

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

“LEAN CONSTRUCTION PARA LA PLANIFICACIÓN DE OBRAS”

ING. ADRIÁN MAURICIO HERNÁNDEZ CARRERA

Tesis presentada para optar por el grado de “Maestría” en
“Administración de la Construcción” con
Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA,
según acuerdo número 994188 con fecha 09-VII-99

Zapopan, Jal., Mayo del 2013

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las dos mujeres que más amo, a mi esposa y a mi madre, quienes me apoyaron y alentaron desde el inicio de mi maestría y me ayudaron para concluir con éxito este nuevo camino de mi vida.

A mis maestros, quienes con sus enseñanzas crearon en mí una nueva visión de esta profesión que tanto me apasiona.

A mis abuelos, que desde niño me enseñaron a luchar y ser mejor.

Y sobre todo a Dios, por brindarme esta grandiosa oportunidad y esta hermosa familia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos mis compañeros de la MAC, en especial a mi incondicional compañera de equipo Norely y a su esposo Julio.

Al Maestro Nissim, quien me ayudo para la conclusión con éxito de este estudio.

A la Universidad Panamericana por su excelente equipo de maestros de gran nivel profesional e intelectual.

Y al Instituto Jalisciense de la Juventud, por el importante apoyo que nos brinda a todos los jóvenes para crecer profesionalmente.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, fue realizado para identificar el tipo de planificación que se lleva a cabo dentro de las empresas constructoras del municipio de Zapopan, en el estado de Jalisco, México, mediante entrevistas personales realizadas con los dueños, directores y/o gerentes encargados de realizar la planificación.

Se pretende crear conciencia en el lector sobre la importancia de la planificación durante el desarrollo inicial de los proyectos, y la gran problemática que ocasiona al no tener una correcta y ordenada planificación de la obra, reflejándose en impactos tanto económicos como de plazo.

Muestra las bondades y ventajas de la filosofía Lean Construcción para la planificación de obras, su origen, características, metodología y diferencias a favor que se tiene contra la planificación tradicional, pretendiendo servir como base para impulsar la implementación de esta filosofía dentro de las empresas constructoras.

Como conclusión se corrobora el tipo de planificación que las empresas constructoras llevan a cabo para la realización de sus obras, sus problemáticas e impactos negativos contra las que se encuentran durante el desarrollo de las mismas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
1. MARCO TEÓRICO	14
1.1. Introducción.....	14
1.2. Fuentes de información	14
1.3. Lean Production (Toyota Production System).....	15
1.4. Lean Construction	18
1.5. Last Planner (El Sistema del Último Planificador).....	19
1.6. Planificación Intermedia.....	20
1.7. Planificación Semanal	22
1.8. Medición del desempeño del sistema de planificación con el porcentaje de asignaciones completadas (PAC).....	23
1.9. Planeación.....	23
1.10. Productividad	24
1.11. Construcción	26
1.12. PMI vs Lean Construction	27
1.13. Benchmarking.....	30
1.14. Observaciones y Comentarios	31
2. MEDICIÓN.....	32
2.1. Introducción.....	32
2.1.1. Población y Muestra	32
2.2. Método de Medición	33
2.2.1. La encuesta	33
2.3. Diseño de herramienta de medición	33
2.3.1. Diseño de la encuesta	34
2.4. Resultados	37
2.5. Observaciones y comentarios.....	39
3. ANÁLISIS	41
3.1. Introducción.....	41
3.2. Método de Análisis	41
3.3. Análisis de la muestra.....	41
3.4. Observaciones y Comentarios	53
CONCLUSIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. PMI vs Lean Construction 27
Tabla 2. Resultados de las encuestas 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Familiarización con término planeación	41
Figura 3. Importancia de planear	42
Figura 4. Planeación en la empresa.....	43
Figura 5. Involucramiento del personal en la planificación	43
Figura 6. Elaboración del programa maestro,	44
Figura 7. Conocimiento de planeación intermedia	44
Figura 8. Ejecución de planeación intermedia.....	45
Figura 9. Conocimiento de planeación semanal	45
Figura 10. Ejecución de planeación semanal.....	46
Figura 11. Revisión de la Planeación.....	46
Figura 12. Planeación VS realidad.....	47
Figura 13. Corrección de la planeación VS desviación	47
Figura 14. Costo de la obra, partes y la cantidad de materiales planificados VS capacidad de los equipos disponibles.....	48
Figura 15. Disponibilidad de mano de obra, materiales y equipos adecuados y en la cantidad requerida.	48
Figura 16. Selección de insumos en la etapa de Diseño.....	49
Figura 17. Selección de insumos en la etapa de Planificación	49
Figura 18. Selección de insumos en la etapa de Construcción	50
Figura 19. Selección de insumos en base a costo	50
Figura 20. Selección de insumos en base a criterios cualitativos.....	51
Figura 21. Uso de metodologías para evaluar y seleccionar los insumos	51
Figura 22. Evaluación de proveedores.....	52
Figura 23. Conocimiento de Lean Production	52
Figura 24. Conocimiento de Lean Construction	53

*“La dirección de la empresa
no consiste sólo en la dirección de hombres,
ni a ella debe reducirse.
Incluye muchos otros elementos como
la determinación estratégica de objetivos,
que es previa y más fundamental...”*

Carlos Llano C. IPADE

INTRODUCCIÓN

EL POR QUÉ DE LA TESIS

Todo proyecto de construcción debe tener como objetivos fundamentales, la calidad, el tiempo y el costo.

Para lograr estos objetivos hay que desarrollar métodos de planificación, los cuales definan, coordinen y determinen el orden en que se deben de realizar cada una de las actividades. Lo anterior con el fin de alcanzar el éxito de la construcción de la forma más económica y eficiente.

Hoy en día, existe una mayor competitividad entre las empresas dedicadas a la industria de la construcción, lo cual nos lleva a la necesidad de generar lineamientos específicos, innovadores que permitan mejorar la calidad tanto en la construcción como en la .ejecución de obras. Estos nos ayudan a generar proyectos más eficientes y competitivos, eliminando actividades y esfuerzos innecesarios que solamente consumen recursos y no generan valor.

Se deben generar proyectos que estén sustentados en un plan de logística, previsión de pérdidas y un manejo adecuado del medio ambiente.

De aquí nace la necesidad de establecer una herramienta que proponga una serie de principios que permitan diseñar, controlar e implementar adecuadamente los flujos de un proceso, “Lean Construction como una filosofía de la planificación de proyectos”.

A pesar de la importancia que actualmente tiene la industria de la construcción en México, nos seguimos encontrando con los mismos errores que se repiten día a día, obra a obra: baja productividad, pobre calidad, altos índices de accidentes, desviaciones en cumplimientos de plazos y presupuestos, entre otros. Y tal es el caso de las obras en Zapopan, en donde una pobre planeación y falta de modelos

que estén dirigidos a la reducción de pérdidas y optimización de los procesos productivos, provocan que existan restricciones las cuales impiden que continuemos con la ejecución efectiva de la obra.

