

Colección guías prácticas de Lean Construction

LEAN CONSTRUCTION

y la planificación colaborativa

METODOLOGÍA DEL LAST PLANNER® SYSTEM

Juan Felipe Pons
Iván Rubio





Juan Felipe Pons

Arquitecto Técnico, Máster Universitario en Gestión de la Edificación y Especialista Universitario en Lean Manufacturing por la Universidad Politécnica de Valencia, Green Belt Lean Six Sigma por la Universitat Politècnica de Catalunya y Máster en Programación Neurolingüística certificado por la Asociación Española de PNL. Trainer certificado por la compañía AIRBUS para impartir sus programas internos de Lean Manufacturing, Resolución Avanzada de Problemas con metodologías Lean y el Airbus Operating System (AOS).

Divulgador de la filosofía LEAN a través de conferencias en congresos nacionales e internacionales, libros, artículos, publicaciones especializadas y blogs. Acumula miles de horas de experiencia como formador y consultor LEAN, con más de 200 actuaciones en más de 100 empresas, fundaciones, universidades y organizaciones en España, América Latina y Reino Unido. Asesor LEAN en empresas de construcción, promotores inmobiliarios, ingenierías, estudios de arquitectura y también sectores estratégicos como la industria aeronáutica, aeroespacial y militar, terminales portuarias, automóviles, servicios administrativos y fabricantes de todo tipo.

www.juanfelipepons.com



Iván Rubio

Ingeniero Civil con Diploma en Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha sido relator en diversos programas de Educación Profesional de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile entre los que destacan: Diplomado en Gerencia y Liderazgo para el Desarrollo de Proyectos; Diplomado en Gestión de Operaciones; Diplomado en Gestión de Procesos de Negocio; Diplomado en Implementación de Lean Construction; Curso Lean Construction; Curso El Sistema Last Planner. También fue facilitador de los programas del LAI (Lean Advance Initiative EdNet del MIT): LEAN ENTERPRISE "Optimización de los Procesos de Operaciones, Logística y Producción" y "Lean Healthcare".

Desde el año 2006 ha liderado proyectos de Consultoría en Implementación de Metodologías de Lean Production (Last Planner System, 5S, Value Stream Mapping, Pensamiento A3, etc.) y en Transformación Lean en empresas del sector de la Minería, Construcción, Diseño de Ingeniería, Servicios y Manufactura, asesorando a empresas en Chile, Perú, Colombia y España.

COLECCIÓN GUÍAS PRÁCTICAS DE LEAN CONSTRUCTION

LEAN CONSTRUCTION Y LA PLANIFICACIÓN COLABORATIVA
METODOLOGÍA DEL LAST PLANNER® SYSTEM

Juan Felipe PONS ACHELL
Iván RUBIO PÉREZ



CONSEJO GENERAL
DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA
DE ESPAÑA



AUTORES

Juan Felipe PONS ACHELL

Iván RUBIO PÉREZ

ILUSTRADOR

Marcus CARÚS VON DER EHE

COORDINACIÓN

Consejo General de la Arquitectura técnica de
España (CGATE)

Ángel CABELLUD LÓPEZ

Juan LÓPEZ-ASIAIN MARTÍNEZ

Alejandro PAYÁN DE TEJADA ALONSO

1ª edición: Abril 2019.

© de texto, fotografías y detalles constructivos
Autores: Juan Felipe Pons Achell e Iván Rubio Pérez

Dibujos: Marcus Carús Von Der Ehe

© de la edición, Consejo General de la Arquitectura Técnica de España,
todos los derechos reservados.

EDITA: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España,
Paseo de la Castellana, 155 - 28046 Madrid.

IMPRIME: Gráficas Hispania Valladolid, S.L. - Tfno.: 983 292 074.

DEPÓSITO LEGAL: M-14081-2019

ISBN: 978-84-09-10609-7

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio,
sin el consentimiento previo, firmado y sellado por escrito,
del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Índice

Prólogo Francisco Javier Martín Ramiro y Luis Vega Catalán	7
Prólogo Alfredo Sanz	9
Prólogo Autores	11
Agradecimientos	13
Testimonios sobre Last Planner® System	15
1. ¿Por qué Last Planner® System?	17
1.1. Problemas crónicos de la construcción	17
1.2. Evidencias a la baja productividad en la industria AIC	20
1.3. Beneficios de Last Planner® System	23
2. Conceptos básicos sobre Last Planner® System	24
2.1. Ver la construcción como un flujo de valor	24
2.2. ¿Qué es la planificación colaborativa?	27
2.3. Origen y definición de LPS	29
2.4. ¿Quién es el último planificador?	32
2.5. Conjugación el “debe - se puede - se hará”	33
3. Metodología del Last Planner® System	36
3.1. Planificación a largo plazo: gestionando el “debería”	36
3.2. Planificación a medio plazo: gestionando el “se puede”	51
3.3. Plan a corto plazo: gestionando el “se hará”	58
4. La mejora continua con LPS	65
4.1. ¿Qué es la mejora continua?	65
4.2. ¿Cómo se lleva a cabo la mejora continua?	66
4.3. Herramientas básicas para la mejora continua	68
5. La gestión visual del Last Planner® System	71
5.1. Introducción y definiciones	71
5.2. El concepto de big room para LPS	74
5.3. Dispositivos visuales	79
5.4. Implementar Lean visual management	80
6. Implantar Last Planner® System	82
6.1. Elementos a tener en cuenta en la implantación:	82
6.2. Tecnologías que ayudan a la implantación de LPS	85
6.3. Aplicación de LPS en otros ámbitos	86
6.4. Last planner® system dentro de la triada BIM-Lean-IPD	86
Glosario	89
Referencias bibliográficas	95

Sin duda estamos viviendo una época de mejoras y avances tecnológicos en el sector de la edificación que ayudarán a conseguir mejores edificios, más eficientes, más saludables y más confortables. Estas nuevas tecnologías también ayudarán a construir estos edificios de una manera más eficaz y con un uso optimizado de los recursos, tanto humanos como materiales.

Las técnicas del Lean Construction, como el Last Planner® System, forman parte de esta nueva era tecnológica y facilitan la planificación de las obras de construcción, potenciando el trabajo colaborativo entre todos los agentes intervinientes y mejorando los procedimientos.

Cabe felicitar por el trabajo realizado a los autores de esta guía, Juan Felipe Pons e Iván Rubio, ambos profesionales de reconocido prestigio en este campo, así como la coordinación y promoción por parte del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, al poner a disposición de todo el sector esta útil herramienta para conocer y aplicar las técnicas de Lean Construction.

Francisco Javier Martín Ramiro

***Director general de
Arquitectura, Vivienda y Suelo***

Luis Vega Catalán

***Subdirector general
de Arquitectura, Vivienda y Suelo***



En primer lugar, veo imprescindible el trasladar mi más sincera enhorabuena y gratitud a los autores D. Juan Felipe Pons y D. Iván Rubio por todo el esfuerzo que han dedicado para que este libro pueda ver la luz y servir a todos los profesionales del sector, introduciéndoles en los conceptos de LEAN y, más concretamente, en la metodología Last Planner System (LPS). Es seguro que todas las horas de trabajo que han invertido en la elaboración de esta guía, tendrán un gran valor para sus lectores y hará que todos los trabajos que estos desarrollen tengan la máxima eficiencia y eficacia como objetivos centrales.

“LEAN Construction y la planificación colaborativa” comprende los conocimientos provenientes de los sectores más industrializados en los que se ha mejorado de una manera notable la eficiencia de los procesos en los últimos años aumentando los niveles de calidad y la reducción de todo tipo de sobrecostes y horas improductivas. Unido a otros avances del sector, la filosofía LEAN es un concepto esencial que viene a resolver para todos nuestros compañeros Arquitectos Técnicos los contratiempos tan comunes en obra, reduciéndolos hasta, prácticamente, su eliminación.

La adopción de esta filosofía a través de la inclusión en obra de LPS supone además, una ganancia de tiempo que se puede invertir en otros aspectos de obra mucho más productivos aportando todos ellos más valor de producto al usuario final y evitando posibles problemas futuros de mucho mayor coste tanto temporal como económico.

En este contexto, los Arquitectos Técnicos, como principales agentes en la dirección de trabajos de ejecución en las obras de edificación, están plenamente preparados para implementar esta metodología LPS y ser los artífices de su integración a nivel global en todos los procesos de construcción en los que participen. La habilidad de poseer una amplia visión del proceso constructivo que presentan nuestros compañeros, hace que hayan desarrollado una alta capacidad de análisis que permite tomar las mejores decisiones eligiendo las tareas improductivas a eliminar y sabiendo invertir el tiempo recuperado en aquellas que dan valor real al producto.

El fin, tener un proceso repleto de tareas que den valor al producto final consiguiendo la satisfacción y confianza tanto de los agentes con los que se colabora en obra como con los clientes finales del edificio.

Por ello, este libro invita a la planificación colaborativa en la que todos los agentes, con una correcta coordinación, tengan como objetivo final común mejorar el sector de la construcción, convirtiendo los edificios en un producto plenamente fiable y acorde con los más altos criterios de calidad.

Alfredo Sanz

Presidente CGATE

En 2008 comencé un largo viaje para comprender y aplicar esta fascinante filosofía de producción llamada Lean. En aquella época, Lean Construction era casi desconocido en España. En un entorno de crisis profunda en el sector inmobiliario y con la actividad en la construcción prácticamente parada, las empresas españolas del sector de la arquitectura, ingeniería y construcción (AIC) estaban más centradas en buscar la forma de subsistir que en implantar nuevas filosofías sobre productividad. Pero recordemos que, el sistema de producción Toyota nació precisamente en un entorno industrial absolutamente devastado, en el Japón perdedor de la Segunda Guerra Mundial.

Los entornos de estabilidad, acompañados de un volumen alto de ventas deberían favorecer la innovación y la implantación de mejores sistemas para mejorar la productividad. Sin embargo, durante lo que seguramente fue el mayor periodo de crecimiento del sector AIC en España de los últimos 100 años (de 1998 a 2007), la productividad no solo no aumentó, sino que disminuyó.

En 2014 empezó a notarse una recuperación en el sector AIC español, que acompañado de la generación y divulgación de conocimiento sobre Lean Construction, así como del Building Information Modeling (BIM), hizo que aumentara el interés hacia esta nueva forma de entender la gestión de proyectos de diseño y construcción. Hoy en día, se puede afirmar que la industria AIC en España tiene madurez para el uso de Lean y BIM.

Peter Senge vaticinó a finales de los años 90 que “las organizaciones más exitosas del siglo XXI serán aquellas que estén abiertas al aprendizaje” y que “la habilidad para aprender más rápido que tu competencia puede llegar a ser la única ventaja competitiva”. Mi primer libro sobre Lean Construction (2014), de carácter más generalista, tuvo un papel divulgador muy positivo en el entorno hispano hablante, que en aquella época carecía de bibliografía específica sobre Lean Construction en español. Para transferir conocimiento sobre esta filosofía de negocio a todas las capas y niveles jerárquicos de la sociedad, es fundamental hablar el mismo idioma y adaptarse a las costumbres locales. En este sentido, la flexibilidad en la forma de implantar esta filosofía es una de las claves para que Lean Construction termine calando en el sector AIC de cada país y cada región.

Vivimos en un periodo de cambio muy acelerado con tremendos desafíos para los próximos años, y la construcción es hoy en día mucho más compleja que hace apenas 20 años. El diseño con criterios de sostenibilidad cada vez más exigentes, el encarecimiento y la escasez de algunas materias primas, la cada vez más exigente rapidez en los plazos de entrega y la demanda de edificios de altas prestaciones hace que la industria AIC necesite apoyarse en nuevas formas de gestión empresarial basadas LEAN.

Este libro es el primero de una colección de herramientas de Lean Construction que esperamos que contribuya a la divulgación de esta extraordinaria filosofía de trabajo que está jugando un papel clave no solo en la mejora de la productividad sino en mejorar las relaciones



humanas y personales entre los diferentes agentes que intervienen en todo el proceso de diseño y construcción. Esperamos que esto provoque un cambio de paradigma basado en la confianza, la colaboración, la mejora continua y el espíritu innovador.

Iván Rubio y yo llevamos más de una década aplicando esta metodología de trabajo en España y América Latina. La planificación colaborativa y la metodología del Last Planner® System es algo que nos apasiona y creemos que esta extraordinaria herramienta es un excelente punto de partida para implantar Lean en proyectos de construcción. Por eso elegimos este tema para iniciar la colección. Además, el hecho de escribir este libro juntos nos ha permitido hacer una profunda reflexión sobre nuestras mejores prácticas y compartirlas con todos nuestros lectores. La intención positiva detrás de este esfuerzo es la de divulgar esta magnífica metodología de trabajo al mayor número de empresas y personas posibles, para que la industria AIC del siglo XXI sea mejor, y por analogía de la filosofía Toyota, primero creemos mejores relaciones entre las personas para después construir los mejores edificios e infraestructuras que usarán esas personas.

Juan Felipe Pons Achell

Coautor

Agradecimientos

El primer agradecimiento es para todo el equipo del Consejo General de la Arquitectura Técnica de España (CGATE), su presidente Alfredo Sanz Corma y el vocal de tecnología, Ángel Cabellud López, así como a su Gabinete Técnico, por su valiente decisión de apostar por la divulgación de esta temática, también a las mutuas de la Arquitectura Técnica, MUSAAT y Premaat. En España, la arquitectura técnica juega un papel fundamental en la dirección de la ejecución de obras, la coordinación, la seguridad y el control de calidad. En este sentido, Lean Construction y concretamente Last Planner® System tienen un gran impacto sobre la correcta aplicación de todas estas competencias profesionales.

El segundo agradecimiento es para las personas que nos han ayudado en la revisión de este libro. Gracias a su ayuda, el texto de este libro ha mejorado: Luís Felipe Rodríguez Landerer, Juan López-Asiain, Alejandro Payán de Tejada y Sven Diethelm.

También queremos agradecer a todas las personas que nos han aportado su testimonio para este libro. Este apartado tiene mucho valor para nosotros porque refleja el esfuerzo y el espíritu innovador de muchas personas y empresas que un día decidieron emprender su viaje hacia Lean Construction.

Por último, queremos agradecer el trabajo de <https://www.zerocityproject.com> y Marcus Carus, por sus excelentes ilustraciones que sin duda aportarán a este libro un toque filosófico y de autor que con el tiempo estamos convencidos que muchos asociarán con esta metodología de trabajo.

TESTIMONIOS SOBRE LAST PLANNER® SYSTEM

Trabajar con las principales técnicas de Lean Construction, como el Last Planner® System, nos ha permitido asegurar la planificación de los trabajos en el plazo acordado con nuestro cliente y un gran compromiso por parte de todos los industriales, tratando de mejorar día a día en la optimización de la producción. No dudo que en los próximos proyectos trataremos de profundizar más en la implantación de estas herramientas a fin de afianzar los éxitos en todos los proyectos. (Adrià Poveda, Project Manager y Jefe de Obra).

La implantación de la metodología Lean Construction en nuestra empresa nos está sirviendo para mejorar todos nuestros procesos, pero sobre todo nos está sirviendo para darnos tranquilidad en la toma de decisiones, ya que cada semana además de conocer las fechas de entrega de todos los proyectos somos conscientes de las restricciones que hemos de resolver para no fallar a nuestros clientes. La metodología del Last Planner® System ha hecho también que nuestros trabajadores y proveedores, que son una pieza fundamental en esta metodología, se sienten más valorados que nunca. (Antonio Cervera, Ingeniero de Caminos y Gerente de Deluxe House Construcciones, S.L.).

Last Planner® System nos permite planificar, tener una visión global de la obra, de los recursos que vas a necesitar y sobre todo manejar la variabilidad. El hecho de tener presentes las restricciones, de saber en qué momento las tienes que resolver y quién se responsabiliza de cada una, sin duda, te genera tranquilidad, disminuyen los tropiezos, sustos y sobresaltos. El sistema propone trabajar de una manera muy sencilla, visual y muy eficiente. Es un valor añadido que proporcionamos a nuestros clientes, fomentando nuestra confianza y fortaleciendo así nuestro vínculo. (Mona Cebolla, implementadora de herramientas Lean en Metro7).

La utilización del Last Planner® System nos ha permitido mejorar la planificación del Departamento de Estudios, siendo una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones sobre la carga de trabajo que puede absorber el Departamento de Estudios con varias semanas de antelación. Las sesiones de Value Stream Mapping (VSM), nos han permitido sacar a la luz puntos débiles en el funcionamiento, con sus correspondientes propuestas de mejoras y calendario de implantación de estas. Estas mejoras habrían podido tardar meses en implantarse, o no llegar a implantarse nunca. La impregnación de la filosofía Lean en todos los miembros del equipo es una garantía de éxito en la mejora continua de la organización. (Pedro Rodríguez, responsable del departamento de estudios de Gimeno Construcción).

Definitivamente, la suma de la herramienta Lean de Last Planner® System y la metodología BIM nos ha permitido garantizar en el proceso constructivo de la obra, un conocimiento profundo del proyecto con la anticipación suficiente para reducir y controlar mejor los imprevistos. Existió un flujo constante y dinámico durante la ejecución de las actividades y, en consecuencia, una importante reducción de los tiempos de espera, retrabajos y sobrecostos de la obra. (Azucena García, Lean Manager Obra de Construcción de la nueva Sede de la Fundación Laboral de la Construcción en Valladolid).

La introducción del Last Planner® System en la ejecución de nuestra obra de construcción de 156 viviendas, ha servido entre otras cosas para que las distintas subcontratas tomen conciencia de la carga de trabajo real que tienen. Dicho de otra manera, se ha podido determinar con mucha más precisión las necesidades de personal y de tiempo necesarias para ejecutar los trabajos. Este hecho a su vez ha permitido la optimización de sistemas y recursos de todos y cada uno de los participantes. (Jaume Roca, Jefe de Obra viviendas Mas Llui, Sant Just Desvern, Barcelona).

La implementación de Last Planner® System fue el punto de inflexión hacia un aumento de coordinación entre todos los participantes en el proceso constructivo. Conseguimos hacer previsible la producción, con lo que se redujeron los imprevistos y pudimos aumentar las gestiones para la seguridad y la calidad. Personalmente me ha supuesto el cambio entre resolver problemas a diario, a dirigir obras de forma consciente. La colaboración y el compromiso entre las personas implicadas en la obra genera un buen ambiente que se ve reflejado en los resultados. (Fernando Rodríguez, PMP, Arquitecto Técnico, Creador de eficienciaconstructiva.com).

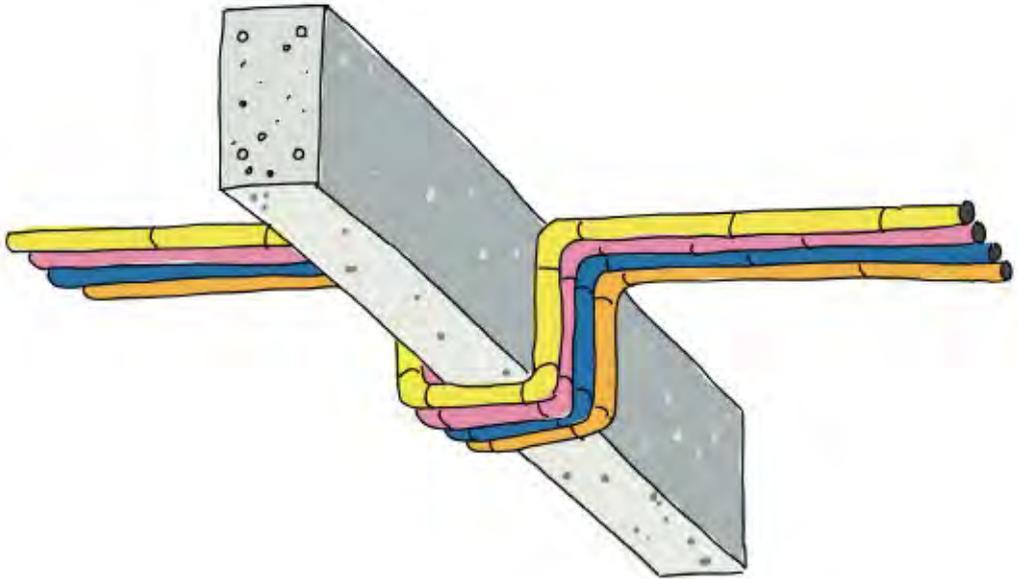
La adopción de la filosofía Lean y la aplicación de conceptos de la Gestión Integrada de Proyectos, y del Sistema del Último Planificador en sinergia con la utilización del BIM en Grupo LOBE, está generando un entorno propicio al nacimiento de un nuevo modelo de gestión para el sector de la construcción. El resultado de esa transformación digital se percibe en la mayor colaboración entre los distintos agentes que pasan a compartir objetivos comunes, en un proceso de flujo continuo desde el estudio de operaciones inmobiliarias, la redacción de proyectos con un alto valor agregado para el cliente, que, llevados a la producción, facilitan obtener una mayor productividad y una mejor rentabilidad. (Salazar Santos, Responsable de Planificación y Procesos Lean de Grupo LOBE).

La implantación de LPS en nuestras obras nos ha permitido conocer mejor todos los procesos y colaboradores e implicarlos en un plan de mejora continua beneficioso para la promoción inmobiliaria y todos los agentes implicados. (Fernando Tortajada Rodés, Director General, TR Grupo Inmobiliario).

Implantar LPS en nuestro equipo de diseño nos ha permitido implicar a todo el equipo mejorando la calidad y el plazo de entrega de los proyectos. (Fernando Tortajada Rodés, Director General, Tortajada Arquitectos).

Lo que más me gusta de esta metodología es que LPS es la forma de implicar a todos los gremios en la planificación de las actividades y hacerles ver que son parte de esta, así empatizan más con la planificación y los compromisos son más fiables. En muy poco tiempo hemos conseguido que las reuniones semanales duren menos de una hora. En la reunión con los industriales se dejan claros los objetivos semanales de forma conjunta y no individualmente. Esto supone un ahorro de tiempo en reuniones paralelas y conversaciones telefónicas. (Miguel Ángel Prades, Jefe de Obra de GIMECONS).

1. ¿POR QUÉ LAST PLANNER® SYSTEM?



1.1. PROBLEMAS CRÓNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Los problemas crónicos históricamente asociados al sector de la construcción son de sobra conocidos, sin embargo, la industria de la construcción a menudo se muestra reticente al cambio en lo referente a la adopción del sistema Lean y de las nuevas formas de gestión procedentes de otras industrias, como la del automóvil.

La experiencia de los autores durante los últimos 20 años en el sector de la construcción ha proporcionado una larga lista de motivos por los que consideran absolutamente necesario un cambio de paradigma en este sector, que, si bien ya se ha iniciado, todavía no se ha extendido de manera global ni a todas las compañías y ni en todos los países.

Como resultado de las experiencias e investigaciones de los autores, se han agrupado algunos de los problemas crónicos de la construcción en una lista con los 10 más recurrentes. Y cuando se ha preguntado en los cursos o asesorías, existe un amplio consenso en reconocer que la mayoría los han experimentado en propia persona.

PROBLEMAS CRÓNICOS DE LA CONSTRUCCIÓN

- 1 Uso de métodos obsoletos para la Planificación, Control y Gestión de la Producción.
- 2 Escaso rigor en el cumplimiento de la Seguridad.
- 3 Proyectos incompletos, poco detallados y escasamente analizados.
- 4 Controles de calidad ineficaces que no garantizan la entrega de calidad a la primera.
- 5 Incumplimiento sistemático de los plazos de entrega.
- 6 Mano de obra poco cualificada, comparada con la industria manufacturera.
- 7 Falta de coordinación y transparencia entre las partes interesadas.
- 8 Escasos o nulos controles de la productividad.
- 9 Sobrecostos. Sistema de licitación basado en: (1) diseño, (2) licitación, (3) construcción.
- 10 Gran cantidad de retrabajos.

Tabla 1. Problemas crónicos de la construcción.

Preguntarse el porqué de las cosas es siempre un buen comienzo para empezar a hablar de cualquier tema, tal y como describe Simon Sinek¹. ¿Por qué Lean Construction? y más específicamente ¿por qué la Planificación Colaborativa y Last Planner® System² (LPS) cómo metodología y herramienta de planificación, control y gestión de la producción?

Los problemas recurrentes de la tabla 1 provocan mayor incertidumbre y variabilidad, que son dos de los mayores peligros de cualquier inversión. Históricamente, el sistema tradicional de producción, control y gestión de proyectos de diseño y construcción no ha sido capaz de reducir de manera notable los problemas crónicos de la construcción. Y, a pesar de que la tecnología y el software han facilitado mucho el trabajo en la industria AIC³ durante las últimas décadas, en realidad no han tenido un impacto significativo ni sobre la mejora de la productividad, ni en la eliminación de los despilfarros típicos⁴. Es decir, a nivel de Sistema Productivo, en la industria AIC todavía estamos en el comienzo de la transición de la producción en masa⁵ hacia la producción ajustada (Lean Production)⁶.

1 Escritor y motivador inglés, conocido por su concepto de "El círculo dorado".

2 En español: Sistema del último planificador.

3 AIC: Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

4 Ver descripción de los 7+1 despilfarros típicos de la construcción en el libro "Introducción a Lean Construction". Descárgatelo gratis en: <http://www.juanfelipepons.com/publicaciones/>

5 Ver definición de Mass Production (Producción en masa) en el GLOSARIO.

6 Ver definición de Lean Production (Producción ajustada) en el GLOSARIO.

Como octavo productor mundial de automóviles y segundo de Europa⁷, España tiene una larga trayectoria en la aplicación y consolidación del Lean manufacturing. Sin embargo, en la industria AIC el cambio está siendo menos rápido de lo esperado. El estallido de la burbuja inmobiliaria en 2008 y la consiguiente crisis financiera, sufrida con especial crudeza en el sector AIC, fue una oportunidad para reflexionar y tomar conciencia de que el negocio de la construcción necesitaba realmente un cambio de paradigma basado en la adopción de Lean Construction como modelo productivo. Aunque el número de empresas que actualmente están adoptando Lean Construction como filosofía de trabajo ha crecido sobre todo desde 2014, todavía es desconocido para muchos y no hay una masa crítica suficientemente grande que nos permita afirmar que se haya producido un cambio de sistema productivo en la industria AIC española. No obstante, la aplicación de Lean Construction, iniciada ya por muchas empresas, y los resultados positivos que éstas están obteniendo, nos permiten vaticinar que el proceso de cambio ya no tiene vuelta atrás, aunque somos conscientes de que el viaje para una transformación más profunda del sector llevará tiempo al igual que ocurrió hace décadas con el sector del automóvil.

