el **Pull Planning**, el **Plan Maestro** y la **Hoja A3**, instrumentos que, combinados, configuran un sistema de planeamiento y control basado en la colaboración, la visualización del flujo y la retroalimentación constante. Estas herramientas representan el puente entre la teoría y la práctica: permiten traducir los ideales del *Lean Thinking* en dinámicas de trabajo tangibles, participativas y sostenibles.

Pull Planning: Planificación colaborativa y flujo inverso

El **Pull Planning**, o planificación “por arrastre”, constituye uno de los pilares de la planificación Lean aplicada a proyectos de construcción. A diferencia de los métodos tradicionales de programación que siguen una lógica “push” —en la que las tareas se empujan hacia adelante según un cronograma predefinido—, el enfoque “pull” invierte la dirección del flujo, haciendo que las actividades se planifiquen **desde el final hacia el inicio**, en función de los entregables y necesidades del cliente o del proceso siguiente. De esta manera, cada actividad solo se ejecuta cuando existen las condiciones óptimas para hacerlo, eliminando el trabajo innecesario y reduciendo la incertidumbre.

Según **Berard (2012)**, los sistemas *pull* son reconocidos en la filosofía Lean por su capacidad para **identificar el trabajo que realmente puede realizarse**, abordando las condiciones que impiden su avance y limitando el trabajo en progreso.

El autor destaca la importancia de establecer una "ventana de confiabilidad", que representa el período dentro del cual se tiene la certeza de que lo planificado podrá cumplirse efectivamente.
Esta ventana debe ser mayor al tiempo de entrega de los proveedores o subcontratistas para un determinado componente, garantizando que el flujo productivo avance sin interrupciones.

En el contexto constructivo, el Pull Planning se implementa a través de **reuniones colaborativas** donde los diferentes actores del proyecto —diseñadores, supervisores, contratistas y jefes de cuadrilla— definen conjuntamente el orden de las actividades, las dependencias y las restricciones.

Durante estas sesiones, cada participante se compromete con metas específicas y plazos realistas, creando un plan visual que refleja las interconexiones entre los procesos. Este enfoque promueve la transparencia, la coordinación interdisciplinaria y el sentido de corresponsabilidad, tres pilares esenciales del pensamiento Lean.

El principal valor del Pull Planning radica en su carácter **participativo y adaptativo**. A medida que el proyecto avanza, el plan se actualiza de manera continua, incorporando aprendizajes, ajustes y variaciones del entorno. Así, el flujo de trabajo se mantiene flexible, equilibrado y alineado con los objetivos del cliente, convirtiéndose en un reflejo dinámico de la realidad operativa del proyecto.

Plan Maestro: Estructura general del flujo productivo

El **Plan Maestro** constituye el eje estructural sobre el cual se organizan las etapas y secuencias del proyecto Lean. Es una herramienta de planificación a largo plazo que proporciona la **visión global del proyecto**, articulando los hitos, los plazos y las relaciones entre actividades principales. Su propósito es definir el mapa general del flujo de trabajo, sirviendo como referencia para las planificaciones intermedias y de corto plazo, como el *Pull Planning* y el *Lookahead Planning*.

Ghio Castillo (2001) describe el Plan Maestro como "la planificación general del proyecto creada antes de comenzar los trabajos de construcción", la cual requiere un esfuerzo considerable porque abarca la totalidad de la obra. Esta planificación permite evaluar y definir una gran cantidad de actividades, examinar sus interrelaciones y coordinar el uso de recursos y equipos de forma coherente. No obstante, el autor advierte que, debido a su complejidad, el plan maestro suele tener menor confiabilidad que las planificaciones de corto plazo; por ello, recomienda **iniciar la obra con una planificación general por hitos**, complementada por planes semanales o diarios que ofrezcan mayor control operativo.

En este sentido, el plan maestro no es un documento rígido, sino un **instrumento vivo de dirección estratégica**. Su valor radica en la capacidad de orientar la acción sin asfixiar la flexibilidad del proyecto. Por ello, su elaboración debe contemplar tanto la visión macro —plazos, objetivos, entregables principales— como la micro —ritmo, recursos y coordinación entre actores—, garantizando la coherencia entre la planificación global y la ejecución diaria.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** resalta que la planificación maestra debe incluir la **definición de los hitos internos y externos del proyecto**, así como la identificación de las dependencias críticas entre ellos. Estos hitos, o *milestones*, representan puntos de control que permiten evaluar el avance y medir la eficacia del flujo productivo.

Un plan maestro correctamente estructurado facilita la gestión del tiempo, promueve la estabilidad del ritmo (*Takt Time*) y establece una base sólida para la mejora continua.

En la práctica Lean, el plan maestro se complementa con **cronogramas meta**, **diagramas de flujo de valor** y **matrices de aplicabilidad**, que permiten traducir los objetivos generales en acciones operativas.

Este entramado de herramientas convierte la planificación en un proceso iterativo, donde el aprendizaje y la retroalimentación son tan importantes como la ejecución misma.

Hoja A3: Instrumento de análisis, mejora y aprendizaje

La **Hoja A3** es una herramienta de comunicación y resolución de problemas profundamente arraigada en la cultura Lean, cuyo nombre proviene del formato de papel A3

(29,7 × 42 cm) en el que se sintetiza toda la información relevante de un proceso o proyecto. Más allá de su tamaño físico, el A3 representa una **metodología estructurada de pensamiento crítico y mejora continua**, que busca simplificar la complejidad mediante la claridad visual y la lógica empírica.

Según **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, el reporte A3 se utiliza para:

1. Evaluar un problema.
2. Analizar la causa raíz.
3. Planear acciones correctivas.

El documento suele incluir esquemas, gráficos, mapas de flujo o diagramas que ilustran la condición actual y la deseada, funcionando como una representación visual del proceso de pensamiento científico aplicado al ciclo **PDCA (Plan–Do–Check–Act)**. De esta manera, la Hoja A3 no solo documenta el problema, sino que **narra la historia de la mejora**, mostrando la relación entre el diagnóstico, la acción y los resultados.

En el ámbito de la construcción Lean, la Hoja A3 se utiliza para **monitorear el desempeño de las cuadrillas, identificar cuellos de botella y proponer soluciones rápidas** ante desviaciones del flujo. Al condensar la información en una sola hoja, facilita la comprensión colectiva y la toma de decisiones colaborativa. Su simplicidad formal contrasta con su profundidad conceptual: detrás de cada A3 hay un proceso de observación, análisis y aprendizaje continuo que refuerza la cultura de la mejora.

Además, el uso del A3 fomenta la **transparencia y la rendición de cuentas**, ya que cada miembro del equipo puede visualizar de manera clara el problema, las causas y las acciones correctivas. Así, la herramienta se convierte en un lenguaje común dentro de la organización, eliminando ambigüedades y fortaleciendo la disciplina de la gestión visual.

En este sentido, la Hoja A3 no solo sirve para resolver problemas puntuales, sino que **actúa como un catalizador del pensamiento Lean**, promoviendo la reflexión sistemática,

la colaboración interdisciplinaria y la consolidación de una cultura de aprendizaje organizacional.

Integración sinérgica de las herramientas Lean

El Pull Planning, el Plan Maestro y la Hoja A3 no deben entenderse como instrumentos aislados, sino como **componentes interconectados de un sistema de gestión integral**.
El Plan Maestro establece la **dirección estratégica**; el Pull Planning convierte esa estrategia en **acciones coordinadas y realistas**; y la Hoja A3 proporciona el **mecanismo de aprendizaje y mejora continua** que cierra el ciclo del flujo Lean.

Esta integración refleja la esencia del pensamiento sistémico: cada herramienta cumple una función específica dentro de un engranaje más amplio, cuyo propósito final es **maximizar el valor y minimizar el desperdicio**. Como señala **Koskela (1992)**, la verdadera eficiencia surge cuando los procesos se diseñan como flujos coherentes y autorregulados, en los que cada elemento contribuye al equilibrio general del sistema.

En conjunto, estas herramientas dotan al proyecto de una estructura dinámica y resiliente, capaz de responder a los cambios del entorno sin perder su rumbo. Al combinar la planificación estratégica del Plan Maestro, la adaptabilidad del Pull Planning y la reflexión disciplinada de la Hoja A3, la gestión Lean alcanza su forma más completa: **un sistema que aprende, se ajusta y mejora continuamente**.

Las herramientas Lean constituyen el **andamiaje operativo** de la filosofía de producción ajustada aplicada a la construcción. A través del Pull Planning, el Plan Maestro y la Hoja A3, los equipos logran transformar la complejidad del proceso constructivo en una secuencia ordenada, predecible y flexible. Estas herramientas fomentan la comunicación, la responsabilidad compartida y la mejora continua, pilares de una cultura organizacional basada en el valor y la eficiencia.

Como plantean **Berard (2012)** y **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, la clave del éxito en su aplicación reside en la disciplina, la colaboración y el pensamiento crítico.

La gestión Lean, sustentada en estas herramientas, deja de ser una técnica y se convierte en una **forma de pensar y construir**, donde la planificación no impone, sino que coordina; donde el control no reprime, sino que aprende; y donde la mejora no termina, sino que evoluciona.

1.2.6. Matrices de aplicabilidad y control de desempeño

El éxito de la gestión Lean en la construcción depende en gran medida de la **capacidad para controlar, medir y retroalimentar los procesos productivos**. En este contexto, las **matrices de aplicabilidad** y los **sistemas de control de desempeño** se consolidan como herramientas fundamentales que permiten garantizar que cada actividad se ejecute de acuerdo con los estándares definidos, bajo una lógica de mejora continua y reducción del desperdicio.

Ambas constituyen el nexo entre la planificación y la verificación, transformando los principios teóricos del Lean en mecanismos concretos de gestión operativa y evaluación de resultados.

La filosofía Lean parte del supuesto de que **no se puede mejorar lo que no se mide**. Por ello, cada acción dentro del proceso constructivo debe estar sujeta a un seguimiento meticuloso que asegure la alineación entre los objetivos del proyecto, las capacidades del equipo y los resultados obtenidos. En este sentido, las matrices de aplicabilidad actúan como **mapas normativos y funcionales** que estandarizan los procedimientos, mientras que los sistemas de control de desempeño constituyen los instrumentos de medición que evidencian la eficacia de dichas normas en la práctica.

La matriz de aplicabilidad como herramienta de gestión integral

La **matriz de aplicabilidad** se define como un registro estructurado dentro del **Sistema de Gestión de Calidad (SGC)**, en el cual se identifican, documentan y controlan los procedimientos necesarios para la ejecución de un proyecto.

Según **Bazán Barrera (2014)**, esta matriz “es un registro de instrucciones y protocolos dentro del Sistema de Gestión de Calidad, en el cual se definen los procedimientos de gestión y control necesarios para las actividades a realizar en el proyecto,

asegurando que cada tarea se ejecute bajo un protocolo específico que garantice la calidad del trabajo".

Desde una perspectiva Lean, esta matriz no se limita a describir procedimientos administrativos, sino que **integra los principios de estandarización, control visual y retroalimentación**.
Cada actividad del proyecto —desde la planificación inicial hasta la ejecución final— se asocia a un conjunto de directrices, responsables, indicadores y herramientas de verificación.

De esta manera, la matriz de aplicabilidad se convierte en un **instrumento de transparencia y trazabilidad**, permitiendo que todos los actores del proyecto conozcan las condiciones necesarias para ejecutar correctamente su labor.

Su estructura suele incluir los siguientes componentes esenciales:

1. **Identificación de actividades clave.** Se enumeran los procesos fundamentales del proyecto, clasificándolos por etapas (diseño, ejecución, control, cierre).

2. **Asignación de responsabilidades.** Se especifican los responsables directos e indirectos de cada actividad, en concordancia con el **organigrama de obra** y la **matriz RACI** (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) recomendada por el **PMI (2017)**.

3. **Procedimientos y documentos de referencia.** Se detallan los protocolos técnicos, manuales y registros de control que respaldan cada actividad, garantizando su correcta ejecución.

4. **Indicadores de cumplimiento y desempeño.** Se establecen parámetros cuantitativos y cualitativos para evaluar la eficacia de cada proceso (tiempo, calidad, costo, seguridad, sostenibilidad).

5. **Frecuencia de control y métodos de verificación.** Se definen los mecanismos de auditoría y seguimiento, con el fin de detectar desviaciones y aplicar medidas correctivas oportunas.

De este modo, la matriz de aplicabilidad se transforma en una **herramienta de gestión sistémica**, donde cada acción tiene una referencia, un responsable, un indicador y un método de control.

Su aplicación garantiza la coherencia entre los diferentes niveles del proyecto (estratégico, táctico y operativo), fortaleciendo la capacidad organizacional para alcanzar los objetivos de valor, eficiencia y calidad.

Control de desempeño y mejora continua

Mientras la matriz de aplicabilidad asegura la correcta ejecución de los procesos, el **control de desempeño** se orienta a evaluar la eficacia de dichos procesos en la consecución de los resultados. El pensamiento Lean propone un modelo de control basado en la **observación empírica, la medición constante y la mejora iterativa**, sustentado en el ciclo PDCA (*Plan–Do–Check–Act*).

De acuerdo con **Ballard (1998)**, la productividad y la confiabilidad de un sistema de construcción dependen directamente del control sistemático del rendimiento. El autor propone que el sistema Lean incorpore métricas que permitan **medir la estabilidad del flujo, la confiabilidad de la planificación y la variabilidad del trabajo**.

Entre los indicadores más utilizados se encuentran el **Percent Plan Complete (PPC)**, que evalúa el cumplimiento de las tareas planificadas, y la medición de **causas de no cumplimiento (CNC)**, que identifica los factores que obstaculizan el flujo de trabajo.

Este enfoque permite que el control de desempeño trascienda la simple auditoría de resultados para convertirse en un **mecanismo de aprendizaje organizacional**. Cada desviación detectada se analiza no como un error individual, sino como una oportunidad para mejorar el sistema. Así, el control Lean se caracteriza por ser **no punitivo, sino formativo**, en la medida en que promueve la reflexión colectiva y el rediseño de los procesos.

Calso Morales y Pardo Álvarez (2018) enfatizan que las organizaciones deben estructurarse en torno a sistemas de gestión integrados, conformados por elementos

interrelacionados —procesos, recursos, productos, estructura organizativa y directrices— que garanticen la coherencia entre lo planificado y lo ejecutado.

En este marco, el control del desempeño no solo mide la eficiencia, sino que **retroalimenta el sistema**, ajustando los procesos para mantener el equilibrio entre calidad, costo y plazo.

Para lograrlo, el control Lean se apoya en herramientas como:

- **Matriz de Indicadores de Desempeño (KPI Matrix).** Permite visualizar el cumplimiento de objetivos clave en cada fase del proyecto (por ejemplo, productividad de cuadrillas, seguridad laboral, avance físico, variación de costos).
- **Diagramas de flujo de valor (Value Stream Mapping).** Identifican cuellos de botella y desperdicios a lo largo de la cadena de procesos, facilitando la toma de decisiones basada en datos.
- **Auditorías de campo y hojas A3 de evaluación.** Documentan las no conformidades y proponen acciones correctivas, fortaleciendo la trazabilidad del aprendizaje.
- **Reuniones de revisión y lecciones aprendidas (Post-Mortem Analysis).** Espacios colaborativos donde se analizan los resultados y se formulan estrategias de mejora para futuras ejecuciones.

Estos mecanismos contribuyen a que el control de desempeño Lean no sea un proceso aislado, sino una práctica continua que **une el diagnóstico con la acción**.

El seguimiento constante de indicadores facilita la detección temprana de desviaciones, la asignación oportuna de recursos y la consolidación de una cultura de responsabilidad compartida.

Sinergia entre aplicabilidad, control y valor

La combinación de las matrices de aplicabilidad y los sistemas de control de desempeño genera una sinergia que fortalece la estructura del proyecto Lean. Por un lado, las matrices establecen las reglas del juego; por otro, los controles garantizan

que esas reglas se cumplan y evolucionen conforme a las condiciones reales del entorno. Esta relación dinámica permite transformar el proyecto en un **sistema autorregulado**, donde cada decisión se fundamenta en datos objetivos y cada mejora se valida con evidencia empírica.

El enfoque Lean busca que el control no sea un acto de vigilancia, sino una forma de **aprendizaje continuo**. Las matrices de aplicabilidad, al documentar procedimientos y responsabilidades, sirven de base para la reflexión y la actualización de los métodos de trabajo.

Cada revisión periódica permite evaluar si los protocolos establecidos siguen siendo pertinentes o si requieren ajustes en función de nuevas condiciones técnicas, tecnológicas o humanas.

De esta forma, el proyecto se concibe como un organismo vivo, que se adapta, aprende y se perfecciona con cada iteración. Como señala **PMI (2017)**, la eficacia de un sistema de gestión se mide no solo por su capacidad para cumplir objetivos, sino también por su habilidad para **incorporar la retroalimentación de sus procesos** en futuras planificaciones.

Esta retroalimentación cierra el ciclo Lean, conectando la planificación (*Plan*), la ejecución (*Do*), el control (*Check*) y la mejora (*Act*), en una espiral ascendente de eficiencia y aprendizaje.

Las matrices de aplicabilidad y el control de desempeño constituyen la **columna vertebral del sistema operativo Lean**.

A través de ellas, los principios de eficiencia, calidad y mejora continua adquieren una dimensión tangible y verificable, garantizando que cada tarea se realice con propósito, responsabilidad y precisión. En este sentido, la gestión Lean no se limita a planificar bien, sino a **verificar y aprender mejor**.

Como sostienen **Bazán Barrera (2014)** y **Ballard (1998)**, la disciplina en el control y la claridad en los protocolos son los pilares que permiten mantener la estabilidad del flujo productivo.

Las matrices de aplicabilidad, al estandarizar los procedimientos, y los sistemas de control, al medir su efectividad, conforman un circuito virtuoso de conocimiento organizacional que impulsa la excelencia operativa.

El control, en el pensamiento Lean, no es una imposición externa, sino una forma de conciencia colectiva: una práctica que enseña a las organizaciones a **construir con precisión, mejorar con evidencia y aprender con propósito**.

1.2.7. Integración Lean con la innovación y la sostenibilidad

La evolución del pensamiento Lean en la construcción ha trascendido las fronteras de la eficiencia operativa para integrarse con los paradigmas contemporáneos de **innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y responsabilidad social**.

En su origen, el sistema Lean surgió como una respuesta a la necesidad de reducir el desperdicio y mejorar el flujo de valor; sin embargo, en su madurez actual, se ha convertido en una **filosofía de gestión integral**, capaz de transformar no solo la forma de construir, sino también la manera de concebir el desarrollo sostenible. Esta convergencia entre Lean, innovación y sostenibilidad representa una de las tendencias más significativas de la gestión moderna de proyectos, al articular productividad, ética y futuro en un mismo marco conceptual.

La integración Lean-sostenibilidad responde a un principio fundamental: **hacer más con menos, sin comprometer los recursos de las generaciones futuras**. Esto implica que la búsqueda de eficiencia, inherente al enfoque Lean, se amplía para incluir la eficiencia ecológica, energética y social.

De esta forma, el concepto de "valor" —núcleo de la filosofía Lean— deja de limitarse al beneficio económico y abarca dimensiones más amplias: el bienestar humano, la equidad, la reducción del impacto ambiental y la preservación de los ecosistemas.

Eficiencia ampliada: del valor económico al valor sostenible

En la visión clásica de **Womack y Jones (1996)**, el valor en Lean se define por la perspectiva del cliente: aquello por lo que está dispuesto a pagar.

En el contexto actual, este principio evoluciona hacia una comprensión más amplia, donde el "cliente" ya no es solo el usuario final, sino también la sociedad y el entorno natural.

El valor sostenible, entonces, se define como la **capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin deteriorar los recursos ni el equilibrio del sistema global**.

En la construcción, esta ampliación del concepto de valor se traduce en estrategias que promueven **eficiencia energética, reducción de emisiones, uso responsable de materiales y aprovechamiento de tecnologías limpias**.

La aplicación del pensamiento Lean facilita esta transición al eliminar procesos innecesarios, optimizar la logística y fomentar la cultura de la mejora continua, reduciendo así el consumo de recursos y el impacto ambiental.

Autores como **Koskela (1992)** y **Ballard (1998)** sostienen que el flujo continuo y la reducción de la variabilidad no solo incrementan la productividad, sino que también contribuyen a la sostenibilidad, al minimizar los desperdicios físicos (materiales), energéticos y temporales.

En consecuencia, la práctica Lean actúa como una herramienta estratégica para alinear la eficiencia económica con la responsabilidad ambiental.

Innovación tecnológica como catalizador del pensamiento Lean

La incorporación de la innovación tecnológica en la construcción Lean ha transformado la manera en que se planifican, ejecutan y controlan los proyectos.

Herramientas como el **Building Information Modeling (BIM)**, la **prefabricación modular**, el **Internet of Things (IoT)** y la **inteligencia artificial** potencian la filosofía Lean al permitir una **gestión más precisa, colaborativa y predictiva**.

El modelo **BIM**, por ejemplo, se integra de manera natural con el enfoque Lean, ya que promueve la visualización tridimensional del proyecto, la coordinación entre disciplinas y la detección temprana de conflictos.

Este nivel de integración reduce significativamente los desperdicios asociados a errores de diseño, reprocesos y sobrecostos. De hecho, diversos estudios han demostrado que la sinergia *Lean–BIM* puede aumentar la productividad del proyecto en más de un 25% al mejorar la planificación y el flujo de información.

Asimismo, la digitalización permite implementar **sistemas de monitoreo en tiempo real** del avance de obra, los consumos energéticos y la trazabilidad de materiales, fortaleciendo los sistemas de control de desempeño Lean mencionados por **Bazán Barrera (2014)** y **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)**. De esta manera, la innovación tecnológica no sustituye al pensamiento Lean, sino que **lo amplifica**, al dotarlo de precisión, velocidad y capacidad de respuesta ante la variabilidad de los entornos constructivos.

En términos epistemológicos, la integración de la innovación dentro del marco Lean representa una **evolución cognitiva del sistema de producción**, en la que la información, los datos y la conectividad sustituyen a la intuición y la experiencia como fuentes principales de decisión. Esto genera una transformación profunda en la cultura organizacional: las empresas dejan de ser estructuras rígidas y se convierten en **organismos inteligentes**, capaces de aprender y adaptarse.

Sostenibilidad ambiental y social en la cultura Lean

La sostenibilidad, entendida desde la óptica Lean, implica **reducir el desperdicio no solo en los procesos productivos, sino también en el uso de recursos naturales y en las relaciones humanas dentro de la organización**. El desperdicio, en este sentido, no se limita al material o al tiempo, sino que se extiende al talento subutilizado, la energía desperdiciada y los impactos negativos sobre las comunidades locales.

Lledó (2013) destaca que un proyecto Lean "requiere vigilancia constante para mantener y mejorar su desempeño, exige disciplina de equipo y una intolerancia total hacia el desperdicio". Este principio puede extrapolarse a la sostenibilidad: la disciplina y la vigilancia no solo deben orientarse a la productividad, sino también a la **preservación ambiental** y al uso responsable de los recursos. La búsqueda de la perfección Lean coincide, por tanto, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU, al promover modelos de producción responsables, inclusivos y resilientes.

En el plano operativo, la integración Lean–sostenibilidad se materializa en prácticas como:

- **Planificación de obras con bajo impacto ambiental**, utilizando cronogramas que optimicen el uso de maquinaria y reduzcan el consumo energético.
- **Implementación de sistemas de reciclaje y reutilización de materiales**, dentro del enfoque de economía circular.
- **Diseño de layouts sostenibles**, que minimicen desplazamientos y promuevan la seguridad y la ergonomía.
- **Programas de capacitación Lean–verde**, enfocados en el desarrollo de competencias ecológicas y sociales del personal.
- **Uso de indicadores de desempeño ambiental (EPI)** integrados a las matrices Lean de control y mejora.

Estas acciones convierten al enfoque Lean en un aliado estratégico de la sostenibilidad, no solo en el discurso, sino en la práctica cotidiana de la gestión constructiva.

Innovación social y cultura de aprendizaje

La innovación dentro del sistema Lean no se limita a la tecnología o los procesos; se extiende a las **formas de pensar, comunicar y cooperar**. La innovación social —entendida como la creación de nuevos modelos de colaboración, participación y liderazgo— es un componente esencial de la madurez Lean. Este enfoque reconoce que la principal fuente de valor en un proyecto no reside en las herramientas, sino en las personas.

La filosofía Lean promueve una **cultura de aprendizaje colectivo**, donde el conocimiento no es propiedad de un individuo o jerarquía, sino un patrimonio compartido que se nutre de la experiencia. Los equipos aprenden a través de ciclos de retroalimentación, resolución colaborativa de problemas y reflexión sobre los resultados. En este contexto, herramientas como la **Hoja A3** o las **reuniones de lecciones aprendidas** se convierten en catalizadores de innovación organizacional.

Al integrar la innovación social, el Lean Construction fortalece su componente humano: fomenta el respeto, la confianza y el empoderamiento del personal, reconociendo que **la sostenibilidad no puede existir sin equidad ni bienestar laboral**. Esta visión se alinea con el principio de respeto por las personas, uno de los pilares del pensamiento Lean original, y con la ética de corresponsabilidad que sustenta la gestión sostenible.

Convergencia Lean–Sostenibilidad–Innovación: hacia un modelo constructivo resiliente

La unión entre Lean, innovación y sostenibilidad configura un **nuevo paradigma de gestión constructiva**, caracterizado por la eficiencia adaptativa, la inteligencia colectiva y el compromiso con el futuro. Este modelo reconoce que la verdadera competitividad no se basa únicamente en producir más rápido o a menor costo, sino en **crear valor duradero y responsable**.

La **innovación** aporta la capacidad de transformación y mejora tecnológica. La **sostenibilidad** garantiza la continuidad de los recursos y la equidad social. El **Lean** proporciona la disciplina metodológica, la estandarización y el flujo que aseguran la coherencia entre ambas dimensiones. Juntas, conforman un sistema integral que combina **precisión, conciencia y propósito**, elevando la gestión de proyectos hacia niveles superiores de excelencia.

Como sintetiza **Koskela (2000)**, "la construcción debe ser vista como un sistema de generación de valor", no como un conjunto aislado de actividades. Esa visión cobra pleno sentido cuando el valor producido no solo beneficia al cliente, sino al entorno social y ecológico en su totalidad. De esta manera, la integración Lean–innovación–sostenibilidad se convierte en un imperativo ético y técnico: una manera de **construir el futuro con inteligencia, equilibrio y responsabilidad**.

La integración del enfoque Lean con la innovación y la sostenibilidad redefine el papel de la gestión constructiva en el siglo XXI. Ya no se trata solo de hacer obras más rápidas o económicas, sino de **construir de manera consciente, eficiente y perdurable**. El pensamiento Lean, al articularse con la tecnología y la sostenibilidad, trasciende su origen

industrial y se convierte en un modelo de pensamiento evolutivo, capaz de responder a los desafíos globales de productividad, equidad y preservación ambiental.

Como demuestran **Koskela (1992)**, **Ballard (1998)** y **Lledó (2013)**, la eficiencia no está reñida con la sostenibilidad, sino que constituye su fundamento. El verdadero espíritu Lean no consiste en producir más, sino en **producir mejor, con menos y para todos**. Desde esta perspectiva, la construcción del futuro será Lean no solo porque elimina desperdicios, sino porque **construye valor integral**: económico, humano y ambiental.

El recorrido teórico desarrollado a lo largo de este primer capítulo ha permitido comprender que la **Gestión Lean en la construcción** no constituye únicamente una metodología técnica, sino una **filosofía de pensamiento integral** que redefine la manera en que las organizaciones conciben, planifican y ejecutan sus procesos productivos. Desde sus orígenes en la manufactura japonesa hasta su consolidación como modelo de gestión en la industria de la construcción, el enfoque Lean ha evolucionado hacia un paradigma que combina eficiencia, calidad, sostenibilidad e innovación bajo una misma lógica: **crear valor reduciendo el desperdicio en todas sus formas**.

En su dimensión epistemológica, el Lean Construction ha aportado una nueva manera de interpretar el trabajo como flujo y no como simple conversión de insumos. Autores como **Koskela (1992)** y **Ballard (1998)** sentaron las bases para entender que la productividad no depende solo de los recursos, sino de la **sincronización armónica** entre ellos.

La eficiencia en el flujo, la optimización de los recursos y la gestión del cambio a través del *Kaizen* se consolidan como pilares que sustentan un modelo dinámico, colaborativo y adaptable a las exigencias contemporáneas de la industria.

En su dimensión operativa, el capítulo ha mostrado cómo las herramientas Lean —como el *Pull Planning*, el *Plan Maestro* o la *Hoja A3*— constituyen expresiones concretas de una filosofía que privilegia la planificación colaborativa, el control visual y la mejora continua.

El uso de **matrices de aplicabilidad**, **sistemas de control de desempeño** y la definición precisa de roles dentro de la organización Lean garantizan la trazabilidad, la transparencia y la eficiencia en la ejecución.

Cada herramienta, lejos de funcionar de manera aislada, se articula dentro de un sistema integral de gestión en el que **la teoría se convierte en práctica, y la práctica retroalimenta la teoría**.

El capítulo también ha evidenciado que la verdadera fortaleza del modelo Lean reside en su **capacidad de integración**. Su fusión con la innovación tecnológica y la sostenibilidad ambiental lo posiciona como un paradigma resiliente ante los retos del siglo XXI. La convergencia entre **Lean, innovación y sostenibilidad** genera un nuevo horizonte de desarrollo en el que la productividad se acompaña de responsabilidad ecológica, eficiencia energética y compromiso social. En este sentido, el Lean moderno deja de ser un simple sistema de control productivo para convertirse en una **cultura de gestión consciente**, donde el bienestar humano y el equilibrio ambiental son tan importantes como el cumplimiento de plazos y costos.

Por tanto, el **enfoque Lean en la construcción** se erige como una síntesis de técnica y filosofía, de precisión y humanidad. Su aplicación no solo optimiza los resultados tangibles de los proyectos, sino que **transforma la forma de pensar y de trabajar**, instaurando una cultura organizacional basada en la cooperación, la disciplina y el aprendizaje continuo. El proyecto deja de ser una suma de tareas para convertirse en un sistema vivo, inteligente y reflexivo, en el que cada actor contribuye activamente a la generación de valor.

En conclusión, la **Gestión Lean** no puede reducirse a un conjunto de procedimientos o métricas de eficiencia: es una forma de comprender el trabajo, el tiempo y el valor desde una perspectiva sistémica y ética. Su éxito depende, en última instancia, de la **madurez cultural de las organizaciones**, de su disposición a cuestionar lo innecesario y de su voluntad de construir con propósito.

En este sentido, la construcción Lean no solo edifica estructuras, sino también **conciencia organizacional, aprendizaje colectivo y sostenibilidad futura**.

CAPÍTULO II

BASES TEÓRICAS DE LA GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DE PROYECTOS

La comprensión profunda de la **gestión y organización de proyectos** constituye un pilar esencial en el ámbito de la construcción moderna. Si el primer capítulo permitió adentrarse en la filosofía y los principios operativos del enfoque Lean, este segundo capítulo busca ampliar el horizonte conceptual hacia las bases teóricas que sustentan la dirección, planificación, control y articulación de los proyectos como sistemas organizacionales complejos.

La construcción, más allá de ser un proceso técnico, es también una expresión de organización humana, un entramado de decisiones, responsabilidades y flujos de comunicación que determinan el éxito o el fracaso de un proyecto.

La gestión de proyectos contemporánea se presenta como un campo interdisciplinario que integra **teoría administrativa, pensamiento sistémico, gestión del conocimiento, liderazgo y control estratégico**. Bajo esta perspectiva, el proyecto no se entiende como una tarea aislada, sino como un **sistema socio-técnico** que combina recursos materiales, procesos productivos y capacidades humanas orientadas a un fin común.

Cada obra o intervención constructiva se convierte en un laboratorio de interacción entre la técnica y la organización, donde la eficiencia depende tanto de la planificación como de la capacidad del equipo para adaptarse a la incertidumbre y al cambio.

El desarrollo de este capítulo se centra, por tanto, en examinar los **fundamentos teóricos, metodológicos y organizativos** que configuran la gestión moderna de proyectos.

Se abordarán las principales concepciones sobre la dirección de proyectos según los estándares internacionales —como los propuestos por el **Project Management Institute (PMI)** y la norma **ISO 21500**—, así como los aportes académicos que han enriquecido su comprensión desde distintas escuelas de pensamiento.

Asimismo, se explorará la evolución de los modelos organizativos aplicados a la construcción, desde las estructuras jerárquicas tradicionales hasta los esquemas matriciales, colaborativos y ágiles, que hoy constituyen la base del desempeño eficiente en entornos de alta complejidad.

En esta línea, la gestión de proyectos se asume no solo como una técnica de planificación y control, sino como una **disciplina estratégica y cultural**, capaz de guiar la toma de decisiones, articular equipos multidisciplinarios y alinear objetivos individuales con metas colectivas.

La teoría contemporánea reconoce que un proyecto exitoso no depende exclusivamente de la precisión técnica o del cumplimiento de plazos, sino de la **coherencia entre la estructura organizacional, los procesos de gestión y los valores que orientan la acción**.

El capítulo también destacará la importancia del **liderazgo, la comunicación y la gestión del conocimiento** como factores determinantes para la coordinación efectiva de proyectos. El liderazgo ya no se concibe como una función jerárquica, sino como una habilidad relacional que impulsa la colaboración y la creatividad.

Del mismo modo, la comunicación interna se convierte en el sistema circulatorio de la organización, garantizando que la información fluya de manera transparente, oportuna y veraz.

Finalmente, se integrará la dimensión de la **organización de obra**, entendida como la materialización física y funcional de la estructura de gestión. Aspectos como el **layout de obra**, el **organigrama**, las **matrices de responsabilidades (RAM o RACI)** y los **flujos de decisión** serán analizados como componentes tangibles de una lógica de planificación que busca maximizar la eficiencia y reducir la incertidumbre. A través de estos elementos, se configurará una visión holística de la gestión y organización de proyectos, donde cada parte contribuye al equilibrio del todo.

En suma, este capítulo invita a comprender la gestión de proyectos no solo como una herramienta de control, sino como un **lenguaje organizativo de transformación**, en el que

la técnica, la estrategia y el factor humano convergen para dar forma a obras sostenibles, eficientes y coherentes con las demandas de una sociedad en constante cambio. La gestión, en este sentido, deja de ser un medio y se convierte en un arte: el arte de dirigir con visión, organizar con criterio y construir con sentido.

2.1. Fundamentos Teóricos y Modelos de Gestión

Todo proyecto, en su esencia, representa una **manifestación organizada de la intención humana**, una estructura temporal orientada a alcanzar objetivos concretos mediante la coordinación de recursos, personas y conocimientos. En el ámbito de la construcción, donde convergen la técnica, la economía, la ingeniería y la creatividad, la gestión de proyectos emerge como la disciplina que **otorga coherencia, control y dirección** a un proceso naturalmente complejo y cambiante. Comprender sus fundamentos teóricos no implica solo conocer herramientas o metodologías, sino adentrarse en los **principios epistemológicos** que dan sentido a su práctica: la planificación racional, la previsión del riesgo, la organización del trabajo y la búsqueda del valor.

La gestión moderna de proyectos se sustenta en una evolución que abarca más de un siglo de desarrollo organizacional. Desde las primeras experiencias de **Taylor** y **Gantt** en la administración científica —centradas en la eficiencia y la estandarización de tareas—, hasta los enfoques contemporáneos basados en la **flexibilidad, la colaboración y la adaptabilidad**, la disciplina ha transitado de un paradigma mecanicista a uno sistémico e integrador.

Este tránsito ha permitido reconocer que un proyecto no es solo un conjunto de actividades interdependientes, sino un **sistema vivo**, donde los factores técnicos, humanos y contextuales se entrelazan en una dinámica de constante aprendizaje.

A lo largo de su evolución, distintas corrientes y organismos han contribuido a consolidar los marcos conceptuales de la gestión de proyectos. El **Project Management Institute (PMI)**, a través del *Project Management Body of Knowledge (PMBOK)*, ha establecido estándares globales que definen las áreas de conocimiento y los grupos de procesos esenciales para la dirección efectiva de proyectos. Paralelamente, modelos como **PRINCE2**, la norma **ISO 21500** o la metodología **IPMA Competence Baseline (ICB)** han aportado perspectivas complementarias, enfatizando el liderazgo, la gestión por resultados y

la alineación estratégica. Todos ellos comparten una premisa común: la necesidad de **estructurar la incertidumbre** y de traducir la complejidad en procesos gestionables, sin sacrificar la creatividad ni la innovación.

En el contexto constructivo, estos modelos se reinterpretan a la luz de la filosofía **Lean**, que introduce una visión más fluida, participativa y orientada al valor. Si los modelos tradicionales enfatizan la planificación y el control, el enfoque Lean propone **equilibrar la previsión con la adaptación**, entendiendo que la eficiencia surge no solo del control de variables, sino también de la **capacidad de aprender, ajustar y mejorar continuamente**. Esta convergencia entre el pensamiento clásico de gestión y la filosofía Lean conforma un nuevo paradigma híbrido: riguroso en la planificación, pero flexible en la ejecución; estructurado en su lógica, pero humano en su propósito.

El análisis de los fundamentos teóricos y modelos de gestión, por tanto, no se limita a una revisión de metodologías, sino que busca **revelar las raíces conceptuales que explican cómo las organizaciones planifican, deciden y actúan** frente a los desafíos del entorno.
Comprender estos fundamentos permite reconocer que cada modelo responde a una visión particular del mundo: algunos priorizan la eficiencia, otros la innovación, y algunos, como el Lean, aspiran a la integración armónica entre ambas dimensiones.

En consecuencia, este apartado examina los **principios teóricos, los enfoques metodológicos y los modelos contemporáneos de gestión de proyectos**, abordando su evolución histórica, sus aportes epistemológicos y su aplicación práctica en la construcción. Se analizarán las principales escuelas de pensamiento, desde la administración científica hasta los sistemas adaptativos, así como las metodologías de gestión que han marcado un punto de inflexión en la manera de organizar y dirigir los proyectos modernos. El propósito es ofrecer una visión integradora que permita entender la gestión no solo como una técnica, sino como una **ciencia aplicada a la coordinación del esfuerzo humano y la creación de valor sostenible**.

2.1.1. Conceptos esenciales de la dirección de proyectos

La **dirección de proyectos** constituye el eje estructurador de la gestión moderna, ya que integra en un solo marco las funciones de **planificación, ejecución, control y cierre**, articulando la dimensión técnica con la dimensión humana y estratégica. Un proyecto no se limita a una secuencia de tareas, sino que representa una **organización temporal**, creada con el propósito de generar un producto, servicio o resultado único. Esta definición, consolidada por el **Project Management Institute (PMI, 2017)**, revela la naturaleza esencialmente transitoria del proyecto y la necesidad de gestionarlo bajo criterios de eficiencia, calidad y valor.

El PMI (2017) define la dirección de proyectos como "la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con sus requisitos" (p. 10). Esta definición resume el carácter interdisciplinario de la gestión: exige dominio técnico, capacidad organizacional y liderazgo humano. Asimismo, señala que el éxito de un proyecto no depende únicamente del cumplimiento de los objetivos de tiempo, costo y alcance, sino también de su capacidad para **alinearse con la estrategia institucional y generar beneficios sostenibles**.

Desde esta perspectiva, la dirección de proyectos se configura como un sistema complejo que combina **procesos estructurados** y **relaciones dinámicas**. Cada proyecto implica un ciclo de vida compuesto por etapas interdependientes —inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre—, donde las decisiones tomadas en una fase repercuten directamente en las siguientes. En este contexto, la dirección eficaz no solo requiere control, sino también previsión, adaptabilidad y visión integral del sistema.

El proyecto como sistema organizativo y social

La dirección de proyectos debe entenderse más allá de una práctica técnica: es un **proceso social y organizativo** que articula a diversos actores, recursos y objetivos dentro de un entorno caracterizado por la incertidumbre y el cambio. **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)** sostienen que toda organización se estructura en torno a un sistema de gestión compuesto por elementos interconectados —procesos, recursos, productos, estructura organizativa y directrices— que garantizan el funcionamiento coherente del

negocio.

Aplicado al ámbito de los proyectos, esto implica que la dirección debe gestionar simultáneamente **personas, procesos y resultados**, garantizando la convergencia entre los intereses del cliente, los objetivos institucionales y las condiciones del entorno.

En esta línea, el proyecto se concibe como un **microcosmos organizacional**, donde se reproducen las dinámicas de liderazgo, comunicación, poder y cooperación que caracterizan a cualquier estructura social. La dirección de proyectos, por tanto, no se reduce al control de recursos, sino que se convierte en un **acto de coordinación humana y estratégica**, en el que la toma de decisiones adquiere una dimensión ética y relacional. El director del proyecto actúa como un mediador entre el diseño técnico y la ejecución práctica, asegurando la coherencia entre la visión del proyecto y la realidad operativa.

El **PMI (2017)** enfatiza que, en un contexto caracterizado por la globalización, la innovación tecnológica y la sostenibilidad, el rol del director de proyecto ha evolucionado desde una función administrativa hacia una **posición de liderazgo estratégico**, responsable de crear valor, fomentar el aprendizaje organizacional y promover una cultura de mejora continua.

Esto exige habilidades transversales: pensamiento crítico, comunicación efectiva, resolución de conflictos y gestión de equipos multidisciplinarios.

Las dimensiones esenciales de la dirección de proyectos

Para comprender la naturaleza de la dirección de proyectos, es necesario analizar sus **dimensiones fundamentales**, las cuales permiten estructurar la gestión de manera coherente y efectiva.

Entre las más relevantes se encuentran las siguientes:

a) Alcance

La definición del alcance es el primer paso para establecer los límites del proyecto y evitar desviaciones.