Es por ello que se debe implementar una serie de principios que nos permitan diseñar y controlar cada uno de los recursos que participan en el proyecto con el fin de poder optimizar las actividades y por ende cumplir con cada uno de los requerimientos del cliente y de la sociedad. Esto nos ayuda a contestar las siguientes interrogantes de forma positiva.

- ¿La planificación obedece la realidad?
- ¿El costo de la obra o de sus partes y la cantidad de materiales planificados día a día guardan relación con la capacidad de producción que disponemos?
- ¿Contamos con la mano de obra, materiales y equipos adecuados y en la cantidad requerida?

Aunado a esto y a una colaboración de todos los involucrados en el proceso de planeación, se conseguirá una participación transparente, con iniciativa y compromiso de cada uno, con el fin de poder alcanzar los objetivos planeados.

ANTECEDENTES

A finales de la década de los setenta, surgen una serie de enfoques de gestión de producción, los cuales han tenido un fuerte impacto en la producción industrial actual, ayudando a reducir considerablemente el esfuerzo humano, el espacio de producción, inversión de herramientas y horas de ingenierías, entre otros aspectos.

En base a que los análisis de fallos del plan del proyecto, indican que normalmente sólo alrededor del 50% de las tareas en los planes de trabajo semanales, se completarán a finales de la semana del plan y que los constructores podrían mitigar la mayoría de los problemas a través del manejo activo de la variabilidad, a partir de la estructuración del proyecto continuando así, con su funcionamiento y mejora (Ballard y Howell 2003),

Las evidencias de las investigaciones y observaciones indican que los modelos conceptuales de la gestión de la construcción y las herramientas que utiliza, no pueden entregar proyectos a tiempo, en el presupuesto y en la calidad deseada. (Abdelhamid 2004). Lo que lleva a desarrollar una corriente que nos permita minimizar o eliminar todas aquellas fuentes de pérdidas en los procesos productivos que normalmente implican menor productividad, menor calidad, mayores costos; en sí, revisar los principios de la gestión de la construcción.

Hay que tener en cuenta que una buena planeación de obra, garantiza una buena eficiencia y eficacia en el proyecto, por lo cual la planificación es la médula principal que regula la ejecución global del proyecto.

Hemos podido observar que en las obras de Zapopan, normalmente se empieza un proyecto sin tener las herramientas necesarias para su ejecución, como puede ser el proyecto ejecutivo, programa de obra, programa financiero, en fin, una serie de lineamientos que nos den un panorama general del proyecto a ejecutar.

Por lo tanto esto origina que no se tenga bien determinado qué es lo que se quiere hacer, y cómo hacerlo, lo que nos lleva a que se tenga una obra mal administrada, a no lograr los objetivos propuestos, a tener un exceso de consumo de servicios, a no terminar la obra en tiempo, etc.

HIPÓTESIS Y OBJETIVO

Hipótesis

En las obras de Zapopan no existe una cultura de planificación con la filosofía Lean.

Objetivo

Incrementar la fiabilidad y desempeños de la planificación de las obras de Zapopan a través de la implementación de la filosofía Lean.

LIMITACIONES

El estudio se desarrollará en proyectos de obra dentro de la ciudad de Zapopan, Jalisco, México.

METODOLOGÍA

- Investigación documental sobre temas relacionados con Lean Construction y planificación de proyectos.
- Analizar los distintos procesos constructivos, de algunas obras de la ciudad de Zapopan, observando y documentando hasta qué punto llevan una buena planificación.
- Buscar dentro de la planificación los procesos en los cuales se pudo llevar una planificación con el criterio de Lean Construction.
- Elaborar un plan de aplicación de Lean Construction para la planificación de dichos proyectos.

DESCRIPCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

El estudio se desarrolla en: Introducción, 3 Capítulos, Conclusiones y Bibliografía de cada uno de los temas investigados.

- Introducción. Da un panorama general al lector del tema a desarrollar.
- Capítulo 1
Marco Teórico. Visión acerca de la Lean Production y Lean Construction, sus componentes y su relación con la planificación de proyectos.
- Capítulo 2
Medición. Se analizan los procesos constructivos de algunas de las obras de la ciudad de Zapopan.

- **Capítulo 3**
Análisis. Se analizan los resultados obtenidos en el capítulo 2, con el fin de proponer una serie de procesos los cuales pueden eficientar los procesos de dichas obras analizadas.

- **Conclusiones**
Conclusiones y estrategias a seguir para la implementación de Lean Construction.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción

En este capítulo se da una introducción sobre Lean Production, (Justo a Tiempo, Gestión de Calidad Total, etc) sus orígenes y su importancia basada en el tiempo, reingenierías de procesos, ingenierías concurrentes entre otras, así como su desarrollo e impacto dentro de la producción industrial, con el fin de proporcionarle al lector un panorama general y entendimiento sobre la filosofía Lean.

Se analizan autores como Ballard (Last Planner), Koskela, Bertelsen, Howell, Zabelle, entre otros, y del cómo a partir de la filosofía Lean Production, el "*International Group of Lean Construction*" desarrolló un nuevo referencial teórico llamado, Lean Construction, describiéndose sus herramientas de aplicación para la planificación de obras, reducción de procesos que no generan valor y alternativas de implementación.

Por otro lado se analizan las técnicas tradicionales de planeación de proyectos de construcción, con el fin de poder desarrollar una comparación entre las distintas técnicas y sus ventajas y desventajas.

Se definen conceptos como Lean Production, Lean Construcción, Last Planner, planeación, productividad y construcción.

1.2. Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas son:

- Libros y revistas especializados.
- Internet.
- Bibliotecas públicas.
- Expertos en el tema.

1.3. Lean Production (Toyota Production System)

El sistema de producción Toyota, es un revolucionario sistema adoptado por las compañías japonesas después de la crisis petrolera de 1973. La compañía Toyota lo empezó a utilizar a principios de los años 50's.

El TPS, es un conjunto de principios, conceptos y técnicas que permiten crear un eficiente sistema a fin de reducir el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto o servicio, a través de la eliminación del desperdicio, permitiendo el flujo continuo en la elaboración del producto o servicio. (Ing. Francis Paredes R.), alcanzando reducciones de costos nunca imaginados y cumpliendo con las necesidades de los clientes a los costos más bajos posibles.

Dicho sistema debe de cumplir con las metas de 3 subsistemas con el fin de lograr los objetivos propuestos.

1.- Control de Calidad.

Diseña y desarrolla un sistema que se adapte a las fluctuaciones de la demanda diaria o mensual en términos de la cantidad y variedad de productos.

2.- Aseguramiento de la calidad.

