

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DISERTACION PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

“PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO PRODUCTIVO
EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS CIVILES:
UN MANUAL/GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL
LAST PLANNER SYSTEM™”

JOSÉ CORONEL CARCELÉN

DIRECTOR: FABIÁN GAMBOA TROYA

QUITO, JULIO DEL 2010

*A mis padres,
con todo el cariño y reconocimiento.*

AGRADECIMIENTO

A mi director de disertación, Fabián Gamboa Troya, que me ha inspirado desde las aulas de clase hacia la excelencia y dedicación en temas relacionados con el mejoramiento de la industria de la construcción.

A los lectores de este trabajo, en especial a Marcelo Navas Ramos y Pablo Torres Mosquera -correctores de esta disertación- en reconocimiento a su afinidad con este tema.

A todos los profesores, administrativos y trabajadores que forman parte de la Facultad de Ingeniería y de la Universidad. Al señor Decano, Diego Andrade Stacey.

A mis compañeros y amigos.

A mis padres, mis hermanos, a todos mis familiares.

A todos quienes me han acompañado en este proceso de formación profesional.

A Dios, y a todos los Seres de Luz a su lado.

RESUMEN

El sistema *Last Planner*^{TM 1} representa una forma práctica de llevar el proceso de planificación de obra, enlazando desde el programa maestro del proyecto hasta los planes de trabajo a ejecutarse en el día a día. Su aplicación ha sido ideada a partir de las características y necesidades de la industria de la construcción.

Hablar de un sistema no se refiere a un software, sino a un proceso ordenado de trabajo, basado en la coordinación entre los principales actores en cada etapa del proyecto y que promueve la colaboración y el compromiso para el cumplimiento de cada una de las tareas. Este sistema se adapta a la realidad de cada obra, según el trabajo que debe cumplirse, tomando además en cuenta lo que es factible elaborar, pues en muchos casos habrá diferentes o más frentes de trabajo abiertos que los planificados y viceversa. El objetivo es cumplir los plazos, trabajar bajo estándares de calidad preestablecidos y optimizar los recursos, en un ambiente donde prime la buena relación entre los líderes y los ejecutores de la obra.

Este sistema forma parte de la filosofía de gestión productiva *Lean*, cuyo objetivo es producir más, con menos, en un afán por satisfacer las necesidades del cliente, generando productos o servicios de valor. El presente manual/guía expone la teoría del *Last Planner System* desde los fundamentos de esta filosofía gerencial, que se ha expandido desde la industria automotriz hacia otras industrias con excelentes resultados.

Se presentan los formularios tipo de los niveles de planificación propuestos: planificación intermedia y plan de trabajo semanal, así como un diagrama de flujo que resume el funcionamiento global del sistema, entre otros. El texto utiliza un lenguaje simple e ilustrado, orientado a las personas que comúnmente lideran la gestión de la construcción; desde maestros de obra hasta profesionales especializados en la gerencia del proyecto.

Un pilar fundamental dentro del sistema Last Planner es el mejoramiento continuo, en base al monitoreo del cumplimiento satisfactorio de los planes de trabajo o “compromisos de trabajo”. Este proceso se apoya en el análisis de las causas de no cumplimiento de los planes, que pueden conducir hacia las raíces de los problemas, no solamente en relación a deficiencias en la planificación, sino también en las demás funciones de la administración: organización, dirección, coordinación y control.

Se aspira a que este documento sirva como un manual para la implementación del LPS o como una guía para iniciar procesos de cambio en la industria de la construcción, en beneficio de todos sus usuarios, que finalmente somos todos los seres humanos.

¹ Los terminos “Last Planner” y “Last Planner System” son marcas registradas por el *Lean Construction Institute*. Para facilitar la lectura, se ha omitido el símbolo de marca registrada en este texto.

TABLA DE CONTENIDOS

I. CONTEXTO	1
1. Introducción	1
1.1. ¿Cómo imaginamos el futuro de la construcción?	2
1.2. La industria de la construcción.....	3
1.3. Proyectos de construcción.....	6
1.4. Planificación de proyectos	8
1.5. Los desafíos actuales.....	9
1.6. ¿Cómo adaptarse a los cambios?.....	11
1.7. Una visión más amplia	11
2. Desarrollo del Manual/Guía	13
2.1. ¿Por qué un manual/guía para la implementación del LPS?	13
2.2. Sumario de los contenidos.....	14
2.3. Alcance.....	15
II. MARCO TEÓRICO	17
3. Una visión general del LPS.....	17
3.1. Planificación colaborativa para una construcción fluida.....	17
3.2. 5 conversaciones cruciales	18
3.3. Programación colaborativa.....	20
3.4. Alistar el flujo (“MakeReady”).....	20
3.5. Reunión de planificación de la producción	22
3.6. Seguimiento diario al proceso productivo.....	23
3.7. Medición, aprendizaje y mejoramiento continuo	23
3.8. Generalidades	25
3.9. Esperar o fluir.....	26
4. Fundamentos	28
4.1. De Henry Ford a Kiichiro Toyoda	28
4.2. Sistema de Producción Toyota.....	29
4.3. Los principios Lean.....	30
4.4. “Toyota Way” o “espíritu de Toyota para hacer las cosas”	31
4.5. Principios <i>Lean</i> aplicados a la construcción.....	32
4.6. Lean Construction	33
4.7. Entrega de Proyectos <i>Lean</i>	35

5.	Conceptos básicos	38
5.1.	Hitos, actividades, operaciones y tareas	38
5.2.	Pérdidas y desperdicios	40
5.3.	Productividad y Constructibilidad.....	44
5.4.	Asignaciones de calidad	44
5.5.	Compromisos confiables	47
5.6.	Control de la Producción.....	49
6.	Componentes del sistema Last planner	50
6.1.	El Programa Maestro.....	51
6.2.	Los Programas de Fase.....	52
6.3.	Planificación Intermedia	56
6.4.	Plan de producción	60
6.5.	Seguimiento de la producción	62
6.6.	Medición, aprendizaje y mejoramiento continuo	63
III.	IMPLEMENTACIÓN	70
7.	Preparación – Negociación.....	72
7.1.	Observar	72
7.2.	Medios.....	74
7.3.	Proyecto.....	76
7.4.	Generar un acuerdo	77
7.5.	Condiciones previas a la implementación	78
8.	Ejecución - Aseguramiento	80
8.1.	Bienvenida a los nuevos <i>Últimos Planificadores</i>	80
8.2.	Preparación de las asignaciones	84
8.3.	Programación Colaborativa.....	88
8.4.	Entrega del proyecto.....	93
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
9.	Conclusiones	95
10.	Recomendaciones.....	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	100
	ANEXOS.....	104

LISTADO DE DIAGRAMAS, FORMULARIOS Y CUADROS

7 Requerimientos o Flujos indispensables	17
Diagrama de Flujo del Sistema Last Planner	19
Formularios de Preparación de las Tareas para las Próximas Semanas	21
Sistema de Entrega de Proyectos Lean	37
Carta de Procesos (Ejemplo).....	43
Modelo de Definición de Actividades.....	46
Componentes del Sistema Last Planner	50
Ventana de Planificación Intermedia (Ejemplo)	59
Flujo de Compromisos de Trabajo	63
Clasificación de las Razones de No Cumplimiento	65
Planificación de Compromiso (Ejemplo).....	66
Desempeño de la Planificación según el Porcentaje de Planes Completados Semana a Semana ...	69
Formulario del Plan de Producción	81
Modelo de Reunión de la Planificación y Aprendizaje	83
Proceso de Preparación de los Trabajos para las Próximas Semanas	86
Formulario de Preparación del Flujo de Trabajo para las Próximas Semanas	87
Formulario de Preparación de las Asignaciones para las Próximas Semanas.....	88

I. CONTEXTO

1. Introducción

El Last Planner System es un sistema de planificación y control del proceso productivo, pensado a partir de las necesidades de los proyectos de construcción civil, siendo estos cada vez más complejos, grandes y generalmente exigentes en los plazos de entrega. Surge en el año 1994, a consecuencia de las constantes críticas y de la inconformidad con los sistemas tradicionales de planificación, con el soporte de la nueva filosofía de gestión productiva *Lean Production*, adaptada a la industria de la construcción y que entonces se la llamó *Lean Construction*. Funciona como un sistema que enlaza desde el programa maestro de un proyecto, que normalmente se hace en un escritorio por los planificadores generales o “primeros planificadores”, hasta la planificación del día a día en obra en la que participan residentes de obra, encargados de las compras, maestros, subcontratistas, etc. quienes representan los “últimos planificadores” (en inglés, *last planners*). El sistema se cierra con una retroalimentación de lo planificado semana a semana, con el fin de que la planificación sea una herramienta activa de mejoramiento continuo.

Por otra parte, la influencia *Lean* propone que las actividades sean tratadas no solamente como procesos de conversión, sino que tomen en cuenta además, aquellas actividades dentro del proceso que no añaden valor al producto final, pero que contribuyen en su ejecución, como transporte de materiales, inspecciones, re-trabajos, así como aquellas que no contribuyen, como tiempos de espera, derrocamientos, trabajos parados por cambios de decisiones, diseños incompletos, etc. todas estas denominadas *pérdidas*. Así, se propone que la producción sea analizada como flujos, de materiales y de información, y que se enmarque dentro de un flujo continuo – sin interrupciones de ningún tipo.

El Last Planner ha sido probado en diversas partes del mundo, desde los Estados Unidos, el Reino Unido, Dinamarca, Finlandia y otros países de Europa, hasta países cercanos como Chile, Colombia, Perú, Brasil, Panamá con resultados importantes en productividad, seguridad, calidad, reducciones significativas en el tiempo de entrega de proyectos, entre otros. En el Ecuador existen empresas constructoras que lo están utilizando desde el 2001,

gracias a las investigaciones dirigidas por Víctor Hugo Revelo y Mario Fiallo (2002). En el 2009, en la Facultad de Ingeniería de la PUCE, Diana Sánchez y Diego Zárate, junto con Fredi Paredes, presentaron como disertación de grado la implementación de este Sistema en una edificación en construcción en la ciudad de Quito (Sánchez y Zárate, 2009).

El presente trabajo se enfoca como un manual/guía para futuras implementaciones, basada en fundamentos teóricos, prácticos y filosóficos – pues no hay que olvidar que el Last Planner se enmarca dentro de una filosofía de gestión. Su implementación, ya sea por iniciativa propia o con la ayuda de un consultor especializado en el tema, requerirá de un arduo trabajo y del involucramiento de todo el equipo del proyecto. Incluso podrá ser un importante paso hacia la implementación de *Lean Construction*, en el afán de aplicar los conceptos *Lean* no solamente al proceso constructivo, sino al proyecto global; involucrando a todos los participantes en este proceso.

1.1. ¿Cómo imaginamos el futuro de la construcción?

Para muchos, el proceso constructivo será altamente automatizado y robotizado, mediante sistemas computarizados y el uso de piezas prefabricadas, similar a otras industrias. Para otros serán proyectos *verdes*, en los que se respeten los árboles, la topografía y la vegetación original, en los que se utilicen materiales reciclados o reciclables y en los que los desarrollos tecnológicos hagan más eficiente el uso de energía y el tratamiento de los desechos. Habrá quienes imaginen nuevos sistemas de construcción con el uso de nuevos materiales, concebidos a través de nuevas propuestas arquitectónicas. Incluso habrá a quienes les interese el estudio del Feng Shui como punto de partida.

En una entrevista que se le hizo a Glenn Ballard (Planera, 2006), fundador del *Lean Construction Institute*, su respuesta fue la siguiente:

Yo no puedo ver el futuro más allá de cualquier otra persona, pero espero que ciertas cosas cambien. Unos pocos ejemplos:

- *Habrará más involucramiento entre los participantes del proyecto, desde quienes ejecutan el trabajo hacia los procesos administrativos y viceversa.*
- *Habrán más formas de alianzas para que el proyecto en su globalidad pueda ser optimizado; por ejemplo, especialistas en los diversos temas se juntarán*

para obtener los mayores beneficios de su trabajo, removiendo los obstáculos hacia la innovación.

- *El trabajo se trasladará de in-situ a fuera del sitio.*
- *Más tiempo y dinero será dedicado a la planificación en todo sentido.*
- *El rol del contratista general como intermediario financiero será reducido.*
- *Los constructores adquirirán capacidades de diseño y los diseñadores capacidades de construcción.*
- *Los clientes demandarán la entrega de proyectos 'Lean'.*
- *El enfoque 'Lean' evolucionará de eliminación de desperdicios a generación de valor.*

Lauri Koskela, en su investigación “Application of the New Production Philosophy to Construction” (“Aplicación de la Nueva Filosofía de Producción a la Construcción”), publicada en 1992, propone un cambio en los paradigmas de la industria de la construcción, mediante la adopción de una nueva filosofía, tal y como ha sido aplicado por otras industrias, con resultados favorables. A partir de esta publicación surgen una serie de investigaciones en busca de cambios distintos a los tradicionales, no solamente por mejorar la productividad, sino también con el fin de dar más valor al producto final para la satisfacción del cliente y del usuario, reduciendo las *pérdidas* en el proceso constructivo y con un rasgo diferenciador a nivel humano, de la sociedad y del planeta. Este modelo de gestión proviene de Toyota, cuyo anhelo es: *“enriquecer la sociedad a través de la fabricación de autos. Nuestro objetivo es ser un buen ciudadano corporativo, ganando constantemente la confianza y el respeto de la comunidad internacional. Continuando en el siglo XXI, esperamos un crecimiento estable a largo plazo, mientras nos esforzamos por la armonía con la gente, la sociedad y el medio ambiente. ... Mediante “Monozukuri” – manufactura del valor – e innovación tecnológica Toyota está ayudando a crear una sociedad más próspera.*¹”

1.2. La industria de la construcción

Alfredo Serpell, en su libro “Administración de Operaciones de Construcción” (2002) nos dice que el ser humano es un usuario intensivo de productos de construcción en la mayoría

¹ Mensaje de la alta gerencia de Toyota, Fujio Cho y Katsuaki Watanabe, publicado en la página Web de Toyota: <http://www.toyota.co.jp/en/vision/index.htm> (acceso: enero, 2010)

de actividades que realiza. Ahora mismo, lo más probable es que usted se encuentre en un espacio que ha sido edificado hace un cierto período de tiempo y cuya vida útil es indefinible. Así, la construcción es una parte fundamental en el desarrollo de una sociedad y representa uno de los sectores económicos más importantes de un país. Como nos expresa Serpell, “muchos están convencidos de que este sector es un verdadero motor que impulsa el progreso de una sociedad.”

Entre las razones que explican la importancia del sector de la construcción se pueden nombrar los siguientes:

1. Requerimientos de vivienda e instalaciones para la mayoría de actividades económicas y sociales, así como de infraestructura de un país.
2. Importante utilización de recursos financieros (públicos y privados), ya que demanda una alta inversión para las obras que ejecuta.
3. Fuente importante de empleo. En cada proyecto intervienen desde profesionales especializados y comerciantes, hasta un número considerable de obreros.
4. Actividades indirectas, que activan otros sectores productivos de un país.

A pesar de su importancia, el desarrollo de la industria de la construcción no ha sido tan significativo en relación a otras industrias. Según añade Serpell, “no ha aprovechado las oportunidades que brinda el desarrollo tecnológico para resolver adecuadamente los problemas actuales”. Asimismo, la utilización de los recursos que emplea es excesiva, lo cual limita su competitividad.

Según *The Business Roundtable*, en su artículo “More Construction for the Money” (“Más Construcción por el Dinero”), publicado en enero de 1983:

... La continua erosión en eficiencia y productividad son malas noticias para la economía de Estados Unidos entera. La construcción es particularmente una industria cimiente. El precio de cada fábrica, edificio de oficinas, hotel o planta generadora que se construye afecta al precio que debe cargarse a los productos o servicios que se generan alrededor de ellos. Y el efecto generalmente persiste por décadas ...

Así, los mejoramientos en la gestión de proyectos no solamente contribuyen a la industria de la construcción, sino al mejoramiento de la economía nacional y mundial.

Existen diversos participantes en el desarrollo de un proyecto, desde su concepción, planificación, diseño, financiamiento, construcción, aprobación, comercialización hasta su operación, cada uno de ellos con diferentes perspectivas. El involucramiento de especialistas en las diferentes ramas puede ser muy benéfico, especialmente en proyectos grandes y complejos, sin embargo es ventajoso acertar en la mejor forma de integrarlos. Una mala coordinación y comunicación entre los involucrados puede generar pérdidas, costos excesivos y retrasos, según describe Chris Hendrickson en su libro “Project Management for Construction”.

Es importante comprender que la industria de la construcción es distinta de las demás industrias en muchos aspectos, pues a partir de este hecho se puede desarrollar soluciones acordes con su realidad, que además es cambiante según el lugar de emplazamiento de la obra.

Entre las características productivas que han caracterizado la industria de la construcción a lo largo del tiempo y que explican su realidad, aunque no la justifican en su totalidad, Alfredo Serpell (2002) nos propone las siguientes:

- a. Curva de aprendizaje limitada (por la continua movilización del personal entre diferentes proyectos, y la creación y posterior disolución de las organizaciones que los ejecutan).
- b. Sensibilidad al clima.
- c. Presión de trabajo (en general se trabaja contra el tiempo).
- d. Incentivos negativos (“debido a la forma desintegrada en que trabajan los diferentes participantes de un proyecto de construcción, y a los intereses generalmente contrapuestos de éstos” lo cual no estimula las ideas innovadoras, los diseños más factibles de construir y técnicamente superiores. “... no existe un mercado en el cual se diferencie a los mejores productores y se les premie prefiriendo sus productos sobre otros.”).
- e. Capacitación y reciclaje (en general se aprende de la experiencia, a través de una transferencia de oficios, dentro de un estilo artesanal).
- f. Relaciones antagónicas (entre los diferentes involucrados, en las distintas etapas del proyecto).
- g. Planificación deficiente.

- h. Base en la experiencia (se valora mucho la experiencia, sin dar lugar a nuevas iniciativas).
- i. Investigación y desarrollo (ventajosamente va en aumento).
- j. Actitud mental (la adopción de filosofías de gestión puede ser una gran iniciativa).

Es decir, existe mucho por recorrer en la industria de la construcción, muchos desafíos por emprender hacia logros en relación a productividad y calidad de las obras, en un entorno de trabajo que debe ser cada vez más seguro, motivador, amigable con el medio ambiente, y cada vez más competitivo.

1.3. Proyectos de construcción

A lo largo de la historia, el ser humano no ha dejado de crear obras para su bienestar, para su desarrollo, para su evolución; muchas de ellas siguen en pie.

Dentro de la filosofía *Lean* se busca agregar valor al producto final, así como la eliminación de las pérdidas. En este contexto, el valor está definido por lo que el comprador, cliente o usuario final quiere². El valor lo define también el tiempo, en relación al comportamiento de los productos de construcción ante solicitudes de uso y por los factores climáticos o fenómenos naturales que le pudieran afectar. Asimismo, está el valor medio ambiental, hoy en día muy en boga, definible a través de parámetros de medición establecidos. Finalmente, el valor de una obra de construcción lo define la sociedad, en relación al aporte que esta genera en su entorno.

Existen diferentes tipos de proyectos en los que está involucrada la industria de la construcción, todos ellos dedicados a satisfacer necesidades humanas. Estos se pueden clasificar básicamente en:

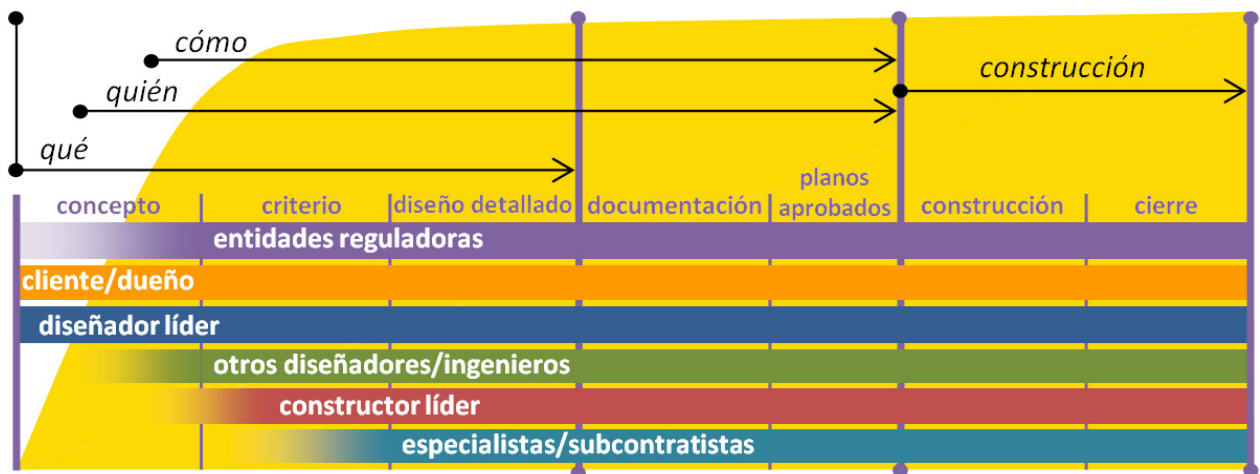
- a. **Edificaciones:** para fines habitacionales, comerciales, institucionales, sociales, deportivos, de recreación, de salud, etc.
- b. **Obras de infraestructura u obras civiles:** para agua potable, alcantarillado, riego, centrales de generación de energía, carreteras, puentes, túneles, puertos, aeropuertos, etc.
- c. **Construcciones industriales:** fábricas, invernaderos, refinerías, plantas químicas, etc.

² Este concepto de valor es el que caracteriza la filosofía Lean y del cual se va a hacer referencia en lo que sigue de este trabajo.

Cada una de estas obras es única y en ella intervienen un número importante de involucrados que hacen posible su materialización y de los que depende en mayor o menor grado su éxito. Entre ellos se pueden nombrar a los siguientes (Serpell, 2003; Hendrickson, 2000):

- El cliente o mandante: es el dueño del proyecto o inversionista(s), quien lo impulsa, para su uso o para fines comerciales. Puede ser privado, público o empresas mixtas.
- El usuario: quien va a hacer uso del bien; deberá habitarlo, mantenerlo, gestionar su funcionamiento u operación.
- Los proyectistas: profesionales de arquitectura, ingeniería, finanzas, etc. que se juntan para desarrollar el diseño del proyecto, en base a los medios con los que se cuenta, a los fines que se quiera obtener y a las restricciones propias del proyecto.
- Autoridades, agencias públicas y privadas: a través de regulaciones, normativas, fiscalización, aprobación de permisos, entre otros.
- Contratistas, subcontratistas y su equipo de trabajo: que se encargan desde la administración y logística del proceso constructivo hasta la ejecución de los últimos detalles en su materialización.
- Proveedores: de materiales, herramientas y equipos para la construcción de la obra.
- Otros: profesionales o no que pudieran aportar con la dirección, asesoramiento legal, económico, administrativo, personal de marketing y ventas, etc.

El involucramiento de los diferentes actores, en las diferentes etapas, con sus conocimientos y capacidades es un factor clave. Mientras antes puedan involucrarse será mejor. La siguiente figura muestra este concepto (Mossman, 2010). La curva amarilla que está detrás representa la comprensión global del proyecto por parte del equipo de trabajo, es decir, se busca el entendimiento y con ello la colaboración de quienes forman parte del proyecto.



Proceso Integrado de Entrega de Proyectos de Construcción³; en amarillo, el desarrollo de un entendimiento compartido del proyecto por parte de todo el equipo⁴.

1.4. Planificación de proyectos

“Los planes son de poca importancia, pero la planificación es esencial.”
(Wiston Churchill)

No hay duda que la planificación es una de las funciones más importantes en la administración de un proyecto, sin embargo, no hay que confundir la planificación con las técnicas de planificación (Laufer y otros, 1987). La planificación está presente en cada una de las etapas de un proyecto, desde la definición del mismo hasta su entrega, y posteriormente en su operación y mantenimiento. La planificación del proceso constructivo es sólo una parte y los cronogramas que esta arroja son también sólo una porción del trabajo que esta engloba (Laufer y otros, 1992).

Según Alexander Laufer y otros autores (1987), para la etapa de construcción de un proyecto se debe planificar en los siguientes ámbitos:

1. Metodología constructiva e ingeniería.
2. Organización y contratos.

³ El autor original es Eckblad y Otros, 2007, “The Possibilities of an Integrated approach” (“Las posibilidades de un acercamiento Integrado”).

⁴ El autor original es William Lichtig, 2007, “Creating a Relational Contract to Support *Lean Project Delivery*” (Creando un Contrato Relacional para dar Soporte a la *Entrega de Proyectos Lean*”).

3. Programación.
4. Presupuesto y flujo de caja.
5. Equipo principal.
6. Distribución de instalaciones y logística.
7. Métodos de trabajo.
8. Ubicación de materiales.
9. Ubicación del personal .

Y a su vez, estos planes se presentan en diferentes formatos:

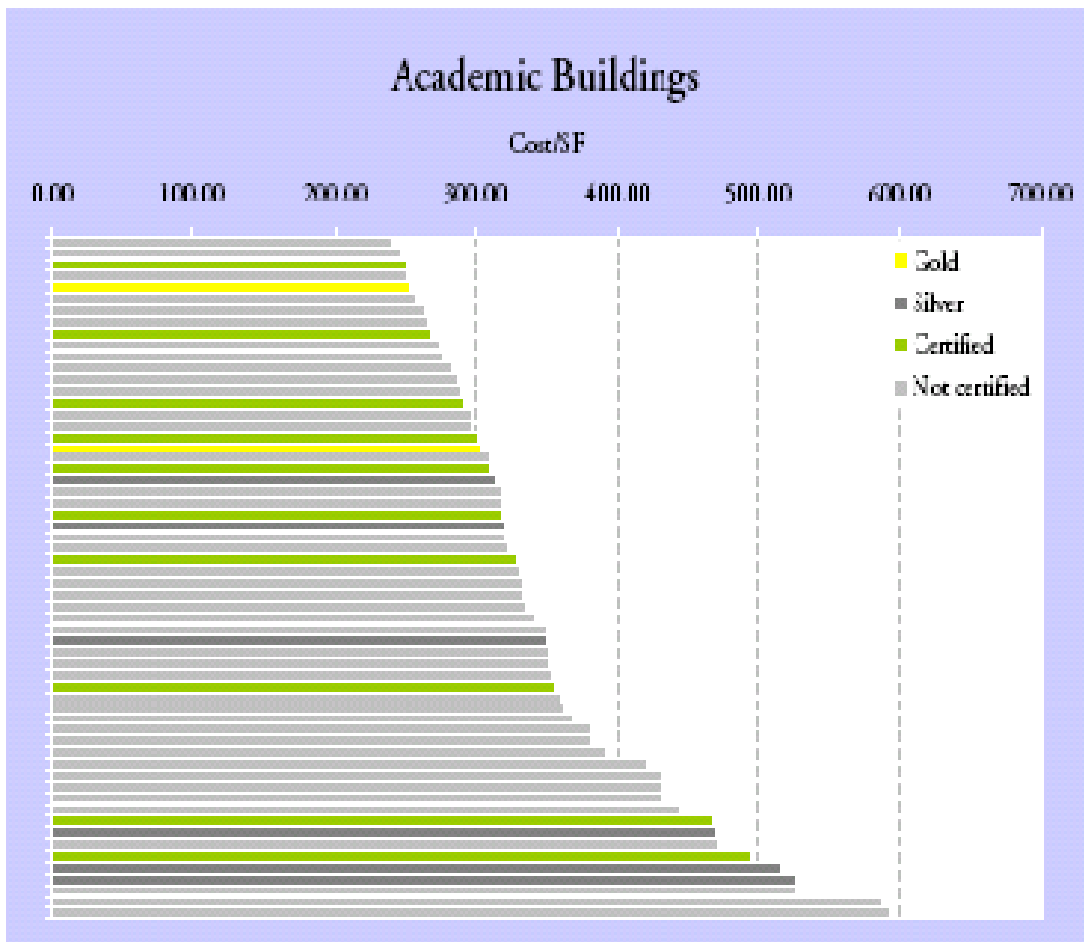
- Textos (listas, protocolo de reuniones, instrucciones de trabajo, ...)
- Diagramas técnicos y dibujos
- Diagramas organizacionales (organigramas)
- Cronogramas (Gantt, CPM, etc.)
- Tablas

1.5. Los desafíos actuales

Existen muchos factores que hacen de la industria de la construcción un sector muy competitivo. Proyectos cada vez más complejos, con regulaciones más rigurosas de bienestar laboral, seguridad, medio ambientales, así como usuarios más exigentes. Proyectos que en muchos casos se encuentran contra el tiempo y con un presupuesto ajustado. Mercados cambiantes, junto con la inclusión de nuevas empresas con más o menos conocimientos, experiencia y capital.