A continuación, se muestran dos fotografías –ambas de proyectos de edificación en España–, una de ellas fue tomada en el punto más álgido del *boom* de la construcción en España, en el año 2006; mientras que la otra refleja el estado de un proyecto más reciente, en 2018. Ambas fotografías muestran una realidad de entonces y de ahora, que podríamos resumir en caos, falta de organización y desorden; y a pesar de los 12 años de diferencia, en ambas obras se han dado los mismos problemas crónicos expuestos en la Tabla 1. Esta es una situación que sigue repitiéndose en demasiadas obras de construcción. Las relaciones entre las partes interesadas en un proyecto de construcción son difíciles y complejas, con problemas como la falta de transparencia y una escasa actitud colaborativa, además de los ya recurrentes problemas de sobrecostes, retrabajos, entregas fuera de plazo y reclamaciones por mala calidad. Por lo tanto, la industria AIC no puede permitirse disminuir la intensidad en cuanto a la adopción de Lean Construction y todo lo que conlleva esta nueva filosofía de trabajo.



Figura 1. Obra de Edificio de Viviendas, año 2006



Figura 2. Obra de Edificio de Viviendas, año 2018

7 Fuente: www.elmundo.es

1.2. EVIDENCIAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA AIC

Los proyectos y obras de construcción generalmente operan entre el 55 y el 60% de fiabilidad en la finalización de las tareas planificadas⁸. Es decir, de todas las tareas planificadas para realizar dentro de una semana, se terminan poco más de la mitad.

Un estudio de 2004 del *Construction Industry Institute* y el *Lean Construction Institute* (ver figura 3) indica que hasta el 57% del tiempo, el esfuerzo y el material de la inversión en proyectos de construcción no añade valor al producto final, en comparación con una cifra de sólo el 26% en la industria de la fabricación.

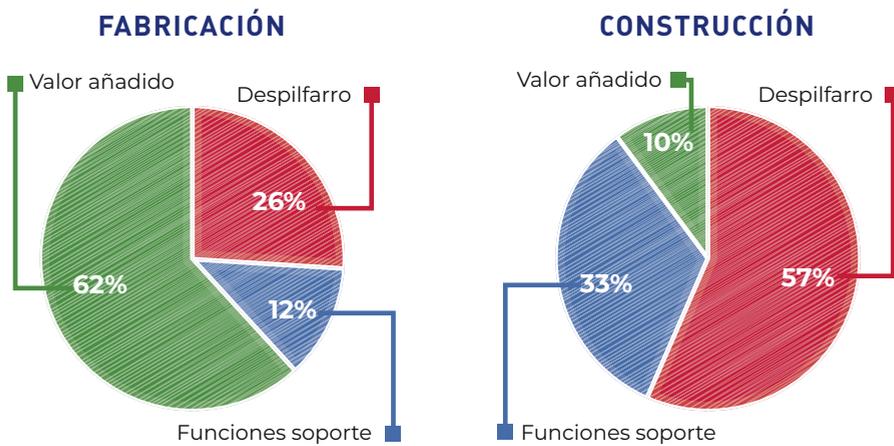


Figura 3. Valor añadido y Despilfarro en la Construcción en comparación con la Fabricación, en Estados Unidos. Gráfico adaptado de Umstot, David; Fauchier, Dan (2017)⁹.

Cuando los autores de este libro han medido en sus propios proyectos, estos dos últimos índices citados arriba, los resultados obtenidos han sido similares.

La gráfica de la figura 4 es reveladora respecto a la baja productividad en el sector de la construcción en comparación con la industria manufacturera. La gráfica, basada en datos de Estados Unidos, muestra como durante los últimos 50 años, en la industria manufacturera la productividad ha aumentado de manera notable, mientras que, en la construcción, no solo no ha aumentado, sino que, durante algunos periodos incluso ha llegado a disminuir.

⁸ Resultados publicados por Glenn Ballard, autor en 2000 de la tesis doctoral, *The Last Planner System of Production Control*. Ballard es uno de los fundadores del *International Group for Lean Construction (IGLC)* y del *Lean Construction Institute (LCI)*. Junto con G. Howell desarrolló el *Last Planner® System*.

⁹ Ver Referencias Bibliográficas.

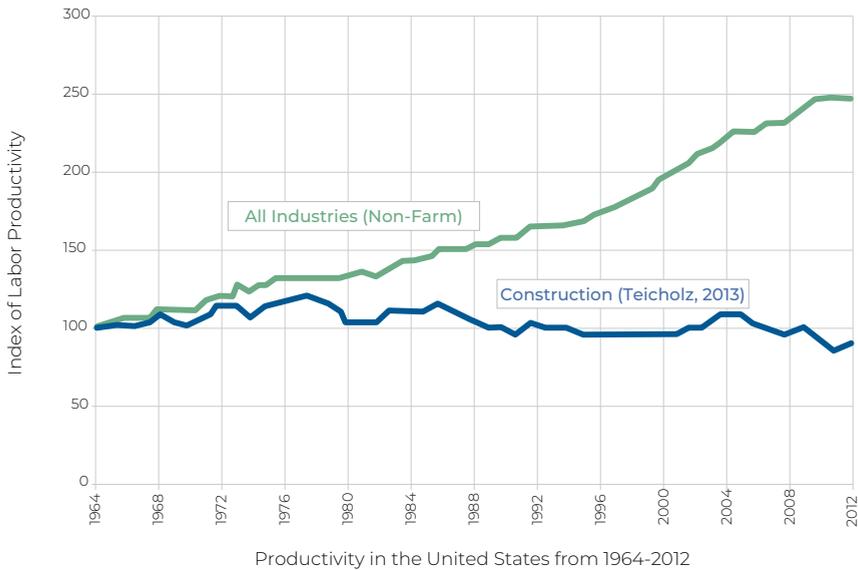


Figura 4. Productividad en Estados Unidos 1964-2012. Fuente: Estudio llevado a cabo por Paul Teicholz, Paul Goodrum y Carl Haas, basado en datos del US Department of Commerce.

En Reino Unido se publica anualmente el UK Industry Performance Report¹⁰ (figuras 5 y 6), basado en los indicadores clave de rendimiento de la industria AIC. Como resumen, mostramos dos gráficas que detallan las estadísticas anuales del indicador predictability time tanto en la fase de diseño como en la de construcción, en comparación con el tiempo acordado al inicio de cada fase. Los indicadores muestran la proporción de proyectos que se han entregado a tiempo o antes de tiempo. Como se puede apreciar, las cifras en la última década no han sido muy positivas en general y se mantienen por debajo del 60%.

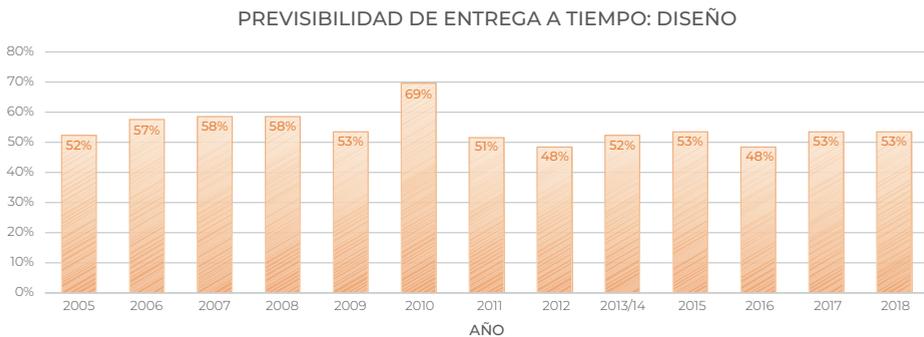


Figura 5. En la gráfica, el KPI anual Predictability Time informa del porcentaje de proyectos que se entregaron a tiempo o antes en la fase de diseño.

10 UK Industry Performance Report 2017 - Based on the UK Construction Industry Key Performance Indicators.

PREVISIBILIDAD DE ENTREGA A TIEMPO: CONSTRUCCIÓN

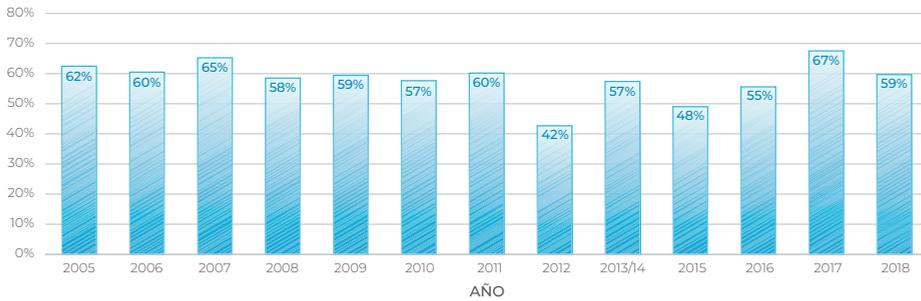


Figura 6. En la gráfica, el KPI anual Predictability Time informa del porcentaje de proyectos que se entregaron a tiempo o antes en la fase de construcción.

En España, un informe del BBVA (figura 7) sobre la contribución sectorial al crecimiento de la productividad revela que la productividad de 1995 a 2014 en el sector de la construcción disminuyó, mientras que en la industria manufacturera aumentó durante el mismo periodo. Tal y como se aprecia, la productividad en la industria manufacturera, en mayor o menor medida, ha aumentado a lo largo de todo el periodo analizado. Por el contrario, en la construcción se observa que, durante el período de máxima actividad, en pleno boom inmobiliario, la productividad disminuyó notablemente, mientras que, durante el periodo de crisis más aguda, la productividad aumentó. Del análisis de estos resultados extraemos que este ligero aumento de productividad de la construcción en el periodo de crisis se debe más a una fuerte disminución de la actividad y la destrucción de empleo que al hecho de que se produjera un aumento real de la productividad.

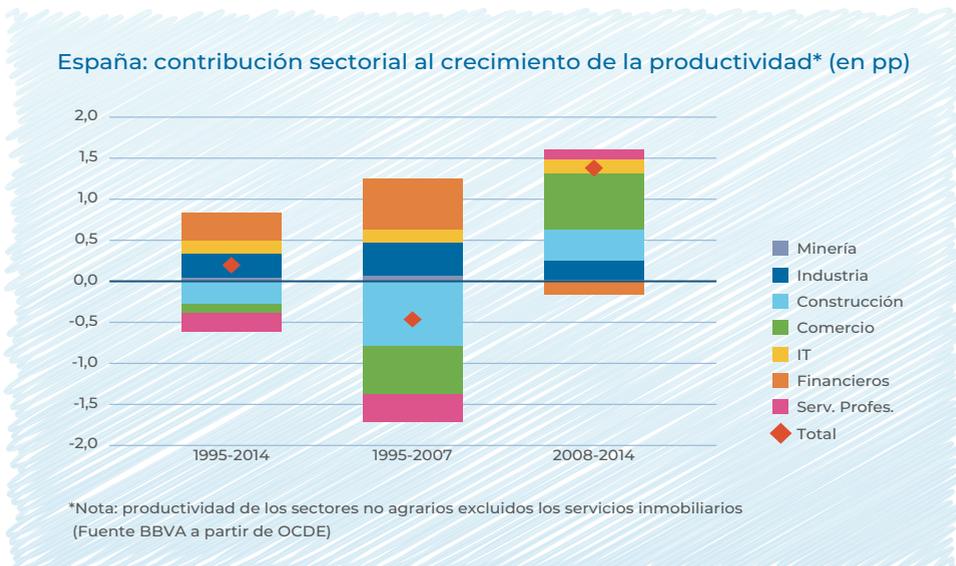


Figura 7. Informe del BBVA sobre la contribución sectorial al crecimiento de la productividad.

Los datos mostrados en las estadísticas basadas en Estados Unidos, Reino Unido y España muestran coincidencias y son reveladores de que, la construcción todavía no ha abrazado con fuerza el cambio hacia el nuevo sistema productivo Lean. Sin embargo, la comparativa con la fabricación es gráfica y clarificadora y debería servir para estimular los cambios de modelo productivo en el sector de la construcción. Por otro lado, estamos convencidos de que la inercia positiva que ya ha sido adoptada por algunas empresas terminará moviendo a muchas compañías hacia la implantación de Lean Construction. Aunque, al igual que pasó en la industria del automóvil y otros sectores industriales, veremos convivir diferentes niveles de madurez entre unas empresas y otras.

1.3. BENEFICIOS DE LAST PLANNER® SYSTEM

Las gráficas anteriores revelan la baja productividad del sector de la construcción en comparación con la industria manufacturera. Sin embargo, durante las 2 últimas décadas, la planificación colaborativa y el uso de la metodología del Last Planner® System en proyectos de construcción ha demostrado ser una herramienta excelente para alcanzar los objetivos de Lean Construction de maximizar la entrega de valor al cliente, mejorar la productividad reduciendo los despilfarros y aumentando la rentabilidad de las empresas.

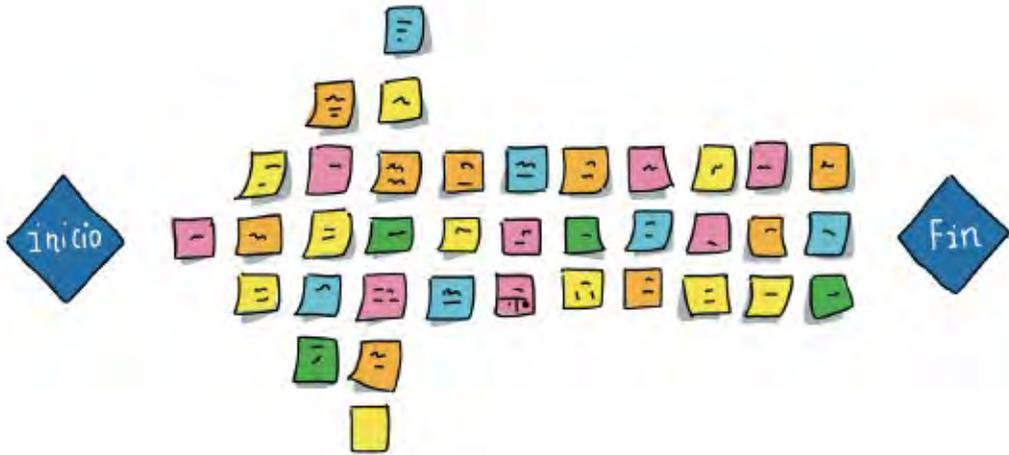
La tabla 2 resume las ventajas de la Planificación Colaborativa y la Metodología del Last Planner® System. Estas ventajas coinciden en general con las expuestas en otros informes sobre Lean Construction basados en Estados Unidos¹¹.

CUADRO RESUMEN DE LAS PRINCIPALES VENTAJAS DEL LAST PLANNER® SYSTEM	
1	Mayor beneficio y cumplimiento del presupuesto. Reducción de costes.
2	Mejora de la productividad, la calidad y la seguridad. Reducción de los plazos de entrega.
3	Un entorno de trabajo basado en el aprendizaje y la mejora continua.
4	Mejor integración entre los subcontratistas, la comunicación y los compromisos.
5	Identificar y eliminar los 7 despilfarros y las restricciones. Mayor entrega de valor.
6	Ayuda a comprender las dependencias con los otros subcontratistas.
7	Implica la participación de las partes en fases más tempranas. Mayor colaboración.
8	Oportunidades de mejora en etapas más tempranas.
9	Mejor gestión del riesgo y control de la variabilidad. Reduce las reclamaciones.
10	Suministrar flujo continuo y previsible de trabajo. Administrar la incertidumbre.
11	Intensifica la creatividad y la mejora continua.
12	Mayor satisfacción del cliente interno y externo en general.

Tabla 2. Cuadro Resumen de las principales ventajas de la Planificación Colaborativa.

¹¹ Informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EE. UU. (2012) & Informe de McGraw Hill Construction sobre la aplicación de Lean Construction (2013).

2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LAST PLANNER® SYSTEM



2.1. VER LA CONSTRUCCIÓN COMO UN FLUJO DE VALOR¹²

La gestión de una secuencia constructiva de obra es una tarea de gestión de la producción, que, por lo general, está a cargo de los jefes de obra, encargados y jefes de producción. No obstante, si bien éstos pueden ser eficaces en la gestión de cada una de las actividades que forman parte de las diferentes secuencias de trabajo, su foco no siempre está necesariamente en alcanzar la productividad óptima para el conjunto de todas las operaciones involucradas. Por tanto, la gestión tradicional en la construcción de obras tiende a centrarse en la gestión de contratos de forma individual con cada una de las partes interesadas, y no necesariamente en la gestión de la producción y en alcanzar la productividad óptima del proyecto. En consecuencia, los responsables de la obra a menudo terminan imponiendo expectativas poco realistas sobre el proceso de producción o fracasan en su gestión por completo.

Un error frecuente que cometen los planificadores es que ven y analizan la producción de un proyecto de construcción como la suma de un conjunto de tareas individuales, y terminan planificando y negociando esas tareas de forma individual. Sin embargo, si éstos entendieran y analizaran la construcción como un flujo de valor, con sus interacciones, identificando

¹² Este concepto fue estudiado por Tommelein, Riley y Howell a finales de los 90. Ver Ref. Bibliográficas.

necesidades y restricciones de los ejecutores, y además lo hicieran de forma colaborativa a través de las diferentes reuniones que propone la metodología del Last Planner® System, conseguirían que no solo ellos, sino todo el equipo de proyecto, incluidos los subcontratistas, logran tener una visión más holística de lo que realmente está sucediendo. Esto les permitiría obtener planificaciones más realistas y les ayudaría en el proceso de toma de decisiones para optimizar los plazos de entrega y los costes.



*Entendemos por **flujo de valor** todas las actividades necesarias, tal y como las estamos haciendo hoy, para transformar materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente. Algunas de estas actividades aportan valor añadido y otras no; entendiendo como **valor** todo aquello que el cliente aprecia (funcionalidad, coste, plazos, calidad, sostenibilidad, etc.).*

Idealmente, el flujo de valor abarca desde la concepción de su diseño hasta su lanzamiento, y desde el pedido hasta la entrega. Ahora bien, en la práctica, el tamaño del flujo de valor elegido para hacer el análisis puede adquirir dimensiones más reducidas, como, por ejemplo, la fase de entrega del diseño de un proyecto, la fase de construcción de la estructura o la secuencia de una instalación determinada en una obra. Y dependiendo del proceso a analizar lo que fluye se puede definir de diferentes formas:

- En fabricación, se define por máquinas o procesos con una ubicación fija, y productos semi-elaborados (trabajo en proceso) que se transportan de una estación de trabajo a la siguiente.
- En construcción, es el producto el que tiene una ubicación fija, mientras que las cuadrillas de los distintos oficios se mueven de un lugar a otro y completan el trabajo que es requisito previo para que empiece a trabajar el siguiente equipo.
- En diseño, el flujo se define por los diferentes especialistas que van pasando entregas parciales e información del proyecto de un departamento o especialista al siguiente hasta completar el proyecto.

Imaginemos una secuencia constructiva para completar un trabajo de construcción. Esta secuencia podría estar formada por los siguientes trabajos: (1) albañilería, (2) primera mano de instalación eléctrica, (3) fontanería, (4) enlucidos, (5) primera mano de pintura y (6) segunda mano de electricidad. Los propietarios de las tareas (subcontratistas) agregan buffers (colchones) en sus estimaciones de tareas con el fin de “casi asegurar” poder completar sus tareas a tiempo. Debido a que estos buffers están ocultos, se desperdiciarán si no se necesitan y el proyecto puede acabar tarde incluso si, en promedio, hay suficiente colchón oculto en las tareas (Ver figura 8).



El trabajo se expande hasta llenar el tiempo disponible para su finalización (Ley de Parkinson)

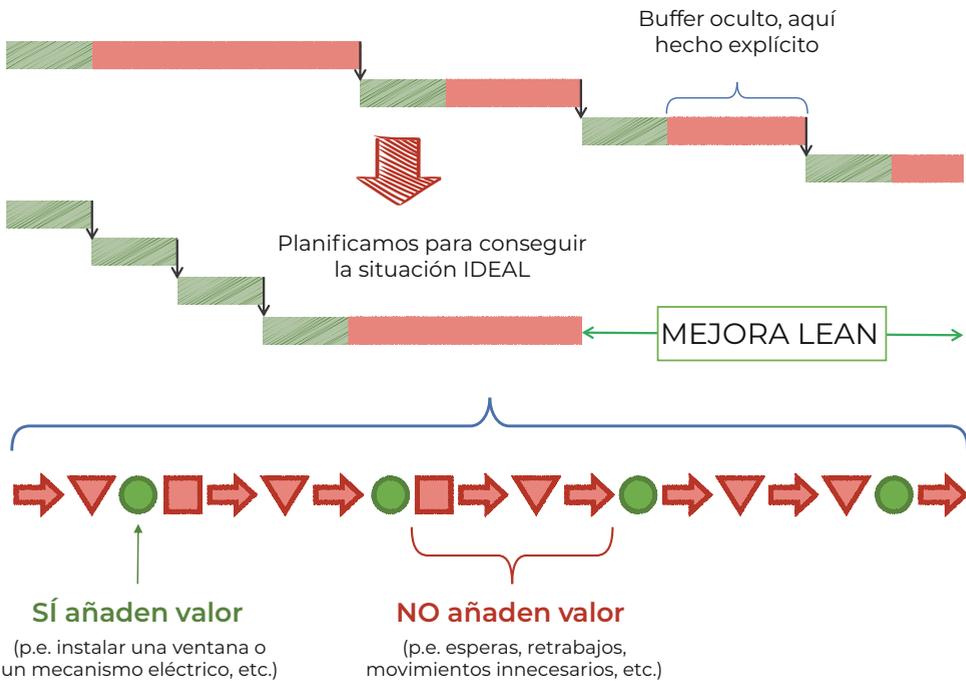


Figura 8. Flujo de valor en construcción, en el que unas actividades añaden valor y otras no.

El mismo razonamiento sería válido para la secuencia de los entregables que forman parte de la fase de diseño de un proyecto, con la diferencia que en lugar de subcontratistas completando el trabajo de su tarea precedente, tendríamos especialistas en arquitectura

e ingeniería pasándose entregas parciales del proyecto de unos a otros. Por ejemplo, en un proyecto de edificación, una secuencia típica estaría formada por planos de diseño, planos de replanteo, planos de instalaciones eléctricas, telecomunicaciones, cálculos estructurales, cumplimiento del código técnico de la edificación, estudio de seguridad, etc.

Cuando hemos realizado el ejercicio de observación y medición de estas secuencias de trabajo, hemos llegado al mismo razonamiento al que llegó Taiichi Ohno en Toyota: solo una parte pequeña de todas las operaciones que se realizan a lo largo de una jornada de trabajo añaden valor neto tal y como lo percibe el cliente; el resto de operaciones son despilfarro puro en forma de esperas, retrabajos, sobre-procesamiento, transporte, movimiento, o bien se trata de operaciones NVAN (no valor añadido necesario)¹³.

Ahora bien, ¿por qué casi todos los subcontratistas o propietarios de las tareas, y los propios planificadores, agregan estos buffers o colchones, en sus predicciones? La respuesta es evidente para los autores: porque no confían en el sistema, no confían en que el material les llegará a tiempo, no confían en que sus tareas predecesoras terminen a tiempo, no confían en que tendrán todos los medios auxiliares, planos o contratos, disponibles y a tiempo. Es esta falta de confianza, la que hace que se haya generalizado la práctica de agregar estos colchones para tratar de garantizar las entrega a tiempo.

Para identificar y eliminar todas estas ineficiencias, el primer paso es reconocer que existen y que el sistema tradicional de planificación tiene un amplio margen para mejorar la forma en que se gestionan estas secuencias de trabajo en la construcción; y el segundo paso es aprender a ver el conjunto de procesos que forman cada una de estas secuencias como flujos de valor. El Last Planner® System nos ayudará a mejorar el desempeño del proyecto y a generar flujo de trabajo continuo mediante la creación de órdenes de producción e inventarios de trabajo más predecibles y confiables.

2.2. ¿QUÉ ES LA PLANIFICACIÓN COLABORATIVA?

Según la RAE¹⁴, colaborar es trabajar con otra u otras personas en la realización de una obra. Pero dentro del contexto de Lean Construction la "colaboración" es mucho más que esta escueta definición, sobre todo cuando nos referimos a la metodología del Last Planner® System y el conjunto de herramientas Lean en general.

En relación con el concepto colaboración, Lynda Gratton¹⁵ dice que ésta tendrá un papel fundamental en el siglo XXI, tanto en el éxito de las personas como de las empresas. Según Gratton, el individualismo y la competitividad por sí sola ya no serán la base para crear vidas laborales exitosas. Y esto es algo que los autores estamos experimentando cada día.

¹³ Ver punto 3.4 El concepto muda o desperdicio en el libro "Introducción a Lean Construction".

¹⁴ Real Academia Española.

¹⁵ Catedrática de Práctica Directiva en la London Business School. Considerada una entre los veinte pensadores más importantes del mundo de los negocios y una de las especialistas en temas empresariales más innovadoras e influyentes del planeta.

Colaboración¹⁶ también puede definirse como una comunidad de personas que trabajan juntas para lograr un objetivo común. En un proyecto, la comunidad se define principalmente por los siguientes participantes: diseñadores, proyectistas, contratistas, subcontratistas, industriales, proveedores, promotor o propietario, etc. En un sentido más amplio, la comunidad también puede incluir usuarios finales, responsables de las futuras instalaciones, autoridades reguladoras, y en definitiva cualquier persona, empresa u organización que obtenga un interés, impacto o resultado sobre el proyecto.

Hablar de Planificación Colaborativa y Last Planner® System es casi lo mismo. Lo primero es un concepto más amplio y lo segundo es una metodología que aplica los principios Lean y de Planificación Colaborativa. De hecho, la Highways Agency de Reino Unido, en sus guías sobre la aplicación de Lean Construction publicadas en 2010, denomina al sistema que describimos en este libro "*Collaborative Planning System*", el cual sigue la misma metodología o muy parecida a la del Last Planner® System.

Last Planner® System se basa en compromisos. Se trata de un sistema en el que los últimos planificadores miden y analizan el nivel de cumplimiento de sus compromisos sobre el plan de producción semanal, se identifican y resuelven las restricciones, se eliminan actividades que no añaden valor y se analiza la causa raíz de los problemas, lo que contribuye a generar flujo continuo de trabajo y obtener un aprendizaje rápido. De esta manera, con este sistema se administra mejor la incertidumbre de los proyectos, reduciendo la variabilidad en la ejecución de las tareas definidas en el proyecto.