Según el **PMI (2017)**, gestionar el alcance implica "definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto" (p. 129). Esta delimitación no solo clarifica los entregables, sino que también permite establecer las expectativas del cliente y asignar recursos de manera eficiente. En el enfoque Lean, esta etapa se complementa con el principio de **valor**, entendiendo que solo las actividades que aportan valor al cliente deben formar parte del alcance efectivo.

b) Tiempo

La gestión del tiempo representa la capacidad de planificar la secuencia y duración de las actividades. **Hamad Hussain (2014)** sostiene que el cronograma debe elaborarse considerando las limitaciones, los recursos disponibles y la aceptación de las partes interesadas, garantizando que sea realista y funcional. El tiempo, en la dirección de proyectos, no es una variable aislada, sino el reflejo del equilibrio entre planificación y ejecución. Herramientas como el *Takt Time* o el *Pull Planning* —descritas en el capítulo anterior— se integran como mecanismos de control del flujo temporal, garantizando la estabilidad y la sincronización del proceso constructivo.

c) Costo

El control de los costos asegura la viabilidad económica del proyecto. Este proceso incluye la estimación, presupuestación y control de los gastos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. En un entorno Lean, la gestión del costo no se limita a reducir gastos, sino a **maximizar el valor con el menor consumo posible de recursos**, lo que implica identificar y eliminar los desperdicios económicos asociados a la ineficiencia, la duplicidad o la falta de coordinación.

d) Calidad

La calidad constituye el vínculo entre la planificación y la satisfacción del cliente. **Bazán Barrera (2014)** señala que los sistemas de gestión de calidad garantizan la estandarización de los procesos y la aplicación de protocolos de control que aseguran el cumplimiento de los requisitos del proyecto. En la dirección de proyectos, la calidad no se

concibe como un resultado aislado, sino como un **proceso continuo de verificación, mejora y aprendizaje**, sostenido en la disciplina del equipo y la trazabilidad de las acciones.

e) Riesgo

Todo proyecto implica un grado de incertidumbre. La gestión del riesgo consiste en **identificar, analizar y planificar respuestas ante los eventos potenciales que puedan afectar los objetivos del proyecto**. El enfoque contemporáneo no busca eliminar el riesgo, sino aprender a gestionarlo con flexibilidad y resiliencia. En el marco Lean, la reducción de la variabilidad y la previsibilidad del flujo constituyen mecanismos preventivos de mitigación del riesgo operativo.

f) Recursos

La optimización de los recursos —humanos, materiales, tecnológicos y financieros— es una de las funciones más estratégicas de la dirección.

Lledó (2013) advierte que un proyecto Lean exige "vigilancia constante, disciplina de equipo y una intolerancia total hacia el desperdicio de recursos" (p. 37).

Esto implica un liderazgo que se enfoque no solo en la disponibilidad, sino también en la **eficiencia y el equilibrio en el uso de los recursos**, garantizando la sostenibilidad del sistema productivo.

g) Comunicación

La comunicación constituye la red vital de la dirección de proyectos. El **PMI (2017)** indica que una comunicación efectiva representa el 90% del trabajo del director del proyecto. Su propósito es asegurar que la información circule de forma clara, oportuna y bidireccional entre los miembros del equipo y las partes interesadas. En la gestión Lean, esta dimensión se fortalece mediante el uso de **herramientas visuales** (tableros, A3, matrices de responsabilidades), que promueven la transparencia y el trabajo colaborativo.

h) Integración

Finalmente, la dirección de proyectos requiere una visión integradora capaz de alinear todas las dimensiones anteriores. Esta función articula los procesos, coordina los equipos y garantiza la coherencia entre los objetivos estratégicos y las acciones operativas. Es, en última instancia, la capacidad de transformar una multiplicidad de elementos dispersos en un **sistema de valor coordinado y funcional**.

El liderazgo como motor de la gestión de proyectos

Dentro del marco teórico de la dirección de proyectos, el liderazgo se erige como el factor intangible que da vida al sistema. Un liderazgo eficaz no se basa únicamente en autoridad, sino en **influencia, motivación y comunicación**. El **PMI (2017)** subraya que el director de proyecto moderno debe poseer un equilibrio entre tres competencias: la técnica (dominio de herramientas y metodologías), la estratégica (alineación con la visión organizacional) y la interpersonal (gestión de relaciones, negociación y liderazgo emocional).
De esta integración surge la capacidad de guiar equipos hacia objetivos comunes, promoviendo confianza, cohesión y compromiso.

El liderazgo Lean, en particular, enfatiza el principio del **respeto por las personas** y la **búsqueda colectiva de la mejora continua**. Lejos de imponer, el líder Lean facilita, escucha y acompaña. Su rol no es controlar, sino **desbloquear el potencial del equipo**, promoviendo un ambiente donde el aprendizaje y la creatividad sean motores permanentes del rendimiento. Este tipo de liderazgo genera una cultura organizacional sólida, basada en la colaboración, la transparencia y el sentido de propósito compartido.

La dirección de proyectos, vista desde una perspectiva teórica y aplicada, constituye una disciplina de equilibrio: entre la técnica y la estrategia, entre la estructura y la flexibilidad, entre el control y el aprendizaje. Los conceptos esenciales revisados —alcance, tiempo, costo, calidad, riesgo, recursos, comunicación e integración— configuran un entramado de relaciones que permite transformar la complejidad en acción organizada.

Su aplicación en la construcción, reforzada por la filosofía Lean, revela que la eficiencia no surge del control aislado de variables, sino de la **armonización del sistema completo**.

En palabras de **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)**, la organización es un conjunto de elementos interdependientes cuyo equilibrio garantiza el desarrollo del negocio. De igual modo, la dirección de proyectos representa la orquestación de estos elementos para generar valor en un entorno incierto, competitivo y dinámico. Así, el verdadero director de proyectos no solo administra procesos, sino que **dirige realidades complejas hacia resultados significativos**, construyendo conocimiento, liderazgo y sostenibilidad a través de cada decisión.

2.1.2. Modelos y estándares internacionales (PMBOK, IPMA, PRINCE2)

La dirección moderna de proyectos se sustenta en un conjunto de **modelos y estándares internacionales** que han sistematizado las mejores prácticas de gestión a lo largo de décadas de experiencia en sectores industriales, tecnológicos y constructivos. Estos modelos —entre los que destacan el **PMBOK** del *Project Management Institute (PMI)*, la **IPMA Competence Baseline (ICB)** de la *International Project Management Association* y el método **PRINCE2** promovido por el gobierno del Reino Unido— representan los **pilares epistemológicos y metodológicos** sobre los cuales se edifica la disciplina contemporánea del *Project Management*. Lejos de constituir marcos cerrados o excluyentes, estos estándares dialogan entre sí, aportando distintas perspectivas sobre la organización, la planificación, la ejecución y el control de proyectos en contextos complejos.

En el ámbito de la construcción, su valor radica en ofrecer **una estructura metodológica adaptable**, que permite gestionar con eficiencia proyectos de gran escala, integrando factores técnicos, humanos, económicos y ambientales. Cada modelo, sin embargo, posee una **filosofía de gestión particular**: el PMBOK se basa en procesos y áreas de conocimiento, la IPMA en competencias y desempeño profesional, y PRINCE2 en principios y gobernanza. Su aplicación articulada dentro de un enfoque Lean permite alcanzar un equilibrio entre la **planificación estructurada** y la **flexibilidad operativa**, favoreciendo la creación de valor y la mejora continua.

a) El PMBOK: gestión por procesos y áreas de conocimiento

El **PMBOK (Project Management Body of Knowledge)** es, sin duda, el estándar más difundido y adoptado a nivel global para la dirección de proyectos. Desarrollado por el **Project Management Institute (PMI)**, este marco conceptual recoge las buenas prácticas universalmente reconocidas y las organiza en **grupos de procesos** y **áreas de conocimiento**, que abarcan el ciclo de vida completo del proyecto.

Según el **PMI (2017)**, los cinco grupos de procesos fundamentales son:

1. **Inicio**, donde se define formalmente el proyecto y se autorizan los recursos.
2. **Planificación**, en la que se establecen los objetivos, los entregables, los cronogramas y los recursos.
3. **Ejecución**, que implica coordinar personas y recursos para llevar a cabo el plan.
4. **Monitoreo y control**, donde se mide el desempeño y se implementan acciones correctivas.
5. **Cierre**, que formaliza la aceptación de los resultados y la disolución del equipo.

Estos grupos se relacionan con **diez áreas de conocimiento**: integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos, comunicación, riesgo, adquisiciones y gestión de los interesados (*stakeholders*). Cada área responde a una función estratégica dentro del proceso general de dirección, conformando un sistema integral de control y toma de decisiones.

El enfoque del PMBOK se caracteriza por su **visión estructurada y sistemática**, donde cada proceso se alimenta de entradas, herramientas y salidas claramente definidas. Su fortaleza radica en la estandarización y la trazabilidad, lo que garantiza la coherencia y la comparabilidad de los resultados entre distintos proyectos. Sin embargo, su aplicación estricta puede resultar rígida ante entornos de alta variabilidad, como los de la construcción contemporánea, razón por la cual el pensamiento Lean se convierte en un **complemento estratégico**, aportando flexibilidad, colaboración y enfoque en el valor.

En proyectos constructivos, la aplicación del PMBOK permite **alinear los objetivos técnicos y financieros** mediante un control riguroso de tiempo, costo y calidad. No obstante, la incorporación de prácticas Lean —como el *Pull Planning*, la planificación visual o el ciclo *Plan–Do–Check–Act*— ayuda a transformar el modelo clásico en un sistema **más adaptable y participativo**, que conserva la estructura del PMBOK, pero incorpora la agilidad y la mejora continua propias del entorno Lean.

b) La IPMA y el enfoque por competencias

La **International Project Management Association (IPMA)** propone un modelo alternativo al del PMI, centrado en las **competencias personales, técnicas y contextuales** del profesional que dirige el proyecto.

Su marco de referencia, el **IPMA Competence Baseline (ICB)**, establece que la eficacia de la gestión no depende únicamente de procesos o herramientas, sino del **desempeño integral del líder del proyecto y de su equipo**.

Este enfoque reconoce tres dominios de competencia esenciales:

- **Competencias técnicas**, relacionadas con la planificación, control, riesgos, calidad, cronogramas y recursos.
- **Competencias de comportamiento**, que incluyen liderazgo, motivación, trabajo en equipo, autoconocimiento y ética.
- **Competencias contextuales**, vinculadas con la comprensión del entorno organizacional, la estrategia y la sostenibilidad.

La IPMA sostiene que la madurez de una organización en gestión de proyectos depende tanto de la existencia de procedimientos formales como del **nivel de desarrollo de las competencias humanas** de sus integrantes.

Por ello, la formación, la evaluación y la certificación profesional ocupan un lugar central en este modelo. A diferencia del PMBOK —más prescriptivo en sus procesos—, la IPMA ofrece una visión **holística y humanista**, en la que el éxito del proyecto se mide no

solo por los resultados tangibles, sino por el crecimiento del equipo y la calidad de las interacciones humanas.

Este enfoque se alinea estrechamente con la **filosofía Lean**, especialmente con su principio del "respeto por las personas".

Ambos coinciden en que la mejora de los procesos depende del aprendizaje, la participación y la autogestión del equipo. En la construcción, la aplicación del modelo IPMA se traduce en **estructuras más horizontales**, donde los líderes actúan como facilitadores del conocimiento y promotores del desarrollo profesional, en lugar de simples controladores de tareas.

c) PRINCE2: gobernanza, control y orientación a procesos

El método **PRINCE2 (Projects in Controlled Environments)**, desarrollado en el Reino Unido y adoptado ampliamente en Europa y en el sector público, se basa en una **gestión por procesos orientada al control y la gobernanza del proyecto**.

A diferencia del PMBOK, que define áreas de conocimiento, o de la IPMA, que enfatiza las competencias, PRINCE2 estructura la gestión en torno a **principios, temas y procesos**, lo que le otorga una flexibilidad adaptable a distintos contextos organizacionales.

Los **siete principios** de PRINCE2 —justificación continua del negocio, aprendizaje a partir de la experiencia, roles definidos, gestión por etapas, excepción, enfoque en productos y adaptación al entorno— constituyen la columna vertebral del método.

Estos principios garantizan que el proyecto mantenga una **alineación constante con los objetivos estratégicos de la organización**, que aprenda de su propia ejecución y que se adapte al cambio sin perder el control.

El modelo se desarrolla mediante **siete temas de gestión** (caso de negocio, organización, calidad, planes, riesgos, cambio y progreso) y **siete procesos operativos** que van desde la iniciación hasta el cierre.

Su fortaleza radica en la claridad de la **gobernanza**: define quién toma decisiones, cómo se controla el avance y de qué manera se reportan los resultados. En este sentido,

PRINCE2 refuerza la transparencia y la rendición de cuentas, elementos esenciales para la gestión pública y corporativa.

En el ámbito de la construcción, el método PRINCE2 resulta especialmente útil en proyectos de infraestructura de gran escala o de inversión estatal, donde la trazabilidad y la auditoría son requisitos ineludibles. La combinación del control estructurado de PRINCE2 con los principios Lean de flujo y mejora continua permite equilibrar el rigor documental con la **eficiencia práctica y la flexibilidad operativa**.

Ambos enfoques se complementan: PRINCE2 aporta disciplina y gobernanza; Lean introduce agilidad y participación.

d) Convergencia y aplicabilidad en la gestión Lean

A pesar de sus diferencias, los modelos PMBOK, IPMA y PRINCE2 convergen en un mismo propósito: **maximizar el valor del proyecto mediante la gestión efectiva de los recursos y la reducción de la incertidumbre**.

Sus fundamentos coinciden con los principios del pensamiento Lean, en particular con la orientación al cliente, la mejora continua (*Kaizen*), la eficiencia de los procesos y la valorización del factor humano.

En la práctica constructiva, esta convergencia se materializa en la adopción de **modelos híbridos**, donde la estructura de procesos del PMBOK se complementa con la gestión de competencias de la IPMA y con los mecanismos de control y gobernanza de PRINCE2.
El resultado es un sistema de gestión **más integral, humano y adaptable**, capaz de responder a los desafíos contemporáneos de sostenibilidad, innovación y competitividad.

El pensamiento Lean, al insertarse en esta red metodológica, actúa como un catalizador que **dinamiza los modelos tradicionales**, promoviendo la colaboración, la eliminación del desperdicio y la creación de valor compartido.

Así, la dirección de proyectos en la construcción deja de ser una tarea administrativa para convertirse en una práctica estratégica, centrada en la eficiencia, la transparencia y la mejora continua.

Los modelos internacionales **PMBOK, IPMA y PRINCE2** representan tres dimensiones complementarias del conocimiento en gestión de proyectos: la **metodológica**, que estructura los procesos; la **competencial**, que desarrolla el liderazgo y las habilidades humanas; y la **gubernativa**, que garantiza la trazabilidad y el control.

Integrados bajo el enfoque Lean, estos modelos constituyen un **sistema de gestión holístico**, capaz de equilibrar la planificación con la flexibilidad, la disciplina con la innovación, y la técnica con el propósito humano.

En la construcción moderna, donde los proyectos son cada vez más complejos, multidisciplinarios y sostenibles, la articulación de estos estándares no solo asegura el cumplimiento de objetivos, sino que **fortalece la cultura organizacional**, promueve la transparencia y transforma la gestión en un proceso de aprendizaje continuo.

El futuro de la dirección de proyectos, por tanto, no radica en elegir un modelo sobre otro, sino en **integrarlos inteligentemente** para construir sistemas productivos más eficientes, colaborativos y humanos.

2.1.3. Enfoques metodológicos para la planificación y control de obras

La **planificación y el control** representan el núcleo funcional de la dirección de proyectos en la industria de la construcción. Ambas actividades son los mecanismos que permiten transformar la **visión estratégica** en **acción operativa**, asegurando que los objetivos del proyecto se cumplan dentro de los plazos, costos y estándares de calidad establecidos. Más allá de su carácter técnico, la planificación es un proceso de pensamiento anticipatorio: implica imaginar el futuro del proyecto, descomponerlo en etapas y prever los recursos, relaciones y dependencias que harán posible su materialización. El control, por su parte, constituye la dimensión de seguimiento y retroalimentación que permite **evaluar el desempeño real frente al planificado**, detectando desviaciones y aplicando medidas correctivas oportunas.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** define la planificación como "el proceso mediante el cual se establecen los objetivos del proyecto y se determinan los cursos de acción requeridos para alcanzarlos", mientras que el control se concibe como la "supervisión continua de las variables clave del proyecto para asegurar su alineación con los objetivos definidos" (p. 186).

Estas definiciones reafirman que planificar no es solo ordenar tareas, sino **diseñar una estrategia de ejecución viable**, y que controlar no es castigar el error, sino **gestionar la desviación como una oportunidad de mejora continua**.

En el contexto constructivo, donde la variabilidad es alta y los procesos son interdependientes, la planificación y el control adquieren una naturaleza dual: deben ser **estructurados y flexibles** a la vez.

Una planificación demasiado rígida puede colapsar ante cambios inevitables; una planificación demasiado laxa genera caos e incertidumbre. El equilibrio entre ambos extremos se logra mediante **enfoques metodológicos integrados**, que combinan la precisión de las herramientas clásicas con la adaptabilidad de los métodos Lean.

a) Los métodos clásicos de planificación: del Gantt al CPM y PERT

Históricamente, la planificación de proyectos se apoyó en herramientas de representación temporal que permitieron visualizar la secuencia lógica de las actividades. A comienzos del siglo XX, **Henry Gantt** introdujo el célebre *Diagrama de Gantt*, una herramienta gráfica que asocia cada actividad con una línea temporal, facilitando la comprensión del avance del proyecto y la coordinación entre tareas. Su simplicidad y capacidad visual lo convirtieron en un instrumento universal, aún vigente en la gestión contemporánea.

Posteriormente, durante la década de 1950, surgieron dos metodologías más avanzadas: el **Critical Path Method (CPM)** y el **Program Evaluation and Review Technique (PERT)**.

Ambos sistemas introdujeron una visión analítica de la planificación, basada en la identificación de **actividades críticas** y la estimación de tiempos probabilísticos.

Mientras el CPM se centraba en determinar la secuencia de tareas cuya duración condiciona el plazo total del proyecto, el PERT añadía el componente estadístico, considerando tres escenarios de duración (optimista, más probable y pesimista) para cada actividad.

Estos métodos clásicos establecieron las bases del pensamiento sistemático en la gestión de proyectos, y aún constituyen el **esqueleto lógico de los cronogramas contemporáneos**.
Sin embargo, su enfoque lineal y determinista presenta limitaciones en entornos donde la incertidumbre, los cambios de diseño o las interferencias de campo son constantes, como ocurre en la construcción moderna. De ahí surge la necesidad de **modelos dinámicos y colaborativos**, capaces de adaptarse a la realidad del proceso constructivo.

b) La planificación como proceso estratégico y colaborativo

El **PMI (2017)** enfatiza que la planificación de un proyecto de construcción debe ser **iterativa, progresiva y participativa**. Esto significa que los planes se desarrollan en detalle conforme avanza el conocimiento del proyecto, y que su eficacia depende del grado de involucramiento de todos los actores.

De acuerdo con **Peurifoy et al. (2006)**, la planificación temprana es determinante, pues "cuanto antes se realice, mayor será su impacto en la ejecución", permitiendo evaluar limitaciones y diseñar estrategias óptimas antes de la movilización de recursos.

En la práctica, esta visión se traduce en la incorporación de **procesos de planificación colaborativa**, donde los equipos de obra, ingenieros, proveedores y subcontratistas participan en la elaboración del cronograma. Este cambio cultural responde al principio Lean de **transparencia y comunicación visual**, que busca reducir las pérdidas de información y fomentar la coordinación horizontal. El resultado no es solo un plan técnico más preciso, sino también un mayor compromiso colectivo con los objetivos del proyecto.

Ghio Castillo (2001) señala que una planificación eficaz "requiere evaluar la totalidad de la obra, examinar la interrelación de las actividades y definir la secuencia lógica y el uso de los recursos de manera coherente" (p. 109). Por ello, las herramientas

contemporáneas no solo describen el flujo de trabajo, sino que **simulan, ajustan y optimizan** las interacciones entre procesos, recursos y equipos.

c) Enfoques contemporáneos: Last Planner System y Pull Planning

Con la llegada de la filosofía Lean al sector de la construcción, la planificación dejó de ser una tarea exclusivamente técnica para convertirse en un proceso **colaborativo y adaptativo**.

El sistema más representativo de esta transformación es el **Last Planner System (LPS)**, desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en la década de 1990. Este sistema parte de la premisa de que la planificación es más efectiva cuando quienes ejecutan el trabajo participan activamente en su diseño. Así, el LPS distribuye la responsabilidad de la planificación entre los "últimos planificadores", es decir, los jefes de equipo y supervisores que están más cerca de la producción.

El LPS se estructura en tres horizontes temporales:

1. **Plan Maestro**, que establece los hitos generales del proyecto.
2. **Plan Lookahead**, que define las tareas a corto plazo (entre dos y seis semanas) según la disponibilidad de recursos y restricciones.
3. **Plan Semanal de Compromisos**, donde cada equipo asume responsabilidades concretas para el periodo inmediato.

El principio de **fiabilidad del plan (PPC: Percent Plan Complete)** se utiliza como indicador de desempeño para medir el cumplimiento de los compromisos asumidos. Cuanto mayor es el PPC, mayor es la estabilidad del flujo de trabajo, y menor la variabilidad del sistema.

Dentro del LPS, la técnica del **Pull Planning** —también citada por **Berard (2012)**— representa una innovación fundamental. En contraste con los sistemas tradicionales de planificación *push*, donde las actividades se programan de forma descendente, el *Pull* parte del resultado final y planifica hacia atrás, involucrando a los equipos en la definición de las condiciones necesarias para ejecutar cada tarea.

Este enfoque asegura que el trabajo solo se realice cuando todas las restricciones han sido eliminadas, reduciendo interrupciones, retrabajos y desperdicios.

Berard (2012) explica que la clave del *Pull Planning* radica en identificar el trabajo que realmente se puede ejecutar y limitar el trabajo en progreso, garantizando la continuidad del flujo productivo. La construcción, al no ser una cadena de producción estandarizada, requiere esta adaptación contextual: planificar en función de la realidad del campo, no de un cronograma ideal.

d) Herramientas visuales y control del avance

La planificación Lean se apoya fuertemente en **herramientas visuales** que facilitan la comprensión colectiva del proyecto.

Entre ellas, destacan los tableros de planificación, las líneas de balance, las matrices de restricciones y los informes A3. Estas herramientas convierten los datos abstractos en información tangible, accesible y comprensible para todos los miembros del equipo, promoviendo una gestión **transparente, visual y participativa**.

La **Hoja A3 de planeamiento**, descrita por **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, constituye un ejemplo paradigmático de esta tendencia. El formato A3 permite sintetizar, en una sola hoja, la situación actual, los problemas identificados, las causas raíz, las acciones correctivas y el seguimiento de resultados. Este método no solo documenta la información, sino que refuerza el pensamiento crítico y la comunicación efectiva dentro del equipo.

El control del avance, en esta lógica, no se concibe como una auditoría, sino como un proceso de **retroalimentación continua**. **Ballard (1998)** plantea que el control debe centrarse en la fiabilidad del flujo y la mejora de la productividad, más que en el cumplimiento mecánico del cronograma. Cuando los equipos miden y analizan sus propios resultados, desarrollan una cultura de responsabilidad y aprendizaje, que se traduce en un desempeño más estable y predecible.

e) El cronograma maestro y la gestión de hitos

El **Plan Maestro de Proyecto** es la columna vertebral del sistema de planificación. Según **Ghio Castillo (2001)**, este plan "requiere un gran esfuerzo, pues abarca la totalidad de la obra, lo que genera la necesidad de evaluar una gran cantidad de actividades, su interrelación y el uso de recursos de forma coherente" (p. 109). Sin embargo, al ser una planificación extensa, suele complementarse con planificaciones de corto plazo más precisas y confiables, conocidas como *lookahead planning*. El propósito es asegurar que los hitos establecidos —definidos como puntos significativos de progreso— se cumplan dentro de los márgenes previstos.

Los **hitos internos o de obra**, de acuerdo con **Pons y Rubio (2019)**, representan "elementos del programa maestro que definen el final o el comienzo de una fase o evento requerido por contrato" (p. 90). Estos hitos actúan como puntos de control del progreso global y como mecanismos de coordinación entre especialidades. La claridad en su definición y en su seguimiento es esencial para evitar desviaciones acumulativas que comprometan el cumplimiento del plazo total del proyecto.

f) De la planificación al aprendizaje organizacional

El control moderno de obras ha evolucionado desde la simple medición del rendimiento hacia la **gestión del conocimiento organizacional**. Cada desviación, problema o mejora detectada durante el proceso de planificación y ejecución se convierte en una fuente de aprendizaje para proyectos futuros. Este principio coincide con la filosofía *Kaizen*, en la que cada error constituye una oportunidad de perfeccionamiento.

El *feedback* continuo entre planificación, control y mejora refuerza la capacidad adaptativa del sistema, permitiendo a la organización aprender de su propia experiencia. Como sostienen **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)**, los sistemas de gestión están compuestos por elementos interconectados que deben funcionar de manera armónica; solo así la organización puede evolucionar y sostener su desempeño a largo plazo.

Los enfoques metodológicos para la planificación y control de obras han transitado desde modelos **lineales y prescriptivos** hacia sistemas **colaborativos y adaptativos**, que

conciben la planificación como un proceso vivo y participativo. El aporte de los modelos Lean —en especial el *Last Planner System* y el *Pull Planning*— radica en transformar la planificación en un acto colectivo de compromiso y aprendizaje. La precisión técnica de los métodos clásicos (Gantt, CPM, PERT) se complementa hoy con la agilidad, la transparencia y la mejora continua de los enfoques contemporáneos.

En el contexto de la construcción, donde la complejidad técnica se entrelaza con factores humanos y ambientales, planificar y controlar no significa imponer orden, sino **crear condiciones para el flujo eficiente del valor**.

La planificación se convierte, así, en una forma de pensar y aprender, y el control, en una práctica de responsabilidad compartida. Juntas, ambas dimensiones consolidan el corazón operativo de la gestión de proyectos, orientando a las organizaciones hacia un modelo productivo más eficiente, sostenible y humano.

2.1.4. Experiencias nacionales en la administración de proyectos

La administración de proyectos en el contexto nacional ha atravesado un proceso de maduración gradual, condicionado por la diversidad económica, geográfica y cultural del Perú. Si bien en las últimas décadas se han incorporado metodologías internacionales —como las propuestas por el **PMI**, **PRINCE2** o la filosofía **Lean Construction**—, su aplicación práctica aún enfrenta retos estructurales, institucionales y humanos que determinan el éxito o el fracaso de los proyectos. Comprender las experiencias nacionales no solo implica revisar casos emblemáticos, sino también reflexionar sobre las condiciones históricas y organizacionales que han configurado la gestión de proyectos en el país.

En las últimas dos décadas, el Perú ha experimentado un crecimiento significativo en su sector de la construcción, impulsado por la inversión pública en infraestructura, vivienda y transporte. Sin embargo, este crecimiento no siempre ha estado acompañado por una consolidación de las capacidades de gestión. Numerosos estudios del **Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)** y de la **Contraloría General de la República** han evidenciado que una proporción considerable de los proyectos públicos presenta sobrecostos, retrasos y deficiencias en la ejecución. Estas problemáticas responden, en buena

medida, a la ausencia de una cultura de planificación estratégica, a la rigidez burocrática y a la falta de liderazgo técnico y colaborativo.

La aplicación de metodologías de gestión como las planteadas por el **Project Management Institute (PMI)** y el uso de herramientas del **PMBOK** ha sido promovida principalmente en proyectos de gran envergadura, especialmente aquellos vinculados a asociaciones público-privadas o a iniciativas de inversión extranjera. En estos casos, la adopción de estándares internacionales ha permitido establecer estructuras de gobernanza más claras, definir matrices de responsabilidades y optimizar la comunicación entre los actores del proyecto. Sin embargo, a nivel local y regional, la aplicación de estos estándares sigue siendo limitada, debido a la falta de formación especializada y a la resistencia cultural frente al cambio organizacional.

Por otro lado, en el ámbito privado, las empresas constructoras más consolidadas han comenzado a incorporar principios de **Lean Construction** en la gestión de obras, con resultados positivos en la reducción de desperdicios, la mejora de la productividad y el fortalecimiento del trabajo colaborativo. La implementación del **Last Planner System (LPS)** y de metodologías como el **Pull Planning** ha demostrado que la eficiencia no depende exclusivamente del control jerárquico, sino de la participación activa de todos los involucrados en el proceso. Estas experiencias, especialmente en proyectos de edificación, han permitido comprobar que la planificación participativa genera mayor compromiso, previsibilidad y calidad en los resultados.

Algunos estudios académicos nacionales, como los desarrollados por **Brioso Lescano (2015)** y **Celis Paira (2019)**, han documentado la aplicación del enfoque Lean en obras de infraestructura urbana y en proyectos residenciales, evidenciando una mejora sustancial en la coordinación entre especialidades, en la gestión del flujo de trabajo y en el control de plazos. **Celis Paira (2019)** señala que el uso del “cronograma meta” ha permitido establecer metas más realistas y mecanismos internos de control que complementan el cronograma contractual, reduciendo la dependencia de los requerimientos externos y promoviendo una gestión más proactiva. Estas experiencias demuestran que, cuando las herramientas Lean son adecuadamente contextualizadas, logran superar muchas de las limitaciones tradicionales de la planificación lineal.

En el ámbito de la gestión pública, la introducción del **Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe)** ha representado un intento de modernizar la administración de proyectos desde un enfoque orientado a resultados. Esta reforma busca sustituir el antiguo sistema del **SNIP** —centrado en la aprobación documental— por un modelo más integral, basado en la planificación estratégica y en la gestión del ciclo de vida del proyecto. Sin embargo, la efectividad de esta transición depende en gran medida de la capacidad técnica de los gestores públicos y del fortalecimiento institucional de los gobiernos regionales y locales, donde persisten deficiencias en la formulación, ejecución y seguimiento de los proyectos.

En este escenario, el rol del liderazgo cobra un protagonismo decisivo. Como señalan **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)**, la organización eficiente de un sistema de gestión requiere una estructura que integre procesos, recursos y directrices coherentes. Sin embargo, en muchas entidades nacionales, el liderazgo en los proyectos tiende a ser burocrático y reactivo, centrado en el cumplimiento formal de los procedimientos más que en la creación de valor. Este enfoque limita la capacidad de los equipos para anticipar problemas, innovar y aprender colectivamente, factores esenciales para consolidar una gestión moderna y sostenible.

La implementación del enfoque Lean en el país, aunque incipiente, ha comenzado a generar transformaciones culturales significativas en el modo de entender la gestión de proyectos. Empresas nacionales que adoptaron sus principios reportan reducciones sustanciales en tiempos improductivos, mejoras en la seguridad y en la comunicación entre áreas, así como un mayor sentido de propósito compartido. Estas experiencias muestran que el cambio no se produce únicamente en el plano técnico, sino principalmente en el **plano cultural**: la construcción de confianza, la comunicación efectiva y la toma de decisiones basadas en datos son hoy los verdaderos diferenciadores de éxito.

No obstante, los desafíos son múltiples. La falta de continuidad en los proyectos públicos, los cambios políticos, la rotación de personal técnico y la fragmentación institucional obstaculizan la consolidación de una gestión profesionalizada. En muchos casos, los proyectos se inician sin una definición precisa del alcance, sin una matriz de riesgos ni una estructura organizativa clara, lo que genera desviaciones inevitables. De

acuerdo con el **PMI (2017)**, “la ausencia de una planificación adecuada y de mecanismos de control genera pérdidas significativas de tiempo y recursos, reduciendo la fiabilidad del desempeño del proyecto” (p. 186). Esta afirmación cobra especial relevancia en el contexto peruano, donde los proyectos inconclusos o con sobrecostos evidencian la necesidad de fortalecer la dirección técnica y la cultura de gestión.

Aun así, el país avanza hacia una comprensión más madura de la gestión de proyectos. El crecimiento de los programas de certificación profesional del **PMI-Perú Chapter**, la difusión de las metodologías **IPMA** y **PRINCE2**, y el surgimiento de redes de investigación académica sobre gestión y Lean Construction reflejan un interés creciente por elevar los estándares nacionales. La articulación entre universidades, empresas y entidades públicas constituye una oportunidad valiosa para consolidar una comunidad profesional que comparta conocimiento, desarrolle herramientas propias y promueva una cultura de aprendizaje continuo.

La experiencia peruana demuestra que la gestión de proyectos no puede ser entendida únicamente como una aplicación de modelos importados, sino como un proceso de adaptación cultural, institucional y técnica. En un país con realidades diversas —desde megaproyectos de infraestructura hasta obras comunitarias de pequeña escala—, la gestión efectiva requiere flexibilidad metodológica, liderazgo transformacional y una visión de largo plazo. Los avances logrados en la aplicación del pensamiento Lean y de los estándares internacionales confirman que el camino hacia una gestión moderna y eficiente ya está en marcha; sin embargo, su consolidación dependerá de la capacidad colectiva para sostener el aprendizaje, fortalecer la institucionalidad y hacer de la planificación una verdadera herramienta de transformación social y productiva.

2.1.5. Interrelación entre gestión Lean y gestión de proyectos

La relación entre la gestión Lean y la gestión de proyectos constituye hoy uno de los temas más relevantes dentro del campo de la administración moderna de la construcción. Ambas disciplinas, aunque surgidas en contextos distintos, convergen en un propósito común: optimizar los procesos, maximizar el valor y reducir los desperdicios mediante una organización más inteligente y colaborativa del trabajo. Mientras la gestión de proyectos ofrece la estructura metodológica y las herramientas para planificar, ejecutar y controlar

iniciativas complejas, la gestión Lean aporta la filosofía y los principios que transforman esa estructura en un sistema dinámico, orientado a la mejora continua y a la creación de valor para el cliente y para la organización.

Desde el punto de vista teórico, la gestión de proyectos —como la define el **Project Management Institute (PMI, 2017)**— se fundamenta en la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir con los requisitos del proyecto. Este marco metodológico organiza los procesos en grupos (inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre) y los vincula con áreas de conocimiento como el alcance, el tiempo, el costo, la calidad, los recursos y la comunicación. La gestión Lean, en cambio, surge de un contexto industrial, específicamente del sistema de producción de Toyota, y propone un cambio de paradigma: sustituir el enfoque centrado en la producción por uno centrado en el flujo y en la eliminación de desperdicios. Ambos enfoques, al integrarse, permiten equilibrar la planificación estructurada con la flexibilidad adaptativa que demanda la realidad de la construcción contemporánea.

Koskela (1992) fue uno de los primeros investigadores en establecer un vínculo formal entre la filosofía Lean y la construcción, señalando que la producción en este sector debía ser entendida no solo como una conversión de insumos en productos, sino como un flujo de materiales, información y decisiones que debía optimizarse continuamente. En esa línea, el enfoque Lean complementa la gestión de proyectos al incorporar una dimensión dinámica que va más allá del cumplimiento de plazos y presupuestos: promueve la generación de valor percibido por el cliente, la colaboración interdisciplinaria y la mejora de la confiabilidad en los planes de trabajo. Este planteamiento coincide con los principios establecidos en el **PMBOK (PMI, 2017)**, donde la integración y la calidad se consideran pilares fundamentales de la gestión efectiva.

En la práctica, la integración entre gestión Lean y gestión de proyectos se manifiesta a través de una **sinergia metodológica**. El Lean aporta al cuerpo de conocimiento del PMI un enfoque basado en la eficiencia del flujo, la reducción de la variabilidad y la participación del equipo en la toma de decisiones. Herramientas como el **Last Planner System (LPS)**, el **Pull Planning**, el control de flujo (*Takt Time*) o el uso de la **Hoja A3** constituyen complementos funcionales que fortalecen las áreas de conocimiento de la gestión tradicional:

mejoran la planificación del cronograma, optimizan los recursos, reducen los riesgos y facilitan la comunicación efectiva. A su vez, el marco del **PMBOK** otorga estructura y gobernanza a las prácticas Lean, permitiendo documentarlas, medirlas y estandarizarlas en organizaciones que requieren trazabilidad y control.

El principio Lean de la **eliminación del desperdicio** se alinea directamente con el objetivo de eficiencia que persigue la gestión de proyectos. Mientras el PMI propone procesos para controlar el alcance, el tiempo y el costo, Lean invita a examinar los mismos procesos desde una perspectiva de valor: eliminar todo aquello que no contribuya al producto final o a la satisfacción del cliente. En este sentido, la combinación de ambos enfoques permite transitar de una gestión centrada en la ejecución a una gestión centrada en el propósito, en la que cada actividad, decisión y recurso se evalúan bajo el criterio de su aporte real al objetivo global.

Asimismo, el principio Lean de **respeto por las personas** transforma la dimensión humana de la gestión de proyectos. La estructura jerárquica tradicional, donde las decisiones fluyen de arriba hacia abajo, se sustituye por un modelo de liderazgo participativo en el que cada miembro del equipo asume responsabilidad sobre su trabajo y colabora activamente en la planificación. Esta visión coincide con las competencias de comportamiento que la **IPMA** destaca como esenciales para la dirección de proyectos: liderazgo, comunicación, motivación y trabajo en equipo. En el entorno constructivo, este enfoque fomenta una cultura de compromiso colectivo, reduce los conflictos y mejora la coordinación entre especialidades.

Otro punto de encuentro crucial entre ambos enfoques es la **gestión de la calidad y la mejora continua**. El pensamiento Lean, a través del principio *Kaizen*, propone un ciclo constante de perfeccionamiento de los procesos mediante la observación, el análisis y la acción correctiva. Este ciclo guarda estrecha relación con los procesos de control y aseguramiento de la calidad definidos en el **PMBOK**, donde se establece que el éxito de un proyecto depende de la capacidad de identificar no conformidades y aplicar ajustes tempranos. **Godínez González y Hernández Moreno (2018)** refuerzan esta idea al describir la metodología A3 como una herramienta de pensamiento científico que convierte el análisis

de problemas en un proceso de aprendizaje organizacional, demostrando que el control es más eficaz cuando se convierte en una práctica reflexiva.

En los proyectos de construcción peruanos, la interrelación entre gestión Lean y gestión de proyectos ha comenzado a consolidarse en los últimos años. Empresas locales han implementado esquemas híbridos que combinan los procesos del **PMI (2017)** con las herramientas Lean, generando sistemas de control más confiables y una planificación más colaborativa. Los resultados se han reflejado en la reducción de los tiempos de entrega, la disminución de retrabajos y la mejora en la previsibilidad de los cronogramas. Estas experiencias confirman que la aplicación simultánea de ambos enfoques no solo optimiza la ejecución, sino que también fortalece la cultura organizacional, promoviendo la transparencia y la mejora continua.

La gestión Lean complementa a la gestión de proyectos al introducir una filosofía que prioriza el flujo, la colaboración y la reflexión constante sobre el desempeño. De igual modo, la gestión de proyectos proporciona el marco estructural que garantiza la coherencia, la documentación y el seguimiento del proceso. Juntas, ambas perspectivas conforman un modelo integral de administración, capaz de responder a las exigencias de los proyectos contemporáneos: entornos cambiantes, plazos ajustados, presupuestos limitados y la necesidad de generar valor sostenible. Esta interrelación no implica sustituir un modelo por otro, sino integrarlos inteligentemente para que la **eficiencia técnica y la sensibilidad humana** se articulen en un mismo propósito: construir de manera más consciente, coordinada y eficiente.

2.1.6. Factores de éxito en la gestión organizacional y operativa

La identificación y gestión de los factores de éxito en la administración de proyectos constituye un componente esencial para garantizar la eficiencia organizacional y la efectividad operativa. En el ámbito de la construcción, donde los proyectos se desarrollan en entornos inciertos y con una alta interdependencia de actores, estos factores no pueden reducirse únicamente a la dimensión técnica o procedimental, sino que abarcan también aspectos culturales, humanos, comunicativos y estratégicos. La literatura internacional, encabezada por el **Project Management Institute (PMI, 2017)**, sostiene que el éxito de un proyecto depende del equilibrio entre la planificación, la ejecución, el liderazgo y la

capacidad de aprendizaje del equipo. En esa misma línea, autores como **Atkinson (1999)** y **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)** resaltan que los resultados óptimos solo se alcanzan cuando la estructura de gestión logra integrar los recursos, las personas y los procesos en torno a un propósito común.

Desde una perspectiva organizacional, el éxito de la gestión de proyectos comienza con la definición clara de los **objetivos y criterios de desempeño**. **PMI (2017)** indica que, antes de iniciar un proyecto, es indispensable elaborar un caso de negocio que justifique la inversión y establezca los parámetros de éxito en función de costos, tiempo, calidad y satisfacción del cliente. Esta definición temprana proporciona el marco de referencia sobre el cual se construirán los mecanismos de control y las estrategias de ejecución. Sin embargo, la experiencia demuestra que los proyectos exitosos no se limitan a cumplir indicadores cuantitativos, sino que también logran generar valor sostenible, aprendizaje colectivo y cohesión organizacional.

En el plano operativo, uno de los factores más determinantes es la **planificación efectiva**. Como plantean **Peurifoy et al. (2006)**, una planificación anticipada y rigurosa incrementa la capacidad del equipo para prever contingencias, optimizar recursos y coordinar actividades de manera armónica. La planificación, en este sentido, no debe entenderse como un documento estático, sino como un proceso dinámico que evoluciona junto con el proyecto. Las metodologías Lean, al introducir herramientas como el *Last Planner System* y el *Pull Planning*, han permitido transformar este proceso en un ejercicio participativo, donde cada actor asume responsabilidad sobre sus compromisos y contribuye a mantener la estabilidad del flujo productivo. La planificación efectiva, entonces, no solo establece un cronograma, sino que **construye confianza** y **alineación** entre los miembros del equipo.

La **comunicación organizacional** representa otro factor crítico para el éxito. En la gestión de proyectos, la información fluye constantemente entre diversos niveles jerárquicos, especialidades y proveedores; su claridad y oportunidad determinan la eficiencia del sistema. El **PMI (2017)** sostiene que la comunicación eficaz constituye hasta el 90% del trabajo de un director de proyectos, ya que permite anticipar conflictos, coordinar decisiones y asegurar la comprensión compartida de los objetivos. En entornos Lean, la comunicación se refuerza

mediante herramientas visuales —como tableros de planificación, matrices de responsabilidades o reportes A3— que simplifican la información y promueven la transparencia. Este principio de **gestión visual** se alinea con la filosofía del "respeto por las personas", al facilitar la participación y la rendición de cuentas.