Sin embargo, existen muchas oportunidades de sobresalir, mejorar en productividad, en calidad, reducir los tiempos de ejecución de las obras, construir con los mismos medios mejores proyectos o bien, construir los mismos proyectos con menos recursos.

A continuación, se muestra un gráfico en el que se compara el costo por pie cuadrado de “edificios verdes”⁵, por Mathiesson & Morris⁶, publicado en el 2007. En amarillo se encuentran los edificios con categoría oro, en gris oscuro los de categoría plata, en verde los que han obtenido la certificación medio ambiental y en gris claro aquellos que no la han obtenido.



Costo de edificaciones por pie cuadrado en relación al cumplimiento de exigencias medio ambientales (Ballard, 2008)

Es decir, no queda claro que las mejores edificaciones sean las más costosas o las que deban costar más. Esta es una buena noticia para los constructores y para la industria.

⁵ En inglés, Green Buildings. Existen certificaciones en relación a exigencias medio ambientales y de uso eficiente de energía o generación de la misma. Para citar un ejemplo, la certificación LEED, Leadership in Environment and Energy Development (liderazgo en medio ambiente y desarrollo de energía), provee una puntuación para edificios que cumplen ciertas características, con parámetros de puntuación que se aplican desde su construcción hasta su uso.

⁶ Tomado del artículo “The Lean Project Delivery System: An Update”, por Glenn Ballard. Disponible en Internet en <http://www.leanconstruction.org> Acceso: febrero del 2010.

1.6. ¿Cómo adaptarse a los cambios?

Anthony De Mello, en su libro “¡Despierta!” expresa que la gente no quiere cambiar, que está cómoda donde está, aunque no esté conforme, pues cambiar requiere de un trabajo, de un esfuerzo y a la gente normalmente no le interesa, no quiere correrse ese riesgo. Agrega, que el primer paso para cambiar es justamente admitir eso: *que uno no quiere cambiar*.

Debe existir apertura, debe cultivarse un espíritu de mejoramiento continuo, de emprendimiento. Además, los cambios deben adaptarse a las situaciones reales de cada empresa y de cada proyecto. Alan Mossman, en su artículo “Choosing & using a Lean Construction Consultant” (“Escogiendo y utilizando un Consultor en Lean Construction”) relata que “*la Cultura se come los cambios de almuerzo*. No porque funcione en otro lado quiere decir que vaya a funcionar aquí.”

La ideación es una buena manera de visualizar lo que uno quiere, como el primer paso para lograrlo, según nos relata D. Didier en su libro “Tratado de Ciencias Energéticas”. La ideación es la representación mental que nos hacemos de una situación futura a vivir. Se trata de aprender a dirigir y a orientar los pensamientos en relación a los resultados que se quieren obtener, por más pequeños o grandes que estos fueran. Así, el retorno va a ser favorable, no solamente porque ayuda a conceptualizar lo se quiere, sino también porque es algo que ha sido demostrado científicamente en los últimos años⁷. Si se parte de una actitud positiva, lo más probable es que los retornos sean positivos. D. Didier propone visualizar los cambios que se quieren emprender enmarcados en la realidad, a partir de una reflexión previa sobre lo que se desea y sobre lo que es justo. Esta *fuera de acción y de decisión* es el fruto de las tomas de consciencia y de nuestros pensamientos, añade Didier.

1.7. Una visión más amplia

Mientras avanza la investigación en el área de gestión de la construcción, aparecen nuevas técnicas, herramientas, conceptos, teorías e incluso filosofías. Estas van desde los conceptos de administración general e industrial, publicadas por Henry Fayol a inicios del siglo XX, hasta aquellas que buscan resolver específicamente las problemáticas de la industria de la construcción de este tiempo. Desde aquellas que utilizan modelos

⁷ El libro “El Secreto”, de Rhonda Byrne, expone de manera similar este tema, con respaldos científicos.

matemáticos complejos, hasta aquellas que los resuelven con aplicaciones prácticas, fruto del acercamiento de los investigadores a empresas constructoras. Desde propuestas tecnológicas hasta nuevos modelos de gestión.

Según William Lichtig (2005), hacia 1800 A.C. existía el concepto de “Maestros Constructores” (“Master Builders”), quienes tenían absoluta responsabilidad sobre el éxito o fracaso de los proyectos de construcción; no se distinguía diferencia alguna entre diseñadores y constructores. Luego, a partir de la revolución industrial se crearon muchas especialidades alrededor de los proyectos civiles. Así, la ingeniería civil y la arquitectura evolucionaron como profesiones intelectuales. La prefabricación, o fabricación fuera de sitio, también se desarrollo con el tiempo y entonces se generó una división entre diseñadores y constructores, la “cabeza” por un lado y el “cuerpo” por otro, tan marcada que en muchos proyectos ni siquiera han llegado a conocerse. En los últimos tiempos, los avances tecnológicos y nuevas especialidades han incrementado esta separación.

La propuesta de la filosofía de gestión para la construcción *Lean Construction* busca juntar a los diferentes participantes, desde muy temprano en la conceptualización de los proyectos y a lo largo de estos, para optimizar al máximo la utilización de los recursos y agregar el mayor valor al producto final. Así, cada especialista hace su trabajo en tanto que se preocupa por conocer el “valor” del proyecto y relacionarse con los otros especialistas en una estrecha coordinación.

El sistema Last Planner hace lo propio, aunque a nivel del proceso productivo. Reúne tempranamente a los involucrados en una etapa particular del proyecto (o fase constructiva) para que juntos analicen la etapa que se viene por delante y optimicen al máximo el tiempo y los recursos. Junta asimismo a quienes preparan todos los requerimientos para la ejecución de los trabajos (planos de detalle, recursos, condiciones previas) unas pocas semanas antes de que estas actividades empiecen. Finalmente, estudia los resultados obtenidos – en base a lo planificado en conjunto – en una retroalimentación, en la que a su vez participan todos los involucrados.

Es decir se busca mejorar los proyectos no solamente desde la perspectiva del diseñador, sino de todos los participantes, comenzando por el dueño del proyecto, el cliente final, el constructor, los contratistas y trabajadores, para incrementar además las ganancias de todos, así como la seguridad y la satisfacción en el trabajo diario.

2. Desarrollo del Manual/Guía

2.1. ¿Por qué un manual/guía para la implementación del LPS?

En 2 estudios conducidos por el Instituto de Tecnología de Illinois, dirigido a las cabezas de las empresas constructoras, se pidió que valoren los factores que más influyen para el mejoramiento de la productividad; la planificación recibió el mayor puntaje (Arditi⁸, 1985).

Una mejor planificación incrementa la productividad mediante la reducción de retrasos, la generación de trabajo según la mejor secuencia de constructibilidad, la ejecución temprana de tareas, la coordinación de múltiples actividades interdependientes, etc. Si una adecuada planificación brinda todas estas ventajas, ¿qué se está haciendo para mejorar el desempeño de la planificación? (Ballard, 1994)

El Last Planner System es una respuesta ante esta necesidad, siendo un sistema relativamente simple, aunque muy efectivo. Sin embargo, en él están inmersos nuevos conceptos y cambios en los paradigmas tradicionales. Según Koskela (2002), la teoría de planificación de proyectos es muy implícita y por lo tanto debe ser desarrollada de una manera más amplia.

Existen diversos medios para aprender el Last Planner System. En muchos países se dictan seminarios o talleres. Existe además un creciente número de consultores reconocidos por el *Lean Construction Institute* alrededor del mundo.

Se considera que este texto puede ser un buen inicio, como un manual – si usted tiene la iniciativa y el empoderamiento para implementarlo por su cuenta – o como una guía para resolver su implementación con el soporte de otro(s) profesional(es), para lo cual sigue siendo muy importante conocer la teoría que lo sustenta. Hay que prepararse para tomar una decisión consciente que evitará que sus esfuerzos se queden a medias.

Según Alan Mossman, consultor de Lean Construction en el Reino Unido, individuos han implementado el Last Planner con éxito asistiendo a un taller introductorio sobre el tema,

⁸ Tomado del artículo “Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process” (en español: Está la planificación de proyectos de construcción haciendo realmente su trabajo? Una análisis crítico de objetivo, rol y proceso)

sin embargo, no deja de ser un reto. De no existir planificación, el primer paso será entrar en el rigor de la misma, destinando valiosos recursos en una labor que no termina sino con la entrega formal de la obra.

2.2. Sumario de los contenidos

El presente texto se ha dividido en 3 partes: esta primera parte que abarca la introducción general del tema, una segunda parte que expone el marco teórico y una tercera parte que trata sobre la implementación del Last Planner System. Se busca llevar al lector a un conocimiento global del LPS; pasar de una simple idea a una toma de consciencia, para que se tome la decisión de adaptarlo o no, según las necesidades de cada proyecto e inmediatamente entrar en la acción de implementación; por cuenta propia o con la ayuda de un consultor con experiencia en el tema. Se espera que esta acción de implementación con el tiempo se transforme en un hábito y finalmente, forme parte de la cultura organizacional del constructor o empresa constructora que lo adopte.

Dentro de la teoría, el capítulo 3. *Una Visión general del LPS* expone con términos simples la generalidad del Last Planner System. Basado principalmente en el texto de Alan Mossman “Last Planner: Collaborative conversations for reliable design and construction delivery”, publicado en el 2009, pues representa uno de los pocos textos que recopilan de manera sencilla la extensa bibliografía que se ha publicado hasta la fecha. En el capítulo 4. *Fundamentos* se ha resumido de una manera muy breve aquello referente a la filosofía *Lean*, proveniente del sistema de gestión de Toyota. En él se exponen también ciertos aspectos en lo referente a *Lean Construction*. Se ha incluido un capítulo para exponer los principales términos que dan soporte al LPS (5. *Conceptos básicos*) y finalmente, se cierra el marco teórico exponiendo a detalle los *Componentes del Sistema Last Planner*.

La tercera parte, que corresponde a la implementación del sistema, se ha dividido en dos capítulos, uno que expone la *Preparación* – en función de las condiciones de cada proyecto – y la *Negociación*, que resulta fundamental para llegar a un acuerdo de implementación, junto con el compromiso de los involucrados para poner al Sistema en marcha y sacar los mejores beneficios. Y el siguiente capítulo abarca la *Ejecución* o puesta en marcha, junto con el *aseguramiento* de su óptimo funcionamiento. En la última parte de la disertación constan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

2.3. Alcance

Cuando surgió el Last Planner System, en el año 1994, era mucho más simple de lo que es ahora. Con el pasar del tiempo, luego de muchas experiencias de implementación ha ido mejorando, se ha ido ampliando e incluso se ha modificado; es probable que este proceso de mejoramiento no se haya terminado aún.

Así, desde la primera publicación de Glenn Ballard – el autor intelectual del Last Planner System, junto con Gregory Howell – se han publicado paulatinamente decenas de artículos sobre el mismo tema, muchos con aportes teóricos y otros que exponen las experiencias de su implementación en diferentes partes del mundo.

A pesar de que el *Lean Construction Institute* es la entidad que avala a los consultores aptos para asesorar su implementación, se ha procedido a elaborar un manual/guía que de soporte a este proceso de expansión de una iniciativa que se considera puede generar excelentes resultados para la industria de la construcción, con beneficios no solamente para los constructores, sino para todos los involucrados en esta cadena generadora de valor.

Este manual/guía busca ser un texto que abarca el conocimiento del Sistema Last Planner de una manera global, desde sus fundamentos. Está dirigido no solamente a los profesionales que administran los proyectos de construcción – o a quienes se están preparando para ello – sino a todos los “Últimos Planificadores”.

El presente trabajo no contempla la aplicación del LPS en la fase de diseño, sino únicamente en el proceso constructivo, en obra. Tampoco se ha tomado en cuenta las críticas a los sistemas tradicionales de gestión en la construcción, lo cual es bastante común en los textos de este tema, no solamente por evitar juzgar a los mismos constructores, sino también porque estas realidades varían dependiendo de cada país y no se aplican a la generalidad de nuestro entorno.

Reúne una extensa bibliografía que ha sido publicada periódicamente en Internet – en inglés mayoritariamente – por investigadores de diferentes partes del mundo: Estados Unidos, Finlandia, Chile, Reino Unido, Brasil, entre otros.

Para la obtención de conocimientos más profundos se recomienda ir hacia las principales fuentes (primarias y secundarias), publicadas principalmente en las páginas Web del *Lean Construction Institute* y del *International Group for Lean Construction*, donde se

encontrarán además los enlaces a otras fuentes. Para lo que se refiere a los fundamentos de la filosofía *Lean* existen diversos autores que han estudiado detenidamente sus raíces. La página Web de Toyota es también una fuente importante.

Se espera que este trabajo se sume a las iniciativas para el mejoramiento de la industria de la construcción, hacia obras de creación que contribuyan con el bienestar humano.

II. MARCO TEÓRICO

3. Una visión general del LPS

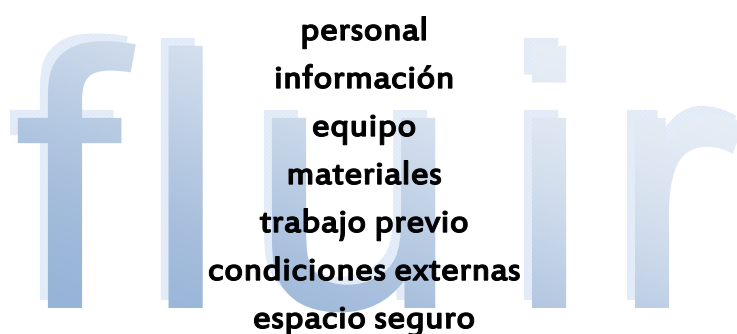
3.1. Planificación colaborativa para una construcción fluida

El sistema Last Planner maneja las relaciones, conversaciones y compromisos que juntos hacen posible las decisiones para elaborar una programación y un plan de trabajo semanal fiable, cuyo resultado es un trabajo fluido, en un ambiente de confianza, aprendizaje y mejoramiento continuo (Mossman, 2009).

Basada en hechos y no en una lista de anhelos que se impone un administrador de obra⁹. Esto se logra con el involucramiento de las personas que ejecutan el trabajo y los que le dan el directo soporte en la provisión de materiales, información, equipos, etc. para determinar lo que realmente “puede” hacerse, que en muchos casos no coincide exactamente con lo que dice la programación (lo que “debe” hacerse), a favor o en contra. Una vez que se determina el plan de trabajo se lleva el seguimiento diario del mismo, así como de lo planificado, que también va a ser evaluado.

Como se vio anteriormente, los preceptos de la filosofía *Lean* se resumen en dar valor al producto final, por la consideración sistemática de los requerimientos del cliente, y en este proceso reducir o eliminar las actividades que no agregan valor, denominadas *pérdidas*. (Koskela, 1992)

La creación del valor en la construcción está dado por la transformación de materiales. Para que las actividades fluyan de inicio a fin, en el afán por reducir al máximo las pérdidas, es necesaria la correcta preparación de cada una de ellas, tomando en cuenta 7 requerimientos o flujos indispensables:



⁹ Nick Wain, MD, Image Decorations Ltd. (Mossman, 2009)

Si uno de estos 7 falla, entonces no se puede *agregar valor* al producto final.

Según Alan Mossman (2009), la construcción es un *proceso social*, en el que las relaciones personales y la presión entre compañeros de trabajo – cuando existe un sentido compartido de responsabilidad por el proyecto – son la clave para manejar una red de producción, en el compromiso por la entrega de una obra de calidad, a tiempo.

Estas “relaciones, conversaciones y compromisos” se dan principalmente entre los Últimos Planificadores, de quienes depende finalmente que el trabajo se haga (fluya); entre ellos, maestros de obra, subcontratistas, ingenieros residentes, los encargados de gestionar los materiales y equipos, en los que pueden estar incluidos los proveedores, jefes de seguridad industrial, ingenieros o arquitectos que se encargan de elaborar los planos de detalle, así como el superintendente de obra.

Mediante el involucramiento y la colaboración temprana de las personas claves se busca la generación de un trabajo de calidad, en un proceso con flujo continuo.

3.2. 5 conversaciones cruciales

Según añade Mossman, existen cinco conversaciones decisivas para la planificación y control de la producción, que resumen al Last Planner System (ver diagrama de flujo a continuación):

1. **Programación colaborativa** – en la que se crea la secuencia y los tiempos de una fase del proyecto, lo más acorde con la realidad, inclusive comprimiéndola.
2. **Preparación del trabajo que se viene** (“MakeReady”) – la misma que debe alistar cada una de las tareas, en relación a sus siete flujos indispensables, con una cierta anterioridad (entre 3 y 6 semanas normalmente).
3. **Planificación de la producción** – que se resume en una reunión semanal en la que los ejecutores de las tareas presentan y se comprometen con su plan de trabajo.
4. **Seguimiento de la producción** – mediante el monitoreo diario de las acciones en curso.
5. **Medición, aprendizaje y mejoramiento continuo** – hacia la producción, hacia la planificación y hacia el proyecto en su globalidad.

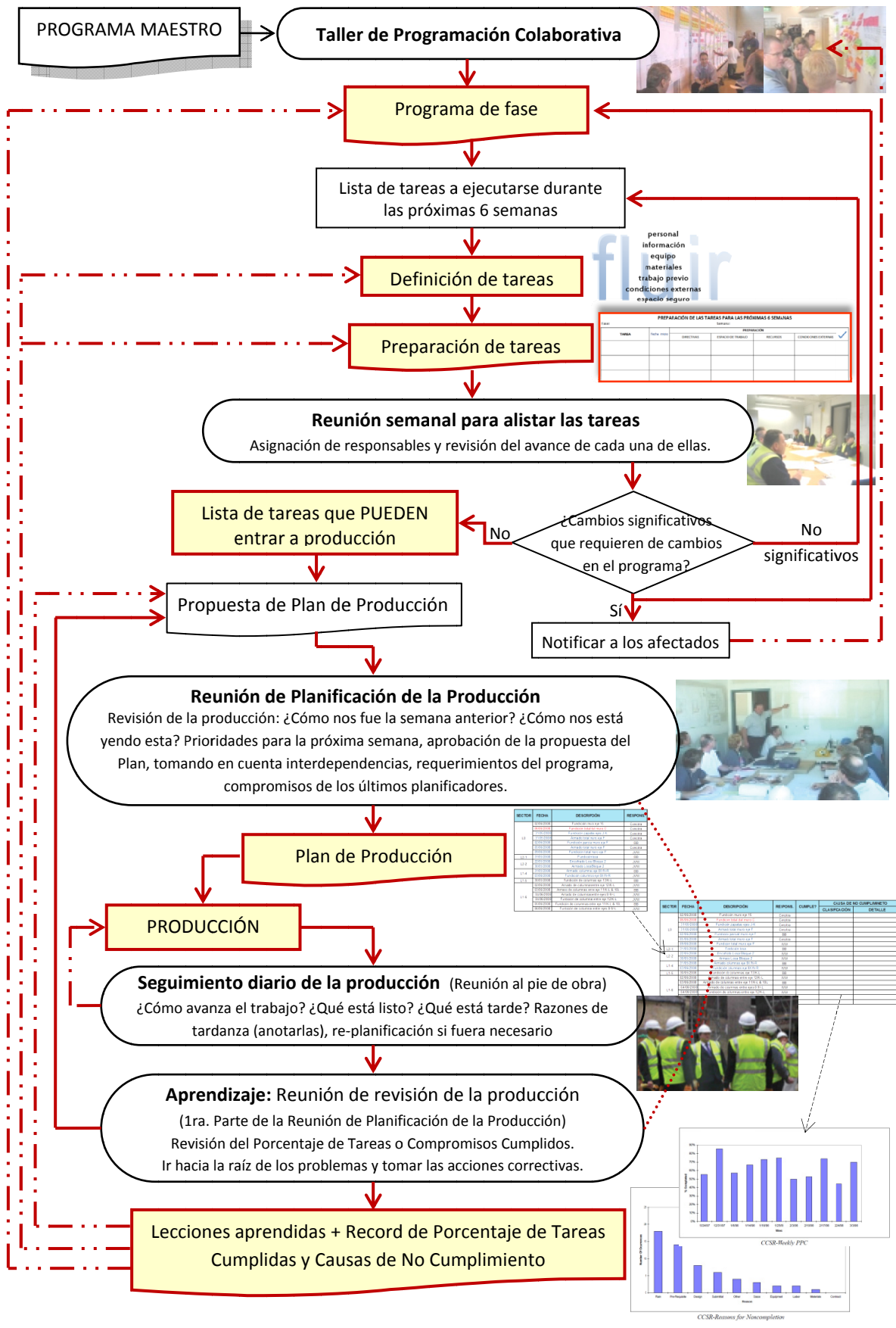


Diagrama de flujo del Sistema Last Planner

3.3. Programación colaborativa

Una implementación madura del Last Planner System tiene por inicio la preparación del programa que involucra la siguiente fase del proyecto. Cuando hablamos de dividir al proyecto en fases significa hacer paquetes de trabajo en los que un determinado grupo de personas está involucrado. Por dar un ejemplo, una edificación puede dividirse en obras e instalaciones preliminares, excavación y muros, estructura, mamposterías y acabados. Así, en el taller para elaborar la programación de la fase de excavación y muros participará el subcontratista de movimiento de tierras, el de muros anclados, el maestro que va a armar, encofrar y fundir los muros, la persona encargada de la compra de los materiales y el alquiler de equipos, así como el ingeniero y/o arquitecto residente, junto con el superintendente de obra. Sería importante también la presencia del calculista que diseñó los muros y del arquitecto o diseñador líder del proyecto.



Ejemplo de talleres para la programación de la fase constructiva que se aproxima

En este taller o “primera conversación” los involucrados se conocen, analizan y adecúan la programación del trabajo, en base a las necesidades del programa maestro, y juntos se comprometen a cumplirlas. Entre los objetivos de la programación colaborativa está comprimirla, lo cual ha generado excelentes resultados en varios proyectos alrededor del mundo. Se dice que a partir de la programación colaborativa se puede reducir el tiempo de ejecución de un proyecto en un 20% en promedio (Mossman, 2009).

3.4. Alistar el flujo (“MakeReady”)

El siguiente paso es la preparación o logística del trabajo que se viene, definido por el programa de fase. Habrá que definir cuánto tiempo se necesita para la preparación de las

En esta reunión intervienen las personas encargadas de que todo esté listo a su debido tiempo y normalmente se lleva a cabo semanalmente. Se incluyen las tareas que entran cada semana, se las define en términos de todo lo necesario para alistarlas y se las pone a consideración. Adicionalmente, se revisa el avance de las que se encuentran más próximas. Aquellas que se encuentran listas se agregan a una lista de trabajos que PUEDEN ejecutarse.



Ejemplo de reunión semanal para alistar los trabajos

3.5. Reunión de planificación de la producción

Lo ideal es que esta reunión se la efectúe semanalmente¹¹ y que no dure más de una hora; a ella asisten todos los Últimos Planificadores. Los encargados de cada frente de trabajo preparan sus propuestas en base al programa de fase en el que previamente se comprometieron – y a las condiciones reales – y se las entregan al coordinador de la planificación, quien elabora la propuesta del plan, a su vez, en base a lo que puede ser hecho, en relación a los 7 componentes básicos. Así, en la reunión se discuten las tareas que entran día a día, sus interdependencias, sus restricciones en espacio, equipo, recursos, entre otros, para llegar a un acuerdo de lo que se va a hacer. Existen 2 reglas fundamentales que todos los Últimos Planificadores deben cumplir:

Si se compromete un trabajo, se lo hace.

Si no se lo puede hacer, no se comprometa.

Cuando se juntan armoniosamente una eficiente preparación de tareas con compromisos confiables y buena colaboración en la reunión de producción, entonces los resultados son

¹¹ Para proyectos más apretados, será necesario tener reuniones diarias o varias entre semana.

muy positivos. Se gana en rendimientos, al estar las tareas totalmente listas para su ejecución, en seguridad, al haberse estudiado el equipo de protección y el espacio de trabajo con medidas preventivas para mitigar cualquier riesgo, y en planificación, pues no se opera mediante la modalidad de “apagar incendios”.



Ejemplo de reunión semanal de planificación de la producción, con la presencia de todos los Últimos Planificadores.

3.6. Seguimiento diario al proceso productivo

Queda en manos de los Últimos Planificadores el cumplimiento de sus tareas. Los jefes de terreno, residentes de obra o inspectores deberán monitorear este trabajo, en base a lo dispuesto en el plan, y llevar el registro de su avance. Este registro deberá ser entregado al coordinador de la planificación en vísperas de la reunión de planificación de la producción para su análisis. Consiste en una reunión a pie de obra – o al menos una llamada telefónica – con los encargados de cada frente, en el que se revisa el cumplimiento satisfactorio de cada tarea y se analizan posibles retrasos o cambios de último minuto. De no existir conformidad en la calidad de los trabajos y de ser necesario su re-ejecución se incluirá este inconveniente en el registro para la propuesta del plan de trabajo siguiente.

3.7. Medición, aprendizaje y mejoramiento continuo

Entre los principios que rigen la filosofía *Lean*, el mejoramiento continuo juega un papel fundamental, tanto para la eliminación de las pérdidas, como para la generación de valor. Esta conversación está incluida en la Reunión de Planificación de la Producción y sirve para generar el aprendizaje, tanto para desarrollar mejores planes, como para buscar las

formas o estrategias para mejorar en calidad y en productividad. Se toman en cuenta entonces 2 parámetros: el Porcentaje de Tareas Completadas, o también llamado Porcentaje de Promesas Cumplidas – satisfactoriamente y a tiempo – y la frecuencia en las Razones de Entrega Tardía (o Causas de No Cumplimiento) de estas tareas. Estos 2 parámetros se los obtiene semanalmente y acumulativamente mientras avanza el proyecto. Entre las razones típicas de no cumplimiento Diana Sánchez y Diego Zárate (2009) nos proponen las siguientes:

Falta de mano de obra (12)	X X X X X X X X X X X X
Cambio en prioridades (8)	X X X X X X X X
Mala programación (8)	X X X X X X X X
Falta de pre-requisitos (5)	X X X X X
Ejecución incompleta (4)	X X X X
Factores climáticos (3)	X X X
Bajo rendimiento (1)	X
Mala ejecución de los trabajos (1)	X
Problemas con proveedores (1)	X
Falta de materiales (1)	X
Problemas con contratistas (1)	X
Planos defectuosos (0)	
Falla en equipos (0)	
Cambios en el proyecto (0)	
Falta de permisos (0)	

El ordenarlas semana a semana en relación a su frecuencia de repetición favorece a las acciones correctivas que deban tomarse, en el mejoramiento continuo del proceso productivo y en general de la gestión de la obra.

3.8. Generalidades

Aunque muchos constructores aplican uno o varios de los componentes del LPS, resulta conveniente aplicarlos a todos en conjunto para obtener los mejores resultados. Asimismo, resulta útil conocer los fundamentos del Last Planner System, provenientes de la filosofía *Lean*.

El afán por comprimir el proyecto debe permanecer siempre latente y los esfuerzos que normalmente se emplean para “apagar incendios” deben trasladarse hacia prevenirlos, con el fin de que para la Reunión de Planificación de la Producción todo esté listo o bien, falten cosas muy puntuales, que la persona o personas encargadas de liberarlas pueda solucionar fácil y rápidamente. Algunos han nombrado al Last Planner System como un *Sistema Integrado de Prevención de Incendios*.