Asegura que cada proceso podrá únicamente fabricar artículos de calidad para los procesos siguientes.

3.- Respeto por el personal.

Los empleados son capacitados para desempeñar un mayor número de operaciones y son capaces de tomar diferentes y mayores responsabilidades, con el fin de alcanzar los objetivos. Las personas constituyen el activo más importante de toda la compañía.

Conceptos relevantes del sistema de producción Toyota, los cuales es necesario cumplir para lograr el éxito del sistema y del proyecto:

1.- Manufactura Justo a Tiempo (Just In Time).

Consiste en producir el tipo de unidades requeridas, en el tiempo requerido y en las cantidades requeridas. Elimina inventarios innecesarios tanto en proceso, como en productos terminados y permite rápidamente adaptarse a los cambios en la demanda.

2.- Autonomatización (Jidoka).

Impide que las unidades con defecto de un proceso fluyan al siguiente proceso, (control de defectos autónomo)

3.- Fuerza de trabajo flexible (Shojinka).

Consiste en variar el número de trabajadores para ajustarse a los cambios de demanda. Los empleados deben de conocer las operaciones, anterior y posterior a la que están realizando y deben de ser capaces y estar dispuestos a realizar diferentes tipos de actividades en cualquier área de la compañía.

4.- Pensamiento creativo o ideas creativas (Soikufu).

Consiste en capitalizar las sugerencias de los trabajadores para lo cual se necesita tener recursos disponibles para responder a esas sugerencias.

Aunado al logro de los objetivos de los puntos anteriores, el sistema de producción Toyota establece varios puntos los cuales son la base esencial del sistema.

1.- Sistema KANBAN.

Es un sistema de información que controla la producción de los artículos necesarios en las cantidades necesarias, en el tiempo necesario, en cada proceso de la compañía y también de las compañías proveedoras. Establece un sistema de producción en el cual los productos son jalados por la siguiente estación, los productos no pueden ser empujados por la primera estación. Los productos son jalados al ritmo que se necesitan (sistema llamado PULL). La última estación es la que marca el ritmo de producción.

2.- Producción constante.

La línea produce una gran variedad de productos cada día en respuesta a la variación de la demanda del cliente, en lugar de que esté comprometida a manufacturar un solo tipo de producto en grandes lotes.

La producción es lograda adaptando los cambios de la demanda diaria y mensual.

3.- Reducción del tiempo de set-up.

Es la cantidad de tiempo necesario en cambiar un dispositivo de un equipo y prepararlo para producir un modelo diferente, con la calidad requerida por el cliente, sin incurrir en costos para la compañía, reduciendo el tiempo de producción en todo el proceso.

4.- Estandarización de operaciones.

El objetivo es minimizar el número de trabajadores, balanceando las operaciones en la línea, asegurando que cada operación requiera del mismo tiempo para producir una unidad. El trabajador tiene una rutina de operación estándar y mantiene un inventario constante en proceso.

5.- Distribución de máquinas y trabajadores multifuncionales.

Se logra a través de la rotación del trabajo, evaluando y revisando los estándares y rutinas de operación. Esto permite tener una fuerza de trabajo flexible, entrenado y versátil. La responsabilidad de cada trabajador será aumentada o disminuida dependiendo del trabajo a realizar en cada producto.

6.- Mejoramiento de actividades.

Se realiza a través de equipos de trabajo y sistemas de sugerencias. Están enfocadas a reducir costos, mejorar productividad, reducir la fuerza de trabajo y mejorar la moral de los empleados.

7.- Sistemas de control visual.

Monitorean el estado de la línea y el flujo de la producción con el fin de detectar anomalías en la línea de producción.

8.- Control de calidad en toda la compañía.

Por medio de la acción de un departamento y reforzado por otros departamentos de la misma compañía. Se debe tener especial atención en la junta de directores para asegurar que la comunicación y cooperación se dé en todos los niveles de la empresa.

En el sistema de producción Toyota hay que tener en cuenta que lo que puede dar competitividad en el mercado mundial es la capacitación y compromiso del personal. La globalización está aquí y la competencia local ya no existe.

1.4. Lean Construction

Es un proceso basado en proyectos de producción. Tiene que ver con el ejercicio integral de mejoras continuas y simultáneas en todas las dimensiones del entorno construido y natural (Abdelhamid 2007).

El enfoque Lean Construction trata de gestionar y mejorar los procesos de construcción Lean con un costo mínimo y tener en cuenta el máximo valor por la necesidades del cliente (Koskela 2002).

Lean Construction introduce principios que cambian el marco conceptual de la administración del mejoramiento de la productividad y enfoca todos los esfuerzos a la estabilidad del flujo de trabajo. Analiza los principios y las aplicaciones del JIT (Just In Time) y TQM (Total Quality Management) en la industria de la construcción, en base a lo aprendido en Lean Production.

Principios de Lean Construction

(Koskela L., 1992, Application of the new production philosophy to construction, CIFE Technical Report # 72)

1.-Reducir la parte de las actividades que no agregan valor. (También llamada pérdidas).

- 2.- Incrementar el valor del producto a través de la consideración de las necesidades del cliente.
- 3.- Reducir la variabilidad.
- 4.- Reducir el tiempo de los ciclos.
- 5.- Simplificar mediante la reducción del número de pasos, partes y relaciones.
- 6.- Incrementar la flexibilidad de las salidas (producto terminado).
- 7.- Incrementar la transparencia de los procesos.
- 8.- Focalizar el control en los procesos globales o completos.
- 9.- Introducir la mejora continua en los procesos.
- 10.- Mantener el equilibrio entre mejoras en los flujos y en las conversiones.
- 11.- Hacer benchmarking.

1.5. Last Planner (El Sistema del Último Planificador)

Técnica de planificación y control de producción para proyectos de construcción desarrollada por Ballard la cual utiliza Inventarios de Trabajos Ejecutables (ITE), que permiten tener preparadas actividades para ser ejecutadas en el futuro (cuatro a seis semanas). Esto otorga mayor confiabilidad a los flujos de producción y reduce su variabilidad.

Planificar adecuadamente se convierte en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, lo cual mejora la producción mediante la eliminación de esperas, se realizan las actividades en la secuencia más conveniente y coordina la interdependencia de las múltiples actividades por realizar.

Ballard (1994) plantea que una buena planificación ocurre cuando se superan algunos obstáculos presentes en la industria de la construcción, como son los siguientes:

- La planificación no se concibe como un sistema, sino que se basa en las habilidades y el talento del profesional a cargo de la programación.
- El desempeño del sistema de planificación no se mide.
- Los errores en la planificación no se analizan, ni se identifican las causas de su ocurrencia.

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

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

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

Es necesario igualmente determinar las razones para el no cumplimiento de las asignaciones de trabajo. Esta acción proveerá información necesaria para el mejoramiento del PAC que traerá como resultado que el proyecto sea completado más eficientemente.