El **liderazgo** es, quizás, el factor más decisivo para la gestión organizacional. El líder de proyecto no solo debe poseer habilidades técnicas, sino también competencias estratégicas y emocionales que le permitan guiar equipos diversos hacia un mismo propósito. **PMI (2017)** define al líder de proyecto como un integrador de saberes, un agente de cambio capaz de equilibrar la dirección técnica con la motivación y la mediación interpersonal. En este contexto, el liderazgo Lean adopta una connotación particular: se basa en el ejemplo, en la observación constante de los procesos y en la búsqueda colectiva de la mejora continua. El liderazgo efectivo no impone, sino que facilita; no controla, sino que inspira. Esta capacidad de construir relaciones de confianza y fomentar el aprendizaje es lo que diferencia a las organizaciones que prosperan de aquellas que se estancan.

Otro factor esencial es la **gestión del cambio**, entendida como la capacidad organizacional para adaptarse sin perder el rumbo. La construcción es un sector en el que los cambios son inevitables: modificaciones de diseño, ajustes presupuestales, variaciones climáticas o disponibilidad de recursos. **Leach (2005)** sostiene que todo proyecto experimentará transformaciones y que la clave del éxito radica en responder con agilidad, sin acumular decisiones pendientes ni comprometer los objetivos globales. En este sentido, la gestión Lean propone la institucionalización de la mejora continua (*Kaizen*) como una práctica diaria que convierte el cambio en una oportunidad de aprendizaje, y no en una amenaza.

La **calidad** y la **gestión del riesgo** conforman también pilares del éxito operativo. **Bazán Barrera (2014)** enfatiza que los sistemas de gestión de calidad, cuando se aplican de manera coherente, garantizan la ejecución bajo protocolos estandarizados que reducen la variabilidad y fortalecen la confianza del cliente. En paralelo, la gestión del riesgo permite anticipar eventos que puedan afectar el desempeño y diseñar estrategias de mitigación oportunas. La integración de ambos aspectos —calidad y riesgo— proporciona estabilidad y previsibilidad, dos atributos indispensables para proyectos de alta complejidad. En este

punto, el uso de herramientas como la *Matriz de Aplicabilidad* propuesta por **Bazán Barrera (2014)** resulta crucial, pues establece los procedimientos de control y asegura que cada actividad se ejecute bajo un estándar definido.

La **optimización de recursos** es otro factor de éxito que conecta directamente con los principios Lean. Según **Lledó (2013)**, un proyecto verdaderamente Lean exige vigilancia constante y disciplina de equipo, rechazando todo tipo de desperdicio y promoviendo la búsqueda permanente de la perfección. Este principio trasciende la eficiencia económica: implica emplear racionalmente los recursos humanos, materiales y tecnológicos, asegurando que cada uno aporte valor real al proyecto. Cuando la organización logra mantener esta coherencia, los resultados se reflejan en la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad del sistema.

Por último, la **cultura organizacional** constituye el cimiento sobre el cual se construyen todos los demás factores de éxito. Una organización con una cultura basada en la confianza, el aprendizaje y la cooperación es capaz de adaptarse, innovar y sostener el rendimiento en el tiempo. La cultura Lean, al fomentar el respeto por las personas, la transparencia en la información y la mejora continua, ofrece un marco ético y operativo que fortalece la gestión organizacional. En la práctica, esto se traduce en equipos más comprometidos, procesos más estables y resultados más consistentes.

En conjunto, los factores de éxito en la gestión organizacional y operativa no se limitan a procedimientos ni a herramientas: son el reflejo de una filosofía de trabajo que integra técnica, estrategia y valores humanos. La gestión Lean y la gestión de proyectos coinciden en que el verdadero éxito no se mide únicamente por la entrega de un producto, sino por la **capacidad de la organización para aprender, mejorar y generar valor sostenido en el tiempo**. En ese sentido, los proyectos no son solo fines en sí mismos, sino vehículos de desarrollo institucional, cultural y profesional, que consolidan la madurez organizacional y abren el camino hacia una práctica constructiva más eficiente, colaborativa y humana.

2.2. Estructura Organizacional y Procesos de Gestión

La **estructura organizacional** constituye el esqueleto funcional de toda gestión de proyectos, el marco sobre el cual se distribuyen los roles, responsabilidades y flujos de decisión que determinan la eficiencia operativa de una organización. En el ámbito de la construcción, donde los proyectos son temporales, complejos y altamente interdependientes, la definición de una estructura sólida y flexible se convierte en un requisito indispensable para alcanzar los objetivos de costo, tiempo, calidad y sostenibilidad. Una organización sin estructura es un conjunto disperso de esfuerzos; una estructura sin procesos definidos es un sistema inerte. De ahí que la verdadera gestión de proyectos emerja precisamente en la intersección entre **estructura y procesos**, entre la arquitectura jerárquica y la dinámica del trabajo diario.

Comprender la estructura organizacional implica reconocer que los proyectos son, ante todo, **organizaciones temporales** creadas para resolver un desafío particular. Cada una de ellas debe articular los recursos humanos, financieros y técnicos disponibles bajo una configuración específica, que permita una comunicación fluida, una toma de decisiones ágil y una supervisión efectiva. Como señalan **Calso Morales y Pardo Álvarez (2018)**, toda organización se compone de elementos interconectados —procesos, productos, clientes, recursos y directrices— que deben operar en equilibrio para garantizar su eficiencia. En los proyectos de construcción, esta interdependencia se amplifica: múltiples especialidades convergen en un mismo espacio físico y temporal, lo que exige coordinación rigurosa, claridad en la autoridad y una gestión adaptable a la variabilidad del entorno.

Los **procesos de gestión**, por su parte, representan la dimensión operativa de la estructura. Son los mecanismos que conectan la estrategia con la acción, el diseño con la ejecución, la planificación con el control. El **Project Management Institute (PMI, 2017)** describe estos procesos como un sistema integrado de grupos —inicio, planificación, ejecución, monitoreo y cierre— que se retroalimentan continuamente para asegurar la coherencia del proyecto. En la práctica, estos procesos deben adaptarse a las particularidades del entorno constructivo, donde la simultaneidad de actividades, la incertidumbre técnica y la presión de los plazos exigen mecanismos de control más ágiles y colaborativos.

El diseño de una estructura organizacional adecuada no puede separarse del enfoque metodológico que guía el proyecto. En la gestión tradicional, predominan las estructuras jerárquicas o funcionales, caracterizadas por la especialización y la centralización de decisiones. Sin embargo, los modelos contemporáneos —inspirados en los principios de la gestión Lean y de la dirección ágil de proyectos— tienden hacia configuraciones **matriciales, horizontales y flexibles**, donde la comunicación y la colaboración reemplazan la verticalidad. Este cambio refleja una transformación cultural profunda: el liderazgo se redistribuye, los equipos asumen mayor autonomía y los procesos se diseñan para fluir, no para controlarse rígidamente.

En la construcción moderna, la estructura organizacional debe responder no solo a la eficiencia técnica, sino también a la **coherencia cultural**. La distribución de responsabilidades, la gestión del conocimiento y la interacción entre los actores deben orientarse hacia la creación de valor continuo. Un **organigrama de obra**, una **matriz de responsabilidades (RAM o RACI)** y un sistema de **comunicación visual** bien definidos son herramientas esenciales para traducir la estrategia en acción y garantizar que cada miembro del equipo entienda su papel dentro del conjunto. Así, la organización se convierte en un organismo vivo, donde cada proceso tiene sentido porque contribuye al propósito general del proyecto.

Este capítulo, por tanto, abordará la estructura organizacional y los procesos de gestión no como elementos aislados, sino como componentes complementarios de un mismo sistema. Se examinarán los distintos tipos de estructuras aplicables a los proyectos constructivos, las funciones del liderazgo en cada nivel jerárquico, los mecanismos de coordinación entre áreas y los flujos de información que garantizan la eficiencia operativa. Asimismo, se explorará cómo los principios Lean —particularmente la colaboración, la eliminación del desperdicio y la mejora continua— transforman la organización en una red inteligente de valor. Comprender esta articulación entre estructura y procesos permitirá reconocer que la verdadera fortaleza de un proyecto no reside en la cantidad de recursos disponibles, sino en la capacidad de **organizar el esfuerzo humano y técnico de manera estratégica, coherente y colaborativa**.

2.2.1. Naturaleza del proyecto: alcance, objetivos y restricciones

La naturaleza de un proyecto constituye la base conceptual y operativa sobre la cual se edifican todos los procesos de gestión. Comprenderla implica identificar con claridad su **alcance**, sus **objetivos** y sus **restricciones**, pues estos tres elementos definen los límites, las expectativas y las condiciones bajo las cuales se ejecutará el trabajo. En el contexto de la construcción, donde cada proyecto es único por su diseño, localización, magnitud y entorno, reconocer su naturaleza es indispensable para garantizar una dirección eficiente y una organización coherente con las demandas del cliente y del entorno. Un proyecto sin una definición precisa de estos componentes se convierte en un sistema vulnerable, expuesto a desviaciones, conflictos y sobrecostos que comprometen su éxito.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** define un proyecto como "un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto, servicio o resultado único" (p. 4). Esta definición pone de relieve tres características esenciales: temporalidad, unicidad y orientación a resultados. La temporalidad implica que todo proyecto tiene un inicio y un fin definidos; la unicidad, que cada resultado es distinto y no replicable en idénticas condiciones; y la orientación a resultados, que toda acción debe estar alineada con la creación de valor. En la práctica, estos principios se traducen en la necesidad de establecer con precisión el **alcance**, los **objetivos** y las **restricciones** que enmarcan el esfuerzo colectivo.

El **alcance** representa la delimitación conceptual y física del proyecto. Según el **PMI (2017)**, "gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto" (p. 129). Esta definición cumple una función doble: por un lado, clarifica las entregas comprometidas con el cliente; por otro, protege al equipo de trabajo de demandas que excedan los recursos disponibles. El alcance debe reflejar no solo los productos tangibles —como edificaciones, infraestructuras o instalaciones—, sino también los resultados intangibles, como la calidad percibida, la seguridad, la sostenibilidad o el impacto social. En la construcción, definir el alcance implica describir el **producto físico** (características, dimensiones, materiales) y el **trabajo necesario** para producirlo (actividades, procedimientos y controles). Esta delimitación constituye el punto de partida para la planificación del tiempo, el costo y la calidad.

En la práctica, el alcance no es un documento cerrado, sino un **marco de control evolutivo** que debe adaptarse a los cambios del entorno. En los enfoques tradicionales, el alcance se define al inicio y se mantiene constante; en los enfoques contemporáneos, como los de carácter Lean o ágil, se admite un margen de flexibilidad para responder a las necesidades del cliente sin sacrificar la eficiencia del sistema. En contextos constructivos, esta flexibilidad se traduce en la capacidad de ajustar los entregables sin afectar la estabilidad del flujo de trabajo, lo que exige comunicación continua y un control riguroso de las modificaciones.

Los **objetivos del proyecto** constituyen la expresión concreta del propósito que guía la gestión. De acuerdo con el **PMI (2017)**, los objetivos deben ser específicos, medibles, alcanzables, realistas y temporales (criterio SMART), garantizando que cada acción responda a una intención clara. En la construcción, los objetivos suelen agruparse en tres niveles: estratégicos (relacionados con la misión del cliente o la organización), tácticos (vinculados con los resultados funcionales del proyecto) y operativos (asociados con la ejecución diaria). Esta jerarquía permite alinear la visión global con la acción puntual, asegurando coherencia entre la planificación y la operación. La metodología Lean refuerza esta idea al sostener que los objetivos deben orientarse al **valor percibido por el cliente**, es decir, que todo propósito del proyecto se justifica únicamente si contribuye a generar satisfacción y eficiencia simultáneamente.

La definición de objetivos no solo orienta la gestión técnica, sino también la gestión humana. Permite que los equipos comprendan el “por qué” detrás del “qué” y el “cómo”, fortaleciendo la motivación y la cohesión organizacional. Un objetivo bien comunicado se convierte en una fuente de compromiso, uniendo los intereses individuales con el propósito colectivo. En este sentido, el liderazgo juega un papel clave: debe traducir los objetivos estratégicos en acciones tangibles y asegurar que cada nivel de la organización reconozca su contribución al logro global.

Las **restricciones**, por su parte, delimitan las condiciones dentro de las cuales el proyecto debe desarrollarse. Tradicionalmente, estas restricciones se agrupan en la llamada **“triple restricción”**: alcance, tiempo y costo. Sin embargo, la gestión contemporánea —especialmente desde la visión del PMI— amplía este modelo hacia un sistema de

restricciones múltiples, que incluye la calidad, los recursos, el riesgo, la sostenibilidad y la satisfacción de las partes interesadas. Cada una de estas dimensiones actúa como una variable interdependiente: una modificación en cualquiera de ellas repercute en las demás. Por ejemplo, acortar los plazos puede afectar los costos y la calidad, mientras que incrementar los recursos puede generar nuevas complejidades logísticas. La función de la gestión de proyectos consiste precisamente en equilibrar estas restricciones para mantener la viabilidad y coherencia del sistema.

Hamad Hussain (2014) subraya que el manejo del tiempo y las restricciones asociadas al cronograma requiere no solo herramientas técnicas, sino también aceptación y compromiso de las partes interesadas. Un cronograma sin consenso carece de validez, por más preciso que sea. Por ello, la gestión de restricciones no se limita al control técnico, sino que exige **negociación y liderazgo**. En proyectos de construcción, donde los retrasos, imprevistos y variaciones son frecuentes, la gestión de restricciones se convierte en un proceso continuo de adaptación, donde el objetivo no es evitar el cambio, sino gestionarlo de manera inteligente.

En la metodología Lean, las restricciones no se perciben como obstáculos, sino como **oportunidades de mejora**. La filosofía de la mejora continua (*Kaizen*) propone analizarlas para identificar sus causas raíz y generar soluciones que optimicen el sistema completo. Así, las limitaciones de tiempo, recursos o espacio se transforman en motores de innovación y aprendizaje. **Berard (2012)**, al describir el sistema *Pull Planning*, enfatiza que los equipos deben anticipar las restricciones que impiden el flujo de trabajo y resolverlas colectivamente, garantizando la confiabilidad del plan. Este enfoque convierte la restricción en un elemento positivo del proceso: en lugar de bloquear el avance, orienta los esfuerzos hacia la optimización.

Definir con claridad el alcance, los objetivos y las restricciones no es un ejercicio meramente documental; es una práctica estratégica que da forma a la identidad del proyecto. En el campo de la construcción, donde la incertidumbre es inherente, esta definición actúa como brújula y como ancla: orienta el movimiento y mantiene la estabilidad. Un proyecto bien definido es aquel que sabe hasta dónde puede llegar, qué debe lograr y bajo qué condiciones debe hacerlo. Este conocimiento permite tomar decisiones coherentes, reducir

conflictos y mantener el control sobre la variabilidad. En última instancia, la naturaleza del proyecto —entendida como la síntesis de su alcance, sus objetivos y sus restricciones— refleja la madurez de la organización que lo ejecuta: una entidad capaz de transformar limitaciones en oportunidades, de convertir la planificación en aprendizaje y de hacer de la gestión un ejercicio de equilibrio entre la precisión técnica y la visión estratégica.

2.2.1.1. Diseño del sistema de producción en proyectos constructivos

El diseño del sistema de producción constituye uno de los pilares más decisivos dentro de la gestión moderna de proyectos constructivos. Este proceso no se reduce únicamente a organizar tareas o distribuir recursos, sino que implica **concebir una estructura integral de flujo, coordinación y valor**, capaz de transformar los insumos técnicos, humanos y materiales en resultados tangibles que respondan a las expectativas del cliente y a los estándares de calidad del proyecto. En la práctica, diseñar un sistema de producción significa definir **cómo se producirá la obra**, bajo qué condiciones operativas, con qué secuencia de actividades, qué estrategias de control se implementarán y qué mecanismos garantizarán la mejora continua a lo largo de la ejecución.

En la industria de la construcción, este diseño reviste una complejidad particular, debido a la naturaleza dinámica y variable de los procesos constructivos. A diferencia de la manufactura, donde el entorno de producción es estable y repetitivo, cada proyecto de construcción constituye un entorno singular, con su propio contexto físico, restricciones técnicas y requerimientos contractuales. Por ello, el diseño del sistema de producción debe ser **flexible, adaptativo y orientado al valor**, características que definen la filosofía Lean aplicada a la construcción.

Pons Achell (2014) sostiene que, en la etapa de diseño, el propósito fundamental es generar varias alternativas sustentadas en los requisitos, limitaciones y costo objetivo, con el fin de encontrar la opción que ofrezca el mejor valor al propietario. Este planteamiento sitúa al diseño del sistema de producción como un proceso estratégico, donde la toma de decisiones iniciales determinará la eficiencia operativa de toda la obra. De acuerdo con esta visión, el diseño no se limita al plano técnico, sino que constituye una herramienta de **gestión anticipatoria**, mediante la cual se establecen las bases para la planificación, la organización y el control del proyecto.

Para el diseño eficaz de un sistema de producción, es necesario seguir una serie de pasos interdependientes que garanticen su coherencia y funcionalidad. En primer lugar, se requiere una **definición clara de los objetivos del proyecto**, pues estos orientan todas las decisiones técnicas y logísticas. Tal como señala **Pons Achell (2014)**, los proyectos poseen un ciclo de vida definido que concluye cuando se alcanza el objetivo planteado; por lo tanto, comprender el fin último del proyecto es el primer paso para estructurar un sistema que conduzca hacia él de manera eficiente. En segundo lugar, debe realizarse una **identificación del valor**, entendida desde el enfoque Lean como la capacidad de distinguir las actividades que realmente aportan beneficios al cliente de aquellas que generan desperdicio. Este análisis permite priorizar los esfuerzos, eliminar procesos innecesarios y optimizar los flujos de trabajo.

El siguiente componente del diseño es la **configuración del flujo de trabajo**, la cual implica ordenar las tareas de modo que se logre una secuencia lógica y continua, minimizando los tiempos de espera y las interrupciones. Un flujo bien diseñado permite identificar cuellos de botella, sincronizar recursos y garantizar que los equipos dispongan de las condiciones adecuadas para ejecutar sus labores. En este punto, la planificación basada en flujo —característica del pensamiento Lean— adquiere relevancia, ya que busca **equilibrar el ritmo de producción con la demanda real del proyecto**, evitando la sobreproducción y maximizando la productividad.

Otro aspecto central del diseño del sistema de producción es la **creación de un entorno de trabajo seguro y eficiente**. Como advierte **Pons Achell (2014)**, la seguridad y el respeto por el medio ambiente deben ser considerados desde la etapa de diseño, y no solo durante la ejecución. Esto implica prever la disposición de las áreas de trabajo, la ubicación de equipos, el almacenamiento de materiales y la logística de circulación dentro del sitio de obra. Un diseño que integra criterios de seguridad y sostenibilidad no solo protege a los trabajadores, sino que incrementa la productividad y refuerza la imagen institucional de la organización constructora.

Una característica distintiva de los sistemas de producción en construcción es la necesidad de establecer **mecanismos de mejora continua**, que permitan ajustar el diseño inicial a partir de la retroalimentación obtenida durante la ejecución. La metodología Lean

concibe esta mejora como un proceso permanente, basado en la observación directa, la medición de indicadores y la participación activa de los equipos. El objetivo no es mantener un sistema estático, sino **aprender del proceso mismo**, introduciendo innovaciones que incrementen la eficiencia, reduzcan los desperdicios y fortalezcan la coordinación entre especialidades. En este sentido, la mejora continua no es una fase final, sino un principio operativo que acompaña a todo el ciclo de vida del proyecto.

El diseño del sistema de producción también requiere la definición de **estrategias de ejecución**, las cuales determinan los factores clave de éxito del proyecto. Estas estrategias deben considerar las restricciones del entorno, los riesgos potenciales, la disponibilidad de recursos y las metas contractuales. **PMI (2017)** indica que, antes de iniciar un proyecto, es necesario desarrollar un caso de negocio que establezca los objetivos y los criterios financieros y cualitativos de éxito, los cuales servirán de referencia para medir el avance y el rendimiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto. A su vez, **Atkinson (1999)** advierte que los tradicionales criterios de éxito —tiempo, costo y calidad— deben complementarse con indicadores de desempeño y de satisfacción del cliente, pues solo así es posible evaluar integralmente la gestión del sistema de producción.

La **coordinación de recursos** —humanos, materiales y financieros— constituye otro componente esencial del diseño. La optimización de estos elementos debe regirse por el principio Lean de **eficiencia integral**, que propone utilizar cada recurso de manera racional, evitando desperdicios y maximizando su aporte de valor. **Lledó (2013)** sostiene que un proyecto Lean requiere "vigilancia constante y una intolerancia total hacia el desperdicio de recursos", lo que demanda disciplina organizacional, control de inventarios y balance de cargas de trabajo. En la práctica, esto se traduce en una planificación precisa del suministro, un control logístico eficiente y una gestión transparente del capital humano.

Asimismo, la construcción moderna exige diseñar sistemas de producción que integren **tecnologías de información y comunicación** (TIC), como los modelos **Building Information Modeling (BIM)**, los tableros digitales de planificación o las plataformas de control de obra en tiempo real. Estas herramientas fortalecen la coordinación interdisciplinaria, facilitan la detección temprana de conflictos y mejoran la trazabilidad de

las decisiones. Cuando se integran dentro del marco Lean, las TIC se convierten en catalizadores del flujo y en fuentes de información confiable para la mejora continua.

Finalmente, el diseño del sistema de producción en proyectos constructivos no solo busca eficiencia técnica, sino también **coherencia organizacional**. Cada decisión —desde la disposición de los equipos hasta la definición de los procedimientos de control— debe estar alineada con la estrategia general del proyecto y con la cultura de la organización que lo ejecuta. Un sistema de producción exitoso es aquel que logra convertir la planificación en una práctica viva, capaz de adaptarse, aprender y mejorar constantemente. En palabras de **Pons Achell (2014)**, el verdadero propósito de diseñar un sistema de producción no es solo cumplir con las metas establecidas, sino "buscar la excelencia reduciendo o eliminando las actividades que no aportan valor, mejorando el rendimiento y, por ende, la satisfacción del cliente".

Así entendido, el diseño del sistema de producción constituye mucho más que una fase técnica del proyecto: es una manifestación de la inteligencia organizacional, del liderazgo colaborativo y de la madurez en la gestión. Cuando se concibe bajo los principios Lean, el sistema de producción deja de ser una estructura rígida para convertirse en un mecanismo flexible de aprendizaje, coordinación y creación de valor continuo. En él, la técnica y la estrategia se integran para hacer de la construcción no solo un proceso eficiente, sino una práctica de innovación, sostenibilidad y mejora humana.

2.2.1.2. Estrategias de ejecución y alineación con los objetivos

Las estrategias de ejecución constituyen el **núcleo operativo** de la gestión de proyectos, ya que determinan la manera en que las metas establecidas en la fase de planificación se materializan en acciones concretas dentro del campo de trabajo. En el contexto de la construcción, estas estrategias adquieren una dimensión especialmente compleja: deben responder simultáneamente a los objetivos técnicos, económicos, contractuales y humanos, al tiempo que se adaptan a entornos dinámicos y cambiantes. De su correcta formulación depende, en gran medida, la eficiencia global del sistema de producción, la sincronización de los recursos y la capacidad de la organización para cumplir con los estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad.

Diseñar estrategias de ejecución implica **traducir los objetivos del proyecto en planes de acción secuenciales, medibles y coordinados**, que integren tanto las actividades constructivas como los mecanismos de control y mejora continua. Tal como señala el **Project Management Institute (PMI, 2017)**, antes de iniciar un proyecto es necesario desarrollar un caso de negocio que defina los objetivos, la inversión requerida y los criterios de éxito —tanto financieros como cualitativos— que servirán para medir el rendimiento durante todo el ciclo de vida del proyecto. Este enfoque subraya que las estrategias no deben formularse desde la intuición o la experiencia aislada, sino a partir de un **análisis riguroso de las condiciones, restricciones y metas del proyecto**.

Desde la perspectiva Lean, las estrategias de ejecución deben centrarse en **crear valor y eliminar desperdicio**. El objetivo no es únicamente completar el proyecto en tiempo y presupuesto, sino lograr que cada actividad aporte un beneficio tangible al cliente o al sistema. En este sentido, **Pons Achell (2014)** enfatiza que las decisiones estratégicas en la etapa de diseño y ejecución deben orientarse hacia la opción que "cumpla los requerimientos del propietario y le ofrezca el mejor valor posible", considerando las limitaciones de costo, tiempo y calidad. Este principio redefine la noción de eficiencia: no se trata solo de producir más con menos, sino de **hacer lo necesario con precisión**, evitando tareas redundantes y maximizando el flujo de trabajo.

Las estrategias de ejecución, además, deben mantener una **alineación directa con los objetivos del proyecto**, tanto en el plano macro (organizacional) como en el micro (operativo). Esta alineación garantiza que las decisiones diarias —desde la programación de actividades hasta la asignación de recursos— contribuyan coherentemente al logro de las metas generales. **Atkinson (1999)** sostiene que los criterios clásicos de éxito —costo, tiempo y calidad—, si bien siguen siendo fundamentales, no son suficientes por sí solos para evaluar la eficacia de una estrategia. Es necesario incorporar dimensiones complementarias como la satisfacción del cliente, la seguridad en la obra, la sostenibilidad y la gestión del conocimiento. Este enfoque integral permite que las estrategias de ejecución no se reduzcan a simples cronogramas, sino que reflejen una visión sistémica del proyecto.

En el entorno constructivo, una estrategia de ejecución bien diseñada debe considerar tres dimensiones clave: la **planificación secuencial de actividades**, la **coordinación interfuncional** y la **gestión de riesgos**.

- En la primera, la correcta secuencia de actividades permite establecer un flujo lógico de producción, evitando interrupciones, sobrecargas o esperas innecesarias.
- En la segunda, la coordinación entre especialidades —estructuras, instalaciones, acabados, seguridad, entre otras— asegura que las interdependencias sean gestionadas de forma colaborativa.
- En la tercera, la gestión de riesgos identifica las posibles desviaciones y define estrategias de mitigación que aseguren la estabilidad del cronograma y del presupuesto.

El **PMI (2017)** destaca que la planeación de la ejecución debe incorporar métodos para "identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto", estableciendo una secuencia lógica que garantice la máxima eficiencia posible (p. 187). Esta definición resalta la importancia de la interconexión y del control continuo, elementos que en la práctica se materializan mediante herramientas como los cronogramas de obra, las matrices de responsabilidad y los tableros de control visual típicos de la filosofía Lean.

En este marco, la **alineación estratégica** cumple una función de articulación entre la visión y la operación. No basta con planificar actividades: es necesario que cada una de ellas responda a un propósito claro y medible, vinculado a los objetivos generales del proyecto. En proyectos Lean, esta alineación se logra a través de procesos colaborativos como el **Pull Planning**, que permiten a los equipos de trabajo participar en la definición de metas y comprometerse con su cumplimiento. Según **Berard (2012)**, los sistemas pull garantizan que el trabajo se realice "solo cuando se cumplen las condiciones necesarias", evitando sobrecargas y promoviendo la fiabilidad del plan. Esta práctica convierte la alineación estratégica en una dinámica viva, sostenida por la comunicación constante y la transparencia de la información.

Por otro lado, la **evaluación continua del desempeño** es indispensable para verificar si las estrategias de ejecución se mantienen alineadas con los objetivos a lo largo del desarrollo del proyecto. Las condiciones del entorno, las variaciones en los recursos o los cambios de alcance pueden alterar los supuestos iniciales, por lo que la estrategia debe revisarse y ajustarse de manera iterativa. La filosofía de la **mejora continua (Kaizen)**, intrínseca al pensamiento Lean, ofrece el marco ideal para este proceso adaptativo. Cada desviación se interpreta como una oportunidad de aprendizaje, y cada ajuste, como un paso hacia la excelencia operativa.

En la práctica, la alineación entre estrategias de ejecución y objetivos se traduce en **coherencia organizacional**. Cuando los líderes, los mandos medios y los operarios comparten una misma comprensión del propósito del proyecto, las decisiones se vuelven más precisas, los conflictos disminuyen y la productividad aumenta. La gestión moderna de proyectos reconoce que el éxito no depende únicamente de la exactitud técnica, sino también de la **claridad comunicacional** y de la **cultura de compromiso colectivo**. Así, las estrategias de ejecución dejan de ser instrumentos administrativos para convertirse en **sistemas dinámicos de coordinación y aprendizaje**.

En síntesis, diseñar estrategias de ejecución alineadas con los objetivos del proyecto significa transformar la planificación en una práctica consciente, capaz de equilibrar control y flexibilidad, previsión y adaptación. Estas estrategias deben permitir que cada acción contribuya al propósito global, que cada recurso se utilice con sentido, y que cada actor encuentre en su tarea una expresión del objetivo común. En la construcción contemporánea, la verdadera efectividad estratégica no se mide solo en la culminación de la obra, sino en la **armonía con que el proceso logra integrar eficiencia, valor y sostenibilidad**. Cuando la estrategia y los objetivos convergen, la obra deja de ser un simple producto físico y se convierte en el reflejo tangible de una gestión inteligente, ética y orientada al aprendizaje continuo.

2.2.1.3. Planificación, secuenciación y priorización de actividades

La planificación, secuenciación y priorización de actividades constituye una de las **fases más críticas en la gestión de proyectos constructivos**, ya que de su correcta estructuración depende la fluidez del trabajo, la sincronización de los recursos y la capacidad

del equipo para alcanzar los hitos establecidos dentro del plazo previsto. En la práctica, planificar no significa únicamente programar tareas en un cronograma: implica **visualizar el proyecto como un sistema interconectado de procesos**, donde cada actividad afecta a las demás y donde la coordinación precisa es el elemento que distingue la eficiencia del caos. En este sentido, la planificación se convierte en un proceso de diseño organizacional que busca **predecir, ordenar y optimizar** el flujo de trabajo desde el inicio hasta la entrega final.

De acuerdo con el **Project Management Institute (PMI, 2017)**, "Secuenciar las actividades es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es la definición de la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto" (p. 187). Esta definición resume la esencia de una planificación efectiva: construir una lógica operativa que permita alcanzar los objetivos minimizando la variabilidad. En los proyectos constructivos, donde la interdependencia entre fases y especialidades es constante, dicha lógica se traduce en la **alineación perfecta entre diseño, recursos, tiempos y métodos constructivos**.

El primer paso en la planificación efectiva es el **análisis integral de las actividades**. Este análisis no se limita a enumerar tareas, sino que exige comprender su naturaleza, duración, dependencias y condiciones de ejecución. **Peurifoy et al. (2006)** subrayan que "cada proyecto de construcción es una empresa única" y que, aunque se hayan realizado obras similares, nunca existirán condiciones idénticas. Por ello, cuanto más temprano se realice la planificación, mayor será la posibilidad de prever restricciones, coordinar disciplinas y establecer secuencias óptimas. La anticipación, en este contexto, no es una virtud opcional, sino una **estrategia esencial para garantizar la productividad** y reducir los riesgos asociados a los retrasos o incompatibilidades técnicas.

Una planificación eficaz requiere también definir **niveles jerárquicos de actividades**. En la práctica, los proyectos constructivos se estructuran a través de una **Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)**, que divide el alcance total en componentes manejables y medibles. Esta desagregación permite asignar responsabilidades claras, estimar recursos con mayor precisión y generar una base sólida para la programación. De este modo, la EDT actúa como un puente entre el diseño conceptual del proyecto y su ejecución

operativa. Al integrar esta herramienta con los principios Lean, se obtiene una planificación más dinámica, basada no en la rigidez de las fases, sino en la **continuidad del flujo y la eliminación de desperdicios**.

La **secuenciación de actividades** es la siguiente etapa, y en ella se define el orden lógico y cronológico en el que deben ejecutarse las tareas. Este proceso combina la experiencia técnica con la capacidad analítica para anticipar dependencias, cuellos de botella y posibles interferencias entre especialidades. Una secuenciación adecuada no solo busca la eficiencia temporal, sino también la **compatibilidad técnica y la estabilidad del flujo de producción**. En el enfoque Lean, la secuenciación se apoya en el concepto de *flujo continuo*, donde el valor se genera cuando las actividades se encadenan sin interrupciones innecesarias. Esto implica reducir al mínimo las esperas, los retrabajos y los desplazamientos, asegurando que los recursos se utilicen en el momento justo y en el lugar preciso.

Koskela (1992) ya advertía que los mayores problemas en el flujo de la construcción derivan de los enfoques tradicionales de diseño y organización, los cuales fragmentan el proceso en lugar de integrarlo. En su propuesta, la eficiencia del flujo se logra al identificar las actividades que no agregan valor, reducir la variabilidad y ajustar las partes del proceso para una mejor sincronización. De esta manera, la secuenciación deja de ser un simple orden cronológico para convertirse en una **estrategia de armonización productiva**, donde cada actividad es una pieza de un engranaje coordinado que se mueve al ritmo del valor generado.

En paralelo, la **priorización de actividades** actúa como el eje de flexibilidad del sistema de planificación. No todas las tareas tienen el mismo impacto en el cumplimiento de los objetivos, por lo que es necesario establecer criterios de prioridad que orienten los esfuerzos hacia las acciones de mayor relevancia estratégica. Estos criterios pueden basarse en factores como el **riesgo, la criticidad, la interdependencia y el aporte al valor del cliente**. En la práctica Lean, esta priorización se vincula directamente con la gestión visual y el control colaborativo: los equipos de obra utilizan tableros o planillas para identificar qué actividades son críticas en cada ciclo de trabajo, promoviendo la toma de decisiones conjunta y la responsabilidad compartida.

Las herramientas de planificación colaborativa, como el **Pull Planning** o planificación inversa, se convierten en instrumentos clave dentro de esta dinámica. **Berard**

(2012) señala que el propósito de los sistemas pull es "identificar el trabajo que se puede realizar, abordar las condiciones que impiden que el trabajo avance y limitar el trabajo en progreso". En este esquema, la secuenciación y la priorización no son impuestas de manera vertical, sino construidas colectivamente entre los equipos que ejecutan las tareas. Este enfoque garantiza que la planificación sea **realista y ejecutable**, y que las restricciones se aborden antes de que afecten el flujo del proyecto. El resultado es un sistema más confiable, flexible y participativo, donde la planificación deja de ser un documento estático para convertirse en un proceso vivo y colaborativo.

Un componente esencial en este marco es el **control del ritmo de producción**, vinculado con el concepto de *Takt Time*, que representa la frecuencia con la que una unidad de trabajo debe completarse para cumplir con el cronograma general. **Ballard (1998)** planteó que la gestión de la producción debe incorporar modelos de control que reduzcan la incertidumbre y aumenten la previsibilidad del rendimiento. Así, la secuenciación no solo establece el orden, sino también la cadencia del trabajo, garantizando que las unidades productivas operen en armonía. Un flujo bien balanceado, sin sobrecargas ni tiempos muertos, eleva la eficiencia y mejora la moral del equipo, creando un entorno más estable y predecible.

Finalmente, la planificación, secuenciación y priorización de actividades deben entenderse como un **proceso iterativo**, no como una etapa fija. Cada fase del proyecto genera nueva información que obliga a revisar, ajustar y optimizar los planes existentes. La filosofía Lean fomenta este aprendizaje continuo, promoviendo ciclos de revisión semanales y la participación de todos los actores en la búsqueda de mejoras. En este sentido, la planificación no es un instrumento de control, sino una herramienta de comunicación, alineación y desarrollo organizacional.

En síntesis, planificar, secuenciar y priorizar actividades en proyectos constructivos equivale a **dirigir el flujo vital del proyecto**. Es diseñar un sistema que equilibre previsión y adaptabilidad, que transforme la complejidad en coordinación y que convierta la planificación en una práctica de aprendizaje continuo. Cuando estos procesos se ejecutan con rigor metodológico y visión Lean, el proyecto deja de ser una sucesión de tareas para

convertirse en una red sincronizada de valor, capaz de entregar resultados con precisión, eficiencia y excelencia operativa.

2.2.1.4. Sectorización operativa y fases del proyecto

La **sectorización operativa** y la definición de las **fases del proyecto** constituyen un componente esencial en el diseño y ejecución del sistema de producción en la construcción moderna. A través de ellas se logra descomponer el proyecto en unidades manejables, equilibrar las cargas de trabajo, optimizar el uso de los recursos y asegurar una continuidad productiva que reduzca desperdicios y tiempos muertos. En términos conceptuales, la sectorización busca establecer un **modelo de organización espacial y temporal**, donde cada parte del proyecto sea tratada como un subsistema autónomo, pero sincronizado con el conjunto. Este principio, de clara inspiración Lean, transforma la obra en una red ordenada de procesos coordinados que fluyen con regularidad hacia un mismo objetivo: **la generación de valor continuo**.

De acuerdo con **Brioso Lescano (2015)**, la sectorización en Lean Construction consiste en **dividir una edificación en partes iguales o similares para obtener actividades o procesos equilibrados en sectores**, buscando crear una línea de producción balanceada que garantice la eficiencia en la ejecución. Esta práctica, lejos de ser un mero ejercicio de división física, responde a un enfoque estratégico: permite controlar la variabilidad, mantener la estabilidad del ritmo de producción y distribuir los recursos de manera más racional. En la medida en que cada sector se convierte en una unidad de control, el seguimiento del avance y la detección de problemas se simplifican, permitiendo que la toma de decisiones sea más ágil y basada en información precisa.

En el contexto constructivo, la sectorización se aplica principalmente en obras de edificación —como edificios residenciales, hospitales, centros comerciales o infraestructuras de gran escala— donde la repetitividad de los elementos estructurales facilita la implementación de sistemas productivos estandarizados. **Brioso Lescano (2015)** destaca que la actividad crítica en este proceso suele ser la **división de los elementos horizontales** de concreto armado, pues estos constituyen la base sobre la cual se programan los recursos y las actividades posteriores. Al dividir los niveles o sectores de manera

equilibrada, se busca que el trabajo fluya sin interrupciones y que la productividad se mantenga constante a lo largo de toda la ejecución.

Sin embargo, el concepto de sectorización va más allá de una delimitación geométrica: implica también una **organización funcional** de los equipos, materiales, equipos de trabajo y tiempos de ejecución. De este modo, cada sector o fase no solo define un espacio, sino también una secuencia de operaciones interdependientes. En este sentido, la sectorización es una herramienta de gestión que integra las tres dimensiones fundamentales de la producción: **espacio, tiempo y recursos**. Su adecuada planificación permite que las cuadrillas trabajen en paralelo en distintos sectores, evitando interferencias y maximizando el rendimiento global del sistema.

El diseño de la sectorización debe sustentarse en criterios técnicos, logísticos y de seguridad. En el plano técnico, se busca equilibrar la complejidad de las tareas y la disponibilidad de equipos para evitar la sobrecarga en determinadas áreas. En el plano logístico, se consideran aspectos como los accesos, las rutas de transporte interno, el almacenamiento de materiales y la disposición de maquinaria. Y en el plano de la seguridad, se procura que los sectores estén claramente delimitados y señalizados, reduciendo riesgos de interferencia o accidentes laborales. Una sectorización eficiente permite así **integrar la planificación operativa con la seguridad industrial**, reforzando el control de las operaciones y la trazabilidad de los avances.

Desde la perspectiva de la **gestión Lean**, la sectorización está estrechamente vinculada con la noción de **flujo continuo** y con el concepto de **tren de actividades**. Cada sector constituye una estación en una cadena de valor que debe mantenerse en movimiento mediante la adecuada programación de las cuadrillas y la sincronización de las tareas. **Castro Encalada y Pajares Herrera (2014)** señalan que los pasos esenciales para generar un tren de trabajo efectivo incluyen: sectorizar el área de trabajo, listar las actividades necesarias, secuenciarlas (incluyendo márgenes o *buffers* si es necesario) y dimensionar los recursos. Este proceso no solo aumenta la productividad, sino que favorece la especialización de las cuadrillas, genera una curva de aprendizaje más rápida y facilita el control visual de los procesos.

El **entrelazamiento entre sectorización y fases del proyecto** es igualmente relevante. Cada fase representa una etapa del ciclo de vida constructivo —preparación, cimentación, estructura, instalaciones, acabados y entrega— y debe coordinarse con la sectorización espacial para lograr una progresión armónica. En este sentido, la planificación por fases permite **sincronizar los tiempos de ejecución** de los distintos sectores, asegurando que la transición entre ellos sea fluida y que no se generen esperas innecesarias. Así, mientras la sectorización divide el espacio, la planificación por fases ordena el tiempo; ambas dimensiones convergen en un sistema productivo integral que equilibra la carga y la capacidad del proyecto.

Ghio Castillo (2001) introduce en este contexto la importancia de la programación lineal como base para eliminar holguras improductivas y equilibrar los volúmenes de trabajo diario. En un entorno sectorizado, esta programación permite que las cuadrillas avancen de manera rítmica entre sectores, manteniendo un flujo continuo y reduciendo los tiempos muertos. El desafío radica en conservar este equilibrio dinámico a lo largo de la obra, ajustando los recursos según las variaciones del entorno o la aparición de restricciones imprevistas. Por ello, la sectorización debe concebirse como un sistema **flexible y autorregulado**, más que como una estructura rígida.

Otro aspecto crítico en la implementación de la sectorización es la **gestión de capacidades instaladas**. **Brioso Lescano (2015)** advierte que en muchos proyectos existen capacidades superiores a las necesarias, lo que genera ineficiencia y desperdicio de recursos. Planificar la sectorización implica entonces evaluar de manera realista las capacidades de mano de obra, maquinaria y materiales disponibles, buscando un equilibrio entre la demanda de producción y la oferta de recursos. Este principio es coherente con la filosofía Lean, que rechaza la sobreproducción y promueve el uso racional y equilibrado de los medios de trabajo.

Asimismo, la sectorización constituye un soporte fundamental para la **gestión visual y el control del avance**. Cada sector puede ser monitoreado mediante tableros de control, hojas A3 o herramientas digitales que registren la productividad, los tiempos y las restricciones. Esto permite una **retroalimentación continua** entre la planificación y la ejecución, facilitando la toma de decisiones basadas en datos reales. En la práctica, la

sectorización convierte el proyecto en un sistema auditable en tiempo real, donde cada fase refleja la eficiencia global del proceso constructivo.