Parecería complicado involucrar a ciertos subcontratistas o a proveedores en las reuniones, sin embargo, la práctica dice todo lo contrario. Si cada reunión se prepara previamente no tiene por qué durar mucho tiempo y volverse en un tiempo improductivo. Al contrario, la comunicación y coordinación entre los involucrados se vuelve más simple y directa. El resultado es un mayor involucramiento de los principales actores en el proceso productivo, mediante aportes que colaboren beneficiosamente al proyecto y un clima de bienestar entre el equipo de trabajo, que incluso se traduce en mejores rendimientos (Mossman, 2009).

Para elaborar los planes y su seguimiento, esto es: la planificación intermedia, el plan de trabajo semanal y los factores de rendimiento de la planificación, no hace falta el uso de software especializado. Mediante una hoja de Excel o con papel, lápiz, borrador, notas adhesivas y una fotocopidora puede ser suficiente. Si el proyecto lo amerita, existe software desarrollado a partir de las particularidades del sistema Last Planner.

Lo importante es una buena actitud de quien está a la cabeza y de todos los Últimos Planificadores, dentro de en una cultura de aprendizaje y mejoramiento continuo. La modalidad de mando y control antigua o la de buscar culpables mataría cualquier esfuerzo bajo esta modalidad de planificación y control de la producción.

Aunque se sugiere aplicar el Last Planner System en proyectos altamente dinámicos: complejos, rápidos e inciertos, ha sido aplicado en todo tipo de proyectos de construcción, con excelentes resultados (Ballard y Howell, 2003).

Se recomienda que su implementación se inicie con la preparación colaborativa del programa de fase, sin embargo y especialmente para proyectos que se ejecutan contra el tiempo, puede iniciarse con la Reunión de Planificación de la Producción, para luego aplicarse la planificación de las tareas para las próximas semanas y los factores de medición del rendimiento.

La experiencia ha demostrado además, mejoras importantes en la reducción de accidentes¹² (45% menos) y ausencias por enfermedad (60 a 70% menos). Inclusive puede ser un medio para delatar la falta de personal técnico o administrativo (residentes de obra, diseñadores, entre otros), pues en muchas ocasiones el que las cosas no estén listas a tiempo para que el trabajo fluya dependen de una mejor organización. Lo mismo puede suceder en relación con las tareas de obra (necesidad de contratar otros maestros de obra para dividirles el trabajo, por ejemplo).

3.9. Esperar o fluir

Finalmente, sobre este tema Alan Mossman (2009) expone lo siguiente:

Una fuente importante de incertidumbre, frustración y pérdidas en proyectos es la espera – espera por acceso, diseños, materiales, cancha o esperar a que el equipo de trabajo previo termine su trabajo. Cuando una cuadrilla está tarde, las que le siguen se desfasan de sus planes y el trabajo deja de fluir.

El Last Planner permite a un equipo del proyecto enfocarse en el movimiento de los 7 flujos críticos, para juntarlos en el lugar de trabajo donde los materiales son transformados y el valor es creado.

Promueve una serie estructurada de conversaciones que permiten que el proyecto progrese y provea las bases para las relaciones entre el equipo de trabajo, para que cuando las cosas ‘se vayan de las manos’ sea más fácil actuar juntos y encontrar las maneras de salir adelante de la crisis.

¹² Ambos resultados son fruto de investigaciones desarrolladas en Dinamarca. La Fuente: Mossman, Alan. “Last Planner™ for reliable project delivery” The Change Business Ltd, 2009. Presentación PPT. Disponible en <http://www.thechangebusiness.co.uk>

Haciendo más fácil para los miembros del equipo compartir las malas noticias más temprano, ciertos problemas podrán ser resueltos y otros mitigados.

Cada elemento del Last Planner trae consigo sus propios beneficios. Juntos ayudan en la entrega de proyectos de calidad, a tiempo y dentro del presupuesto.

4. Fundamentos

Antes de ahondar en cada uno de los componentes del LPS y entrar en los aspectos prácticos, es importante comprender aquellos conceptos que animan este sistema de planificación y control de obra, con el fin de darle un mayor sustento. El Last Planner podría ser tratado aisladamente de la filosofía *Lean* y de su adaptación a la industria de la construcción, que lleva el nombre de *Lean Construction*, sin embargo, su eficiente funcionamiento y continuo mejoramiento dependerán de sus bases. Es decir, para lograr reducir significativamente las pérdidas en el proceso productivo y generar cada vez un mayor valor para el cliente final es necesario que quienes están involucrados en el proceso comprendan estos principios y los integren en su modalidad de trabajo. De ser así podrán también transmitirlos a los demás involucrados y entonces se podrá volver una filosofía de trabajo que caracterice al proyecto y a la empresa o empresas que lo promueven. En otras palabras, la mayor efectividad del sistema Last Planner puede lograrse dentro de una cultura *Lean*, siendo pieza fundamental y brindando grandes beneficios que deberán ir en aumento mientras se implementan otras metodologías de trabajo o estrategias.

4.1. De Henry Ford a Kiichiro Toyoda

Henry Ford fue la primera persona en concebir el proceso de fabricación de autos como una línea de producción continua, que la llamó “flujo de producción”. Fue un concepto muy revolucionario para su época, pues normalmente las fábricas en los Estados Unidos manejaban el concepto de producción en masa, donde ciertas máquinas se agrupaban, según los procesos que llevaban a cabo, y el ensamblaje se lo hacía por partes, lo cual demandaba grandes espacios y una gran movilidad de las partes. A pesar de su ingenio, el problema que afrontaba Ford era la falta de variabilidad en la producción de autos según los gustos del cliente, es decir, otra tapicería, otros componentes, otro motor. Incluso el modelo T venía únicamente en color negro y así, todos los modelo T eran idénticos¹³.

Kiichiro Toyoda, el fundador y segundo presidente de Toyota Motor Corporation, introdujo en 1930 y posteriormente con más fuerza después de la Segunda Guerra

¹³ A finales de 1926 se introdujeron variantes, aunque al final de la línea de producción.

Mundial¹⁴, un mecanismo que resolvía muy eficientemente la variabilidad en la fabricación de automóviles, con un ahorro significativo en espacio, en un proceso rápido, económico y con productos de alta calidad. Es decir, menos de todo y un producto de mayor valor. Estos 2 principios básicos son los que caracterizan la filosofía *Lean*, tal y como la conocemos hoy en día (www.lean.org, 2010).

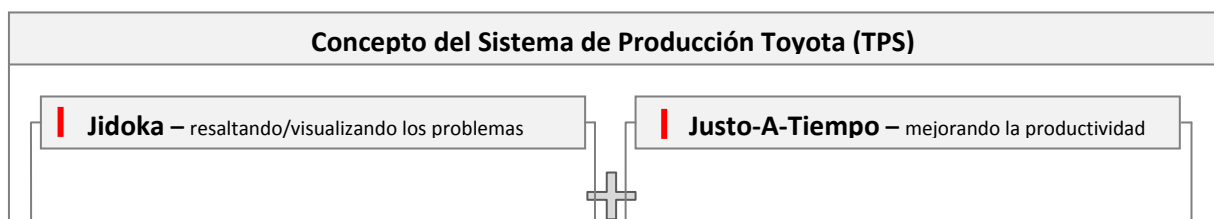
“La mitad del esfuerzo humano, la mitad del espacio de producción, la mitad de la inversión en herramientas, la mitad de las horas de ingeniería y la mitad de los plazos empleados para desarrollar nuevos productos”, según nos dice Alarcón y Campero en su libro “Administración de Proyectos Civiles” (2003).

En la actualidad, toda la industria automotriz utiliza estos principios y su aplicación se ha expandido a otras industrias manufactureras, incluso a entidades gubernamentales, de salud y otras encargadas de ofrecer servicios (www.lean.org, 2010).

4.2. Sistema de Producción Toyota

“Un sistema de producción basado en la filosofía de la completa eliminación de todos los desperdicios (o pérdidas) y eso abarca todos los aspectos de la producción con esta filosofía en busca del método de producción más eficiente” (www.toyota.co.jp, 2010)

Este sistema se ha establecido luego de muchos años de mejoramiento continuo, basado en 2 conceptos: “*Jidoka*” y *Justo-A-Tiempo*.



Bajo el principio “*Jidoka*” la calidad debe ser construida durante el proceso de manufactura. Cuando una parte o equipo defectuoso detecta un mal funcionamiento, la máquina concernida se frena automáticamente y los operadores de ella corrigen el

¹⁴ Fue la crisis la que inspiró a los ingenieros de Toyota a inventar un sistema de producción más eficiente, pues contaban con pocos recursos: capital, materia prima, mano de obra, ... en un ambiente muy competitivo a nivel mundial.

desperfecto. Este principio se aplica a todas las piezas y partes suministradas, bajo los estándares de calidad preestablecidos. Esto significa que se previene la fabricación y el ensamblaje defectuoso, y que cuando ocurre un problema toda la línea de producción se frena hasta que este sea solucionado. Si no se corrigiera inmediatamente el problema, el desperfecto puede ocasionar defectos en los procesos siguientes y en la vida útil del producto.

En relación al principio *Justo-A-Tiempo* se produce “lo que es necesario, cuando es necesario y bajo las cantidades necesarias”. Mediante la completa eliminación de desperdicios, inconsistencias y requerimientos innecesarios en la línea de producción, se logra mejorar en productividad, con lo que se obtiene un producto eficiente y de calidad (www.toyota.co.jp, 2010).

4.3. Los principios Lean

Según el *Lean Enterprise Institute*, el pensamiento *Lean* es aplicable a todo, simplemente porque es una forma de pensar, una filosofía.

El pensamiento *Lean* es “una forma de especificar valor, alinear acciones creadoras de valor en la mejor secuencia, conducir estas actividades sin interrupciones cuando alguien las solicite y desarrollarlas de una manera más y más eficiente. En resumen, el pensamiento lean es lean porque provee la forma de hacer más y más con menos y menos – menos esfuerzo humano, menos materiales, menos equipo, menos tiempo, menos espacio – mientras se acerca y se acerca más a proveer a los clientes con lo que ellos exactamente quieren” (www.lean.org, 2010).

Se debe considerar en esta línea de producción a 2 tipos de clientes, el cliente externo, que viene a ser el usuario final del producto y el cliente interno, dentro de la línea de producción, quien recibe una parte del trabajo ejecutado para ejecutar la parte siguiente. Para que el cliente interno haga su mejor trabajo, entonces el proceso productivo previo deberá ser entregado con las condiciones que este “exactamente” lo requiera.

Womack y Jones, pioneros en el estudio de esta filosofía, en su libro “Lean Thinking” (“Pensamiento *Lean*”), proponen 5 principios *Lean* Fundamentales:



1. **Especificar el valor.** Según el punto de vista del consumidor final. Cumplir sus necesidades, en un tiempo específico y a un costo específico.

2. **Identificar la cadena de valor.** Identificando en cada paso, en cada práctica y para cada actividad o familia de actividades las acciones que no generan valor, con el fin de eliminarlas.



3. **Flujo.** Generar un proceso. Hacer que los pasos para secuencia integrada y fluya hacia su cliente final.



de producción con flujo continuo. generar valor se enmarquen en una compacta, para que el producto final

4. **Halar hacia el cliente.** Es decir, no presionarle al cliente con el producto que nosotros queremos venderle, sino halar la producción sabiendo lo que este quiere, dejando de producir ítems innecesarios. Aunque esto parecería obvio, ha sido un cambio revolucionario.



5. **Alcanzar la perfección.** “De pronto, el quinto y último principio, no parece ser una idea disparatada.” Según nos dice Womack y Jones (1996).

4.4. “Toyota Way” o “espíritu de Toyota para hacer las cosas”

Más allá de las técnicas que Toyota utiliza en su Sistema de Producción – que han inspirado a todo el sector automotriz y a otros sectores para mejorar la entrega de sus productos o servicios – está su filosofía empresarial, que abarca estos y otros principios ejemplares, que quizás puedan inspirarlo a usted en la implementación de nuevos cambios, entre los cuales el Sistema Last Planner será solamente un inicio.

Kaizen, que significa *Mejoramiento Continuo*, parecería ser un pilar fundamental en el éxito de Toyota. Desde la alta gerencia, pasando por el sistema de producción, hasta cada empleado en cada fábrica o concesionario a nivel mundial está llamado a aplicar este principio en su trabajo de manera diaria. Sino, pregunte a cualquier persona que trabaja en Toyota sobre este precepto.

El segundo pilar fundamental en el *Estilo Toyota 2001* es el *Respeto hacia las Personas*. “Las personas son el activo más importante de Toyota y son determinantes para el éxito o

fracaso de la compañía”, según expone el libro “The Toyota Way in sales and marketing” (2003), y añade: “la vida de una persona es la acumulación de tiempo – tan solo una hora es el equivalente a la vida de una persona. Los empleados proveen a la compañía de preciosas horas de su vida , así que tenemos que usarlas efectivamente. De otra forma, estaremos desperdiciando sus vidas” (Eiji Toyoda). “Apreciamos el espíritu de trabajo en equipo, conocido como ‘la familia Toyota’ a través del concepto de ‘**comunicación, consideración y cooperación**’.”

Finalmente, para llegar a establecer una filosofía madura de gestión toma tiempo, hay que conquistar muchos peldaños. A Toyota le han tomado décadas, entre crisis y éxitos, alcanzar lo que es ahora. En este sentido, la filosofía *Lean* ha evolucionado en tres etapas, según nos comenta Koskela (1992), como herramienta (mediante *Kanban*¹⁵ y Círculos de Calidad), como método de producción, con la aplicación de los conceptos de *Justo-A-Tiempo* y por último, como una *filosofía de gestión empresarial*, que se conoce a nivel mundial como “*The Toyota Way*”.

4.5. Principios *Lean* aplicados a la construcción

En esta aspiración por aplicar sabiamente los conceptos *Lean* en la industria de la construcción – que como sabemos tiene sus peculiaridades en relación a otras industrias, incluida la industria automotriz de la que emerge esta filosofía – William Lichtig, en el 2005 propone “5 grandes ideas” que deben interrelacionarse entre sí y que buscan dejar atrás la manera fragmentada que ha caracterizado la ejecución de proyectos civiles, tal y como se muestra en la figura a continuación:

¹⁵ *Kanban* es un sistema de inventariado que busca abastecer el stock mientras se lo utiliza y en base a los pedidos de los clientes, con el fin de no tener en bodega sino lo justo, en el momento justo. Hoy en día el sistema *Kanban* es digital y utiliza enlaces por Internet con proveedores (Toyota, 2010).



Existen otros autores que añaden otros principios esenciales a la teoría de *Lean Construction*, pero mientras tanto, ¿qué es Lean Construction?

4.6. Lean Construction

En 1992, Lauri Koskela publica un artículo denominado “Application of the New Production Philosophy to Construction”. En él, Koskela advierte que la industria de la construcción “debe” adoptar esta filosofía como un medio para mejorar su competitividad, identificando y eliminando las actividades que no agregan valor (pérdidas). Koskela propone un cambio en los paradigmas tradicionales. Critica la forma con la que el método de la ruta crítica (CPM) concibe el flujo de las actividades de la construcción, pues toma en cuenta solamente las actividades de conversión (las que añaden valor) y no toma en cuenta en su modelo las pérdidas (esperas, inspecciones, inventario de materiales, transporte de materiales, etc.). Añade que la construcción debe ser vista como flujos y no solamente como conversiones y que en base a la experiencia de otros sectores industriales la construcción puede alcanzar mejoramientos dramáticos simplemente identificando y eliminando todo lo que no son actividades de conversión. Esto implica que el proceso constructivo debe ser desarrollado desde el diseño y que se tiene que equilibrar los esfuerzos de mejoramiento de la productividad entre la optimización de las actividades de

conversión y la eliminación o reducción de las pérdidas. La medición, agrega, es crucial para la implementación del proceso de mejoramiento.

Según Koskela, el terreno es joven y en constante evolución, nuevos conceptos emergen y los conceptos antiguos son cambiantes.

En 1997, se crea el *Lean Construction Institute* (LCI), una corporación sin fines de lucro, que se encarga de la investigación en el área de la administración de proyectos civiles, enmarcado en el desarrollo del conocimiento en la gestión del diseño, ingeniería y construcción; utilizando como fundamento los conceptos de la “Gestión de la Producción *Lean*”, en inglés, “*Lean Production Management*”. Busca integrar todas las fases del proyecto de construcción para revelar y dar soporte a las necesidades del cliente, en pro de una mejora global del proyecto. Lo importante es “hacer que las cosas pasen”, más allá de la práctica convencional de “monitorear los resultados”, según nos comentan Greg Howell y Glenn Ballard, pioneros en la investigación sobre la aplicación *Lean* a la construcción y fundadores del LCI (www.leanconstruction.org, 2010).

Las primeras investigaciones que se dirigen con el soporte *Lean* están enfocadas en el flujo de trabajo, es decir, en la comprensión de la “física” de la producción, según menciona Howell en su artículo “*What is Lean Construction?*” (1999). Posteriormente, se enfocan en abarcar todo el proceso para sacar adelante un proyecto (definición, diseño, logística, organización, contratación, entre otras). Ballard inicia sus investigaciones en planificación del proceso productivo y desde 1992 comienza a ponerlos en práctica. Con el pasar del tiempo su método “*Last Planner*” va tomando fuerza y se va complementando con la corriente *Lean* hasta alcanzar su mayor madurez. Así, en el 2003 se publica una actualización al *Last Planner System*, en el que Howell y Ballard son los autores intelectuales del mismo.

A este camino se han adherido numerosos investigadores de todo el mundo para aportar con sus publicaciones – fruto de un exhaustivo trabajo de análisis y experimentación en campo – formando un grupo que se denomina *International Group for Lean Construction* (IGLC), que se reúne anualmente – desde 1993 – para exponer y discutir los avances en el tema. Han pasado ya 17 años y las investigaciones continúan, con resultados cada vez más alentadores para la industria de la construcción. Para estos emprendedores siempre existe la posibilidad de que calidad, costo, tiempo y satisfacción de los involucrados se junten armoniosamente.

4.7. Entrega de Proyectos *Lean*

Entre las propuestas que lleva a cabo la investigación en *Lean Construction* está la integración de las fases del proyecto y de sus involucrados, desde conocer las necesidades del cliente hasta la entrega formal de los proyectos dentro de un ciclo lo más eficiente posible. El término “entrega de proyectos” es poco conocido en nuestro medio y se refiere a la culminación de los mismos, a todo el proceso que se lleva a cabo para la entrega definitiva al cliente o usuario final.

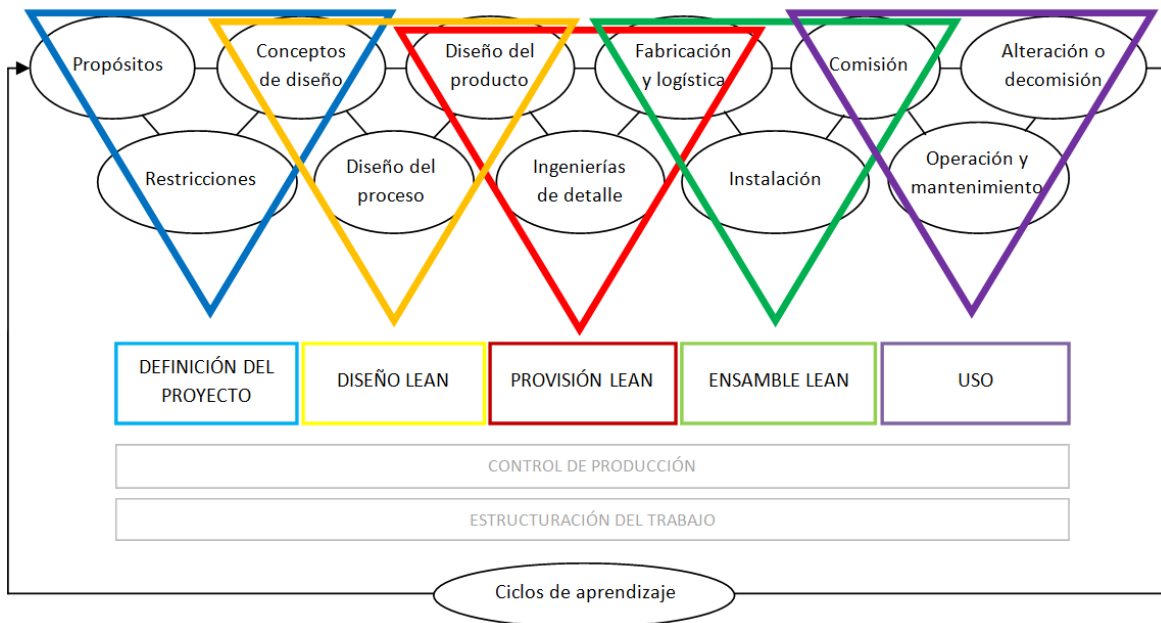
Para conocer más a detalle el origen de este término debemos referirnos a otras industrias; tomemos el mismo caso de la industria automotriz. Una vez desarrollado el diseño de un automotor – en base al valor determinado por las necesidades del cliente – junto con el diseño del proceso de producción, se inicia su fabricación. Cada concesionario en cada país envía la lista de automóviles, con los componentes que desea (colores, motores, accesorios, tapicería, extras), según el mercado al que está dirigido, en muchos casos por pedido de los mismos clientes. La fábrica recibe esta lista y prepara su línea de producción. Entonces se inicia el proceso de fabricación con la primera pieza, generalmente el chasis, en un proceso de provisión y ensamblaje de las partes. Al final de esta línea de producción sale el vehículo listo, cumpliendo todos los parámetros de calidad y por medio de un proceso productivo lo más eficiente posible. Inmediatamente, el automotor es llevado hacia un camión, que va hacia el puerto donde será embarcado, junto con otros vehículos, hasta su lugar de destino. Cuando llega a su puerto de desembarque, otro camión lo espera y lo lleva hasta el concesionario, quien recibe el vehículo y lo “entrega” a su cliente, tal y como este lo solicitó unos días atrás. Así, el proceso de entrega inicia desde que el cliente le manifiesta sus necesidades al concesionario. El valor está definido por la satisfacción del cliente al recibir el producto (al costo pactado, a tiempo y cumpliendo sus pedidos), así como también por el buen comportamiento del automotor durante su vida útil, la atención post-venta del concesionario, que incluye una garantía (por ejemplo, 5 años o 100.000 kilómetros), y bajo los estándares que pudiera exigir la administración del lugar donde circula (emisiones de gases, ruido, vidrios claros, ...). Al cabo de 30 o más años podrá volverse un “clásico”.

El Sistema de Entrega de Proyectos *Lean* busca traducir este concepto a la industria de la construcción. Desde el acercamiento al cliente, mediante las primeras conversaciones

donde este manifiesta lo que quiere obtener (una casa, una fábrica, una carretera, una escuela con ciertas características), junto con las restricciones (el terreno, los fondos, el plazo, ...) y en el que se definen los medios necesarios para alcanzar estos fines (Ballard, 2008). Mediante la obtención sistematizada de esta información se define el proyecto y se inicia el diseño del producto final que se quiere obtener, conjuntamente con el diseño del proceso o metodología constructiva y las ingenierías de detalle. Entonces la obra entra a su “línea de producción” desde que se pone su “primera piedra” hasta su consecución y entrega al cliente. En este proceso productivo el sistema Last Planner será un factor fundamental para que el trabajo se enmarque dentro de un proceso con flujo continuo (minimización de las pérdidas) y que el resultado final sea un producto de calidad (que le dará el valor que el cliente ha solicitado). Así como en la industria automotriz, la línea de producción deberá ser lo más compacta y adaptarse a los gustos de cada cliente, es decir, apenas se termina un trabajo debe entrar la cuadrilla siguiente para realizar la siguiente tarea (Justo-A-Tiempo). Para entregar calidad, se deberá definir estas “asignaciones de calidad” y alistarlas adecuadamente (los 7 flujos indispensables). Para que los trabajos no se crucen unos con otros, las cabezas de las cuadrillas que van a ejecutar las tareas deberán ponerse de acuerdo anticipadamente (reunión de planificación de la producción entre los Últimos Planificadores) en la mejor secuencia. Si durante el proceso constructivo se detecta que alguno de los trabajos tiene defectos deberá detenerse el trabajo (la línea de producción) hasta corregir el desperfecto y seguir adelante. En todo este proceso, difícilmente todo saldrá “a la perfección” desde un inicio, por lo que habrá que monitorear diariamente el flujo para mejorarlo continuamente, lo cual es tarea de todo el equipo del proyecto (en este sentido es fundamental medir el porcentaje de planes completados satisfactoriamente y analizar las raíces de estas causas). Finalmente vendrá la entrega formal al cliente, con la responsabilidad que exija la ley¹⁶ y las garantías propuestas por el constructor a su cliente. Eventualmente, la edificación podrá ser declarada como una obra patrimonial.

La siguiente figura expone las fases generales a las que están expuestos los proyectos de construcción, bajo la propuesta de “Entrega de Proyectos *Lean*”:

¹⁶ En el Ecuador, según el Código Civil (artículo 1937, literal 3), el constructor es responsable de la integridad de la edificación o de sus partes en los diez años subsiguientes a su entrega, debido a problemas que pudieran suscitarse por defectos en la construcción, en los materiales o en el suelo.



Sistema de Entrega de Proyectos Lean¹⁷ (Ballard, 2006)

“La Entrega de Proyectos Integrada alinea colaborativamente las personas, sistemas, procesos de negocios y prácticas con el fin de promover los talentos y puntos de vista de todos los participantes para que puedan optimizar el valor para el cliente (mientras generan un retorno apropiado para los inversionistas), reducir las pérdidas y maximizar la eficiencia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción. Los Proyectos Integrados se llevan a cabo mediante una muy efectiva colaboración entre el cliente, el diseñador líder y el constructor líder tempranamente desde el diseño hasta la terminación y utilizan en todo este proceso un pensamiento Lean.” (Mossman, 2008)

¹⁷ Nótese la similitud con la producción industrial, en donde previo a la fabricación de productos se encuentra la etapa de provisión de insumos. En construcción, la etapa de *Provisión Lean* corresponde a *Alistar las Tareas* y la etapa de *Ensamble Lean* a la *Construcción y Equipamiento*, las mismas que se repiten a lo largo del proyecto. Los cuadros que representan el Control de la Producción y la Estructuración del Trabajo del proyecto no se encuentran en relación directa con este estudio.

5. Conceptos básicos

Existen ciertos términos propios del Last Planner System, así como de las investigaciones en el área de la gestión de la construcción que es importante exponer, definir e integrar. Sea porque son términos utilizados en diversas fuentes bibliográficas, o sea porque usted quiera utilizarlos en su implementación del LPS. Puesto que existe poca bibliografía en español acerca del tema, es posible que otros autores utilicen otros términos en su traducción. Lo importante será comprender los conceptos, para entonces utilizar la terminología que más se acomode al medio de trabajo.

5.1. Hitos, actividades, operaciones y tareas

Glenn Ballard, en su artículo “The Last Planner” explica que la construcción requiere de una planificación elaborada en diferentes etapas del proyecto, por los diferentes niveles de la organización y por diversas personas. A nivel del trabajo específico que debe ser hecho en obra el día de mañana, los planes llevan el nombre de “**asignaciones**” (“assignments”), los cuales son únicos pues se enfocan en la ejecución de **tareas** específicas. Quienes desarrollan estos planes los llamó “Últimos Planificadores” (“Last Planners”).

Por otro lado, la teoría de la *Administración de Operaciones de Construcción* clasifica también los paquetes de trabajo por nombres, según su alcance. Así, a nivel del proyecto se denominan “**actividades**”, mientras que las acciones en terreno se dividen en “**operaciones**”, “**procesos**” y “**tareas**”. Siendo las operaciones aquellas que resultan en la instalación o colocación de elementos de construcción definibles, compuestas por una estructura de tareas, en el que se sigue un proceso de fabricación. Los procesos de trabajo son el conjunto de tareas bajo una secuencia y una estructura tecnológica. Y las tareas son los elementos más básicos de trabajo (Serpell, 2002).