Trabajar juntos implica un compromiso entre los participantes que no solo están intentando ejecutar bien su trabajo, sino que también están apoyando el éxito de los demás para cumplir los objetivos generales del proyecto. Cada parte puede tener sus propios talentos y recursos, pero todos están siendo utilizados para el bien común. Todos tienen la misma brújula apuntando en la misma dirección. Los participantes del proyecto tienen una idea clara de por qué se está llevando a cabo el proyecto, qué están tratando de hacer y cómo lo están haciendo. Y esto es algo que estamos comprobando en cada una de las reuniones de planificación semanal en las que estamos participando.

Cuando se explica a alguien por primera vez qué es la Planificación Colaborativa, muchos responden diciendo que ya la practican, pero ¿la practican realmente? Con frecuencia la mayoría de las veces esta respuesta es fruto de una visión incompleta del concepto colaboración, ya que Planificación Colaborativa no se trata solo de reunirse con uno o varios subcontratistas para hablar de problemas o planificar ciertos órdenes de compra, contratos o prioridades.

Planificación Colaborativa es mucho más que reunirse ocasionalmente con los agentes que participan en la ejecución del proyecto. Se busca la manera de generar el alineamiento del equipo mediante la definición de objetivos comunes. Implica el seguimiento de un mismo

¹⁶ Definición de Martin Fischer y otros autores en "*Integrating Project Delivery*".

sistema de trabajo por parte de todos los agentes intervinientes, con un método común y entendido por todos. Requiere de la participación en reuniones periódicas celebradas el mismo día de la semana y a la misma hora, con la misma información compartida de forma visual y transparente para todos, y precisa del seguimiento de unos indicadores clave de desempeño y la toma de acciones cuando se identifican oportunidades de mejora. Todo esto es Planificación Colaborativa.

En la tabla 3 se indican los aspectos clave que fomenta la Planificación Colaborativa:

ASPECTOS CLAVE QUE FOMENTA LA PLANIFICACIÓN COLABORATIVA	
1	Confianza y transparencia.
2	Uso de plataformas y herramientas para compartir información.
3	Uso de herramientas de gestión visual.
4	Clarificar los objetivos del cliente y alinearlos con las partes interesadas.
5	Conversación, negociación y diálogo.
6	Seguimiento de rutinas y disciplina.
7	Un espacio (la Big Room) para planificar, dialogar y resolver problemas.
8	Entender la idea de “beneficio del proyecto” versus “beneficio individual”.
9	Intercambiar información con las personas correctas.
10	La cultura de hacer visibles los errores y resolverlos más rápidamente.
11	Involucrar a todos los participantes en el proyecto.
12	Saber a quién acudir en busca de respuestas.

Tabla 3. Aspectos clave que fomenta la Planificación Colaborativa.

2.3. ORIGEN Y DEFINICIÓN DE LPS

Last Planner® System (LPS) se define como un sistema de planificación y control de la producción para proyectos de construcción, originalmente desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell desde mediados de los años 90, y posteriormente teorizado en la Tesis doctoral de Glenn Ballard del año 2000. Con el paso de los años, se ha convertido en una herramienta clave para implantar Lean Construction en proyectos de construcción, así como un estándar de la Planificación Colaborativa y la Planificación Pull.

En 1999 Lauri Koskela¹⁷ propuso los siguientes criterios de diseño o principios de un sistema de control de la producción para la construcción. Según Koskela, estos 5 principios se cumplen para el Last Planner® System:

- 1. El trabajo no debe comenzar hasta que todos los elementos necesarios para la realización de un trabajo están disponibles. Por lo tanto, este principio se esfuerza por minimizar el trabajo en condiciones subóptimas, un hecho bastante típico en la gestión tradicional de la construcción.*
- 2. La realización de tareas se mide y se controla. El Porcentaje del Plan Completado (PPC), es el número de actividades previstas completadas, dividido por el número total de las actividades planificadas. Este enfoque en la realización del plan disminuye el riesgo de propagación de la variabilidad en los flujos de tareas aguas abajo.*
- 3. Las causas de no realización se analizan. Así, se lleva a cabo la mejora continua, durante todo el proceso, a través de ciclos de Deming PDCA (Plan-Do-Check-Act).*
- 4. Mantener un buffer de tareas conocidas para cada equipo. Por lo tanto, si la tarea asignada resulta imposible de llevar a cabo, el equipo puede cambiar a otra tarea. Este principio es fundamental para evitar pérdidas de productividad.*
- 5. En la planificación predictiva a medio plazo, los requisitos previos de las siguientes asignaciones son preparados de manera proactiva. De hecho, esto es un sistema Pull que contribuye a asegurar que todos los requisitos previos están disponibles para las asignaciones. Por otro lado, asegura que tengamos las reservas de material necesarias, en la cantidad necesaria, en el lugar necesario y en el momento en que son necesarias.*

Los principios de Koskela abrazan uno de los conceptos clave que introdujo Taiichi Ohno¹⁸ en Toyota y que más tarde fue acogido como uno de los principios clave de la filosofía Lean: el FLUJO. Según Ohno, la producción debía fluir rápida y suavemente durante todo el proceso, sin interrupciones ni despilfarros de ningún tipo. El Sistema de Producción Toyota y más tarde Lean production establecieron los principios y herramientas para eliminar todos aquellos obstáculos que impidieran la generación de flujo continuo.

Por otra parte, Jeff Sutherland¹⁹, parte de la base de que existen maneras de mejorar lo que estamos haciendo, hacerlo mejor y más rápido, y para ello cabe preguntarse ¿qué puede estar impidiendo que sea así? Sutherland hizo una crítica de lo largos y excesivamente detallados que la mayoría de las veces se presentan los diagramas de Gantt, y destaca que, ante la poca probabilidad de éxito en una planificación tan detallada a largo plazo, es mejor seguir una estrategia de trocear el plan maestro en hitos o entregables más pequeños, o

¹⁷ Lauri Koskela es uno de los fundadores del International Group for Lean Construction. Autor del documento "Application of the new production philosophy to construction" donde en 1992 estableció los fundamentos teóricos de Lean Construction.

¹⁸ Taiichi Ohno (1902-1990). Ingeniero y ejecutivo de Toyota, al cual se considera el principal responsable del desarrollo e implantación del sistema de producción Toyota.

¹⁹ Jeff Sutherland. Uno de los creadores de la metodología SCRUM para la planificación de proyectos de software; y uno de los autores que contribuyó en la creación del Manifiesto Ágil en 2001.

paquetes de trabajo acotados que puedan medirse y ser realizados en espacios más cortos de tiempo, donde sí tiene sentido planificar con detalle.



La mayoría de los autores coinciden en que:

- *Todos los planes son pronósticos y todos los pronósticos son incorrectos.*
- *Cuanto más se detalla el pronóstico a largo plazo, más incorrecto se vuelve.*

En Last Planner® System, una de las preguntas clave que se hace a los últimos planificadores es la siguiente: ¿qué te impide realizar esta tarea? ¿tienes todos los inputs necesarios (de diseño, materiales, equipos, personal, etc.) para realizar esa tarea el día previsto? Las respuestas a esta pregunta generan una lista de restricciones que normalmente son gestionadas por el jefe de obra y el jefe de producción con el objetivo de proporcionar flujo continuo durante toda la fase de ejecución.

La tabla 4 describe un resumen cronológico de Lean Construction (LC) y LPS:

RESUMEN CRONOLÓGICO DE LC Y LPS	
1913	Henri Ford. Cadena de montaje móvil.
Mediados de los 50	Taiichi Ohno tiene operativo el Toyota Production System.
1950 1970	Deming, Juran, Shewhart, Shigeo Shingo, Kaoru Ishikawa, etc. desarrollan sus teorías sobre la Calidad y Mejora Continua que hoy forma parte de LEAN.
Década de los 70	Crisis energética. Toyota destaca por encima de las demás compañías.
Década de los 80	Estudio del MIT que da origen a Lean Production como concepto. John Krafcik acuña Lean Production.
1992	Lauri Koskela fundamenta la teoría de Lean Construction.
1993	Se funda el International Group for Lean Construction IGLC.
1996	Se publica el libro "Lean Thinking" de James Womack y Daniel Jones.
1997	Se funda el Lean Construction Institute (LCI) USA.
2000	Glenn Ballard. Publica su Tesis Doctoral "The Last Planner System of Production Control".
2011	Primer Evento oficial de Lean Construction en España en la Universidad Politécnica de Valencia.
2013	16 Conferencia del European Group for Lean Construction en Valencia.
2014	Inicio de la recuperación en el sector de la construcción de España. Se publica en España la Guía "Introducción a Lean Construction".
2015	Conferencia Lean In Public Sector Construction (LIPS) 2015 Barcelona.
2017	Primer Congreso organizado por ITeC enfocado a que empresarios españoles presenten de manera oficial sus casos de éxito en LC y LPS.

Tabla 4. Resumen cronológico de LC y LPS.

2.4. ¿QUIÉN ES EL ÚLTIMO PLANIFICADOR?

Tradicionalmente, el proceso de planificación ha dependido de un programador o planificador, Project manager o lo que es más habitual, directamente del jefe de obra, quién normalmente, ha realizado casi en solitario la labor de pensar y dibujar mediante un diagrama de Gantt la planificación de la obra. En este proceso no se ha tenido en cuenta la información y experiencia real de las unidades productivas o bien, no se han integrado en el proceso de planificación, dejándolas al margen de la toma de decisiones. Esto no significa que tradicionalmente no se colabore durante el proceso de planificación; pero sólo cuando se hace mediante el seguimiento de unas rutinas y bajo el paraguas de una metodología como LPS, la cual integra a todos los actores de la obra y promueve la colaboración, conseguiremos realmente los beneficios expuestos en la tabla 2.

Las obras de construcción son dinámicas, por lo tanto el sistema de planificación también debe serlo. Es por esto, que se requiere de una constante retroalimentación al sistema, y quienes tienen la mejor información para retroalimentarlo son las personas que se enfrentan en el día a día con la problemática real de la obra. El Último Planificador es quien mejor conoce lo que está ocurriendo a pie de obra, cómo se deben ejecutar las tareas y las condiciones o recursos necesarios para hacerlo. Es la persona capaz de garantizar flujo de trabajo predecible aguas abajo²⁰, es decir, la persona que asigna las tareas de trabajo directamente a los trabajadores para conseguir compromisos de entrega en base a la situación real de un puesto de trabajo concreto, en lugar de hacerlo en base a los planes teóricos, que es como normalmente se hace.

Durante la fase de ejecución, los últimos planificadores son los responsables o encargados a pie de obra de las empresas subcontratistas (estructura, ferralla, encofrado, yesos, alicatados, tabiquería, carpintería, cerrajería, instalaciones, etc.). En las reuniones semanales de LPS, el equipo de gestión de la empresa constructora (jefe de obra, encargados, capataces y jefes de producción) es normalmente quien asume el rol de último planificador para aquellas actividades que tenga que ejecutar directamente el contratista principal o aquellas a las que la subcontrata correspondiente no haya asistido a la reunión. En otras palabras, los últimos planificadores son los responsables de cada uno de los oficios que intervienen en una obra y que conocen la realidad de lo que está sucediendo cada semana, conocen el personal que pueden asignar, los medios de los que pueden disponer, los rendimientos de sus equipos de trabajo, y son interlocutores válidos capaces de asignar y garantizar recursos para que se ejecute lo realmente comprometido.

En el proceso de diseño de un proyecto arquitectónico o de ingeniería, el último planificador es el Proyectista²¹, Project manager y los responsables de cada disciplina o especialidad del proyecto (cálculo de estructuras, cálculo de instalaciones, planos de distribución, memorias técnicas, coordinación de la seguridad, etc.).

²⁰ Ver definición de "aguas arriba & aguas abajo" en el GLOSARIO.

²¹ Dependiendo del tipo de proyecto puede ser: Arquitecto, Arquitecto Técnico, Ingeniero de Caminos, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Obra Pública, Ingeniero de Minas, etc.

Además de los últimos planificadores, es importante que en el proceso de planificación participen los proyectistas, directores de ejecución, coordinadores de seguridad, promotor o representante de la propiedad, incluso los industriales suministradores de material, ya que todos ellos en algún momento serán responsables de identificar y liberar las restricciones que permitan ejecutar las tareas en los plazos comprometidos.

2.5. CONJUGAR EL “DEBE - SE PUEDE - SE HARÁ”

Según Glenn Ballard, en un sistema tradicional, el rendimiento del último planificador a veces es evaluado como si no pudiera haber ninguna diferencia posible entre “lo que debería hacerse” y “lo que se puede hacer”. Ante la pregunta “¿qué vamos a hacer la semana próxima?”, la respuesta más probable es “lo que está en el programa”, o “lo que está generando más urgencia”. Esto está basado en un sistema PUSH. En este sistema, los supervisores consideran que su trabajo es mantener la presión sobre los subordinados para seguir produciendo a pesar de los obstáculos, como si estos no existieran o fueran a resolverse por arte de magia. La entrega irregular de recursos y la terminación impredecible de los trabajos previamente necesarios para poder ejecutar cualquier actividad invalidan la presunta ecuación de “lo que se hará” con “lo que debería hacerse” y rápidamente da lugar al abandono de la planificación que dirige la producción real.

Last Planner® System añade un componente de control de la producción al sistema tradicional de gestión de proyectos, y puede entenderse como un mecanismo para transformar “lo que debería hacerse” en “lo que se puede hacer”, formando así un inventario de trabajo ejecutable (ITE), que puede ser incluido en los planes de trabajo semanal. La inclusión de asignaciones en los planes de trabajos semanal es un compromiso de los últimos planificadores (supervisores o encargados de las subcontratas, jefes de obra, jefes de producción, etc.) de “lo que en realidad se hará”.



DEBE - PUEDE - SE HARÁ (Ver figura 9)

Sin Last Planner® System

En la mayoría de los proyectos “lo que puede hacerse” y “lo que se hará” son subconjuntos de “lo que debería hacerse”. Si el plan (lo que se hará) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse, el trabajo realmente ejecutado será la intersección de ambos subconjuntos.

Si planificar consiste en determinar “lo que debería hacerse” para completar un proyecto y decidir “lo que se hará” en un cierto período de tiempo, debe reconocerse que debido a las restricciones que no se van a liberar, no todo puede hacerse, dando lugar a retrasos de forma reiterada.



Con Last Planner® System

LPS es un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse”, “lo que se puede hacer”, “lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido.

En procesos periódicos de planificación, los planificadores y los ejecutores de las actividades deben primero identificar “lo que puede hacerse” y posteriormente acordar “lo que se hará” durante la semana. De esta manera estaremos evitando que las actividades se detengan por alguna restricción no liberada. Esta situación ayuda notoriamente a la productividad de las tareas ya que evita las molestas interrupciones en el trabajo por falta de materiales, mano de obra, equipos y medios auxiliares; y evita que enviemos recursos innecesarios si sabemos de antemano que alguna restricción o necesidad no quedará resuelta a tiempo.

El avance puede verse afectado si la cantidad de actividades que pueden hacerse es baja. Para evitar esto, los planificadores deben concentrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que las tareas puedan iniciarse o continuar. De esta forma estaremos agrandando el conjunto PUEDE aumentando las opciones de avance. Es importante que la gestión se haga sobre la causa raíz del problema ya que no se obtiene nada con solicitar mayor rapidez a los ejecutores de las actividades si no se les entregan los materiales y otras necesidades a tiempo.

Sin Last Planner® System

Con Last Planner® System

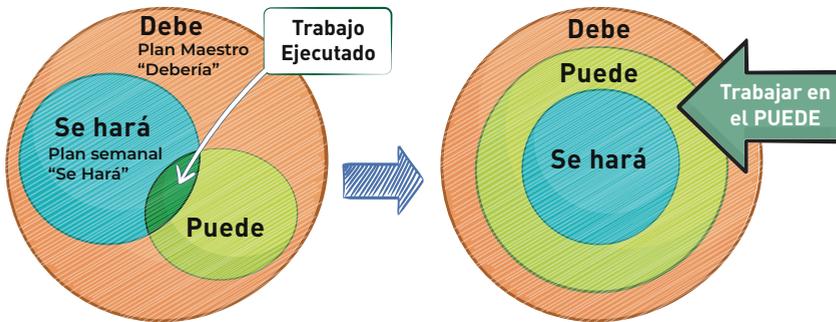


Figura 9. Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE.

La tabla 5 muestra la relación entre el DEBE-SE HARÁ-SE PUEDE y las diferentes fases de planificación de la metodología del Last Planner® System, que se desarrollarán de manera más amplia en el capítulo 3.

RELACIÓN ENTRE EL DEBE-SE HARÁ-SE PUEDE Y LAS FASES DE PLANIFICACIÓN DEL LPS		
Debería	PROGRAMA MAESTRO	Establecer hitos y primeros acuerdos.
	PLANIFICACIÓN POR FASES	Especificar entregables y fechas de cada equipo/sector.
Se puede	PLANIFICACIÓN INTERMEDIA	Preparar trabajo, identificando restricciones y gestionando su liberación.
Se hará	PLANIFICACIÓN SEMANAL	Establecer compromisos de avance para el período.
Se hizo	APRENDIZAJE	Medir porcentaje de cumplimiento de compromisos del período (avance y gestión). Actuar sobre causas de no cumplimiento.

Tabla 5. Relación entre el DEBE-SE HARÁ-SE PUEDE y las fases de Planificación del LPS.

Last Planner® System funciona como un Sistema en el que podemos identificar al menos 5 elementos que se describen de forma detallada en los siguientes capítulos:

(1) Es una metodología, su implantación sigue un paso a paso claramente definido; (2) su implantación requiere de unos estándares, rutinas, reuniones periódicas de planificación y herramientas; (3) lleva implícito un proceso de mejora continua, puesto que se miden periódicamente una serie de indicadores, se analiza la causa raíz de los problemas y se toma acción cuando los resultados no son los esperados; (4) para su implantación requiere de una estructura organizacional y un tiempo asignado de dedicación ; (5) por último, Last Planner® System requiere de un cambio de mentalidad respecto a la gestión tradicional de proyectos (Ver figura 10).



Figura 10. Los 5 elementos de Last Planner® System.

3. METODOLOGÍA DEL LAST PLANNER® SYSTEM



3.1. PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO: GESTIONANDO EL “DEBERÍA”

En la etapa de planificación a largo plazo es cuando definimos el “debe”, es decir, qué es lo que debiera ocurrir en el proyecto. Esta etapa se subdivide a su vez en 2 subetapas:

- Planificación maestra.
- Planificación de fases.

A continuación, se detalla cada una de estas dos subetapas.

PLANIFICACIÓN MAESTRA

En esta etapa el objetivo es clarificar el alcance y las expectativas del proyecto, así como los hitos más destacados. Es fundamental asegurar que todo el equipo de trabajo tenga una misma comprensión de la obra a ejecutar, así como alinear los intereses y necesidades del proyecto. El equipo de trabajo a considerar dependerá del alcance que tenga la aplicación del Last Planner® System y de la fase del proyecto en la que empiece a usarse esta metodología.

Tradicionalmente, se tiene una visión incompleta de lo que debe realizarse cuando se habla de programa maestro, y por lo general se asocia a un diagrama de Gantt que contiene la totalidad del proyecto a construir. Sin embargo, un plan maestro completo, que contemple los principios Lean, tiene que proveer al equipo de obra de una visión común sobre los objetivos y entregables del proyecto, de manera que permita realizar un correcto seguimiento de la evolución y alcance de este.



Figura 11. Fotografía de sesión de planificación a largo plazo.

Algunos de los componentes a considerar en un programa maestro son los siguientes:

- Definición del alcance.
- Análisis de los *stakeholders* o partes interesadas: cliente, proveedores, subcontratistas, diseñadores, comunidad de usuarios, etc.
- Definición de la estructura de desglose del trabajo (WBS²²).
- Definición de la estructura de organización del proyecto (OBS²³).
- Análisis de riesgos del proyecto.
- Definición de la estrategia de trabajo a seguir.
- Identificación de recursos críticos (equipos, materiales, mano de obra).
- Identificación de hitos (contractuales e internos de la empresa y el proyecto).
- Programación general de la obra (secuencia de actividades principales, duración real, solapes reales, etc.).
- Coste de las actividades.
- Etc.

22 Work Breakdown Structure. WBS por sus siglas en inglés.

23 Organizational Breakdown Structure. OBS por sus siglas en inglés.

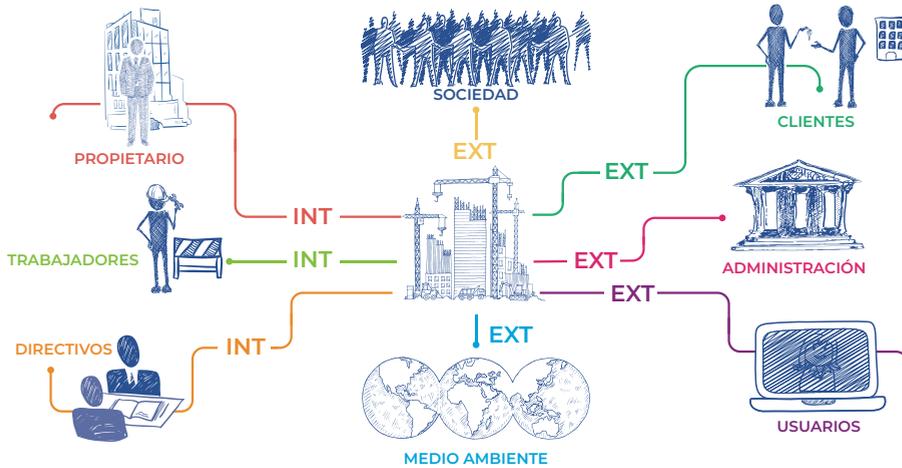


Figura 12. Mapa genérico de Stakeholders.

De acuerdo con el PMBOK²⁴, una estructura de desglose de trabajo (EDT o WBS por su nombre en inglés) es “una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo que realizará el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables necesarios”. En la estructura jerárquica de una EDT, los productos y actividades del proyecto se dividen en partes manejables, lo que facilita la estimación de los recursos y costes necesarios, crea un cronograma realista y controla cada etapa de un proyecto (ver figura 13).

TÍTULO DEL PROYECTO		NOMBRE DE LA EMPRESA	
PROJECT MANAGER		FECHA	

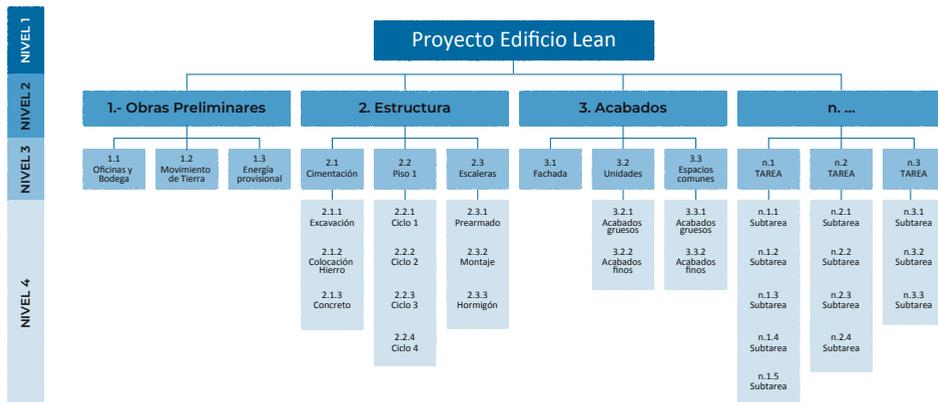


Figura 13. Plantilla ejemplo para WBS.

24 PMBOK (Project Management Body of Knowledge).



La preparación de la OBS utiliza un proceso similar a la de la WBS, pero referido a la estructura de la organización en lugar de la obra. Se desglosa el equipo del proyecto en unidades organizativas que tendrán responsabilidades específicas (ver figura 14).

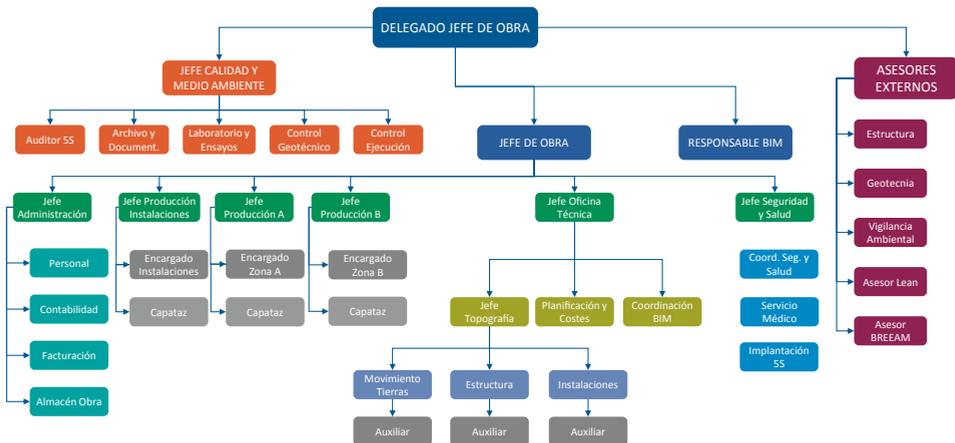


Figura 14. Ejemplo de OBS para proyecto LEAN.

Partiendo del plan maestro, normalmente un diagrama de Gantt (que como mínimo refleja las promesas que se hicieron al cliente cuando se realizó el estudio), el equipo de proyecto debe definir claramente unos hitos principales, de modo que los diferentes individuos y grupos de trabajo puedan alinear sus esfuerzos de manera efectiva.

Idealmente, el primer paso de la metodología del LPS consiste en realizar una Planificación de hitos generales del proyecto, en una fase temprana, a ser posible de 2 a 4 meses antes de iniciar la construcción. Teniendo en cuenta que esto no siempre es factible dado que es posible que el equipo de subcontratistas aún no se encuentre confirmado; en la práctica habitual, muchas veces esta sesión se realiza en una fecha muy próxima a la de inicio de la obra o incluso una vez comenzada la obra.

En esta etapa, es importante identificar las diferentes fases que tendrá el proyecto, entendiendo que para cada fase se deberá realizar lo que se conoce como Planificación de fases. Para identificar las fases se sugiere considerar al menos las siguientes variables:

- Entregables o áreas de proyecto.
- Utilización de los recursos: ¿son compartidos por todas las áreas? ¿cada área de proyecto tiene sus propios recursos?
- Hitos del proyecto: internos y/o contractuales.
- Identificación de riesgos y contingencias.