Finalmente, la sectorización y las fases del proyecto no deben concebirse como aspectos meramente técnicos, sino como **expresiones organizacionales del pensamiento Lean**. Sectorizar no solo implica dividir el trabajo, sino **coordinarlo inteligentemente**; planificar fases no solo significa ordenar el tiempo, sino **construir continuidad y aprendizaje**. En un sistema bien diseñado, cada fase retroalimenta a la siguiente, y cada sector aporta datos y experiencias que optimizan el conjunto. Así, la obra se convierte en un flujo de conocimiento y mejora, donde el orden, la eficiencia y la sostenibilidad convergen en una práctica constructiva más humana, inteligente y colaborativa.

En conclusión, la sectorización operativa y las fases del proyecto representan el **puente entre la planificación estratégica y la ejecución efectiva**. Son la manifestación tangible del principio Lean de fluir sin interrupciones, de equilibrar el trabajo y de mejorar constantemente. Un proyecto bien sectorizado y planificado por fases no solo se ejecuta con eficiencia, sino que **aprende de sí mismo**, convirtiendo cada metro cuadrado construido en evidencia de un proceso en evolución hacia la excelencia operativa y organizacional.

2.2.1.5. Control y retroalimentación del ritmo productivo

El **control y la retroalimentación del ritmo productivo** constituyen la esencia del desempeño operativo en los proyectos constructivos, especialmente dentro de los enfoques basados en la filosofía Lean Construction. En un entorno donde la sincronización de recursos, tiempos y actividades es determinante, controlar el ritmo de producción no solo significa supervisar el avance físico de la obra, sino también **asegurar la estabilidad del flujo de trabajo, reducir la variabilidad y mantener la continuidad del valor agregado** a lo largo del proceso. Este control se convierte en el mecanismo que traduce la planificación teórica en rendimiento real, y la retroalimentación, en el proceso que transforma los resultados observados en oportunidades de mejora continua.

En la gestión tradicional, el control de la producción suele centrarse en el cumplimiento de cronogramas y metas parciales, basándose en indicadores de avance físico o financiero. Sin embargo, desde la perspectiva Lean, este enfoque es insuficiente, pues **la**

eficiencia no se mide solo por la cantidad de trabajo realizado, sino por la regularidad con que dicho trabajo fluye a través del sistema. **Ballard (1998)** plantea que la gestión de proyectos de construcción debe incorporar un modelo de control de producción que incremente la previsibilidad del rendimiento y mejore la capacidad productiva del sistema. De acuerdo con sus hipótesis, mejorar la confiabilidad de la planificación —medida por el indicador PPC (*Percent Plan Complete*)— reduce la variación de la productividad, mientras que el control continuo del flujo disminuye la necesidad de buffers y acorta la duración total del proyecto.

El control del ritmo productivo, también conocido como **control del flujo o Takt Time**, busca establecer una frecuencia uniforme de producción que sincronice las actividades entre los distintos sectores o fases de la obra. Este concepto, heredado del pensamiento manufacturero de Toyota, implica determinar cuánto tiempo debe transcurrir entre la finalización de una unidad de trabajo y el inicio de la siguiente para cumplir con el cronograma global sin generar sobrecargas ni ociosidades. En la construcción, aplicar el *Takt Time* significa **ajustar la velocidad del proceso al ritmo natural de la demanda y de la capacidad instalada**, permitiendo que cada cuadrilla avance en armonía con las demás y que el flujo general mantenga su equilibrio.

Koskela (1992) ya advertía que los problemas más recurrentes de la producción en construcción derivan de la falta de atención al flujo y del exceso de enfoque en la conversión de tareas individuales. Su propuesta consistía en ampliar el control más allá del seguimiento de actividades, integrando la gestión del flujo como un principio esencial para mejorar la eficiencia. Esto implica identificar los cuellos de botella, reducir la variabilidad, eliminar los pasos que no agregan valor y ajustar continuamente las partes del proceso para lograr una sincronización estable. En esta línea, el control del ritmo productivo no es una acción correctiva posterior, sino un **mecanismo preventivo** que mantiene la estabilidad del sistema y asegura que las desviaciones sean detectadas antes de que generen impacto significativo.

La **retroalimentación**, por su parte, representa la dimensión adaptativa del control. Su objetivo es transformar los datos obtenidos durante la ejecución —mediciones, desviaciones, indicadores de desempeño— en conocimiento útil para la toma de decisiones. En la metodología Lean, la retroalimentación se integra dentro del ciclo de mejora continua

conocido como **PDCA (Plan – Do – Check – Act)**, o en su versión japonesa, *Kaizen*. **Godínez González y Hernández Moreno (2018)** destacan que el formato A3, herramienta clave de esta filosofía, actúa como un dispositivo de comunicación y reflexión que permite documentar problemas, analizar causas raíz y planificar acciones correctivas. Esta lógica empírica y científica convierte al control del ritmo productivo en un proceso de aprendizaje organizacional constante.

El control del ritmo en la construcción debe operar a distintos niveles: **estratégico, táctico y operativo**. En el nivel estratégico, se analizan los indicadores globales de rendimiento —como el PPC, el avance acumulado o los costos por unidad de producción— para evaluar la eficacia del sistema de gestión. En el nivel táctico, se revisan semanalmente los avances, los retrasos y las restricciones que afectan al flujo, aplicando herramientas de gestión visual como tableros, hojas A3 o reuniones *lookahead*. Finalmente, en el nivel operativo, el control se manifiesta en la observación directa de los procesos, el seguimiento del ritmo de las cuadrillas y la identificación inmediata de causas de variabilidad. Esta estructura multinivel permite mantener un **control integral, proactivo y participativo**.

Berard (2012) sostiene que la aplicación del Pull Planning en este contexto permite coordinar las actividades de forma que cada equipo ejecute el trabajo solo cuando se cumplen las condiciones necesarias, reduciendo el trabajo en progreso y aumentando la confiabilidad del plan. En consecuencia, el ritmo productivo se estabiliza, los tiempos de espera disminuyen y el avance real se aproxima al planificado. Este control colaborativo se refuerza con la práctica de reuniones periódicas entre los actores clave del proyecto, donde se revisan las desviaciones, se analizan las causas y se establecen compromisos de mejora para el siguiente ciclo productivo.

Desde un enfoque operativo, el control del ritmo productivo implica monitorear indicadores clave como la **variación del tiempo de ciclo**, la **productividad por unidad de trabajo**, el **cumplimiento de metas diarias o semanales** y el **nivel de flujo continuo entre sectores**. Estos datos permiten identificar patrones de comportamiento, anticipar riesgos y realizar ajustes correctivos de manera oportuna. La retroalimentación basada en datos empíricos transforma la percepción del control: deja de ser un proceso punitivo y se convierte en una herramienta de aprendizaje que promueve la responsabilidad colectiva.

Un aspecto crucial en el control Lean es el reconocimiento de que **toda variación tiene una causa**. Siguiendo los principios de *Kaizen* y del pensamiento de calidad total, el objetivo no es simplemente corregir errores, sino **entender las raíces de la ineficiencia**. Los retrasos, desperdicios o cuellos de botella deben analizarse desde una perspectiva sistémica, identificando los factores técnicos, humanos o organizacionales que los originan. Este enfoque permite que el control deje de centrarse únicamente en los síntomas y se oriente hacia la **eliminación estructural de las causas** que limitan la eficiencia del sistema.

En los proyectos constructivos modernos, la integración de tecnologías digitales —como sistemas BIM, sensores IoT, o plataformas de seguimiento en tiempo real— ha ampliado significativamente las posibilidades del control productivo. Estas herramientas proporcionan datos precisos sobre tiempos, rendimientos y desviaciones, permitiendo realizar análisis predictivos y tomar decisiones basadas en evidencia. Cuando se integran en un marco Lean, dichas tecnologías potencian la capacidad de retroalimentación y contribuyen a consolidar una cultura de transparencia, colaboración y mejora continua.

En definitiva, el control y la retroalimentación del ritmo productivo constituyen **el corazón de la gestión Lean en la construcción**. Su función trasciende el mero seguimiento del avance físico: es una práctica de **coordinación, aprendizaje y perfeccionamiento constante**. Controlar el ritmo no significa imponer rigidez, sino mantener armonía; retroalimentar no significa corregir fallas, sino cultivar conocimiento. Cuando ambos procesos se integran en la cultura organizacional, el proyecto se convierte en un sistema inteligente capaz de autorregularse, anticipar problemas y mejorar su desempeño con cada ciclo de producción. Así, el ritmo productivo deja de ser una variable técnica y se transforma en una manifestación viva del equilibrio entre planificación, ejecución y aprendizaje continuo.

2.2.2. Sistema integral de gestión y control del proyecto

El **sistema integral de gestión y control del proyecto** representa la columna vertebral de toda organización constructiva moderna, el mecanismo que coordina, supervisa y optimiza los procesos que intervienen en el ciclo de vida de una obra. No se trata únicamente de un conjunto de herramientas administrativas o procedimientos técnicos, sino de una **arquitectura organizacional dinámica**, donde convergen la planificación, la

ejecución, el control, la comunicación y la mejora continua. En el marco de la filosofía Lean, este sistema se concibe como un todo interconectado, en el que cada proceso aporta información y valor al siguiente, generando un flujo de aprendizaje y eficiencia sostenida.

Calso Morales y Pardo Álvarez (2018) sostienen que toda organización se estructura en torno a un sistema de gestión, entendido como un conjunto de elementos interrelacionados —procesos, productos, clientes, recursos, documentos y directrices— que permiten el desarrollo coordinado del negocio. En los proyectos de construcción, esta estructura adquiere una dimensión temporal y adaptativa: el sistema de gestión debe ser lo suficientemente **robusto para garantizar el control**, pero también **flexible para responder a la variabilidad del entorno**. De este equilibrio depende la capacidad del proyecto para cumplir con los objetivos de tiempo, costo, calidad y seguridad sin comprometer la innovación ni la sostenibilidad.

El propósito central de un sistema integral de gestión es **mantener la coherencia entre los objetivos estratégicos y la ejecución operativa**, asegurando que cada decisión esté alineada con la visión global del proyecto. Para lograrlo, el sistema debe integrar cuatro componentes esenciales:

1. **Gestión de la información y la comunicación**, que garantiza el flujo transparente de datos entre todos los niveles jerárquicos.

2. **Control operativo y de desempeño**, que supervisa el cumplimiento de los plazos, presupuestos y estándares de calidad.

3. **Gestión de riesgos y cambios**, que anticipa y mitiga los impactos derivados de la incertidumbre.

4. **Mejora continua y retroalimentación**, que convierte la experiencia adquirida en conocimiento organizacional útil para futuros proyectos.

Desde el enfoque Lean, este sistema se fundamenta en la visión de la empresa como una **cadena de valor interdependiente**. Cada proceso debe agregar valor al siguiente, y cualquier actividad que no lo haga debe ser eliminada o reformulada. En este sentido, el sistema de gestión actúa como un **circuito de control de flujo**, en el que la información

sobre el avance, las restricciones o las desviaciones se retroalimenta en tiempo real para ajustar la planificación y optimizar la ejecución. La gestión deja de ser un proceso lineal y se convierte en un ciclo iterativo, donde la planificación (*Plan*), la ejecución (*Do*), la verificación (*Check*) y la acción correctiva (*Act*) conforman un bucle permanente de aprendizaje (*PDCA*).

En los proyectos constructivos, este sistema integral se materializa a través de instrumentos de control y coordinación como el **plan maestro de obra**, los **cronogramas detallados**, las **matrices de responsabilidad (RAM o RACI)**, las **hojas A3** y las **reuniones de coordinación interfuncional**. Cada uno de estos elementos cumple una función específica dentro del sistema:

- El **plan maestro** establece la visión general del proyecto y los hitos principales que guían la ejecución.
- Los **cronogramas** definen la secuencia temporal de actividades y permiten evaluar la productividad mediante indicadores de avance.
- Las **matrices de responsabilidad** clarifican las funciones de cada miembro del equipo, evitando duplicidades y vacíos de autoridad.
- Las **hojas A3**, según **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, actúan como herramientas de análisis y mejora, integrando datos visuales, causas raíz y planes de acción en un formato sintético y colaborativo.
- Finalmente, las **reuniones periódicas de control y retroalimentación** sirven para analizar restricciones, revisar el cumplimiento del flujo de trabajo y fomentar la participación de todos los actores en la solución de problemas.

El **PMI (2017)** refuerza esta visión al señalar que un sistema de control efectivo debe permitir "medir el rendimiento, identificar variaciones respecto al plan y aplicar acciones correctivas que mantengan los objetivos del proyecto dentro de los parámetros definidos". Esto implica no solo medir el avance físico, sino también **evaluar la eficiencia del proceso productivo**, considerando la calidad, la seguridad y la satisfacción del cliente. En la práctica, esto se traduce en el uso de indicadores clave de desempeño (*Key Performance Indicators*,

KPI), tales como el porcentaje de plan cumplido (PPC), la productividad por jornada, el índice de retrabajos, el cumplimiento del presupuesto y el nivel de seguridad laboral. Estos indicadores permiten comparar el desempeño real con el planificado y tomar decisiones informadas para optimizar el sistema.

Un componente indispensable del sistema integral de gestión es la **gestión del cambio**, que busca mantener la estabilidad del proyecto frente a la inevitable variabilidad del entorno. **Leach (2005)** advierte que todos los proyectos experimentan cambios y que una gestión rigurosa es esencial para evitar que estos se acumulen y provoquen desviaciones críticas. Según el autor, las solicitudes de cambio deben evaluarse en función de su impacto sobre los factores clave de éxito —alcance, costo y cronograma—, considerando también los efectos acumulativos de múltiples modificaciones. Integrar esta perspectiva dentro del sistema de control permite gestionar los cambios de forma proactiva y no reactiva, reduciendo el riesgo de pérdida de control operativo.

La **retroalimentación sistémica** completa el ciclo de gestión. A través de reuniones de revisión, auditorías internas y reportes visuales, los equipos identifican oportunidades de mejora y documentan las lecciones aprendidas. Este proceso fortalece la cultura de aprendizaje organizacional, donde cada desviación se convierte en una fuente de conocimiento y cada éxito, en una práctica replicable. En términos Lean, esta retroalimentación constituye la esencia del *Kaizen*, entendido como la búsqueda constante de perfección mediante pequeños ajustes que, acumulados en el tiempo, generan grandes transformaciones.

Asimismo, la digitalización ha potenciado la capacidad de los sistemas de gestión para recopilar y procesar información en tiempo real. Herramientas como el **Building Information Modeling (BIM)**, los tableros digitales colaborativos y las plataformas de análisis de datos permiten una gestión más visual, participativa y predictiva. Integradas al enfoque Lean, estas tecnologías convierten la obra en un sistema de producción inteligente, donde la información fluye con precisión y el control se ejerce de manera colectiva y transparente.

En suma, el sistema integral de gestión y control del proyecto no solo cumple una función administrativa, sino que se erige como **el cerebro operativo del proceso**

constructivo. Su fortaleza radica en su capacidad para unir personas, procesos y tecnología bajo un propósito común: entregar valor con eficiencia, calidad y sostenibilidad. En un entorno competitivo y cambiante, donde los márgenes de error son mínimos y las exigencias del cliente cada vez mayores, disponer de un sistema de gestión integral es el factor que distingue a una organización reactiva de una organización **inteligente, resiliente y orientada a la mejora continua**.

Cuando este sistema se implementa bajo los principios Lean, el control deja de ser una actividad correctiva para convertirse en una **cultura de responsabilidad compartida**, en la que cada integrante del proyecto se convierte en agente de mejora. Así, la gestión ya no es solo una función técnica, sino una práctica humana y estratégica que armoniza el rigor de la planificación con la flexibilidad del aprendizaje, haciendo del proyecto una manifestación tangible de la excelencia organizacional.

2.2.3. Organización técnica y administrativa

La **organización técnica y administrativa** constituye el eje estructural que sostiene la ejecución de cualquier proyecto constructivo. En ella convergen los principios de gestión, la distribución jerárquica de funciones, los mecanismos de coordinación y los flujos de comunicación que garantizan que las decisiones estratégicas se traduzcan en acciones operativas eficaces. En el marco de la gestión Lean, esta organización se concibe no como un sistema rígido de control, sino como una **estructura colaborativa y flexible**, donde la técnica y la administración se integran para optimizar los recursos, eliminar desperdicios y mantener el flujo continuo del valor a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La naturaleza misma de los proyectos de construcción exige una organización dual: por un lado, la **organización técnica**, encargada de la planificación, diseño, control de calidad, supervisión y ejecución de los procesos constructivos; y por otro, la **organización administrativa**, responsable de la gestión de recursos, la administración contractual, la seguridad, la logística y el soporte financiero. Ambas dimensiones, aunque distintas en sus funciones, se complementan en un sistema integrado donde la eficiencia técnica solo es posible si existe un soporte administrativo sólido, y la eficiencia administrativa carece de sentido si no se orienta a fortalecer la operación técnica.

Según **Porras Díaz et al. (2014)**, la organización de un proyecto bajo el enfoque Lean "se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un sistema de producción que minimice los residuos, entendiendo por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva" (p. 35). Este principio introduce una concepción moderna de la organización: más que una estructura jerárquica de mando, es un **ecosistema de procesos interconectados**, donde cada área tiene la responsabilidad de aportar valor a la totalidad del proyecto.

En el plano técnico, la organización se construye sobre una estructura funcional que articula los equipos de **ingeniería, supervisión, control de calidad, seguridad, planificación y ejecución de obra**. Cada uno de estos departamentos cumple un rol específico dentro del sistema de producción. La ingeniería define los parámetros técnicos, la supervisión asegura su cumplimiento, el control de calidad valida los estándares, y la planificación coordina la secuencia y ritmo de las actividades. Esta distribución de responsabilidades no busca fragmentar, sino **integrar el conocimiento especializado** bajo un marco común de colaboración. En el modelo Lean, esta integración se refuerza mediante prácticas de gestión visual, reuniones diarias (*daily meetings*) y tableros de control que permiten la comunicación horizontal y la resolución rápida de restricciones.

En la dimensión administrativa, la estructura organiza los procesos de **gestión de recursos humanos, financieros, logísticos y contractuales**, asegurando el soporte necesario para la operatividad de la obra. Una administración eficiente implica prever las necesidades de materiales, gestionar los contratos de subcontratistas, controlar los costos y garantizar el cumplimiento normativo y legal del proyecto. Sin embargo, bajo la filosofía Lean, estas funciones no se conciben como tareas aisladas, sino como parte de un mismo sistema de valor. Cada decisión administrativa debe analizarse desde su impacto en el flujo del proyecto: **no se trata de controlar desde la oficina, sino de administrar desde el proceso**.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** define la estructura organizacional de un proyecto como "la disposición jerárquica de los roles, responsabilidades y relaciones de comunicación", la cual puede adoptar diversas configuraciones según las características

del entorno y la complejidad del proyecto (p. 319). Entre las más comunes destacan las estructuras **funcionales, matriciales y orientadas a proyectos**. En la construcción, suele optarse por modelos matriciales, que permiten mantener la especialización técnica al tiempo que se promueve la flexibilidad operativa. En una matriz Lean, los flujos de comunicación se vuelven bidireccionales: la información no solo desciende desde la dirección hacia los niveles operativos, sino que también asciende desde el campo hacia la gerencia, generando un sistema de **retroalimentación constante** que mejora la toma de decisiones.

Uno de los instrumentos más importantes de la organización técnica y administrativa es el **organigrama de obra**, que representa gráficamente las relaciones jerárquicas y funcionales del proyecto. Este documento no solo muestra la estructura del equipo, sino que define líneas de autoridad, canales de comunicación y responsabilidades específicas. Complementariamente, la **Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM o RACI)** permite identificar quién es responsable (*Responsible*), quién aprueba (*Accountable*), quién debe ser consultado (*Consulted*) y quién informado (*Informed*) en cada actividad. De acuerdo con el **PMI (2017)**, esta herramienta "asegura que exista una única persona responsable de cada tarea concreta para evitar confusiones acerca de quién tiene autoridad sobre el trabajo" (p. 317). En la práctica, este tipo de herramientas minimiza la duplicidad de funciones, mejora la coordinación entre áreas y refuerza la rendición de cuentas.

La organización técnica y administrativa también debe incorporar **procesos de control transversal**, como la gestión de la calidad, la seguridad ocupacional, el control ambiental y la administración documental. Estos procesos garantizan la coherencia del sistema y la trazabilidad de las decisiones, factores esenciales para la mejora continua. En los modelos de gestión Lean, estas funciones se integran bajo sistemas visuales y colaborativos que permiten la detección temprana de desviaciones y la implementación inmediata de acciones correctivas. La calidad, por ejemplo, deja de ser un departamento aislado y se convierte en una responsabilidad compartida por todos los miembros del equipo, reforzando la cultura de compromiso y excelencia.

Por otro lado, la organización administrativa moderna debe trascender la simple gestión de recursos financieros. Su función estratégica radica en **crear condiciones para la eficiencia operativa**, mediante la optimización de los procesos de adquisición, el control de

inventarios y la reducción de desperdicios logísticos. La aplicación de herramientas Lean como el *Value Stream Mapping (VSM)* permite identificar cuellos de botella administrativos, optimizar los flujos de información y reducir los tiempos de aprobación o entrega. Así, la administración deja de ser un ente de control burocrático para convertirse en un agente activo de productividad.

Asimismo, la tecnología desempeña un papel crucial en la modernización de la organización técnica y administrativa. La integración de plataformas digitales de gestión —como sistemas BIM, ERPs o tableros de control colaborativo— posibilita una comunicación más ágil, una trazabilidad completa y una gestión basada en datos. Estas herramientas fortalecen el principio Lean de **transparencia total**, donde la información fluye sin barreras y las decisiones se sustentan en evidencia objetiva.

En conjunto, la organización técnica y administrativa constituye mucho más que una estructura de roles: es el **sistema nervioso del proyecto**, el punto de encuentro entre la técnica, la gestión y la estrategia. Una organización bien diseñada no solo coordina personas y recursos, sino que también promueve la cultura de colaboración, el liderazgo compartido y la mejora continua. En los entornos Lean, esta organización se transforma en un organismo vivo, capaz de adaptarse, aprender y evolucionar junto con el proyecto.

En conclusión, una organización técnica y administrativa eficaz es aquella que logra equilibrar la **precisión técnica con la inteligencia organizacional**, articulando equipos multidisciplinarios bajo una misma visión de valor. Al integrar la estructura jerárquica con procesos colaborativos y sistemas de control transparentes, la gestión Lean redefine el concepto tradicional de organización: ya no como un esquema estático de mando y control, sino como una red dinámica de aprendizaje, donde cada decisión técnica y administrativa contribuye a construir no solo una obra física, sino también una **cultura de excelencia operativa y humana**.

2.2.3.1. Organigrama funcional y matriz de responsabilidades

El **organigrama funcional** y la **matriz de responsabilidades** constituyen herramientas fundamentales dentro de la organización técnica y administrativa de un proyecto constructivo. Ambas conforman el marco operativo que **define con claridad la**

estructura jerárquica, las funciones, los roles y las líneas de comunicación que articulan a todos los participantes del proyecto. Su correcta elaboración y aplicación permiten garantizar la coordinación efectiva de los equipos, la asignación precisa de tareas, la rendición de cuentas y la fluidez del flujo de información, todo ello dentro del sistema integral de gestión. En el contexto de la **Gestión Lean**, estos instrumentos adquieren un valor aún mayor, pues no solo ordenan la estructura organizacional, sino que también se convierten en mecanismos de **transparencia, colaboración y mejora continua**, alineados con los principios de eficiencia y eliminación del desperdicio.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** define el organigrama del proyecto como "una representación gráfica de los miembros del equipo y de sus relaciones de comunicación, que puede ser formal o informal, muy detallada o formulada de manera general, dependiendo de las necesidades del proyecto" (p. 319). En la práctica, el organigrama funcional actúa como un **mapa de autoridad y coordinación**, en el cual se visualiza la estructura jerárquica y funcional de la organización de obra. A través de él, se identifican los niveles de mando, las líneas de reporte y las relaciones transversales entre los distintos equipos y especialidades. Este instrumento no solo facilita la gestión interna, sino que también aporta claridad a los stakeholders externos, al mostrar cómo está organizada la estructura operativa y quiénes son los responsables de la toma de decisiones en cada nivel.

Dentro del ámbito constructivo, el organigrama funcional suele estructurarse en torno a tres grandes niveles:

1. **Nivel directivo o estratégico**, encabezado por el director del proyecto, responsable de la toma de decisiones globales, la gestión contractual y la relación con el cliente o la entidad promotora.

2. **Nivel de coordinación técnica y administrativa**, donde se ubican las jefaturas de áreas como ingeniería, planificación, calidad, seguridad, control de costos, recursos humanos y logística.

3. **Nivel operativo**, integrado por los residentes, supervisores, capataces y operarios que ejecutan directamente las actividades constructivas.

Esta división funcional permite una **visión vertical y horizontal de la gestión**, en la que la jerarquía asegura la dirección estratégica y el trabajo colaborativo garantiza la eficiencia operativa. En la gestión Lean, el organigrama no debe interpretarse como un esquema rígido, sino como una red dinámica que **promueve la comunicación multidireccional y la toma de decisiones compartida**, favoreciendo el flujo continuo de información entre los niveles jerárquicos.

El **organigrama funcional**, cuando está bien diseñado, contribuye a reducir uno de los principales problemas en los proyectos de construcción: la ambigüedad en los roles. En muchas obras, los conflictos y retrasos surgen no por fallas técnicas, sino por **duplicidades de funciones, vacíos de autoridad o comunicaciones ineficaces**. Un organigrama claro y actualizado permite prevenir estos conflictos al definir de manera explícita quién toma las decisiones, quién ejecuta, quién supervisa y quién informa. Además, facilita la integración de equipos multidisciplinarios, especialmente en proyectos complejos donde participan diversas especialidades o empresas subcontratistas.

Complementariamente, la **Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM)** —conocida también como **Matriz RACI** por sus siglas en inglés (Responsible, Accountable, Consulted, Informed)— es el instrumento que **detalla las responsabilidades específicas de cada miembro del equipo respecto a las actividades o entregables del proyecto**. Según el **PMI (2017)**, esta matriz "se utiliza para ilustrar las relaciones entre los paquetes de trabajo o las actividades y los miembros del equipo, mostrando todas las actividades asociadas con una persona y todas las personas asociadas con una actividad. Esto asegura que exista una única persona responsable de cada tarea concreta para evitar confusiones acerca de quién tiene autoridad sobre el trabajo" (p. 317).

La Matriz RACI cumple, por tanto, una función esencial dentro del sistema de gestión: **establecer la trazabilidad y la rendición de cuentas**. Cada celda de la matriz asigna un tipo de participación según la naturaleza del rol:

- **Responsible (Responsable)**: quien ejecuta directamente la actividad.
- **Accountable (Aprobador)**: quien asume la responsabilidad última por el resultado.

- **Consulted (Consultado)**: quien aporta información o asesoría técnica.
- **Informed (Informado)**: quien debe conocer el avance o las decisiones tomadas.

Esta clasificación elimina ambigüedades, distribuye la carga de trabajo de manera equitativa y mejora la eficiencia del proceso de comunicación. En un entorno Lean, la matriz de responsabilidades se convierte además en un instrumento de **gestión visual**: se presenta en tableros accesibles a todo el equipo, permitiendo que cada integrante conozca su rol, las tareas en curso y los puntos críticos de coordinación.

El uso conjunto del **organigrama funcional y la matriz de responsabilidades** genera una sinergia organizacional poderosa. Mientras el primero establece la estructura formal del proyecto, la segunda traduce esa estructura en acciones concretas. Juntas, permiten construir una cultura de trabajo basada en la **claridad, la colaboración y la responsabilidad compartida**. De este modo, se evita la fragmentación entre áreas y se fortalece la coherencia entre la gestión técnica y la gestión administrativa.

En los proyectos Lean, esta coherencia es fundamental. Como señala **Porras Díaz et al. (2014)**, la gestión Lean se centra en "crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución y un sistema de producción que minimice los residuos". Desde esta óptica, tanto el organigrama como la matriz de responsabilidades no son meras formalidades documentales, sino **instrumentos estratégicos de optimización del flujo de información y eliminación de desperdicios organizacionales**. Cada línea del organigrama y cada celda de la matriz representan un nodo del sistema productivo, donde la comunicación efectiva y la claridad funcional se traducen directamente en eficiencia operativa.

Asimismo, la implementación de tecnologías digitales ha transformado la gestión de estos instrumentos. Plataformas colaborativas, sistemas **BIM** y entornos de gestión documental permiten mantener los organigramas y matrices actualizados en tiempo real, adaptándose a los cambios de personal o a las variaciones del proyecto. Esta digitalización fortalece el principio Lean de **transparencia total**, donde toda la información organizacional está disponible, visible y accesible para quienes la necesitan, evitando retrasos por falta de comunicación o duplicidad de esfuerzos.

En síntesis, el **organigrama funcional y la matriz de responsabilidades** constituyen el esqueleto organizacional y el sistema nervioso del proyecto. El primero establece la estructura y jerarquía; la segunda, las funciones y compromisos. Juntos, promueven una gestión clara, responsable y colaborativa, alineada con los objetivos estratégicos y operativos de la obra. Cuando ambos instrumentos se integran bajo los principios Lean —comunicación abierta, liderazgo compartido y eliminación del desperdicio—, la organización del proyecto se convierte en un sistema eficiente, ágil y resiliente, capaz de adaptarse a los cambios sin perder cohesión.

Así, la claridad en los roles y la precisión en las responsabilidades no solo fortalecen la eficiencia técnica y administrativa, sino que también consolidan una **cultura organizacional basada en la confianza, la transparencia y el compromiso colectivo**, elementos indispensables para alcanzar la excelencia en la gestión de proyectos constructivos.

2.2.3.2. Layout de obra y dimensionamiento de infraestructura

El **layout de obra** y el **dimensionamiento de la infraestructura temporal** constituyen componentes esenciales dentro de la planificación y gestión técnica de los proyectos constructivos. Estos elementos definen la **organización física del espacio de trabajo**, la disposición de los recursos, la ubicación de los equipos y las áreas de soporte que permiten la ejecución eficiente, segura y fluida de las actividades. En otras palabras, el layout representa la **traducción espacial del sistema de producción**, donde cada decisión de ubicación o dimensionamiento impacta directamente en la productividad, los costos, la seguridad y la sostenibilidad del proyecto.

Diseñar un layout de obra adecuado no es un acto arbitrario ni meramente estético; es una decisión **estratégica y técnica**, sustentada en principios de logística, ergonomía, seguridad y eficiencia del flujo. Según **Otukogbe et al. (2021)**, la planificación del diseño del sitio de construcción implica “la disposición óptima de las instalaciones fijas y temporales dentro del espacio disponible, dado que su ubicación tiene un impacto directo en la productividad, la seguridad y el costo durante todo el proceso de construcción”. Esta afirmación resalta el carácter sistémico del layout: cada metro cuadrado del terreno debe

pensarse como parte de un engranaje en movimiento, donde la disposición física condiciona el rendimiento del conjunto.

En el marco de la **gestión Lean Construction**, el layout de obra se concibe como un elemento de alto impacto en el flujo de valor. Su propósito principal es **minimizar los desplazamientos innecesarios, reducir los tiempos de espera y evitar interferencias** entre equipos y procesos. Un layout ineficiente genera recorridos largos para materiales y personas, acumulación de inventarios en zonas no planificadas y riesgos de colisiones o accidentes. En cambio, un diseño bien estructurado permite que los recursos se desplacen en trayectorias cortas, seguras y previsibles, asegurando que cada actividad se ejecute en el momento y lugar adecuados. En términos Lean, el layout es un **instrumento físico para la eliminación del desperdicio**, especialmente los tipos *muda* de movimiento, transporte y espera.

El proceso de diseño del layout comienza con un análisis exhaustivo del **espacio disponible**, las características del terreno y las necesidades operativas del proyecto. En esta etapa se identifican los flujos principales —de materiales, de equipos, de personas y de información—, que servirán como guía para la distribución espacial. Los elementos más relevantes a considerar incluyen:

- **Áreas de almacenamiento y acopio de materiales**, que deben ubicarse próximas a los puntos de consumo y con accesos adecuados para vehículos de carga.
- **Zonas de circulación y transporte interno**, que faciliten el tránsito seguro de maquinaria, personal y materiales sin generar cruces conflictivos.
- **Talleres, campamentos, oficinas y servicios auxiliares**, que deben situarse estratégicamente para garantizar funcionalidad, comodidad y comunicación fluida.
- **Áreas de seguridad y emergencia**, incluyendo rutas de evacuación, puntos de reunión y almacenes de equipos de protección.
- **Sistemas de abastecimiento y gestión ambiental**, como zonas de reciclaje, plantas de tratamiento o tanques de agua, que deben integrarse en el diseño para cumplir los estándares de sostenibilidad.

El **dimensionamiento de la infraestructura temporal** es una extensión lógica del layout, pues busca **calcular la capacidad, el tamaño y la cantidad adecuada de las instalaciones y equipos necesarios** para sostener la producción en el ritmo planificado. Esta etapa requiere un análisis de correlación entre la carga de trabajo proyectada, la cantidad de personal, el volumen de materiales y las necesidades logísticas. Un sobredimensionamiento implica costos innecesarios y pérdida de espacio; un subdimensionamiento, por su parte, genera cuellos de botella y afecta la productividad. En la práctica, el equilibrio óptimo se logra mediante la aplicación de **principios de flujo continuo y balance de capacidad**, característicos del pensamiento Lean.

Brioso Lescano (2015) señala que, en la ejecución de proyectos de edificación, suele encontrarse una **capacidad instalada superior a la necesaria**, lo cual provoca ineficiencia en el uso de recursos. Para evitarlo, recomienda planificar la distribución de mano de obra, equipos, maquinaria y materiales asegurando un **balance adecuado entre sectores y procesos**. Este criterio de proporcionalidad es esencial en el dimensionamiento de infraestructura, ya que cada componente —desde los almacenes hasta los caminos de acceso— debe responder a una demanda real, no a una estimación sobredimensionada.

Un aspecto crucial del diseño del layout y del dimensionamiento es su **capacidad de adaptación**. El entorno de obra está en constante transformación: los espacios cambian conforme avanza la construcción, los requerimientos logísticos evolucionan y los flujos de materiales se reconfiguran. Por tanto, el layout no debe ser un documento estático, sino una herramienta **viva y revisable**, que se actualiza periódicamente según los avances y necesidades emergentes. La metodología Lean fomenta precisamente este enfoque flexible: la planificación por ciclos cortos (*lookahead planning*) y las reuniones de coordinación interfuncional permiten revisar continuamente la distribución física, corrigiendo ineficiencias antes de que afecten el flujo general del proyecto.

La **tecnología digital** ha revolucionado la forma de concebir y gestionar los layouts de obra. El uso de **modelos BIM (Building Information Modeling)** permite integrar la planificación espacial con la programación temporal (4D BIM), generando simulaciones que visualizan en tres dimensiones el desarrollo de la obra y la interacción entre sus componentes. Esta integración facilita la **detección temprana de conflictos espaciales**,

optimiza la logística de materiales y permite prever los impactos del layout en la productividad y la seguridad. Asimismo, el uso de drones, sistemas GIS y software de análisis espacial contribuye a **monitorear en tiempo real el cumplimiento del layout planificado**, ofreciendo información precisa para la toma de decisiones correctivas.

La dimensión administrativa también juega un papel clave en el diseño del layout. La ubicación de las oficinas de obra, los espacios de supervisión, las áreas de reunión y los puntos de control deben responder a criterios de **eficiencia comunicacional**. En la práctica, disponer físicamente a los equipos administrativos cerca de los frentes de trabajo fomenta la interacción, reduce los tiempos de respuesta y fortalece la cultura de colaboración. Esta disposición espacial refuerza uno de los principios esenciales del pensamiento Lean: **acercar la gestión al lugar donde ocurre el valor** (*go and see*, o *genchi genbutsu*), promoviendo un liderazgo presente y participativo.

Desde una perspectiva de seguridad y sostenibilidad, el layout también debe contemplar la **gestión integral del entorno de trabajo**. Un diseño seguro implica minimizar los puntos de cruce entre peatones y maquinaria, establecer zonas exclusivas para materiales peligrosos y garantizar la accesibilidad a los equipos de emergencia. Por su parte, un layout sostenible debe optimizar el uso del espacio y los recursos, reducir la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental del proyecto. En este sentido, el layout se convierte en una herramienta no solo de eficiencia técnica, sino también de **responsabilidad social y ambiental**.

En síntesis, el **layout de obra y el dimensionamiento de la infraestructura** son expresiones tangibles del sistema de gestión y producción del proyecto. Constituyen el punto de encuentro entre la planificación estratégica y la operación diaria, entre la teoría del flujo y la práctica constructiva. Un layout bien diseñado es aquel que facilita la ejecución ordenada, segura y eficiente del proyecto, mientras que un dimensionamiento equilibrado garantiza que los recursos físicos estén en proporción con las necesidades reales del proceso productivo.

Cuando ambos elementos se desarrollan bajo los principios Lean, el espacio físico de la obra se transforma en un **sistema inteligente de flujo**, donde cada desplazamiento, cada instalación y cada metro cuadrado contribuyen al valor final. El layout deja de ser un

plano técnico para convertirse en un **instrumento de gestión integral**, y el dimensionamiento, en una manifestación de equilibrio entre eficiencia, economía y sostenibilidad. En última instancia, la correcta organización espacial del proyecto no solo incrementa la productividad, sino que eleva la calidad del trabajo, la seguridad de los equipos y la armonía entre la obra y su entorno, consolidando así una verdadera **cultura de excelencia operativa y gestión inteligente del espacio constructivo**.

2.2.4. Planificación temporal del proyecto

La **planificación temporal del proyecto** constituye uno de los pilares fundamentales en la gestión moderna de la construcción. Su objetivo es **establecer una secuencia lógica, coherente y realista de actividades** que permita alcanzar los objetivos planteados dentro de los plazos definidos, optimizando simultáneamente los recursos disponibles y garantizando la calidad del producto final. En esencia, la planificación temporal traduce la visión estratégica del proyecto en un **programa operativo** que guía la ejecución desde su inicio hasta la entrega final, sirviendo como herramienta de control, coordinación y evaluación del desempeño.

Dentro del marco de la **Gestión Lean Construction**, la planificación temporal se concibe no solo como un cronograma rígido, sino como un **sistema dinámico de flujo y compromiso**, donde el tiempo se gestiona como un recurso productivo que debe ser utilizado de manera eficiente y sin desperdicios. El enfoque Lean busca reducir la variabilidad en los procesos, sincronizar las actividades y asegurar que cada tarea se realice exactamente cuando y como debe hacerse, evitando tiempos muertos, esperas innecesarias y acumulación de inventarios intermedios. Así, la planificación temporal deja de ser un documento administrativo para convertirse en una herramienta de **gestión colaborativa y mejora continua**.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** señala que la gestión del tiempo del proyecto “incluye los procesos requeridos para administrar la finalización oportuna del mismo”, enfatizando que estos procesos abarcan la definición, secuenciación y estimación de las actividades, así como el desarrollo y control del cronograma (p. 173). Esta visión se alinea con los principios de la producción ajustada, que plantean que el control del tiempo

no se logra mediante la supervisión centralizada, sino a través del **empoderamiento de los equipos**, la planificación colaborativa y la retroalimentación constante.

En la práctica, la planificación temporal en proyectos constructivos parte de la **definición del alcance y los entregables**, que determinan las actividades necesarias para alcanzar los objetivos. A partir de ello, se procede a la **estructuración jerárquica de tareas** (a través del *Work Breakdown Structure* o EDT), la **estimación de duraciones**, la **identificación de dependencias lógicas** y la **asignación de recursos**. Estas etapas culminan en la elaboración del **cronograma base del proyecto**, que refleja la secuencia temporal óptima de ejecución.

No obstante, como advierte **Hamad Hussain (2014)**, el control del tiempo no puede limitarse a una simple tabla de actividades, duraciones y relaciones. El autor enfatiza que "considerar el cronograma como una tabla que consta de actividades, duración, relaciones y asignación de recursos… terminará en un desastre, especialmente en proyectos grandes, porque no asegurará todas las actividades requeridas que se identificarán durante el desarrollo de dicho cronograma". Esta observación subraya la necesidad de una **planificación viva y adaptable**, capaz de evolucionar conforme avanza el proyecto y surgen nuevas condiciones operativas.

El **cronograma de obra** —también denominado **cronograma meta**— constituye la principal herramienta de gestión temporal en la construcción. Según **Celis Paira (2019)**, este tipo de cronograma "es formulado para controlar internamente el proyecto, considerando metas más agresivas y/o escenarios más optimistas comparado con el cronograma contractual". Su función es establecer un marco de control más exigente que el contrato formal, permitiendo medir el rendimiento real del equipo y anticipar desviaciones antes de que afecten los compromisos externos. En este sentido, el cronograma meta representa el corazón del sistema de control temporal Lean, ya que introduce un enfoque proactivo y preventivo en lugar de reactivo.

Una de las metodologías más utilizadas dentro del enfoque Lean es el **Pull Planning**, o planificación inversa, que **invierte la lógica tradicional de programación**. En lugar de planificar desde el inicio hacia el final, el Pull Planning parte del objetivo o hito final y retrocede definiendo las actividades necesarias para alcanzarlo, en coordinación con los

responsables de cada tarea. De acuerdo con **Berard (2012)**, el propósito del sistema *pull* es "identificar el trabajo que se puede realizar, abordar las condiciones que impiden que el trabajo avance y limitar el trabajo en progreso", garantizando así un flujo estable y predecible. En la construcción, la planificación *pull* se desarrolla a través de reuniones colaborativas (*lookahead meetings*), donde los equipos definen colectivamente los compromisos de corto plazo, generando un sentido de corresponsabilidad y disciplina productiva.

Asimismo, la **definición del plan maestro de obra** es un componente clave de la planificación temporal. Según **Ghio Castillo (2001)**, este documento constituye la planificación general del proyecto, elaborada antes del inicio de los trabajos, e implica un esfuerzo considerable por abarcar la totalidad de la obra, las interrelaciones entre actividades y el uso racional de los recursos. Sin embargo, el autor advierte que, al ser una planificación extensa y general, su confiabilidad puede verse limitada. Por ello, recomienda complementarla con planificaciones de corto plazo —como los planes semanales o diarios— que permitan ajustar los recursos y las tareas en función del avance real. Este enfoque multinivel responde perfectamente al principio Lean de **control visual y retroalimentación continua**, donde los equipos gestionan el tiempo de manera descentralizada, basándose en información actualizada del terreno.