Para la planificación a gran escala – el programa maestro – se vuelve más manejable exponer los paquetes de trabajo en términos de fases, identificando en ellas los hitos más importantes, también llamados acontecimientos clave, que incluyen el inicio y fin de la fase, junto con los hitos intermedios más relevantes (de ser el caso). A nivel de programas de fase exponerlos como actividades, a nivel de preparación de los trabajos como operaciones y a nivel de planes de producción diarios o semanales como tareas. El proceso

de subdividir una actividad en operaciones y una operación en tareas se conoce como “**explotación**”. Un diagrama de flujo del proceso productivo puede ayudar a determinar las tareas que incluye cada operación de construcción y visualizar el proceso constructivo como tal. Estos diagramas se conocen como “First-Run-Studies”, que significa en español “**estudios para la primera corrida**”, es decir, basta con su utilización la primera vez que se va a ejecutar una operación – incluso para optimizarla – pues de ahí en adelante ya se conocerá el procedimiento.

Por ejemplo, en el caso de una edificación el programa maestro incluirá las fases de obras preliminares, movimiento de tierras, muros y cimentación, estructura, mamposterías, acabados y obras exteriores. Los hitos más importantes serán el inicio de las obras preliminares, el inicio de la construcción como tal, el término de los muros, el inicio y final de la cimentación, la fundición de la primera losa, el inicio de mamposterías, la última losa, etc. A su vez, para los programas de fase se explotará cada fase señalada en el programa maestro en actividades, es decir, para la fase de estructura las actividades incluirán columnas, escaleras, rampas y losas, por cada piso. De existir varias interdependencias entre subcontratistas, se incluirán las fechas de entrega de trabajos entre unos y otros. Para la preparación de los trabajos que se vienen en las próximas semanas (planificación intermedia) se explotarán las actividades en operaciones. Por lo tanto, la losa, suponiendo que se trata de una estructura de hormigón armado, se puede explotar en operaciones tales como encofrado, acero de refuerzo, instalaciones sanitarias, eléctricas, entre otras, hormigonado, nivelación y acabado de la losa y curado. Cada operación a su vez puede ser dividida para los planes o asignaciones de trabajo en tareas, así, el acero de refuerzo puede ser explotado en fabricación de estribos, armado de vigas principales, armado de nervios o vigas secundarias, colocación de alzas o “galletas” para asegurar el recubrimiento de las varillas, colocación del refuerzo de contracción de fraguado y temperatura, etc. Para cada actividad pueden intervenir varios subcontratistas o maestros de obra, cada uno con diferentes cuadrillas de trabajo. Para cada operación interviene un solo subcontratista o maestro de obra con sus diferentes cuadrillas o a su vez las mismas en diferentes tiempos. Y para cada tarea interviene una sola cuadrilla, que incluso puede estar compuesta por una sola persona. Las tareas no deben sobrepasar el tiempo de los planes de compromiso (planificación diaria o semanal), es decir deben definirse en plazos de tiempo cortos. Así, para una losa muy grande, el armado de vigas, por ejemplo, se puede asignar a diferentes cuadrillas, ordenándoles a cada una de ellas un paquete de trabajo (tarea), que

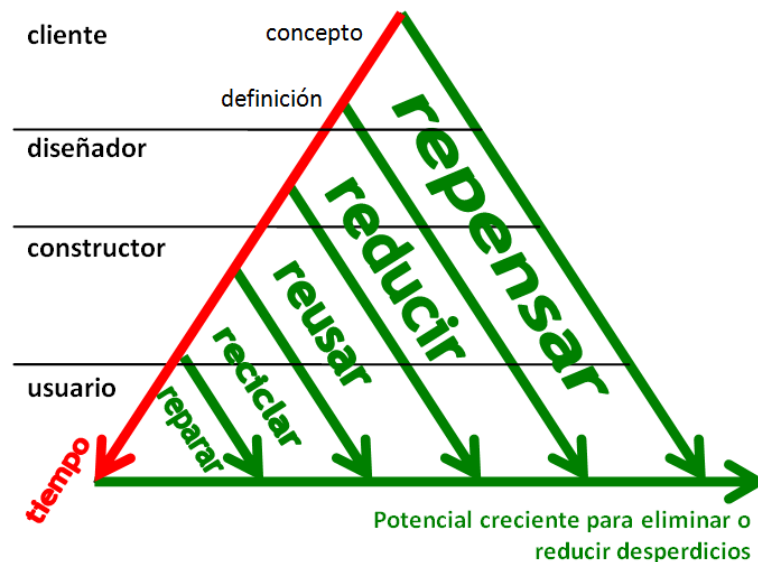
deberán cumplir en el transcurso de la semana. Es importante no olvidar para cada tarea el análisis de sus 7 flujos indispensables para su correcta ejecución.

5.2. Pérdidas y desperdicios

Para conocer las pérdidas se debe primero comprender lo que significa *valor*, el valor del proyecto hacia el usuario final/cliente/dueño, pues las pérdidas son todo aquello que no genera valor (Mossman, 2009). Para Ballard y Howell (1999), las pérdidas están definidas en relación a la búsqueda de la perfección.

En construcción, existen 2 tipos de pérdidas, aquellas inherentes al proceso constructivo – dentro del flujo de trabajo – y aquellas que resultan en desperdicios físicos, como madera, alambre, varilla, masilla de desecho, derrocamientos, escombros, etc. Ambas significan recursos, son costosas y por lo tanto su eliminación se traduce en aumentos en productividad.

A continuación, un cuadro tomado del artículo “Lean and Green” (Mossman, 2010) donde se visualiza el potencial para reducir o eliminar los desperdicios, para los diferentes involucrados en el proyecto.



Taiichi Ohno, uno de los principales mentalizadores en el Sistema de Producción Toyota, propone 9 tipos de pérdidas en el proceso productivo (www.thechangebusiness.com, 2010):

1. Sobreproducción
2. Esperas
3. Transportes
4. Procesamientos
5. Inventarios
6. Movimientos
7. Hacer productos defectuosos
8. No utilizar los talentos de las personas
9. Prácticas de trabajo peligrosas

Todos estos se traducen en esfuerzo y tiempo que puede y debe ser optimizado.

Así, en construcción podemos hablar de **desperdicios** – físicos – y **pérdidas**. Ambos deben ser tomados en cuenta desde el diseño hasta la ejecución de la obra. Para el caso de las pérdidas, se las puede analizar considerando el tiempo dedicado a las labores de la siguiente forma:

- **Tiempos productivos:** Aquellos que agregan valor, que aportan de forma directa a la producción, compuestos por actividades de conversión (Koskela, 1992, Serpell, 2002).
- **Tiempos contributorios:** Aquellos que apoyan al proceso productivo. Algunos de ellos podrán ser eliminados, aunque en general deben ser reducidos. Ejemplos de estos son: transporte de materiales y personal de trabajo, recibir o dar indicaciones, leer planos, actividades de orden y limpieza, descargar materiales, inspecciones, inventarios, re-hacer los trabajos, entre otros.
- **Tiempos improductivos o no contributorios:** esperar a que una cuadrilla termine su trabajo, esperar la llegada de material o de información, comer a deshoras, ir al baño, conversar de temas irrelevantes, etc.

En relación a estos tiempos, según Serpell (2002), en una investigación en proyectos de construcción en Chile, se pudo determinar los siguientes promedios:

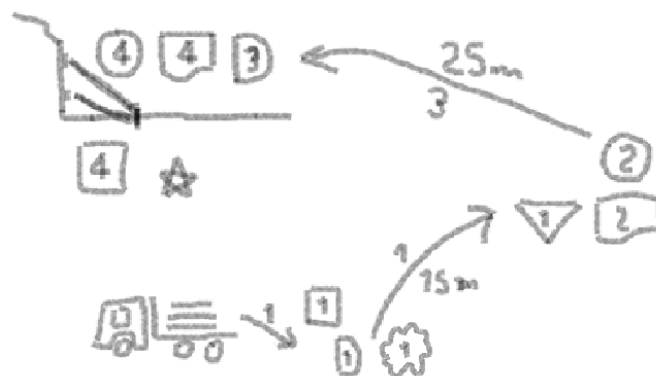


Así, existen diversas formas de reducir o eliminar los tiempos improductivos y contributorios, para lo cual una buena planificación y control de obra genera un aporte considerable. Estándares óptimos de desempeño clasifican a estos tiempos de la siguiente manera (Serpell, 2002):


















Trabajo productivo:	60%
Trabajo contributorio:	25%
Trabajo no contributorio:	15%

Una forma de analizar los procesos de trabajo es mediante un diagrama de flujo, donde se tome en cuenta los diferentes recursos necesarios para una tarea, la movilización de estos, instrucciones, tiempos de esperas, inspecciones y obviamente, los procesos de conversión como tal.

A continuación un ejemplo de un diagrama de flujo, junto con la carta de procesos, para la entibación o apuntalamiento de un talud:



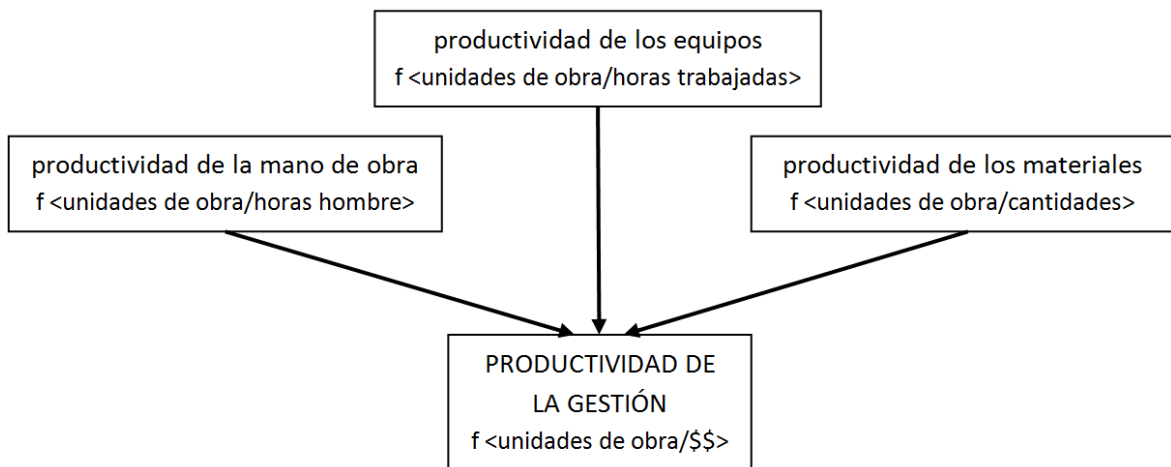
Esquema a mano alzada del flujo de una operación de construcción

Código	Descripción	Tipo de código	Tipo de tiempo
	Inspección y recepción de la madera. Inventario.	Inspección	Tiempo contributorio
	Descarga del camión	Transporte	Tiempo contributorio
	Almacenamiento temporal	Demora o almacenamiento temporal	Tiempo contributorio
	Descanso	tiempo muerto (descanso, ir al baño, comidas, conversa, ...)	Tiempo improductivo
	Transporte hacia el depósito de madera y la sierra eléctrica (15 m)	Transporte	Tiempo contributorio
	Almacenamiento en espacio cubierto	Almacenamiento	Tiempo contributorio
	Revisión hoja de pedido (medidas y cantidades de estacas y cuñas)	Directivas (leer planos, recibir o dar instrucciones, ...)	Tiempo contributorio
	Preparación de estacas y cuñas	Proceso (conversión)	Tiempo productivo
	Inventario de madera sobrante en depósito	Inventario	Tiempo contributorio
	Transporte de madera procesada al lugar de trabajo (25 m)	Transporte	Tiempo contributorio
	Almacenamiento temporal	Demora o almacenamiento temporal	Tiempo contributorio
	Instrucciones diseño de entibación (distribución puntales, espaciam.)	Directivas	Tiempo contributorio
	Apuntalamiento	Proceso (conversión)	Tiempo productivo
	Espera a inspección y visto bueno de trabajos	Espera	Tiempo improductivo
	Inspección de los trabajos	Inspección	Tiempo contributorio
	Se vuelven a apuntalar entibaciones que se muestran riesgosas	Proceso (re-hacer trabajos)	Tiempo contributorio
	Se declara terminada la operación, para que entre la siguiente cuadrilla	Fin de la tarea	Tiempo contributorio

Carta de procesos, en relación al diagrama de flujo expuesto.

5.3. Productividad y Constructibilidad

La productividad es la eficiencia con la que los recursos son administrados para la fabricación de un producto específico, con un estándar de calidad determinado y dentro de un plazo establecido. En este proceso intervienen entonces el logro efectivo de las metas dispuestas y la utilización adecuada de los recursos. Considerando los diferentes recursos que aportan para la ejecución de un trabajo se puede hablar de productividad de la mano de obra, de los materiales, de los equipos y de la gestión, tal como se muestra en la siguiente figura:



Por otra parte, la constructibilidad (en inglés “constructability”) consiste en incorporar la experiencia y conocimientos de los diferentes actores del proyecto desde la fase de conceptualización del mismo, pasando por el diseño, adquisiciones y construcción, con el fin de maximizar la productividad, mediante el análisis de las mejores metodologías constructivas, disposición de instalaciones provisionales, estandarización de elementos, accesibilidad de materiales, selección de personal y equipos, entre otras, con el fin de mejorar la aptitud constructiva de una obra. Este término proviene de las investigaciones del *Construction Industry Institute* (Serpell, 2002).

5.4. Asignaciones de calidad

Como vimos anteriormente, los Últimos Planificadores asignan o dan la orden de ejecución de tareas a sus cuadrillas de trabajo. Por lo tanto, las asignaciones de calidad son los planes de trabajo que han pasado un filtro para recibir esta denominación y entonces, están listas para ser ejecutadas sin interrupciones, una sola vez, bien hechas.

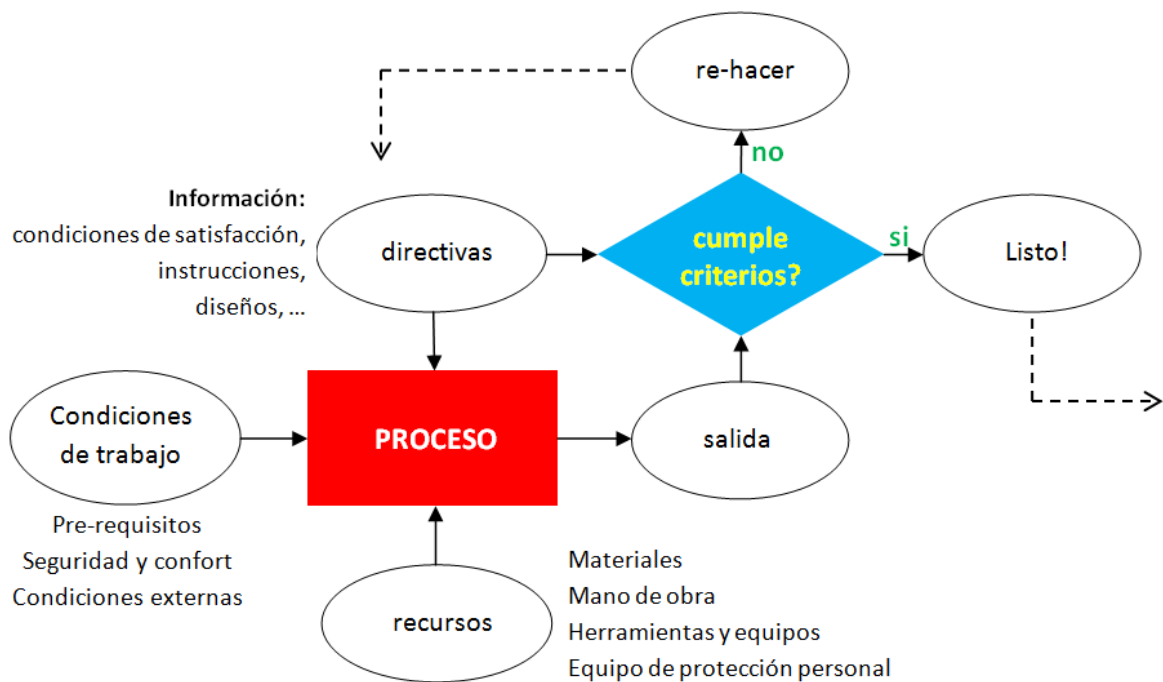
Generar asignaciones de calidad es un equivalente al principio *Jidoka*, en el Sistema de Producción Toyota, en donde las máquinas paran automáticamente la producción cuando detectan anomalías, en el afán de no elaborar productos defectuosos. En construcción, los Últimos Planificadores son quienes “protegen” la elaboración de trabajos defectuosos, siendo el primer paso la generación de asignaciones que tomen en cuenta todo lo que podría salir mal para evitarlo, es decir, preparar todos los elementos para que el trabajo fluya y el producto terminado se enmarque dentro de **Condiciones de Satisfacción** preestablecidas.

Esta **protección** o escudo (en inglés “shield”) busca garantizar la “**estabilidad del flujo de trabajo**”, esto es, que las tareas se ejecuten sin interrupciones y que al momento de terminarse una tarea – satisfactoriamente – la siguiente se encuentre lista para *tomar la posta* del trabajo. Este principio genera aumentos en la productividad, pues disminuye considerablemente los tiempos ociosos dentro del proyecto.

Ballard, en su disertación de doctorado “The Last Planner System of Production Control”, presentada en el año 2000, propone 4 características críticas que debe cumplir una asignación de calidad:

1. **Buena definición.-** Debe definirse en términos del alcance de trabajo que se quiere obtener para la justa preparación de información y recursos, para su coordinación con los demás trabajos y para que al final de un período de tiempo establecido se pueda declarar o no su terminación.
2. **Secuencia correcta.-** Tomando en cuenta prioridades y constructibilidad.
3. **Cantidad justa.-** Según la capacidad de la cuadrilla para elaborar el trabajo. La recomendación es no cargarle a una cuadrilla con una tarea que no es capaz de cumplirla en el período de tiempo dispuesto, sino al contrario, si conocemos el rendimiento típico, darle una extensión adicional de tiempo a la tarea (un 10% más, por ejemplo) para que exista holgura en los compromisos de los Últimos Planificadores.
4. **Practicidad o sensatez.-** (“soundness”) Sería impráctico o poco sensato de parte de los Últimos Planificadores asignar a una cuadrilla una tarea cuando no está lista para iniciarse. El análisis de los 7 flujos críticos o bien, el “Modelo de Definición de Actividades” es una ayuda para garantizar este punto.

La siguiente figura muestra una adaptación al “Modelo de Definición de Actividades” (Ballard, 2000; Mossman, 2009; www.leanconstruction.org, 2010). Las **directivas** son las instrucciones de trabajo de los Últimos Planificadores hacia sus trabajadores (instrucciones verbales, planos constructivos, esquemas, procedimientos operacionales¹⁸, etc.) en función de lo que debe hacerse. Mediante las mismas directivas se determinarán los criterios para evaluar el trabajo terminado y declararlo listo. Es importante entonces determinar las **Condiciones de Satisfacción** de los trabajos terminados, mediante especificaciones técnicas o incluso verbalmente y verificarlas; pues el no detectar errores en los trabajos significaría arrastrar los desperfectos hacia los siguientes trabajos en curso. Las directivas, junto con las condiciones de trabajo y los recursos son las entradas para el proceso de producción, las mismas que van a ser transformadas en una salida, que es el trabajo terminado.



Modelo de Definición de Actividades.

Nótese que estas 3 entradas (directivas, condiciones de trabajo y recursos) abarcan los 7 flujos que se nombraron anteriormente. Entre las condiciones externas se encuentran permisos municipales, permisos del dueño (por medio de la fiscalización, por ejemplo), consentimiento de los vecinos o moradores del lugar, condiciones climáticas adversas, problemas contractuales, entre otros.

¹⁸ Se anexa un formulario y un ejemplo de Procedimientos Operacionales.

Es responsabilidad de los Últimos Planificadores no permitir o permitirse generar planes defectuosos, pues se corre el riesgo de que el trabajo se tenga que parar o recomenzar una o varias veces, no solamente porque alguien externo lo pare, sino porque falte algo. Por el contrario, es perjudicial la adquisición excesiva de materiales, herramientas o equipos, lo cual suele suceder cuando la planificación es demasiado flexible. Malas indicaciones, información defectuosa o una mala secuencia pueden generar la necesidad de re-hacer los trabajos o refaccionarlos. Peor aún sería permitir un espacio de trabajo inseguro, proclive a accidentes o lesiones. Todos estos no solamente se traducen en disminuciones en productividad y gastos, sino que descuadran los trabajos siguientes y la planificación en general.

Ballard y Howell, en su artículo “Shielding Production: An Essential Step in Production Control” (“Protegiendo la Producción: Un Paso Esencial en el Control de la Producción”) dicen que “hacer solamente asignaciones de calidad protege la producción de incertidumbre en el flujo de trabajo y es el primer paso en un proceso de implementación de un sistema de control de la producción para la construcción.”

5.5. Compromisos confiables

Parecería obvio este término, sin embargo, es tan importante dentro del sistema Last Planner que se lo va a exponer de manera más detallada. El termino es redundante, pues si hablamos de un compromiso se sobreentiende que es confiable y de ahí su importancia para una buena planificación y coordinación del trabajo.

Según Fernando Flores (1982) “el gerenciamiento es ese proceso de apertura, escucha y obtención de compromisos, lo cual incluye la preocupación por articular y activar una *red de compromisos*, generados principalmente mediante promesas y pedidos, permitiendo la autonomía de quien ejecuta el trabajo”¹⁹.

Para que la persona que va a encabezar la ejecución de un determinado trabajo (el Último Planificador) se comprometa, debe tener la certeza de poder cumplir aquello a lo que se está comprometiendo, es decir, debe estar en la capacidad de ejecutar el trabajo, debe contar con los medios para hacerlo y finalmente debe conocer las Condiciones de Satisfacción del trabajo terminado. Incluso, debe considerar las eventualidades que

¹⁹ Tomado del artículo “Linguistic Action: Contributing to the Theory of Lean Construction”, por Hal Macomber y Greg Howell (2003).

podieran suceder y qué acciones tomar para solventarlas. Es decir, si algo saliera mal en el proceso, que exista la responsabilidad por solucionarlo (trabajar más allá de las horas establecidas, disponer de otra máquina o herramienta, entre otras). (Macomber y Howell, 2003)

Es fundamental crear una cultura de compromiso. Cada último planificador tiene la responsabilidad de decir “no” cuando no se sienta seguro de poder cumplir. En este sentido es importante la apertura y la escucha por parte de los líderes de la obra. Es perjudicial una actitud mandatoria, que obligue la ejecución de un trabajo por miedo a salirse de lo programado o por miedo a perder autoridad. Por el contrario, debe sembrarse un ambiente de confianza y apoyar el cumplimiento de lo prometido.

Típicamente, los Últimos Planificadores deben manifestar lo siguiente:

“Estoy en capacidad para ejecutarlo.”

“Estimo que me tomará X tiempo.”

“Soy responsable de lo que pudiera pasar.”

“Tengo la certeza de mi compromiso”

De esta forma se concibe a la planificación como promesas (conversaciones y acuerdos) y a la gente como el centro, en una red de compromisos por sacar adelante la entrega del proyecto a tiempo y con el valor requerido.

Este modalidad de “**compromisos colectivos**” genera definitivamente un mayor involucramiento, lo cual se traduce en mejores desempeños y el compromiso por el proyecto en su globalidad. Macomber y Howell (2001) sugieren además que apenas se termine una tarea se **declare su terminación**, para que la siguiente cuadrilla continúe inmediatamente. Así, se genera una presión entre cuadrillas o compañeros de trabajo, lo cual es también un factor favorable (en inglés se conoce como “peer pressure”).

Es importante, cuando sea el caso, reconocer las oportunidades que pudieran surgir para adelantar la entrega del proyecto, en el afán por competir con las propias metas del mismo. Es decir, competir por adelantar el plazo de entrega (entregarle al cliente – la siguiente cuadrilla o el cliente final – el trabajo antes de tiempo), e inclusive competir por la calidad del producto final (superar las Condiciones de Satisfacción con los mismos recursos o cumplirlas con menos recursos).

5.6. Control de la Producción

Glenn Ballard y Gregory Howell – los autores intelectuales del Last Planner – lo definen como un *Sistema de Control de la Producción*, cuyos propósitos son los siguientes²⁰:

- Control sobre las unidades de producción
- Control del flujo de trabajo
- Programación colaborativa

En general, se entiende por planificación al proceso mediante el cual se desarrollan los planes que dan como resultado el cronograma y el presupuesto del proyecto. El control se refiere a todo lo que le sigue, es decir, controlar la variabilidad de los planes, en relación a tiempo y costo. En el sistema Last Planner el concepto de control cambia: de “monitorear resultados” a “hacer que las cosas pasen”, a prever todo lo necesario para que se cumplan las metas del proyecto.

Bajo este precepto, el “controlar el flujo de trabajo” se refiere a crear una secuencia de trabajo ininterrumpido, para lo cual todos los requerimientos necesarios deben estar listos oportunamente. Por otro lado, el “control sobre las unidades de producción” se da mediante el análisis sistemático de lo que “DEBE hacerse” – definido por lo que consta en la programación – y lo que verdaderamente “PUEDE hacerse” – según las condiciones reales en obra (Ballard, 2000).

Por lo tanto, la programación de cada fase se da mediante la ejecución colaborativa del camino que se viene durante el próximo tiempo (programa de fase) – desarrollado por los mismos involucrados en esta sección del proyecto – a partir de las metas dispuestas en el programa maestro. Dentro del *control del flujo de trabajo* está el proceso de preparación de las tareas que se vienen en las próximas semanas, bajo la secuencia más apropiada. Y dentro del *control de la unidades de producción* está la medición del cumplimiento de las tareas asignadas, previa elaboración de un plan de trabajo para los próximos días en el que se tomen en cuenta solamente asignaciones de calidad. Las **unidades de producción** son las personas o cuadrillas que ejecutan los trabajos.

²⁰ En un inicio, el Last Planner buscaba el control sobre las unidades de producción, posteriormente se interesó por el control sobre el flujo de trabajo y finalmente incluyó la preparación de un programa colaborativo que involucre cada fase del proyecto.

6. Componentes del sistema Last planner

Según Ballard (2006), el LPS es un sistema de gerenciamiento definido por reglas y componentes, cada uno de ellos con diferentes trabajos por hacer. Para Mossman (2008), es un sistema para manejar colaborativamente la red de relaciones y conversaciones necesarias para la coordinación del programa, la planificación de la producción y la entrega del proyecto. Para Macomber y Howell (2001) se trata de articular y activar una rutina de conversaciones que llevan a compromisos, en busca de mejorar la fiabilidad del flujo de trabajo. Según la COAA²¹, es un proceso colaborativo de organización y despacho de todos los elementos necesarios – antes de que empiece el trabajo – para permitir a los obreros generar un trabajo de calidad de una manera efectiva, eficiente y segura.

Alan Mossman (2010), resume los principales componentes del sistema Last Planner de la siguiente manera:

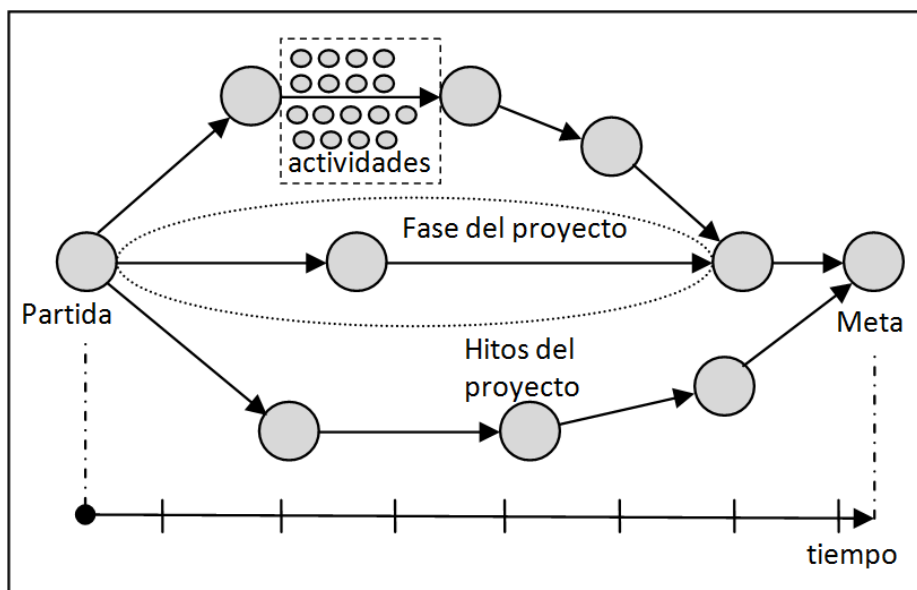


²¹ Tomado de la presentación de Alan Mossman "Short-term Planning! for reliable project management" (2008), disponible en Internet (www.thechangebusiness.co.uk)

6.1. El Programa Maestro

Para los proyectos de construcción resulta indispensable contar con un plan que resuma el proyecto en su globalidad, reflejando la metodología constructiva o camino que se va a seguir desde que se inicie la obra hasta su entrega. En este mapa del proyecto deben estar reflejados los principales hitos del mismo en una línea de tiempo que demuestre los plazos de entrega parciales y totales.