En proyectos complejos con cientos de actividades, resulta difícil de entender el clásico diagrama de Gantt para la mayoría de los miembros y partes interesadas del proyecto (ejecutivos, jefaturas, supervisores, subcontratistas, trabajadores, etc.). Por eso, consideramos imprescindible utilizar formatos y esquemas que permitan comprender el plan del proyecto y transmitan de una forma clara, visual y fácil de entender los principales hitos, entregas parciales, contingencias y estrategias de la planificación.

Hito	Cliente	Constructora	Subcontrata	Fecha
Entrega de terreno	◆			12-01
Inicio de obra		◆		20-01
Entrega sectores 1 y 2 movimiento de tierra			◆	20-02
Inicio estructura		◆		21-02
Cota 0		◆		30-04
Fin piso 5º		◆		15-05
Inicio acabados			◆	20-05
Entrega obra		◆		30-12

Figura 15. Ejemplo de Plan de Hitos Principales a partir del cual se hará el Plan de Fases.

PLANIFICACIÓN DE FASES

El objetivo de esta etapa del sistema es definir y validar el trabajo a realizar para cumplir cada fase de la obra. Para esto, es fundamental que participen todos los responsables de cada actividad y áreas funcionales del proyecto de manera que se entiendan y alineen objetivos y estrategias para ejecutar la fase que se está planificando. En general, en esta etapa la ventana de tiempo a planificar tiene una duración entre 3 y 6 meses, pudiendo ser más o menos dependiendo de las características del proyecto. Al finalizar esta etapa se tendrá un plan de trabajo consensuado y comprometido por todas las partes en el que además se identificarán las restricciones más importantes o estructurales del proyecto.

PLAN DE FASES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
MOVIMIENTO DE TIERRAS	[Barra]			★ FASE 1				
CIMENTACIÓN		[Barra]						
ESTRUCTURA			[Barra]					
CERRAMIENTOS				[Barra]		★ FASE 2		
INSTALACIONES				[Barra]				
ACABADOS INTERIORES				[Barra]				

Figura 16. Ejemplo de Plan de Fases de una vivienda unifamiliar.

Para realizar la planificación de fases es frecuente utilizar una metodología que se denomina Pull Planning, que se describe a continuación.

EL CONCEPTO “PULL” DE LA PRODUCCIÓN

La construcción ha seguido tradicionalmente un sistema de producción de empuje (PUSH), lanzando tareas hacia adelante en el plan de producción sin tener la certeza de que podrán ejecutarse sin que aparezcan los problemas típicos de falta de personal, falta de información, falta de materiales, terminación de una tarea precedente, disponibilidad de la zona de trabajo, etc. Además, históricamente se ha ejercido una presión de empuje para que estas tareas se empiecen a ejecutar bien o mal, muchas veces sin tener todos los inputs necesarios. Lauri Koskela denominó a este fenómeno de comenzar una tarea sin tener los inputs necesarios: *making do*²⁵.

Por ejemplo, si en una secuencia de trabajo *Oficio 1* → *Oficio 2*, tal que, *Oficio 1* es la actividad aguas arriba (la que empieza antes) y *Oficio 2* es la actividad aguas abajo (empieza después de 1), pueden ocurrir 3 cosas:

- Que las actividades 1 y 2 estén sincronizadas y avancen al mismo ritmo. Esto sería el ideal que persigue Lean Construction y la Planificación Colaborativa.
- Que 1 vaya más rápido que 2, con lo cual generamos sobreproducción.
- Que 2 vaya más rápido que 1, con lo cual generamos esperas.

Last Planner® System resuelve esto mediante la planificación Pull, en la que, planificando del final hacia el principio del hito marcado, se solicitará a cada responsable los rendimientos, recursos y restricciones necesarias para comenzar y finalizar las tareas según lo planificado y sin los temidos cuellos de botella.

Bajo un sistema PULL, se introduce información y recursos en el proceso de producción, solo si el proceso es capaz de absorber el trabajo, una vez que todas sus necesidades han sido liberadas, de manera que el ejecutor pueda generar flujo continuo de trabajo, sin interrupciones, aguas abajo. En este sentido, en el sistema del Último Planificador, la conformidad de las asignaciones a los criterios de calidad constituye una verificación de la capacidad del sistema para poder ejecutar las tareas requeridas para cumplir con los objetivos de manera adecuada. Además, facilitar que las tareas sean ejecutables en el proceso de planificación intermedia o *Look Ahead Plan*²⁶, constituye explícitamente una aplicación de técnicas PULL. Por lo tanto, el sistema del Último Planificador es un tipo de sistema PULL, y la planificación de hitos, normalmente, se realiza del final hacia el inicio. El objetivo es que quien “desencadena” la producción es el cliente (interno o externo)²⁷ de cada unidad productiva (partiendo del cliente final).

25 El *making-do* como desperdicio se refiere a aquellas situaciones donde una tarea comienza o se continua sin que todos sus inputs (materiales, maquinaria, herramientas, personal, planos, permisos, etc.) o al menos uno de ellos estén disponibles. Este concepto fue descrito por Lauri Koskela en 2004.

26 *Look Ahead Plan* ó *Make Ready* son las formas anglosajonas para denominar a la fase de planificación a medio plazo o planificación intermedia del Last Planner System.

27 Entendiendo que, con cliente, nos referimos a cualquiera de los actores que participan del proyecto.

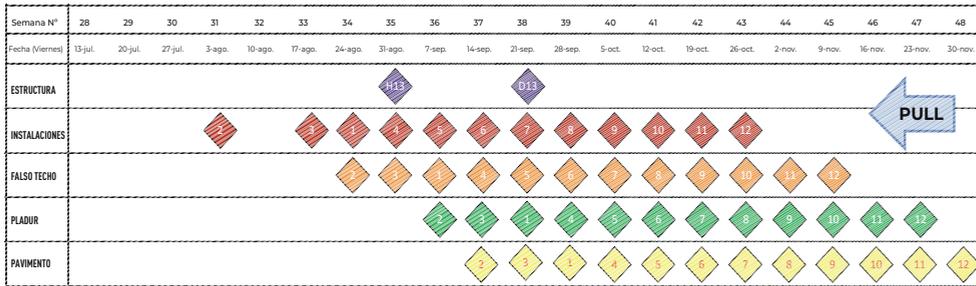


Figura 17. Ejemplo de planificación Pull de una fase (nº interior indica la altura de planta).

¿CÓMO FUNCIONA UNA PLANIFICACIÓN PULL O PULL SESSION?

La Planificación Pull es una metodología de planificación que, como su nombre indica, se planifica utilizando los conceptos de un sistema productivo PULL. Es decir, se parte por definir cuál es el último entregable de la fase a planificar y a partir de este último hito, se realiza la pregunta “¿qué es lo que requiero que esté listo justo antes para poder entregar este hito?”. De esta manera, se llama a la actividad predecesora a que asuma su compromiso con su cliente y acuerden las condiciones de satisfacción de ese compromiso (especificación de cuál es el trabajo a ejecutar, fechas, duración, calidad, etc.) de entrega.

El objetivo general de la planificación Pull de una fase o hito principal es capturar una imagen general de la planificación del proyecto de manera que todas las partes comprendan el plan, la secuencia de las actividades principales, las restricciones pendientes de liberar, y se asuman los primeros compromisos sobre dicha planificación. Todo esto se realiza de manera colaborativa y cada miembro del equipo podrá transmitir qué necesita del resto para poder cumplir con sus actividades y a su vez tomar conciencia sobre qué es lo que el equipo necesita de él para cumplir con los objetivos del proyecto.

La Sesión Pull sirve para identificar la estrategia del proyecto, principalmente en cuanto a la planificación y ordenes de producción de cada fase, generando un alineamiento entre los participantes. También favorece la identificación de oportunidades de prefabricación y preensamblado fuera de la obra, la identificación temprana de restricciones y todas aquellas acciones que impidan el comienzo o avance de una actividad, así como identificar las oportunidades de mejora que permitan comprimir aún más la planificación. La sesión terminará cuando todas las partes presentes validen y estén de acuerdo con el plan realizado.

En las sesiones de Planificación Pull deben participar todos los actores relevantes de la fase capaces de proporcionar información y/o recursos para garantizar flujo de trabajo continuo y predecible: contratista principal, jefe de obra, encargado de obra, responsables o encargados de los subcontratistas, industriales, consultores, etc. En algunos casos puede ser favorable e incluso imprescindible la participación del cliente o propiedad, el equipo de diseño y la dirección del proyecto, para transmitir sus expectativas y mejorar la toma de decisiones en caso de que se identifiquen restricciones relevantes del proyecto. El objetivo es que

realicen un plan más detallado de cada uno de los hitos o fases, en el que identifiquen las actividades específicas y sus necesidades reales para alcanzar estos hitos intermedios.

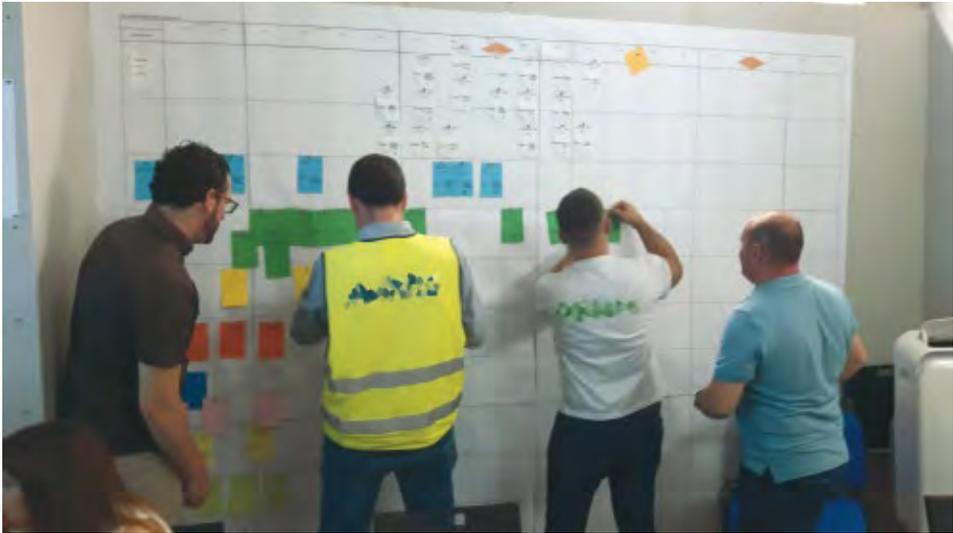


Figura 18. Ejemplo de Sesión de planificación Pull de una Fase.

Es importante que para la sesión de Planificación Pull se envíe con anterioridad la información del proyecto para que los participantes lleguen preparados el día de la sesión para cumplir los objetivos planteados. Entre la información a enviar se debe considerar al menos la siguiente:

- Descripción del trabajo/hito o entregable del que se va a “tirar” (hacer Pull).
- Información del programa de trabajo.
- Estrategia de trabajo que se tiene considerada.
- Actividades principales consideradas.
- Cantidades de obra y rendimientos considerados.
- Planos de la obra.
- Especificaciones técnicas.
- Recursos críticos identificados.
- Riesgos identificados.
- Cualquier otra información que se considere relevante.

Con cada nuevo proyecto se debe elegir una estrategia para definir las fases o hitos principales y durante la fase de ejecución se realizarán tantas Pull Session o actualizaciones de las ya realizadas como sean necesarias para garantizar los compromisos de los plazos de entrega de la obra. La estrategia a seguir en cada caso y la duración de estas sesiones de trabajo variará en función del tipo de proyecto y su complejidad. Cuando los participantes llegan

bien preparados a la Pull Session, esta puede durar entre 3 y 4 horas. Algunos ejemplos de estrategias a seguir son los siguientes:

- En proyectos de viviendas unifamiliares, normalmente se realizan dos sesiones Pull, una para la excavación, cimentación y estructura; y otra para el resto de la obra (ceramientos, instalaciones y acabados interiores).
- En un edificio de oficinas en Barcelona se decidió hacer una sesión Pull de la estructura, una de la envolvente del edificio y otra de todos los trabajos interiores.
- En otra promoción de viviendas de Barcelona se decidió fijar 5 hitos iniciales para 5 bloques o zonas diferentes. Después, para cada bloque se fijaron unos hitos intermedios para cada zaguán o escalera de viviendas. Y a partir de ahí, junto con el equipo de subcontratistas, se planificaron los hitos intermedios para alcanzar los objetivos de plazo de cada bloque y cada escalera.
- En otra promoción de viviendas se decidió subdividir las fases en: excavaciones, estructura, acabados finos, acabados gruesos, fachadas y exteriores.

LAS TARJETAS Y LOS PANELES DE LA PLANIFICACIÓN PULL

Para la ejecución de la Planificación Pull hay ciertas definiciones y acciones que debe tomar el equipo. En esta sección se realizarán algunas recomendaciones, pero cada equipo debe tomar las consideraciones que tengan más sentido para ellos en base a las características de la obra y la fase a planificar, de manera que, al finalizar el proceso, todo el equipo entienda y se adhiera a las decisiones tomadas y al plan realizado.

DEFINICIÓN DEL PANEL VISUAL PARA LA PLANIFICACIÓN PULL

Entre las decisiones a tomar, se debe considerar cómo se estructurará el panel de la Planificación Pull. En éste se identifican 3 secciones principales:

- En la **sección 1** por lo general se considera el tiempo. Se debe definir si será en días, semanas, quincenas o meses. Esto depende principalmente de la duración de la fase y la tipología de proyecto.
- En la **sección 2** por lo general se consideran las áreas, secciones, equipos de la obra o subcontratistas.
- Y en la **sección 3**, usualmente se consideran las actividades, tareas e hitos principales de la fase.



Figura 19. Esquema de las 3 principales áreas de un panel de planificación Pull.

La organización y contenidos de las secciones 1, 2 y 3 para armar el panel definitivo, normalmente variará según la tipología, duración y complejidad del proyecto, y puede configurarse de diferentes maneras. Una vez tomadas las definiciones respecto a la estructura del panel, éste debe ser realizado. Esta actividad es aparentemente sencilla, pero la elección del material, dimensiones, forma y aspecto general requiere tiempo y debe reunir las condiciones apropiadas para que sea fácil e intuitivo de manera que el equipo de trabajo aproveche mejor las sesiones de planificación. El panel puede realizarse con paneles de cartón-yeso, paneles de cartón-pluma o simplemente unas láminas de papel pegadas sobre una pared lisa de la sala de reuniones.



Figura 20. Panel de planificación de fases en el que hemos dividido el proyecto en 3 áreas.

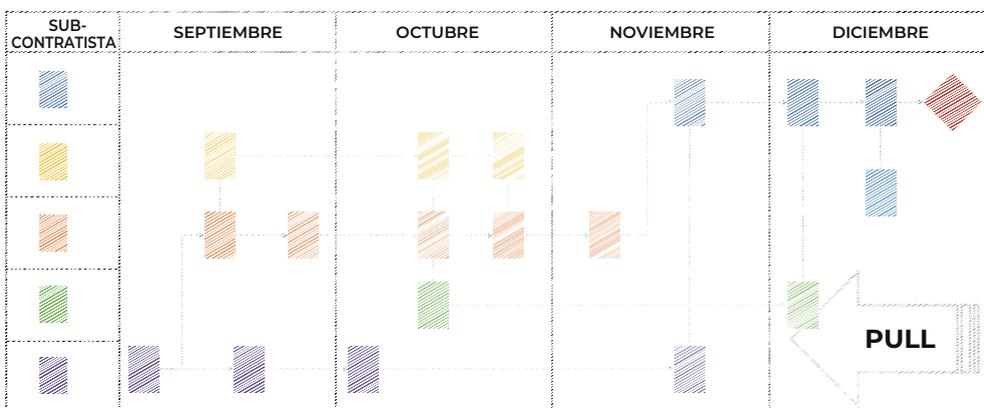


Figura 21. Panel de planificación de fases en el que las filas corresponden a subcontratistas.

Las figuras 20 y 21 muestran ejemplos de una posible configuración de panel de planificación de fases, pero hay que tener en cuenta que esta debe personalizarse en cada caso particular, y la solución definitiva se debe consensuar con el equipo de proyecto de manera que se entienda y sea sencillo de manejar por parte de todos.

DEFINICIÓN DE LAS TARJETAS PARA LA PLANIFICACIÓN PULL

Adicionalmente, se debe definir qué significará el color de los post-it o tarjetas para la Pull Session y la información que irá en ellas. Por lo general, a cada subcontratista, especialidad o responsable se le asignará un color de tarjeta, lo cual hará la planificación mucho más visual y fácil de entender para todas las partes. Las tarjetas para la Pull Session deberían contener la siguiente información (ver figura 22):

- Actividad y responsable.
- Tamaño de la cuadrilla.
- Tarea Precedente.
- Restricción.
- Duración en días.
- N.º ID único de cada tarjeta.

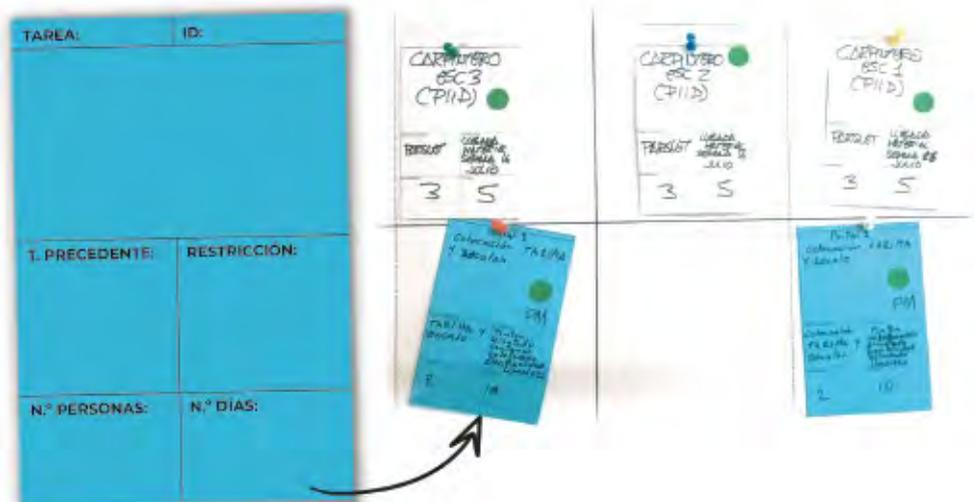


Figura 22. Ejemplo de Tarjeta de Planificación Pull de una Fase.

Cada subcontratista, industrial o especialista será responsable de completar su propia tarjeta, ya que ellos conocen mejor que nadie el trabajo que deben realizar, los recursos que necesitan, la duración de cada tarea y sus propios rendimientos, lo que les impide empezar o continuar con una tarea, sus actividades precedentes, etc. Normalmente, en la planificación Pull las actividades tendrán una duración máxima de 10-15 días. Si duran más, deberán descomponerse en tareas de menor duración. Esto nos permitirá planificar mejor, en lotes de trabajo más pequeños (por plantas, por escaleras o incluso por pisos o departamentos).

ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN POR FASES

Una vez iniciada la sesión de Planificación Pull es recomendable empezar con una conversación sobre las expectativas de la obra y la presentación de los participantes, indicando cuál es el rol de cada uno en el proyecto, exponiendo en líneas generales qué requieren del equipo para poder realizar su trabajo sin complicaciones. Luego, el Jefe de Obra o Administrador del contrato deberá exponer cuál es el hito final de la fase indicando cuál es la actividad inmediatamente anterior que debe estar finalizada para completar el hito. A partir de ese momento, comienza la participación del equipo.

Cada responsable añadirá su propio hito (en forma de una tarjeta de color) desde el final hasta el comienzo, y se fomentará una discusión positiva con el equipo y los demás subcontratistas para identificar claramente las dependencias, restricciones, necesidades, oportunidades de mejora y traspaso del trabajo de un oficio al siguiente.

El concepto "Restricción" empleado aquí viene del inglés "Constraint" que en el entorno de Last Planner® System significa restricción en el sentido de todo aquello que necesito para poder iniciar y continuar sin interrupciones una tarea concreta. Hay que saber diferenciar entre restricción y tarea precedente, ya que muchos confunden ambos términos y piensan que una restricción es lo mismo que la tarea precedente.



*Una **restricción** se podría definir como cualquier condición o factor que puede hacer fallar para la ejecución de una actividad o, dicho con otras palabras, cualquier condición o factor que interrumpe el flujo de trabajo continuo de una actividad. En este sentido, puede haber restricciones que impidan iniciar una actividad (falta de planos, falta de materiales), que nos obliguen a detenerla cuando ya está iniciada (problemas de calidad, condiciones de seguridad) o que nos impida finalizarla (protocolos, chequeos, controles).*

*Mientras que las **tareas precedentes** son actividades o trabajos que deben ser realizados por otros, para que uno pueda empezar el suyo propio. Cuando dos o más tareas están suficientemente relacionadas, y una de ellas no se puede iniciar (o finalizar) sin que la otra haya alcanzado cierto grado de progreso o finalización.*

Cada restricción con riesgo potencial de impactar negativamente sobre la planificación, especialmente aquellas que afecten a la ruta crítica, será identificada y anotada en un registro de restricciones claramente recogido por una persona responsable del equipo de proyecto, normalmente jefe de producción de la empresa constructora, quien coordinará y gestionará la eliminación de todas estas restricciones para que las tareas puedan comenzar y finalizar sin problemas en las fechas comprometidas. En la tabla de registro y seguimiento de estas restricciones se incluirá el nombre de la persona y/o empresa responsable de liberar la restricción, así como la fecha de liberación.

Para cada hito principal, normalmente de una duración entre 3 y 6 meses, realizaremos una planificación Pull. Si disponemos de tiempo y tenemos la información y personas apropiadas en la sala, en una misma sesión incluso podremos hacer la planificación Pull de varios hitos principales. En caso contrario, los realizaremos en una siguiente sesión, según la complejidad del proyecto.



Realizar la planificación del final hacia el principio (PULL), de derecha a izquierda, permite al equipo:

- 1. Pensar en sus necesidades y restricciones de una manera más intuitiva que si planificamos hacia delante, pensando en términos de "lo que necesito para hacer esto". Cuando planificamos hacia delante, es más fácil caer en el error de dar por hecho secuencias de trabajo aparentemente lógicas que no necesariamente son las mejores y dificulta pensar en términos de qué necesito para iniciar y completar cada tarea.*
- 2. Planificar de manera colaborativa y hacia atrás nos obliga a romper el paradigma de la lógica tradicional sobre cómo se han hecho siempre las cosas y surgen nuevas oportunidades de mejora y planificaciones más efectivas. Al descomponer la secuencia del final hacia el principio obligamos a la mente a pensar de una forma más creativa, rompiendo vicios adquiridos a lo largo del tiempo.*

En esta fase de la planificación enfatizaremos la duración de las actividades, entregas o trasposos de una actividad a otra, el nº de personas o tamaño de las cuadrillas, así como las restricciones específicas de cada actividad. La secuencia de preguntas apropiada que deben hacer los planificadores en una planificación Pull son las siguientes:

- ¿Cuál es la última actividad necesaria para realizar este hito?
- ¿Qué te impediría empezar esa actividad? ¿La podrías iniciar hoy?
- ¿Hay algo más que te impediría empezar esa actividad?
- ¿Esta actividad se puede realizar en paralelo con otra?

Los participantes en la sesión deben ver y comprender los flujos de trabajo y la programación de los demás, hablando de lo que cada actor necesita de los demás a medida que avanza la Pull Session. La planificación Pull permite que el equipo se ocupe explícitamente de cuánto trabajo puede o debe hacerse en cada momento y lugar. También proporciona una oportunidad para que los miembros del equipo entiendan sus relaciones como clientes y proveedores al mismo tiempo. Unas veces actuarán como clientes recibiendo trabajo realizado por su actividad precedente, y otras actuarán como proveedores suministrando trabajo al siguiente oficio aguas abajo, produciendo así, una cadena de trabajo y una red de compromisos necesarios para lograr los hitos, y finalmente sistemas de trabajo totalmente integrados.

En esta etapa es crítico que el equipo comunique los requisitos necesarios a traspasar entre actividades. Esto incluye identificar las condiciones que deben completarse antes de que la siguiente subcontrata pueda hacer su trabajo, lo cual impedirá malentendidos entre las diferentes partes y roturas del flujo continuo en la producción. Y, además, hay que asegurar que todo este proceso se gestiona adecuadamente para ayudar a eliminar problemas y permitir al equipo confiar en el plan.

Un error frecuente que suele cometerse es el de realizar una planificación Pull y no revisarla o chequearla periódicamente. En la figura 23 se muestra la planificación Pull de un proyecto que efectivamente se chequeaba todas las semanas para verificar que además de cumplir los compromisos semanales, el proyecto se mantenía dentro del plazo y según los compromisos adquiridos en la planificación Pull de cada fase. Así, se puede comprobar periódicamente si los compromisos se mantienen o si están fallando, y, por lo tanto, resecuenciar el plan o adoptar medidas para alcanzar la fecha objetivo en caso de que se detecten incumplimientos del plan.



Figura 23. Ejemplo de Sesión de planificación Pull de varias Fases.

Una vez completada la sesión Pull, necesitaremos revisar la secuencia de trabajos en su orden natural, de izquierda a derecha para comprobar la lógica de la construcción, revisar la duración de los hitos, ver si estamos dentro de plazo, fomentar una lluvia de ideas entre los planificadores sobre oportunidades de mejorar los plazos de entrega, la posibilidad de trabajar con más cuadrillas y por último, lograr el consenso de todo el equipo y el compromiso para hacer cumplir la planificación.