Los **hitos o *milestones*** son otro elemento esencial dentro de la planificación temporal. Tal como lo definen **Pons y Rubio (2019)**, un hito es "un elemento del programa maestro que define el final o el comienzo de una fase o un evento requerido por contrato" (p. 90). Estos hitos permiten estructurar la obra en etapas medibles y controlables, facilitando el seguimiento del progreso y la evaluación del rendimiento. Según el **PMI (2017)**, los hitos "tienen una duración nula, ya que representan un punto o evento significativo" (p. 186), y su función no es operar sobre la duración, sino **marcar los puntos de control que aseguran la alineación del proyecto con sus objetivos estratégicos**.

Finalmente, la planificación temporal Lean incorpora herramientas de gestión visual como la **Hoja A3 de Planeamiento**, instrumento de síntesis desarrollado por Toyota y adoptado ampliamente en proyectos de ingeniería y construcción. Según **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, el reporte A3 se utiliza para "evaluar un problema, analizar

su causa principal y planificar acciones correctivas", empleando esquemas, gráficos y diagramas que resumen el estado actual y el futuro deseado del proceso. Aplicada al control del tiempo, la hoja A3 permite visualizar de manera simple y clara las desviaciones del cronograma, las causas de los retrasos y las acciones a implementar, promoviendo una cultura de **transparencia, análisis empírico y aprendizaje continuo**.

En conjunto, la planificación temporal del proyecto no se reduce a un conjunto de fechas o actividades, sino que constituye un **sistema integral de gestión del flujo de trabajo**. Bajo el enfoque Lean, este sistema promueve la participación activa de todos los involucrados, la comunicación permanente entre niveles jerárquicos y la adaptación constante frente a la variabilidad del entorno. La planificación deja de ser un documento rígido para transformarse en una **herramienta de liderazgo y coordinación**, donde el tiempo no se controla desde arriba, sino que se construye colectivamente a partir de los compromisos y la disciplina del equipo.

Así, una planificación temporal eficaz en la construcción no solo mide el tiempo, sino que **construye valor a través de él**. Al integrar la previsión estratégica con la ejecución colaborativa, el cronograma se convierte en un instrumento de aprendizaje organizacional, capaz de anticipar problemas, sincronizar recursos y fortalecer la cultura de compromiso. De esta forma, la gestión temporal Lean no solo busca cumplir plazos, sino **crear un flujo continuo de productividad, confianza y mejora permanente**, consolidando al tiempo como un factor de competitividad y excelencia dentro del proceso constructivo.

2.2.4.1. Cronograma contractual y cronograma meta

El **cronograma contractual** y el **cronograma meta** son dos instrumentos esenciales en la gestión temporal de los proyectos constructivos, cuya correcta elaboración, interpretación y control determinan en gran medida el éxito o el fracaso de la ejecución. Ambos cronogramas, aunque comparten una estructura técnica común —basada en la definición de actividades, duraciones, relaciones y recursos—, difieren profundamente en su propósito, nivel de detalle, alcance y función estratégica dentro del sistema de gestión del proyecto. En el marco del enfoque **Lean Construction**, esta distinción cobra especial relevancia, pues permite armonizar las exigencias contractuales externas con la búsqueda interna de eficiencia, flujo continuo y mejora continua.

El **cronograma contractual** constituye el documento formal que **establece los compromisos de plazos entre el contratista y el cliente o entidad promotora**. Es el instrumento de referencia legal y administrativa que define las fechas de inicio, las etapas intermedias y la entrega final del proyecto. Según los lineamientos del **Project Management Institute (PMI, 2017)**, el cronograma contractual forma parte del **plan de gestión del tiempo** y "describe las fechas planificadas para la realización de las actividades y los hitos, así como las relaciones lógicas entre ellas, de modo que puedan monitorearse los avances y controlarse las desviaciones del proyecto" (p. 185). Este documento, por tanto, **sirve como un compromiso formal** que orienta los mecanismos de supervisión, penalidades, valorizaciones y certificaciones de avance.

En términos prácticos, el cronograma contractual suele elaborarse bajo metodologías estandarizadas como el **Critical Path Method (CPM)** o el **Precedence Diagramming Method (PDM)**, que permiten identificar la ruta crítica y los márgenes de holgura de las actividades. Su estructura está orientada a **asegurar el cumplimiento de las obligaciones contractuales**, más que a optimizar la eficiencia interna del proceso productivo. En consecuencia, se trata de un cronograma relativamente rígido, diseñado para cumplir con requerimientos externos, como los plazos establecidos por el cliente, los marcos regulatorios o los hitos de financiamiento.

Sin embargo, esta rigidez puede volverse un obstáculo cuando se busca mejorar la productividad y el flujo operativo en campo. La planificación contractual, al centrarse en las fechas y no en los procesos, tiende a generar **comportamientos mecánicos**, donde el objetivo se limita al cumplimiento formal de plazos sin atender las causas estructurales de los retrasos o las oportunidades de optimización. De ahí que el enfoque Lean proponga complementarlo con un segundo instrumento: el **cronograma meta**, concebido como una herramienta de gestión interna para el control y la mejora continua.

De acuerdo con **Celis Paira (2019)**, el **cronograma meta** "es formulado para controlar internamente el proyecto, considerando metas más agresivas y/o escenarios más optimistas comparado con el cronograma contractual". Su función principal es **anticipar las restricciones**, **acelerar los flujos** y **evaluar el rendimiento real de los equipos de trabajo**

mediante un seguimiento continuo. En otras palabras, mientras el cronograma contractual define el *qué* y el *cuándo* del proyecto, el cronograma meta define el *cómo* y el *cuánto antes*.

El cronograma meta se diseña a partir del contractual, pero con una lógica de **mejora continua y control operativo**. A menudo, reduce los márgenes de holgura, desagrega las actividades en mayor detalle y establece metas parciales semanales o diarias. Su objetivo no es reemplazar al cronograma contractual, sino **servir como una herramienta interna de gestión del rendimiento**, ajustando los procesos productivos para alcanzar niveles más altos de eficiencia. En la práctica, esta diferencia de enfoque genera una cultura organizacional distinta: el cronograma contractual pertenece al ámbito del cumplimiento administrativo; el cronograma meta, al ámbito del aprendizaje y la optimización.

La relación entre ambos cronogramas puede entenderse como una **doble capa de planificación**. El cronograma contractual opera como el marco de referencia externo —inmutable salvo renegociaciones o adendas—, mientras que el cronograma meta actúa como un sistema flexible, capaz de adaptarse a la variabilidad de los procesos y a las condiciones reales del terreno. Esta dualidad permite mantener la formalidad requerida por el cliente, sin renunciar a la agilidad y adaptabilidad que demanda la gestión Lean.

La elaboración del cronograma meta exige la participación activa de todos los involucrados en el proceso constructivo. Durante su diseño, se promueve la aplicación de metodologías colaborativas como el **Pull Planning** o la **Planificación Inversa**, en las que los equipos definen las actividades desde el objetivo final hacia el presente, asegurando una comprensión compartida del flujo de trabajo. Este enfoque contrasta con la planificación tradicional, donde las tareas se imponen de forma descendente desde la gerencia. Según **Berard (2012)**, este sistema "identifica el trabajo que se puede realizar, aborda las condiciones que impiden que el trabajo avance y limita el trabajo en progreso", generando mayor compromiso y fiabilidad en el cumplimiento de las metas.

En el contexto operativo, el cronograma meta se convierte en una **herramienta de medición de desempeño**. Mediante indicadores como el **Porcentaje de Plan Completado (PPC)** o el **Índice de Productividad Planificada**, los equipos pueden evaluar semanalmente su grado de cumplimiento respecto a las metas fijadas. Esta retroalimentación constante permite identificar desviaciones, analizar causas raíz y proponer acciones correctivas

inmediatas, en un ciclo continuo de aprendizaje que refuerza la cultura de la mejora incremental (*Kaizen*).

El **Lean Construction Institute** y autores como **Ballard (1998)** destacan que una planificación efectiva debe "incorporar una teoría y un modelo apropiado de control de producción para aumentar la previsibilidad del rendimiento y mejorar la capacidad del sistema". En este sentido, el cronograma meta actúa como un laboratorio de innovación dentro del proyecto, permitiendo experimentar con nuevas formas de organización, redistribución de recursos y ajustes de flujo sin comprometer los compromisos contractuales.

Desde la perspectiva gerencial, la existencia de ambos cronogramas facilita la **toma de decisiones estratégicas**. El cronograma contractual sirve como base para la comunicación con el cliente, los auditores y las entidades de control, mientras que el cronograma meta proporciona información operativa en tiempo real sobre la productividad y la eficiencia. Esta dualidad, bien gestionada, ofrece una visión integral del proyecto: el primero asegura el cumplimiento normativo y contractual, y el segundo impulsa la competitividad interna y la excelencia operativa.

En un entorno Lean, la articulación entre ambos cronogramas se convierte en una **ventaja competitiva**. El cronograma contractual establece la "línea base" de compromiso, mientras que el cronograma meta impulsa la mejora continua, buscando ejecutar antes de lo previsto, reducir el desperdicio y elevar la calidad del proceso. Esta estrategia no solo mejora los indicadores de desempeño, sino que también genera confianza con el cliente, demostrando capacidad de gestión, anticipación y control.

En conclusión, el **cronograma contractual** y el **cronograma meta** representan dos dimensiones complementarias de la gestión del tiempo. El primero da legitimidad y estabilidad al proyecto; el segundo aporta flexibilidad, agilidad y mejora. En conjunto, conforman un sistema de planificación integral que equilibra la formalidad administrativa con la eficiencia operativa. Bajo los principios Lean, esta dualidad transforma la gestión del tiempo en una herramienta de valor agregado, donde **cada día ganado, cada desviación corregida y cada proceso optimizado** se traduce en competitividad, aprendizaje organizacional y sostenibilidad del proyecto.

2.2.4.2. Identificación de hitos internos

La **identificación de hitos internos** constituye una de las prácticas más relevantes en la planificación temporal de los proyectos constructivos, especialmente dentro de los enfoques modernos de gestión como el **Lean Construction**. Los hitos representan **puntos de control clave** que marcan el avance y la culminación de etapas críticas del proyecto, permitiendo evaluar el progreso real frente a los objetivos planificados. A diferencia de las actividades comunes, los hitos no tienen duración ni recursos asignados; su función es **señalar el logro de resultados parciales o entregables intermedios** que estructuran la secuencia del trabajo y orientan la toma de decisiones estratégicas.

En un sentido general, los hitos —también conocidos como *milestones*— actúan como **anclas temporales** que dividen el cronograma en fases claramente delimitadas, facilitando la medición del desempeño, la coordinación entre equipos y el cumplimiento progresivo de los plazos. Según el **Project Management Institute (PMI, 2017)**, "una lista de hitos identifica todos los hitos del proyecto e indica si éstos son obligatorios, como los exigidos por contrato, u opcionales, como los basados en información histórica. Los hitos tienen una duración nula, ya que representan un punto o evento significativo" (p. 186). Esta definición resalta su carácter simbólico y funcional: los hitos no ejecutan trabajo, pero orientan todo el flujo del mismo.

En el ámbito de la **construcción**, la identificación de hitos internos resulta esencial debido a la complejidad secuencial y multidisciplinaria de los proyectos. A diferencia de los hitos contractuales —que suelen estar definidos por el cliente y vinculados a pagos, entregas formales o aprobaciones regulatorias—, los **hitos internos son definidos por el equipo de gestión del proyecto**, con el objetivo de **monitorear avances operativos, validar entregables técnicos y asegurar la sincronización entre especialidades y frentes de trabajo**. Estos hitos no se comunican necesariamente al cliente, pero son fundamentales para el control interno de la producción y la coordinación entre áreas.

De acuerdo con **Pons y Rubio (2019)**, un hito es "un elemento en el programa maestro que define el final o el comienzo de una fase o un evento requerido por contrato" (p. 90). Sin embargo, los autores también señalan que la correcta definición de hitos internos "permite que los diferentes individuos y grupos de trabajo alineen sus esfuerzos de manera

efectiva", estableciendo un marco de referencia común que facilita la integración de los equipos. Así, los hitos internos no solo son instrumentos técnicos, sino también **herramientas de cohesión organizacional**: funcionan como metas compartidas que orientan la acción colectiva hacia objetivos medibles y alcanzables.

En la práctica, los hitos internos se identifican durante la **planificación del cronograma maestro** (*Master Schedule*) y se desagregan en los cronogramas de fase o de corto plazo. Pueden corresponder a:

- La **culminación de una etapa constructiva** (por ejemplo, finalización de cimentaciones, estructura o acabados).
- La **entrega de documentación técnica crítica** (como planos aprobados, informes de calidad o permisos ambientales).
- La **puesta en marcha de equipos o sistemas**.
- La **liberación de áreas** para otros procesos o especialidades.
- La **revisión o validación de hitos de control** (como auditorías internas o aprobaciones intermedias).

Cada hito interno debe cumplir con tres características esenciales: **claridad, trazabilidad y verificabilidad**. La claridad implica que todos los miembros del equipo comprendan qué representa el hito y qué condiciones lo hacen alcanzable; la trazabilidad exige que se pueda medir su avance con datos concretos y evidencias; y la verificabilidad demanda la posibilidad de confirmar objetivamente su cumplimiento mediante indicadores o registros documentales.

En el contexto del **Lean Construction**, la identificación de hitos internos adquiere una dimensión aún más estratégica. El enfoque Lean promueve la **planificación basada en flujos** y la eliminación de desperdicios asociados a la falta de sincronización. Los hitos internos, al actuar como puntos de alineación entre los distintos flujos de trabajo, **reducen la variabilidad, evitan cuellos de botella y facilitan la estabilidad del sistema**

productivo. Cada hito representa una condición previa para el inicio del siguiente conjunto de actividades, garantizando que el trabajo fluya sin interrupciones ni retrabajos.

Además, los hitos internos se utilizan como **puntos de control visual** en las herramientas Lean de gestión del tiempo, como los tableros *Last Planner System (LPS)* o las reuniones *lookahead*. Estas reuniones semanales o quincenales se estructuran alrededor de los hitos, analizando qué tareas deben completarse para alcanzarlos, qué restricciones deben eliminarse y qué compromisos se asumen por parte de los responsables. De esta manera, los hitos se convierten en **símbolos de compromiso colectivo**: no son solo fechas, sino resultados concretos que reflejan la disciplina y coordinación del equipo.

El **Lean Construction Institute** enfatiza que los proyectos más exitosos son aquellos que logran **alinear la planificación de largo plazo (Plan Maestro) con la ejecución de corto plazo**, mediante la creación de hitos intermedios que conecten ambas escalas temporales. Esta alineación permite que los equipos de obra no pierdan de vista la visión global del proyecto, al tiempo que se concentran en metas alcanzables y controlables en periodos breves.

Desde un punto de vista operativo, los hitos internos también cumplen una función importante en el **control de riesgos y gestión de cambios**. Al segmentar el cronograma en etapas delimitadas, los gestores pueden identificar desviaciones tempranas, analizar su impacto acumulativo y aplicar medidas correctivas antes de que afecten al cronograma contractual. En palabras de **Leach (2005)**, “todos los proyectos experimentarán cambios y una gestión rigurosa es fundamental para lograr proyectos exitosos y stakeholders satisfechos”, destacando la importancia de responder rápidamente a las variaciones para mantener el control del tiempo y el costo. Los hitos internos, por tanto, actúan como **sensores de desempeño**, detectando las anomalías del flujo antes de que se conviertan en problemas mayores.

Asimismo, los hitos internos fortalecen la **comunicación y la transparencia organizacional**. Al establecer fechas y metas compartidas, todos los niveles de la organización —desde la dirección hasta el personal operativo— pueden seguir el progreso del proyecto de forma visual y comprensible. En muchos proyectos Lean, los hitos se representan mediante **gráficos de avance, diagramas de Gantt o tableros físicos**, ubicados

en zonas comunes de la obra, lo que permite que los equipos visualicen los logros alcanzados y los objetivos próximos, generando motivación y sentido de pertenencia.

En términos de mejora continua, cada hito interno también ofrece una oportunidad de **reflexión y aprendizaje organizacional**. En las reuniones posteriores a su cumplimiento, los equipos pueden analizar qué factores contribuyeron al éxito o retraso del hito, qué decisiones fueron efectivas y qué procesos deben optimizarse para las siguientes fases. Este enfoque empírico se relaciona con el ciclo **PDCA (Plan–Do–Check–Act)** y con el principio Kaizen, promoviendo una cultura de aprendizaje permanente en la gestión temporal.

En síntesis, la **identificación de hitos internos** no es un acto formal de programación, sino una práctica estratégica que articula el pensamiento Lean con la realidad operativa del proyecto. A través de ellos, la planificación se vuelve más controlable, el flujo más estable y el trabajo más predecible. Los hitos internos permiten conectar la visión global del proyecto con la acción diaria en obra, equilibrando la necesidad de control con la flexibilidad necesaria para adaptarse al cambio.

En última instancia, los hitos son más que simples puntos en el cronograma: son **puntos de inflexión en la gestión del conocimiento y la coordinación**. Cada hito alcanzado refuerza la confianza del equipo, valida la efectividad del sistema de planificación y demuestra que la eficiencia no solo depende del tiempo planificado, sino del valor creado en cada etapa del proceso constructivo. Bajo el enfoque Lean, estos hitos se convierten en el pulso vital del proyecto, marcando el ritmo de una gestión inteligente, participativa y orientada a la excelencia operacional.

2.2.4.3. Reserva de contingencia y gestión del riesgo

La **reserva de contingencia y la gestión del riesgo** constituyen componentes esenciales dentro de la planificación temporal y estratégica de todo proyecto constructivo. Ambos elementos se encuentran estrechamente relacionados, ya que la identificación, análisis y control de los riesgos son los que permiten determinar la magnitud adecuada de las reservas de tiempo y recursos que garantizarán la estabilidad del cronograma frente a los imprevistos. En el marco de la **Gestión Lean Construction**, la gestión del riesgo se integra como un proceso continuo, colaborativo y preventivo, orientado a **reducir la variabilidad**

y garantizar la fluidez del sistema productivo, en lugar de limitarse a reaccionar ante los problemas una vez que ocurren.

En los proyectos tradicionales, el riesgo suele percibirse como una amenaza externa o un evento aislado, pero bajo el enfoque Lean se comprende como una **manifestación de la variabilidad del proceso**, la cual debe ser anticipada, medida y mitigada. Cada desviación en los flujos de trabajo —sea por retrasos, errores de coordinación, escasez de materiales o fallas técnicas— representa un riesgo potencial para el cumplimiento de los plazos, el costo y la calidad del proyecto. Por ello, la gestión del riesgo no se limita a registrar posibles eventualidades, sino que implica **diseñar un sistema robusto y adaptable**, capaz de absorber perturbaciones sin comprometer los objetivos generales.

El **Project Management Institute (PMI, 2017)** define la gestión del riesgo del proyecto como el conjunto de "procesos para planificar, identificar, analizar, responder, monitorear y controlar los riesgos de un proyecto" (p. 401). Esta definición resalta su carácter sistémico: no se trata de una acción puntual, sino de un ciclo continuo que acompaña todas las fases del proyecto. En el contexto de la construcción, donde las incertidumbres técnicas, climáticas, logísticas y humanas son inevitables, este enfoque es vital para mantener el control del tiempo y los recursos.

La **reserva de contingencia**, por su parte, es la manifestación cuantitativa de esta gestión preventiva. Representa la **porción del tiempo, costo o recursos asignados para cubrir los riesgos identificados y estimados**. Según las recomendaciones del **PMI (2017)**, estas reservas "deben ser parte integral del cronograma y del presupuesto, pero su uso debe estar sujeto a aprobación según la magnitud del impacto y las estrategias de respuesta planificadas". En otras palabras, la reserva de contingencia no es un margen arbitrario, sino una **decisión técnica fundamentada en el análisis probabilístico del riesgo**.

En la planificación temporal, la reserva de contingencia se refleja habitualmente como **colchones de tiempo (buffers)** en el cronograma, diseñados para absorber desviaciones sin alterar los hitos principales o la fecha de entrega final. Estos márgenes pueden aplicarse a nivel de actividad, de fase o del proyecto completo, dependiendo del nivel de criticidad y la interdependencia de los procesos. Sin embargo, bajo la filosofía Lean, el uso de buffers no debe convertirse en una excusa para la ineficiencia. Su propósito no es

encubrir errores o retrasos, sino **proteger el flujo del valor**, garantizando que las interrupciones inevitables no colapsen el sistema productivo.

Autores como **Leach (2005)** advierten que muchos proyectos fracasan porque "los equipos no comprenden las implicaciones psicológicas y operativas de la variación", lo que genera respuestas tardías y decisiones reactivas. En contraposición, una gestión del riesgo efectiva implica responder con rapidez a los cambios, evaluar sus impactos acumulativos y mantener un registro actualizado de las contingencias. Leach destaca dos principios clave: (1) es fundamental **responder inmediatamente a los cambios propuestos**, ya que la acumulación de problemas no resueltos indica una falla en la gestión; y (2) toda solicitud de cambio debe incluir una **estimación de su impacto sobre el alcance, el costo y el cronograma**, considerando el efecto combinado de múltiples modificaciones. Estos principios se alinean directamente con el pensamiento Lean, que promueve la **acción temprana y el aprendizaje continuo** como medios para reducir la incertidumbre.

Desde la perspectiva Lean, el riesgo no se "elimina", sino que se **gestiona a través del conocimiento, la estandarización y la participación activa** de todos los involucrados. La colaboración entre diseñadores, contratistas, supervisores y operarios permite identificar riesgos de manera más realista y generar soluciones conjuntas. En las reuniones de planificación *lookahead* o en los tableros de control visual, los equipos analizan los obstáculos potenciales para las próximas semanas y definen acciones preventivas, convirtiendo la gestión del riesgo en una práctica cotidiana y descentralizada. Este enfoque participativo reduce la dependencia de la supervisión jerárquica y fortalece la **autonomía responsable de los equipos**.

La aplicación de **herramientas Lean** como el *Last Planner System (LPS)* también contribuye a la gestión efectiva del riesgo. El LPS permite **detectar restricciones anticipadamente**, coordinar la eliminación de impedimentos y ajustar los compromisos semanales de trabajo. En lugar de confiar únicamente en márgenes de contingencia, el sistema promueve la **fiabilidad del plan (PPC)**, reduciendo la necesidad de recurrir a buffers excesivos. Esta transición, de una gestión basada en contingencias a una basada en confiabilidad, representa una evolución significativa hacia una cultura organizacional más disciplinada y preventiva.

Asimismo, el uso de tecnologías como el **Building Information Modeling (BIM)** ha ampliado las posibilidades de gestionar riesgos y contingencias de manera más precisa. Mediante simulaciones 4D (tiempo) y 5D (costo), los equipos pueden **visualizar escenarios alternativos**, analizar interferencias y evaluar las consecuencias de retrasos o decisiones de diseño antes de que se materialicen. Esta integración tecnológica fortalece la gestión Lean al proporcionar información confiable para la toma de decisiones y al permitir una asignación más eficiente de las reservas de contingencia.

No obstante, la existencia de reservas no implica su uso indiscriminado. La filosofía Lean enfatiza la **disciplina en la administración de las contingencias**, promoviendo su activación únicamente cuando las estrategias de mitigación preventiva no logran contener el impacto del riesgo. De esta forma, las reservas se gestionan como un recurso estratégico, no como un margen de comodidad. Además, el seguimiento de su consumo ofrece información valiosa para los procesos de **aprendizaje organizacional**, ya que permite evaluar la precisión de las estimaciones, la efectividad de las respuestas y la madurez del sistema de gestión.

En términos operativos, la reserva de contingencia puede dividirse en dos categorías:

- **Reservas controladas (de gestión):** administradas por la dirección del proyecto para riesgos generales o de alto impacto.
- **Reservas específicas (operativas):** asignadas a partidas o actividades concretas con riesgos particulares.

Esta diferenciación permite equilibrar el control central con la flexibilidad local, asegurando que los equipos de campo dispongan de autonomía para responder a los imprevistos menores, mientras que la dirección mantiene el control sobre los eventos críticos que pueden afectar el proyecto en su conjunto.

En suma, la **reserva de contingencia y la gestión del riesgo** conforman un binomio estratégico que combina previsión, disciplina y adaptabilidad. En la gestión Lean, estas herramientas no se conciben como simples mecanismos de defensa, sino como **instrumentos proactivos de estabilidad y aprendizaje**. Al anticipar la variabilidad y

establecer respuestas colaborativas, el proyecto adquiere resiliencia frente a la incertidumbre y fortalece su capacidad de entrega confiable.

En última instancia, gestionar el riesgo bajo una lógica Lean implica **convertir la incertidumbre en conocimiento útil**, los imprevistos en oportunidades de mejora y las contingencias en evidencia del control inteligente del proceso. La madurez de un sistema de gestión no se mide por su ausencia de problemas, sino por su capacidad de anticiparlos, mitigarlos y aprender de ellos. Así, la reserva de contingencia y la gestión del riesgo se consolidan como **pilares de una planificación robusta, flexible y orientada al valor**, donde la eficiencia no depende del azar, sino de la preparación consciente y la acción colectiva.

2.2.4.4. Elaboración de la hoja A3 de planeamiento

La **Hoja A3 de Planeamiento** es una de las herramientas más representativas del pensamiento **Lean**, adoptada ampliamente en la gestión de proyectos constructivos como un instrumento de planificación, comunicación y resolución de problemas. Su nombre proviene del tamaño del formato físico en que tradicionalmente se elabora (A3: 297 x 420 mm), pero su verdadera relevancia radica en el **método de pensamiento estructurado y visual** que encierra. Más que un simple documento, la Hoja A3 constituye una **metodología de gestión** que sintetiza el ciclo de mejora continua (*Plan–Do–Check–Act*, PDCA) y traduce la complejidad de un proyecto en una narrativa clara, lógica y compartida por todos los miembros del equipo.

El origen de la herramienta se remonta al **Sistema de Producción de Toyota (TPS)**, donde se utilizaba para documentar, analizar y comunicar propuestas de mejora de forma concisa. Este enfoque se basaba en la premisa de que los problemas complejos deben poder explicarse y resolverse en una sola hoja, lo que obliga al equipo a **pensar de manera clara, jerárquica y basada en hechos verificables**. Con el tiempo, la Hoja A3 trascendió el ámbito industrial para aplicarse en sectores como la salud, la educación, la administración pública y, más recientemente, la construcción.

En el contexto de la **Gestión Lean Construction**, la Hoja A3 se emplea para **planificar, documentar y monitorear procesos constructivos** de forma colaborativa,

integrando la información clave del proyecto —objetivos, actividades, riesgos, métricas y resultados— en un formato visual y accesible. Según **Godínez González y Hernández Moreno (2018)**, el reporte A3 "es una hoja utilizada para la evaluación de un problema, el análisis de su causa principal y la planeación de las acciones correctivas", e incluye bosquejos, diagramas, mapas de flujo y otros recursos visuales que resumen la situación actual y el estado futuro deseado del proceso. Esta descripción refleja la esencia de la herramienta: **pensar con claridad, actuar con precisión y comunicar con efectividad**.

La **estructura básica de una Hoja A3** de planeamiento comprende los siguientes apartados:

1. **Antecedentes o contexto del problema:** se describe de manera concisa la situación actual, las condiciones del proyecto y los factores que motivan la planificación o mejora.

2. **Objetivo o propósito:** se establece de forma concreta y medible lo que se busca alcanzar, generalmente en términos de reducción de tiempos, mejora del flujo o incremento de la productividad.

3. **Análisis de la situación actual:** se identifican las causas raíz de los problemas o restricciones que afectan el rendimiento del proceso. Aquí se utilizan herramientas como el **diagrama de causa–efecto (Ishikawa)**, los **5 porqués** o el **mapeo de flujo de valor (Value Stream Mapping, VSM)**.

4. **Propuesta de mejora o plan de acción:** se detalla la secuencia de actividades necesarias para lograr el objetivo, definiendo responsables, plazos y recursos.

5. **Seguimiento y control:** se especifican los indicadores de desempeño (KPI) y los métodos de verificación que permitirán evaluar los avances y resultados.

6. **Reflexión o aprendizaje:** se documentan los resultados obtenidos, las lecciones aprendidas y las oportunidades de mejora para proyectos futuros.

Este esquema responde al ciclo **PDCA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar)** propuesto por **Deming**, el cual es el corazón de la mejora continua en Lean. En la

construcción, la aplicación del ciclo PDCA mediante la Hoja A3 permite **cerrar el círculo entre la planificación, la ejecución y la retroalimentación**, transformando la planificación de un ejercicio predictivo en un proceso de aprendizaje organizacional permanente.

El uso de la Hoja A3 en proyectos constructivos tiene múltiples beneficios:

- **Facilita la comunicación interdisciplinaria**, ya que resume la información esencial en un formato visual y comprensible para todos los actores del proyecto.
- **Promueve la participación activa** del equipo en la identificación de problemas y la definición de soluciones, fortaleciendo el sentido de pertenencia y responsabilidad compartida.
- **Fomenta la toma de decisiones basada en datos**, al requerir evidencia objetiva en cada etapa del análisis.
- **Reduce el desperdicio de tiempo e información**, al eliminar reportes extensos y dispersos que dificultan la comprensión del proceso.
- **Refuerza la alineación estratégica**, al vincular los objetivos operativos con los objetivos globales del proyecto y del cliente.

Desde una perspectiva operativa, la Hoja A3 de Planeamiento se utiliza tanto para el **diseño inicial del proyecto** como para la **planificación de fases específicas** o la **resolución de desviaciones** durante la ejecución. Por ejemplo, puede aplicarse para definir estrategias de mejora del flujo de materiales, optimizar la secuencia de actividades o implementar acciones correctivas frente a retrasos detectados en el cronograma. En todos los casos, su objetivo principal es **transformar los problemas en oportunidades de aprendizaje y optimización del sistema productivo**.

El enfoque Lean también introduce la noción de **gestión visual**, y la Hoja A3 es su máxima expresión. En lugar de informes extensos y difíciles de interpretar, esta herramienta convierte los datos en gráficos, diagramas y esquemas que **comunican de forma inmediata el estado del proceso y las decisiones a tomar**. En reuniones de obra o espacios colaborativos, las Hojas A3 suelen colocarse en tableros visibles para todo el equipo, donde

se actualizan periódicamente los avances y se analizan las causas de desviaciones. Esta práctica refuerza la **transparencia organizacional y la coordinación entre niveles jerárquicos**, elementos fundamentales en la cultura Lean.

Desde el punto de vista metodológico, la Hoja A3 complementa otras herramientas de planificación Lean, como el **Pull Planning**, el **Plan Maestro** y los **hitos intermedios**. Mientras que estas últimas herramientas estructuran la temporalidad del proyecto, la Hoja A3 aporta **profundidad analítica**: permite estudiar las causas de las variaciones, evaluar escenarios alternativos y definir acciones específicas para optimizar el cumplimiento del plan. Por ello, puede decirse que el A3 actúa como un **vínculo entre la planificación estratégica y la acción táctica**, facilitando la toma de decisiones informadas y coherentes con los objetivos del proyecto.

La flexibilidad de la Hoja A3 permite adaptarla a distintos niveles de gestión: puede elaborarse para todo el proyecto, para un proceso constructivo particular (por ejemplo, la instalación eléctrica o el vaciado de concreto), o incluso para el análisis de un problema específico (como la baja productividad en un frente de trabajo). En todos los casos, su aplicación fortalece la capacidad del equipo para **anticiparse a los riesgos, controlar la variabilidad y mejorar la fiabilidad del sistema de producción**.

Desde la perspectiva del control del tiempo y los costos, la Hoja A3 también permite **documentar el uso de las reservas de contingencia**, el impacto de los riesgos identificados y las medidas de mitigación implementadas. Esto otorga trazabilidad y transparencia a las decisiones, aspectos clave en la gestión moderna de proyectos. Además, al consolidar la información de distintas fuentes (cronogramas, reportes de avance, análisis de costos), el A3 se convierte en un **instrumento integrador**, capaz de conectar las dimensiones técnica, económica y organizacional del proyecto.

En términos de cultura organizacional, la implementación sistemática de Hojas A3 en la construcción fomenta el desarrollo de equipos **autónomos, analíticos y orientados a resultados**. Cada A3 representa una oportunidad de aprendizaje colectivo, donde los errores se transforman en conocimiento y las mejoras se estandarizan para futuros proyectos. Este proceso, reiterado en ciclos sucesivos, impulsa la madurez de la organización hacia una **gestión basada en el pensamiento científico y la mejora continua**.

En conclusión, la **Hoja A3 de Planeamiento** no es simplemente un formato documental, sino una **herramienta estratégica de pensamiento Lean** que integra la planificación, el análisis y la acción en un mismo espacio conceptual. Su aplicación en proyectos de construcción permite convertir la información dispersa en conocimiento útil, promover la colaboración interdisciplinaria y fortalecer la capacidad de respuesta ante los desafíos operativos. Bajo esta lógica, el A3 se convierte en un verdadero **instrumento de liderazgo visual**, que guía al equipo hacia una ejecución más eficiente, transparente y orientada al valor.

En definitiva, dominar el uso de la Hoja A3 es **dominar la esencia del pensamiento Lean**: observar los procesos, comprender sus causas, actuar con propósito y aprender continuamente. Es la representación tangible de un principio fundamental en la gestión moderna de proyectos: que **la simplicidad, cuando está basada en el conocimiento y la disciplina, es la forma más avanzada de eficiencia**.

El **Capítulo II** ha permitido comprender que la **gestión y organización de proyectos** en la construcción no se limitan a la aplicación de técnicas administrativas o cronogramas de control, sino que constituyen un **sistema integral de pensamiento, planificación y acción**, en el que la estructura organizativa, los procesos técnicos y la cultura de trabajo interactúan de manera dinámica para generar valor. Desde esta perspectiva, la gestión moderna —particularmente aquella sustentada en los principios del **Lean Construction**— se consolida como una filosofía de dirección que trasciende el enfoque tradicional de cumplimiento de plazos, buscando optimizar los flujos de información, materiales, recursos y decisiones en un entorno colaborativo, transparente y orientado al aprendizaje continuo.

A lo largo del capítulo, se ha desarrollado una visión amplia sobre los **fundamentos teóricos, modelos internacionales y enfoques metodológicos** que sustentan la gestión contemporánea de proyectos. Se abordaron los aportes del **PMBOK, IPMA y PRINCE2**, que constituyen referentes globales en materia de estandarización, control de procesos y aseguramiento de la calidad en la ejecución. Estos modelos, aunque diversos en su estructura, coinciden en un principio esencial: el éxito de un proyecto depende de la integración equilibrada entre **tiempo, costo, alcance, calidad y recursos humanos**,

dimensiones que, gestionadas bajo una lógica sistémica, garantizan resultados sostenibles y medibles.

Asimismo, el análisis de los **enfoques metodológicos para la planificación y control de obras** permitió reconocer que la eficiencia operativa no surge de la rigidez de los cronogramas, sino de la capacidad de las organizaciones para anticipar la variabilidad, gestionar los riesgos y adaptar sus procesos a las condiciones reales del entorno. En este sentido, la introducción de herramientas como el **Last Planner System**, el **Pull Planning**, los **planes maestros** y las **hojas A3** transforma el control tradicional en un ejercicio de **liderazgo participativo y mejora continua**, donde cada miembro del equipo asume un rol activo en la construcción del flujo productivo.

El capítulo también destacó la **interrelación entre la gestión Lean y la gestión de proyectos**, subrayando que ambas comparten un propósito común: **maximizar el valor para el cliente y minimizar los desperdicios en los procesos**. No se trata únicamente de cumplir metas, sino de crear las condiciones para que el aprendizaje, la coordinación y la eficiencia emerjan como atributos inherentes de la organización. En este marco, la gestión Lean redefine la noción de productividad, entendiendo que los proyectos no fracasan por falta de recursos, sino por falta de comunicación, claridad de propósito y compromiso colectivo.

En cuanto a la **estructura organizacional y los procesos de gestión**, se evidenció que una organización eficaz no se mide solo por su jerarquía, sino por su capacidad de integrar los niveles técnico, operativo y administrativo en torno a un mismo sistema de valor. El diseño del **layout de obra**, el **dimensionamiento de la infraestructura temporal** y la **planificación temporal del proyecto** se configuraron como expresiones tangibles de esa integración: decisiones espaciales y temporales que, cuando se conciben desde la lógica Lean, garantizan la continuidad del flujo y reducen los tiempos improductivos.

Las secciones finales del capítulo —dedicadas al **cronograma contractual y meta**, la **identificación de hitos internos**, la **gestión de contingencias** y la **elaboración de la hoja A3 de planeamiento**— consolidaron la visión de una gestión del tiempo que no es simplemente predictiva, sino **adaptativa y reflexiva**. Cada herramienta, más que un mecanismo de control, representa un medio para fortalecer la comunicación, la transparencia y la toma de decisiones basada en evidencias. De esta manera, el tiempo se convierte en un

recurso gestionado colectivamente, en el cual la anticipación, la disciplina y el aprendizaje reemplazan al margen de error y la improvisación.

En conjunto, este capítulo ha reafirmado que la **efectividad en la gestión y organización de proyectos constructivos** no depende únicamente de la aplicación técnica de normas o metodologías, sino de la **madurez organizacional y cultural** de quienes las implementan. La gestión Lean emerge como una alternativa viable y poderosa para transformar las prácticas convencionales, promoviendo organizaciones más colaborativas, procesos más estables y proyectos más sostenibles.

En conclusión, la gestión moderna de proyectos bajo el enfoque Lean no solo busca construir edificaciones, sino también **culturas de excelencia**, donde cada decisión técnica se apoya en el conocimiento, cada acción operativa se orienta al valor, y cada resultado contribuye al aprendizaje colectivo. El desafío no está en aplicar herramientas, sino en **construir sistemas inteligentes y humanos**, capaces de adaptarse al cambio, eliminar el desperdicio y generar innovación constante.

Este cierre marca la transición hacia el **Capítulo III**, en el que se explorará el **caso de estudio aplicado**, integrando los principios teóricos y metodológicos aquí desarrollados para analizar la implementación práctica del sistema Lean en la gestión real de proyectos constructivos. Allí, la teoría se contrastará con la evidencia, revelando cómo la planificación, la organización y el control se transforman en resultados concretos de eficiencia, calidad y valor sostenible.

CAPÍTULO III

CASO DE ESTUDIO: APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN EN LA GESTIÓN DE UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

El **Capítulo III** introduce la aplicación práctica de los fundamentos teóricos y metodológicos abordados en los capítulos anteriores, a través del **análisis de un caso de estudio** que ejemplifica la implementación de la **filosofía Lean en la gestión integral de un proyecto de construcción**. Este capítulo constituye la transición entre el pensamiento conceptual y la práctica operativa, demostrando cómo los principios de eficiencia, flujo continuo, mejora constante y trabajo colaborativo se materializan en decisiones concretas que transforman la planificación, ejecución y control de una obra.

El propósito central de este apartado es **evaluar el impacto real de la gestión Lean** sobre la productividad, la coordinación y el aprovechamiento de los recursos dentro de un entorno constructivo determinado. A través del estudio de un proyecto específico, se busca identificar **las estrategias, herramientas y procesos que permitieron optimizar los resultados**, así como los desafíos enfrentados durante la implementación. Esta aproximación empírica permitirá observar la relación entre la teoría y la práctica, revelando los factores que facilitan o limitan la adopción del enfoque Lean en contextos reales de trabajo.

A diferencia de los capítulos previos, orientados a la fundamentación epistemológica y conceptual, este capítulo adopta una **mirada analítica y aplicada**, en la que el proyecto se convierte en un laboratorio de observación para verificar los efectos de la gestión Lean sobre las variables de tiempo, costo, calidad y comunicación. Se examinarán tanto los aspectos metodológicos —que comprenden la caracterización del proyecto, los criterios de diseño del sistema de producción, la planificación temporal y la gestión de recursos—, como los resultados derivados de la aplicación de herramientas específicas tales como el *Pull Planning*, el *Last Planner System (LPS)*, las hojas A3 y las matrices de aplicabilidad.

El enfoque metodológico del caso se apoya en la lógica del **análisis descriptivo y explicativo**, que busca no solo registrar los hechos observados, sino también **interpretar sus causas y consecuencias** dentro del sistema de gestión. De esta forma, la investigación no se limita a describir un proceso constructivo, sino que pretende demostrar **cómo la implementación de la filosofía Lean redefine la estructura organizacional, fortalece la toma de decisiones colaborativas y mejora la eficiencia operacional** en cada etapa del ciclo de vida del proyecto.

Este capítulo abordará en primer lugar la **caracterización de la empresa y del proyecto analizado**, para situar el contexto en el que se implementaron los principios Lean. Posteriormente, se detallará el **diseño metodológico de la intervención**, incluyendo las estrategias de planificación, las herramientas de control empleadas y los indicadores de desempeño aplicados para medir la efectividad del sistema. A continuación, se presentarán los **resultados obtenidos** en términos de reducción de desperdicios, mejora del flujo de trabajo y aumento de la productividad, complementados con un análisis interpretativo que relaciona dichos resultados con los fundamentos teóricos desarrollados en los capítulos anteriores.

Finalmente, el capítulo culminará con una **reflexión crítica sobre los aprendizajes derivados del caso**, destacando las lecciones aplicables a futuros proyectos y las recomendaciones para consolidar la implementación del pensamiento Lean en el sector de la construcción.

En suma, este capítulo representa la **validación empírica del modelo Lean como filosofía de gestión**, demostrando que su aplicación no solo mejora los procesos constructivos, sino que impulsa una transformación cultural hacia la eficiencia, la comunicación efectiva y el compromiso compartido. Aquí, la teoría se hace tangible: el flujo se convierte en acción, la planificación en aprendizaje y la mejora continua en un resultado medible que redefine la forma de construir.

3.1. Metodología del Estudio

El presente estudio adopta un **enfoque técnico-aplicativo**, orientado a demostrar cómo la implementación de la **filosofía Lean Construction** contribuye a la optimización del

tiempo de ejecución, la mejora de la productividad y la eficiencia en la gestión de proyectos constructivos. En este caso, el análisis se centra en el **Proyecto Beaterio II**, desarrollado por la empresa **Luxury S.A.C.**, cuyo principal objetivo operativo fue **reducir el plazo de ejecución sin comprometer la calidad ni los recursos**, mediante la aplicación de herramientas Lean en la planificación, coordinación y control de los procesos constructivos.