La sugerencia es subdividir al proyecto en paquetes de actividades (fases) y definir los hitos o acontecimientos claves, que se deben cumplir durante el desarrollo del proyecto, y que servirán a su vez como puntos de referencia o de control del mismo. Así, cada hito tendrá una fecha de cumplimiento establecida. La siguiente figura muestra la representación gráfica de la red de hitos de un proyecto (Alarcón y Serpell, 2003):



El programa maestro se lo hace al inicio o cerca del inicio de la construcción. Además de servir como base para elaborar programas más detallados que van a servir para la ejecución de los trabajos, sirve como herramienta de comunicación, coordinación e inclusive para términos del flujo de dinero. (Ballard, 1997).

El *Lean Construction Institute* (White Paper # 5, 1999) propone organizar el proceso constructivo en un diagrama de flujo en una línea de tiempo que cumpla con los siguientes propósitos:

- Demostrar la factibilidad de consecución de los trabajos en el tiempo disponible.
- Desarrollar y demostrar estrategias de ejecución.
- Determinar ítems que requieran anticipaciones tempranas.
- Identificar fechas límite de entrega para clientes o accionistas.

Según Alarcón y Campero (2003) el programa maestro “debe ser desarrollado con información que represente la verdadera capacidad que posea la empresa en obra”.

El programa maestro es desarrollado por las cabezas del proyecto – o por profesionales especializados – es decir, por los *primeros planificadores*. Muchos de ellos consultarán con los miembros del equipo del proyecto los plazos necesarios dentro de cada fase, sin embargo, a este nivel de planes todavía existe incertidumbre en el desenvolvimiento de la obra, por lo que se debe dejar holgura para garantizar la(s) entrega(s) a tiempo (Mossman, 2009).

El sistema Last Planner requiere de un programa maestro que subdivida al proyecto en fases. La planificación de cada fase será abordada con mayor detalle en el momento oportuno, también denominado “el Último Momento de Responsabilidad” (Ballard y Howell, 2003).

Es importante determinar el alcance de los planes. Según la teoría Justo-A-Tiempo, se trata de hacer lo justo, en el momento justo y con los recursos justos, lo cual se aplica también a la planificación.

Los primeros planificadores deberán además determinar las condiciones más favorables y desfavorables a las que se pueda enfrentar el proyecto: las más desfavorables para no fallar en la(s) fecha(s) de entrega y las más favorables para elaborar el flujo de caja y contar con el capital necesario para ejecutar la obra, en el caso de que el proyecto se ejecute de la manera más óptima.

6.2. Los Programas de Fase

Del programa de fase en adelante la planificación se hace a nivel de Últimos Planificadores, que son las cabezas en la ejecución del trabajo en obra: superintendente de obra, ingenieros residentes, subcontratistas, maestros de obra, especialistas en las diferentes ramas, encargados de la logística, entre otros. Los primeros planificadores y

diseñadores líderes del proyecto pueden también intervenir, especialmente en este primer proceso de explotar el programa maestro hacia un programa más detallado.

Según Ballard (2000), el propósito del programa de fase es *“producir un plan para completar una fase de trabajo que maximice la generación de valor y uno que todos los involucrados comprendan y apoyen; producir un plan desde el cual las actividades programadas sean expuestas en el proceso de preparación para ser explotadas a nivel de operaciones y sean alistadas para volverse asignaciones en los planes de trabajo semanal.”*

Este proceso de programación colaborativa se lo hace justo antes de que las primeras asignaciones de la fase deban ser preparadas, para lo cual deben estar ya contratados todos los involucrados y definidas las Condiciones de Satisfacción. Cuando nos referimos al “Último Momento de Responsabilidad” quiere decir el punto a partir del cual ya no existe suficiente tiempo para cambiar de alternativa. Según la filosofía *Lean*, se trata de ejecutar únicamente el trabajo que libera o pone en marcha a otros trabajos. Así, para la ejecución de los planes se comienza por el punto final de entrega de la fase hacia atrás, hacia el inicio de la misma. De esta forma, todas las tareas hasta concluir la fase elaboradas por una cuadrilla entregarán trabajo a la siguiente, inmediatamente terminen su trabajo (Ballard y Howell, 2003).

El programa de fase se lo ejecuta con el conocimiento del terreno, de las condiciones reales, de la maquinaria y equipo disponible, y con la presencia de los involucrados, quienes se comprometen con las metas del programa maestro y con la programación que ellos mismos están preparando. Cuando todos los actores principales están presentes es posible discutir tempranamente interdependencias críticas y buscar las mejores soluciones, acordar las mejores prácticas y la mejor secuencia, discutir criterios de constructibilidad o descubrir incongruencias en los diseños (Mossman, 2009).

En este proceso es fundamental la colaboración y el trabajo en equipo. Este taller busca que los ejecutores del proyecto se conozcan, conozcan a fondo el proyecto y se comprometan a sacarlo adelante juntos. El primer compromiso y el más importante se genera en este punto. Los compromisos siguientes, cada vez más concretos, serán fruto de este compromiso inicial con el proyecto. Una vez que se termina el programa de fase y todos están de acuerdo, este plan adquiere el carácter de un contrato, que no podrá ser

modificado sino bajo tres condiciones, según nos propone Glenn Ballard (2000) en su artículo “Phase Scheduling”:

- 1) Que se cambie el contrato principal.
- 2) Que uno de los involucrados venga después con una mejor idea y que todos los miembros del equipo la acepten. Nótese que este caso puede ocasionar cambios en el flujo de caja.
- 3) Por razones que involucren la “protección” de las asignaciones, es decir, que al momento de prepararse las tareas no exista la confianza para alistarlas adecuadamente e iniciarlas en el momento acordado, y por lo tanto deban posponerse.

Otro factor determinante en la elaboración del programa de fase es generar holgura, lo cual es un concepto que rige al Last Planner System. Toyota (2010) hace referencia a que “no se puede poner más agua de la que cabe en una taza. Para tener más agua, usted necesita más tazas.” En el caso del programa de fase, para su preparación se debe tomar en cuenta primeramente el caso ideal, en el que todo va a salir perfecto y a ese panorama añadirle una brecha. Es decir, tampoco servir agua en una taza hasta el tope, pues podría regarse. Para Ballard (2000), resulta indispensable **“generar, cuantificar y ubicar deliberadamente y públicamente las contingencias del programa.”**

Así, el procedimiento para la ejecución del programa de fase se describe a continuación (a partir de Ballard y Howell, 2003):

1. Definir la fase (explotación de la fase señalada en el programa maestro en actividades).
2. Establecer la fecha de entrega de la fase, así como de los hitos importantes dentro de la misma. Verificar el estado de entrega de la fase dependiente (la anterior) y el inicio de la(s) siguiente(s).
3. Desarrollar la red de actividades requeridas para completar la fase (comenzando por la fecha de término hacia el inicio de la fase).
4. Estimar la duración de cada actividad (en este punto se toma en cuenta el rendimiento típico de las actividades, sin añadirles holgura).
5. Re-examinar la lógica de la red, con el fin de intentar reducir los tiempos.
6. Determinar el inicio de la fase más temprano y práctico.

7. Destinar holguras. Para esto se debe comparar el programa ideal con lo dispuesto en el programa maestro y calcular el tiempo restante. Entonces se procederá de la siguiente manera:
 - a. Tomar en cuenta las actividades más frágiles, es decir, cuya incertidumbre sea mayor.
 - b. Ordenarlas según su incertidumbre.
 - c. Definir una holgura para cada actividad – en relación con su incertidumbre – utilizando el tiempo extra con el que cuente la fase. Utilizar una parte de esta brecha para darle una holgura a toda la fase.
8. Revisión. ¿Están todos de acuerdo con el programa? ¿Están todos de acuerdo con las holguras consideradas para cumplir con las metas señaladas? De no ser así, re-planificar la fase o bien, correr la fecha de entrega según lo necesario y lo posible. De existir tiempo de sobra, es decir, si las holguras están muy amplias, se puede apresurar la fase, definiéndose la nueva fecha de entrega o incluso, retrasar su inicio.
9. Compromiso.

El caso más crítico resulta cuando lo planificado por los Últimos Planificadores está por encima del programa maestro. En ese caso se puede: o bien apostar a reducir los tiempos en las siguientes fases, o bien destinar recursos adicionales para completar la fase actual a tiempo; lo cual también deberá definirse en este punto. La colaboración, el trabajo en equipo, la negociación, un ambiente de confianza son fundamentales para generar un programa sensato. Se trata de que cada integrante comprenda su rol en el proyecto y que se genere un compromiso colectivo por el mismo (Macomber y Howell, 2003).

No confundir el concepto de trabajar con holgura y el de eliminar las pérdidas. Al generar una brecha entre lo ideal y lo que estimamos práctico no se está introduciendo pérdidas, sino mas bien generando un ambiente de trabajo que nos dé la posibilidad de cumplir nuestros compromisos “sin ponernos la soga el cuello”. No debemos olvidarnos mantener la búsqueda por “alcanzar la perfección”, en este caso acercarnos al programa ideal, aprovechar las oportunidades que pudieran presentarse en el camino y mas bien, superar las expectativas del proyecto y de la fase.

Para el caso de proyectos atrasados, resulta muy favorable hacer una programación colaborativa por fases, en la que se estudien las mejores alternativas y en la que todos

aporten con su experiencia e ideas. Los resultados que se obtienen son muy beneficiosos; incluso resulta en una oportunidad para buscar las formas de optimizar recursos (generar continuidad en la utilización de maquinaria y equipo rentado, por ejemplo), o de analizar si la organización prevista es la adecuada (personal técnico, administrativo y de obra).

6.3. Planificación Intermedia

Alarcón y Campero (2003) han definido a este proceso de preparación de los trabajos o de controlar el flujo de trabajo como “planificación Intermedia”, pues se encuentra entre la planificación a largo plazo (programa maestro y programas de fase) y la planificación a corto plazo (plan de producción semanal).

No se trata únicamente de alistar las asignaciones para las próximas semanas, sino de generar las condiciones necesarias para que el trabajo fluya, de una unidad de producción a la siguiente. Incluso si algo falla se puede cambiar fácilmente el rumbo e iniciar actividades que no estaban en el programa, pero que sin embargo están listas para empezarse.

El proceso de preparación (en inglés “lookahead”, que significa “mirar hacia adelante”) comprende el mirar en el programa de fase lo que se viene en las próximas semanas para definir la logística que permitirá la mayor generación de valor para el proyecto.

Entre las funciones de la Planificación Intermedia se destacan las siguientes:

- Descomponer el programa de fase en operaciones.
- Desarrollar métodos detallados de trabajo, de ser necesario.
- Revisar y juntar el flujo de trabajo con la capacidad.
- Preparar las asignaciones, manteniendo siempre un inventario de trabajo ejecutable.
- Actualizar el programa de fase, de ser del caso.

Cuando hablamos de juntar el flujo de trabajo con la capacidad significa hacer un balance entre la cantidad de trabajo que debemos hacer (carga) y la capacidad real prevista en obra, bajo los rendimientos normales de la mano de obra y equipos disponibles. Esta acción ya se hizo en el programa de fase, sin embargo, deberá revisarse en la planificación intermedia y finalmente en la elaboración del plan de producción.

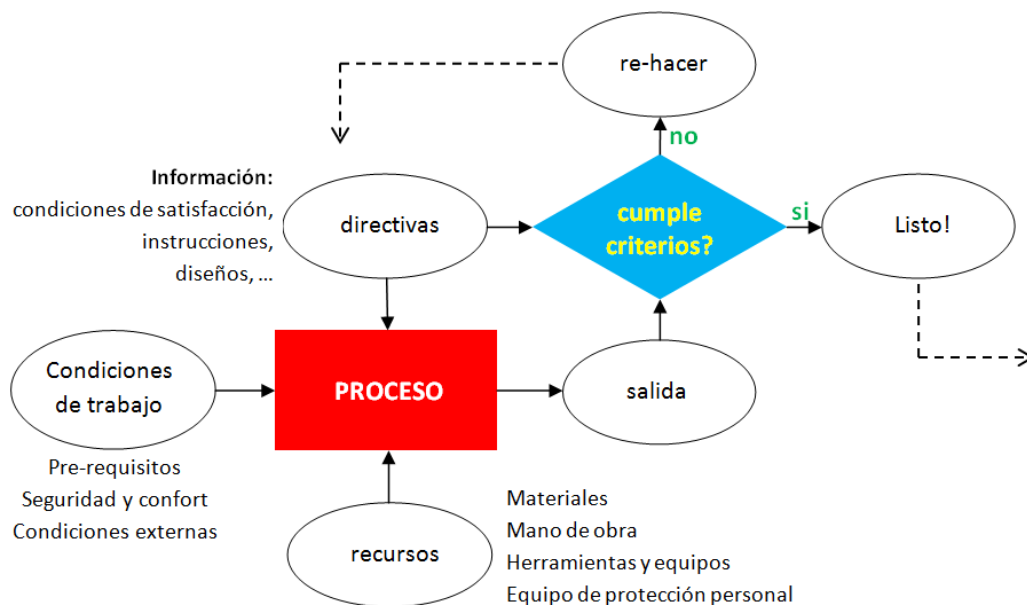
6.3.1. Ventana de la Planificación Intermedia o “ventana lookahead”

Comprende el panorama de la próxima semana y de las siguientes 3 o 4 o más semanas, según lo dispuesto en el programa de fase. Esta ventana debe actualizarse semana a semana, incluyendo cada vez nuevas operaciones y actualizando el estado de las más próximas. Es importante definir con qué anticipación se van a alistar los trabajos, lo que dependerá de las condiciones en obra y de cada fase, así como de la facilidad para obtener todos los recursos necesarios para cada tarea (información, materiales, equipos, mano de obra especializada, permisos, etc.). Esta ventana puede abarcar entre 3 a 12 semanas, aunque usualmente se enmarca entre 4 y 8 semanas. Cualquier actividad que requiera de un mayor tiempo al escogido para la ventana “lookahead” deberá resaltarse en el programa de fase, para su preparación anticipada.

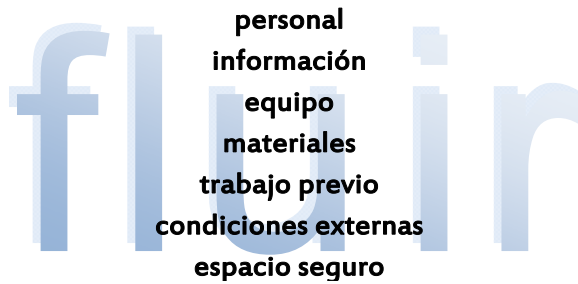
6.3.2. Definición de las asignaciones de calidad

El siguiente paso es definir el trabajo que deberá alistarse para generar lo que definimos como *asignaciones de calidad*. Recordemos que las asignaciones de calidad son los planes de trabajo justos que permiten el correcto desenvolvimiento de las tareas, de inicio a fin, sin interrupciones y bajo las *Condiciones de Satisfacción* preestablecidas.

Se recomienda utilizar el Modelo de Definición de Asignaciones, o bien los 7 componentes indispensables para que el trabajo fluya, propuesto por Koskela:



Modelo de definición de asignaciones



Siete requerimientos indispensables (Koskela)

1. **Personal:** Es el principal recurso. Comprende no solamente obreros (mano de obra), sino también quien va a dar las instrucciones, quien va a inspeccionar los trabajos, quien va a declarar completado el trabajo para que ingrese la siguiente cuadrilla, quien deba medir el trabajo y elaborar la planilla de pagos, entre otros. Se deberá tomar en cuenta los implementos básicos que cada persona debe llevar consigo (casco, guantes, gafas de seguridad, botas, protectores auditivos, mascarilla, chaleco reflectivo, etc.)
2. **Información o directivas:** Planos claros, actualizados, con toda la información requerida, detalles constructivos, especificaciones técnicas, tolerancias, procedimientos operacionales. Incluso basta con dar buenas instrucciones y opcionalmente incluir una hoja pequeña con un dibujo a mano alzada. Lo importante es tener claros los criterios del trabajo terminado que se quiere obtener.
3. **Materiales:** Lo justo, lo práctico, con un rango aceptable. Analizar el recorrido de estos desde que ingresan a obra, con el fin de reducir las pérdidas en su transporte.
4. **Herramientas y equipos:** Maquinaria, herramientas para cada trabajo, equipos en buenas condiciones. Disponer de energía eléctrica, combustibles, aire a presión, es decir, todo lo necesario para la ejecución del proceso de trabajo.
5. **Pre-requisitos:** O trabajos previos terminados a gusto del cliente (externo e interno), o sea, de la siguiente cuadrilla en la línea de producción y de la administración de obra.
6. **Espacio seguro y confortable:** Que forman parte de la seguridad industrial y salud ocupacional de la obra. El que el obrero se encuentre confortable en la ejecución de su trabajo no solamente evitará lesiones, sino que aportará a un mejor rendimiento y calidad en sus tareas.
7. **Condiciones externas:** Todo aquello que podría interrumpir los trabajos, desde distracciones visuales, condiciones climáticas adversas hasta sistemas de pago

deficientes o la visita de un inspector municipal que pudiera clausurar la obra por completo. Todas estas pueden ser reducidas en su incidencia (proveer botas y ponchos de agua, por dar un ejemplo) o evitadas.

8. **Otras:** En función de las exigencias de cada proyecto.

Si juntamos la ventana de planificación intermedia con los elementos necesarios para que el trabajo fluya, también conocidos como “restricciones” y asignamos responsables para la liberación de estas restricciones, entonces el resultado será el siguiente:

VENTANA DE PLANIFICACIÓN INTERMEDIA																																			
Proyecto: NAIQ		Responsables:		Santiago (Personal)																															
Fase: Estructura PTB				Renato (Directivas, coordinación entrega y recepción)																															
Semana: 17				Christian (Materiales, encofrados, herramientas, equipos)																															
Subcontratista: JVV (hormigones)				Daniel (Topografía)																															
Preparado por/fecha: Verónica				Gissela (Seguridad industrial y salud ocupacional)																															
Fecha de preparación: 29-octubre-2008				Juan (Condiciones externas)																															
Operaciones	Respons.	NOVIEMBRE																						Personal	Directivas	Materiales, encofrados	Herram. y equipos	Topografía	Seguridad industrial y salud ocupacional	trabajos previos	Condiciones externas	TODO LISTO?			
		SEMANA 17							SEMANA 18							SEMANA 19																			
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22													
L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D	L	M	Mi	J	V	S	D															
Apuntalamiento losa L2-1	JVV			X	X																				si	si	si	si	si	si	si	si	si	ok!	
Encofrado losa L2-1	JVV					X	X			X	X	X														si	si	si	si	si	si	si	si	si	ok!
Armado vigas losa L2-1	BB									X	X	X	X	X																					
Armado losas L2-1	BB											X	X		X	X																			
Maestras de función losa L2-1	JVV																									no	no	si	si	si	si	no	si	no	
Fundición losa L2-1	JVV																									si	si	no	si	-	no	no	si	no	
Alisado de pisos losa L2-1	JVV																									si	no	-	si	no	si	no	no	no	
Curado losa L2-1	JVV																										no	si	si	no	-	si	no	si	no
Armado cols. Eje F 5 a 12	BB			X																															
Encofrado cols. Eje F 5 a 12	JVV					X																				si	si	si	si	si	si	si	si	si	ok!
Fundición cols. F 5 a 12	JVV						X																			si	si	si	si	si	no	no	si	no	
Columnas-Ménsulas ejes J y K, 3 a 7	JVV																									si	no	no	si	no	no	no	no	no	

Esta ventana deberá actualizarse semanalmente, mientras avanza la preparación de las asignaciones y mientras avanza el trabajo, pues cada vez habrá que introducir las nuevas operaciones que se vienen y aquellas que necesitan un mayor tiempo de preparación al señalado en esta ventana.

Una regla importante en la planificación intermedia es garantizar la preparación de las asignaciones a tiempo, es decir, si al momento de ingresar una operación dentro de la ventana de planificación intermedia o mientras esta se acerca a su fecha de ejecución se nota que no va a estar lista para la fecha planificada, entonces habrá que correr su fecha de inicio (Ballard, 2000).

Según Mossman (2009), “Las malas noticias dan buena información. Las malas noticias a tiempo, son inclusive mejores”.

6.3.3. Reunión para la preparación de las asignaciones y el flujo de trabajo

Para que el sistema Last Planner funcione se necesita una persona que prepare los formularios y toda la información para llevar adelante las reuniones – o 5 conversaciones claves que se nombraron anteriormente – de manera eficiente y ágil. Para esta reunión es fundamental contar con la ventana de planificación intermedia y el estado de las restricciones actualizados. Esta reunión se llevará a cabo típicamente una vez a la semana e incluirá a todos los responsables para liberar las restricciones. El primer paso será revisar las operaciones ingresadas y el balance entre carga y capacidad, se definirá el trabajo necesario para liberarlas y finalmente, se revisará el avance de las operaciones que están más próximas. De existir cambios en el flujo de trabajo (secuencia y/o tiempos) o en las fechas de inicio de los trabajos se deberá notificar a las personas afectadas. De requerirse cambios significativos en el programa de fase, se deberá comunicar a todo el equipo involucrado. En esta reunión se define además las asignaciones que están listas y que pueden ser parte de la propuesta del plan de producción (Mossman, 2009). Alarcón y Campero (2003) definen esta lista de asignaciones de calidad listas como **Inventario de Trabajo Ejecutable**.

La planificación intermedia es la clave para mejorar el porcentaje de asignaciones completadas satisfactoriamente y a tiempo, que como dijimos anteriormente, es un factor fundamental que se debe medir semana a semana, tanto para mejorar la planificación, como para mejorar la productividad, reducir accidentes de trabajo, entre otros (Ballard, 1997).

En esta reunión, debe existir también el compromiso de parte de los responsables de alistar las operaciones. Una buena relación con los proveedores o personas de las que dependen los 7 flujos críticos es clave. Según Alarcón y Campero (2003) se debe confirmar el tiempo de respuesta y pedir certeza en el compromiso de entrega (materiales, equipos, diseños, permisos).

6.4. Plan de producción

El siguiente componente en el sistema Last Planner es el plan de trabajo en obra para los próximos días, que generalmente se lo hace semana a semana y abarca todas las tareas, su secuencia y las cuadrillas que lo van a ejecutar. La propuesta del plan es preparada por cada Último Planificador, quien la entrega al coordinador de la planificación en vísperas de

la Reunión de Planificación de la Producción, para que este prepare la propuesta del plan, la cual será discutida y acordada por todos durante la reunión.

A partir de la lista de tareas que “pueden” entrar a producción y de las tareas que no fueron completadas la semana anterior, se elabora la propuesta del plan de producción. Las asignaciones a las que les falte cosas muy pequeñas de liberar, pero que sin embargo exista la certeza de liberarlas a tiempo, entran también a esta lista o Inventario de Trabajo Ejecutable (Mossman, 2009). Lo importante es “proteger” el plan, permitiendo únicamente a las asignaciones que cumplan los criterios de calidad entrar a producción, esto es, como se nombró anteriormente: buena definición (qué tarea específicamente, quiénes la ejecutan, con qué recursos, inicio, término, ...), secuencia correcta, cantidad justa (balancear carga y capacidad) y practicidad (todo listo para que se inicie a tiempo y sin interrupciones).

El balance final de carga y capacidad se lo hace en este punto con el fin de garantizar un proceso de trabajo con flujo continuo. Estos ajustes se hacen o bien, cambiando la intensidad de trabajo (carga) para que cumplan la capacidad estimada en obra o bien, alterando la capacidad con la que se cuenta para cumplir la carga de trabajo por entregar, o más comúnmente una combinación de ambas. Lo típico, sin embargo, será adaptar la carga de trabajo a la cantidad de trabajadores o equipo con que se cuenta, aunque para proyectos en apuros tenga que ser lo contrario, según nos comenta Glenn Ballard (2000).

6.4.1. Reunión de planificación de la Producción

A ella asisten todos los Últimos Planificadores, se realiza una vez a la semana (aunque en muchos casos es más frecuente) y en ella se acuerdan las tareas para los próximos días, con las fechas de entrega entre cuadrillas; especialmente entre distintos subcontractistas o maestros de obra.

Frecuentemente se hacen las siguientes preguntas:

“¿Cómo nos fue la semana anterior?”

“¿Cómo nos está yendo esta?”

“¿Cuáles son las prioridades para la próxima semana?”

“¿Cuál es la propuesta para la siguiente semana?”

“¿Quién va a ejecutar esta tarea?”

Este es el momento preciso para explorar interdependencias entre las propuestas – conflictos de acceso, espacio, recursos o equipo compartido, entre otras – y negociarlas. Nada está acordado hasta el último momento acordable, que es la *Reunión de Planificación de la Producción*. En esta, los líderes en la ejecución de los trabajos se comprometen con las fechas y horas de entrega. Los planes de producción fallan normalmente cuando las personas se comprometen en algo que no están dispuestos a cumplir o bien, no manejan holgura en sus predicciones. Este fenómeno se debe evitar a toda costa, pues el objetivo del sistema Last Planner es formar Últimos Planificadores de compromiso, “de palabra”. Por esa misma razón es tan importante el concepto de asignaciones de calidad, que se cumple únicamente con un buen equipo de preparación de las operaciones, quien debe estar también presente en la reunión.

“Decimos lo que vamos a hacer, al menos semana a semana. Nuestros proveedores dicen lo mismo. Los demás cuentan con nosotros. Nosotros contamos con los demás. No hay presión ciega en la producción y hay un compromiso por aprender y mejorar, por lo tanto no hay razón para conciliar los hechos y buscar excusas para revelarlos.” (Ballard y Howell, 1997)

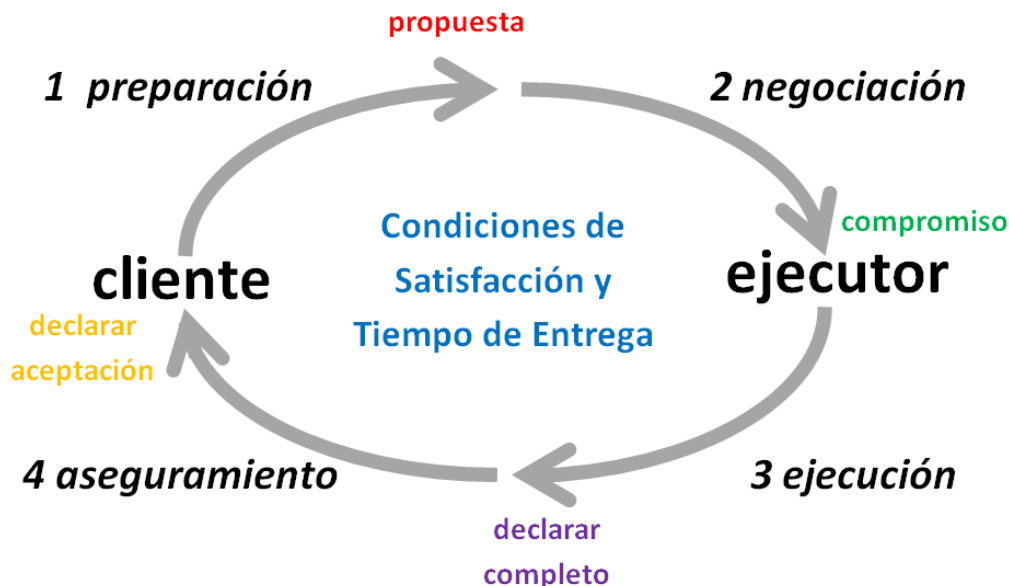
6.5. Seguimiento de la producción

Como se nombró previamente, el control sobre las unidades de producción consiste en “hacer que las cosas pasen”. Una vez definido el plan de trabajo semanal o “plan de compromiso” se debe monitorear el avance de los trabajos y además, apoyar su cumplimiento a tiempo y bajo las Condiciones de Satisfacción. Después de todo el proceso riguroso de planificación anterior, las eventualidades que pudieran surgir se sobreentiende que no serán mayores, sin embargo, estarán siempre presentes.