OBJETIVOS DE LA PULL SESSION:

1. *Construir un plan de trabajo comprometido y consensado por todas las partes.*
2. *Identificar restricciones.*
3. *Adquirir conciencia de cómo el trabajo de unos afecta a los demás.*
4. *Identificar conflictos en la secuenciación de tareas del plan maestro.*
5. *Identificar la duración de las contingencias.*
6. *Identificar las superposiciones reales de las tareas.*
7. *Concienciar a las subcontratas y al equipo de posibles problemas y riesgos.*
8. *Conocer la duración efectiva de cada tarea suponiendo que no habrá restricciones.*
9. *Identificar nuevo camino crítico, y mover las tareas si es necesario.*
10. *Identificar las nuevas formas de mejorar el flujo continuo.*



CONSEJOS PARA LA PULL SESSION:

1. *Las primeras veces, utilizar un facilitador o líder especializado, capaz de tener una visión objetiva de la situación de la planificación y del proyecto.*
2. *Utilizar una sala cómoda para trabajar con suficiente espacio para albergar a todo el equipo y toda la documentación.*
3. *Garantizar que los representantes apropiados de todas las partes que interactúan asistan a la sesión y participen en la toma de decisiones.*
4. *Los asistentes deben ser desafiados a aplicar las duraciones "reales" de las actividades (sin colchones o buffers) e identificar las oportunidades para mejorar.*
5. *Permitir y facilitar el debate y la negociación para alcanzar consensos.*
6. *El equipo debe salir de la sala con la sensación de haber participado en el proceso de toma de decisiones, y sentir la confianza de poder expresarse libremente.*
7. *Es fundamental que el equipo llegue a la reunión preparado, habiéndose estudiado la documentación que le incumbe a cada uno.*
8. *Durante la sesión deben mantenerse unas normas mínimas de comportamiento, que incluyen, ser puntual, no hablar por teléfono, no levantarse ni salir de la sala antes de terminar, respetar el turno de palabra, no interrumpir, pedir cada vez el turno de palabra, etc.*

3.2. PLANIFICACIÓN A MEDIO PLAZO: GESTIONANDO EL “SE PUEDE”

La Planificación a Medio Plazo (en inglés Look Ahead Plan) es realmente un plan de producción en el que se identifica cada tarea concreta que necesita ser completada y sus asignaciones y solapes con otras tareas. Permite mantener bajo control un plan de trabajo realizable en el medio plazo, identificando nuevas restricciones y condiciones necesarias para que esas tareas puedan ser realmente ejecutadas en el plazo previsto.

La etapa de Planificación a Medio Plazo del sistema es donde se gestiona el “PUEDE” o en la que se “prepara el trabajo²⁸”. La ventana de la Planificación a Medio Plazo normalmente es de 6 semanas, pero dependiendo de la madurez del equipo, duración y circunstancias de cada obra, puede variar entre 3 y 8 semanas. Esta ventana se extrae del plan realizado en la Pull Session, cuyo objetivo principal es generar flujo predecible de trabajo durante la fase de ejecución. En el proceso de Planificación a Medio Plazo, se identificarán nuevas restricciones que puedan impedir la correcta ejecución del programa maestro y se actualizarán aquellas procedentes de la Pull Session. Estas restricciones gestionadas de manera eficiente y liberadas a tiempo, nos permite obtener un inventario de trabajo ejecutable (ITE) en forma de ordenes de producción concretas.

Algunos jefes de obra o Project managers disponen de programa trisemanal o un plan a medio plazo, que normalmente no es más que un filtro de actividades extraído del diagrama de Gantt del programa maestro. El proceso de Planificación a Medio Plazo del Last Planner® System es más que eso. Considera el ejercicio de realizar un zoom del plan maestro y extraer la ventana definida, detallar paquetes de trabajo e identificar todas aquellas restricciones por las cuales la planificación podría fallar, de manera que podamos anticiparnos a los problemas. Una vez identificadas las restricciones, éstas se gestionan para que cuando llegue el momento de ejecutar las tareas, no quede motivo alguno para que no puedan ejecutarse.

Es importante destacar que la ventana de tiempo que se considerará en la Planificación a Medio Plazo es una decisión que cada equipo y cada proyecto debe analizar dadas sus condiciones particulares. Una buena pregunta a la que debe responder el equipo de obra para acotar esta ventana es: ¿cuánto tiempo requerimos del proyecto para gestionar y liberar las restricciones que se identifiquen?

Las restricciones de la planificación maestra o Planificación de fases serán más bien de tipo estructural, muchas veces fuera del alcance de los propios actores, como por ejemplo la necesidad de desplazar o retirar una línea de alta tensión que pasa por el solar de la obra, conseguir financiación para el proyecto o la licencia de obra. Mientras que las restricciones identificadas en la Planificación a Medio Plazo normalmente tiene más que ver con la propia producción de la obra y los agentes o actores que intervienen en la misma. Algunos factores que pueden influir en las condiciones del proyecto son:

- Ubicación geográfica (no es lo mismo construir un proyecto en Madrid que en Tenerife).
- Materiales a utilizar: ¿existen en el mercado próximo?, ¿es necesario importar?
- Procesos y procedimientos de la empresa.
- Capacidad de respuesta de nuestros proveedores.

La regla para pasar tareas del medio-largo plazo (plan de hitos o fases) al medio-corto plazo (Planificación a Medio Plazo) es que las tareas tengan todas sus restricciones o bien liberadas, o al menos, identificadas y asignadas con una fecha de compromiso para que dicha restricción quede liberada antes de la fecha de ejecución. Es decir, que tengan todos sus inputs o recursos necesarios, disponibles o identificados para estar disponibles en la fecha comprometida. Así, se asegura o protege el plan de producción a medio-corto plazo, se administra la incertidumbre, se reduce variabilidad y se genera confianza al lograr un flujo continuo de trabajo.

En el proceso de "Preparar el Trabajo" o "Make Ready" se identificarán y gestionarán las restricciones asociadas a las actividades del programa maestro que debieran de ejecutarse en una ventana de tiempo a definir. El tamaño definitivo de la ventana se definirá según la capacidad de predicción confiable que sea capaz de alcanzar el equipo con la información disponible en cada momento.

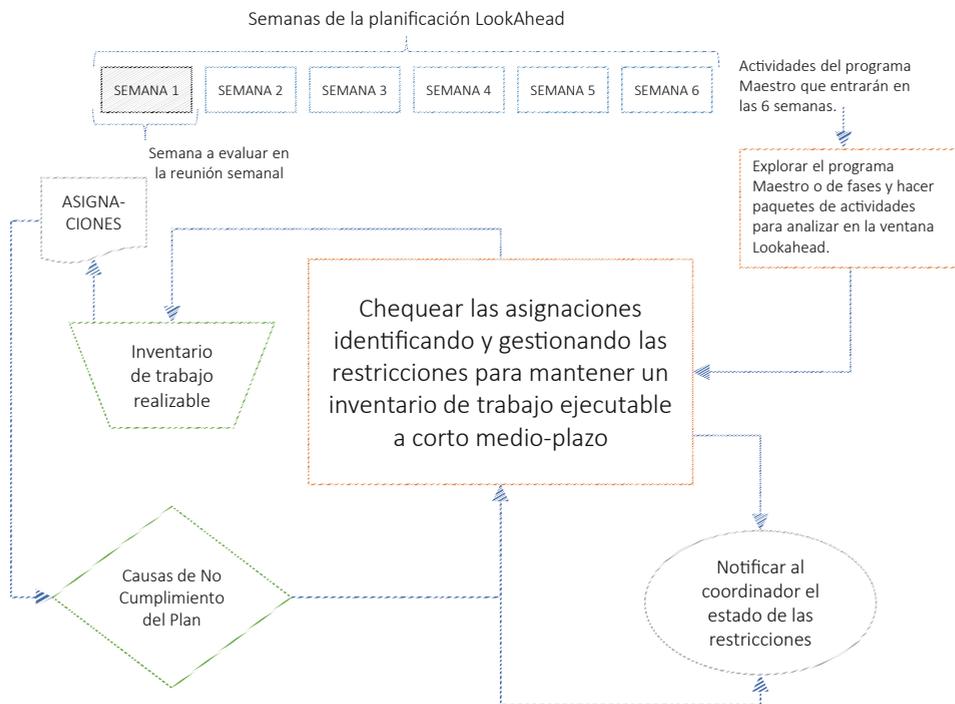


Figura 24. Gráfico adaptado de la tesis doctoral de Glenn Ballard.

Para llevar a cabo este proceso, primero identificaremos el tamaño de la ventana de tiempo adecuada (que como hemos dicho puede variar en cada obra), y, en segundo lugar, en cada reunión semanal de planificación colaborativa, actualizaremos la ventana del plan intermedio. Si por ejemplo la ventana de Planificación a Medio Plazo es de 6 semanas, cada semana añadiremos al plan intermedio una semana más, la semana 7, después la 8, la 9, la 10, y

así sucesivamente. En cada reunión semanal se analizarán las restricciones pendientes de liberar y se incorporará 1 semana más al análisis, para tener siempre la ventana de la Planificación a Medio Plazo actualizada (ver figura 24).

SISTEMA DE PANELES Y TARJETAS DE LA PLANIFICACIÓN A MEDIO PLAZO

Una buena práctica para dar soporte al proceso de implantar la Planificación a Medio Plazo del Last Planner® System es la de disponer de un conjunto de paneles semanales en los cuales colocaremos las tarjetas de colores (una fila por subcontratista o especialidad) día a día hasta completar la planificación a medio plazo. Las tarjetas que se colocan en este panel son órdenes de producción diarias, con información de la tarea que se ejecutará ese día y dónde se ejecutará. Adicionalmente se puede colocar más información. Estas tareas contienen información procedente de las tarjetas de la Pull Session, pero descompuesta de forma más detallada en actividades diarias. Los subcontratistas o ejecutores finales escribirán las tareas en las tarjetas correspondientes y las colocarán en los paneles semanales correspondientes. Así, estas tarjetas se convierten en compromisos, en órdenes de producción y permite a los subcontratistas ver las dependencias y los solapes reales que habrá cada semana.



Figura 25 y 26. Ejemplo de Planificación a Medio Plazo.

Otra herramienta de apoyo, complementaria a los paneles, para apoyar el proceso de la Planificación a Medio Plazo son las hojas de cálculo tipo Excel en las que se identificarán al menos los siguientes parámetros:

- Actividad a ejecutar.
- Responsable.
- Fecha de inicio.
- Fecha de término.
- Diagrama de Gantt.



Figura 28. Principales áreas o categorías de donde podemos identificar restricciones para generar Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE).

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

La función principal del análisis de restricciones es analizar las condiciones necesarias para que una actividad pueda ser ejecutada, identificando cuales son las restricciones que impidan realizarla. Esto hay que acompañarlo con una estrategia que permita resolverlas a tiempo para que las actividades puedan ser ejecutadas según lo planificado. Un análisis de restricciones exige también a los proveedores de bienes y servicios tener un mayor control de la producción y entrega de servicios y materiales, y proporcionar alertas tempranas con suficiente tiempo para que las tareas puedan ejecutarse.

Por ello, los participantes en las reuniones de planificación deben ser los responsables de las cuadrillas que van a ejecutar o que están ejecutando las diferentes partidas de obra, ya que son quienes mejor conocen la realidad de lo que está pasando con sus equipos y, además, deben tener capacidad de decisión y de trasladar a sus jefes aquellas necesidades o problemas que surjan o que excedan su capacidad personal.

Todas las restricciones deberán ser incorporadas a una Lista o Registro de Restricciones²⁹ que permita el seguimiento del estado de cada uno de los compromisos asumidos. Se recomienda que la tabla contenga al menos la siguiente información:

- Id. (identificación).
- Actividad afectada / Impacto.
- Descripción de la restricción.
- Acción o compromiso.
- Responsable de liberación.
- Fecha en que se identifica.
- Fecha comprometida para liberar la restricción.
- Fecha real de liberación.

LISTADO DE RESTRICCIONES									
OBRA:					FECHA CONTROL:				
ID	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN/PROBLEMA	IMPACTO / ACTIVIDAD QUE SE VE AFECTADA	ACCIÓN	Prioridad	RESPONSABLE DE LIBERARLA		FECHA COMPROMISO	FECHA REAL LIBERACIÓN	ABIERTA / CERRADA
					EMPRESA	PERSONA			
#1	Urbanización zona piscina. Avintia/DF/Beta konkret (P11D)	Invasión de zonas con riesgo de caída de objetos	La dirección facultativa pactará con los vecinos como acometer con la urbanización y se marcará fecha de entrega de su zona.				10-ago.	20-jul.	CERRADA
#2	Barandilla ext. P11D esc.3.Cabezas.Disponibilidad/retrada de plataformas de descarga.	Imposibilidad de finalización	Se avanzará todo lo posible a falta de colocar la barandilla donde este la plataforma				22-ago.	22-ago.	CERRADA
#3	No tenemos definido el color de la carpintería de aluminio y por lo tanto no podemos realizar el pedido	Imposibilidad de realizar el pedido del aluminio y de poder planificar esta actividad.	Solicitar a la Dirección Facultativa y al propietario la referencia de color del aluminio.				27-ago.	13-ago.	ABIERTA
#4									
#5									

Figura 29. Ejemplo de Plantilla para gestionar las Restricciones.

Se recomienda además, que se puedan identificar ciertos indicadores y métricas para el seguimiento de la efectividad que tiene el equipo en la gestión de las restricciones. Algunos indicadores que pueden ser de utilidad son:

- Confiabilidad de la liberación de restricciones: Restricciones liberadas en la fecha o antes de la fecha comprometida dividido entre el nº total de restricciones que deberían haber sido liberadas a la fecha (ver figura 30).
- Cantidad de restricciones identificadas por semana (proporciona información de si el equipo está analizando las actividades a conciencia o no).

²⁹ El registro de restricciones es una lista de restricciones con identificación de un individuo que promete resolver el problema en una fecha acordada. Normalmente se desarrolla durante una revisión del Plan de 6 Semanas de anticipación cuando se descubre que las actividades no están libres de restricciones.

- **Días de anticipación:** es la Fecha necesaria de liberación menos la Fecha de identificación (muestra cuál es la anticipación real de los equipos).
- **Capacidad de gestión del equipo:** es la Fecha de identificación menos la Fecha real de liberación (muestra cuántos días requiere el equipo para liberar una restricción desde que se identifica).
- **Cantidad de compromisos vigentes por responsable:** sirve para identificar si se está sobrecargando y/o subutilizando a parte del equipo.

Esta información e indicadores será de utilidad para verificar la efectividad del equipo en la gestión de restricciones; y su análisis y aprendizaje de ellos debiera generar acciones para mejorar el desempeño del equipo.

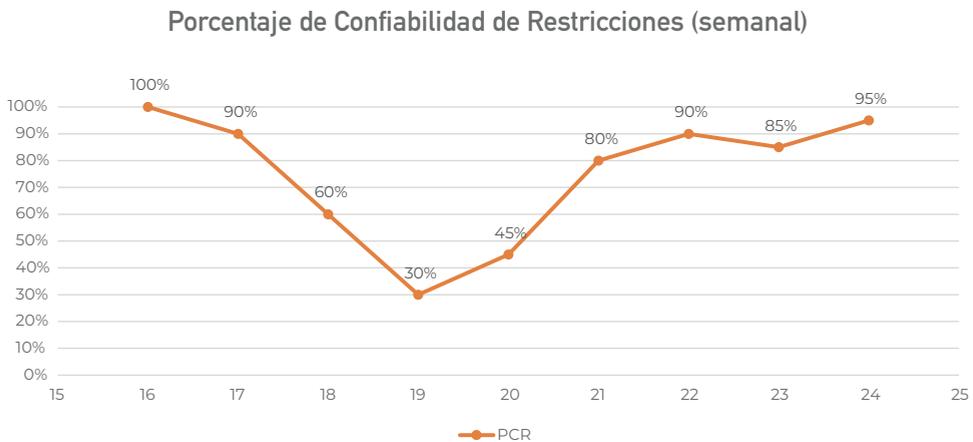


Figura 30. Ejemplo de Indicador para seguimiento de las Restricciones.



La PLANIFICACIÓN INTERMEDIA es un filtro de 3 a 8 semanas extraído de la Pull Session de una fase, y debería dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Están siendo las tareas bien definidas?
- ¿La secuenciación del trabajo es la correcta?
- ¿La duración de las tareas es la correcta?
- ¿Están resueltas todas las condiciones necesarias para ejecutar la tarea?
- ¿Las superposiciones son las correctas?
- ¿Todos los subcontratistas tienen los recursos para ejecutar las tareas?
- ¿Cuáles son las oportunidades de mejora?



OBJETIVOS DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA

- *Asegurar flujo continuo de producción para las semanas extraídas de la Pull Session.*
- *Identificación de los recursos necesarios para la ejecución de cada una de las tareas.*
- *Identificación y gestión de las restricciones.*
- *Re-secuenciar las tareas cuando sea necesario.*
- *Re-evaluación de la duración de las tareas.*
- *Desglosar las tareas para que las definan mejor, si fuera necesario.*
- *Generar inventario de trabajo ejecutable (ITE).*

3.3. PLAN A CORTO PLAZO: GESTIONANDO EL “SE HARÁ”

En el plan de corto plazo es cuando los últimos planificadores asumen compromisos de avance en la obra, es decir cuando comprometen metas específicas en tareas productivas. La regla para pasar actividades o tareas del medio al corto plazo es que se hayan liberado todas sus restricciones, si no ¿para qué vas a lanzar órdenes de producción sobre tareas que sabes con certeza que no van a poder completarse?

El objetivo es armar un plan de trabajo comprometido con actividades específicas a realizar, con metas cuantitativas claras. Las tareas a comprometer debieran ser las que se encuentran en el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) generado en la etapa de Planificación a Medio Plazo (Look Ahead) de manera que aumente la confiabilidad del plan al comprometer el trabajo en actividades en las que tenemos mayor certeza de que tienen las condiciones necesarias para ser ejecutadas. También puede existir una “zona gris” con actividades que hoy tienen alguna restricción asociada, pero existe una alta probabilidad de que antes de que termine el periodo se libere dicha restricción (por ejemplo, la llegada de un material). Por otro lado, si tenemos una baja probabilidad de la liberación de la restricción, lo mejor sería sincerarlo con el equipo y planificar los recursos para realizar otra actividad.

Es importante que cada “último planificador” asuma sus compromisos de producción y exponga la responsabilidad que está asumiendo. Él es quien está asumiendo el compromiso con su equipo, no está diciendo que “sí” a lo que le están solicitando las jefaturas. Ahora bien, el Sistema del Último Planificador tampoco se trata de escuchar y aceptar los compromisos del equipo sin cuestionarlos. No podemos olvidar que tenemos un contrato que cumplir con fechas, costes y calidad comprometida. El rol de las jefaturas es verificar si el compromiso que están asumiendo los últimos planificadores son los que realmente necesita la obra para cumplir con sus objetivos; y si no son suficientes, se debe hacer visible el motivo por el que se está poniendo en peligro el plan. Y según la respuesta, tomar acciones en base a las restricciones que se identifiquen (incorporar personal, disminuir tiempos de espera, mejorar la logística de materiales, etc.).

El periodo del plan a corto plazo por lo general es de una a dos semanas, sin embargo, siempre se debe de analizar con el equipo cuál es el periodo adecuado dadas las características de cada proyecto. En este libro se considerará como plan de corto plazo una semana (a efectos de los ejemplos e ilustraciones) dado que es el plazo que se utiliza con mayor frecuencia en obras de construcción.

Para una gestión eficaz, se recomienda utilizar formatos en los que quede claro el plan a corto plazo comprometido por el equipo. En este formato se debe incluir al menos:

- Actividad a ejecutar.
- Responsable de la actividad.
- Compromiso asumido (cantidad de obra ya sea en cantidad o porcentaje).
- Avance real.
- Diagrama de Gantt (si es necesario).

PLAN SEMANAL																
ID.	ACTIVIDAD	FECHAS		UD.	RESPONSABLE	META		COMPLETADA	SEMANA	Junio						
		INICIO	TERMINO			Comprometida	Alcanzada			1-jun	4-jun	5-jun	6-jun	7-jun		
															V	L
										1	4	5	6	7		
EDIFICIO																
Ciclo 1 Muros																
	Enfierradura	31/05	02/06		JP	100%	100%	1								
	Encofrado	04/06	05/06	m2	IR	100%	95%	0								
	Hormigón	05/06	05/06	m3	MA	100%	0%	0								
	Descimbre y Limpieza	06/06	06/06		IR	100%	0%	0								
Ciclo 2 Muros																
	Enfierradura	31/05	04/06		JP	100%	100%	1								
	Moldaje	05/06	06/06	m2	IR	100%	100%	1								
	Hormigón	06/06	06/06	m3	MA	100%	100%	1								
	Descimbre y Limpieza	07/06	07/06		IR	100%	0%	0								
Ciclo 3 Muros																
	Enfierradura	31/05	05/06		JP	50%	30%	0								
RESUMEN: Total Cumplidas (4) / Total Actividades (8) = 50%																

Figura 31. Ejemplo de Planificación Semanal, a Corto Plazo.

Al pasar al corto plazo siguiente, se debe analizar el nivel de cumplimiento de los compromisos asumidos por el equipo. Para esto se analiza el cumplimiento de los compromisos de manera binaria: cumplido o no cumplido (no existe el "casi cumplido"). En base a eso se calcula un indicador llamado PPC: Porcentaje del Plan Completado. Este indicador se calcula para cada corto plazo (normalmente semanal). Ver figura 31.

PPC (PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO)

El porcentaje del plan completado, a veces llamado porcentaje de promesas cumplidas es un indicador clave para medir la confiabilidad del equipo planificando. Se calcula como el “número de tareas comprometidas completadas” dividido por el “número total de tareas comprometidas planificadas para la semana” en curso. Mide el porcentaje de asignaciones que se completan al 100% tal y como se había previsto, y se usan criterios binarios de SI/NO, de manera que una tarea terminada al 90% sería un NO. Por ejemplo, si se han planificado 4 tareas y se han finalizado solo 3, aunque la cuarta tarea esté terminada a medias, el PPC será el resultado de dividir 3 entre 4, es decir, el 75%.

$$\text{PPC (\%)} = \frac{\text{N.º DE TAREAS COMPROMETIDAS COMPLETADAS}}{\text{N.º TOTAL DE TAREAS COMPROMETIDAS PLANIFICADAS}} \times 100$$

Hay que clarificar que el PPC no es un indicador de avance sino más bien un indicador que mide qué tan confiable somos cuando asumimos compromisos como equipo. Por esto se mide de manera binaria ya que en el Sistema del Último Planificador se entiende que las obras se completan en base a cadenas de compromisos, por lo tanto, en la medida que se rompe un eslabón (al no cumplir el compromiso), la obra pierde eficiencia y productividad.

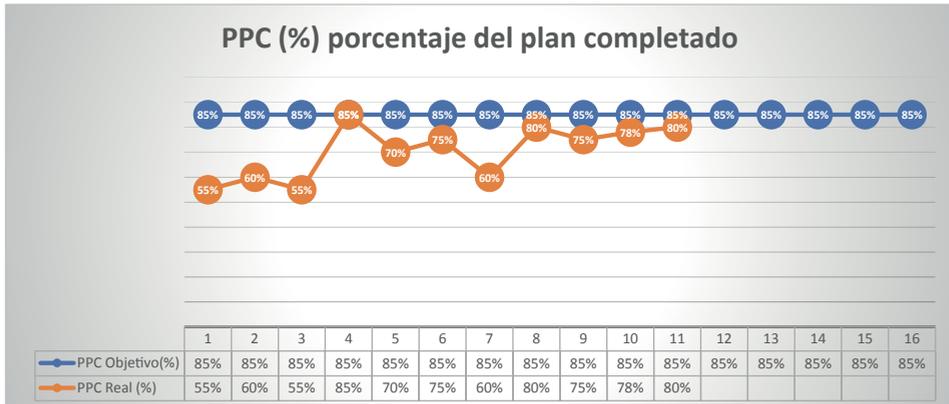


Figura 32. Ejemplo de Indicador del PPC.

El PPC es un indicador complementario a los indicadores tradicionales de planificación. Normalmente, un PPC alto va asociado a que la obra va bien en términos de plazos, pero no siempre es así. Por ejemplo, en la figura 33 podemos ver un avance real de la obra alto y un PPC bajo (escenario 1); mientras que en la figura 34 tenemos un avance real de la obra bajo y un PPC alto (escenario 2). En la práctica ninguno de estos 2 escenarios es bueno. En el escenario 1, una alternativa es que se estén planificando muchas tareas, con poco cumplimiento de terminación, pero sin embargo se están finalizando las tareas que tienen un alto impacto en el avance de la obra. Mientras que en el escenario 2, puede ocurrir que el equipo esté planificando de una forma muy conservadora o incluso que esté omitiendo actividades que deberían estar realizándose.

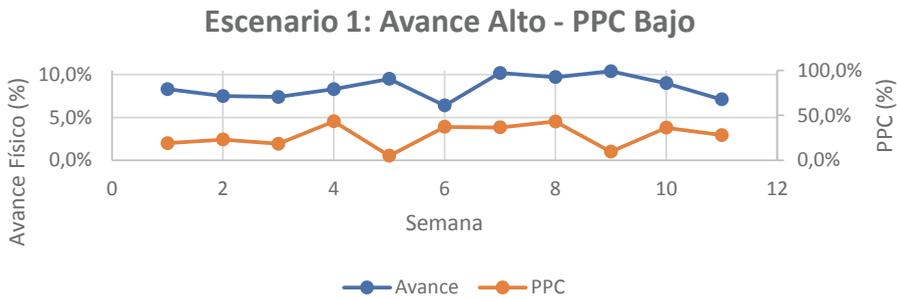


Figura 33. Diferentes escenarios de Avance Real y PPC.

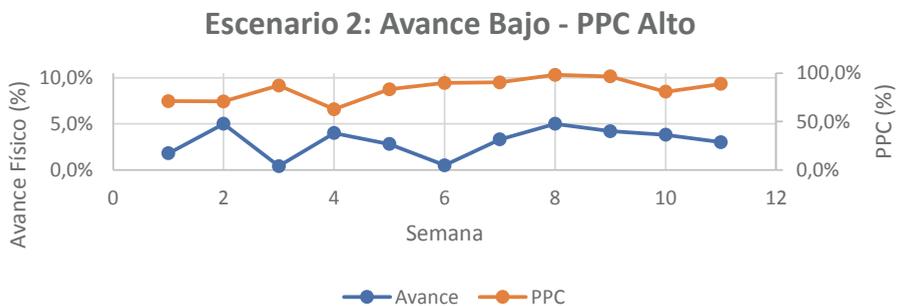


Figura 34. Diferentes escenarios de Avance Real y PPC.

En el escenario 1 cabría preguntarse: ¿Estamos avanzando en lo que realmente queremos avanzar? ¿Estamos escondiendo algún problema o atraso? ¿Cuáles son las causas? Mientras que, en el escenario 2 nos preguntaríamos: ¿Estamos planificando de acuerdo con los recursos disponibles? ¿Es un programa desafiante? ¿Qué más podemos hacer?