1.6. Planificación Intermedia

Corresponde al segundo nivel de la jerarquía en la planificación, y le sigue a la planificación inicial, de la cual se deriva el plan maestro y antecede a la planificación compromiso, que genera el plan de trabajo semanal (PTS). La planificación intermedia abarca intervalos de 5 a 6 semanas. Las actividades son exploradas con más detalle, lo cual permite determinar las subtareas para su ejecución, y que pueden entenderse como prerrequisitos de trabajo, directrices o recursos necesarios para su realización, que se conocen como restricciones. Una vez éstas se

determinan, las actividades deben someterse al proceso de preparación, donde las restricciones son eliminadas, dejando la actividad lista para ser ejecutada.

Las actividades principales en la planificación intermedia

1.- Equilibrar la carga de trabajo con la capacidad.

La carga es la cantidad de trabajo esperado para una unidad de producción en un cierto tiempo, mientras que la capacidad se refiere a la cantidad de trabajo que una cierta unidad de producción puede lograr en un cierto tiempo. Así pues lo ideal es que a cada unidad de producción se le asigne una carga igual que su capacidad para un determinado tiempo, o sea que la unidad de producción tenga asignada un volumen de trabajo que sea igual a su máximo rendimiento ni más ni menos. El problema de realizar este equilibrio en la planificación intermedia es que el planificador sabe qué tipo de unidad necesitará para poder realizar el trabajo, pero no sabe que unidad específica lo hará, por eso es necesario que el ejecutor o último planificador también lo evalúe.

2.- Revisar la secuencia de las actividades.

Aunque la planificación inicial ya debiera tener en cuenta este objetivo, es importante también verificarlo en esta fase. Mirar que todas las actividades estén bien ordenadas, que no tengamos dos grupos diferentes trabajando en la misma zona (ya que podrían estorbarse), que todos los grupos de trabajadores tengan los materiales que necesita etc. Esta función es primordial para el buen funcionamiento de la obra.

3.- Desarrollar detalladamente los métodos de ejecución.

Cuanto más se detalle la forma en la que se ejecutarán las actividades programadas, más fácil será ver los posibles errores que haya o los posibles inconvenientes que puedan surgir en el terreno en el futuro.

4.- Mantener un listado de actividades listas para ejecutar.

El resultado de la revisión de todas las actividades, da como resultado un conjunto de asignaciones (actividades que no tienen restricciones), estas asignaciones las

incluimos dentro del inventario de trabajo ejecutable (ITE). La idea es que este inventario sea lo suficientemente amplio para que si una actividad no pueda ser ejecutada, sea cual sea el motivo, la unidad de producción pueda realizar otra actividad y no se quede parada. Lo que se busca es que siempre haya actividades listas para ser ejecutadas aunque no estén en la programación semanal, es decir actividades que tengan la holgura suficiente para poder distribuir las en el tiempo, estabilizando así el flujo de trabajo (Buffers).

1.7. Planificación Semanal

El sistema del último planificador pretende incrementar la calidad del plan de trabajo semanal (PTS), el cual cuando se combina con el proceso de planificación intermedia genera el control del flujo de trabajo, el cual es el objetivo principal de este nivel de planificación (controlar a la unidad de producción), progresando en la calidad de las asignaciones gracias al aprendizaje continuo y a las acciones correctivas. El control de la unidad de producción depende en gran parte de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador.

Para que una asignación sea considerada una asignación de calidad ha de tener las siguientes características:

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

La planificación semanal escoge las actividades de lo que puede ser hecho o sea del ITE, de esta manera nos evitamos que haya incertidumbres en nuestro flujo de producción fomentando la confianza en la unidad que ejecutará el plan de trabajo y en las unidades que posteriormente ejecutarán actividades que tienen a ésta como precedente.

Se sabe que la filosofía Lean está basada entre otras cosas en la implementación del Kaizen (mejora continua) en los procesos, por eso en el sistema del último planificador una parte fundamental es la retroalimentación. Si se saben los motivos por los cuales no se cumplen los plazos establecidos se podrá mejorar en la próxima planificación, por eso se utiliza un medidor llamado Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), que es el número de actividades completadas que fueron programadas dividido por el número total de actividades programadas.

Los puntos principales para la preparación del programa semanal son:

- Revisar el estado de restricciones del Plan Lookahead (Planificación intermedia) anterior.
- Definir el nuevo inventario de trabajo ejecutable.
- Contrastar el inventario con el programa propuesto por el último planificador.
- Definir el programa semanal, adquiriendo compromisos y dejando actividades en espera por si existe algún inconveniente con las planificadas (Buffers).

1.8. Medición del desempeño del sistema de planificación con el porcentaje de asignaciones completadas (PAC).

El sistema del último planificador necesita medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Esta medición, que es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del porcentaje de asignaciones completadas (PAC), que es el número de realizaciones divididas por el número de asignaciones para una semana dada. De esta manera, el PAC evalúa hasta qué punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente; es decir, compara lo que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

1.9. Planeación

Planeación es decidir o identificar los objetivos que se van a alcanzar en un tiempo determinado para lograr un fin específico, luego de esto, lo siguiente es cómo

alcanzarlos. En esencia, la palabra planeación se deriva de formular un plan o un patrón integrado y predeterminado de las futuras actividades, esto requiere la facultad de prever y de visualizar el futuro.

En la construcción, lo que más interesa es tener una planificación de acuerdo al orden constructivo (WBS), para luego programar las actividades en un diagrama de Gantt con la finalidad de ubicar las barras dentro del periodo en que se ejecutará.

1.10. Productividad

La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.

Una aproximación a la definición de productividad presenta la relación existente entre lo producido y lo gastado. De una manera más amplia, podemos definir la productividad en la construcción como "la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado" (Serpell, 1999).

El logro de la productividad involucra entonces la eficiencia y la efectividad, ya que no tiene sentido producir una cantidad de obra si ésta presenta problemas de calidad.

Un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados, los principales son los siguientes:

- Materiales.
- Mano de obra
- Maquinarias, herramientas y equipos.
- Información.

Se puede hablar entonces de diferentes clases de productividad en la construcción, de acuerdo con los recursos considerados:

- Productividad de los materiales, por su costo es importante evitar los desperdicios.
- Productividad de la mano de obra, factor fundamental ya que normalmente es el recurso que fija el ritmo de trabajo de la construcción, del cual depende la productividad de otros recursos.
- Productividad de la maquinaria, muy importante por el alto costo que representa, por lo tanto es necesario racionalizar su uso en los proyectos, evitando tiempos muertos.

Existe gran cantidad de factores que afectan de diferentes formas la productividad en los proyectos de construcción. El profesional encargado de la administración de la obra, debe conocer cuáles de ellos son positivos y cuáles negativos, para actuar sobre los últimos y disminuir o eliminar su efecto.