Cada último planificador debe contar con el plan de producción, al que se le añaden 3 columnas: una para el visto bueno, cuando todo ha salido bien, otra donde se anoten las razones de no cumplimiento típicas y otra donde se anoten los detalles del no cumplimiento satisfactorio.

El seguimiento consiste en un recorrido diario por toda la obra y la inspección de cada tarea terminada, para lo cual se recalca la importancia de que se manifieste la terminación de cada tarea.

El siguiente diagrama, presentado por Flores en 1982, representa el *flujo de compromisos de trabajo* o lo que él lo llamó “Estructura Atómica de los Compromisos” (Macomber y Howell, 2003):



Si adaptamos este modelo al sistema Last Planner, la *preparación* correspondería a la *propuesta* del plan desarrollada por el Último Planificador (subcontratista/maestro de obra), en coordinación con lo que DEBE hacerse – a partir de la planificación Intermedia o del programa de fase – y lo que PUEDE hacerse – a partir del Inventario de Trabajo Ejecutable. En la reunión de planificación se *negocia* este pedido y en ella los Últimos Planificadores se *comprometen* a la entrega de los trabajos (tareas) bajo las Condiciones de Satisfacción y fechas de entrega establecidas. Cada vez que se termina la *ejecución* de una tarea el último planificador *declara terminado* su trabajo para que sea revisado y se *asegure* la calidad entregada por parte de quienes tengan por responsabilidad la inspección y *aprobación* de los trabajos.

6.6. Medición, aprendizaje y mejoramiento continuo

Representa un pilar fundamental en el sistema Last Planner. Involucra mejorar en planificación, en asignaciones, en compromisos, en trabajo en equipo, en seguridad industrial, en productividad, en calidad, en organización, en reducir las pérdidas, en agregar valor, en perfección.

Las primeras publicaciones del LPS estuvieron enfocadas exclusivamente a ello: elaborar asignaciones de calidad y medir el cumplimiento de estas asignaciones para mejorarlas

cada vez (Ballard, 1994). Para medir la fiabilidad de los planes surgió entonces el Porcentaje de Asignaciones Completadas, PAC, también conocido por otros autores como PPC (Porcentaje de Planes Completados o Porcentaje de Promesas Cumplidas), que va de la mano de otro factor indispensable: las Razones de No Cumplimiento (RNC). Se declara a una asignación como “completada satisfactoriamente” cuando ha sido entregada a tiempo (la fecha indicada y la hora, opcionalmente), según lo dispuesto en el plan de producción semanal, y bajo las Condiciones de Satisfacción establecidas. Por lo tanto, el PPC controla la variabilidad entre lo planeado y lo ejecutado, tomando en cuenta que lo planeado se enmarca dentro de un proceso con flujo continuo y considera la calidad de los trabajos. Es decir, el PPC es útil en nuestra búsqueda por reducir las pérdidas y agregar valor al proyecto. Entonces, tiene sentido llevar este registro que nos llevará tiempo y esfuerzo.

Existirá un sinnúmero de razones por las cuales puedan fallar los planes, para lo cual se debe hacer una clasificación de Razones de No Cumplimiento. Las raíces de estas causas, en el sistema Last Planner, básicamente son las siguientes:

- Falsa **liberación de restricciones**. Es decir, dejar que asignaciones que no están listas ingresen al Inventario de Trabajos Ejecutables.
- **Asignaciones** o planes que no cumplen los criterios **de calidad**, esto es, definición, secuencia, cantidad justa y practicidad. Por ejemplo, una mala definición es no tomar en cuenta tareas en el proceso constructivo; no estimar adecuadamente la cantidad justa es asignarle más trabajo a una cuadrilla de lo que puede rendir en el tiempo previsto (o asignarle menos trabajo, lo que significa tiempos ociosos) y en el caso de la practicidad o sensatez se refiere a una mala previsión de los 7 flujos críticos.
- Mala coordinación de los **recursos compartidos**.
- Cambios de última hora en las **prioridades**.
- Errores provenientes de los **diseños principales** o cambios en los mismos.

Mientras se reduce la repetición de los problemas que llevan a que los trabajos no se completen satisfactoriamente, aumentará el PPC, lo cual se traduce en incrementos en productividad, calidad, tiempos de entrega, seguridad y otros aspectos dentro del proyecto (Ballard, 1994). Según investigaciones, un PPC por el orden del 70% (o mayor) revela una buena planificación y se traduce en buenos estándares de productividad (Ballard, 2000).

Las razones de no cumplimiento pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. DIRECTIVAS
 - Indefinición en las Condiciones de Satisfacción, tolerancias, etc.
 - Diseños defectuosos (no claros, no completos, ...)
 - Cambios de última hora en los diseños
 - Malas instrucciones de trabajo
2. PERSONAL
 - Ausencias
 - Intermittencias o pausas no programadas: estibaje, comidas, distracciones.
 - Bajos rendimientos
 - Mala ejecución, que ocasiona re-trabajos
3. MATERIALES
 - Mala estimación de materiales
 - Materiales defectuosos
 - Problemas con proveedores
4. HERRAMIENTAS/EQUIPOS
 - En malas condiciones
 - Mala estimación (no prever el equipo o herramienta justa)
 - Falta de combustibles/bajo voltaje/...
5. PRE-REQUISITOS
 - Entrega tardía
 - No cumple las Condiciones de Satisfacción para la siguiente cuadrilla
6. ESPACIO DE TRABAJO
 - Incomodidad para ejecutar los trabajos
 - Falta de luz, buena ventilación, etc.
 - Inseguridad, que hace más lento el trabajo
7. CONDICIONES EXTERNAS
 - Condiciones climáticas adversas
 - Paro de las actividades por pedido de autoridades
 - Sistemas de pago deficientes
8. PROGRAMACIÓN
 - Exceso en la carga de trabajo asignada
 - Cambios en la secuencia de ejecución
 - Cambios en las prioridades
9. IMPREVISTOS/OTROS
 - Accidentes, lesiones
 - Cortes de energía eléctrica/agua potable
 - Entre otros

Es decir, tomar en cuenta los mismos 7 flujos indispensable para la generación de valor, junto con las causas debidas a una incorrecta programación e imprevistos.

El siguiente cuadro ejemplifica el seguimiento de un plan de trabajo semanal, para un Maestro de Obra:

PLANIFICACIÓN DE COMPROMISO P T B - N.A.I.Q.						
Semana del 4 al 10 de Junio, 2008						
PAC: 67%		Contratista: JWV Elaborado por: Pía B. Sector: Nivel 0, maestro Flores				
INICIO	TERMINO	DESCRIPCIÓN TAREA	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	CUMPLIMIENTO	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO	
					Clasificación general	Detalle
lunes 7h00.	lunes 12h00	Desencofrado muro C ejes 6-9	Montaguano	SI		
lunes 7h00	miércoles 9h00	Colocación geotextil y curado durante 2 días	Caiza	SI		
lunes 9h00.	lunes 12h00	Galletas recubrimiento 5 cm muro C ejes 9-12	Caiza	SI		
lunes 13h00	martes 12h00	Encofrado muro C ejes 9-12	Mont./Caiza	NO	Herram./Equipos	mala coordinación grúa
martes 10h00	martes 12h00	Revisión topografía muro C ejes 9-12	Paredes	NO	Pre-requisitos	Encofrado tarde (grúa)
martes 7h00	martes 11h00	Andamiaje fundición muro C ejes 9-12	Toapantia	SI		
martes 11h00	martes 12h00	Armado tubería y bomba muro C ejes 9-12	Toapantia	SI		
martes 13h00	martes 16h00	Hormigonado muro C ejes 9-12	Mont./Toap.	SI		
martes 13h00	miércoles 16h00	Fabricación de galletas 5cm	Caiza	NO	Programación	Poco tiempo disponible
miércoles 7h00	miércoles 12h00	Desencofrado muro C ejes 9-12	Montaguano	SI		
miércoles 9h00	viernes 9h00	Colocación geotextil y curado	Caiza	SI		
miércoles 7h00	jueves 12h00	Encofrado columnas 7,8, 9 D y E	Mont./Caiza	SI		
jueves 13h00	jueves 16h00	Mantenimiento y orden encofrados muros	Caiza	SI		
miércoles 10h00	miércoles 12h00	Rev. topografía columnas 7,8, 9 D y E	Paredes	SI		
jueves 13h00	jueves 14h00	Armado tubería y bomba cols. 7,8, 9 D y E	Toapantia	SI		
jueves 14h00	jueves 16h00	Hormigonado columnas 7,8, 9 D y E	Mont./Toap.	NO	Condiciones externas	Lluvia
viernes 7h00	viernes 12h00	Desencofrado columnas 7,8, 9 D y E	Montaguano	NO	Pre-requisitos	4 de 6 listas
viernes 13h00	viernes 16h00	Encofrado columnas 10 y 11 D	Mont./Caiza	NO	Programación	Cambios secuencia

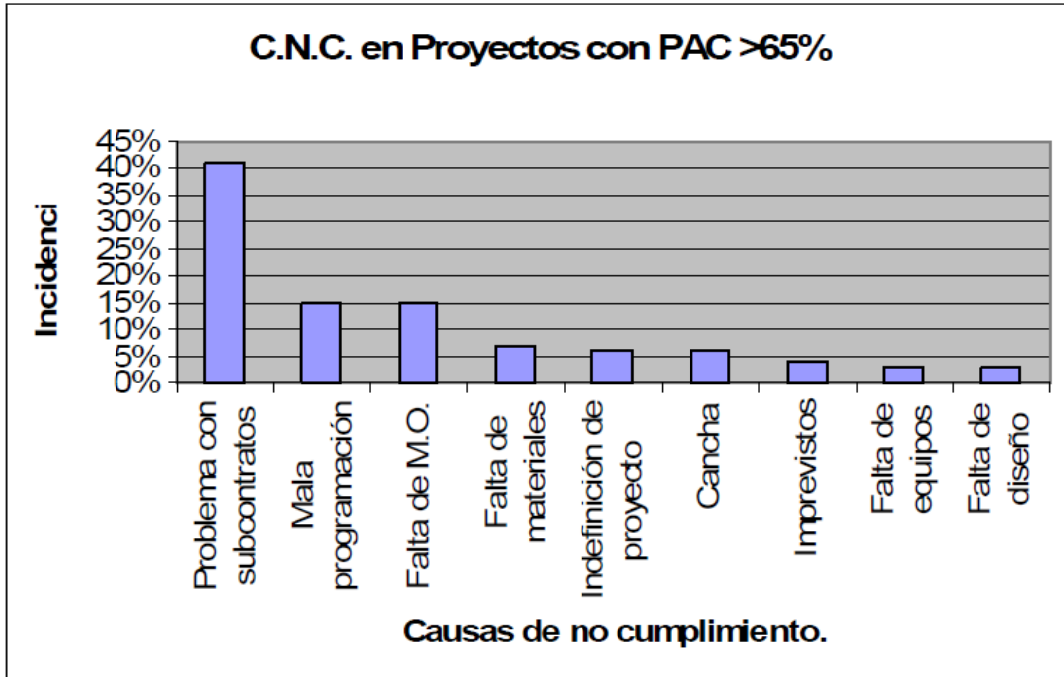
Notas: Para recuperar el retraso provocado por la grúa se necesitó 1 hora extra de trabajo. La lluvia del jueves en la tarde provocó que se alcancen a fundir 4 de las 6 columnas previstas. Al día siguiente se fundieron las 2 restantes. Por problemas de espacio (cuadrilla de fierros que están armando el muro D), se encofró las columnas 10 y 11 G primero, aunque con la ayuda de otros obreros disponibles.

El análisis de estas causas puede llevarnos a cualquier persona o departamento dentro de la organización, desde la alta gerencia hasta el obrero que ejecuta los trabajos. Nótese que un Porcentaje de Planes o Asignaciones Completadas menor al 100% (67% en este caso) no significa que el avance de obra en esa semana, para ese maestro, fuera del 67%. Mas bien se logró completar el 100% de la carga de trabajo para la semana, aunque para el muro C se haya necesitado asignar una hora extra de trabajo y para las últimas columnas se haya hecho un ajuste en la secuencia prevista y se haya necesitado la ayuda de obreros de otro maestro. Era importante asignar estos recursos extra a este sector del proyecto (nivel 0), pues en el programa maestro la ruta crítica justamente incluía esos trabajos.

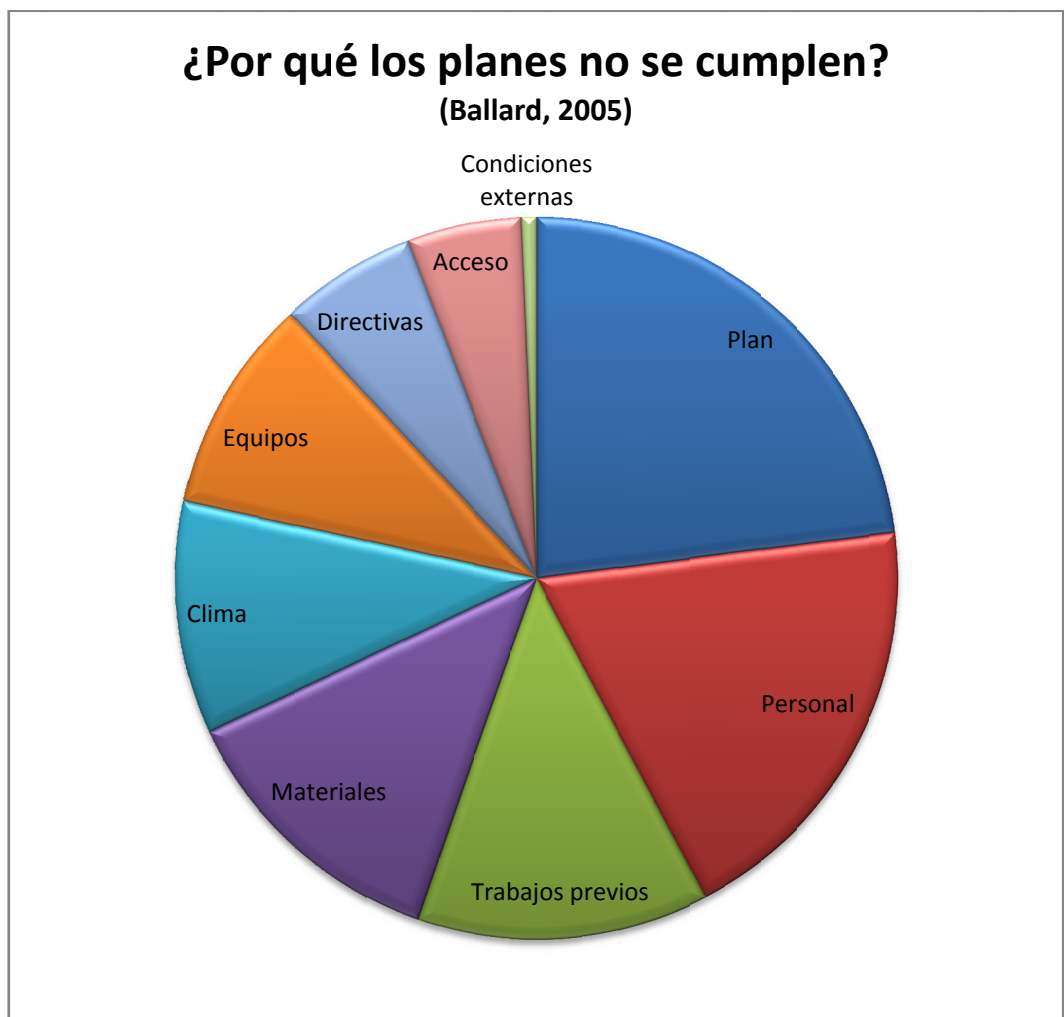
De fallar las asignaciones previstas para un cierto día, se puede utilizar la holgura de esas mismas asignaciones para recuperarlo o en el peor de los casos asignar horas extra de trabajo. De no ser posible recuperar el atraso en el mismo día, se intentará hacerlo en la misma semana o en las siguientes dentro de la fase. Si se retrasara la fase, se intentará recuperar el atraso en las siguientes fases y de no ser posible, se buscará otras soluciones: contratar más maestros o subcontratistas, trabajar en 2 turnos, hacer otro taller para estudiar la fase con todos los involucrados en ella, etc.

6.6.1. Reunión de aprendizaje

Normalmente esta conversación es parte de la Reunión de Planificación de la Producción, pues en ella están presentes todos los Últimos Planificadores. Se trata de llegar a las raíces de los problemas, sin buscar culpables, sino mas bien soluciones. El coordinador de la planificación deberá llevar listos los cuadros. Se recomienda que las Razones (o Causas) de No Cumplimiento (RNC o CNC), acumuladas semana a semana, se ordenen según su frecuencia. A continuación un par de ejemplo:



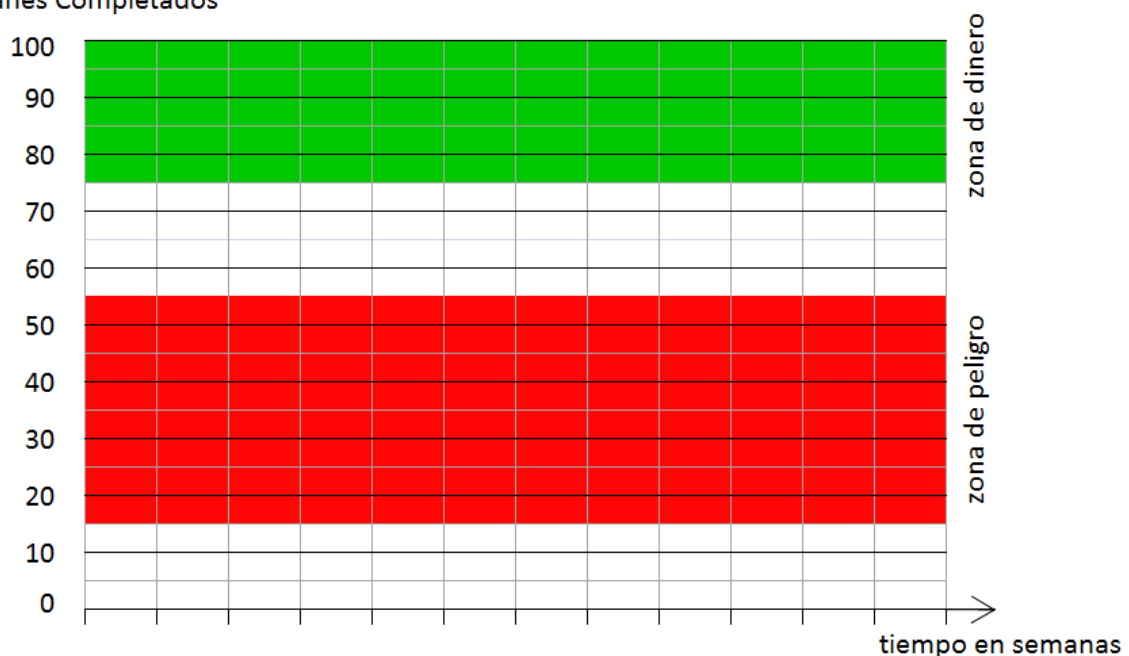
(Díaz, 2007)



Según Howell y Ballard (1997), la mayoría de fallas en completar satisfactoriamente los planes se deben a la calidad de los planes. Por eso la importancia por “protegerlos” y dar la orden de ejecución únicamente a “asignaciones de calidad”. Los mismos autores sugieren soluciones como: educar a los planificadores, mejorar la calidad en la información de los planes, dar instrucciones claras, entre otras.

Según investigaciones en Estados Unidos y el Reino Unido, el promedio del PPC en proyectos antes de implementar el sistema Last Planner está alrededor del 30%. El siguiente cuadro es un referente para evaluar el desempeño de la obra según la curva de Porcentaje de Planes Completados semana a semana (Mossman, 2010).

% Planes Completados

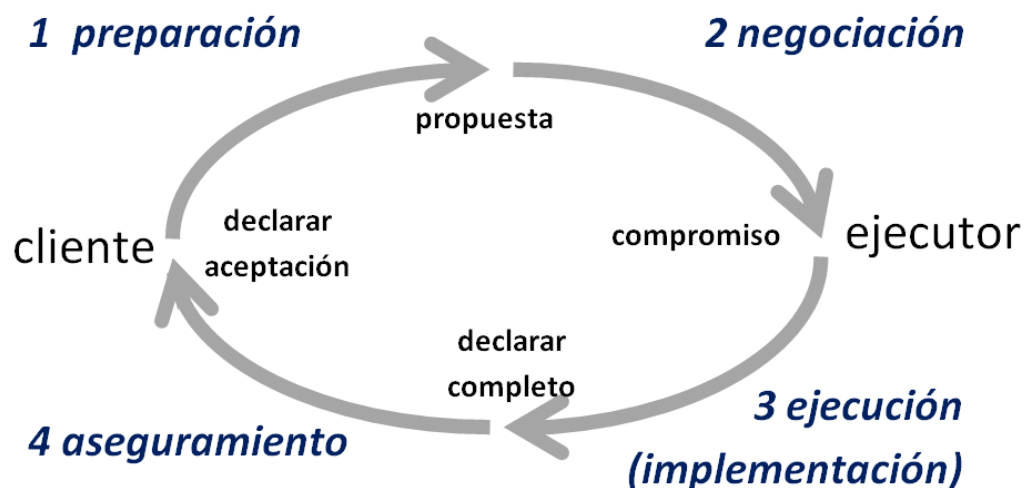


¿Sabe usted bajo qué Porcentaje de Planes Completados (PPC) se ubica su proyecto?

Y aunque el Porcentaje de Asignaciones Completadas, junto con sus Razones de No Cumplimiento son parámetros fundamentales dentro del LPS, se trata de implementar el concepto de mejoramiento continuo. Cada persona y cada cuadrilla en la obra está llamada a mejorar día a día, y el proyecto en sí está llamado a cumplir las metas dispuesta y superarlas inclusive. Queda en sus manos implementar estos parámetros y otros con el fin de provocar un desempeño cada vez mejor: reducir las pérdidas y darle más valor al proyecto.

III. IMPLEMENTACIÓN

Entonces viene el momento de tomar una decisión, o de exponer el sistema Last Planner a la persona que tenga el poder para tomar la decisión de implementarlo. Según Mossman (2010), la metodología que se escoja estará bien, mientras se enmarque dentro del contexto de la filosofía *Lean*. El mismo autor sugiere que se utilice el mismo modelo de compromisos propuesto por Fernando Flores (1982):



Es decir, estudiar el sistema Last Planner y preparar una propuesta acorde con las condiciones de la obra y de la empresa constructora, negociar la decisión que involucrará desde la alta gerencia hasta los Últimos Planificadores, quienes deben comprometerse con el proyecto de implementación. Su ejecución se la puede hacer en una sola o en varias etapas. Se puede declarar completa la implementación cuando los Últimos Planificadores se sientan familiarizados con el manejo de las herramientas del sistema. El propio Last Planner cuenta con un indicador que mide el desempeño de la planificación y control del proceso productivo, que es el Porcentaje de Planes Cumplidos. Cuando el PPC se encuentre en valores altos a lo largo del tiempo y se pueda constatar que los actores involucrados en el LPS han adoptado los principios esenciales, entonces el sistema estará marchando por buen camino. Para Mossman (2008), “si usted quiere mantener los cambios que usted realiza, estos deben ser diseñados en el contexto de la cultura o sistema

de su organización – es preferible cambiar la cultura o el sistema primero para que soporte los valores o comportamientos que usted quiere (y que son los únicos cambios que usted necesita hacer).” Para Glenn Ballard (2010), “construir la cultura es crítico. Una clave es cambiar el comportamiento de la supervisión. Otro es redefinir el rol de cada uno. Ambos trabajos deben hacerse progresivamente, pero el cambio de actitudes y comportamientos debe definitivamente ser hecho.”

Existen muchos principios detrás del Last Planner System, entre ellos se puede destacar los siguientes:

- Consciencia del **valor** del proyecto.
- **Asignaciones de calidad.** No olvidemos el principio “Jidoka” que busca *proteger* la ejecución de los trabajos bajo los estándares de calidad predeterminados.
- **Colaboración.** En un ambiente de participación, de confianza, en la responsabilidad por la entrega del proyecto, siendo cada persona parte del mismo.
- **Compromiso.** Con la totalidad del proyecto y con el aporte que le corresponde a cada uno. Va ligado a aprender a manejar la holgura, es decir, comenzar los trabajos lo más temprano posible y en el caso de que algo fallara tener la capacidad de solventarlo dentro del tiempo disponible.
- Alcanzar la **perfección.** No solamente por la calidad del producto terminado, sino además buscar que la construcción se enmarque dentro de un *proceso con flujo continuo* (reducir o eliminar al máximo las pérdidas). Hacer lo justo, en el momento justo y con los recursos justos.
- **Rigor.** Es entrar en la disciplina de hacerlo semana a semana, desde el momento en que se implementa hasta que se concluye la obra, como un procedimiento habitual de la empresa. Es aplicar cada componente del Last Planner System y el sistema como tal en su globalidad.
- **Mejoramiento continuo.** Renovarnos todo el tiempo, siendo cada día y en cada obra mejores, en una cultura de aprendizaje y evolución.

7. Preparación – Negociación

7.1. Observar

El primer paso será hacer un *acercamiento* al proyecto para conocerlo: observar la metodología actual con la que se resuelve el proceso productivo, desde su planificación, provisión de materiales, mano de obra, equipos, coordinación de los trabajos, planes de producción, seguimiento, etc. Es probable que exista un sistema – por más informal que este fuera – que funcione tan bien que no sea necesario implementar uno nuevo.

Cuando Greg Howell (Macomber y Howell, 2001) visitó una empresa constructora (Neenan Company) que había implementado el Last Planner System con variaciones a la propuesta formal propuesta por el *Lean Construction Institute* (The Neenan Reliability Planning System™), Howell se sorprendió tanto de su eficiencia que la propuesta que les hizo fue la siguiente: “No cambien. Mantengan a su equipo haciendo lo que está haciendo.” Lo que él observó fue una “zona de compromiso” en una dinámica de trabajo que la definió como “presión entre compañeros al más alto nivel!”. Entre los comentarios que Howell emitió se destacan los siguientes: “compromisos agresivos”, “un ambiente de reuniones agradable”, “ambición, cumplimiento y confianza”.

Se sugiere que antes de embarcarse en el sistema Last Planner se evalúe el sistema actual en varios aspectos:

1. **Planificación.** ¿Cómo ha sido hecho el programa maestro? ¿Cómo están descritos los paquetes de trabajo: actividades, operaciones, tareas? ¿Existen hitos o acontecimientos claves bien definidos? ¿Se puede dividir al proyecto fácilmente en fases? ¿Es fácil comprender el programa maestro, la metodología constructiva, etc.? ¿Los subcontratistas/maestros de obra conocen las fechas de entrega de sus trabajos? ¿Conocen el programa maestro? ¿Existe una buena relación entre ellos? ¿Qué tanto conocen el proyecto los líderes que ejecutan los trabajos? ¿Qué tanto conocen el proyecto los obreros, los residentes de obra o aquellos que se encargan de la logística? ¿Existe compromiso por el proyecto? ¿Existe holgura en el programa maestro?
2. **Preparación de los trabajos.** ¿Con qué anticipación se preparan los trabajos? ¿Se revisa la mejor secuencia? ¿Quién gestiona los materiales, herramientas, equipos? ¿Se provee lo justo? ¿Existen Condiciones de Satisfacción establecidas? ¿Las personas que

ejecutan los trabajos conocen bien estas Condiciones de Satisfacción? ¿Cómo se dan las instrucciones de trabajo? ¿Se toma en cuenta antes de iniciarse un trabajo las condiciones del lugar: seguridad, confort? ¿Qué condiciones externas podrían afectar el correcto desenvolvimiento de los trabajos? ¿Cómo evaluaría usted las asignaciones o planes de producción? ¿Cómo se revisa el avance en la preparación de los trabajos? ¿Cómo están organizadas las responsabilidades para alistar los trabajos? ¿Existen buenas relaciones con proveedores?