Por lo descrito anteriormente, es importante destacar que los indicadores que aporta el LPS deben ser contrastados y analizados en conjunto con los indicadores tradicionales de seguimiento de obra (% de avance, desviación de plazo, rendimientos, etc.) de manera que se utilice la información para comprender qué está ocurriendo en el proyecto y así tomar acciones que tengan un impacto positivo y duradero en el desempeño general.

LAS CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO (CNC)

Una vez ha pasado el periodo de corto plazo comprometido y se analiza el cumplimiento de los compromisos, para cada compromiso no completado se debe identificar cuál fue la causa raíz de ese no cumplimiento. El objetivo de este análisis no es buscar al culpable si no identificar el por qué no se pudo ejecutar lo comprometido de manera que se tomen acciones correctivas en base a la causa raíz identificada. Es importante utilizar metodologías que

permitan identificar la causa raíz para tomar acciones en el proceso correcto y generar los impactos deseados, así como disponer de un listado de las causas de no cumplimiento más frecuentes que nos permita aprender de los errores.

LA REUNIÓN SEMANAL DE PLANIFICACIÓN

Un hito importante en la aplicación del LPS corresponde a la reunión de planificación (por lo general semanal). En esta instancia es cuando se reúnen los últimos planificadores para evaluar el desempeño del periodo anterior, analizar el plan de medio plazo y para comprometer y validar el plan para la semana siguiente.

Es fundamental que participen todos los últimos planificadores. En caso de que alguno no pueda participar, deberá enviar a un representante (puede ser otro participante) empoderado con toda la información necesaria para dar cuenta de los compromisos adquiridos en la reunión anterior y pueda asumir compromisos para el próximo periodo. La figura 35 muestra una estructura típica de reunión de planificación semanal.

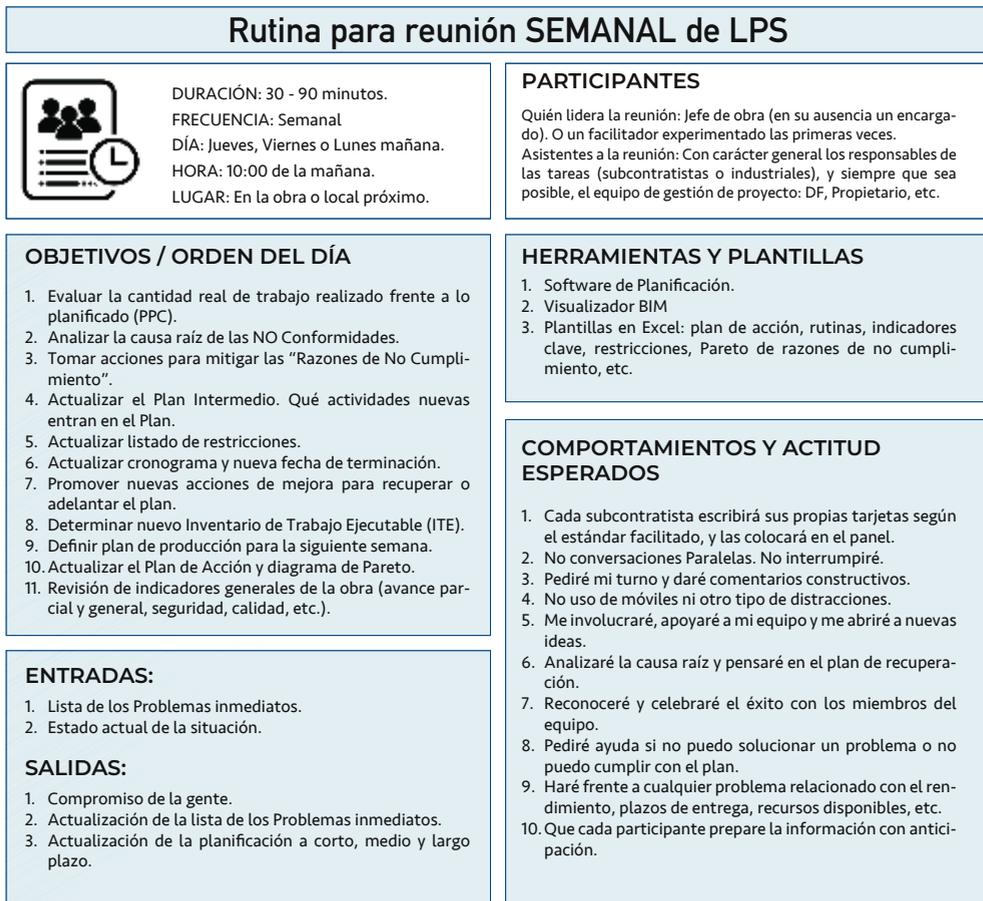


Figura 35. Ejemplo de rutina de la reunión semanal del LPS.

¿Cómo es el ambiente en una reunión de Planificación Colaborativa? (Ver figura 36)

Las conversaciones entre los diferentes participantes abundan. Los participantes se involucran, dialogan, negocian, colaboran y resuelven problemas. Los errores y los problemas no desaparecen del todo, pero en lugar de ocultarlos o buscar culpables, salen a la superficie donde el equipo del proyecto puede abordarlos y resolverlos. Las decisiones se toman conjuntamente para lograr los objetivos del proyecto. A veces, se cambia el orden de una secuencia inicial de trabajo, para beneficiar al conjunto del proyecto y de subcontratistas. Todo el mundo es consciente de las preocupaciones del cliente y los problemas reales de la obra, y tratan de resolverlos como un equipo.



Figura 36. Reunión semanal de Planificación Colaborativa.

Al comienzo, hay que insistir en la participación y la asistencia a las reuniones de Last Planner® System. Hay que ser persistente hasta que se haya implantado la disciplina de asistir a las reuniones. Poco a poco, las reuniones serán más cortas y más ágiles, pero al principio requieren de un proceso de aprendizaje y experiencia. Las reuniones del Plan Maestro y Plan de Fases o Sesiones de Planificación Pull son algo más largas, entre 3 y 5 horas según la complejidad del proyecto, pero estas se realizarán muy pocas veces durante el proyecto. Por otra parte, las reuniones semanales tendrán una duración de entre 30 y 90 minutos, 60 minutos en promedio.

LA STAND-UP MEETING O REUNIÓN DIARIA DE PIE

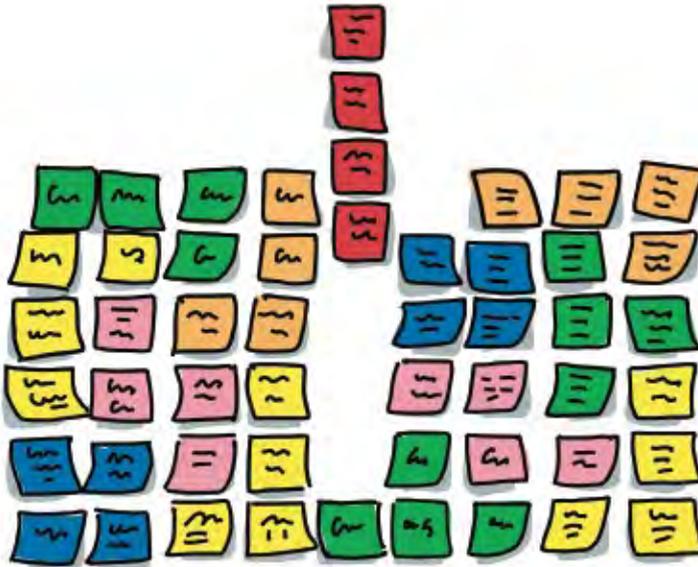
Las Stand-up meetings son reuniones regulares que se llevan a cabo frente al panel de gestión visual del equipo, normalmente tienen una duración de 5 a 10 minutos. El propósito de la Stand-up meeting es el siguiente:

- Proporcionan un foro donde los equipos discuten su progreso de forma regular, hacen compromisos de trabajo, revisan los indicadores de rendimiento y el progreso de las acciones de mejora, y mantienen actualizada la información que se llevará a la reunión semanal, con lo cual ésta se acortará.

En general, una buena agenda para la stand-up meeting del LPS puede ser dirigida por el encargado de obra o jefe de producción y basarse en una puesta al día del equipo para:

- Revisar los progresos de ayer.
- Revisar los Compromisos de hoy.
- Identificar los obstáculos o problemas.

4. LA MEJORA CONTINUA CON LPS



4.1. ¿QUÉ ES LA MEJORA CONTINUA?

改善

El concepto utilizado con más frecuencia en el contexto de LEAN para hablar de mejora continua es el Kaizen.

El Kaizen es una palabra japonesa que significa mejora continua, y se representa con dos caracteres chinos:

KAI = Cambio

ZEN = Para algo mejor

La traducción de “Kaizen” como “mejora continua” no refleja la verdadera esencia y significado de lo que hay detrás de esta autodisciplina y el compromiso que todos deben mostrar cuando llevan a cabo el “Kaizen”³⁰. Esta nueva interpretación de lo que verdaderamente

³⁰ Este nuevo significado fue reinterpretado por Masaaki Imai, fundador del Kaizen Institute.

significa el concepto Kaizen se identifica con la mejora continua implícita del Last Planner® System y el Lean Construction:

- **Mejorar todos los días.** Muchas compañías llevan a cabo proyectos de mejora continua que tienen un principio y un final. Y cuando terminan un proyecto de mejora específico, llevan más tranquilamente la mejora hasta que inician un nuevo proyecto. “Todos los días” significa que hay un reto constante para encontrar la mejor manera de hacer las cosas. Esto requiere autodisciplina y compromiso.
- **La mejora de todos.** Muchos gerentes piensan que el Kaizen o la mejora continua es solo para el personal operativo, pero ese es un gran error de interpretación ya que, el Kaizen debe empezar desde arriba, desde los altos directivos, y ellos deben demostrar su compromiso, determinación y guía como ejemplo para todos. La alta dirección de la compañía tiene el papel más importante a la hora de implementar este enfoque hacia el Kaizen, luego los mandos intermedios, bajando hasta los empleados de rango jerárquico más bajo, incluso con los empleados a tiempo parcial o temporales.
- **La mejora en todas partes.** Muchos piensan que el Kaizen se da solo en las áreas productivas u operacionales, pero el Kaizen debe estar en todas partes, también en las áreas administrativas, diseño, I+D+i³¹, departamentos de ventas, financiero, contable, compras, logística, recursos humanos, marketing, etc.

4.2. ¿CÓMO SE LLEVA A CABO LA MEJORA CONTINUA?

Una de las técnicas más eficaces que pueden utilizarse en Last Planner® System para realizar el seguimiento de las acciones de mejora son los ciclos de Deming o ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act). Es importante destacar que para cerrar el ciclo de planificación se deben tomar acciones correctivas que nos ayuden a mejorar el desempeño del sistema de planificación y de la obra en general. La metodología de Last Planner® System no será tan eficiente si no se toman acciones rápidas en base al conocimiento y si no se genera aprendizaje en base a los errores cometidos. Mediante los ciclos PDCA se establecerán las acciones necesarias para evitar que el problema vuelva a repetirse.



PDCA son las siglas de Plan-Do-Check-Act, también conocido como Ciclo de Deming una vez que W. Edwards Deming introdujera el concepto en Japón en la década de los años 50. Es un ciclo de mejora continua basado en el método científico de proponer un cambio de mejora en un proceso, implementar el cambio, medir y controlar los resultados, y llevar a cabo las acciones correctoras.

31 Investigación, desarrollo e innovación.

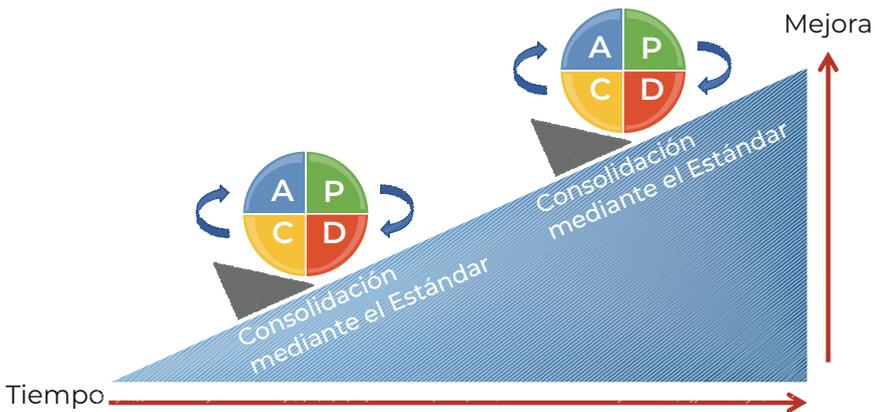


Figura 37. Según la filosofía KAIZEN, cada PDCA que realizamos se considera como un punto de partida para hacer un mejor trabajo la siguiente vez.

LOGO EMPRESA		PLAN DE ACCIÓN (PDCA): PLAN - DO - CHECK - ACT						PÁG..... DE.....	
Nº	FECHA	QUIÉN	PROBLEMA	CAUSA	ACCIÓN	QUIÉN	FECHA	CIERRE	ESTADO
			El estructurista no pudo hormigonar los pilares de la plana 1.	El encargado de la obra y el topógrafo no realizaron el replanteo.	Considerar el replanteo como una restricción y planificarlo como si fuera una tarea más.	Encargado de obra y topógrafo	25-feb.		



Figura 38. Plantilla que se debe actualizar después de cada reunión o sesión de LPS para hacer el seguimiento de la mejora continua.

¿Cómo funciona el ciclo de Deming?

Planificar implica la evaluación del estado actual (controles del proyecto). A menos que midamos, no tenemos una base para la mejora. **Hacer** implica aplicar disciplina para lograr un nuevo resultado. **Chequear** es usar controles o indicadores de proyecto para determinar si el control cambió el resultado. ¿Estamos logrando o nos hemos acercado a nuestros objetivos? **Actuar** es aplicar un control exitoso al proyecto en general. Y luego, el ciclo se repite. Es una interacción continuada entre medición, análisis y acción informada.

Con Last Planner® System, semana a semana y reunión tras reunión, el equipo identifica la causa raíz de los problemas, aprende de los errores e incorpora nuevas soluciones y mejoras a esos errores. Se trata de un sistema en el que se aprende y se mejora después de cada iteración.

4.3. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINUA

Para una implementación básica de Last Planner® System las más utilizadas son el diagrama de Pareto y los 5 Porqués, que son las que se detallan en este libro³². Algunas de las más usadas en entornos Lean y de Last Planner® System son las siguientes:

1. Técnica de los 5 Porqués.
2. Diagrama de Pareto.
3. Diagramas de causa y efecto (Diagrama de Ishikawa).
4. Diagramas de Flujo.
5. Diagrama de Comportamiento.
6. Diagramas de control.
7. Técnica del A3 de Toyota.

METODOLOGÍA DE LOS 5 PORQUÉS

Los 5 porqués es una técnica de resolución de problemas para descubrir la causa raíz de un problema, no conformidad o desviación de la norma.



Taiichi Ohno dijo: "Cuando surge un problema, si nuestra búsqueda de la causa no es minuciosa, las acciones que tomemos pueden no ser la solución. Por ello, nos preguntamos repetidamente por qué. Esta es la base científica del sistema de Toyota. Repetir por qué 5 veces, nos ayudará a descubrir la raíz del problema y a corregirlo".

Si se mira el ejemplo de la figura 39, se observa que en cada causa identificada se apunta a mejorar un proceso diferente. En este caso si mejoramos cualquier proceso que no sea el de Diseño, no se obtendrá el impacto de rendimiento que se espera en la obra.

Es deseable que cada empresa tenga una lista acotada de unas 10 o 15 Causas de No Cumplimiento (ver tabla 6) que facilite la homogeneización en su identificación para posteriormente clasificar las más repetitivas mediante un diagrama de Pareto, de manera que sea fácil ver qué es lo que más está afectando a la obra y poder enfocar los esfuerzos de mejoramiento, entendiendo que los recursos en obras son limitados y no se tiene el tiempo ni los recursos requeridos para mejorar cada uno de los problemas identificados.

³² En futuras publicaciones de la colección Guías práctica de Lean Construction se abordarán en profundidad el resto de las herramientas de resolución de problemas y mejora continua Lean.

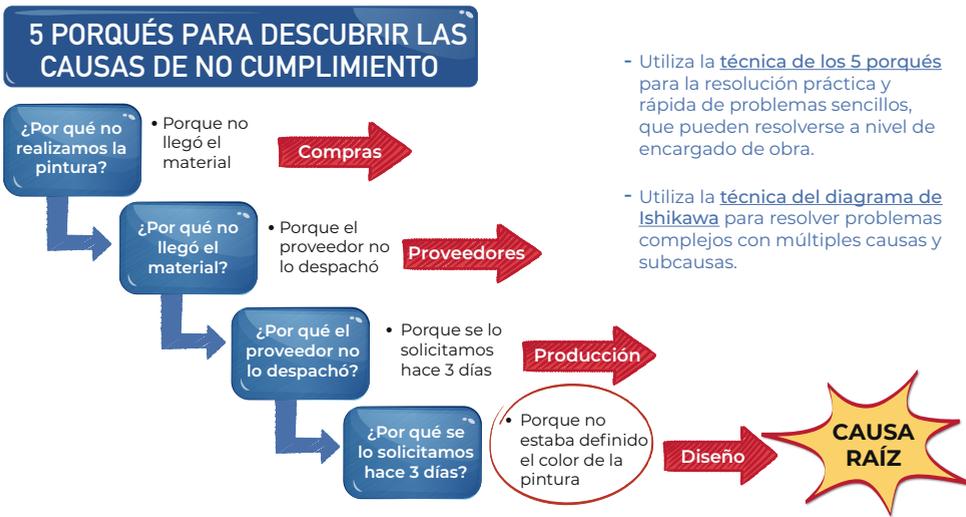


Figura 39. Ejemplo de Metodología de los 5 porqués.

EL DIAGRAMA DE PARETO

El principio de Pareto es también conocido como la regla 80-20, posteriormente generalizada por Joseph M. Juran. Pareto (1848-1923), estudió que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los «pocos de mucho» y los «muchos de poco»; se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo. En concreto, Pareto estudió la propiedad de la tierra en Italia y lo que descubrió fue que el 20% de los propietarios poseían el 80% de las tierras, mientras que el restante 20% de los terrenos pertenecía al 80% de la población restante. Hoy en día, el principio de Pareto se aplica a campos tan variados como la política, economía, logística, control de calidad, ingeniería del software, redes informáticas, análisis y resolución de problemas, etc.

La relación 80-20; no es exacta y pueden variar. Su aplicación reside en la descripción de un fenómeno y, como tal, es aproximada y adaptable a cada caso particular. Lo importante es que, esta herramienta distingue entre los pocos vitales y los muchos triviales; por ejemplo, el 80% de los problemas se atribuye al 20% de las causas.

En un diagrama de Pareto, las categorías de datos se presentan en orden de frecuencia, empezando por las más frecuentes, de esta manera resulta más fácil identificar los problemas más

PRINCIPIO DE PARETO

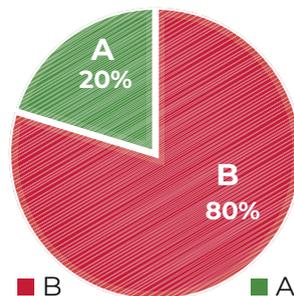


Figura 40. Regla 80/20. Principio de Pareto

significativos. Y así, enfocar más rápidamente los recursos de la empresa en abordar aquellas causas que tendrán un mayor impacto sobre los problemas.

¿Cómo dibujar un diagrama de Pareto?

1. Recopilar datos cuantificables relacionados con el área de enfoque que se debe abordar. Por ejemplo, CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO del Plan.
2. Definir las categorías de datos y ordenar las variables de cada categoría.
3. Construir el diagrama de Pareto utilizando los datos reunidos, empezando por la categoría con los valores más elevados.
4. Marcar los porcentajes acumulativos asociados a cada categoría.
5. Seleccionar las categorías con la frecuencia más elevada, que contribuyen más al problema.

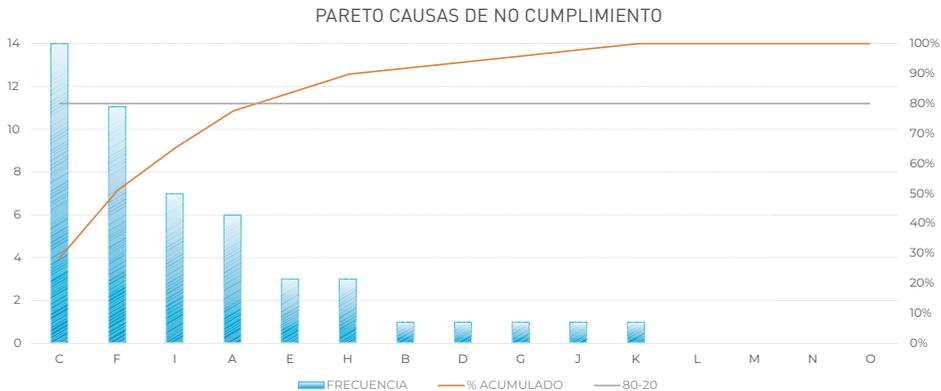


Figura 41. Diagrama de Pareto.

CATEGORÍAS DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

A	Mala Planificación	L	Requerimientos externos al proyecto
B	Terminación de un trabajo anterior	M	Condiciones meteorológicas
C	Terminación de un trabajo anterior propio	N	Condiciones inseguras de trabajo
D	Falta de información	O	Mala definición del Proyecto
E	Cambios en el diseño	P	Mala Calidad o Retrabajo/NO Conformidad
F	Ausencia no planificada	Q	Rendimiento inferior al esperado
G	Falta de personal	R	Malas condiciones del entorno
H	Falta de materiales, equipos, andamios, etc.	S	Cierre por Vacaciones/Abandono de la obra
I	Cambios del Cliente	T	Reorganización Tareas
J	Falta de supervisión	U	Avería de maquinaria
K	Estimación incorrecta de tiempo	V	Otras

Tabla 6. Categorías de causas de NO cumplimiento del Plan.

5. LA GESTIÓN VISUAL DEL LAST PLANNER® SYSTEM



5.1. INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES

... los empleados son individuos inteligentes proclives para motivarse por su trabajo, y mantenerles informados sobre cómo sus esfuerzos afectan al resultado, así como otorgarles la responsabilidad de alcanzar sus metas aumenta esa motivación. Durante muchos años, las compañías han operado precisamente bajo la hipótesis opuesta. En fábricas y oficinas, la dirección ha asumido la ignorancia de los trabajadores, ha dividido el trabajo en tareas simples, repetitivas, y ha controlado a las personas a través del autoritarismo y la confrontación. La participación en la información no era algo a tener en cuenta: toda la información estaba en manos de los jefes, y los trabajadores se mantenían ignorantes de esta.

"... en una empresa visual los trabajadores conocen el resultado exacto, en cada momento del día. A través de sistemas visuales, saben exactamente lo que tienen que producir en el día y en qué situación están con relación al total. Conocen los ahorros de costes que puede producir cualquier sugerencia particular. Conocen la tasa de defectos y cómo afecta su trabajo a la calidad del producto final. Registran y muestran cada problema del día, y toman fotografías o dibujos de cada problema y de su solución o mejora de forma que sus ideas puedan estimular otras ideas..."

Norman Bodek

Para llevar a cabo una gestión eficaz de la mejora continua del Last Planner® System necesitamos un sistema de gestión visual, formado por paneles visuales que proporcionen información actualizada de la planificación, los rendimientos del proyecto y el plan de producción. La Gestión Visual facilita la Mejora Continua y la implantación tanto de Lean Construction como de Last Planner® System, y sin ella es difícil que mejore el rendimiento. La información visual del LPS debería incluir al menos:

- Paneles de Planificación a medio-largo plazo.
- Indicadores de rendimiento como el PPC o el PCR³³.
- Causas de No Cumplimiento.
- Sistema de sugerencias de mejora.
- Información relevante del Proyecto.
- Plan de acción.

La Gestión Visual forma parte del amplio catálogo de técnicas y metodologías de gestión basadas en los principios Lean, y además es el complemento perfecto y necesario para la aplicación del Last Planner® System y la Gestión Integrada de Proyectos.

Dentro del contexto de Lean Construction, la Highways Agency de Reino Unido definió Lean Visual Management de la siguiente manera³⁴:



Lean Visual Management se trata de comunicación y permite a los equipos mejorar el rendimiento a lo largo del tiempo. Esto implica llevar a cabo las siguientes 3 acciones, que juntas, proporcionan una base sólida sobre la cual los equipos pueden mejorar continuamente:

- 1. Uso de paneles o dispositivos visuales.*
- 2. Mantener reuniones de pie (rutinas diarias).*
- 3. Una búsqueda constante de la mejora continua; midiendo rendimientos e indicadores clave, monitoreando y revisando el desempeño del equipo.*

Basado en el trabajo de Michel Greif³⁵ se identifican 8 elementos de la Gestión Visual. Last Planner® System, aplicado juntamente con otras herramientas Lean contiene de manera implícita estos 8 elementos. Ver tabla 7.

33 PPC = Porcentaje del Plan Completado. PCR = Porcentaje de Confiabilidad de las Restricciones.

34 Definición adaptada de la guía "Introduction to Lean Visual Management" de la Highways Agency.

35 Basado en el trabajo de Michel Greif, autor de "The Visual Factory" (1991).

Elemento de la gestión visual	Aplicación LPS
1.- Comunicación Visual	El despliegue de paneles visuales de LPS es un sistema de comunicación visual en sí mismo.
2.- Un territorio para el equipo	La sala donde se realizan las reuniones y rutinas periódicas de LPS es el territorio del equipo de planificación.
3.- Documentación visual - hojas de instrucciones	Los estándares de rutinas, reglas de comportamiento y forma de trabajar están presentes en la sala.
4.- Control visual de la producción. Sistema Kanban	Los paneles de la Pull Session y la Planificación a Medio Plazo son en sí mismo un control visual de la producción basado en las reglas Lean del Pull y el Kanban (ver glosario).
5.- Control visual de la calidad	La calidad es uno de los indicadores que junto con el de seguridad deberían seguirse de forma rutinaria y la reunión semanal de LPS es un buen momento para hacer este análisis.
6.- Indicadores visuales del proceso	El PPC y el PCR son indicadores clave del LPS que junto con otros, nos indican el avance y desempeño del proyecto.
7.- Hacer visible el progreso. PDCA y Kaizen	El análisis de la causa raíz de las razones de no cumplimiento, el diagrama de Pareto que destaca las causas más frecuentes y el PDCA con las acciones a emprender en caso de no conformidad son fundamentales para la mejora continua.
8.- Control visual de la planta	La metodología de las 5S junto con otras herramientas de gestión logística del inventario y la seguridad son conceptos básicos para hacer de la obra un lugar más visual y seguro.