Algunos factores con incidencias negativas sobre la productividad en proyectos de construcción, son:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Alta rotación de trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.
- Distribución inadecuada de los materiales en la obra.
- Falta de materiales requeridos.
- Falta de suministro de equipos y herramientas.
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo.
- Excesivo control de calidad.
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal.
- Clima y condiciones adversas en la obra.

Teniendo en cuenta los factores que inciden negativamente en la productividad, el administrador de obra debe adoptar acciones correctivas conducentes a la solución de los problemas identificados, como objetivo del mejoramiento de la productividad.

Las diferentes etapas para el mejoramiento, requieren la realización de distintas actividades en el proyecto.

- Medición de la productividad, realizada mediante la toma de datos y su posterior procesamiento y análisis estadístico. Para ello se utilizan formatos diseñados para tal fin, denominados formulario de *muestreo general del trabajo*.
- Evaluación de la productividad, utilizando los datos obtenidos para diagnosticar la situación de la obra identificando los problemas. De esta forma se puede determinar el plan de acción a seguir una vez evaluadas las diferentes alternativas.
- Implementación de planes de mejoramiento, formulando estrategias y acciones de mejoramiento, con seguimiento permanente para evaluar la eficacia y los resultados obtenidos.

El sistema implementado para la medición de la productividad tiene los siguientes objetivos:

- Evaluar de manera objetiva el desempeño del proyecto.
- Referenciar el ciclo de mejoramiento para próximas etapas de construcción.
- Realizar análisis de tendencias, proyectando resultados para futuras obras y terminación de la obra.
- Determinar por qué una obra o actividad es más productiva que otras similares.

1.11. Construcción

Es al arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras. En un sentido más amplio, se denomina construcción a todo aquello que exige, antes de hacerse, tener o disponer de un proyecto o plan predeterminado, o que se hace uniendo diversos componentes según un orden determinado.

Cuando hablamos de construcción, nos referimos a diversas formas y combinaciones de cómo hacer o crear varios tipos de estructuras. La construcción se dirige hacia el terreno donde la mano de obra se trabaja con aparatos superiores y más integrados; y así dejando atrás la mano de obra tradicional. Además, la construcción actual se complementa o se integra, aún más en la coordinación de las dimensiones, por lo tanto, es por esto que diseñamos las edificaciones y los

aparatos se elaboran en una diversidad de patrones estándar, lo que disminuye los errores y las malas edificaciones en la construcción.

También se denomina construcción u obra a la edificación o infraestructura en proceso de realización, y a toda la zona adyacente usada en la ejecución de la misma.

1.12. PMI vs Lean Construction

Tabla 1. PMI vs Lean Construction

LEAN CONSTRUCTION	PMI
Maneja la interacción entre actividades y efectos combinados de la dependencia y variación, debido a que sus interacciones afectan altamente el tiempo y el costo de los proyectos (Howell, 1999).	No considera estas interacciones.
Los esfuerzos de optimización se centran en hacer un flujo de trabajo confiable (Ballard, LPDS, 2000).	Se centra en mejorar la productividad de cada actividad que puede tener errores, reduciendo la calidad, resultando en un re-trabajo.
El proyecto está estructurado y manejado como un proceso de generación de valor (el valor se define como la satisfacción de las necesidades del cliente) (Howell, 1999).	Considera menor costo como valor.
Los accionistas están involucrados en el inicio de la planificación y el diseño a través de equipos funcionales (Ballard, LPDS, 2000).	No considera este tema.
El control del proyecto tiene la tarea de ejecución (Ballard, tesis doctoral, 2000).	Se basa en la detección de variación después de los hechos.
Se utilizan “pull techniques” para regular el flujo de materiales e información a través de redes de cooperación de especialistas (Ballard, tesis doctoral, 2000).	Utiliza “push techniques” para la liberación de la información y materiales.
Capacidad y el colchón de inventario se utilizan para absorber la variación. Los circuitos de retroalimentación se incluyen en todos los niveles, para hacer ajustes rápidos del sistema, (Ballard, tesis doctoral, 2000).	No considera estos ajustes.

LEAN CONSTRUCTION	PMI
Trata de disminuir la variación en todos los aspectos (calidad del producto, porcentaje de trabajo) y el manejo de la variación restante.	No considera la disminución de la variación y el manejo.
Trata de hacer mejoras continuas en el proceso, en los flujos de trabajo y el producto (Howell, 1999).	No presta atención a la mejora continua.
La toma de decisiones se distribuye en el sistema de control de los diseños de producción (Ballard, tesis doctoral, 2000).	Se centra algunas veces a un gerente.
Trata de aumentar la transparencia entre los accionistas, gerentes y trabajadores, con el fin de conocer el impacto de su trabajo en todo el proyecto (Howell, 1999).	No considera la transparencia en sus métodos.
Se mantiene para cada equipo o unidad de producción un colchón de las asignaciones (buffer), (Ballard, tesis doctoral, 2000).	No se considera un atraso para las tripulaciones.
Se desarrollan nuevas formas de contratos comerciales para dar incentivos a los proveedores para el flujo de trabajo confiable y optimización en la entrega a nivel del cliente (Howell, 1999).	No tiene dicha política.
EL diseño del sistema de producción Lean Construction se resiste a la tendencia hacia la suboptimización local. (Tesis de Ballard).	El PMI persiste en la optimización de cada actividad. Sólo considera manejar un proyecto a nivel macro.
Compagina la Gestión de Proyectos y Producción, y reconoce formalmente que cualquier empresa de éxito del proyecto implicará inevitablemente la interacción entre el proyecto y gestión de la producción. (Abdelhamid et al. 2008).	

En resumen podemos englobar en cuatro grandes conceptos:

a) Concepto de producción:

Para el proceso de transformación o tradicional el concepto del proceso de producción es muy sencillo y es convertir un input en un output, o sea transformar

los materiales que se reciben de los proveedores en un producto final que el consumidor quiera comprar.

Para el proceso Lean el concepto del proceso de producción se compone por el proceso del flujo del material que está compuesto por la transformación, la inspección y la espera, dando especial importancia a la creación del valor para el consumidor final respetando una serie de requerimientos previos.

b) Principio básico:

Para el sistema de producción tradicional el principio básico es producir de manera eficiente.

Para el proceso Lean el concepto básico es eliminar los desperdicios, o sea aquellas actividades que no generan valor al producto final.

c) Prácticas y métodos:

El sistema de producción tradicional divide el proceso en muchos subprocesos, y tiene una tabla de organización de responsabilidad.

El sistema de producción Lean busca que el proceso sea gracias a un flujo continuo, que se siga el sistema de demanda pull y que se busque la mejora continua.

d) Qué se hace en la práctica:

El sistema tradicional lo que hace en la práctica es procurar que lo que se ha de hacer se haga bien.