La investigación se enmarca en un **diseño no experimental, descriptivo y de tipo aplicado**, ya que parte de la observación directa de las condiciones existentes en el proyecto, para luego introducir un conjunto de herramientas y estrategias basadas en los principios Lean, evaluando su impacto sobre el flujo de trabajo y la gestión del tiempo. Este enfoque permite **trasladar los postulados teóricos del Lean Construction a un entorno real**, verificando empíricamente su efectividad en el campo de la construcción.

El proceso metodológico se estructura en **etapas secuenciales**, las cuales responden al ciclo de mejora continua **PDCA (Plan–Do–Check–Act)** propio de la filosofía Lean. Dichas etapas se desarrollan de la siguiente manera:

1. **Diagnóstico inicial del proyecto:** En esta primera fase, se realiza un análisis detallado de la situación inicial del Proyecto Beaterio II, identificando los procesos críticos, los cuellos de botella, las demoras recurrentes y las causas raíz que afectan la productividad y el cumplimiento de los plazos. Se evalúa la planificación original, los recursos disponibles, las condiciones logísticas y el sistema de control empleado por la empresa antes de la intervención Lean.

2. **Diseño de la propuesta Lean:** Sobre la base del diagnóstico, se formulan las estrategias de intervención sustentadas en los principios Lean Construction, priorizando la **eliminación de desperdicios (muda)**, la **optimización del flujo de valor**, la **reducción de la variabilidad** y la **participación colaborativa de los equipos**. En esta etapa se seleccionan las herramientas a aplicar, tales como el **Pull Planning**, el **Last Planner System (LPS)**, las **Hojas A3 de Planeamiento**, y las **matrices de aplicabilidad y control de desempeño**.

3. **Implementación de las herramientas Lean:** La tercera etapa consiste en la aplicación progresiva de las herramientas seleccionadas dentro del proyecto. Se

desarrollan reuniones colaborativas de planificación (*lookahead meetings*), donde los equipos de obra y supervisión establecen compromisos semanales, identifican restricciones y coordinan secuencias de ejecución. Asimismo, se reestructura el cronograma meta, se definen los hitos internos y se implementan mecanismos de seguimiento visual para asegurar la comunicación efectiva entre las distintas áreas del proyecto.

4. **Monitoreo y evaluación del desempeño:** En esta fase, se realiza un seguimiento continuo de la implementación mediante **indicadores de rendimiento (KPI)**, tales como el **Porcentaje de Plan Completado (PPC)**, la **variación del ritmo de producción (Takt Time)** y los niveles de cumplimiento de cronogramas parciales. El objetivo es medir los resultados tangibles en términos de reducción de tiempos, mejora del flujo de actividades y aprovechamiento de recursos.

5. **Análisis de resultados y retroalimentación:** Finalmente, los datos obtenidos durante la ejecución se analizan comparando los resultados previos y posteriores a la aplicación de la filosofía Lean. Se evalúan los beneficios alcanzados, las limitaciones encontradas y las oportunidades de mejora continua. Esta retroalimentación permite generar aprendizajes aplicables a otros proyectos de la empresa, consolidando una **cultura organizacional de eficiencia y colaboración**.

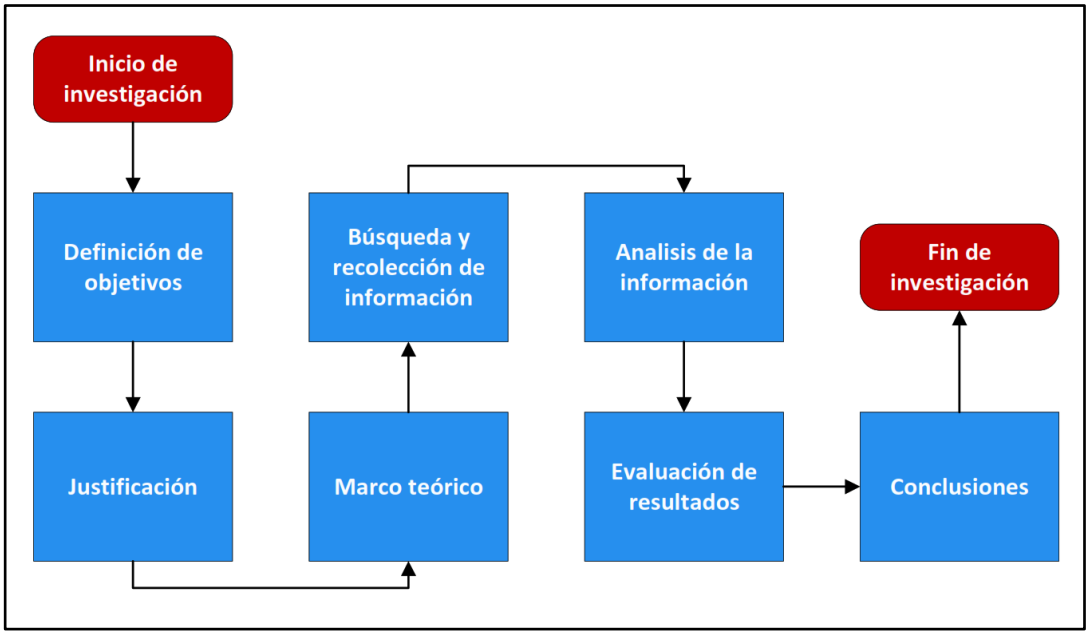
Metodológicamente, el estudio combina **métodos cuantitativos y cualitativos**. El enfoque cuantitativo permite medir el impacto de las mejoras implementadas a través de indicadores de desempeño y tiempos de ejecución, mientras que el enfoque cualitativo se apoya en la observación directa, las reuniones de coordinación y las entrevistas con los miembros del equipo técnico, con el fin de comprender la percepción y la adaptación del personal al nuevo sistema de gestión.

La investigación se sustenta, además, en el uso de **fuentes documentales y técnicas de campo**, incluyendo los planos del proyecto, cronogramas contractuales, informes de avance, reportes de control de calidad y registros fotográficos. Estos insumos permiten validar los resultados y garantizar la objetividad del análisis.

En síntesis, la metodología del presente estudio busca **convertir la gestión Lean en un proceso observable, medible y replicable**, que trascienda la teoría para convertirse en una herramienta de transformación organizacional. A través del caso del Proyecto Beaterio II, se demuestra que la eficiencia constructiva no es producto del azar, sino del diseño consciente de procesos, la participación coordinada de los equipos y la aplicación sistemática de una filosofía que coloca al flujo de valor —y no solo al producto final— en el centro de la gestión.

A continuación, se presenta el **flujo de actividades metodológicas** que guió el desarrollo de esta investigación, ilustrando la secuencia lógica de análisis, intervención, monitoreo y evaluación empleada en la aplicación del modelo Lean dentro del proyecto estudiado.

Figura 1 Secuencia de la estructura metodológica



3.2. Contexto del Caso Analizado

El presente caso de estudio se enmarca en la implementación de la filosofía **Lean Construction** en la gestión de un proyecto real desarrollado por la empresa **Luxury S.A.C.**, una compañía constructora e inmobiliaria de reconocida trayectoria en el sur del Perú. El proyecto seleccionado —denominado **"Beaterio II"**— representa un esfuerzo estratégico de la organización por optimizar los procesos de construcción de obras multifamiliares,

aplicando principios de eficiencia, planificación colaborativa y control sistemático de la producción.

Este contexto ofrece un escenario ideal para analizar la **aplicación práctica de las herramientas Lean**, al tratarse de una obra compleja en términos de estructura, presupuesto y cronograma, pero gestionada bajo un enfoque orientado a la reducción de desperdicios, la mejora continua y la integración del equipo de trabajo. A continuación, se detallan los elementos esenciales que definen el contexto organizacional, técnico y operativo del caso.

3.2.1. Descripción de la empresa y estructura organizativa

Luxury S.A.C. es una empresa arequipeña con más de **14 años de experiencia** en el sector de la construcción e inmobiliaria, consolidada como una de las firmas locales más destacadas en el desarrollo de proyectos residenciales dirigidos a los **segmentos socioeconómicos A y B**. Su modelo de negocio se sustenta en la gestión integral de edificaciones, abarcando desde la planificación y diseño arquitectónico hasta la ejecución y entrega final de los proyectos.

La organización mantiene un enfoque **vertical y funcional**, estructurado en torno a una **Gerencia General**, que supervisa las áreas de **Operaciones, Proyectos, Oficina Técnica, Administración, Logística y Control de Calidad**. Este esquema permite una comunicación directa entre los niveles estratégicos y operativos, garantizando el control sobre los procesos y la toma de decisiones.

En el marco de la filosofía Lean, la empresa ha comenzado a transitar hacia una **estructura más colaborativa**, promoviendo la integración entre las áreas técnicas, de campo y administrativas. Este cambio organizacional busca reducir los tiempos de respuesta, mejorar la coordinación de obra y fortalecer la cultura de aprendizaje continuo entre los equipos multidisciplinarios.

El organigrama corporativo de **Luxury S.A.C.**, representado en la Figura 4 del documento base, refleja una jerarquía clara y definida, donde las responsabilidades están distribuidas conforme a los niveles de especialización técnica, pero bajo una lógica de cooperación transversal que facilita la gestión del conocimiento y la eficiencia operativa.

3.2.2. Antecedentes y objetivos del proyecto seleccionado

El **Proyecto Beaterio II**, ubicado en el **Centro Poblado Antiquilla** (Mz. G Lote 8C,9), en el distrito, provincia y región de **Arequipa**, constituye un desarrollo inmobiliario de carácter **multifamiliar**, diseñado para ofrecer **82 departamentos**, con áreas comunes, estacionamientos y espacios de uso social distribuidos en tres bloques principales: **Bloque A** (3 niveles), **Bloque B** (5 niveles) y **Bloque C** (5 niveles), además de un **sótano de estacionamientos**.

El conjunto residencial fue concebido con un enfoque **arquitectónico funcional y moderno**, privilegiando la accesibilidad, la ventilación natural y la convivencia comunitaria. Los bloques se interconectan mediante un patio central y una alameda transversal, articulados por un **chiflón de doble altura** que une los espacios abiertos y distribuye la iluminación natural en las áreas interiores.

El proyecto incluye equipamientos de alta calidad como **lobby de acceso, salón de usos múltiples (SUM), piscina, área de parrillas, juegos infantiles, depósito de basura y mobiliario urbano**, lo que responde a la propuesta de valor de la empresa: construir espacios que integren confort, funcionalidad y sostenibilidad.

Con un **presupuesto total de S/ 13,358,970.84** y un **plazo contractual de 12 meses**, el proyecto se constituye en una inversión significativa tanto en magnitud económica como en complejidad técnica. Para efectos del presente estudio, el análisis se centró en la **fase de obra gruesa**, comprendida desde la cimentación hasta el vaciado de las losas estructurales de los bloques **B y C**, con un presupuesto asignado de **S/ 4,951,261.29**.

El **objetivo general del proyecto** fue cumplir con los plazos, costos y especificaciones técnicas aprobadas, garantizando la calidad del producto final y la satisfacción de los interesados. Los **factores críticos de éxito** definidos incluyeron:

- Cumplimiento de los plazos establecidos para evitar penalidades.
- Prevención de riesgos laborales y sociales.
- Minimización de paralizaciones por factores internos.

- Cumplimiento de la normativa técnica y de seguridad.
- Mejora de la imagen institucional mediante la confiabilidad en los resultados.

Bajo estos lineamientos, el **Beaterio II** se constituyó en un espacio de validación para las herramientas de **Lean Construction**, aplicadas con el propósito de **optimizar el cronograma de ejecución**, fortalecer la planificación colaborativa y mejorar la productividad del equipo técnico y operativo.

3.2.3. Condiciones iniciales del proceso constructivo

Al inicio del proyecto, el sistema de gestión empleado por **Luxury S.A.C.** respondía a un modelo tradicional de planificación, caracterizado por **cronogramas rígidos**, una coordinación limitada entre las áreas de diseño y obra, y un control basado en reportes semanales. Si bien este modelo había permitido culminar proyectos previos dentro de los márgenes aceptables de calidad, presentaba **ineficiencias notorias en el uso del tiempo y los recursos**, derivadas de la falta de integración entre la planificación y la ejecución diaria.

Entre las principales condiciones detectadas se encontraban:

- **Retrasos en la disponibilidad de materiales y equipos**, generando interrupciones en la secuencia de actividades.
- **Escasa coordinación entre los subcontratistas**, lo que ocasionaba acumulación de tareas y conflictos operativos.
- **Ausencia de herramientas de visualización del flujo de trabajo**, dificultando la identificación temprana de restricciones o cuellos de botella.
- **Limitada participación del personal operativo** en la toma de decisiones relacionadas con la planificación semanal.

Estas condiciones se tradujeron en un **bajo nivel de predictibilidad en el cronograma**, un incremento en los tiempos de espera entre partidas y una disminución en el rendimiento global del equipo. Ante este panorama, se decidió implementar el **enfoque**

Lean como una estrategia de intervención integral para **reducir los desperdicios, estabilizar el flujo productivo y mejorar la comunicación entre los actores del proyecto**.

La aplicación de herramientas como el **Pull Planning** y el **Last Planner System (LPS)** permitió redefinir las secuencias de ejecución, establecer hitos realistas y asignar responsabilidades claras mediante una planificación participativa. Asimismo, la utilización de la **Hoja A3** y las **matrices de aplicabilidad** sirvió para estandarizar procedimientos, fortalecer la trazabilidad de las decisiones y alinear los esfuerzos individuales con los objetivos globales del proyecto.

En suma, el contexto inicial del **Proyecto Beaterio II** evidenció la necesidad de evolucionar desde un modelo de gestión tradicional hacia un sistema de **producción ajustada y colaborativa**, donde el conocimiento técnico se combina con la participación activa y la transparencia operativa. Este cambio de paradigma marcó el punto de partida para la aplicación del modelo Lean, cuyos resultados y aprendizajes serán desarrollados en las siguientes secciones de este capítulo.

El **cierre del Capítulo III** permite reconocer que la aplicación del enfoque **Lean Construction** en el **Proyecto Beaterio II** no solo representó una intervención técnica orientada a optimizar tiempos y recursos, sino un **proceso de transformación cultural y organizacional** dentro de la empresa **Luxury S.A.C.**. A través del análisis del contexto institucional, la descripción del proyecto y el diagnóstico de las condiciones iniciales del proceso constructivo, se ha demostrado que los desafíos de la gestión moderna en la construcción no se limitan a la programación o el control, sino que se relacionan directamente con la forma en que las personas, los equipos y los sistemas interactúan para generar valor.

El estudio evidenció que, en sus etapas iniciales, el proyecto enfrentaba los mismos retos que caracterizan a buena parte del sector: **ineficiencias en la coordinación, falta de integración en la planificación, deficiencias en la comunicación y un flujo de trabajo irregular**. La adopción del pensamiento Lean surgió entonces como una respuesta a estas limitaciones, proponiendo una gestión basada en la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la participación activa de todos los involucrados.

En este contexto, el **Proyecto Beaterio II** se consolidó como un laboratorio de aprendizaje práctico, donde los principios Lean pudieron trasladarse del plano teórico al operativo. La empresa Luxury S.A.C. no solo incorporó herramientas específicas como el **Pull Planning**, el **Last Planner System**, las **Hojas A3 de planeamiento** y las **matrices de aplicabilidad**, sino que reestructuró su modo de trabajo, promoviendo la **colaboración entre áreas**, la **transparencia en la información** y la **disciplina en la planificación**. Estos cambios iniciales, aunque graduales, marcaron el comienzo de una nueva forma de comprender la productividad: no como un resultado aislado, sino como el fruto de un sistema integral de comunicación, confianza y compromiso compartido.

De esta manera, el capítulo ha permitido contextualizar la **aplicación real de la filosofía Lean** en una organización que busca posicionarse en la vanguardia de la gestión constructiva regional. Los datos obtenidos y los procesos descritos sientan las bases para el desarrollo de la siguiente sección, en la cual se profundizará en la **Propuesta de Valor** del modelo Lean aplicado al proyecto, mostrando de manera detallada las **estrategias, herramientas y resultados concretos** alcanzados tras la implementación de este enfoque.

En el **Capítulo IV**, se abordará el diseño del sistema de producción Lean del **Proyecto Beaterio II**, explicando cómo la planificación colaborativa, la optimización de recursos y el control del ritmo productivo se integraron en una propuesta operativa capaz de garantizar eficiencia, calidad y sostenibilidad. Será un recorrido que mostrará no solo la estructura técnica de la propuesta, sino también su impacto en el desempeño del equipo, la reducción de tiempos y la creación de valor tangible para la organización y los clientes.

Así, se cierra un capítulo que articula el diagnóstico con la acción, para dar paso al siguiente, donde la filosofía Lean se convierte en una herramienta de **innovación productiva y ventaja competitiva** dentro del sector de la construcción.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE VALOR: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN LEAN

El **Capítulo IV** marca el punto culminante del estudio al presentar la **propuesta de valor** derivada de la aplicación práctica de la **filosofía Lean Construction** en el **Proyecto Beaterio II** desarrollado por la empresa **Luxury S.A.C.**. Este apartado integra los aprendizajes teóricos, metodológicos y empíricos obtenidos a lo largo de la investigación, para consolidarlos en un modelo operativo de **optimización del sistema de producción**, orientado a lograr mayor eficiencia, control y predictibilidad en los procesos constructivos.

A diferencia de los capítulos anteriores —centrados en la fundamentación conceptual y en el análisis contextual del caso—, este capítulo se enfoca en la **materialización de la mejora continua** a través de herramientas y estrategias Lean que fueron adaptadas al entorno real del proyecto. La propuesta de valor aquí desarrollada busca demostrar cómo la implementación de un sistema de producción optimizado no solo reduce los plazos de ejecución y los desperdicios, sino que también **transforma la cultura organizacional**, promoviendo la participación activa, la transparencia y el trabajo colaborativo en todos los niveles de la estructura de obra.

5.1. Diseño del Sistema de Producción

El diseño del sistema de producción se ejecuta a fin de entregarle al equipo de obra un procedimiento de trabajo que le permita cumplir con los objetivos del proyecto de manera efectiva; para ello, debemos definir los objetivos del proyecto e identificar los procesos y actividades que agreguen valor y eliminar las que no agreguen.

El diseño del flujo de trabajo; debe garantizar que, el desarrollo de las actividades se realice de manera fluida y sin interrupciones; para ello, es necesario identificar cuellos de botella y asegurar que los materiales y herramientas estén disponibles oportunamente.

5.1.1. Definición de las Estrategias de Ejecución: Factores Claves de Éxito

La estrategia adoptada para la ejecución del presente trabajo considerará los siguientes factores críticos para el éxito del proyecto:

- Uso de encofrado metálico.
- Uso de concreto premezclado.
- Pre armado de acero de elementos verticales.
- Uso de grúa torre de 50 m de pluma y capacidad de carga de hasta 1 t en punta.
- Implementación y uso de Salas de Producción.
- Capacitación previa del equipo de obra en temas Lean.
- Capacitación en el uso del Plan Maestro como herramienta para el control del plazo.
- Uso de sectorización y trenes de trabajo.
- Capacitación del uso de la hoja A3 para la evaluación y análisis de los problemas suscitados en obra y el planeamiento de sus respectivas acciones correctivas en un ciclo PDCA.
- Desarrollo de procedimientos constructivos como parte del plan de Calidad.
- Elaboración de Mapas de procesos de actividades más relevantes para el proyecto.

A continuación, se analizan tres de los criterios establecidos

Uso de encofrado metálico.

El uso de encofrado; al igual que todas las actividades de trabajo, ha sido dividido en sectores, creando una línea de producción balanceada, a fin de asegurar el flujo de trabajo se ha previsto usar encofrado metálico; por lo que, se ha decidido alquilar dichos elementos.

Los materiales de los cuales está hecho el encofrado metálico son mucho más resistentes que el encofrado de madera, al estar fabricado de acero, aluminio y hierro, tienen un mejor comportamiento frente a la deformación y pueden soportar mayores cargas y presiones.

El encofrado metálico requiere una inversión monetaria mayor con respecto al encofrado de madera; sin embargo, al ser mucho más ligero que el encofrado de madera y estar fabricado en medidas estandarizadas, portables y de fácil traslado, reduce tiempos de instalación.

Para el proyecto se ha considerado como proveedor de los encofrados metálicos a la empresa Efco, con la que se establecerá un contrato de alquiler de encofrados.

Uso de concreto premezclado.

Debido a la restricción de área de trabajo para la elaboración de concreto, accesibilidad a la obra (ancho de calle: 6.75 m de una sola vía) y que se tiene previsto vaciar volúmenes entre 25 y 45 m³ diarios, se tiene la necesidad de hacer uso de concreto premezclado.

La utilización de concreto premezclado reduce significativamente las horas hombre en obra para la colocación de concreto; además, se garantiza un adecuado control de calidad sobre el concreto recibido y no se requiere espacio de almacenamiento para materiales y herramientas necesarias para la elaboración de concreto preparado en obra.

Adicionalmente, el uso de concreto premezclado, reduce la generación de desperdicios o perdidas de materiales, asegura una mayor velocidad de colocación y garantiza una mezcla homogénea.

En el proyecto se ha considerado como proveedor de concreto premezclado a la empresa Supermix con quien realizaremos un contrato para suministro y colocación del concreto.

Uso de grúa torre de 50 m de pluma y capacidad de carga de hasta 1 t en punta.

Debido a la configuración espacial y la extensión del proyecto a ejecutar, se ve limitado el acceso a la obra externa e internamente; además, se necesita transportar e izar materiales y equipos dentro del proyecto; por lo que, se tiene la necesidad de hacer uso de una grúa torre.

Durante la ejecución de nuestro proyecto se prevé trasladar con la ayuda de la grúa torre materiales pesados, tales como: el acero de elementos verticales pre armado desde el banco de acero hasta los diferentes sectores de trabajo, encofrados metálicos pre armados entre sectores, el vaciado de elementos verticales haciendo uso del balde y actividades generales propias de la obra; lo que nos permite ahorrar tiempo, reduciendo la necesidad de contratar personal adicional para realizar el acarreo de materiales rápidamente de un lugar a otro, mejorando la eficiencia en obra y aumentando la productividad.

Adicionalmente, la grúa torre al estar diseñada para soportar grandes cargas, garantiza la seguridad de los trabajadores durante los transportes horizontales y verticales; además, reduce la necesidad de que los trabajadores realicen trabajos manuales peligrosos en altura y minimiza los riesgos de fatiga laboral de las cuadrillas de acarreo.

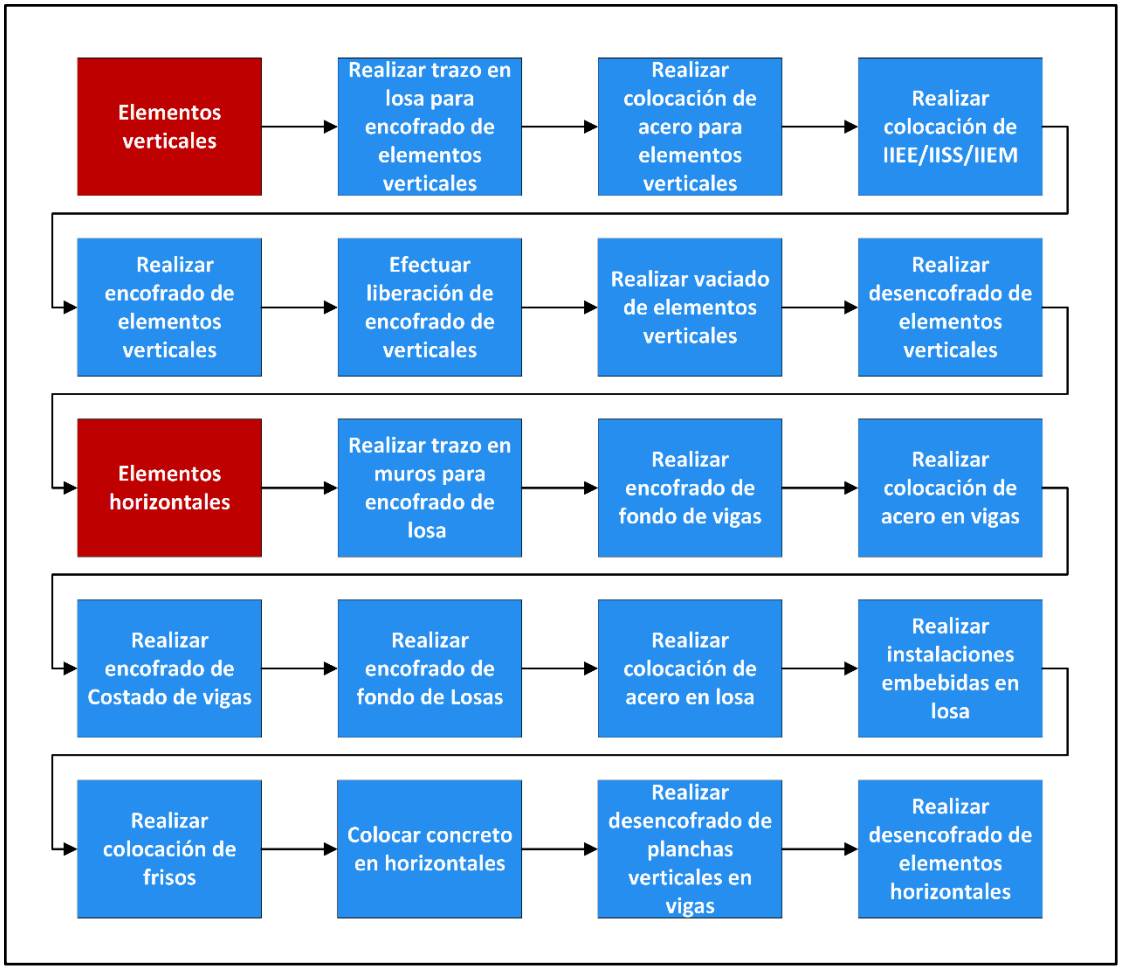
En el proyecto se ha considerado hacer uso de una grúa propia de 50 m de pluma y capacidad de carga de hasta 1 t en punta, puesto que la distancia más crítica entre el acceso y el sector más alejado es de 55 m.

5.1.2. Definición de la Secuencia de Ejecución

La secuencia de ejecución está relacionada al orden en que se van a realizar las tareas y actividades de la obra para lograr el cumplimiento de los objetivos y los entregables definidos en el EDT, es importante analizar las actividades a ejecutar con el fin de establecer una secuencia lógica y coherente para llevarlas a cabo, una secuencia inadecuada puede generar retrasos, problemas en la coordinación de las actividades y en la gestión de los recursos, a continuación se muestra la propuesta del flujograma de la secuencia de ejecución de elementos verticales y horizontales:

Figura 2

Flujograma de la secuencia de ejecución.



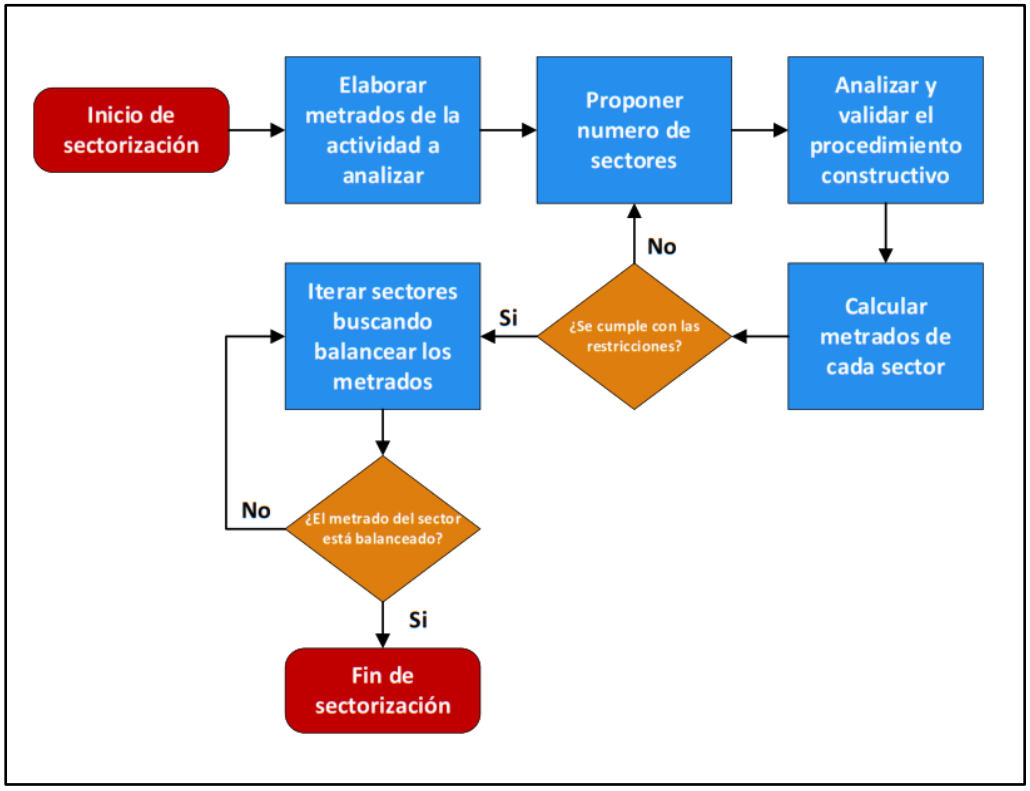
5.1.3. Definición de la Sectorización de un Proyecto

A fin de realizar la sectorización, se elaborará los metrados de las actividades a analizar; a continuación, se dividirá el proyecto en sectores para analizar y validar el procedimiento constructivo (secuencia de trabajo) y se calculará los metrados por cada sector de tal manera que las tareas asignadas puedan ser ejecutadas en un día, en un ritmo constante.

A continuación, se verificará el cumplimiento de las restricciones, identificando los problemas y las oportunidades de mejora y se iterará los sectores buscando el balance de metrados; una vez que, los metrados se encuentran balanceados se aprobará la sectorización, el proceso se muestra según el siguiente detalle:

Figura 3

Flujograma del proceso de sectorización.



Se busca identificar y agrupar actividades que se puedan planificar y gestionar de manera independiente; de tal forma que, la misma cantidad de gente realizará el mismo metraje cada día, disminuyendo la variabilidad de los trabajos. El objetivo principal de la sectorización es generar una curva de aprendizaje más dinámica, optimizando la fluidez y eficiencia de la cadena de suministro, reduciendo los desperdicios y mejorando la productividad.

En la presente investigación se plantea la sectorización de la cimentación, los muros perimetrales, elementos verticales y horizontales del sótano; además, la sectorización de los elementos verticales y horizontales de la superestructura. A continuación, se muestra algunas de las sectorizaciones propuestas para la torre C:

Figura 4

Sectorización a nivel general.



Figura 5

Sectorización de encofrado y vaciado de elementos verticales.

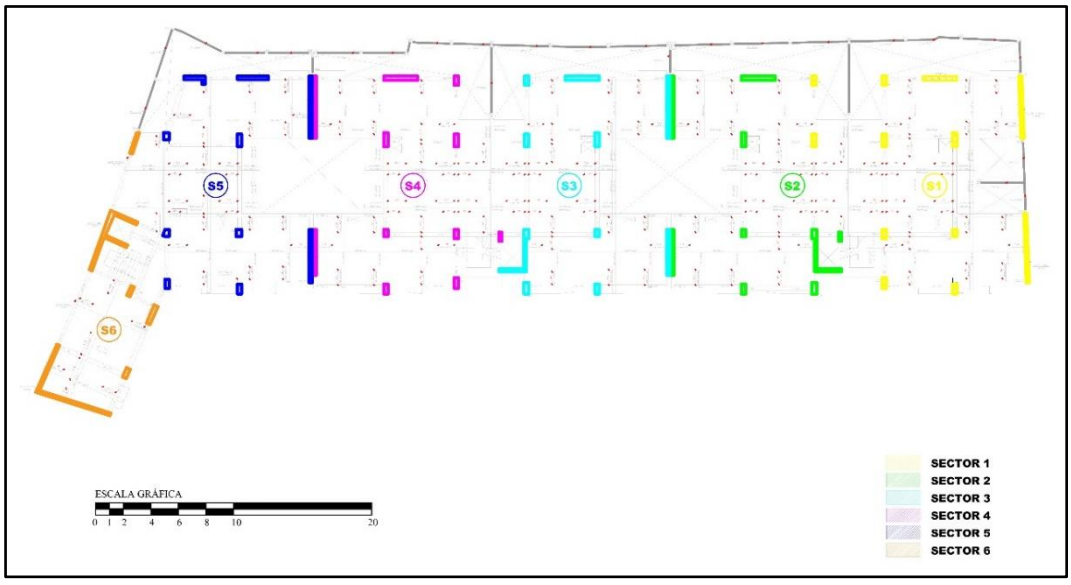
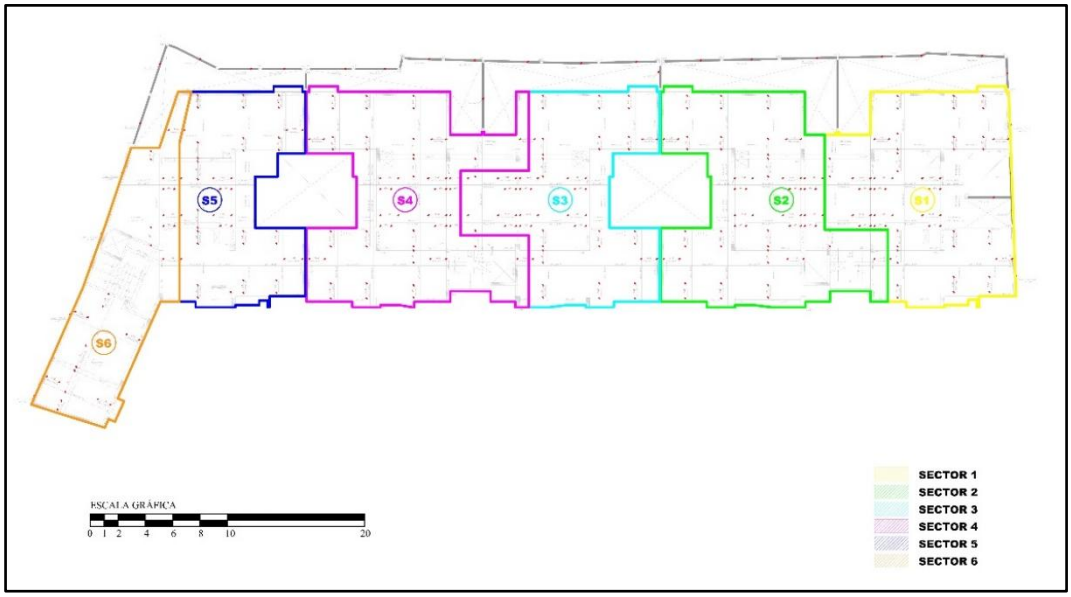


Figura 6

Sectorización de encofrado y vaciado de elementos horizontales.



5.1.4. Definición de Tren de Actividades

La filosofía Lean aplica un procedimiento equivalente al de las líneas de producción utilizadas en las fábricas, adecuándolo al sector construcción mediante la metodología del tren de actividades. Este método organiza las tareas de forma que las cuadrillas puedan llevar a cabo su trabajo de manera lógica y secuencial, promoviendo la eficiencia y la sincronización en el proceso constructivo.

Dado que el tren de actividades sigue una secuencia, todas las actividades involucradas pasan a formar parte de la ruta crítica; es decir, si una de ellas no se completa, todas las actividades subsiguientes se verán afectadas; por lo tanto, para garantizar un tren de actividades eficiente, es necesario sectorizar; es decir, dividir el volumen de actividades en partes iguales o similares con el objetivo de mantener el flujo de producción sin interrupciones.

Para diseñar el tren de actividades, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se trabajará un total de 9.6 horas diarias para cumplir con las 48 horas semanales.
- El horario laboral será de lunes a viernes.
- Los sábados se considerarán como Buffer de tiempo.
- Un sector se completará en 6 días para la torre C y en 5 días para la torre B.

A continuación, se muestra el tren de trabajo elaborado para la ejecución de la obra gruesa de la torre C y B:

Figura 7

Tren de trabajo torre C

N°	ACTIVIDADES		Semana 44				
		V	L	M	M	J	V
N°	ACTIVIDADES	23	26	27	28	29	30
	OBRA GRUESA - BLOQUE C						
	ELEMENTOS VERTICALES						
01	REALIZAR TRAZO EN LOSA PARA ENCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5
02	REALIZAR COLOCACIÓN DE ACERO PARA ELEMENTOS VERTICALES		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5
03	REALIZAR COLOCACIÓN DE IIEE/IISS/IIEM		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5
04	REALIZAR ENCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES			P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
05	EFECTUAR LIBERACIÓN DE ENCOFRADO DE VERTICALES			P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
06	REALIZAR VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES			P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
07	REALIZAR DESENCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES				P1S1	P1S2	P1S3
	ELEMENTOS HORIZONTALES						
01	REALIZAR TRAZO EN MUROS PARA ENCOFRADO DE LOSA				P1S1	P1S2	P1S3
02	REALIZAR ENCOFRADO DE FONDO DE VIGAS				P1S1	P1S2	P1S3
03	REALIZAR COLOCACIÓN DE ACERO EN VIGAS				P1S1	P1S2	P1S3
04	REALIZAR ENCOFRADO DE COSTADO DE VIGAS					P1S1	P1S2
05	REALIZAR ENCOFRADO DE FONDO DE LOSAS					P1S1	P1S2
06	REALIZAR COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA						P1S1
07	REALIZAR INSTALACIONES EMBEBIDAS EN LOSA						P1S1
08	REALIZAR COLOCACIÓN DE FRISOS						
09	COLOCAR CONCRETO EN HORIZONTALES						
10	REALIZAR DESENCOFRADO DE PLANCHAS VERTICALES EN VIGAS						
11	REALIZAR DESENCOFRADO DE ELEMENTOS HORIZONTALES						

Figura 8

Tren de trabajo torre B

N°	ACTIVIDADES	Semana 50			
		M	M	J	V
N°	ACTIVIDADES	8	9	10	11
	OBRA GRUESA - BLOQUE B				
	ELEMENTOS VERTICALES				
01	REALIZAR TRAZO EN LOSA PARA ENCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
02	REALIZAR COLOCACIÓN DE ACERO PARA ELEMENTOS VERTICALES	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
03	REALIZAR COLOCACIÓN DE IIEE/IISS/IIEM	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
04	REALIZAR ENCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
05	EFECTUAR LIBERACIÓN DE ENCOFRADO DE VERTICALES	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
06	REALIZAR VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4
07	REALIZAR DESENCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES		P1S1	P1S2	P1S3
	ELEMENTOS HORIZONTALES				
01	REALIZAR TRAZO EN MUROS PARA ENCOFRADO DE LOSA		P1S1	P1S2	P1S3
02	REALIZAR ENCOFRADO DE FONDO DE VIGAS		P1S1	P1S2	P1S3
03	REALIZAR COLOCACIÓN DE ACERO EN VIGAS		P1S1	P1S2	P1S3
04	REALIZAR ENCOFRADO DE COSTADO DE VIGAS			P1S1	P1S2
05	REALIZAR ENCOFRADO DE FONDO DE LOSAS			P1S1	P1S2
06	REALIZAR COLOCACIÓN DE ACERO EN LOSA				P1S1
07	REALIZAR INSTALACIONES EMBEBIDAS EN LOSA				P1S1
08	REALIZAR COLOCACIÓN DE FRISOS				
09	COLOCAR CONCRETO EN HORIZONTALES				
10	REALIZAR DESENCOFRADO DE PLANCHAS VERTICALES EN VIGAS				
11	REALIZAR DESENCOFRADO DE ELEMENTOS HORIZONTALES				

El tren de trabajo detallado de la obra gruesa se encuentra en el anexo C. Trenes de trabajo de la obra gruesa.

5.1.5. Definición del Ritmo de Producción

El ritmo de producción se refiere a la cantidad de trabajo que planificamos realizar en un periodo de tiempo específico, para definirlo es necesario tener una comprensión clara de la capacidad de producción de las cuadrillas asignadas a cada actividad; así como, de las restricciones de tiempo y recurso que se deben identificar en obra, tales como, los cuellos de botella y las áreas de mejora.

Además, se debe considerar la variabilidad de los procesos constructivos; por lo que, es necesario implementar un enfoque adaptativo que permita realizar ajustes conforme se

detecten cambios en las condiciones definidas del proyecto, permitiéndonos reducir los ciclos de trabajo y mejorar el flujo de los procesos; consecuentemente, reducimos el inventario y aumentamos la productividad.