3. **Planificación operacional.** ¿Existe un plan por escrito de lo que se va a hacer la próxima semana o los próximos días? ¿Quién propone lo que se va a hacer en los próximos días? ¿La propuesta está basada en cumplir el programa maestro, en lo que está listo para ejecutarse o una mezcla de ambas? ¿Los maestros de obra/subcontratistas se comprometen con su trabajo semanal/diario? ¿Los planes incluyen las tareas de cada cuadrilla? ¿Existe una reunión donde se discuta el trabajo para los próximos días? ¿Están todos enterados del trabajo planificado para la semana? ¿Se propone la ejecución de trabajos sabiendo que existe un riesgo de que no estén listos todos los insumos (directivas, espacio de trabajo, recursos, condiciones externas)? ¿Existen tareas listas por si acaso fallen otras?
4. **Seguimiento de los trabajos.** ¿Quién inspecciona los trabajos? ¿En qué consiste el recorrido por la obra? ¿Se revisa lo ejecutado con lo planeado? ¿Se trabaja bajo la modalidad de “apagar incendios” o todo está listo a su debido tiempo? ¿Se declara la terminación de las tareas? ¿Se revisan las Condiciones de Satisfacción? ¿las tareas se ejecutan de inicio a fin sin interrupciones? ¿están claras para el trabajador las instrucciones de trabajo o directivas? ¿Se hace un monitoreo diario de lo planificado o se espera hasta el final de la semana? ¿Qué tanto se hacen re-trabajos o se corrige lo ejecutado?
5. **Flujo de trabajo.** ¿Se reconoce los tiempos productivos, contributorios e improductivos en cada tarea y en el proceso constructivo? ¿Se trabaja bajo un proceso con flujo continuo entre cuadrillas del mismo maestro/subcontratista y entre ellos? ¿Existen frentes de trabajo sin trabajo? ¿Cómo se puede mejorar mediante la planificación el flujo de trabajo para eliminar las pérdidas?
6. **Ambiente de trabajo.** ¿En pocas palabras, cómo describiría el ambiente de trabajo? ¿El personal trabaja contento, estresado, ... ? ¿Existe colaboración? ¿Se pide la colaboración para la planificación y preparación de los trabajos? ¿Existe un ambiente

de confianza? ¿de aprendizaje? ¿De innovación? ¿Se maneja la modalidad de mando y control o una cultura de culpabilidad? ¿existen buenas relaciones entre subcontratistas/maestros de obra? ¿Qué tan involucrados están los actores del proyecto? ¿Existe “presión entre compañeros” por dar lo mejor de su parte? ¿Cuáles son las motivaciones del proyecto? ¿El personal de obra conoce el valor del proyecto?

7. **Aprendizaje.** ¿Existe una cultura de aprendizaje y mejoramiento continuo? ¿Se mide o al menos se toma en cuenta la fiabilidad de los planes? ¿Se toma en cuenta las razones de no cumplimiento de los planes y su frecuencia? ¿Cuáles son las estrategias para el mejoramiento continuo? ¿Nota usted mejoras desde que se inició el proyecto? ¿Nota usted mejoras entre este proyecto y su anterior proyecto? ¿En qué aspectos? ¿Nota usted mejoras dentro de su equipo de trabajo, en lo individual y como equipo? ¿Se discuten los éxitos y fracasos semanalmente, en cada fase, al final del proyecto?
8. **Sistema vigente.** ¿Existe un sistema formal de gestión del proyecto? ¿Del sistema productivo? ¿En qué consiste? ¿Puede el Last Planner System adaptarse a este sistema? ¿El sistema actual se contrapone con el LPS? ¿Existen consideraciones contractuales a considerar para la implementación del Last Planner?

Adicionalmente se harán las observaciones que cada uno crea pertinente en este primer paso, que es prepararse para generar una propuesta de mejoramiento en la gestión de obra – en relación al proceso productivo, en base al sistema Last Planner.

7.2. Medios

Según el *Lean Construction Institute* (2010), existen diferentes caminos para aprender el sistema Last Planner:

- Leer acerca de este.
- Asistir a un taller.
- Llevar a cabo un programa de implementación en un proyecto en construcción, en el que asista el personal de su empresa, proveedores y subcontratistas, lo que incluye el asesoramiento a cada uno de los involucrados en este proyecto y una revisión al final de su aplicación (para lo cual sugiere a un grupo de consultores reconocidos por el LCI).
- Unirse al grupo de implementación del Last Planner vía Internet “Planner2Planner”.

Básicamente existen 2 opciones para su implementación: que lo haga usted mismo o un equipo de trabajo del proyecto destinado a ello o que se contrate a un consultor calificado en el tema. Si usted cuenta con los recursos para contratar una consultoría que lo guíe en obra en este proceso, qué mejor? (www.thechangebusiness.com, 2010)

Sin embargo, antes de ir en busca de un consultor, Alan Mossman (2010) nos propone reflexionar el por qué de nuestra decisión:

- por falta de tiempo;
- la fecha de entrega del proyecto es muy ajustada;
- porque se cuenta con los medios para hacerlo;
- por una falta de dominio en el tema;
- porque se quiere un acercamiento objetivo;
- porque se trata de un proyecto corto, complejo, único;
- es su proyecto inicial;
- se requiere capacitar al personal de obra en algo nuevo;
- se necesita el asesoramiento y las recomendaciones de un experto;
- otros: _____

El mismo autor (2010), nombra lo siguiente: “escoger y trabajar con un consultor no es una cosa fácil; no espere que él le resuelva todos sus problemas. Es un proceso de doble vía, el cliente tiene su parte. **Usted puede delegar autoridad, pero no responsabilidad.**”

Una forma de prevenir fracasos en la implementación de un nuevo sistema es reconocer “lo peor que pudiera pasar en el camino”, con el fin de anticipar potenciales problemas. Así, se sugiere que se tome en cuenta las condiciones más desfavorables:

- Que se empiece mal o que ni siquiera se logre comenzar. Implementación a medias; esfuerzos a medias, por una falta de determinación o de tiempo.
- Carencia de conocimientos, tanto del funcionamiento del sistema, como de sus fundamentos, lo que conlleve en una implementación sin bases sólidas, que caduque con el tiempo.
- Que no se llegue a un acuerdo, del cual se derive un compromiso colectivo. Que unos estén interesados y otros no, o que exista poco interés o un interés falso. Que no se comprenda bien de que se trata el sistema y qué beneficios trae consigo, o que se lo adopte a la fuerza.

- Que no exista un coordinador que haga el trabajo operativo, es decir, el proceso de planificación intermedia, armar la propuesta global del plan semanal, preparar las reuniones, elaborar los cuadros con los valores obtenidos (PPC, RNC), etc.
- Que no exista el apoyo y el involucramiento de los líderes de la obra y del proyecto.
- Factores humanos y culturales menospreciados.
- Entre otras.

En lo que se refiere a recursos, el sistema Last Planner es bastante práctico. Una computadora con una hoja electrónica – tipo Excel – y una impresora pueden ser suficiente. Es decir, con el material típico de oficina se puede salir adelante sin problema. Sin embargo, existe software especializado para el manejo del Last Planner, el cual puede ser útil en una segunda o posterior etapa de implementación.

7.3. Proyecto

Como se nombró anteriormente “los planes no son de mayor importancia, sin embargo la planificación es esencial.” Para el caso de la elaboración de un *proyecto de implementación* es igual: lo importante no es el documento que incluya los antecedentes, justificación, objetivos, metodología, etc. sino llevar a cabo todo un proceso ordenado de reflexión sobre ¿qué se quiere hacer? ¿por qué? ¿quién lo va a hacer? ¿cuándo? ¿cómo? ¿dónde? ¿con quién? etc. y ponerlo por escrito.

Será importante guiarse de los objetivos corporativos de la empresa que promueve el proyecto (misión, visión, políticas, valores), definir lo que se quiere obtener a corto, mediano y largo plazo e involucrar a las personas, que son finalmente quienes implementarán cualquier cambio.

Para este proceso de desarrollo del proyecto de implementación, Mossman nos sugiere tomar en cuenta algunos aspectos:

- ¿Cuál es la contribución de este proyecto hacia la obra y hacia la empresa?
- ¿Los objetivos son alcanzables?
- ¿Cuáles son las implicaciones inmediatas y a largo plazo del proyecto en la organización?
- ¿Existe el conocimiento y la capacidad para ejecutar lo que se quiere?

- ¿Se cuenta con el tiempo para hacerlo?
- ¿Se lo implementará en una sola etapa o en varias etapas?
- ¿Qué se necesita hacer para mantener los cambios en el largo plazo?
- ¿Necesita de la colaboración del equipo del proyecto para preparar la propuesta de implementación?
- ¿Quién va a promover el proyecto? ¿Cuál va a ser su rol? ¿Quién puede asegurar que se haga lo que necesite ser hecho para que el proyecto sea un éxito?
- ¿Cuáles son los recursos que implica el proyecto?
- ¿Se requiere de reuniones o talleres preliminares? ¿Cuánto tiempo se estima que vayan a tomar?
- ¿Se tiene/se necesita la aprobación de la gerencia/socios/dueño del proyecto?
- ¿Quién es el responsable del proyecto? ¿De monitorear su progreso? ¿Qué autoridad tiene?
- ¿Se va a firmar un acuerdo o contrato? ¿Remuneraciones?
- ¿Qué facilidades administrativas – espacio de trabajo y de reuniones, entre otras – se necesitan?
- ¿Cómo se evaluarán los resultados?
- ¿Cómo se va a declarar el trabajo terminado y el sistema en marcha?
- ¿Cuánto tiempo se estima necesario para ponerlo en marcha?

7.4. Generar un acuerdo

El proyecto debe ser expuesto a todos los Últimos Planificadores e involucrados en él, aunque se debe partir por exponerlo a la(s) cabeza(s) de la obra y/o del proyecto. Se recomienda hacerlo de una manera formal: un documento bien elaborado y la certeza de poder ejecutarlo.

Es fundamental llegar a un acuerdo en el que las partes – quien elabora la propuesta de implementación y el/los principal(es) beneficiario(s) – estén contentas con los términos.

Según Macomber y Howell (2001), *“las únicas empresas que hemos visto generar cambios permanentes son aquellas en las que sus líderes se han puesto en la mitad de los esfuerzos de cambio y han actuado para el beneficio de cada miembro del proyecto. ... Tomarse el tiempo para una iniciativa de cambio no es solamente prudente; el futuro de un negocio, la seguridad de sus participantes y las consecuencias hacia el cliente, todas dependen de*

ello. Planificar su implementación no debe ser prolongado. Debe, sin embargo, ser guiado por un proceso probado y con el apoyo por los promotores del esfuerzo de cambio.”

7.5. Condiciones previas a la implementación

La implementación de un nuevo sistema de trabajo – en este caso de planificación y control del proceso productivo – puede llevarlo a cabo una sola persona, sin embargo, el sistema lo comprenden todas las personas (todos los Últimos Planificadores), por lo que se recomienda que se forme un equipo de líderes en la implementación del Last Planner System. Esto no solamente va a hacer el trabajo más eficiente, sino que contribuirá a que el sistema se mantenga a lo largo del tiempo.

Se recomienda componer un “Equipo de Estudio para la Acción”, en inglés *Study-Action Team*^{TM 22} (SAT), conformado tanto por Últimos Planificadores como por uno o más líderes del proyecto, quienes deberán estudiar el tema para ponerlo en práctica. Kristin Hill y otros (2007) sugiere la aplicación de un “modelo participativo”, en lugar del “modelo de definir y convencer” típicamente usado. Añaden que *“el modelo participativo se basa fundamentalmente en alinearse en una **visión compartida**. Este modelo va más allá de lo superficial hacia cambios de fondo, en perspectiva y a largo plazo. ... organizaciones que continúan usando SATs como una herramienta de aprendizaje estarán practicando un principio lean fundamental de mejoramiento continuo. ... Es más probable sostener un cambio si los principios inmersos son comprendidos y aceptados. Un alineamiento organizacional hacia las razones y direcciones para el cambio apresuran y extienden los cambios. Muchas empresas manufactureras han implementado procesos, técnicas o herramientas Lean sin crear una mentalidad Lean inmersa. Los principios se pierden mientras la organización vuelve a sus prácticas tradicionales. Peor aún, la habilidad de la organización para generar cambios es reducida.”*

Así, los esfuerzos de implementación se clasificarán en 3 etapas:

- a) **Formación.** Sobre las bases de la filosofía *Lean* y los fundamentos que animan el Last Planner System. Este proceso puede tomar tiempo, por lo tanto, se puede pasar a la siguiente etapa una vez iniciada esta. Es importante que los líderes del

²² Study-Action Team es una marca registrada de Lean Project Consulting, Inc. Más información en www.leanproject.com

proyecto y de la obra participen en este proceso. Existen libros de diferentes autores que exponen los fundamentos *Lean* o hacen referencia a la filosofía Toyota.

- b) **Capacitación.** Sobre los componentes del sistema Last Planner. Un equipo de Últimos Planificadores se encargará de estudiarlos, desmenuzarlos y elaborar sus propios formularios y diagramas para la implementación. Al final de la capacitación se podrá evaluar a cada Último Planificador en sus conocimientos²³.
- c) **Entrenamiento.** In situ, en el día a día, con cada uno de los Últimos Planificadores.

Entre los principales actores del LPS, que deberán definirse previa su implementación, está el facilitador en este proceso de cambio – usted, una persona dentro de su organización o un consultor contratado. Está también el coordinador o coordinadores del sistema Last Planner, quienes elaboren la planificación intermedia, el Inventario de Trabajo Ejecutable, quienes formulen el Plan de Trabajo Semanal en base a los planes propuestos por cada maestro de obra o subcontratista, quienes elaboren los formularios para el seguimiento de lo planificado y hagan el cálculo y gráficos que expongan el Porcentaje de Asignaciones Completadas y las Razones de No Cumplimiento, semana a semana y acumulativamente. Finalmente, está la persona que dirija las reuniones o conversaciones claves, comúnmente el superintendente de obra.

En este proceso participativo de preparación deberá definirse además el tiempo necesario para alistar las tareas para las próximas semanas – por cada fase –, todos los factores a tomar en cuenta para producir *Asignaciones de Calidad*, la nueva organización propuesta (quién va a hacer cada cosa), cómo van a estar definidos los formularios tipo, etc. Se recomienda elaborar un diagrama de flujo del sistema Last Planner, similar al expuesto previamente, incluyendo las particularidades de cada proyecto y las personas que participarán en cada instancia.

²³ Se anexa un banco de preguntas de evaluación, que deberá llenar cada ‘Ultimo Planificador.

8. Ejecución - Aseguramiento

Finalmente, la puesta en marcha del sistema, según la metodología que usted o su consultor elija.

Según Serpell (2002), existen varias barreras que es necesario superar durante la implementación. *“Una de las primeras es aquella excusa tan socorrida en la construcción de que los profesionales, jefes de obra, capataces y administrativos «no tienen tiempo». Falta comprender que el tiempo dedicado a la planificación no es «tiempo perdido», dado que la utilización de esta herramienta permite administrar mejor el tiempo en terreno y no perderlo «apagando incendios»”.* Añade otros aspectos importantes que se deben anticipar como la sensación de una carga adicional de trabajo, cuando esta es mínima y por el contrario trae resultados muy favorables, la resistencia por seguir un orden de trabajo preestablecido y que va a ser posteriormente controlado, o bien otra excusa común que se escucha y es que *“el personal de terreno «es malo para el lápiz»”*, la cual según Serpell es poco válida, pues el personal que administra importantes recursos en una obra debe ser calificado.

Existen 3 recursos básicos para iniciar la aplicación del Last Planner System:

- Papel y lápiz.
- Una hoja electrónica, tipo Excel, y una impresora (o bien, los formularios tipo).
- Una buena actitud.

8.1. Bienvenida a los nuevos *Últimos Planificadores*

Se debe Comenzar por establecer una disciplina, no solamente semanal, sino una disciplina de planificación. Cada jefe de cuadrillas se vuelve un “último planificador”. El primer paso entonces será designarles a hacer planes, a nivel de tareas, que deberán ejecutar sus diferentes cuadrillas, a cumplirlos según Condiciones de Satisfacción que deben ser impuestas y a medir el desempeño de sus planes. En un inicio estos planes deberán hacerse en conjunto con los líderes en la implementación del LPS, mientras los Últimos Planificadores se adapten y los hagan correctamente. Por otro lado el coordinador del sistema entra también a hacer lo suyo: receptor los planes, analizarlos y elaborar la propuesta que va a ser discutida en la Reunión de Planificación de la Producción. Se recomienda que entre los planes existan actividades “colchón”, es decir, de fallar la

ejecución de una o más tareas, que existan otras listas, para que el personal nunca se quede sin hacer nada.

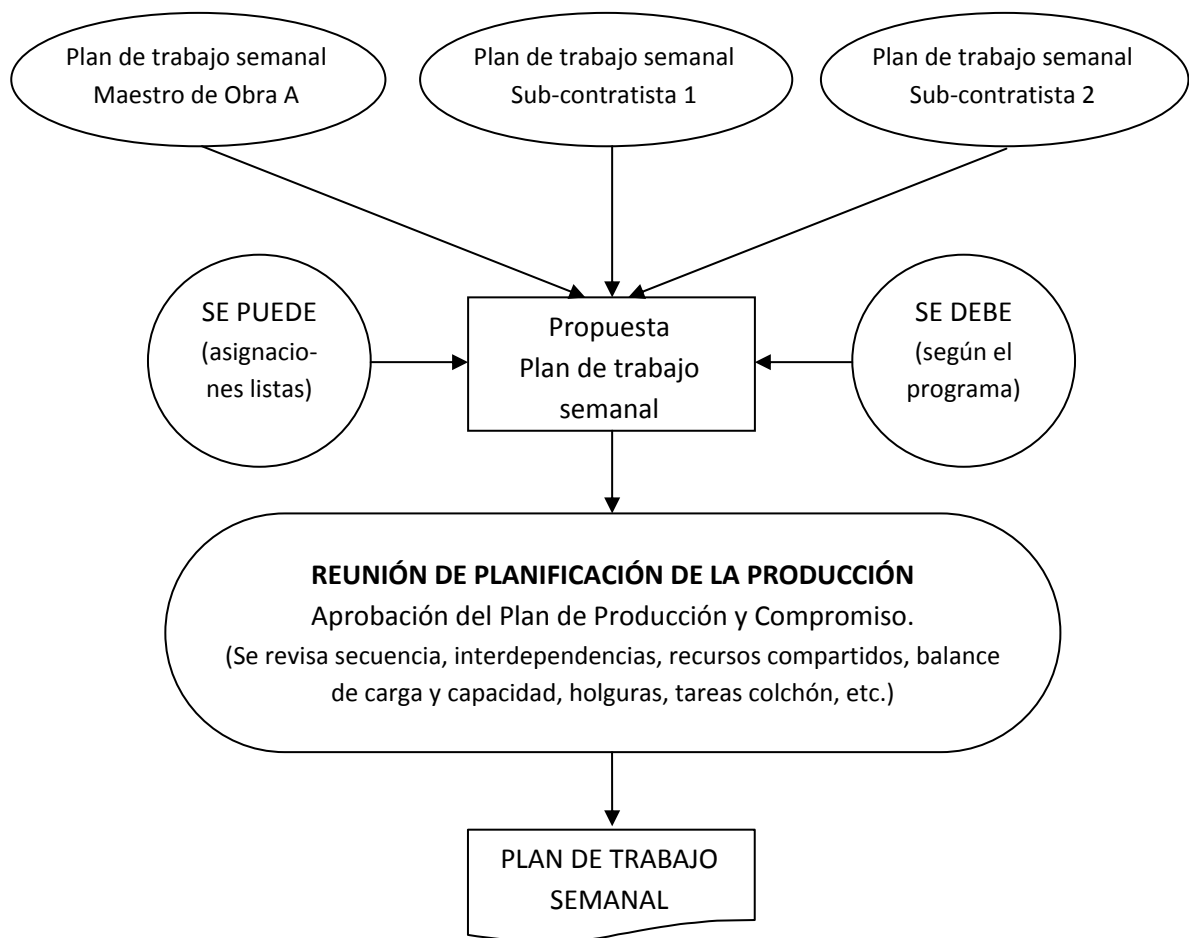
A continuación un formulario de Plan de Trabajo Semanal típico a ser llenado por cada Último Planificador:

Plan de Producción									
Proyecto:	Inicio de la semana:								
Fase:	Preparado por:								
Sector/Nivel:	Fecha de preparación:								
Descripción de la Tarea	Responsable	Período de ejecución					Análisis PPC		
		L	M	Mi	J	V	Sí	No	Razones de entrega tardía
Criterios: secuencia, carga, capacidad, practicidad, ...									

En la primera reunión de planificación se estudiará exclusivamente el plan de producción para la semana, para una fase específica del proyecto. Siendo lo más corta posible, esta debe terminar con el compromiso de todos los Últimos Planificadores (subcontratistas, maestros de obra o las personas encargadas de alistar los últimos detalles para que todo esté listo a tiempo). A lo largo de la semana se llevará el seguimiento de los planes y para la siguiente reunión se discutirá además el Porcentaje de Planes Completados y las Razones de No Cumplimiento de estos planes. Así, se articulan las 3 primeras conversaciones: plan de trabajo semanal, seguimiento de lo planificado y aprendizaje.

Greg Howell previene a aquellos en su primera implementación para que no se alarmen si en las primeras reuniones el PPC presenta valores muy bajos que puedan generar lecturas incómodas. Propone recoger la información obtenida sistemáticamente y mejorar progresivamente, mediante un acercamiento colaborativo del equipo de trabajo. Sugiere – si fuera posible – invitar a otros con experiencia en el sistema Last Planner a inspeccionar su proyecto piloto y aprender de ellos.

Así, la ejecución del plan de producción se resume en el siguiente diagrama:



Como se nombró anteriormente, para llevar a cabo el seguimiento del Plan se necesita previamente definir las Condiciones de Satisfacción, a partir de las cuales se podrá declarar el trabajo terminado. Es decir, apenas la cuadrilla de trabajo termina una tarea comunica al fiscalizador, supervisor o jefe de obra para que este verifique y dé el visto bueno que va a permitir a la siguiente cuadrilla ingresar para la ejecución de la siguiente tarea. Este mismo supervisor lleva en mano el Plan de Trabajo Semanal para anotar su entrega a tiempo o sus razones de entrega tardía, de ser el caso. En muchos casos este trabajo se puede designar al mismo jefe de las cuadrillas de trabajo (maestro de obra) o a una persona de confianza destinada a ello.

Así, para la Reunión de Planificación de la Producción se prevé lo siguiente²⁴:

²⁴ Se recomienda elaborar un cuadro similar al propuesto, dependiendo de las condiciones de cada empresa y de cada proyecto, nombrando a los asistentes en cada fase del proyecto.

REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y APRENDIZAJE

CADA ÚLTIMO PLANIFICADOR (entregará en vísperas de la reunión al coordinador):

- Propuesta del Plan de Trabajo Semanal para su equipo de trabajo
- PPC y RNC de la semana anterior + propuesta de acciones correctivas (opcional)

COORDINADOR DEL SISTEMA LAST PLANNER:

- Propuesta general del Plan de Trabajo Semanal
- Gráfico PPC acumulado (hasta la semana anterior)
- Gráfico RNC acumulado, ordenado según su frecuencia (hasta la semana anterior)

ASISTENTES (TODOS LOS ÚLTIMOS PLANIFICADORES):

- Coordinador del LPS
- Maestros de Obra y sub-contratistas
- Ingenieros Residentes, supervisores, jefes de terreno
- Superintendente de Obra (normalmente quien preside esta reunión)
- Encargados de alistar las asignaciones (adquisiciones, planos de detalle, seguridad industrial y salud ocupacional, proveedores, etc.)
- Fiscalización (opcional)
- Líderes en la implementación del Last Planner System (opcional)

ORDEN DEL DÍA TÍPICO:

1. Análisis de los gráficos PPC y RNC.
2. Retroalimentación: ¿Cómo mejorar? ¿Qué acciones correctivas se proponen? ¿Cuál es la raíz de las razones de entrega tardía (empezando por las más frecuentes)? ¿Cómo estamos en relación al programa? Felicitaciones y reconocimientos, de ser el caso.
3. Breve revisión del avance de la semana en curso. ¿Cómo nos está yendo esta semana?
4. Revisión de la Propuesta del Plan de Trabajo Semanal. ¿Cuáles son las prioridades para la próxima semana? ¿Qué dice el programa? (cada Último Planificador expone su propuesta de trabajo para la semana) ¿Interdependencias? ¿Recursos compartidos? ¿Sugerencias?
5. Correcciones a la propuesta del Plan (si las hubiera).
6. Aprobación del Plan de Trabajo Semanal y Compromisos. Se recomienda que cada Último Planificador nombre su compromiso en voz alta.
7. Entrega del Plan de Trabajo Semanal a todos los Últimos Planificadores, incluyendo el espacio para que se realice el seguimiento del cumplimiento de los planes.

Nótese que la retroalimentación al final de cada ciclo de planificación (al final de la semana generalmente) puede llevarse a cabo en la misma Reunión de Planificación de la Producción.

Las reuniones de Obra son la clave del sistema Last Planner, incluso para muchos autores el LPS se resume en ello: *relaciones, conversaciones y compromisos*. Será fundamental entonces saber llevar adelante estas reuniones. En muchas obras no existe esta costumbre de reuniones formales, en un espacio destinado a ello, un día y hora específicos a la semana, por lo que habrá que empezar por instaurar este hábito.

8.2. Preparación de las asignaciones

Según Ballard y Howell (1997), la principal razón por la que fallan los planes es la generación de planes defectuosos, es decir, no tomar en cuenta un análisis riguroso de lo que “puede” ser hecho para que el trabajo fluya de inicio a fin, correctamente. Así, para incrementar los Porcentajes de Asignaciones Completadas será fundamental comenzar por una adecuada preparación de las mismas, en el proceso de Planificación Intermedia o “lookahead” (mirar hacia adelante).

Aquí se articula la siguiente conversación, que consiste en definir en qué consiste cada actividad, en la coordinación de quién se va a encargar de liberar las restricciones para alistar las tareas y en hacer el seguimiento del avance de las mismas. Para esta conversación el coordinador del LPS deberá preparar o revisar el flujo de trabajo para las próximas semanas, según las mejores condiciones de constructibilidad y/o según lo dispuesto en el programa.

Recordemos en qué consiste el proceso de Planificación Intermedia, que debe llevarse a cabo semana a semana (Ballard, 1997, 2000):

- 1) **Revisar y actualizar** la programación superior, de ser necesario.
- 2) Descomponer o **explotar** las actividades (en el programa de fase) en operaciones.
- 3) Identificar **actividades a ser planificadas en conjunto**, puesto que intervienen en ellas diferentes maestros de obra o sub-contratistas.
- 4) Juntar el trabajo altamente interdependiente, de tal manera que el **método de trabajo** pueda ser planificado para la operación completa.
- 5) Darle forma al **flujo de trabajo** en la mejor secuencia y velocidad posible para alcanzar los objetivos del proyecto dentro de las capacidades de la organización en cada período de tiempo.
- 6) Hacer coincidir el personal y los recursos en relación al flujo de trabajo (**balancear carga y capacidad**).

- 7) Preparación de las asignaciones. Producir y mantener un **Inventario de Trabajo Ejecutable** de asignaciones para cada frente de trabajo (supervisor y cuadrillas), mostrando su consistencia en relación a diseños, materiales, pre-requisitos, etc.