El sistema Lean lo que hace en la práctica es procurar que los requerimientos del cliente se cumplan de la mejor forma posible e intenta que las actividades que no son necesarias para producir el producto final se hagan lo menos posible.

1.13. Benchmarking

La práctica del Benchmarking está muy relacionada con el concepto de la competencia, es algo de sentido común y aparentemente muy sencillo. El Benchmarking consiste simplemente en hacer una comparativa de los indicadores de productividad de una empresa con los indicadores de productividad de las empresas rivales.

La idea es que gracias a estas comparaciones, la empresa sabrá cuáles son sus puntos débiles y cuáles son sus puntos fuertes en relación a la competencia, evidentemente la empresa debería intensificar sus actividades en los puntos fuertes e intentar arreglar sus problemas en las actividades débiles. Así pues, realmente el Benchmarking es otra manera de buscar mejorar de forma continua.

Los pasos básicos del Benchmarking son los siguientes (Camp 1989):

- Saber del proceso; evaluación de las fuerzas y las debilidades de los subprocesos.
- Saber acerca de los líderes de la industria o competidores; encontrar, entender y comparar las prácticas de los mejores.
- Incorporar a las prácticas convencionales lo mejor; copiar, modificar o incorporar en sus propios procesos.
- Ganar y adelantarse a través de la combinación de las fuerzas existentes y lo mejor de las prácticas referenciadas.

En base a estos pasos la actuación del Benchmarking ayudará a la empresa en varias facetas:

- Las compañías sabrán en que facetas es posible mejorar de forma real, ya que si un rival está consiguiendo más beneficios en alguna actividad es porque lo está haciendo mejor y además la compañía sabe que es posible obtener esos beneficios porque alguien lo está haciendo.
- Obligará a la empresa a buscar la mejor continua, pues a nadie le gusta quedar mal en las comparaciones con otra empresa en un sistema financiero capitalista como el actual.

Uno de los mayores inconvenientes de esta aplicación radica en que muchas veces no es posible obtener información sobre los medidores de desempeño de las empresas rivales, para ello muchas veces existen cooperaciones entre las diferentes empresas del sector, para que todos dispongan de esa información, porque aunque muchas veces se crea lo contrario también se puede crecer sin que este crecimiento sea a costa de la competencia.

1.14. Observaciones y Comentarios

A lo largo del desarrollo de este capítulo se presentaron algunas pequeñas complicaciones, ya que la información que hay en la web es bastante y muy rica en conocimientos, pero hay que saber seleccionarla para el fin que se necesite. Los autores son variados, pero en la mayoría de los casos son los mismos autores (Ballard, Koskela, Howell, etc).

Otra herramienta de gran ayuda fue el Lean Construction Institute, donde uno puede encontrar infinidad de publicaciones, casos, documentos, en sí, una gran cantidad de información muy valiosa para el aprendizaje de esta excelente filosofía de planeación.

En lo que respecta al medio de la construcción, hay muy pocas personas en la ciudad de Guadalajara y Zapopan que conocen acerca tema de la LEAN CONSTRUCCION.

Donde se obtuvo mayor conocimiento pero de la filosofía Lean enfocada a la producción (LEAN PRODUCTION), fue en el ramo automotriz y manufacturero, tal es el caso de agencias como TOYOTA, y manufactureras de electrónica como SANMINA SCI, FLEXTRONICS, donde día a día llevan a cabo esta filosofía Lean en sus líneas de producción.

2. MEDICIÓN

2.1. Introducción

El objetivo de esta medición es conocer el estado actual en cuanto al nivel de planeación que se realiza en cada una de las obras, las herramientas que aplican, sus métodos de evaluación, involucramiento del personal, así como su capacitación y mejora continua. Conocer que tanto la planeación que realizan obedece a su realidad y sobre todo su conocimiento de la filosofía Lean Construction, de las empresas constructoras de Zapopan que están inscritas ante el Colegio Mexicano de Ingenieros Civiles del estado de Jalisco. (CMIC)

2.1.1. Población y Muestra

Se delimitará la población al Municipio de Zapopan, donde se tomarán como base las empresas constructoras dedicadas a la construcción afiliadas al Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Jalisco.

De acuerdo al listado proporcionado por el CICEJ, el colegio cuenta con 715 afiliados, al 27 de agosto del 2010, en donde las empresas que se ubican en el municipio de Zapopan son 92.

De acuerdo a este dato, se realizan una serie de cálculos para determinar nuestro tamaño de población tal y como se muestra a continuación:

Población $N=92$

Error estándar de la población 0.05

Probabilidad de ocurrencia 50%

Desviación estándar de la muestra.

$Sem^2 = p(1-p) = 0.5(1-0.5) = 0.25$

Varianza de la población

$$V2 = (0.05)^2 = 0.0025$$

Tamaño provisional de la población

$$n' = \frac{\text{Sem}^2}{V2} = \frac{0.25}{0.0025} = 100$$

Ajustando al tamaño de la población

$$n = \frac{n'}{1+n'/N} = \frac{100}{1+100/92} = 47.92 = 48$$

2.2. Método de Medición

De acuerdo al tipo de investigación que se está utilizando (descriptiva), se realizarán encuestas asistidas a las empresas constructoras que cumplan con las limitaciones del estudio, las cuales se seleccionarán de manera aleatoria, con el fin de medir, recabar los datos necesarios para estudio, evaluar, analizar y detectar diferencias.

2.2.1. La encuesta

El diseño de la encuesta será mediante preguntas cerradas, en donde se busca que el sujeto encuestado plasme por sí mismo las respuestas en el papel, de una forma sencilla y clara, evitando preguntas confusas que puedan inducir las respuestas, modificando nuestra medición.

2.3. Diseño de herramienta de medición

24 preguntas cerradas la cuales consisten en proporcionar al encuestado 5 opciones de respuesta, evaluadas en una escala de 0 a 100%, con el fin de que escoja la que más se acerca a su realidad. La encuesta incluye también 2 preguntas abiertas en las cuales se dejará en completa libertad al encuestado para que para expresarse según le convenga.

2.3.1. Diseño de la encuesta

Planificación Lean Construcción

Esta encuesta se elabora con fines académicos y de investigación. Forma parte de una tesis llamada “Lean Construction para la planificación de obras”, para lograr el grado de maestro en administración de la construcción en la Universidad Panamericana.

Agradecemos su aportación a este trabajo académico, ya que su valiosa ayuda contribuirá al aumento del conocimiento en esta área. Contestar con sinceridad las siguientes preguntas escogiendo la opción que mejor se acerque a su punto de vista.

Indicaciones para el llenado:

La escala de medición que se está considerando es porcentual y va desde el 100% al 0%, escoja la respuesta que usted considere conveniente.