A continuación, en la tabla n.° 4 y tabla n.° 5 se muestra el metrado por sectores de cada nivel de la Torre C a ejecutar en cada una de las actividades por día:

Tabla 1

Metrado por sectores de torre C

Actividades	Metrado por sectores															
	Sector	Sector I					Sector II					Sector III				
	Nivel / Unidad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Elementos verticales																
Realizar colocación de acero para elementos verticales	kg	1904.37	1904.37	1904.37	1904.37	1904.37	1244.76	1244.76	1244.76	1244.76	1244.76	1667.86	1667.86	1667.86	1667.86	1667.86
Realizar colocación de IIEE/IISS/IIEM	Glb	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Realizar encofrado de elementos verticales	m2	105.80	105.80	105.80	105.80	105.80	101.89	101.89	101.89	101.89	101.89	108.20	108.20	108.20	108.20	108.20
Realizar vaciado de elementos verticales	m3	11.31	11.31	11.31	11.31	11.31	10.51	10.51	10.51	10.51	10.51	11.33	11.33	11.33	11.33	11.33
Elementos horizontales																
Realizar encofrado de fondo de vigas	m2	22.53	19.78	19.33	19.33	17.95	18.19	15.43	15.43	15.43	14.32	18.01	18.74	18.74	18.74	17.39
Realizar colocación de acero en vigas	kg	1371.84	1029.79	1029.79	1029.79	1008.52	1107.53	821.92	821.92	821.92	804.96	1096.66	998.12	998.12	998.12	977.51
Realizar encofrado de costado de vigas	m2	55.17	48.43	47.33	47.33	43.94	44.54	37.78	37.78	37.78	35.07	44.10	45.88	45.88	45.88	42.58
Realizar encofrado de fondo de losas	m2	155.97	157.76	157.76	157.76	157.76	125.92	125.92	125.92	125.92	125.92	124.68	152.91	152.91	152.91	152.91
Realizar colocación de acero en losa	kg	1367.56	1348.39	1348.39	1348.39	1348.39	1104.07	1076.21	1076.21	1076.21	1076.21	1093.24	1306.92	1306.92	1306.92	1306.92
Realizar instalaciones embebidas en losa	Glb	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Colocar concreto en horizontales	m3	33.05	31.35	31.35	31.35	30.63	26.68	25.02	25.02	25.02	24.45	26.42	30.38	30.38	30.38	29.69

Tabla 2

Metrado por sectores de torre C

Actividades	Metrado por sectores																
	Sector	Sector IV					Sector V					Sector VI					Sector promedio
	Nivel / Unidad	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel promedio
Elementos verticales																	
Realizar colocación de acero para elementos verticales	kg	1441.56	1441.56	1441.56	1441.56	1441.56	1159.20	978.58	978.58	978.58	978.58	825.47	596.23	596.23	596.23	596.23	1319.22
Realizar colocación de iiee/iiss/iiem	Glb	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Realizar encofrado de elementos verticales	m2	91.45	91.45	91.45	91.45	91.45	106.79	91.96	91.96	91.96	91.96	127.56	111.75	111.75	111.75	111.75	102.86
Realizar vaciado de elementos verticales	m3	9.68	9.68	9.68	9.68	9.68	10.86	9.59	9.59	9.59	9.59	13.23	11.72	11.72	11.72	11.72	10.78
Elementos horizontales																	
Realizar encofrado de fondo de vigas	m2	23.04	16.08	16.08	16.08	14.93	19.81	15.37	15.37	15.37	14.27	16.49	8.94	8.94	8.94	8.30	16.25
Realizar colocación de acero en vigas	kg	1402.62	856.67	856.67	856.67	838.97	1205.89	818.86	818.86	818.86	801.94	1003.82	476.06	476.06	476.06	466.23	903.03
Realizar encofrado de costado de vigas	m2	56.41	39.37	39.37	39.37	36.55	48.50	37.64	37.64	37.64	34.94	40.37	21.88	21.88	21.88	20.31	39.77
Realizar encofrado de fondo de losas	m2	159.47	131.24	131.24	131.24	131.24	137.10	125.45	125.45	125.45	125.45	114.13	72.93	72.93	72.93	72.93	129.40
Realizar colocación de acero en losa	kg	1398.24	1121.70	1121.70	1121.70	1121.70	1202.12	1072.19	1072.19	1072.19	1072.19	1000.68	623.34	623.34	623.34	623.34	1112.03
Realizar instalaciones embebidas en losa	Glb	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Colocar concreto en horizontales	m3	33.79	26.08	26.08	26.08	25.48	29.05	24.93	24.93	24.93	24.36	24.19	14.49	14.49	14.49	14.16	25.96

Para realizar la distribución de los metrados se tomó como línea base la partida de encofrado, a fin de calcular la duración de las actividades se consideró como periodo de trabajo el intervalo comprendido entre el lunes a viernes, asignando el sábado como buffer de recuperación ante las posibles restricciones y retrasos que se pudieran presentar en obra.

Una vez obtenido el metrado promedio de los sectores, procedemos a calcular la mano de obra requerida por día para cada actividad programada, conforme se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 3

Cálculo de la mano de obra requerido por día para cada actividad

Actividad	Unidad	Metrado Promedio	Ratio (hh/und)	Metrado* Ratio (hh)	Jornal diario (hh)	N° personas	Cuadrilla	Cuadrilla requerida
Elementos verticales								
Realizar colocación de acero para elementos verticales	kg	1319.22	0.04	52.77	8.50	6.21	1 op + 1 of	3 op + 3 of
Realizar encofrado de elementos verticales	m2	102.86	0.80	82.29	8.50	9.68	1 op + 1 of	5 op + 5 of
Realizar vaciado de elementos verticales	m3	10.78	0.84	9.06	8.50	1.07	1 op + 2 of + 1 pe	1 op + 2 of + 1 pe
Elementos horizontales								
Realizar encofrado de fondo de vigas	m2	16.25	3.20	51.99	8.50	6.12	1 op + 1 of	3 op + 3 of
Realizar colocación de acero en vigas	kg	903.03	0.055	49.67	8.50	5.84	1 op + 1 of	3 op + 3 of
Realizar encofrado de costado de vigas	m2	39.77	1.20	47.73	8.50	5.62	1 op + 1 of	3 op + 3 of
Realizar encofrado de fondo de losas	m2	129.40	0.55	71.17	8.50	8.37	1 op + 1 of	4 op + 4 of
Realizar colocación de acero en losa	kg	1112.03	0.05	55.60	8.50	6.54	1 op + 1 of	3 op + 3 of
Colocar concreto en horizontales	m3	25.96	0.84	21.80	8.50	2.57	1 op + 2 of + 1 pe	1 op + 2 of + 1 pe

5.2. Mapas de Procesos del Proyecto

Los mapas de procesos se utilizarán para identificar y visualizar los flujos de trabajo del proyecto, a fin de identificar mejoras que nos permitan aumentar la eficiencia de los procesos, mejorar la calidad en obra y además identificar quién es responsable de cada una de las etapas y cómo se relacionan entre sí.

La elaboración de los mapas de procesos del proyecto nos ayudará a identificar cuellos de botella y otras problemáticas, como los tiempos de espera y los errores de comunicación; para ello, es importante trabajar en equipo e involucrar a todas las partes interesadas.

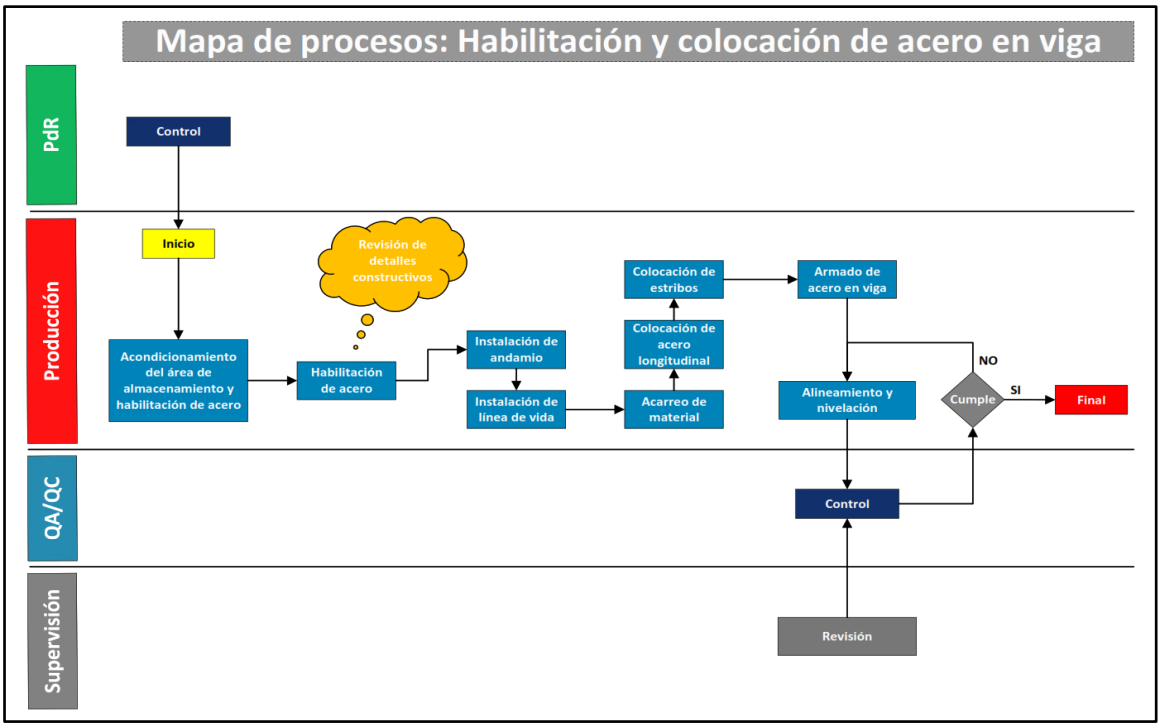
5.2.1. Definición de Mapa de Procesos

Los mapas de procesos nos permiten comprender los procesos productivos impulsando el trabajo colaborativo en el equipo de construcción facilitando la gestión de la obra. A fin de conocer el inicio y el fin de cada proceso, se elaborarán mapas de procesos, en los que se definirán las actividades secuenciales de cada etapa de la obra, esto nos permitirá elaborar sus respectivos procedimientos constructivos, definiendo los pasos a seguir, los recursos que se utilizarán y los controles de calidad que se ejecutarán en cada uno de ellos.

A continuación, se muestra el mapa de procesos de la habilitación y colocación de acero en viga:

Figura 9

Mapa de procesos: Habilitación y colocación de acero en viga



5.2.2. Definición de Procedimientos Constructivos

Para los procedimientos constructivos nos basamos en la aplicación de principios de eficiencia y eficacia y normas de calidad y seguridad, con el objetivo de garantizar la realización de la obra dentro de los parámetros previstos, según las condiciones específicas del proyecto, incluyendo los recursos disponibles, los requerimientos técnicos, las restricciones legales y las expectativas del cliente, estos procedimientos se establecerán previo al inicio de la obra y su cumplimiento será responsabilidad de todos los integrantes del equipo de proyecto y de construcción.

5.3. Sistema de Gestión del Proyecto

La implementación de un sistema de gestión en un negocio es muy variable; en el caso de estudio estamos aplicando un sistema de gestión de proyectos en la construcción basado en los principios y prácticas Lean, se definirá los procesos, procedimientos y herramientas que serán utilizados para planificar, ejecutar y controlar el proyecto, con el objetivo de optimizar los plazos de entrega de la obra, mejorar la calidad, aumentar la satisfacción del cliente y promover la comunicación abierta entre los integrantes del equipo de construcción.

5.3.1. +Matriz de Aplicabilidad para la Ejecución del Proyecto

Se evaluará la aplicabilidad de los procedimientos de gestión y control en el proyecto y se determinará cuales nos pueden ser más útiles mediante el análisis de las actividades críticas y requisitos establecidos en el proyecto, los procedimientos son identificados durante la etapa de planeamiento y se detallan a continuación:

Tabla 4

Matriz de aplicabilidad

Tema	Elementos de gestión	Aplicabilidad	Área responsable	Observaciones
GA	Reporte mensual	X	GA	
Planeamiento	Cronograma en Microsoft Project	X	Producción	
	Tren de actividades en Excel	X	Producción	
	Cronograma de materiales críticos	X	Producción	

Tema	Elementos de gestión	Aplicabilidad	Área responsable	Observaciones
	Listado de materiales con stock mínimo	X	Producción	
	Cronograma de equipos	X	Producción	
	Curva de personal	X	Producción	
	Curva de personal por categorías	X	Producción	
	Diseño de cuadrillas	X	Producción	
	Mapa de procesos	X	Producción	
	Hoja de planeamiento - A3	X	Producción	
Programación	Rutina estándar: Lookahead / Análisis de restricciones / Plan semanal / PPC semanal	X	Producción	
	Plan diario	X	Producción	
	PPC diario	X	Producción	
	Análisis de causas de incumplimiento	X	Producción	
	Reunión semanal de producción	X	Producción	
	Reunión semanal de proyecto	X	Producción	
Logística	Reunión de inicio de equipos y logística	X	OT/Prod/Almacén	
	Matriz de alcance	X	OT/Prod/Almacén	
	Gestión de inventarios	X	OT/Prod/Almacén	
Gestión contractual	Reunión de estrategia contractual	X	Resid/OT/Prod	
	FODA	X	Equipo obra	
	Indicadores específicos	X	Equipo obra	
Control del plazo y avance	Control diario por partida presupuestal	X	OT	
	Control diario por partida de control	X	OT	
	Control semanal por partida presupuestal	X	OT	
	Control semanal por partida de control	X	OT	
	Control mensual por partida presupuestal	X	OT	
	Control mensual por partida de control	X	OT	
	Curva S por HH	X	OT	
	Curva S por presupuesto	X	OT	
Control de productividad	IP MO HH diario	X	Producción	
	IP equipos diario	X	Producción	
	IP materiales diario	X	Producción	
	IP MO HH semanal	X	Producción	
	IP equipos semanal	X	Producción	
	IP materiales semanal	X	Producción	

Tema	Elementos de gestión	Aplicabilidad	Área responsable	Observaciones
	Porcentaje de utilización	X	Producción	
Reporte gerencial	Panel de control	X	OT	
	Control de provisiones	X	OT	
Cierre	Reunión de cierre de proyecto	X	OT	
	Relatorio	X	OT	
	Reunión retroalimentación a presupuestos	X	OT	

5.4. Organización del Proyecto

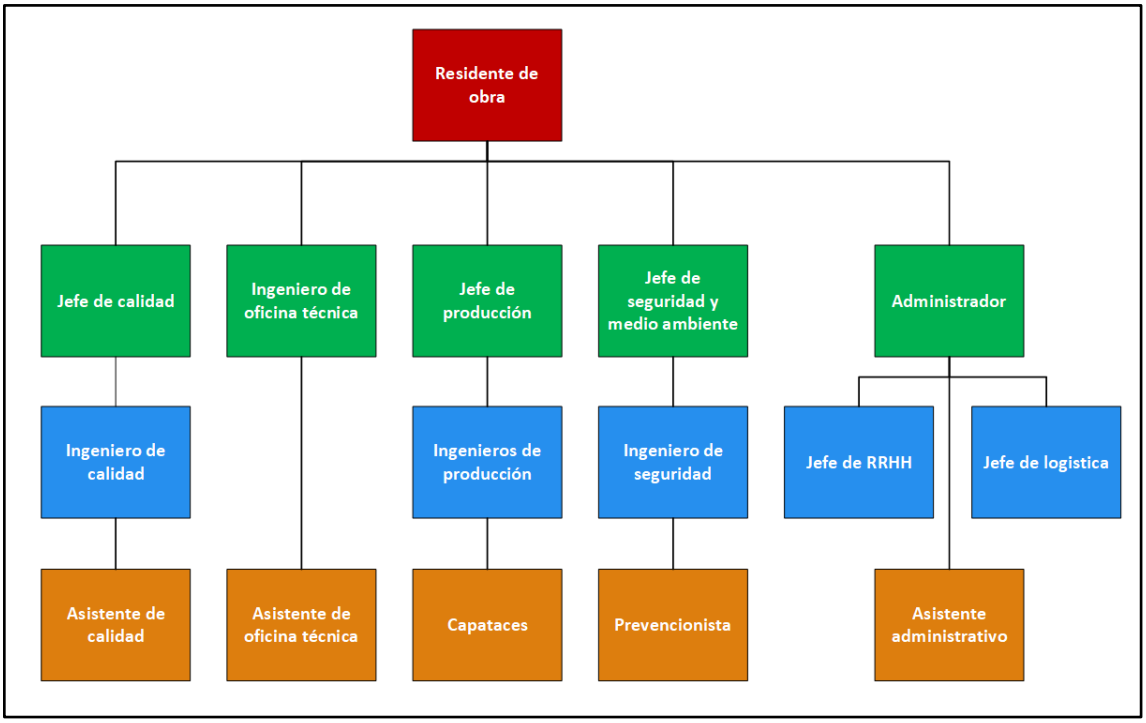
Al definir la organización del proyecto buscamos implementar herramientas que nos ayuden a mejorar los procesos y flujos de trabajo en obra, utilizando prácticas y herramientas que promuevan la colaboración y la eficiencia en el proyecto y eliminando aquellas que no le agreguen valor, esto implica la creación de equipos de trabajo multidisciplinarios, la planificación colaborativa, la gestión de la cadena de valor, la mejora continua y la comunicación efectiva.

5.4.1. Organigrama de Obra y Matriz de Responsabilidades

En el organigrama de obra definiremos la estructura jerárquica del equipo, incluyendo las posiciones y roles de cada miembro con la finalidad de realizar una comunicación clara y eficiente en la obra, asegurándonos de que cada miembro del equipo conozca sus responsabilidades y funciones dentro del equipo.

Figura 10

Organigrama de obra.



Por otra parte, la matriz de responsabilidades nos servirá para definir y comunicar las responsabilidades de cada miembro del equipo en cada una de las tareas programadas para la ejecución de la obra, lo que ayudará a tener claro los roles y los responsables de cada área.

Tabla 5

Matriz de responsabilidades.

ROLES / ENTREGABLES	Residente de obra	Jefe de producción	Ingeniero de oficina técnica	Jefe de calidad	Jefe de seguridad y medio ambiente	Administrador
Iniciación	E/S	P	P	I	I	P
Inicio de construcción de obra	E/S	I	P	I	P	P
Trabajo de obra gruesa	A	E/S	I	P	P	I
Fin de construcción	E/S	P	P	P	P	P
Informes de seguridad	I	I	I	I	E/S	
Mitigación de impacta ambiental	I	I	I	I	E/S	
Documentación de liquidación	E/S	P	P	P	P	P
Cierre	E/S	I	I	I	I	P

LEYENDA

E : Responsabilidad de ejecución / elaboración
I : Debe estar informado
A : Aprueba
P : Participa
S : Sustenta

Ambas herramientas en conjunto nos ayudan a coordinar los trabajos en obra, fomentando la responsabilidad individual y grupal y nos facilitan la toma de decisiones colaborativa y participativa a fin de cumplir con los objetivos trazados.

5.4.2. Definición y Dimensionamiento de la Infraestructura: Layout de Obra

En el diseño del layout de obra se define la disposición física de las instalaciones, maquinarias, materiales y equipos de trabajo, esta tarea se realiza al inicio del proyecto y se va actualizando conforme se avanza en la ejecución de los trabajos. El layout de obra impacta significativamente en los objetivos del proyecto, una planificación adecuada del layout de obra nos ayuda a optimizar el plazo, reducir los costos de construcción y además minimizar los riesgos de seguridad.

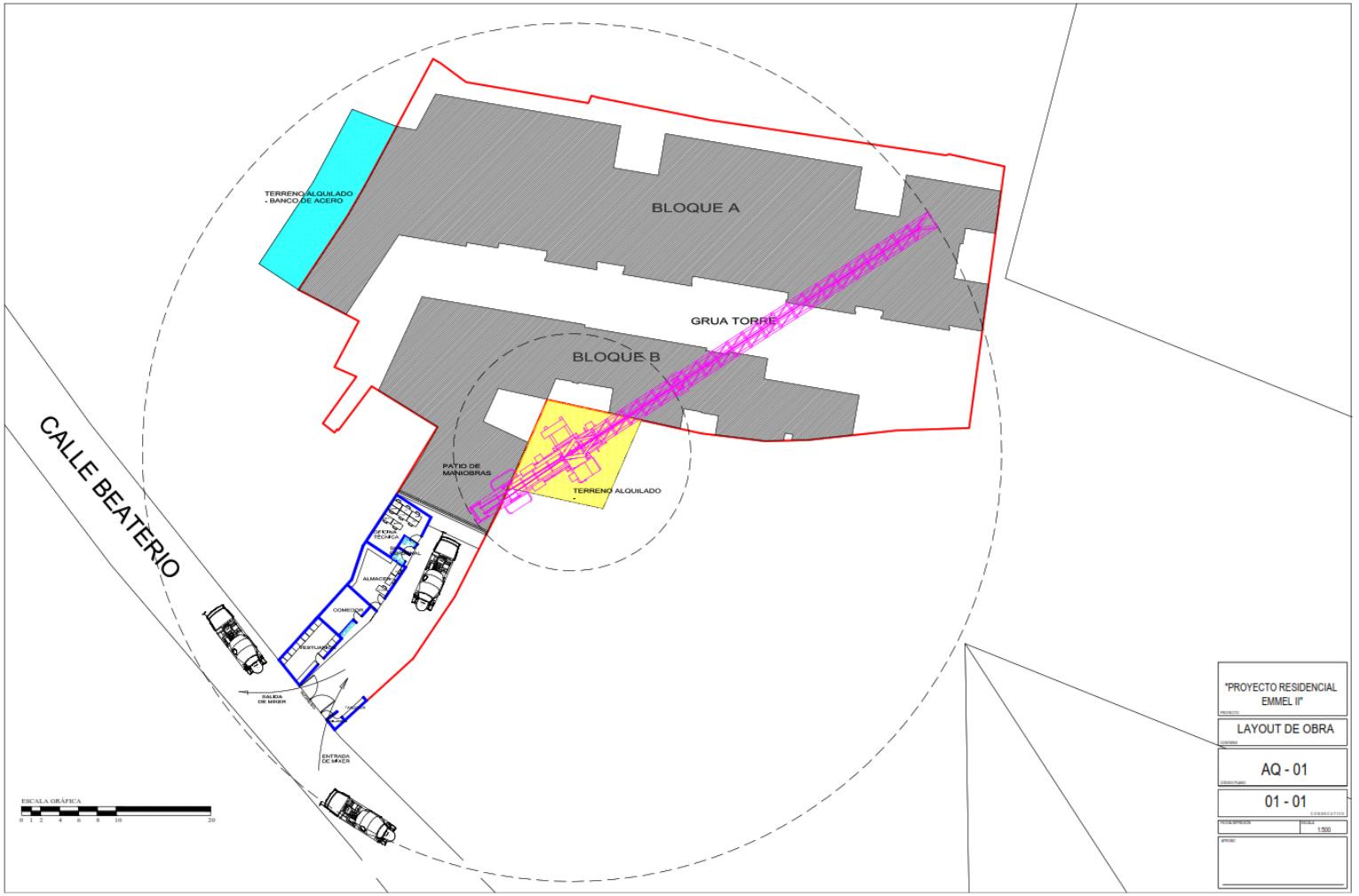
La elaboración del layout de obra facilita la identificación de las áreas clave de la obra; tales como, el área de trabajo, accesos, áreas de almacenamiento, áreas de descarga de materiales y ubicación de instalaciones provisionales; es importante que, al diseñar el layout de obra, se tenga en cuenta las normas y regulaciones de seguridad y salud ocupacional; así como, las regulaciones ambientales y sectoriales aplicables.

Para el dimensionamiento de las áreas, es importante tener en cuenta el flujo de trabajo y la cantidad de recursos necesarios para la ejecución de la obra, siendo fundamental la participación y colaboración de todos los miembros del equipo de proyecto y la utilización de herramientas de diseño para ayudar a visualizar y planificar el layout de obra.

A continuación, se muestra el layout de obra diseñado para el inicio de los trabajos de construcción:

Figura 11

Layout de obra.



5.5. Análisis del Plazo

En Lean Construction, el análisis del plazo se centra en comprender y mejorar la eficiencia en la ejecución de los proyectos; por tanto, nos enfocaremos en la identificación de las actividades necesarias para llevar a cabo la construcción del proyecto, fomentando la colaboración y comunicación entre los integrantes del equipo de construcción, eliminando desperdicios y evitando cuellos de botella mediante la mejora continua, optimizando los procesos, definiendo flujos de trabajo eficientes y estableciendo líneas de producción para la ejecución de la obra en base a la distribución balanceada de metrados, lo que nos permitirá incrementar la productividad reduciendo el plazo de ejecución de obra.

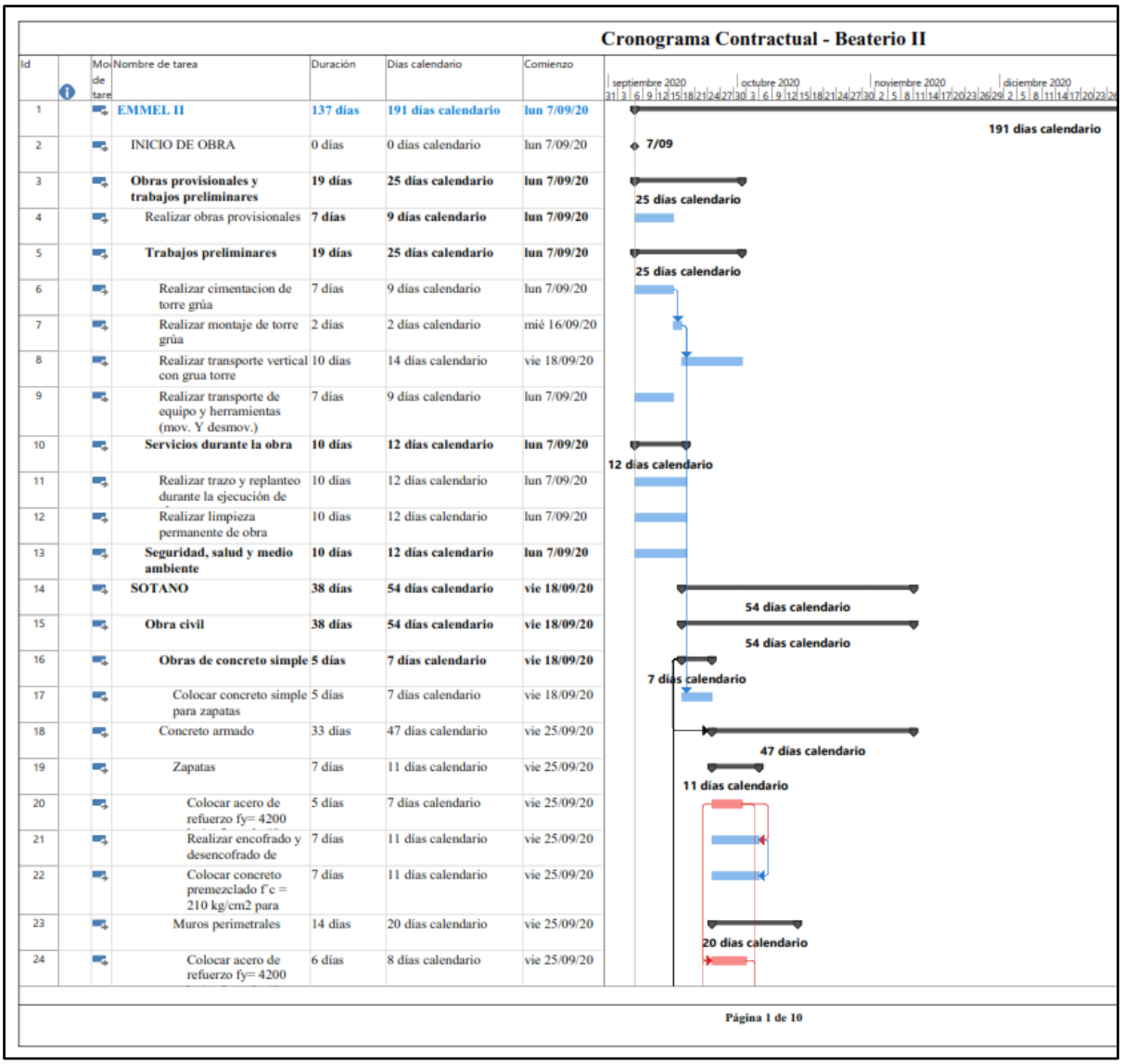
Cronograma Contractual

Este documento viene incluido en la documentación anexada al contrato, es consensuado con el contratante y juega un papel importante en la gestión de sus expectativas; en el cual, se establece los compromisos de plazos e hitos de control, se describen la secuencia de actividades, etapas y frentes de la obra, según lo acordado por las partes.

En nuestro caso de estudio, el plazo pactado con el cliente para la ejecución de los trabajos de obra gruesa es de 191 días calendario.

Figura 12

Cronograma contractual



Cronograma Contractual - Beaterio II

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Dias calendario	Comienzo
1		**EMMEL II**	**137 días**	**191 días calendario**	**lun 7/09/20**
2		INICIO DE OBRA	0 días	0 días calendario	lun 7/09/20
3		**Obras provisionales y trabajos preliminares**	**19 días**	**25 días calendario**	**lun 7/09/20**
4		Realizar obras provisionales	**7 días**	**9 días calendario**	**lun 7/09/20**
5		**Trabajos preliminares**	**19 días**	**25 días calendario**	**lun 7/09/20**
6		Realizar cimentacion de torre grúa	7 días	9 días calendario	lun 7/09/20
7		Realizar montaje de torre grúa	2 días	2 días calendario	mié 16/09/20
8		Realizar transporte vertical con grua torre	10 días	14 días calendario	vie 18/09/20
9		Realizar transporte de equipo y herramientas (mov. Y desmov.)	7 días	9 días calendario	lun 7/09/20
10		**Servicios durante la obra**	**10 días**	**12 días calendario**	**lun 7/09/20**
11		Realizar trazo y replanteo durante la ejecución de	10 días	12 días calendario	lun 7/09/20
12		Realizar limpieza permanente de obra	10 días	12 días calendario	lun 7/09/20
13		**Seguridad, salud y medio ambiente**	**10 días**	**12 días calendario**	**lun 7/09/20**
14		**SOTANO**	**38 días**	**54 días calendario**	**vie 18/09/20**
15		**Obra civil**	**38 días**	**54 días calendario**	**vie 18/09/20**
16		**Obras de concreto simple**	**5 días**	**7 días calendario**	**vie 18/09/20**
17		Colocar concreto simple para zapatas	5 días	7 días calendario	vie 18/09/20
18		Concreto armado	33 días	47 días calendario	vie 25/09/20
19		Zapatas	7 días	11 días calendario	vie 25/09/20
20		Colocar acero de refuerzo fy= 4200	5 días	7 días calendario	vie 25/09/20
21		Realizar encofrado y desencofrado de	7 días	11 días calendario	vie 25/09/20
22		Colocar concreto premezclado f'c = 210 kg/cm2 para	7 días	11 días calendario	vie 25/09/20
23		Muros perimetrales	14 días	20 días calendario	vie 25/09/20
24		Colocar acero de refuerzo fy= 4200	6 días	8 días calendario	vie 25/09/20

Página 1 de 10

El íntegro del cronograma contractual de la obra gruesa se encuentra en el anexo D. Cronograma Contractual.

Cronograma de Obra (Cronograma meta)

Esta es una herramienta interna, usualmente aprobada por la gerencia de la organización, plasmada con el fin de planificar la ejecución del proyecto, optimizando el plazo pactado con el cliente en el cronograma contractual.

Este cronograma está acorde con lo planteado en la secuencia de ejecución de los trenes de trabajo, será usada para hacer seguimiento a los hitos de control internos y asegurar el cumplimiento de lo ofertado, transformándose en una guía para alinear el avance de la obra con los objetivos establecidos.

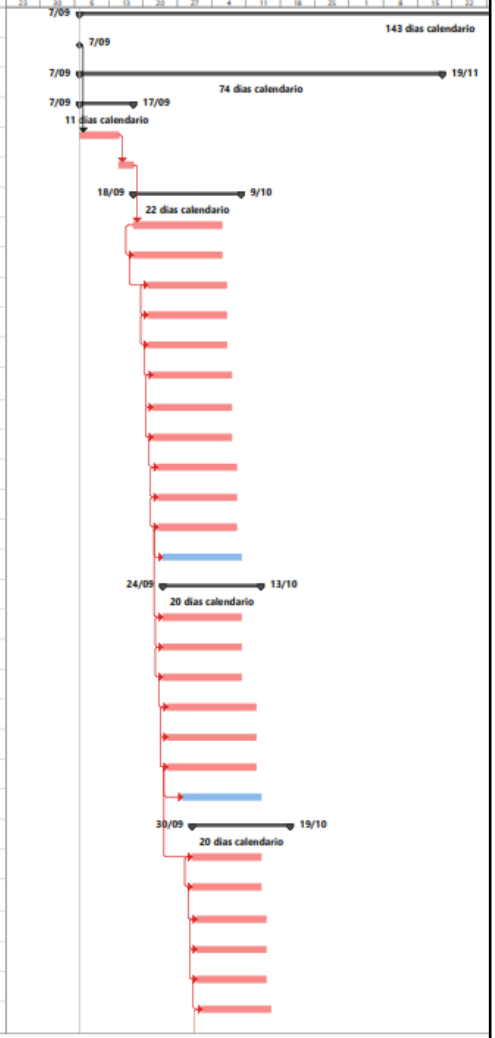
En el caso de estudio, el plazo interno planteado al equipo de proyecto para la ejecución de los trabajos de obra gruesa es de 143 días calendario, obteniéndose una reducción de 48 días calendario.

Figura 13

Cronograma meta

Cronograma Meta - Beaterio II

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Días Calendario (Texto1)	Comienzo	Fin
1		**EMMEL II**	**103 días**	**143 días calendario**	**lun 7/09/20**	**mié 27/01/21**
2		INICIO DE OBRA	0 días	0 días calendario	lun 7/09/20	lun 7/09/20
3		**SÓTANO**	**54 días**	**74 días calendario**	**lun 7/09/20**	**jue 19/11/20**
4		**Obras provisionales y preliminares**	**9 días**	**11 días calendario**	**lun 7/09/20**	**jue 17/09/20**
5		Realizar cimentación de torre grúa	6 días	8 días calendario	lun 7/09/20	lun 14/09/20
6		Realizar montaje de torre grúa	3 días	3 días calendario	mar 15/09/20	jue 17/09/20
7		**Cimentación muros perimetrales**	**16 días**	**22 días calendario**	**vie 18/09/20**	**vie 9/10/20**
8		Realizar trazo en terreno para excavación de cimentación	12 días	18 días calendario	vie 18/09/20	lun 5/10/20
9		Realizar excavación para cimentación de muros	12 días	18 días calendario	vie 18/09/20	lun 5/10/20
10		Realizar perfilado y compactación de zanja	12 días	16 días calendario	lun 21/09/20	mar 6/10/20
11		Realizar trazo y niveles en fondo para vaciado de solado	12 días	16 días calendario	lun 21/09/20	mar 6/10/20
12		Realizar vaciado de solado	12 días	16 días calendario	lun 21/09/20	mar 6/10/20
13		Realizar trazo en solado para colocación de acero y encofrado de cimentación	12 días	16 días calendario	mar 22/09/20	mié 7/10/20
14		Realizar colocación de acero de cimentación	12 días	16 días calendario	mar 22/09/20	mié 7/10/20
15		Realizar colocación de acero vertical en muros	12 días	16 días calendario	mar 22/09/20	mié 7/10/20
16		Realizar encofrado de cimentaciones	12 días	16 días calendario	mié 23/09/20	jue 8/10/20
17		Efectuar liberación para vaciado de concreto	12 días	16 días calendario	mié 23/09/20	jue 8/10/20
18		Realizar vaciado de concreto en cimentación de muros	12 días	16 días calendario	mié 23/09/20	jue 8/10/20
19		Realizar desencofrado de cimentación	12 días	16 días calendario	jue 24/09/20	vie 9/10/20
20		**Muros perimetrales**	**14 días**	**20 días calendario**	**jue 24/09/20**	**mar 13/10/20**
21		Realizar trazo para encofrado de elementos verticales	12 días	16 días calendario	jue 24/09/20	vie 9/10/20
22		Realizar colocación de pases IIEE/IISS/HVAC/ACI	12 días	16 días calendario	jue 24/09/20	vie 9/10/20
23		Efectuar liberación de pases	12 días	16 días calendario	jue 24/09/20	vie 9/10/20
24		Realizar encofrado de elementos verticales	12 días	18 días calendario	vie 25/09/20	lun 12/10/20
25		Efectuar liberación de elementos verticales	12 días	18 días calendario	vie 25/09/20	lun 12/10/20
26		Realizar vaciado de elementos verticales	12 días	18 días calendario	vie 25/09/20	lun 12/10/20
27		Realizar desencofrado de elementos verticales	12 días	16 días calendario	lun 28/09/20	mar 13/10/20
28		**Cimentación elementos verticales aislados**	**14 días**	**20 días calendario**	**mié 30/09/20**	**lun 19/10/20**
29		Realizar trazo en terreno para excavación de cimentación	10 días	14 días calendario	mié 30/09/20	mar 13/10/20
30		Realizar excavación para cimentación de elementos aislados	10 días	14 días calendario	mié 30/09/20	mar 13/10/20
31		Realizar perfilado y compactación de zanja	10 días	14 días calendario	jue 1/10/20	mié 14/10/20
32		Realizar trazo y niveles en fondo para vaciado de solado	10 días	14 días calendario	jue 1/10/20	mié 14/10/20
33		Realizar vaciado de solado	10 días	14 días calendario	jue 1/10/20	mié 14/10/20
34		Realizar trazo en solado para colocación de acero y encofrado de cimentación	10 días	14 días calendario	vie 2/10/20	jue 15/10/20



Página 1 de 3

El íntegro del cronograma meta de la obra gruesa se encuentra en el anexo E. Cronograma Meta.

Determinación de Reserva de Contingencia

Para determinar la reserva de contingencia, se definió los parámetros de probabilidad y nivel de impacto, a fin de clasificar los riesgos, tal como se muestra a continuación:

Tabla 6

Niveles de probabilidad.

PROBABILIDAD		DESCRIPCION
0.9	MUY ALTA	Riesgos de esta naturaleza se han presentado en proyectos similares, en la misma ubicación o en lugares cercanos, con interesados o clientes que comparten características similares.
0.7	ALTA	Riesgos de este tipo se han manifestado en proyectos similares que la organización ha ejecutado en los últimos dos años.
0.5	MEDIA	Riesgos de esta índole suelen presentarse en diversos proyectos de la organización.
0.3	BAJA	Riesgos de este tipo tienden a ocurrir en proyectos similares, aunque no se han presentado en los proyectos de nuestra organización.
0.1	MUY BAJA	Riesgos de este tipo son comunes en organizaciones similares a la nuestra.

Nota. Adaptado de "Desarrollo de un plan para la Dirección del Proyecto: Ampliación de la Red de Gas de Cálidda – Tramo 1", por B. Cornetero et al, 2015. (http://hdl.handle.net/10757/593334)

Tabla 7

Niveles de impacto.

CONDICIONES DEFINIDAS PARA ESCALAS DE IMPACTO DE UN RIESGO SOBRE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROYECTO					
Objetivo del Proyecto	**Muy bajo / 0.05**	**Bajo / 0.1**	**Moderado / 0.20**	**Alto / 0.40**	**Muy alto / 0.80**
Tiempo	Aumento de tiempo insignificante	Aumento de tiempo < 5%	Aumento de tiempo del 5 - 10%	Aumento de tiempo del 10 - 20%	Aumento del tiempo > 20%

Nota. Adaptado de "Desarrollo de un plan para la Dirección del Proyecto: Ampliación de la Red de Gas de Cálidda – Tramo 1", por B. Cornetero et al, 2015. (http://hdl.handle.net/10757/593334)

Tabla 8

Matriz de probabilidad e impacto.

PROBABILIDAD	AMENAZAS					OPORTUNIDADES				
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05

Nota. Adaptado de "Desarrollo de un plan para la Dirección del Proyecto: Ampliación de la Red de Gas de Cálidda – Tramo 1", por B. Cornetero et al, 2015. (http://hdl.handle.net/10757/593334)

Para la determinación de la reserva de contingencia, se consideraron los riesgos identificados en el acta de constitución; tal como, se muestra a continuación:

Tabla 9

Cálculo de la reserva de contingencia.

ID	RIESGOS	ESTRATEGIA ACCIÓN	IMPACTO (DIAS)	SITUACIÓN ORIGINAL				RIESGO RESIDUAL LUEGO DE APLICAR LA ESTRATEGIA			
				IMP.	PROB.	VALOR	EFECTO DEL IMPACTO	IMP.	PROB.	VALOR	EFECTO DEL IMPACTO
1	Debido a la alta demanda de proyectos de construcción, una demora en la fase de contratación y abastecimiento de materiales podría ocurrir, lo que impactaría en las fechas programadas del proyecto.	**MITIGAR:** Fortalecer acuerdos con socios estratégicos a fin de establecer relaciones comerciales a largo plazo con ventajas para ambas partes.	10	0.20	0.70	0.14	7	0.20	0.10	0.02	1
2	Debido a la necesidad de contar con profesionales capacitados en obra, una posible rotación de profesionales del Staff y mano de obra calificada podría ocurrir, lo que impactaría en las fechas programadas del proyecto.	**MITIGAR:** Establecer procedimientos de contratación que permitan captar colaboradores calificados y en condiciones adecuadas para la ejecución de los trabajos programados.	10	0.20	0.90	0.18	9	0.20	0.30	0.06	3

ID	RIESGOS	ESTRATEGIA ACCIÓN	IMPACTO (DIAS)	SITUACIÓN ORIGINAL				RIESGO RESIDUAL LUEGO DE APLICAR LA ESTRATEGIA			
				IMP.	PROB.	VALOR	EFECTO DEL IMPACTO	IMP.	PROB.	VALOR	EFECTO DEL IMPACTO
3	Debido a posible afectación a la propiedad de terceros, podrían ocurrir paralizaciones de obras, lo que podría generar ampliaciones de plazo y consecuentemente reconocimiento de mayores gastos generales.	**MITIGAR:** Establecer un plan de trabajo que defina procedimientos constructivos asegurando la ejecución de los trabajos para evitar afectaciones a terceros.	6	0.10	0.70	0.07	4.2	0.10	0.30	0.03	2
4	Debido a la magnitud del proyecto en la zona de intervención, el sindicato podría presionar por cupos laborales, lo que podría devenir en manifestaciones o tomas de la zona de trabajo, lo que generaría la paralización de obra.	**MITIGAR:** Contratar personal con conocimientos en negociaciones con sindicatos a fin de solucionar de manera rápida los conflictos que pudieran generarse durante la ejecución de obra.	5	0.10	0.90	0.09	4.5	0.10	0.50	0.05	3
5	Debido a la ocurrencia de fenómenos naturales podrían producirse retrasos en la ejecución de los trabajos, generando ampliaciones de plazo.	**ACEPTAR:** Debido a que es una situación impredecible, se ha tomado la decisión de no hacer nada y dejar que el riesgo ocurra.	3	0.10	0.30	0.03	0.9	0.10	0.30	0.03	1

De los cálculos mostrados en la reserva de contingencia; se tiene que, el mayor riesgo está relacionado con la contratación de profesionales del Staff y mano de obra calificada; por lo que, se deberá poner mayor énfasis en los procedimientos de contratación permitiéndonos captar colaboradores calificados y en condiciones adecuadas para la ejecución de los trabajos programados.

En conclusión, la estimación realizada para la reserva de contingencia nos lleva a considerar 10 días adicionales al plazo estimado en el cronograma meta.