Tabla 7. Elementos de la gestión visual y su aplicación en LPS.

Un sistema de Gestión Visual debe responder a las siguientes 5 preguntas:

1. ¿Cuál es la función del área de trabajo? ¿qué actividades se desarrollan aquí?
2. ¿Cómo sabe la gente lo que tiene que hacer? (tareas, acciones, fecha, hora, etc.)
3. ¿Cómo saben cómo tienen que hacerlo? (instrucciones de trabajo estandarizadas)
4. ¿Cómo saben cómo lo están haciendo? (un seguimiento de los indicadores clave)
5. ¿Qué hacemos si no se cumplen los rendimientos esperados? (plan de acción)

Y el Sistema del Último Planificador da respuesta a estas 5 preguntas:

1. Tenemos una planificación a medio y largo plazo, además de otra a corto plazo, suficientemente detallada para que cada uno sepa lo que tiene que hacer en cada momento. Además, esta planificación está basada en compromisos reales, escritos en las tarjetas por los propios subcontratistas ejecutores de cada tarea.
2. Los paneles de gestión visual de LPS muestran a todo el mundo en la sala lo que tienen que hacer y cuándo tienen que hacerlo.
3. LPS es una metodología además de un sistema, con rutinas, estándares, y un método de trabajo que seguido de forma disciplinada da excelentes resultados.
4. Los indicadores clave de LPS nos indican cómo lo estamos haciendo de manera periódica, así todos conocen el estado actual y los problemas casi en tiempo real.
5. Usamos herramientas de mejora continua como los ciclos PDCA para reaccionar cuando hay un problema puntual o recurrente.

5.2. EL CONCEPTO DE BIG ROOM PARA LPS

El concepto de “Big Room” también conocido por el término japonés “Obeya” facilita la aplicación de la metodología del LPS y la planificación colaborativa. De hecho, es implícito y necesario tanto para realizar las sesiones de planificación colaborativa del Last Planner® System como la integración del equipo en el Integrated Project Delivery System (IPD). Este libro se focaliza en el uso de la Big Room para las sesiones de LPS.

La “Obeya” o “Big Room” está asociada al concepto de co-ubicación, que en Toyota se refiere a la práctica de ubicar equipos multidisciplinares en un mismo espacio físico para mejorar la comunicación y la creatividad en el proceso del diseño de automóviles.

Last Planner® System es un sistema colaborativo por definición, y para trabajar de manera colaborativa el equipo debe contar con un entorno apropiado. En proyectos de construcción, la Big Room para las reuniones de LPS será un espacio de trabajo, local próximo, caseta de obra habilitada, o espacio habilitado en la edificación que se está construyendo. Y la participación de los últimos planificadores en las reuniones periódicas de planificación es un elemento clave para el éxito en la aplicación de esta metodología.

¿Qué es una Big Room?

Si hablamos de IPD, la Big Room sería la sala o el espacio dónde se ubican temporalmente o a tiempo completo los equipos de gestión integrada del proyecto. El concepto co-ubicación total o temporal de los miembros integrados del equipo no se desarrollará en este libro, ya que dicho concepto se emplea en el contexto de los IPD, donde los equipos de trabajo se crean en etapas todavía más tempranas a las que requiere LPS y se aborda una gestión integrada del proyecto mucho más profunda que también abarca las fases de diseño y contratación.

En un entorno de Last Planner® System en el que no haya un IPD, la Big Room puede definirse como la sala o el espacio donde se realizan el conjunto de reuniones que forman parte de esta metodología, que básicamente consisten en: Plan de maestro, Plan de fases, Pull Session de las fases, reunión semanal de planificación y reunión diaria de pie. Y la ubicación de la sala puede ser fija o variar a medida que avanza la obra.

Gracias a esta co-ubicación temporal que se realiza de manera periódica y rutinaria durante las sesiones de LPS, se crea un ambiente de trabajo colaborativo entre los últimos planificadores y el equipo de obra. De hecho, una parte del éxito de la aplicación del Last Planner® System se basa precisamente en gestionar en base a la realidad, a hechos reales, y no a planes teóricos y suposiciones³⁶.

Aunque a veces se usan herramientas colaborativas virtuales, hay que tener en cuenta que la colaboración física es siempre mejor que la virtual, especialmente si necesitas engranar el talento de todo el equipo y lograr resultados creativos. La colaboración virtual funciona

³⁶ En el entorno Lean se usan 3 palabras japonesas que se conocen como los 3 reales: gemba (el lugar real), genbutsu (la cosa real) y genjitsu (el hecho real). Ver definición de Gemba en el GLOSARIO.

mejor después de haber tenido una colaboración cara a cara, y, en cualquier caso, la herramienta virtual se elegirá en función del tipo de interacción que se requiera en cada caso, como una ayuda a la sesión presencial, pero no como un sustituto de esta. Hasta ahora, la tecnología no ha sido capaz de sustituir la potencia emocional de escribir manualmente las tarjetas o compromisos con la planificación, las discusiones, el debate cara a cara y el aprovechamiento del talento de todos para una mejor toma de decisiones de las personas reales que están en el lugar real ejecutando la obra. Aunque, en entornos donde la aplicación de LPS está ya muy madura, la tecnología puede ayudar a simplificar y acortar la duración de las reuniones.

Con respecto a la Big Room y la Gestión Visual a veces escuchamos frases como que la gente es más eficiente trabajando sola en su despacho, o que no se pueden permitir una sala para ubicar la Big Room del proyecto y de LPS.

Sin embargo, desde el punto de vista de la eficiencia de un proyecto de construcción en el que intervienen tantas personas y empresas, planificar y gestionar la producción de forma aislada es improductivo y provoca muchas interrupciones en el flujo continuo del trabajo diario. La pregunta que uno debería hacerse es: ¿cuántas horas ganas o ahorras por cada hora que dedicas a la planificación colaborativa? Se estima que por cada hora invertida en una sesión de planificación colaborativa tomando decisiones que liberan trabajo y/o eliminan restricciones tiene un efecto sobre el rendimiento del proyecto que equivale a muchas más horas de reuniones individuales, retrabajos, esperas, etc.

Respecto a la viabilidad de una Big Room para el LPS, la pregunta correcta sería ¿cuánto dinero le cuesta al proyecto no hacerlo? ¿hasta cuánto podemos estirar nuestro presupuesto para hacerlo posible? ¿cuánto beneficio podemos obtener con los medios disponibles? En el contexto de Last Planner® System, la Big Room no requiere de soluciones costosas ni complejas y las empresas realmente interesadas han encontrado soluciones económicas e ingeniosas que les han permitido maximizar el valor de esta sala y rentabilizar su inversión:

- A veces se puede destinar una caseta de obra específica para este propósito.
- Si la caseta de obra es grande, destinar una sala o habitación de la propia caseta.
- Si no hay sitio en la obra se puede alquilar temporalmente un local cercano.
- Se puede realizar en las instalaciones de la empresa constructora o promotora si no están muy lejos de la obra.
- Habilitar un espacio en la obra cuando ésta tenga una superficie cubierta y segura.
- La sala puede incluso cambiar de ubicación a medida que avanza la obra.
- Fuera de las horas en la que no se precise la sala para las sesiones y reuniones de LPS, ésta puede usarse para otro tipo de reuniones siempre y cuando se respete y no se modifique la ubicación de los paneles de LPS.

A veces también escuchamos que todo este despliegue es solo para proyectos y empresas grandes. Pero la realidad es que LPS funciona bien en proyectos de todos los tamaños y presupuestos, tanto en empresas grandes como pequeñas y medianas.

Aspecto y logística de la sala de reuniones.

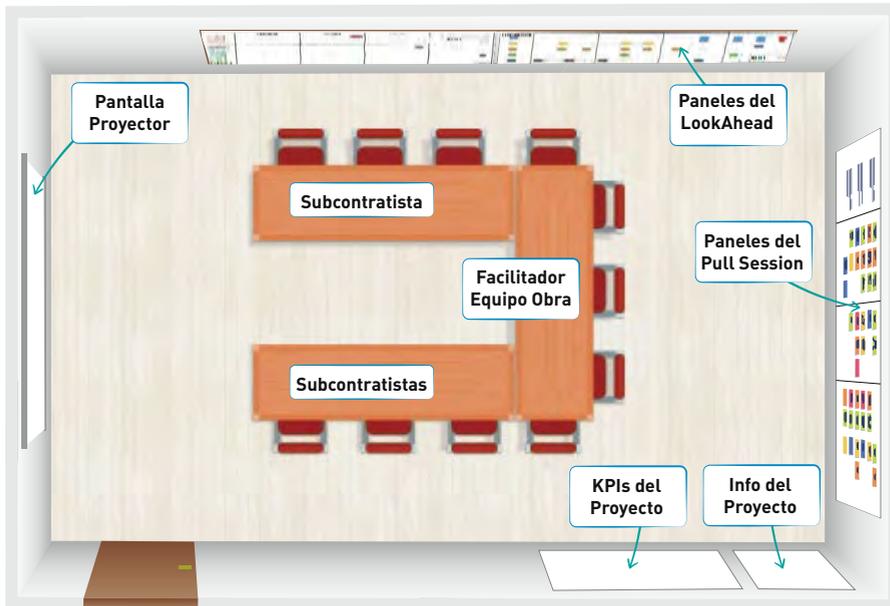


Figura 42. Esquema de Big Room o Sala de Reuniones y planificación del LPS.

Sin el ambiente adecuado, un equipo no puede compartir información de manera efectiva ni trabajar en colaboración. La configuración y la gestión de la Big Room deben planificarse con cuidado y tener en cuenta las siguientes recomendaciones (ver figura 42):

- No se debe descuidar el aspecto de la sala, y hay que hacer lo posible para que el entorno sea lo más agradable posible dentro de las posibilidades que se tengan en cada proyecto. Incluso se recomienda aplicar la metodología de las 5S en la propia sala de reuniones. Cuando se ha hecho esto, la organización, el orden, la limpieza y la productividad de las reuniones ha aumentado significativamente.
- El espacio físico de la sala puede adoptar una enorme variedad de tamaños, formas y tecnificación para adaptarse a las necesidades de cada proyecto, solar, edificio, entorno, presupuesto, tamaño del equipo y circunstancias particulares de cada proyecto y cada empresa.
- Por lo general, la sala debe tener capacidad para albergar de 8 a 20 personas. En proyectos pequeños y medianos, por lo general no se suelen superar las 8-10 personas, y en proyectos más grandes a veces se llega a 20 personas.
- Es deseable que la sala disponga de una mesa larga en el centro o si hay espacio suficiente un conjunto de mesas en forma de U, sillas con capacidad para todos los asistentes, climatización (Frio/Calor), condiciones de limpieza y ventilación saludables, y esté adecuadamente iluminada.

- Las paredes serán lisas y libres de obstáculos para poder colocar tanto los paneles de la Pull Session, como los paneles semanales de la Planificación a Medio Plazo y otros paneles de gestión visual sobre indicadores clave del proyecto, planos, etc.
- Si LPS empieza en una etapa temprana, varias semanas antes de empezar la obra, o en fase de movimiento de tierras, lo más seguro es que la sala cambie su configuración y ubicación a medida que avanza la obra.
- La co-ubicación o el tiempo destinado a las reuniones de LPS no debe verse como una pérdida de tiempo, aunque algunos miembros del equipo pensarán que lo es. Las reuniones se hacen para mejorar el progreso y el flujo del proyecto. El ahorro de tiempo para todos es significativo.
- Convocar solo a la gente correcta para cada reunión. Respetar el turno de palabra, dar la oportunidad de expresar sus opiniones e inquietudes a todos.
- Ser exigente con la puntualidad, comportamiento y presencia durante toda la reunión, y al mismo tiempo tener algo de flexibilidad. Si alguien debe abandonar la sala antes por algún motivo justificado, podemos darle permiso para que hable al principio.
- Usar el "Parking Lot"³⁷ para los temas que se salgan de la agenda de la reunión.
- Ser práctico y táctico. Preparar la información que se debe exponer en las reuniones. Elegir un día y una hora para la reunión semanal y tratar de no cambiarla durante toda la obra, salvo caso excepcional. Respetar el horario de comienzo y de fin, y tratar de acortar y hacer más productivas las reuniones.
- Un pluses y deltas³⁸ de la reunión viene muy bien para mejorar semana a semana aspectos de la sesión.
- Cuando sea posible, usar modelos BIM en las reuniones para facilitar la comprensión del proyecto, la toma de decisiones y la identificación de problemas.

Beneficios de la Gestión Visual y las reuniones de LPS en la Big Room.

- Mejora la comunicación de la información clave. Permite que todos los miembros del equipo tengan acceso a la información más reciente y actualizada. Fomenta la transparencia en los procesos y entre las personas o grupos de trabajo.
- Al trabajar en estrecha proximidad física entre sí, personas de muchas disciplinas diferentes pueden tener muchas interacciones de calidad. Llegan a entender quién es responsable de qué. Saben a quién acudir en busca de respuestas y ayuda, y comienzan a intercambiar información con las personas correctas. La frecuencia y la calidad de las interacciones aumenta drásticamente y los problemas se pueden identificar y resolver más rápido y de manera más efectiva.

³⁷ Herramienta que ayuda a no distraerse de los puntos importantes de una reunión. Si a mitad de la reunión alguien interrumpe con algún tema que se sale del orden del día, se escribe ese tema en un poster en la pared que llamamos Parking Lot, para discutir ese tema en otro momento. De esta forma, los asistentes no se desvían de los puntos del día y la persona interesada en hablar de otro tema se siente escuchada y queda tranquila de que más tarde se hablará de su tema, que queda escrito en forma de compromiso.

³⁸ Pluses y Deltas es una herramienta que se aplica como un Brainstorming en equipo, al finalizar una reunión o sesión de trabajo, para identificar lo que hicimos bien y las mejoras para la siguiente sesión.

- Permiten enseñar a los miembros del equipo a ver sus interacciones desde el punto de vista del “cliente-proveedor”. Cuando buscan información o trabajo, son el cliente. Cuando se les pide que produzcan información o trabajen para otro, son ellos el proveedor. Viendo la relación de esta manera, los miembros del equipo pueden entender que cuando actúan como clientes se espera que expresen claramente sus necesidades y expectativas. Por el contrario, cuando están en el rol de proveedor, necesitan saber exactamente qué quiere su cliente. Entender esta forma de pensar es fundamental desde el punto de vista de la filosofía Lean.
- Reducen drásticamente el tiempo para la toma de decisiones, porque normalmente, los tomadores de decisiones apropiados suelen estar presentes en las reuniones de planificación colaborativa.
- Mejora la precisión de la comunicación y evita malentendidos a través de la discusión directa y el feedback instantáneo. Proporciona a todos en el equipo el mismo cuadro o imagen de la situación real del proyecto.
- Aumenta la creatividad y ayuda a romper paradigmas al ver que hay otras formas de pensar y de ver las cosas.
- Proporciona a todos una comprensión más completa de las consecuencias y alternativas de las decisiones que toma cada uno, así como un foro en el que las diferentes partes pueden plantear diferentes cuestiones.
- Apoya una comprensión común de los valores, los objetivos y el estado del proyecto. Fortalece las relaciones entre los miembros del equipo. Fomenta la colaboración, promueve el trabajo en equipo y aumenta la moral.
- La planificación colaborativa y la aplicación de Lean Construction en general reduce los litigios, cuando se logra una interacción sinérgica entre la constructora, el equipo de diseño y la promotora.
- Proporciona un lugar para discutir y analizar el control de los indicadores y fomenta la mejora continua. Esto genera curvas de aprendizaje más cortas y una mayor conciencia y sensibilidad hacia los problemas reales.
- Proporciona una mayor estabilidad y predictibilidad del proyecto.



Algunos resultados consistentes de estudios llevados a cabo por McGraw Hill Construction (Project Delivery System) son que una mayor colaboración, comunicación y la habilidad de compartir información tienen un impacto profundo sobre la eficiencia, la productividad y la rentabilidad.

5.3. DISPOSITIVOS VISUALES

¿Qué son los dispositivos visuales?

Los dispositivos visuales son grandes puntos centrales de comunicación focalizados en torno a información actualizada específica del equipo y actividades de mejora continua. Los paneles visuales ayudan a crear un sentido de propiedad dentro del equipo, se actualizan fácilmente y con regularidad, favorecen una estrecha proximidad con el equipo y aseguran que la nueva información se comunica de la manera más eficiente.

Uso de los dispositivos visuales.

Los equipos deben utilizar sus dispositivos visuales como punto de enfoque para las reuniones y la interacción del equipo, como punto central de comunicación, y como lugar donde llevar a cabo la actividad de la mejora continua.

Los dispositivos visuales son creados por el equipo, para el equipo, y la información que muestran debe ser relevante, precisa y servir de ayuda para tomar acciones que permitan mejorar el desempeño del proyecto.

Deben mantenerse de manera que la información disponible esté actualizada según la frecuencia definida por el equipo, que permita reaccionar a los problemas de manera rápida y eficaz. Y se recomienda que se nombre a un responsable de actualizar y mantener la información y las condiciones de la sala.

Contenido de los dispositivos visuales.

Además de los paneles e indicadores clásicos del Last Planner® System, es recomendable aprovechar la estructura de las reuniones del propio sistema para evaluar el rendimiento de otros indicadores clave del proyecto. Los dispositivos visuales pueden contener información específica del equipo y del proyecto relacionada con las siguientes áreas:

ÁREA	EJEMPLOS
Seguridad	Índice de frecuencia de todos los accidentes
	Días desde que ocurrió el último accidente
Calidad	Número de defectos
	Coste de la no calidad y retrabajos
Coste	El coste real contra el coste previsto
	Ahorros por medidas de mejora continua
Tiempo	Días de retraso/adelanto en la entrega de la obra o proyecto
	Porcentaje de tareas que se entregan dentro de la fecha objetivo
Personas	Asistencia a las reuniones de LPS, puntualidad y comportamiento
	Número de sugerencias (propuestas/implantadas) y tiempo de respuesta

Tabla 8. Ejemplos de indicadores clave de los procesos.

Algunas preguntas clave a la hora de elegir los indicadores son las siguientes:

- ¿Es importante para el cliente la medida?
- ¿Es la medida fácil de entender?
- ¿Se dispone de datos que permitan que la medida se actualice de forma regular?
- ¿Puede el equipo relacionarse con ella? ¿Van a obtener satisfacción de la mejora?
- ¿Pueden las mejoras ser seguidas y recogidas con facilidad?

Mostrar esta información en un panel visual proporciona a todos la misma imagen de lo que hacen los demás en todo momento. Esto ayuda al equipo a identificar los problemas potenciales a tiempo y por lo tanto mitigar las posibles consecuencias asociadas.

Sin indicadores de rendimiento uno no puede entender del todo lo bien o mal que lo está haciendo, porque no hay nada que le diga si su rendimiento es bueno o malo. Subsecuentemente, uno no tiene manera de medir si su rendimiento ha mejorado con el tiempo porque no tiene nada para compararlo.

Viendo la información de los paneles visuales, se centra a los miembros del equipo en sus objetivos inmediatos y les ayuda a entender cómo su desempeño individual puede contribuir al éxito general.

El panel visual de un equipo es un reflejo del equipo. Por tanto, es importante que los miembros del equipo sean capaces de relacionar fácilmente su rendimiento individual con la información del panel.

5.4. IMPLEMENTAR LEAN VISUAL MANAGEMENT



Figura 43. Big Room o Sala de Reuniones y planificación del LPS.

Lean Visual Management se basa en los conceptos de trabajo en equipo, colaboración y transparencia. Para asegurar una implementación exitosa de la Gestión Visual Lean se debería considerar cuidadosamente lo que constituye un equipo con respecto a su entorno de trabajo específico. En su guía "Introduction to Lean Visual Management Construction" la Highways Agency de Reino Unido expone 5 pasos para su implantación:

1. Implementar la Gestión Visual Lean es la determinación y medición de los indicadores de rendimiento específicos del proyecto además de los propios del LPS, adecuados para que el equipo pueda determinar su línea base para la mejora.
2. Una vez que se han determinado los indicadores de rendimiento adecuados se puede comenzar a desarrollar los paneles visuales, cuyo desarrollo se centrará en aquello que mejor informe al equipo y que permitirá la mejora del rendimiento.
3. Cuando el equipo tiene sus Paneles Visuales en su lugar, puede empezar a celebrar reuniones regulares. Los equipos se familiarizarán pronto con este tipo de reuniones y su uso empezará a convertirse en algo secundario. Dejará de ser algo extraordinario para ser rutinario.
4. A medida que la participación en las reuniones madura, el equipo se encontrará con que está empleando menos tiempo reportando las actualizaciones de progreso y más tiempo en centrarse en medidas de rendimiento y actividades de mejora, debido a la mayor eficiencia de las reuniones.
5. Cuando los equipos alcanzan una posición en la que los indicadores de rendimiento y las actividades de mejora son una parte de su rutina diaria, necesitan asegurarse de que las reuniones de pie y los paneles visuales se mantienen y que la mejora del rendimiento continúa. Los equipos deben revisar periódicamente el desempeño del equipo contra la línea base original de mejora para ver lo que se ha logrado hasta la fecha.

6. IMPLANTAR LAST PLANNER® SYSTEM



Cuando hablamos de implementación de los principios y herramientas Lean, incluido el Last Planner® System, todos coinciden en que una de las mayores dificultades tiene que ver no con la herramienta en sí misma sino con el cambio cultural que significa pasar de una gestión de la planificación y del control de la producción tradicional a uno basado en valores y principios Lean como la colaboración, la transparencia, el trabajo en equipo, el compromiso, la mentalidad abierta y la excelencia operacional, entre otros. Además, para muchas empresas del sector de la construcción, la metodología del Last Planner® System será el inicio de su andadura hacia una implantación más avanzada de Lean Construction a nivel de empresa.

6.1. ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA IMPLANTACIÓN:

1. Tener un patrocinador a nivel interno.

Si desea lograr una implantación exitosa, debe obtener patrocinio a un nivel superior dentro de la propia empresa. Los gerentes y el equipo directivo de una organización deben desempeñar un papel activo y sostenido en todo el proceso de cambio. Sin el apoyo del nivel jerárquico superior de la empresa es poco probable que se obtengan los recursos y las ayudas necesarias para tener éxito. También es probable que el proceso de implantación sea reemplazado por otros temas que la gerencia considera más urgentes, e incluso si se logra

el objetivo, puede que no se obtenga el reconocimiento y el apoyo continuo que merece. Si ocurre esto es importante apoyarse en el patrocinador y líderes internos para seguir remando en la dirección correcta. Hay que vender Lean dentro de la propia empresa y ganarse la opinión pública con hechos constatados. Un proyecto piloto no excesivamente complicado que nos garantice buenos resultados al principio, puede ser una buena palanca de cambio.

2. Formar al equipo directivo y a los empleados.

Todo proceso de cambio debe comenzar con una campaña informativa, una formación y la definición de unas expectativas claras de lo que se espera. Las metodologías utilizadas para la formación Lean que tienen más éxito suelen basarse en la gamificación, dinámicas de juego o talleres educativos de carácter práctico y aprendizaje mediante la práctica³⁹.

En base a la experiencia de los autores, se recomienda comenzar con una formación inicial dirigida al equipo directivo, a ser posible con la participación de los gerentes, directores generales y responsables de todas las áreas (no solo producción). A continuación, formar al resto de los empleados.

3. Liderazgo y gestión de las personas.

Al principio, es importante contar con un formador/consultor externo experto en la gestión de personas, Lean Construction y Last Planner® System, para que dirija las primeras sesiones de implantación y proporcione apoyo y coaching al líder o líderes de la empresa que dirigirán la implantación a nivel interno. Un consultor no lo hará todo por usted, así que es importante que le ayude a desarrollar a sus propios expertos internos, quienes serán un componente vital para establecer una cultura de mejora continua en la empresa y ampliar la comprensión de los principios Lean a todos los niveles jerárquicos.

Aprender de cualquier experiencia externa respecto a Lean e incluso organizar sesiones de Benchmarking con otras empresas del sector para compartir experiencias. Lean evoluciona rápidamente, y constantemente surge nuevo conocimiento, así que no crea que ya lo sabe todo y de manera periódica cuente con el soporte de algún experto externo para seguir avanzando de nivel. Planifique de manera consciente cómo se producirá la transferencia de conocimientos entre expertos externos y el personal interno, no asuma que esto ocurrirá de forma natural.

Last Planner® System se empezó a implantar con éxito a finales de la década de los 90, convirtiéndose con el paso de los años en una referencia en la gestión de la planificación y el control de la producción en procesos de construcción, sin embargo, la transición de la teoría a la práctica no ha sido un "camino de rosas" para los formadores e implementadores. A nivel conceptual, Lean Construction y Last Planner® System no requieren una gran complejidad en su comprensión, sin embargo, para quienes tienen que liderar el proceso de cambio en una empresa, a veces lo ven como "algo que proviene del sector industrial y difícil de aplicar a la construcción". A veces, es normal que pueda surgir el miedo por parte de algunos respecto a cómo cambiará la forma en la que van a trabajar y gestionar sus procesos.

39 Más información en este enlace: <http://www.juanfelipepons.com/lean-construction/>

El miedo al cambio es algo normal en el ser humano y la incertidumbre sobre cómo afectarán estos cambios al trabajo diario de cada uno es una realidad que incomoda a muchos. Last Planner® System, como herramienta para llevar a cabo los principios Lean, conlleva un nivel de transparencia en la operativa y la gestión de un proyecto de construcción que hace aflorar los problemas y sus causas. Esto es altamente efectivo para la gestión de la obra, pero contradice la tradicional manera de gestionar el negocio de la construcción, basado en la falta de transparencia y ocultación de información.