1.- ¿A oído hablar del término planeación?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

2.- ¿Cree usted que en la actualidad las obras de Zapopan tienen planeación?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

3.- ¿Cree usted que es importante planear?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

4.- ¿En su empresa, hace planeación?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

5.- Involucra a su gente en la planificación.

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

6.- ¿En su estructuración del proyecto, desarrolla un programa maestro?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

7.- ¿Conoce el criterio de planeación intermedia?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

8.- ¿Lo lleva a cabo?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

9.- ¿Conoce el criterio de planeación semanal?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

10.- ¿Lo lleva a cabo?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

11.- ¿Con que frecuencia revisa el avance de la Planeación?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

12.- ¿La planificación que realiza obedece la realidad?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

13.- ¿Se corrige la planeación cuando se descubre una desviación?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

14.- El costo de la obra o de sus partes y la cantidad de materiales planificados día a día ¿guardan relación con la capacidad de los equipos con los que dispone?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

15.- ¿Cuentan con la mano de obra, materiales y equipos adecuados y en la cantidad requerida?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

16.- ¿Los insumos que se usarán durante la construcción los selecciona durante la etapa de diseño?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

17.- ¿Los insumos que se usarán durante la construcción los selecciona durante la etapa de planificación?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

18.- ¿Los insumos que se usarán durante la construcción los selecciona durante la etapa de construcción?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

19.- ¿Selecciona los insumos en base a su costo?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

20.- ¿Selecciona los insumos en base a sus criterios cualitativos?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

21.- ¿Utiliza una metodología formal para evaluar y seleccionar los insumos?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

22.- ¿Evalúa el desempeño de sus proveedores?

Siempre Casi siempre Frecuentemente Poco Muy Poco Nunca

23.- ¿Conoce el término Lean Production?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

24.- ¿Conoce el término Lean Construction?

Demasiado Mucho Suficiente Poco Muy poco Nada

2.4. Resultados

Tabla 2. Resultados de las encuestas

PREGUNTA No.	CONCEPTO	100%	80%	60%	40%	20%	0%	TOTAL
1	Familiarización con término planeación.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		14	27	3	4	0	0	48
2	Percepción de planeación en las obras de Zapopan.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		0	5	12	16	12	3	48
3	Importancia de planear.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		34	13	0	1	0	0	48
4	Planeación en la empresa.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		2	20	13	12	1	0	48
5	Involucramiento del personal en la planificación.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		7	11	12	11	5	2	48

6	Elaboración del programa maestro.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		4	11	19	10	2	2	48
7	Conocimiento de planeación intermedia.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		0	6	7	16	10	9	48
8	Ejecución de planeación intermedia.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		0	5	7	12	9	15	48
9	Conocimiento de planeación semanal.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		2	16	19	5	4	2	48
10	Ejecución de planeación semanal.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		1	16	11	10	6	4	48
11	Revisión de la Planeación.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		3	12	18	11	4	0	48
12	Planificación VS realidad.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		0	6	26	14	2	0	48
13	Corrección de la planeación VS desviación.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		4	15	19	7	2	1	48
14	Costo de la obra, partes y la cantidad de materiales planificados VS capacidad de los equipos disponibles.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		3	12	21	6	4	2	48
15	Disponibilidad de mano de obra, materiales y equipos adecuados y en la cantidad requerida.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		1	15	23	7	1	1	48
16	Selección de insumos en la etapa de Diseño.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		2	17	13	11	4	1	48
17	Selección de insumos en la etapa de Planificación.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		4	11	21	10	1	1	48

18	Selección de insumos en la etapa de Construcción.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		1	7	12	14	13	1	48
19	Selección de insumos en base a costo.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		2	17	14	9	6	0	48
20	Selección de insumos en base a criterios cualitativos.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		1	18	15	10	3	1	48
21	Uso de metodologías para evaluar y seleccionar los insumos.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		1	8	19	14	4	2	48
22	Evaluación de proveedores.	Siempre	Casi siempre	Frecuentemente	Poco	Muy Poco	Nunca	TOTAL
		7	23	7	7	4	0	48
23	Conocimiento de Lean Production.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		0	5	15	10	6	12	48
24	Conocimiento de Lean Construction.	Demasiado	Mucho	Suficiente	Poco	Muy Poco	Nada	TOTAL
		0	2	14	14	5	13	48

2.5. Observaciones y comentarios

El proceso durante esta etapa fue algo difícil, ya que el conseguir una base de datos confiable para realizar el estudio fue toda una odisea. Después de varias visitas, mails y llamadas telefónicas, se pudo conseguir una base de datos, la cual fue del Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Jalisco.

Esta lista contiene las empresas afiliadas a este Colegio al 27 de Agosto del 2010. Se compone por 715 constructoras afiliadas, de los cuales, se realizó un filtro, para incluir solo a las empresas cuyo domicilio fiscal estuviera ubicado en Zapopan Jalisco, dando así como resultado un total de 92 empresas.

Otra dificultad fue la poca participación de las empresas para contestar las encuestas, ya que muchas se muestran celosas de compartir información y más aún cuando se trata de sus sistemas de operación y logística. Afortunadamente después de platicar y demostrarles que los resultados son exclusivamente para fines académicos, y asegurándoles en todo momento la confidencialidad de sus respuestas, la mayoría de las empresas accedieron a compartir la información.

3. ANÁLISIS

3.1. Introducción

En este capítulo se analizan cada una de las respuestas que se obtuvieron en el estudio del capítulo anterior, mediante la aplicación de las encuestas que se muestran en la tabla de resultados. Mediante este análisis, obtendremos una mayor conceptualización de la realidad, la cual nos dará el conocimiento necesario para entender las variaciones y comportamiento de la población, así como su nivel de conocimiento sobre el tema estudiado. Esto nos brindará un panorama real de la información capturada.

3.2. Método de Análisis

El método de análisis a implementar será mediante gráficas de barras, las cuales nos ayudan a observar la apreciación que tiene cada una de las empresas constructoras encuestadas sobre la realidad en la que se desarrollan, así como su nivel de conocimiento.

3.3. Análisis de la muestra

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de cada una de las preguntas, en donde analizaremos el nivel de conocimiento de planeación, sus técnicas y métodos para planear, confiabilidad de los resultados, y tipo de planeación.