Aplicación de Pull Planning

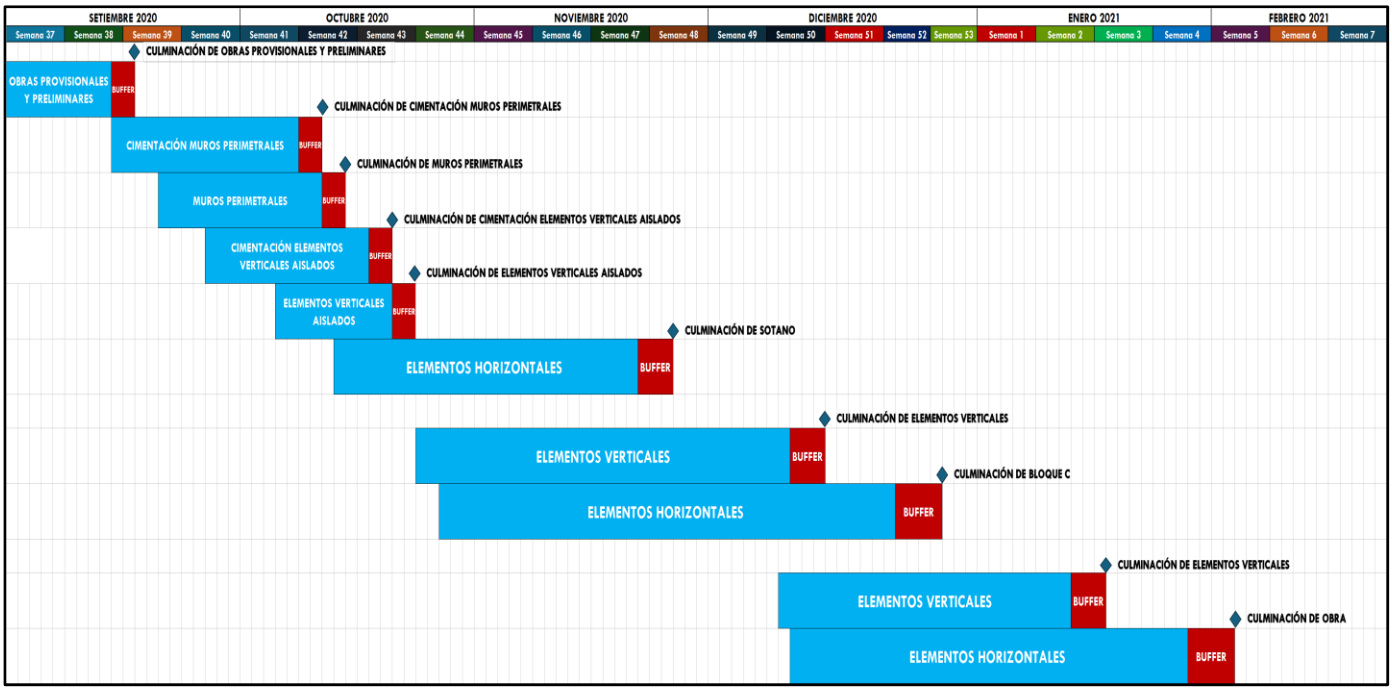
La aplicación de Pull Planning es una técnica utilizada en Lean Construction que se centra en la planificación colaborativa de las tareas necesarias para completar el proyecto, nos ayuda a clarificar el objetivo requerido, definiendo hitos que nos permitan cumplir con el cronograma o plazo de obra que tenemos, enfocándonos en las tareas que generan valor, buscando evitar la generación de inventarios o desperdicios. Los pasos para definir el Pull Planing, son los siguientes:

- Definir fases de trabajo, las cuales se dividen en tareas y traspasos.
- Se elabora colaborativamente el plan inverso arrastrando las tareas desde la fecha límite de la fase hacia la fecha de inicio de la fase.
- Se agrega las duraciones reales de las tareas mediante notas adhesivas (entre otros medios) en una pared (u otros medios físicos y digitales), sin considerar buffers en las actividades (contingencias).
- Los contratistas definen los traspasos de manera colaborativa entre las cuadrillas y las fases del proyecto, insertando zonas de amortiguamiento y haciendo uso de una revisión lógica de las labores para tratar de reducir las duraciones de las tareas o actividades.
- Determinar la fecha más práctica para iniciar cada actividad.
- Se decide que actividades necesitan contingencia o buffers en función a su complejidad o complicación, los buffers pueden ser de tiempo, capacidad o inventario; es mejor programar ajustado, sabiendo que se cuenta con un buffer de tiempo que se puede consumir por la variabilidad inherente a la construcción.
- Comprobar con el equipo si se sienten cómodos con los buffers para permitir la terminación del hito, con el fin de generar su compromiso.
- Se establecen reuniones de seguimiento periódicas para evaluar el progreso del proyecto y asegurarse de que se cumplan las fechas límite.

A continuación, se muestra el pull planning elaborado para el proyecto:

Figura 14

Pull planning



Definición de Plan Maestro

Mediante el uso de esta herramienta, establecemos una línea base para la planificación detallada y la ejecución del proyecto, lo que nos proporciona una visión general de los objetivos y el alcance del proyecto, ayudándonos a definir los entregables esperados, los plazos, los presupuestos y los hitos más importantes que permitan medir el ritmo de trabajo.

Mediante esta herramienta realizamos seguimiento y control del proyecto, realizando actualizaciones periódicas conforme vamos completando las tareas e identificando nuevos retos; además, es utilizada para identificar cualquier desviación del plan original tomando medidas correctivas para asegurar que el proyecto se complete a tiempo.

A continuación, se muestra el control de hitos del plan maestros elaborado para el proyecto:

Figura 15

Control de hitos de plan maestro

CONTROL DE HITOS DEL PLAN MAESTRO

VISUALIZACIÓN UNIDADES PRODUCCIÓN/SEMAN: MET, EJECUTADA y PROYECTADA

						7/09	14/09	21/09	28/09	5/10	12/10	19/10	26/10	2/11	9/11	16/11	23/11	30/11	7/12	14/12	21/12	28/12	4/01	11/01	18/01
			Control de Plazos			13/09	20/09	27/09	4/10	11/10	18/10	25/10	1/11	8/11	15/11	22/11	29/11	6/12	13/12	20/12	27/12	3/01	10/01	17/01	24/01
FASE	N°	SUB FASE	PLAN	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3
1. SOTANO	1	OBRAS PROVISIONALES	META	07/09/2020	17/09/2020	0	2																		
1. SOTANO			REAL - PROYECTADA			0	0																		
1. SOTANO	2	MUROS PERIMETRALES (INC. CIMENTACION)	META	18/09/2020	13/10/2020		0	1	5	5	1														
1. SOTANO			REAL - PROYECTADA				0	0	0	0	0														
1. SOTANO	3	CIMENTACIÓN ELEMENTOS VERTICALES AISLADOS	META	30/09/2020	19/10/2020				0	5	5														
1. SOTANO			REAL - PROYECTADA						0	0	0														
1. SOTANO	4	ELEMENTOS VERTICALES AISLADOS Y ELEMENTOS HORIZONTALES	META	08/10/2020	19/11/2020					1	5	6	5	5	5										
1. SOTANO			REAL - PROYECTADA							0	0	0	0	0	0										
2. BLOQUE C	5	ELEMENTOS VERTICALES	META	26/10/2020	08/12/2020								4	5	5	5	5	5	1						
2. BLOQUE C			REAL - PROYECTADA										0	0	0	0	0	0	0						
2. BLOQUE C	6	ELEMENTOS HORIZONTALES	META	28/10/2020	21/12/2020								0	5	5	5	5	5	5						
2. BLOQUE C			REAL - PROYECTADA										0	0	0	0	0	0	0						
2. BLOQUE B	7	ELEMENTOS VERTICALES	META	08/12/2020	14/01/2021														4	5	4	4	5	3	
2. BLOQUE B			REAL - PROYECTADA																0	0	0	0	0	0	
2. BLOQUE B	8	ELEMENTOS HORIZONTALES	META	09/12/2020	27/01/2021														0	5	4	4	5	5	2
2. BLOQUE B			REAL - PROYECTADA																0	0	0	0	0	0	0

Definición de los Hitos Internos o de Obra

Los hitos internos definen los eventos significativos dentro de nuestro proyecto, los cuales no necesariamente están vinculados con la finalización de una tarea, pero nos indican un progreso importante en el logro de nuestros objetivos; por tanto, son puntos de referencia clave que nos ayudan a medir y evaluar nuestro progreso; además de la finalización de fases importantes, se puede incluir la entrega de resultados clave.

Tabla 10

Hitos internos

FASE	N°	SUB FASE	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN
1. SOTANO	1	OBRAS PROVISIONALES	07/09/2020	17/09/2020
1. SOTANO	2	MUROS PERIMETRALES (INC. CIMENTACION)	18/09/2020	13/10/2020
1. SOTANO	3	CIMENTACIÓN ELEMENTOS VERTICALES AISLADOS	30/09/2020	19/10/2020
1. SOTANO	4	ELEMENTOS VERTICALES AISLADOS Y ELEMENTOS HORIZONTALES	08/10/2020	19/11/2020
2. BLOQUE C	5	ELEMENTOS VERTICALES	26/10/2020	08/12/2020
2. BLOQUE C	6	ELEMENTOS HORIZONTALES	28/10/2020	21/12/2020
2. BLOQUE B	7	ELEMENTOS VERTICALES	08/12/2020	14/01/2021
2. BLOQUE B	8	ELEMENTOS HORIZONTALES	09/12/2020	27/01/2021

Elaboración de la Hoja A3 de Planeamiento

Esta herramienta la utilizamos para la elaboración y seguimiento de los planes de acción, involucra la identificación clara de los problemas o desafíos que se están enfrentando; por lo tanto, es importante que la hoja A3 de planeamiento se elabore en equipo, incluyendo a todas las partes involucradas; lo cual, nos ayuda a garantizar que todos los aspectos del problema y las soluciones propuestas se consideren de manera equitativa y se obtenga un compromiso de todas las partes, siendo necesario incluir una sección de seguimiento y control en la que establezcamos indicadores clave de desempeño y definamos las medidas necesarias para garantizar que el plan se esté ejecutando de manera efectiva.

Finalmente, la hoja A3 de planeamiento es una herramienta dinámica que se debe actualizar regularmente para reflejar el progreso del proyecto y hacer los ajustes necesarios, en nuestro proyecto consideramos el seguimiento y control de lo siguiente:

- Flujograma de la secuencia de ejecución
- Uso de grúa
- Layout / Vista 3D
- Sectorización
- Check List
- Sectores por piso
- Cronograma
- Equipos
- Circuito Fiel

Figura 16

Hoja A3 de planeamiento

PLANEAMIENTO: ESTRUCTURAS - "EDIFICIO MULTIFAMILIAR RESIDENCIAL EMMEL II"

DATOS GENERALES

OBJETIVO:
CONSTRUIR LA ESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR BEATERIO II - AREQUIPA

DESCRIPCIÓN:
LA EDIFICACIÓN CONSTA DE 1 SÓTANO PARA USO DE ESTACIONAMIENTOS, 5 PISOS Y AZOTEA, DESTINADO AL USO DE VIVIENDA. EL PLAZO TOTAL DE LA OBRA SON 05 MESES.

DATOS GENERALES:

EXCAVACIÓN:	567,41 m3
CONCRETO	3425,06 m3
ACERO:	260 840,34 kg
ENCOFRADO:	22 044,54 m2

PARTICULARIDADES:
- USO DE ENCOFRADO METÁLICO
- USO DE CONCRETO PREMEZCLADO
- USO DE GRUA TORRE.
- IMPLEMENTACIÓN Y USO DE SALAS DE PRODUCCIÓN

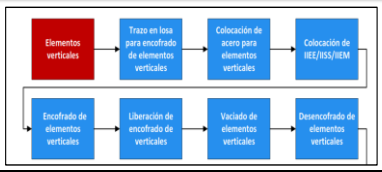
PROCESOS CRÍTICOS:
- USO ÓPTIMO DE GRÚA TORRE
- SECUENCIA DE FABRICACIÓN
- PLAN DE USO DE GRÚAS

EQUIPOS MAYORES:
- GRUA TORRE
- ENCOFRADO METALICO
- MIXER
- BOMBA ESTACIONARIA
- ANDAMIOS METALICOS

NORMAL TECNOLÓGICA

CIMENTACIÓN ELEMENTOS VERTICALES AISLADOS - 1				
DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA5
TRAZO EN TERRENO PARA EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN				
EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE ELEMENTOS AISLADOS				
	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA			
	TRAZO Y NIVELES EN FONDO PARA VACIADO DE SOLADO			
	VACIADO DE SOLADO			
		TRAZO EN SOLADO PARA COLOCACIÓN DE ACERO Y ENC. DE CIMENTACIÓN		
		COLOCACIÓN DE ACERO DE CIMENTACIÓN		
		COLOCACIÓN DE ACERO VERTICAL EN ELEMENTOS AISLADOS		
			ENCOFRADO DE CIMENTACIONES	
			LIBERACIÓN PARA VACIADO DE CONCRETO	
			VACIADO DE CONCRETO EN CIMENTACIÓN DE ELEMENTOS AISLADOS	
				DESENCOFRADO DE CIMENTACIÓN

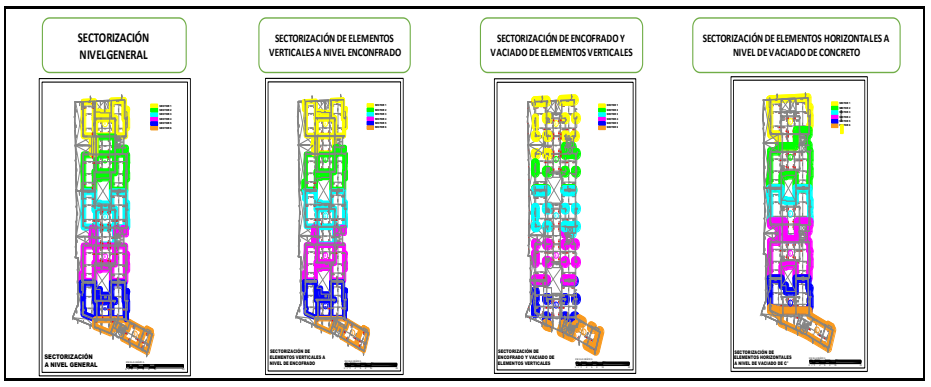
FLUJOGRAMA DE LA SECUENCIA DE EJECUCIÓN



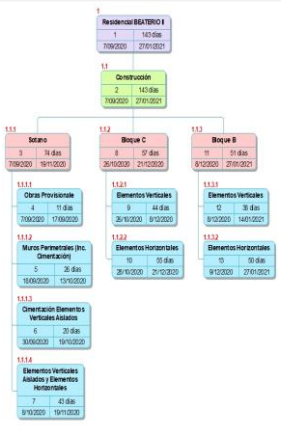
USO DE GRÚA

Horario Efectivo de Grua			
07:30am	09:00am	Traslados internos	Encofrado vertical
09:00am	12:00pm	Traslados externos	Acero prearmado
12:00pm	1:00pm	Refrigerio	
1:00pm	2:00pm	Traslados internos	Encofrado horizontal
2:00pm	5:00pm	Traslados externos	Prelosa

SECTORIZACIÓN



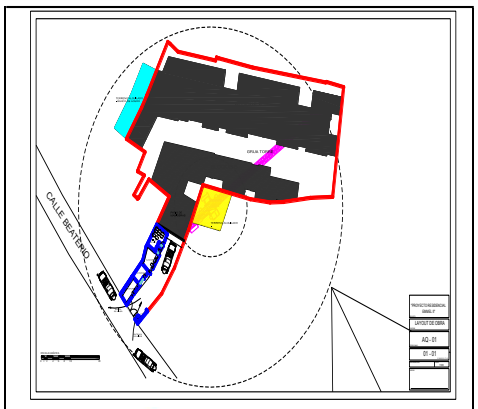
WBS

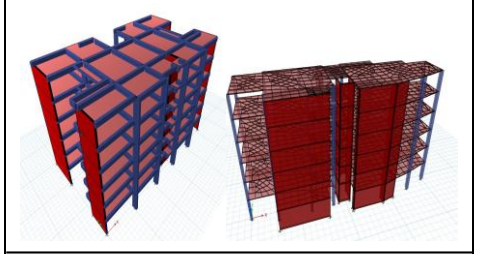


CHECK LIST

CHECK LIST DE ARRANQUE DE ESTRUCTURAS	
PLANEAMIENTO	
SECTORIZACIÓN DE LA SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA	OK
PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES	OK
PROGRAMACIÓN CONCILIADA DE DESPACHO DE ACERO	OK
INFORMACIÓN TECNICA	
PLANOS ESTRUCTURALES COMPATIBILIZADOS	OK
METRADOS POR SECTORES	OK
MODULACIÓN DE ENCOFRADO	OK
MODULACIÓN DE PRELOSAS	OK
MATERIALES	
SUMINISTRO DE ACERO	OK
SUMINISTRO DE ENCOFRADO	OK
SUMINISTRO DE CONCRETO	OK
PERSONAL OBRERO	
OPERARIO RESPONSABLE	OK
PERSONAL DE SEGURIDAD	OK
PERSONAL DE VIGIA	OK
ADQUISICIÓN DE EQUIPOSY HERRAMIENTAS	
ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO DE CONCRETO	OK
ADQUISICIÓN DE TORRE GRUA	OK
ADQUISICIÓN DE GRUPO ELECTRÓGENO	OK
ADQUISICIÓN DE HERRAMIENTAS	OK

LAYOUT / VISTA 3D





SECTORES POR PISO

SECTORES POR PISO

		Area	Bloque C	Bloque B
PISO 5		1,374.82 m²	6 Sectores	5 Sectores
PISO 4		1,398.00 m²	6 Sectores	5 Sectores
PISO 3		1,506.04 m²	6 Sectores	5 Sectores
PISO 2		1,533.93 m²	6 Sectores	5 Sectores
PISO 1		1,573.64 m²	6 Sectores	5 Sectores
	Elementos Horizontales		14 sectores	
	Elementos Verticales Aislados		8 sectores	
SOTANO	Cimentacion Elementos Verticales Aislados	2,186.64 m²	10 sectores	
	Muros Perimetrales		12 sectores	
	Cimentacion Muros Perimetrales		12 sectores	

CRONOGRAMA

	DESCRIPCION	Tiempo	2020 AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	2021 ENE	FEB
1	**SÓTANO**	**74 dc**							
1.1	Obras provisionales y preliminares	11 dc							
1.2	Cimentación muros perimetrales	22 dc							
1.3	Muros perimetrales	20 dc							
1.4	Cimentación elementos verticales aislados	20 dc							
1.5	Elementos verticales aislados	14 dc							
1.6	Elementos horizontales	36 dc							

EQUIPOS

			2020 AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	2021 ENE	FEB
1	EQUIPOS MAYORES	UBICACIÓN							
1.1	GRUA TORRE	TERRENO							
1.2	ENCOFRADO METALICO	PATIO INTERNO							
1.3	MIXER	PATIO INTERNO							
1.4	BOMBA ESTACIONARIA	PATIO INTERNO							
1.5	ANDAMIOS METALICOS	PATIO INTERNO							

CIRCUITO FIEL

Cantidad de personas	12.00	
Jornada	8.00	Horas
Horas extras	2.00	Horas
Ratio presupuesto	1.37	HH/m2
Prom. Costo HH	20.52	soles

	Primer Piso						Segundo Piso						Tercer Piso						Cuarto Piso						Quinto Piso						Desencofrado, Limpieza y Devolución					
	SEC. 1	SEC. 2	SEC. 3	SEC. 4	SEC. 5	SEC. 6	SEC. 1	SEC. 2	SEC. 3	SEC. 4	SEC. 5	SEC. 6	SEC. 1	SEC. 2	SEC. 3	SEC. 4	SEC. 5	SEC. 6	SEC. 1	SEC. 2	SEC. 3	SEC. 4	SEC. 5	SEC. 6	SEC. 1	SEC. 2	SEC. 3	SEC. 4	SEC. 5	SEC. 6	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
HH	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Avance (m2)	157.76	125.92	152.91	159.47	137.10	114.13	157.76	125.92	152.91	159.47	137.10	114.13	157.76	125.92	152.91	159.47	137.10	114.13	157.76	125.92	152.91	159.47	137.10	114.13	157.76	125.92	152.91	159.47	137.10	114.13	-	-	-	-	-	-
Ratio Diario (HH/m2)	0.76	0.95	0.78	0.75	0.88	1.05	0.76	0.95	0.78	0.75	0.88	1.05	0.76	0.95	0.78	0.75	0.88	1.05	0.76	0.95	0.78	0.75	0.88	1.05	0.76	0.95	0.78	0.75	0.88	1.05	-	-	-	-	-	-
HH acum	120.00	240.00	360.00	480.00	600.00	720.00	840.00	960.00	1,080.00	1,200.00	1,320.00	1,440.00	1,560.00	1,680.00	1,800.00	1,920.00	2,040.00	2,160.00	2,280.00	2,400.00	2,520.00	2,640.00	2,760.00	2,880.00	3,000.00	3,120.00	3,240.00	3,360.00	3,480.00	3,600.00	3,720.00	3,840.00	3,960.00	4,080.00	4,200.00	4,320.00
Avance Acumulado (m2)	157.76	283.68	436.59	596.06	733.16	847.29	1,005.05	1,130.97	1,283.88	1,443.35	1,580.45	1,694.58	1,852.34	1,978.26	2,131.17	2,290.64	2,427.74	2,541.87	2,699.63	2,825.55	2,978.46	3,137.93	3,275.03	3,389.16	3,546.92	3,672.84	3,825.75	3,985.22	4,122.32	4,236.45	4,236.45	4,236.45	4,236.45	4,236.45	4,236.45	4,236.45
Ratio Acumulado (HH/m2)	0.76	0.85	0.82	0.81	0.82	0.85	0.84	0.85	0.84	0.83	0.84	0.85	0.84	0.85	0.84	0.84	0.84	0.85	0.84	0.85	0.85	0.84	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84	0.85	0.88	0.91	0.93	0.96	0.99	1.02
Ganancia - Perdida en el dia	1,979.41	1,089.10	1,855.82	2,033.58	1,382.68	752.99	1,979.41	1,089.10	1,855.82	2,033.58	1,382.68	752.99	1,979.41	1,089.10	1,855.82	2,033.58	1,382.68	752.99	1,979.41	1,089.10	1,855.82	2,033.58	1,382.68	752.99	1,979.41	1,089.10	1,855.82	2,033.58	1,382.68	752.99	-	-	-	-	-	-
Ganancia - Perdida hasta	1,979.41	3,035.55	4,940.48	6,867.34	8,296.49	9,066.53	10,960.85	12,102.08	14,001.71	16,036.95	17,236.03	18,133.06	20,201.20	21,168.62	23,242.06	24,981.20	26,476.38	27,199.60	29,441.55	30,235.15	31,871.38	34,221.56	35,716.74	36,266.13	37,954.26	39,301.68	40,937.91	43,461.91	44,957.09	45,332.66	42,725.34	40,118.01	38,379.80	35,772.47	33,165.15	30,557.83

El **cierre del Capítulo IV** permite consolidar la comprensión de la **propuesta de valor del sistema de producción Lean**, no solo como un conjunto de herramientas de mejora técnica, sino como una **filosofía integral de gestión** que redefine la forma en que se planifica, ejecuta y controla un proyecto de construcción. La aplicación de los principios Lean en el **Proyecto Beaterio II** de la empresa **Luxury S.A.C.** demostró que la optimización del sistema productivo es posible cuando se integran la eficiencia operativa, la comunicación efectiva y la participación colaborativa de todos los actores involucrados.

El diseño del sistema Lean permitió pasar de una gestión tradicional, basada en cronogramas rígidos y controles aislados, a un modelo de **flujo continuo y sincronizado**, donde cada proceso fue comprendido como parte de una cadena de valor interdependiente. Las estrategias de ejecución, la sectorización de obra, la definición del tren de actividades y el control del ritmo de producción (*Takt Time*) transformaron la dinámica del trabajo en campo, reduciendo esperas, eliminando cuellos de botella y mejorando la previsibilidad de los resultados.

Asimismo, la implementación de herramientas como el **Pull Planning**, el **Last Planner System (LPS)** y las **Hojas A3** contribuyó a fortalecer la **planificación colaborativa** y la **gestión visual del progreso**, elementos esenciales para garantizar el cumplimiento de los plazos y la alineación de los objetivos del equipo. Estas herramientas, aplicadas de manera sistemática, no solo mejoraron la productividad, sino que fomentaron una **cultura organizacional de aprendizaje y mejora continua**, en la cual cada miembro del equipo asumió un rol activo en la construcción del valor.

El uso de **matrices de aplicabilidad** y mecanismos de **control de desempeño** consolidó el sistema Lean como un modelo de gestión basado en la evidencia, donde las decisiones se sustentan en indicadores objetivos y procesos verificables. Este cambio de paradigma permitió a la organización optimizar la utilización de recursos humanos, materiales y económicos, alcanzando mayores niveles de eficiencia sin comprometer la calidad ni la seguridad del proyecto.

Más allá de los resultados operativos, la principal contribución del modelo Lean radica en su **capacidad transformadora**. Implementar esta filosofía implicó redefinir la

relación entre planificación y ejecución, promover la confianza entre los equipos y reemplazar la visión fragmentada de la obra por una **perspectiva sistémica y colaborativa**. De este modo, el proyecto Beaterio II no solo evidenció mejoras tangibles en la productividad y los plazos de ejecución, sino también un avance en la madurez organizacional de Luxury S.A.C., consolidando su posición como una empresa orientada a la excelencia y la innovación.

En conjunto, este capítulo ha demostrado que la **optimización del sistema de producción Lean** no depende exclusivamente de la tecnología o de los procedimientos, sino de la **coherencia entre la filosofía, las personas y los procesos**. Cuando estos tres elementos se articulan en armonía, la construcción deja de ser un proceso fragmentado para convertirse en un flujo de valor continuo, adaptable y sostenible.

Con esta propuesta de valor, se cierra la fase aplicada de la investigación y se da paso al **Capítulo V**, dedicado a las **Conclusiones y Reflexiones Finales**. En este último apartado se sintetizarán los hallazgos más relevantes del estudio, las lecciones aprendidas en la implementación del modelo Lean y las proyecciones hacia su aplicación futura en el sector de la construcción peruana. Allí, se confirmará que el pensamiento Lean, más que una metodología, representa una **visión evolutiva del quehacer constructivo**, donde la eficiencia, la calidad y la colaboración se convierten en los pilares del éxito sostenible.

CONCLUSIONES

El presente capítulo constituye la culminación del estudio aplicado al **Proyecto Beaterio II**, desarrollado por la empresa **Luxury S.A.C.**, en el cual se integraron los fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos de la **filosofía Lean Construction** con el propósito de optimizar los procesos de planificación, ejecución y control de la obra. A lo largo de esta investigación, se ha demostrado que la aplicación coherente y disciplinada de las herramientas Lean no solo permite **reducir los plazos de ejecución** y **mejorar la productividad**, sino que transforma la cultura de trabajo, promoviendo un entorno organizacional basado en la eficiencia, la colaboración y la mejora continua.

Las conclusiones que se presentan a continuación sintetizan los resultados alcanzados, la validación de los objetivos planteados y las implicancias que este modelo tiene para la gestión moderna de proyectos constructivos. Cada una refleja la manera en que los principios Lean se materializaron en el campo, generando impactos cuantificables y cualitativos en la organización y en el proyecto.

El uso de las herramientas Lean permitió **reducir el plazo de ejecución de la obra gruesa de 191 días calendario (cronograma contractual) a 143 días calendario (cronograma meta)**, lo que representa una **mejora de 38 días en la línea de tiempo**, después de considerar una **reserva de contingencia de 10 días** identificada mediante análisis de riesgos. Este resultado evidencia la capacidad del sistema Lean para **hacer los procesos más predecibles y estables**, mediante una planificación colaborativa y la eliminación de actividades que no agregaban valor.

La implementación de un **Pull Planning eficiente** y la definición de un **Plan Maestro de obra** posibilitaron una gestión más flexible y adaptativa, en la que las metas semanales fueron establecidas con base en datos reales y el compromiso de los equipos. Como resultado, la planificación dejó de ser una proyección teórica para convertirse en una herramienta de control dinámico, alineada con la realidad del flujo de trabajo en campo.

El enfoque Lean demostró su eficacia al **incrementar la productividad general del sistema constructivo**, al permitir la sincronización entre equipos, la reducción de tiempos

improductivos y la gestión oportuna de recursos materiales y humanos. Las herramientas aplicadas —especialmente el **Last Planner System (LPS)** y la **Hoja A3**— contribuyeron a crear un flujo de trabajo continuo, donde la información se compartió de manera transparente y los cuellos de botella pudieron identificarse y resolverse antes de afectar el cronograma general.

De esta manera, la planificación dejó de depender exclusivamente del control jerárquico para convertirse en un proceso **participativo y descentralizado**, donde cada integrante del proyecto asumió la responsabilidad de su propio avance. Esto no solo generó una mejora en el ritmo productivo, sino que fortaleció la cohesión del equipo, disminuyó los conflictos operativos y potenció la confianza entre las distintas áreas del proyecto.

La **sectorización del proyecto** permitió dividir las áreas de trabajo en zonas manejables y equilibradas, generando una **curva de aprendizaje más dinámica y sostenida**. Este proceso incrementó la especialización del personal, mejoró la coordinación entre cuadrillas y favoreció la continuidad de los procesos constructivos, reduciendo la dispersión de esfuerzos y las pérdidas por tiempos muertos.

Al definir sectores de intervención y establecer un **tren de actividades equilibrado**, se logró que cada fase del proyecto se integrara de manera fluida con las siguientes, asegurando que el avance físico de la obra siguiera un flujo constante. En términos Lean, esta estructura fomentó el **flujo de valor continuo**, minimizando el desperdicio y mejorando la eficiencia global del sistema de producción.

La implementación del **Takt Time** y la **planificación basada en hitos** permitió establecer un ritmo productivo predecible, donde cada actividad se medía en relación con su impacto sobre la cadena de valor total. En este modelo, cada tarea se convirtió en un eslabón crítico dentro de la **ruta de flujo continuo**, de manera que un retraso en una actividad implicaba consecuencias directas en las sucesoras, lo cual incentivó la puntualidad, la disciplina y el trabajo colaborativo.

Este sistema de control aumentó la **confiabilidad del desempeño de los equipos**, promoviendo la toma de decisiones basada en datos y no en supuestos. Además, facilitó la

aplicación de medidas correctivas inmediatas ante desviaciones detectadas, lo que redujo significativamente la variabilidad del cronograma y la probabilidad de retrabajos.

El **Plan Maestro de obra**, diseñado bajo el enfoque Lean, se consolidó como una herramienta esencial para el **seguimiento y control del proyecto**, permitiendo actualizaciones periódicas conforme se alcanzaban los hitos establecidos. Este proceso facilitó la comparación entre el plan original y el progreso real, lo que posibilitó la **detección temprana de desviaciones** y la implementación de **acciones correctivas oportunas**, garantizando el cumplimiento de los plazos y la alineación con los objetivos estratégicos.

El carácter flexible y visual de esta herramienta fortaleció la comunicación entre los distintos niveles jerárquicos, convirtiéndose en un mecanismo efectivo para la toma de decisiones. En consecuencia, el proyecto logró mantener una **gestión del tiempo más precisa, colaborativa y transparente**, optimizando los recursos y garantizando la satisfacción de los interesados.

La definición del **sistema de producción Lean** adaptado a las características del Proyecto Beaterio II permitió **asegurar el flujo constante de las actividades planificadas** y cumplir con los plazos establecidos sin comprometer la calidad. Este sistema integró la planificación, la ejecución y el control bajo una misma lógica operativa, orientada a la eliminación de desperdicios, la mejora continua y la creación de valor para el cliente.

La propuesta implementada no solo mejoró la productividad inmediata del proyecto, sino que generó **capacidades organizacionales sostenibles**, preparando a la empresa para futuras obras. Al instaurar un sistema de retroalimentación constante, basado en el análisis de desempeño y la documentación de lecciones aprendidas, Luxury S.A.C. fortaleció su modelo de gestión, consolidándose como una organización innovadora y adaptable.

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que el **Lean Construction no es únicamente un método de optimización técnica**, sino una **filosofía de gestión integral** que transforma la cultura empresarial y redefine el concepto de productividad en la construcción. La experiencia del Proyecto Beaterio II evidencia que la eficiencia no proviene de trabajar más rápido, sino de trabajar **de manera más inteligente**, eliminando

desperdicios, promoviendo la colaboración y asegurando que cada acción aporte valor al proceso global.

Esta investigación reafirma que la implementación del enfoque Lean permite **un equilibrio entre la eficiencia operativa y la sostenibilidad organizacional**, sentando las bases para un modelo de gestión más humano, predecible y competitivo. En ese sentido, la filosofía Lean se erige no solo como una herramienta técnica, sino como una **estrategia evolutiva** capaz de transformar la industria de la construcción peruana hacia estándares internacionales de calidad, eficiencia y responsabilidad social.

Con ello, se cierra un ciclo de análisis y aplicación que demuestra que la **innovación y la disciplina operativa** pueden coexistir armónicamente bajo un sistema que convierte el aprendizaje continuo en el motor del progreso constructivo. El caso del Proyecto Beaterio II no solo valida los principios Lean, sino que inaugura un camino de mejora permanente para el futuro de la gestión de proyectos en el país.

RECOMENDACIONES

La implementación de la **filosofía Lean Construction** en el **Proyecto Beaterio II**, desarrollado por la empresa **Luxury S.A.C.**, ha demostrado su potencial transformador sobre la productividad, los plazos de ejecución y la eficiencia organizacional. Sin embargo, los resultados obtenidos evidencian que el éxito sostenible de este modelo no depende únicamente de la aplicación de herramientas técnicas, sino de la **adopción consciente de una nueva cultura empresarial**, en la cual la colaboración, la transparencia y la mejora continua se convierten en principios estructurales de gestión.

En este sentido, las siguientes recomendaciones buscan consolidar los aprendizajes obtenidos, fortalecer las capacidades de la organización y promover la expansión del pensamiento Lean como estrategia institucional permanente.

El **éxito de la filosofía Lean** en la empresa **Luxury S.A.C.** requiere de una **transformación cultural profunda**, orientada a modificar hábitos, estructuras y paradigmas tradicionales de trabajo. Por ello, se recomienda diseñar e implementar un **Plan de Gestión del Cambio Organizacional**, estructurado en las siguientes fases:

- **Diagnóstico organizacional:** analizar la estructura, los procesos y las dinámicas internas para identificar las áreas que requieren adaptación al enfoque Lean.
- **Definición de metas y objetivos de cambio:** establecer indicadores claros que permitan medir el avance hacia una cultura más colaborativa, participativa y orientada al valor.
- **Diseño de estrategias de cambio:** incorporar metodologías de liderazgo participativo, gestión del conocimiento y comunicación interna efectiva.
- **Capacitación y sensibilización del personal:** involucrar a todos los niveles de la organización en el aprendizaje de los principios Lean, promoviendo el sentido de pertenencia y compromiso.

- **Monitoreo y retroalimentación continua:** establecer mecanismos de seguimiento que permitan evaluar el impacto de las acciones implementadas y ajustar las estrategias conforme a los resultados obtenidos.

Este proceso permitirá que la empresa consolide una cultura organizacional **más flexible, colaborativa y enfocada en la mejora continua**, garantizando la sostenibilidad del sistema Lean a largo plazo.

La adopción de herramientas Lean en el **Proyecto Beaterio II** generó beneficios evidentes en términos de tiempo y eficiencia operativa. No obstante, es fundamental cuantificar los **beneficios económicos derivados de la reducción de desperdicios y del incremento en la productividad**. Se recomienda realizar un **análisis de costos-beneficios** que permita medir con precisión el impacto financiero de la implementación Lean sobre la rentabilidad del proyecto y la utilidad final de la empresa.

Este análisis debe incluir:

- Comparación de costos directos e indirectos antes y después de la implementación.
- Evaluación del ahorro generado por la reducción de retrabajos, tiempos improductivos y sobrecostos logísticos.
- Proyección del retorno de la inversión (ROI) en capacitación, planificación y control Lean.
- Identificación de áreas con mayor potencial de ahorro futuro.

El propósito de este estudio es ofrecer a la dirección una **base cuantitativa para la toma de decisiones estratégicas**, demostrando que el enfoque Lean no solo aporta eficiencia técnica, sino también **rentabilidad económica sostenible**.

La **Hoja A3 de planeamiento**, como herramienta de análisis, comunicación y resolución de problemas, debe consolidarse como un instrumento central dentro del sistema de gestión de proyectos de **Luxury S.A.C.**. Para maximizar su efectividad, se recomienda que su elaboración se realice de manera **colectiva**, involucrando activamente a todas las

partes interesadas: dirección, jefes de obra, ingenieros residentes, supervisores, contratistas y personal operativo.

Esta participación conjunta permitirá:

- Analizar los problemas desde múltiples perspectivas, evitando sesgos y omisiones.
- Generar soluciones realistas y consensuadas, con base en el conocimiento técnico de cada área.
- Fortalecer el sentido de compromiso y corresponsabilidad entre los miembros del equipo.
- Crear una memoria técnica documentada del proceso de toma de decisiones, útil para futuras obras.

De este modo, la **Hoja A3** dejará de ser una herramienta meramente administrativa para convertirse en un **espacio de aprendizaje organizacional**, donde la información fluye con transparencia y las decisiones se fundamentan en el análisis colectivo y en la evidencia.

Para garantizar la permanencia del modelo implementado, se recomienda establecer un **programa de formación continua** en **Lean Construction**, dirigido tanto al personal técnico como administrativo. Este programa debe incluir talleres, charlas, simulaciones y estudios de caso, con el fin de mantener la actualización de los equipos y fomentar la internalización de los principios Lean en todos los niveles.

Además, sería pertinente la creación de un **Comité de Mejora Continua**, encargado de evaluar periódicamente los procesos internos, recopilar lecciones aprendidas y proponer innovaciones que fortalezcan la competitividad de la empresa.

Finalmente, los logros obtenidos en el Proyecto Beaterio II deben ser asumidos como **punto de partida para la institucionalización del modelo Lean** en **Luxury S.A.C.**. Esto implica incorporar los principios Lean dentro de la planificación estratégica de la empresa, alineando sus valores, misión y visión con los fundamentos de eficiencia, sostenibilidad y valor compartido.

La integración del modelo Lean en la estructura corporativa permitirá que cada nuevo proyecto sea **un ejercicio de innovación continua**, en el que la eficiencia no dependa del azar o de circunstancias favorables, sino de un sistema maduro de gestión basado en la mejora permanente.

En síntesis, la experiencia de aplicación del Lean Construction en el Proyecto Beaterio II demuestra que la **eficiencia técnica solo alcanza su máximo potencial cuando va acompañada de una transformación cultural**. Implementar un sistema Lean es, ante todo, **un proceso de aprendizaje organizacional**, donde la disciplina, la comunicación y la participación se convierten en los motores del cambio.

Estas recomendaciones buscan consolidar el camino iniciado por Luxury S.A.C., impulsando su evolución hacia una empresa **más ágil, innovadora y sostenible**, capaz de liderar la modernización de la industria constructiva peruana bajo los principios del pensamiento Lean.

REFERENCIAS

Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management, 17*(6), 337-342.

Ballard, G. (1998). Shielding Production: An Essential Step in Production Control. *Journal of Construction Engineering and Management, 124*(1), 11-17. doi:https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:1(11)

Bazán Barrera, J. J. (2014). *Elaboración del plan de calidad de la obra Shamrock El Polo a través del sistema de gestión de calidad de GYM* [Informe técnico por experiencia profesional calificada, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional. Obtenido de https://hdl.handle.net/20.500.14138/2172

Berard, O. (2012). *Building Information Modeling for Managing Design and Construction: Assessing Design Information Quality* [Tesis de doctorado, Technical University of Denmark]. Repositorio institucional. Obtenido de https://orbit.dtu.dk/en/publications/building-information-modeling-for-managing-design-and-constructio

Brioso Lescano, X. M. (2015). *El análisis de la construcción sin pérdidas y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación.* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. doi:https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.40250

Calso Morales, N., & Pardo Álvarez, J. M. (2018). *Guía práctica para la integración de sistemas de gestión.* AENOR Internacional, S.A.U.

Castro Encalada, J. M., & Pajares Herrera, J. E. (2014). *Propuesta e implementación de sectorización y trenes de trabajo para acabados interiores bajo la filosofía Lean Construction, en obras de construcción de viviendas masivas* [Tesis de grado,

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. Obtenido de http://hdl.handle.net/10757/337104

Celis Paira, J. K. (2019). *Control de costos en un edificio multifamiliar aplicado a una constructora* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. Obtenido de http://hdl.handle.net/10757/626382

Comex Perú. (11 de Marzo de 2022). Desarrollo del sector inmobiliario en 2021 y expectativas para 2022. *Semanario 1111*. Obtenido de https://www.comexperu.org.pe/articulo/desarrollo-del-sector-inmobiliario-en-2021-y-expectativas-para-2022

Ghio Castillo, V. (2001). *Productividad en obras de construcción.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Godínez González , A., & Hernández Moreno, G. (2018). *Poder Kaizen.*

Hamad Hussain, H. (2014). Time management tools and techniques for project management. *Socio-economic Research Bulletin*.

Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction.*

Leach, L. (2005). *Lean Project Management: Eight Principles for Success.*

Lledó, P. (2013). *Gestión Lean y Agil de Proyectos* (2da ed.).

Modig, N., & Åhlström, P. (2015). *Esto es Lean - Resolviendo la paradoja de eficiencia.*

Otukogbe, G., Akanbi, L., Davila Delgado, M., & Owolabi, H. (2021, noviembre 22). *Construction Site Layout Planning Methods: an Analytical Review* [Conferencia] IDoBE International Conference on Uncertainty in the Built Environment: How can we build a resilient future in the new normal? Londres, Inglaterra. Obtenido de https://uwe-repository.worktribe.com/output/10608179

Peurifoy, R., Schexnayder, C., & Shapira, A. (2006). *Construction Planning, Equipment, and Methods* (7th ed.).

Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction* (1ra ed.). Fundación Laboral de la Construcción.

Pons, J. F., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la Planificacion Colaborativa - Metodología del Last Planner System* (1ra ed.). Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual.*

Project Management Institute. (2017). *Guia de los Fundamentos para la Dirección de proyectos* (Sexta edición ed.).

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *La Maquina que Cambió el Mundo.* McGraw Hill/Interamericana de España S.A.