Una forma de definir los trabajos para alistarlos adecuadamente es mediante el estudio de Procedimientos Operacionales, en donde constan – para cada operación – el método de trabajo, es decir, el “qué se debe hacer” (definido por las tareas que ejecuta cada cuadrilla) y el “cómo hacerlo” (definido por el proceso de ejecución), junto con las condiciones de satisfacción (o criterios de aceptación), las condiciones previas al inicio de los trabajos y los recursos necesarios.

Como se mostró anteriormente, los “Estudios para la Primera Corrida” (“First Run Studies”) pueden ser también herramientas útiles para definir las operaciones o bien el flujo de trabajo, compuestos por diagramas de flujo o mediante el uso de métodos más avanzados, gracias a programas de computación con visualización en 3D, entre otros. Tal es el caso de puntos en un proyecto donde se cruzan muchas instalaciones o donde deban entrar a trabajar al mismo tiempo muchas cuadrillas de trabajo, con el fin de reducir las pérdidas en el proceso constructivo. Para este tipo de actividades se podrá tomar en cuenta un tiempo mayor de anticipación al que consta en la ventana de Planificación Intermedia.

Así, el siguiente cuadro muestra el proceso de preparación de las trabajos en el tiempo, que debe actualizarse semana a semana:

Semana en curso	Siguietes semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
Ejecución del Plan	Preparación de las asignaciones (liberar restricciones para cumplir con los 7 flujos indispensables)						Selección de actividades a ser ingresadas en la ventana de planificación intermedia.
	Inventario de Trabajos Ejecutables (información que debe ser visible para que cada Último Planificador haga su propuesta de trabajo semanal)						
Monitoreo de lo Planificado (cumplimiento a tiempo y bajo Condiciones de Satisfacción, medición del Porcentaje de Asignaciones Completadas y las Razones de No Cumplimiento)	Propuesta Global del Plan de Trabajo Semanal						Definición de cada operación: Método de trabajo, recursos, condiciones , directivas, Criterios de aceptación
	Reunión de Planificación de la Producción y Aprendizaje. Aprobación del Plan de trabajo semanal y compromiso.						
	Reunión de preparación de los trabajos para las próximas semanas: Revisión del programa, flujo de trabajo, metodología, recursos, condiciones de satisfacción, información necesaria, pre-requisitos, ... Definición de Responsables para liberar cada restricción. Revisión del avance en la preparación de las tareas más próximas. Aprobación de las asignaciones que entran al Inventario de Trabajos Ejecutables.						Flujo de trabajo: revisar secuencia, carga vs. capacidad, interdependencias, ...

En el ejemplo, el tiempo necesario para preparar las asignaciones se definió en 6 semanas, por lo tanto la ventana de Planificación Intermedia abarca desde la semana 1 hasta la 6. Sin embargo, faltando 7 semanas se inicia el proceso de explotación, definición de las operaciones y flujo de trabajo, a cargo del coordinador del sistema Last Planner. Faltando 6 semanas se hace la reunión en la que se revisa la propuesta. A esta reunión asisten las

el inicio de esta mientras se describe y se coloca las tareas en la pared, en tanto que se añade solamente el trabajo que debe ser hecho.



El equipo entonces añade duraciones a las tareas, otra vez discute, mueve las hojas adhesivas, aplica más o menos recursos y determina la duración de la fase entera. El documento oficial (White Paper) expone que estas duraciones deben ser aquellas que el equipo “mejor estime” en relación al tiempo que va a utilizar, en otras palabras, sin ninguna contingencia incluida. Ya sea que estas duraciones cumplan los requerimientos del programa maestro o no, el equipo realiza los ajustes necesarios para llegar a la fecha de término y lo más importante “públicamente genera, cuantifica y localiza contingencias en el programa (holguras)”.

Dependiendo del proyecto y de la fase, se invitará a este taller no solamente a las cabezas de equipo (maestros de obra, sub-contratistas, ingenieros residentes, superintendente de obra), sino también a aquellas personas que puedan aportar con la fase: desde exponer el valor del proyecto hasta consejos que pudieran aportar en seguridad, constructibilidad y reducción en los tiempos de ejecución. Para el caso de la programación de una de las fases

de un hospital, por ejemplo, se invitó al jefe de enfermeras para que de una introducción sobre el valor del proyecto hacia sus usuarios (Knapp y otros, 2006).

Puede guardarse el trabajo final de la programación o bien transcribirlo “a limpio” con el uso de programas especializados, como MS Project, Primavera o Excel, para luego ser publicado en obra y entregado a los involucrados.



Existen muchos beneficios alrededor de un programa de fase colaborativo (Knapp y otros, 2006):

- El equipo del proyecto comprende mejor el valor del proyecto.
- El equipo se conoce, se relaciona y planifica conjuntamente la fase.
- Cada miembro conoce las necesidades de los otros para cumplir sus trabajos.
- El trabajo es planificado de tal forma que todos comprendan y apoyen lo que debe hacerse y para cuando debe hacerse. El equipo sabe entonces cómo prepararse para cumplir sus compromisos, de acuerdo a lo programado.
- Una secuencia lógica de trabajo se planea, en la que se toman en cuenta tiempos razonables de ejecución. Los diagramas Gantt creados a partir del cronograma propuesto por el equipo serán entonces creíbles.

- El equipo conoce la fuente de donde proviene el flujo de trabajo, en la Planificación Intermedia, que se utilizará para preparar las tareas.

Mossman (2009) sugiere la utilización de hojas adhesivas con un formato como el que se muestra a continuación²⁵:

Ejecutor		cliente (interno)
me comprometo entregar para el proyecto...		
fecha y condiciones de satisfacción ...		
Sector	# trabajadores	
Nivel	tiempo requerido	horas/días
Para hacerlo solicito ...		
1		
2		
3		
® The Change Business LTD, 2009		

Finalmente, Knapp, Charrón y Howell (2006) nos proponen las siguientes recomendaciones a partir de sus experiencias:

- Facilitador del proceso. Quien presida este taller deberá proveer los recursos y preocuparse de que se mantenga el hilo de la reunión, sin presionar hacia soluciones particulares. Mientras exista una buena química entre todos y cada uno aporte lo que sabe, no habrá una persona en particular que deba dirigir el proceso; este lo llevarán a cabo todos los participantes, especialmente aquellos con mayor experiencia alrededor del proyecto y de la fase.
- Amplitud del programa. Para el caso de fases muy largas, complejas o con múltiples involucrados se recomienda dividir las en dos para que fueran más efectivas. Normalmente un taller como este debe durar unas 4 horas.

²⁵ Esta forma de ficha adhesiva es una marca registrada de The Change Business LTD. Se recomienda adaptarla a sus necesidades o bien solicitar la autorización de su autor intelectual previo su uso.

- c. Preparación. Para la invitación a la Programación Colaborativa se debe tomar en cuenta la presencia de las personas que posean el conocimiento, la experiencia y la autoridad para generar el flujo de trabajo más óptimo para los intereses de todos los participantes y del proyecto.
- d. Del final hacia el inicio. Según los autores este es el asunto más difícil para el equipo de comprender y aceptar, sin embargo, la experiencia refleja buenos resultados en relación al trabajo justo que se debe hacer para alcanzar los objetivos del proyecto o de la fase y en el afán por reducir las pérdidas.
- e. Paquetes de trabajo. A pesar de lo expuesto, no existe una fórmula precisa (hablar de actividades, operaciones o tareas). Este alcance lo determinará el equipo en la marcha, según sus necesidades de planificación y para la entrega de trabajos a los otros miembros.
- f. El contexto. Se recomienda que el arquitecto, el dueño o un representante del proyecto haga una introducción sobre el “valor” del mismo, que se expongan las restricciones o implicaciones importantes a tomar en cuenta. Así, se generarán alternativas que puedan llevar a soluciones acordes con las necesidades más próximas a lo que se quiere crear.
- g. El tiempo de la fase. Ni es fácil, ni resulta del todo preciso definirlo a partir de la duración de cada tarea. Muchos trabajos se sobreponen por lo que se deberá dividir las tareas en sub-tareas. Una forma de determinar el tiempo de la fase es pasar el programa descrito en la pared a un software que facilite este proceso, tomando en cuenta los días laborables (deduciendo fines de semana y feriados). Lo que se quiere es que no se termine el taller hasta que todos estén contentos con las fechas de entrega y el flujo de trabajo.
- h. Planificación. Como se nombró anteriormente, lo importante no es llenar hojas adhesivas y pegarlas en una pared, sino todo el proceso de discutir lo que se tiene que hacer en base a la realidad del proyecto, cómo hacerlo, qué se necesita para comenzar y terminar cada actividad, etc. Mientras el programa que se genera refleje de la mejor forma esto, será más beneficioso para todos. No se ha registrado una programa de fase que haya terminado con un contrato de ejecución de los trabajos, sin embargo, lo que si se ha logrado es un equipo de trabajo que comprende el proyecto, sus roles individuales y lo que se requiere para que el proyecto sea un éxito.

- i. Visto bueno. En general, los autores manifiestan que los miembros del equipo aprueban este tipo de talleres, en la mayoría de los casos nunca lo habían hecho y sin embargo, les parece interesante y óptimo.

8.4. Entrega del proyecto

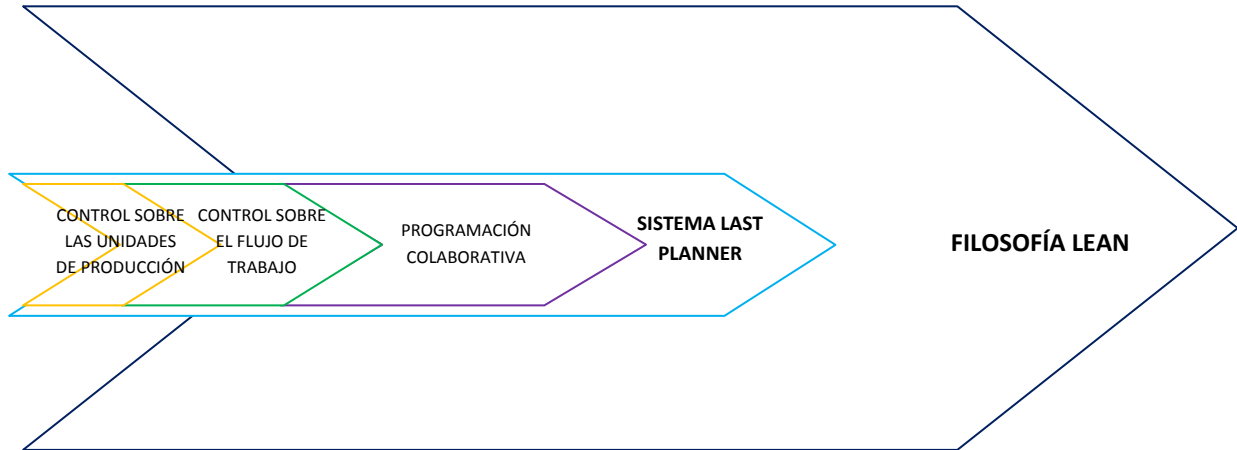
O aseguramiento del proceso de implementación, que consistirá en evaluar qué tan bien está funcionando el Last Planner System, con el fin de apoyar su fortalecimiento hacia todos los beneficios que brinda este sistema o bien, declarar terminado el proceso de implementación. Será el mismo facilitador (o consultor), junto con el equipo de líderes en su implementación quienes validen su correcto funcionamiento y dejen en manos de los Últimos Planificadores y del coordinador del LPS su normal desenvolvimiento.

Entre los beneficios que caracterizan al sistema Last Planner, Lauri Koskela (2008) nos propone los siguientes:

- Productividad
- Duración
- Seguridad
- Calidad
- Cambio organizacional
- Mejoramiento continuo
- Estandarización del trabajo

Tomará unas pocas semanas hasta que los Últimos Planificadores se adapten a las herramientas del sistema y las hagan parte de su trabajo, generándose los primeros beneficios para el proyecto. Sin embargo, la obtención de mayores beneficios se verá reflejada en la integración de los principios que animan el Sistema, provenientes de la filosofía *Lean*, esto es, generación de valor para el cliente o usuario del proyecto, reducción y eliminación de las pérdidas en el proceso productivo, cultura de mejoramiento continuo, elaboración del trabajo justo en la obtención de los mejores resultados, ambiente de respeto, confianza, colaboración, compromiso, aseguramiento de la calidad, búsqueda de la perfección, entre otros.

La adopción de una parte del LPS generará buenos resultados, sin embargo, su implementación integral generará mejores resultados. De igual forma pasa con los fundamentos de la filosofía *Lean*. La siguiente figura muestra un ejemplo de esto:



Entrar en una filosofía de gestión es un camino largo. Las personas que hayan emprendido esta marcha deberán seguir investigando, nutriéndose y aportando, tanto al sistema Last Planner como a nuevas iniciativas.

He aquí un gran paso hacia una filosofía de gestión que no solamente le traerá beneficios a usted, sino también a sus trabajadores, contratistas, proveedores, así como a quienes hagan uso de la obra de construcción y más allá de las fronteras de sus proyectos.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9. Conclusiones

A partir del desarrollo de este manual/guía para la implementación del Last Planner System se pueden citar las siguientes conclusiones:

1. Alcance.- El LPS se define como un sistema de planificación y control del proceso productivo en la construcción de proyectos civiles. Sin embargo, es notable su aporte hacia otras funciones dentro de la administración: a) organización, b) dirección y c) coordinación. Un elevado Porcentaje de Asignaciones Completadas – satisfactoriamente y a tiempo – reflejará no solamente una buena planificación, sino también una buena gestión de obra.
 - a) Organización. El Last Planner System contribuye a establecer la cantidad justa de obreros, personal técnico y administrativo mientras avanza la construcción de la obra. Desde las etapas de programación colaborativa por fases y planificación intermedia se puede avizorar las necesidades de personal. En la elaboración de los planes de producción semanales se revisa también este tema particular, permitiendo el ajuste de personal indispensable para los próximos días. Finalmente, el análisis de las Causas de No Cumplimiento o Razones de Entrega Tardía pueden reflejar una organización deficiente, a fin de promover las acciones correctivas pertinentes.
 - b) Dirección. Las bases del sistema Last Planner, dadas por la filosofía *Lean*, generan una propuesta de dirección de obra. Se proponen ciertos lineamientos básicos de dirección, así como los medios indispensables para llevarlos a cabo. Entre los lineamientos que se destacan están el mejoramiento continuo, el aseguramiento de la calidad, la colaboración oportuna de los principales actores del proceso productivo, la generación de un ambiente de compromiso y de confianza, la prevención activa, los fundamentos de la teoría Justo-A-Tiempo, entre otros.

c) Coordinación. Mediante la práctica de las “cinco conversaciones cruciales”, se reúnen oportunamente a los participantes en cada fase para que estos coordinen sus trabajos y los hagan factibles, simples y efectivos. La coordinación de obra resulta un factor preponderante en proyectos complejos, extensos o de pronta entrega.

2. Componentes incluyentes.- Existen autores que exponen la relación entre los principales componentes de un proyecto (tiempo, costo y calidad) de la siguiente manera:

- a menor tiempo de entrega, mayor el costo o menor la calidad;
- a mayor calidad, mayor costo y mayor el tiempo de entrega;

Sin embargo, es posible juntar armoniosamente costo, tiempo, calidad y satisfacción de todos los involucrados.

Mediante la colaboración de los diferentes participantes en el proyecto no solamente es factible, sino que se logra optimizar en todo sentido, con el fin de que todos ganen. El Last Planner System promueve esta optimización:

- a) Costo. No se trata de avanzar más rápido sacrificando el costo de la obra, sino de optimizar los recursos, mediante la utilización de lo justo, en el momento justo. Se trata de reunir tempranamente a los principales actores de la obra para que aporten en aspectos de constructibilidad a fin de optimizar los recursos.
- b) Tiempo. Una buena planificación, dentro de un marco de mejoramiento continuo, aportará de manera significativa en la optimización del tiempo. Comprende tanto en el tiempo empleado para cada actividad, como el tiempo de cada fase, por la ejecución de las tareas de inicio a fin, sin interrupciones y por la generación de un flujo de trabajo dentro de una línea de producción lo más compacta posible. La consideración de las pérdidas y su disminución constituyen un factor fundamental.
- c) Calidad. Que se asegura (o se protege) desde la ejecución de los planes de trabajo (asignaciones de calidad) hasta la oportuna inspección de los resultados, dentro de una cadena generadora de valor en la que cada persona

en la organización es pieza fundamental. El conocimiento del valor del proyecto y de cada producto intermedio favorece al logro de este objetivo, que se establece tempranamente con la participación directa de las cabezas que ejecutan los trabajos.

- d) Satisfacción de los involucrados. Normalmente se ha tomado en cuenta únicamente la satisfacción del cliente final o del promotor del proyecto. La satisfacción del cliente interno, por la entrega de los trabajos dependientes y por el desenvolvimiento de sus labores en un ambiente seguro, confortable y agradable hace más productivo todo el proceso. Finalmente, mediante la colaboración de los actores del proyecto, existe un reconocimiento a cada persona en la cadena generadora de valor.

En cada una de las conversaciones que promueve el LPS se pretende buscar las alternativas para reducir los tiempos, manteniendo estándares de calidad que permitan la generación de valor establecido. De forma directa e indirecta se pueden reducir los costos, mediante la optimización de los recursos (materiales, mano de obra, tiempo, etc.) y por el valor generado, que eventualmente puede incrementar el precio con el que se oferte el proyecto. Este modelo participativo provoca que todos se sientan parte de la obra de construcción, transformándose en una creación colectiva de un grupo de personas que intervienen activamente en él.

3. Resultados.- *“Los planes son de poca importancia, pero la planificación es esencial”* (Wiston Churchill).

Así, lo importante no es el programa maestro, sino cumplir con los objetivos del proyecto, la entrega del proyecto.

Lo importante no es el programa de fase, sino juntar a los involucrados en dicha fase, anticipar problemas, resolverlos, escoger la metodología constructiva más adecuada, dentro de las mejores condiciones de productividad y constructibilidad, generar las relaciones, el involucramiento, la colaboración y los compromisos.

Lo importante no es la planificación intermedia, sino que todo (lo justo) esté listo a tiempo para que el trabajo no se interrumpa, sino que avance, fluya.

Lo importante no es el plan de trabajo semanal, sino el compromiso de ejecutarlo a tiempo, bien hecho.

Lo importante no es levantar los datos del avance de obra según los planes, sino dar soporte al trabajo, observar, corregir y no permitir la entrega de trabajos defectuosos. Lo importante es el mejoramiento continuo, el aprendizaje, las tomas de consciencia que promuevan la optimización en todo sentido.

Finalmente, lo importante no es implementar el sistema Last Planner, sino los resultados que se pueden obtener en eficiencia, coordinación, organización, calidad, mejoramiento continuo, seguridad, productividad, constructibilidad, plazos, generación de valor para el bienestar de quienes van a hacer uso de esta obra.

10. Recomendaciones

A lo largo del texto se han generado una serie de recomendaciones relativas a la implementación del Last Planner System. La recomendación esencial es aprender el sistema aplicándolo.

Sólo se puede llegar a ser buenos planificadores y gestores de obra con la práctica. Una sólida base teórica y filosófica dará un mayor potencial a las acciones, en el corto y largo plazo. Solamente con el tiempo se podrá lograr hacer lo justo, en el momento justo y con los recursos justos, en el afán por alcanzar la excelencia. Solamente con el tiempo se podrá optimizar verdaderamente en calidad, tiempo, costo y satisfacción de los involucrados, entregando al cliente un producto de valor que perdure con el tiempo.

Se recomienda finalmente, que esta iniciativa sea un paso hacia nuevas iniciativas, hacia la exploración de las propuestas de *Lean Construction* y la filosofía *Lean* con mayor profundidad, así como estudiar otras opciones en la Gestión de la Construcción. La recomendación se orienta en mejorar continuamente el proceso productivo y los proyectos de construcción en su globalidad, lo cual no solamente va a generar beneficios para el usuario y para el constructor, sino para la industria de la construcción, para la región y más allá.

BIBLIOGRAFÍA.-

- _____. [S/N, entrevista a Glenn Ballard] *Planera Bygga Bo, Journal of the Sweedish National Board of Housing Building and Planning*. Edición de Junio, 2006. (disponible en <http://www.leanconstruction.org/files/> Acceso: mayo, 2008)
- _____. “Lean and Green” Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: febrero, 2010.
- _____. “Message from top Management”, “Toyota Production System”, “Guiding principles at Toyota”, “The Origin of TPS” *Página Web de TOYOTA*. Internet. <http://www.toyota.co.jp/en/vision/index.html> Acceso: enero, 2010.
- _____. “The Toyota Way in sales and marketing” (2003) Edición restringida para el área de mercadeo y ventas de los concesionarios Toyota.
- _____. “Work Structuring” Lean Construction Institute. White Paper #5. Junio, 1999. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org/files/> Acceso: enero, 2010)
- ALARCÓN, Luís Fernando, CAMPERO, Mario. *Administración de Proyectos Civiles*. Segunda edición. Ediciones Universidad Católica de Chile, 2003.
- BALLARD, Glenn “The Last Planner”. Northern California Construction Institute Monterrey, Ca. 1994 (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- BALLARD, Glenn, HOWELL, Gregory. “Lean Production Theory: Moving Beyond ‘Can-Do’” *2nd Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, Septiembre de 1994. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- BALLARD, Glenn. “Lookahead Planning: The missing link in production control”. Presentado en *5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Universidad Católica de Chile, Chile, 1997. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- BALLARD, Glenn y HOWELL, Greg. “Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow” páginas 101-110, Alarcon, L. (ed.) *Lean Construction*. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 1997. 497 pp. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- BALLARD, Glenn y HOWELL, Gregory. “Shielding Production: An Essential Step in Production Control” *Journal of Construction Engineering in Management*. Vol. 124, No. 1. Pg 18-24., enero de 1998. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: febrero, 2010)

- BALLARD, Glenn. “A New Assignment Sizing Criterion” *Lean Construction Institute White Paper #2*. November 3, 1998. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: febrero, 2010)
- BALLARD, Glenn. “The Last Planner System of Production Control” *PhD Dissertation, Civil Engineering, University of Birmingham*, Birmingham, United Kingdom. Mayo del 2000. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- BALLARD, Glenn. “Phase Scheduling” *Lean Construction Institute White Paper #7*. Abril 27 del 2000. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: febrero, 2010)
- BALLARD, Glenn y HOWELL, Greg. “An Update On Last Planner”. *Proceedings of the 11th annual conference, International Group for Lean Construction, Blacksburg, Virginia, U.S.A., July, 2003*. (disponible en “Readings” <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- BALLARD, Glenn. “Lean: Una Visión Global” *Conferencia sobre Lean Construction, Pontificia Universidad Católica del Perú*. 08 de Septiembre de 2005.
- BALLARD, Glenn. “The Lean Project Delivery System: An Update” *Lean Construction Journal 2008*. Pp. 1-19 (Disponible en <http://www.leanconstructionjournal.org> Acceso: febrero, 2010)
- DE MELLO, Anthony, S.J. *¡Despierta!* Bogotá, Colombia. Editorial Norma, 1994.
- DÍAZ, Daniela. “Aplicación del sistema de planificación ‘Last Planner’ a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura” Memoria para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil. Santiago de Chile, 2007. (disponible en <http://www.cybertesis.cl> Acceso: marzo, 2010)
- DIDIER, D. *Lado Cruz, Lado Cara. Tratado de Ciencias Energéticas*. Ekoforum, Victoria, España, 1998.
- HENDRICKSON, Chris, AU Tung. *Project Management for Construction*. Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, 2003. Version 2.1. (Disponible en Internet <http://pmbook.ce.cmu.edu> Acceso: mayo del 2008)
- HILL, Kristin, SILVON, Christine, DRAPER, John. “Another approach to transforming project delivery: Creating a Shared Mind” *Proceedings of the International Group for Lean Construction # 15*, pp. 417-422, July 2007, Michigan, USA. (disponible en <http://www.thechangebusiness.com> Acceso: marzo, 2010)

- HOWELL, Gregory. 1999. "What is Lean Construction" *Proceedings 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, University of California, Berkley, CA, USA. (disponible en "Readings" <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- KNAPP, Steve, CHARRÓN, Roberto, HOWELL, Gregory. "Phase Planning Today" *14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Santiago, Chile, Julio 25-27, 2006. Pág.. 157 – 162. (Disponible en <http://www.ing.puc.cl/ric> Acceso: junio, 2010)
- KOSKELA, Lauri. "Application of the New Production Philosophy to Construction". *Technical report # 72*. CIFE. Standford University, 1992. (Disponible en "Readings" <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- KOSKELA, Lauri. "Why CPM based project management thinking is obsolete" VTT Technical Research Centre of Finland. *LCI-uk WMCCE Last Planner Implementation Seminar*. Birmingham, 24 de abril, 2008. (Disponible en <http://www.leanconstruction.org.uk> Acceso: febrero, 2010)
- KOSKELA, Lauri, HOWELL, Gregory. "The underlying theory of project management is obsolete". Project Management Institute, 2002. (disponible en "Readings" <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- LAUFER, A. TUCKER, R.L. "Is construction project planning really doing its job?: A critical examination of focus, role and process". *Construction Management and Economics*. London, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.
- LAUFER, A., TUCKER, L.R., SHAPIRA, A., SHENHAR, A. "The multiplicity concept in construction project planning". *Construction Management and Economics*. London, n. 11, p. 53-65, 1992.
- LICHTIG, William. "Ten key decisions to a successful construction project; choosing something new: the integrated agreement for lean project delivery". *American Bar Association Forum on the Construction Industry*. The Intercontinental Toronto Center, Sept. 2005. (disponible en "Readings" <http://www.leanconstruction.org> Acceso: enero, 2010)
- MACOMBER, Hal, HOWELL, Greg. "Reforming Project Management: The Role of Reliable Promising" *Lean Construction Institute's 2001 Implementation Workshop*, Denver, CO. (disponible en "Readings" <http://www.leanconstruction.org> Acceso: marzo, 2010)
- MACOMBER, Hal, HOWELL, Greg. "Foundations of Lean Construction: Linguistic Action" *Proceedings of the 11th annual conference, International Group for Lean Construction*, Blacksburg, Virginia, U.S.A., July, 2003. (disponible en <http://www.iglc.net> Acceso: marzo, 2010)

- MOSSMAN, Alan, EBREY, Louise “Choosing & Using a Lean Construction Consultant” Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: febrero, 2010)
- MOSSMAN, Alan (2007a) “Last Planner: Collaborative Production Planning, Collaborative Programme Coordination” Internet. <http://www.lci.org.uk> Acceso: febrero, 2010.
- MOSSMAN, Alan (2007b) “Short-term Planning! for reliable project management” The Change Business Ltd, 2007. Presentación PPT. Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: mayo, 2010.
- MOSSMAN, Alan (2008) “What Does it mean to be Lean” Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: febrero, 2010.
- MOSSMAN, Alan (2009a) “Last Planner: Collaborative conversations for reliable design and construction delivery” Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: febrero, 2010)
- MOSSMAN, Alan (2009b) “Last Planner™ for reliable project delivery” The Change Business Ltd, 2009. Presentación PPT. Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: mayo, 2010.
- MOSSMAN, Alan (2010) “What is Integrated Lean Project Delivery?” Internet. <http://www.thechangebusiness.co.uk> Acceso: febrero, 2010.
- REVELO, Víctor Hugo, FIALLO, Mario. “Applying the last planner control System to a construction project: a Case study in Quito, Ecuador”. *Proceedings 10th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Gramado, Brazil, Aug. 2002. (Disponible en <http://www.iglc.net> Acceso: octubre, 2007)
- SANCHÉZ CÉLIZ, Diana Paola, ZÁRATE ORBE, Diego Fernando. “Método del último planificador en la construcción de edificaciones. Caso de estudio : Edificio Rincón del Bosque en la ciudad de Quito.” Disertación previa a la obtención del título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería. Quito, 2009.
- SERPELL, Alfredo. *Administración de Operaciones de Construcción*. 2da. Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile, 2002.
- SERPELL, A., ALARCÓN Luís F. *Planificación y Control de Proyectos*. Segunda Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile, 2003.

ANEXOS