Consejos prácticos para una implantación exitosa:

- Es fundamental la implicación del equipo directivo, el cual tiene que proporcionar los medios necesarios para una implementación efectiva.
- El rol de los managers es también fundamental. En el caso de la construcción, claramente nos referimos al papel que juegan los jefes de obra y encargados. Ellos deben confiar en el sistema y aplicarlo sin ningún tipo de reserva.
- El tipo de liderazgo que se vaya a ejercer juega un papel clave. No va a ser un liderazgo tradicional de “mando y control”, sino que requerirá habilidades de coach y mentor más que de jefe, facilitando y apoyando todos los recursos necesarios y siendo un vínculo efectivo entre la dirección y los equipos productivos. Los autores han observado rendimientos diferentes según el tipo de liderazgo ejercido por quienes tienen que llevar a cabo la implantación.
- Las habilidades de comunicación son fundamentales.
- En los proyectos más grandes, puede que sea necesario incluir dentro del equipo de obra los nuevos roles de Lean manager y BIM manager. Si no se destinan recursos de tiempo y de personas a la aplicación de Last Planner® System, el sistema puede decaer con el surgir de las urgencias de cada día.
- Toda la cadena de mando bajo el jefe de obra –encargados, capataces, jefes de producción, etc.– van a tener que jugar también un papel diferente al típico papel “bombero apaga fuegos”. Este es un rol en el que muchos se sienten cómodos porque no han conocido otro, pero ha demostrado ser inefectivo y perjudicial para los intereses a medio-largo plazo de las empresas.
- Las agendas de los jefes de obra, encargados, jefes de producción y capataces deben estar definidas. Se pueden incluir algunos buffers para imprevistos, pero la mayor parte del día su actividad debe estar agendada para apoyar de manera efectiva al sistema de control de producción.
- Lean y LPS ayudan a aumentar la comprensión y el enfoque en el valor añadido en toda la organización y favorece el aprovechamiento de la creatividad y el esfuerzo de toda la organización. También puede proporcionar un mecanismo para el empoderamiento del personal (especialmente del personal de primera línea) y la propiedad del rendimiento. Esto quiere decir que los líderes deberán estar preparados para escuchar y apoyar al equipo, y ser ellos los primeros en dar ejemplo respecto a la implantación.

4. Establecer rutinas y mucha intensidad al inicio.

Una de las claves para implantar con éxito la cultura Lean y en particular la metodología de Last Planner® System es fomentar la realización de rutinas periódicas con los equipos de trabajo. Estas rutinas consisten básicamente en una serie de reuniones periódicas en las que se revise la planificación y los indicadores clave del proyecto, se garanticen los estándares y se actúe a través de un plan de acción inmediato cuando se identifiquen problemas.



SESIONES DE TRABAJO O REUNIONES QUE FORMAN PARTE DEL LPS:

- *Reunión de Lanzamiento de LPS. Si es la primera vez que el equipo aplica esta metodología, se recomienda realizar una sesión de lanzamiento, informativa y formativa al mismo tiempo.*
- *Reunión para realizar el Plan Maestro o Plan de Hitos generales del proyecto.*
- *Reunión de Fases. Una Planificación Pull por cada Fase. Puede requerir más de una reunión.*
- *Reunión de Planificación a Medio Plazo.*
- *Reunión de Planificación Semanal.*
- *Reunión diaria de pie.*
- *Reunión quincenal/mensual de seguimiento de indicadores clave de rendimiento con la propiedad, la dirección facultativa y los consultores de la propiedad.*

6.2. TECNOLOGÍAS QUE AYUDAN A LA IMPLANTACIÓN DE LPS

Durante los últimos 10 años han surgido diferentes aplicaciones de software para la gestión de la planificación basada en Last Planner® System. En relación con la implantación del sistema Lean en empresas, nuestra conclusión es que la tecnología es algo que facilita, pero no sustituye las sesiones presenciales y las tarjetas de colores.

Uno de los principios de Toyota, exactamente el principio nº 8 dice⁴⁰: “use sólo tecnología fiable y absolutamente probada que dé servicio a su gente y a sus procesos”. Esto quiere decir que antes de comprar una tecnología específica, aprovecha al máximo la que tengas y aplica los principios Lean hasta que formen parte de la rutina diaria. Entonces, si surge la necesidad de aplicar una tecnología que facilite las rutinas y hábitos que ya estás llevando a cabo, estudia cual de todas es la más apropiada e invierte en ella.

El uso de la tecnología por sí sola no hará que apliques mejor el Last Planner® System. Si te cuesta organizar reuniones con los subcontratistas, que respondan a las necesidades del LPS, y no existen hábitos sobre planificación colaborativa y mejora continua, la tecnología no hará eso por ti. Pero si ya te manejas bien con el sistema, has alcanzado una madurez

40 Liker, Jeffrey K. 2004. Las claves del éxito Toyota. 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo

con el uso de Last Planner® System y has agotado todas las opciones que te da una hoja de cálculo, entonces es el momento de pensar en invertir en alguna aplicación siempre y cuando te libere de trabajo y te simplifique la aplicación del sistema.

Por otra parte, el uso de tecnologías IT y compartir información en la nube está vinculado tanto con BIM como con el software de planificación. Dependiendo de la madurez del equipo de obra y los subcontratistas, se puede elegir la opción que más se ajuste a las necesidades y presupuesto de cada equipo.

6.3. APLICACIÓN DE LPS EN OTROS ÁMBITOS

Además de su ya reconocido éxito en la fase de ejecución de proyectos de construcción, LPS ha demostrado ser una herramienta útil en otros ámbitos, y en los últimos años han ganado impulso en las siguientes áreas:



1. Aplicación de LPS en la fase de Diseño

Last Planner® System puede usarse en cualquier tipo de proyecto en el que haya una secuencia de entregas parciales que juntas forman un proyecto, en el que intervienen distintos especialistas y donde unas tareas tienen dependencia de otras. El diseño de proyectos de arquitectura e ingeniería es un claro ejemplo de esto.

2. Gestión de Oficina de arquitectura e ingeniería

En oficinas de arquitectura e ingeniería podemos aplicar esta metodología para la planificación y gestión integral del conjunto de proyectos y tareas que se llevan a cabo cada semana. En este caso el horizonte temporal de la Planificación a Medio Plazo suele ser más reducida que la de una obra, normalmente de 2 semanas.

3. Departamento de Estudios de empresas constructoras

Un caso muy parecido al anterior es de los departamentos de estudios de empresas constructoras. Estos departamentos, muchas veces funcionan de una manera muy parecida a la de una oficina de arquitectura o ingeniería, donde los proyectos que tienen que entregar semanalmente son ofertas y estudios que a su vez se componen de diferentes entregables de tipo técnico, administrativo, legal, consultas externas, etc.

6.4. LAST PLANNER® SYSTEM DENTRO DE LA TRIADA BIM-LEAN-IPD

Conceptualmente existen sinergias significativas entre Lean Construction y Building Information Modeling (BIM). Sin embargo, es bien sabido que la industria de la construcción es más receptiva a soluciones tecnológicas en lugar de las conceptuales y filosóficas, aunque son las segundas las que mejor contribuyen a lograr altos rendimientos en las empresas. BIM apoya

tecnológicamente la aplicación de Lean Construction. El uso de Lean Construction y BIM en un mismo proyecto permite trabajar de manera más colaborativa e integradora para lograr una mejor toma de decisiones.

Integrated Project Delivery⁴¹ (IPD) es el otro elemento clave de esta triada ya que a través del contrato relacional se fomenta una mentalidad de apostar por el rendimiento de todo el proyecto en lugar de hacer cambios para los intereses individuales. Y Last Planner® System es un sistema de planificación y control de la producción que se aplica mediante una metodología que facilita el cumplimiento de los principios Lean de generar flujo continuo de trabajo, maximizar la entrega de valor al cliente y eliminar los despilfarros.

Last Planner® System se ha convertido en la herramienta de Lean Construction cuyo uso más se ha extendido entre las empresas de la industria AIC y la que más suele utilizarse como punto de partida para implementar Lean Construction. Aunque LPS puede aplicarse no necesariamente acompañada de BIM e IPD, es el uso de esta herramienta dentro de la triada LEAN-BIM-IPD la que asegura una mayor probabilidad de lograr los objetivos del proyecto.

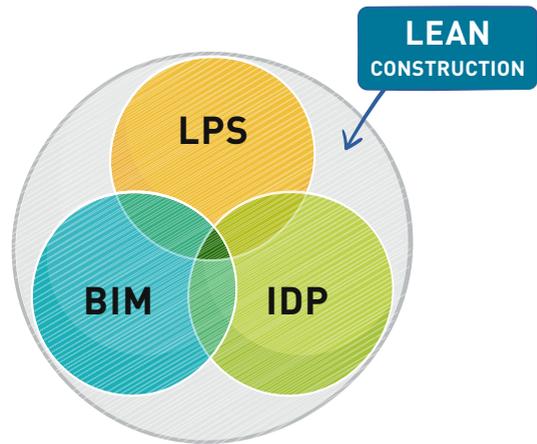


Figura 44. Triada BIM-LEAN-IPD junto con LPS.



LPS con el apoyo tecnológico de BIM facilita la toma de decisiones, la comprensión del proyecto y la colaboración. Y una contratación más temprana a través de un proceso de licitación basado en IPD facilita el uso de LPS en la etapa de diseño y no solo en la de ejecución, identificando riesgos y oportunidades en fases del proyecto todavía más tempranas.

La construcción es una de las pocas industrias que construye el prototipo sin tener la ocasión de ensayarlo. BIM junto con LEAN permite ensayar el prototipo tantas veces como sea necesario antes de trasladarlo a la ejecución de la obra. Se construye el modelo virtual, se analiza colaborativamente y se estudia la viabilidad de su construcción. Se estudian y resuelven los problemas que se detectan con el objetivo de que, al comenzar la construcción, gran parte de los problemas estén resueltos y se pueda trabajar con flujo continuo.

41 Ver definición en el GLOSARIO.

Last Planner® System ha demostrado ser una herramienta de gestión muy eficaz incluso cuando se usa fuera del contexto LEAN-BIM-IPD. Utilizada en combinación con otras herramientas Lean, cuyo uso puede integrarse o canalizarse a través del LPS, ayudará a conseguir aún mejores rendimientos en los proyectos. Ver tabla 9.

ALGUNAS HERRAMIENTAS LEAN QUE PUEDEN USARSE JUNTO CON LAST PLANNER SYSTEM ⁴²	
1	Identificación y eliminación de desperdicio y buffers ocultos.
2	Equilibrar o balancear las cargas de trabajo de las diferentes tareas. Takt Time Planning.
3	Reingeniería de procesos.
4	Reasignación de tareas y actividades.
5	Automatizar procesos.
6	Montar partes fuera de la obra, donde los subconjuntos se pueden producir y ensamblar en un entorno controlado que no generan residuos en la propia obra.
7	Industrialización y prefabricación.
8	Metodología de las 5S.
9	Sistema Kanban para el suministro de materiales a la obra y la logística interna de la obra.
10	Value Stream Mapping.
11	Estandarización de procesos.
12	Poka-Yokes o dispositivos a prueba de errores y Luces Andon.

Tabla 9. Herramientas Lean aplicadas con éxito en proyectos de construcción.

⁴²Ver definiciones en el GLOSARIO.

GLOSARIO

Para la elaboración de este glosario hemos consultado diversas y variadas fuentes: Lean Enterprise Institute, Lean Construction Institute, así como los cientos de libros, artículos y tesis doctorales que los autores han leído o consultado en sus investigaciones durante años. Todas las definiciones han sido contrastadas al menos en 3 fuentes diferentes y algunas de ellas han sido adaptadas para su mejor comprensión en el idioma español.

Metodología de las 5S

La metodología de las 5S nació en Toyota en los años 60 en un entorno industrial y con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las empresas y otras organizaciones que las vienen aplicando por todo el mundo. Aunque conceptualmente son sencillas y no requieren que se imparta una compleja formación a toda la plantilla ni de expertos que posean conocimientos sofisticados es fundamental implantarlas mediante una metodología rigurosa y disciplinada.

Las 5S es una metodología japonesa cuyo nombre obedece a sus iniciales en japonés:

- Seiri (organización, separar innecesarios).
- Seiton (orden).
- Seiso (limpiar).
- Seiketsu (estandarización).
- Shitsuke (disciplina).

Aguas arriba & Aguas abajo

Dentro de un proceso o flujo de valor, las tareas aguas abajo son las que están más próximas del cliente o más próximas de la última tarea a realizar dentro de una secuencia determinada, mientras que las tareas o actividades aguas arriba son las primeras en ejecutarse dentro de la misma secuencia de trabajo. Por ejemplo, en la secuencia de las tareas de la construcción de una edificación, la colocación de los muebles de cocina estaría aguas abajo respecto al alicatado de la cocina. Por el contrario, la colocación de la armadura de pilares estaría aguas arriba con respecto al hormigonado de pilares.

Análisis causa-raíz

Un método sistemático para analizar las causas posibles para determinar la causa raíz de un problema. En las reuniones de Last Planner® System utilizamos con frecuencia como herramienta de análisis causa-raíz, la técnica de los 5 porqués. Si el problema es recurrente o demasiado complejo para resolverlo con esta técnica, normalmente utilizamos el diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama de espina de pez.

Andon

El Lean Lexicon describe Andon como una herramienta de gestión visual que resalta (normalmente con algún tipo de luz o señal) el estado de las operaciones en el área de trabajo de un solo golpe de vista, indicando si todo está correcto o si ocurre algún problema, normalmente referido a la calidad, seguridad o ritmo de producción.

Backlog realizable o inventario de trabajo realizable (ITE)

Una actividad o tarea que está lista para realizarse, pero que no está asignada para realizarse durante la semana activa en el WWP. Si el equipo está de acuerdo en que el rendimiento de esta actividad no obstaculizará otro trabajo, entonces puede incluirse en la lista de Trabajo atrasado como parte del WWP. La finalización o no realización de estas actividades no se registra ni se cuenta en el cálculo de PPC.

Gemba

Gemba es el término japonés para describir el lugar real donde ocurren las cosas de verdad. En una fábrica, el gemba sería la planta de producción o el lugar donde se desarrolla el trabajo o las actividades creadoras de valor. En construcción, el gemba sería la obra de construcción, donde se ejecuta el edificio, infraestructura o instalación.

El término se utiliza a menudo para recalcar que la mejora real solo puede llevarse a cabo sobre la base de observar directamente cómo se desarrolla el trabajo en la planta, en la obra o lugar de trabajo. Por ejemplo, la estandarización del trabajo y la mejora continua no debe realizarse únicamente en el escritorio del ingeniero o arquitecto, sino por observación directa en el lugar donde ocurre la acción y debe ser revisado por las personas que van a llevar a cabo la acción. (Fuente: Lean Lexicon).

Gemba Walks (paseos gemba)

Podría definirse como la acción de ir al Gemba y observar lo que ocurre, es un principio fundamental del Sistema de Producción Toyota. Taiichi Ohno dijo que la gestión comienza en el lugar de trabajo. Gemba Walk significa acudir al lugar de la acción y recolectar hechos, mientras que tradicionalmente la tendencia ha sido la de permanecer en la oficina y discutir allí las opiniones. Los paseos gemba implican ir al lugar del trabajo, donde ocurre la acción, analizar el proceso real, observar qué está realmente sucediendo, recoger datos reales, y “aprender a ver” sobre la realidad de lo que está ocurriendo en ese momento.

Gestión Visual (Visual Management)

Lean Lexicon define Visual management como la ubicación en la planta de producción de todas las herramientas, partes semielaboradas, materiales, actividades de producción e indicadores del sistema de producción, de manera que el estado de la producción puede ser comprendido de un solo golpe de vista por todas las personas envueltas. Definición similar a la que proporciona el LCI.

Hito (Milestone)

Un elemento en el Programa maestro que define el final o el comienzo de una fase o un evento requerido por contrato.

Integrated Project Delivery (IPD)

El American Institute of Architects (AIA) define IPD como un método para la entrega de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras y prácticas empresariales en un proceso que colaborativamente aprovecha el talento y puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

Kanban

Un Kanban (palabra japonesa que significa etiqueta o tarjeta) es un mecanismo para gestionar y asegurar la producción justo a tiempo. Básicamente, es una forma simple y directa de comunicación siempre localizada en el punto donde se necesita. En la mayoría de los casos, un Kanban es un pedazo pequeño de papel plastificado, que tiene toda la información necesaria para la retirada de material o montaje.

Lean Construction

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas. Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio.

Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, comercialización, marketing, ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro.

Lean Production

Lean Enterprise Institute define Lean Production como un sistema de negocio, desarrollado inicialmente por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial, para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y las relaciones con clientes y proveedores, que requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos y según los deseos precisos del cliente, comparado con el sistema previo de producción en masa.

Lean Thinking

El Lean Lexicon define Lean Thinking como un proceso de pensamiento de cinco pasos propuesto por Womack y Jones en 1996 para guiar a los managers o responsables de la empresa en la transformación Lean. Los cinco principios son:

1. Especificar valor desde el punto de vista del cliente final o consumidor mediante familia de productos.
2. Identificar todos los pasos en el flujo de valor para cada familia de productos, eliminando cualquier paso que no cree valor.
3. Hacer que las actividades creadoras de valor fluyan de manera continua a lo largo de toda la cadena de valor.
4. Una vez se ha introducido el flujo continuo, permitir que el cliente tire (Pull) del valor desde las actividades más aguas arriba.
5. Una vez definido el valor, identificados los flujos de valor, eliminado el desperdicio e instalado un sistema Pull de flujo continuo, empezar el proceso de nuevo y continuar hasta alcanzar el estado de perfección en el que se cree valor neto sin desperdicio de ninguna clase.

Look Ahead Planning (Planificación a Medio Plazo)

El LCI define LAP como la porción del sistema del último planificador que se enfoca en preparar trabajo potencialmente ejecutable, asegurando que el trabajo que debe hacerse se puede hacer, identificando y eliminando las restricciones antes de ser necesarias.

El LAP es un elemento del Last Planner® System que consiste en un plan a corto-medio plazo, que se extrae de la Pull Session o Plan de Hitos, que identifica todas las actividades a realizar en las siguientes 4 a 8 semanas (idealmente 6). El 6 Week LookAhead Plan se actualiza cada semana, siempre identificando nuevas actividades para las próximas 6 semanas de manera que el equipo de dirección del proyecto puede adoptar las medidas pertinentes para asegurar que el trabajo estará listo para llevarse a cabo en la semana indicada.

Make Ready

Make Ready significa tomar las medidas necesarias para eliminar las restricciones de las asignaciones para garantizar que el trabajo se puede hacer según lo planeado. Make Ready alienta al equipo a comprender y eliminar todo aquello que bloquee o impide el inicio de una tarea planificada.

El proceso Make Ready se completa cuando todos los inputs necesarios para empezar una tarea (material, mano de obra, decisiones de diseño, permisos, controles, etc.) están resueltos o listos para usarse.

Mass Production (Producción en Masa)

Es un sistema de negocio desarrollado a principios del siglo XX para organizar y gestionar, operaciones de producción, compras y relaciones con los clientes. Los principios formulados por Taylor se consideran hoy en día la base teórica a partir de la cual nació el sistema de producción en masa, sucesor del sistema de producción artesanal y precedente del sistema de producción ajustada (Lean production). Pero fue Henry Ford quién completó el sistema, lo desarrolló y empezó a aplicar con éxito por primera vez en la planta de ensamblaje de automóviles de Highland Park, Michigan, en 1913. La cadena de montaje móvil, pero sobre todo la total y coherente intercambiabilidad de las partes y la sencillez de su ensamble fueron las innovaciones que permitieron a Ford conseguir los resultados que harían del sistema de producción en masa, el modelo productivo del siglo XX.

Muda (japonés) / Waste (inglés) / Desperdicio (español)

Muda es una palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que consume recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente (Womack y Jones 1996).

Obeya/Big Room

El concepto japonés Obeya (habitación grande o habitación de guerra), es un método para la gestión de proyectos que se utiliza en Toyota, siendo un componente del Lean Management. Durante el desarrollo de procesos o productos se reúnen todas las partes implicadas en una “habitación grande”, para facilitar así una comunicación y una toma de decisiones rápida. De esta forma, se eliminan las barreras que se han creado con el tiempo y que potencian la figura del departamento como algo aislado de los demás. En cierto modo, se puede entender como una potenciación del espíritu de equipo a un nivel administrativo y de gestión. (Wikipedia).

En un entorno de Lean construction, la Obeya o Big Room es la sala diáfana en la que se co-ubica el equipo integrado de gestión en un Proyecto IPD o bien, la sala de reuniones si hablamos solamente de la aplicación de Last Planner® System.

Programa Maestro (Máster Schedule)

Es un cronograma que identifica los principales eventos o hitos en un proyecto (puesta en marcha, entrega al cliente, pedido de componentes de entrega a largo plazo, movilización en el terreno, diseño completo, revisiones de la administración pública, etc.) y su timing. A menudo, es la base de los acuerdos contractuales entre el propietario y otros miembros del equipo.

Plan de Fase o Pull Planning

Un plan para ejecutar una fase específica de un proyecto utilizando una técnica Pull para determinar transferencias. Lo prepara el equipo realmente responsable de hacer el trabajo a través de la conversación. El trabajo se planifica como requisito o solicitud de un cliente aguas abajo.

Poka-Yokes

Son mecanismos instalados en una máquina o proceso, capaces de distinguir entre condiciones normales y anormales, los cuales impiden que se fabriquen productos defectuosos, ya que cuando detectan la situación anormal para la cual han sido programados detienen automáticamente la máquina o el proceso, evitando así que se sigan fabricando piezas defectuosas de manera masiva o que el proceso siga avanzando. Estas técnicas han sido probadas con éxito en la construcción y junto con las inspecciones en la fuente, ayudan a desprenderse de la vieja idea de que los defectos son una parte normal de los procesos de fabricación o construcción.

Promesa confiable

Una promesa hecha por un ejecutante después de haberse asegurado de que el que promete (1) es competente o tiene acceso a la competencia (tanto de habilidad como de recursos), (2) ha estimado la cantidad de tiempo que la tarea tomará, (3) tiene bloqueado todo el tiempo necesario para realizar dicha tarea, (4) se compromete libremente y no está dudando en privado de la capacidad para lograr el resultado, y (5) está preparado para aceptar cualquier molestia que pueda resultar de no cumplir lo prometido.

Pull System

Según el Lean Enterprise Institute, se trata de un sistema de control de la producción en el que las actividades aguas abajo dan la señal de sus necesidades a las actividades aguas arriba de la cadena de valor, a menudo mediante un sistema Kanban, sobre qué elemento o material necesitan, en qué cantidad, cuándo y dónde lo necesitan. Es decir, que el proceso del proveedor aguas arriba no produce nada hasta que el proceso del cliente aguas abajo lo señala. Es el cliente quien tira de la demanda, y no el fabricante quién empuja los materiales o partes semielaboradas. El sistema PULL es un componente fundamental del Just-in-Time y se esfuerza por eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción. En contraposición, el sistema PUSH está basado en el sistema de grandes lotes de artículos producidos a gran escala y a la máxima velocidad, según la demanda prevista, moviéndolos o empujándolos hacia el siguiente proceso aguas abajo o bien hacia el almacén de productos terminados, sin tener en cuenta el ritmo actual de trabajo del siguiente proceso.

Razones de no cumplimiento

Factores que impidieron que una tarea se completara como se había prometido, utilizada por el equipo para promover el aprendizaje sobre los errores del sistema de planificación para producir un flujo de trabajo predecible. Al asignar una categoría de no cumplimiento a cada tarea incompleta, un equipo puede identificar aquellas áreas de errores o no conformidades recurrentes que requieren reflexión y análisis adicionales.

Should-Can-Will-Did (Debe-Puede-Se hará)

Según el LCI, para ser eficaces, los sistemas de gestión de producción deben decirnos qué debemos hacer y qué podemos hacer, para que podamos decidir qué haremos y luego comparar con lo que hicimos para mejorar nuestra planificación.

Weekly Work Plan (WWP). Plan de Trabajo Semanal.

Es el paso de planificación a corto plazo del nivel de compromiso (WILL) de LPS que identifica la terminación de las tareas prometidas acordadas por los ejecutantes. El WWP se usa para determinar el éxito del esfuerzo de planificación y para determinar qué factores limitan el rendimiento. Es un nivel más detallado que el Look Ahead Plan y es la base para medir PPC (Plan de porcentaje completo).

Es un nivel de planificación o elemento del Last Planner® System y también puede definirse como el proceso por el cual el Último Planificador establece el plan para el siguiente período, permitiendo que solo aquellas actividades cuyas restricciones hayan sido eliminadas puedan ser lanzadas para la selección de los planes de trabajo semanal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sinek, Simon (2018). "Empieza con el porqué". Empresa Activa.
- Lean Enterprise Institute (2003). "Lean Lexicon".
- Ballard, Glenn (2000). "The Last Planner System of Production Control". Thesis submitted to the Faculty of Engineering of The University of Birmingham.
- Tommelein, I., Riley, D. and Howell, G. (1998). Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Succeeding Trade Performance. Proceedings IGLC '98.
- Ohno, Taiichi (1988). "Toyota Production System: beyond large-scale production". Cambridge, Productivity Press.
- Pons, J.F. (2014). "Introducción a Lean Construction". Fundación Laboral de la Construcción.
- Highways Agency Publications Group (2010). "An Introduction to the Collaborative Planning System". Highways Agency Publications Group.
- Highways Agency Publications Group (2010). "An Introduction to Lean Visual Management".
- Fischer, Martin; Ashcraft, Howard; Reed, Dean; Khanzode, Atul (2017). Integrating Project Delivery. Wiley.
- Greif, Michel (1991). "The Visual Factory: Building participation through shared information". Productivity Press.
- Imai, Masaaki (1992). "Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa".
- Koskela, Lauri (1992). "Application of the New Production Philosophy to Construction". Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, USA.
- Koskela, Lauri (2000) "An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction". Publ. No. 408, VTT (Technical Research Centre of Finland), Helsinki.
- Liker, Jeffrey (2006). "Las claves del éxito Toyota. 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo". Gestión 2000.
- McGraw-Hill Construction (2013). "Lean Construction: Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency". Smart Market Report.
- The American Institute of Architects (2007). "Integrated Project Delivery: A Guide".
- Umstot, David; Fauchier, Dan (2017). Lean Project Delivery | Building Championship Project Teams. Armchair ePublishing.
- Womack, James; Jones, Daniel & Roos, Daniel (1991) "La máquina que cambió el mundo". McGraw-Hill.
- Womack, James & Jones, Daniel (1996). "Lean Thinking: Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa". Free Press.
- Diekmann, James E, Mark Krewedl, Joshua Balonick, Travis Stewart, and Spencer Won, 2004, Application of Lean Manufacturing Principles to Construction, Construction Industry Institute Report 191.



CONSEJO GENERAL
DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA
DE ESPAÑA

Agradecimiento:



ISBN: 978-84-09-10609-7



9 788409 106097