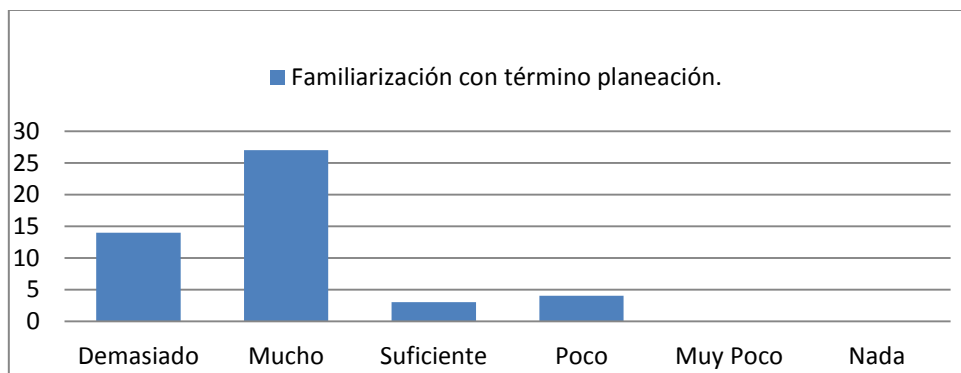


Figura 1. Familiarización con término planeación

La mayoría de las personas a las que se le aplico la encuesta están familiarizados con el término planeación o por lo menos han escuchado hablar de él. Esto no indica que lo apliquen sino que solamente conocen el término de planeación.

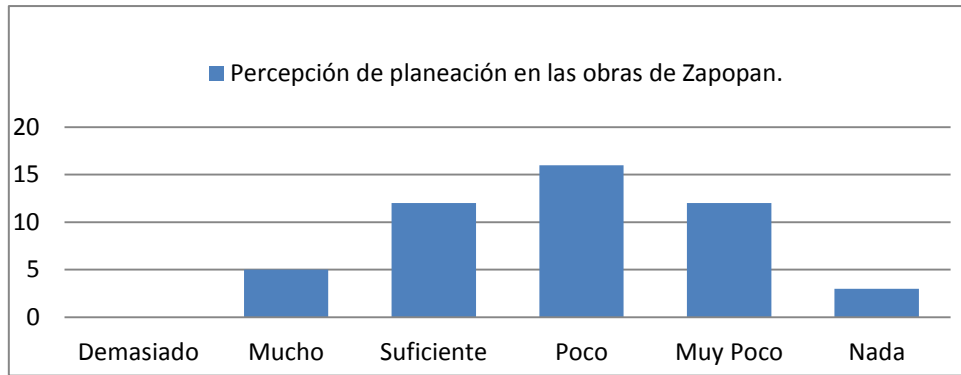


Figura 2. Percepción de planeación en las obras de Zapopan

Como se puede observar en la figura 2, la percepción de la gente es muy pobre en lo que respecta a la planeación de las obras, tendiendo a que existe poca planeación en ellas.

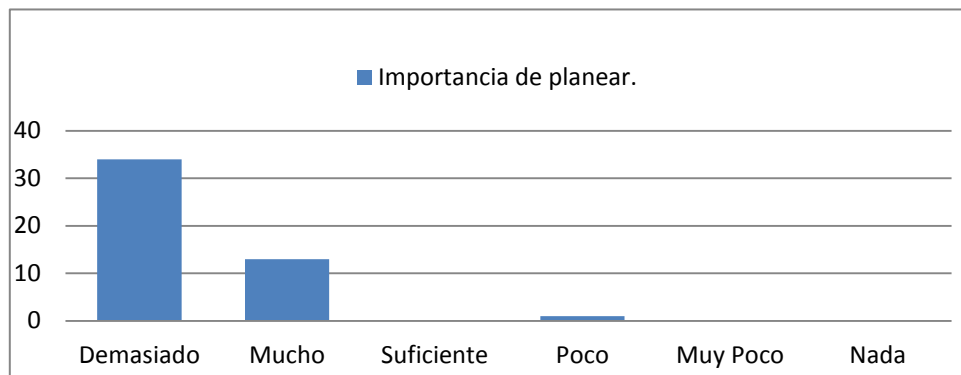


Figura 3. Importancia de planear

La mayoría de los entrevistados concuerdan en que es de vital importancia el planear, tal como podemos observarlo en la figura 3.

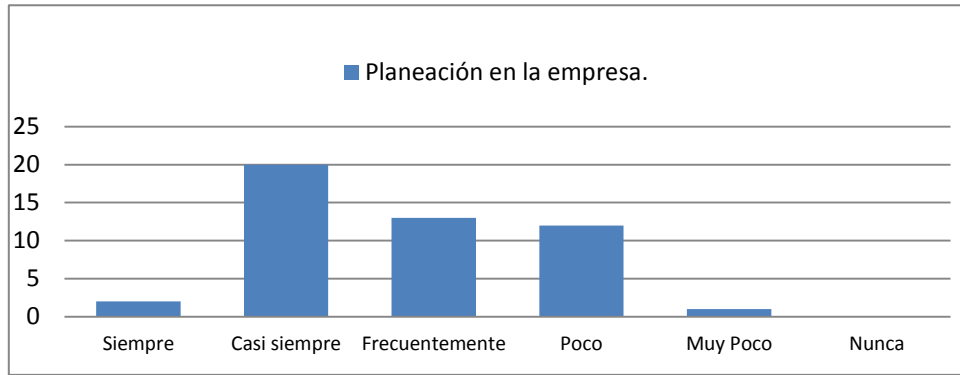


Figura 4. Planeación en la empresa

La mayoría de las empresas constructoras de Zapopan consideran que en sus obras y dentro de la empresa si se realiza una planeación. En la figura 4 se muestra que casi siempre las empresas realizan una planeación, aunque todavía no podemos asegurar si en realidad es o no es una planeación lo que ellos consideran.

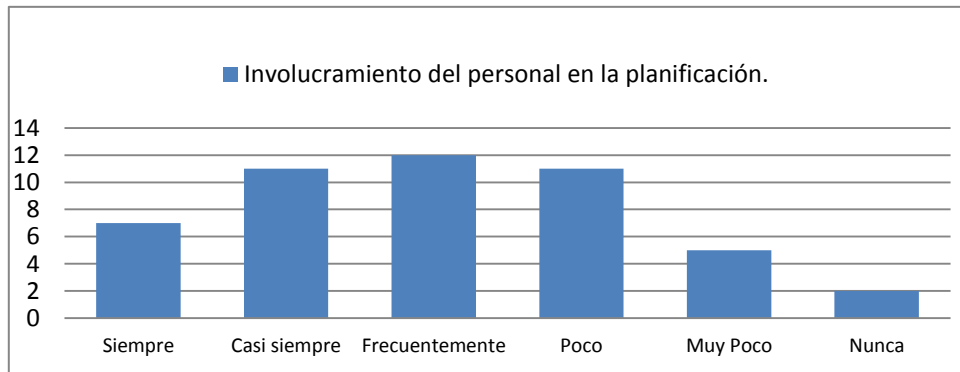


Figura 5. Involucramiento del personal en la planificación

En la figura 5 se observa que empieza a haber diferencias entre las decisiones de los encuestados respecto al involucramiento de su gente en la planificación. Los resultados se mueven entre poco a casi siempre, teniendo a la mayoría en frecuentemente. Se observa una ligera tendencia positiva debido a que existen dos personas encuestadas que nunca involucran a su gente, evitando que la gráfica tienda a lo positivo.

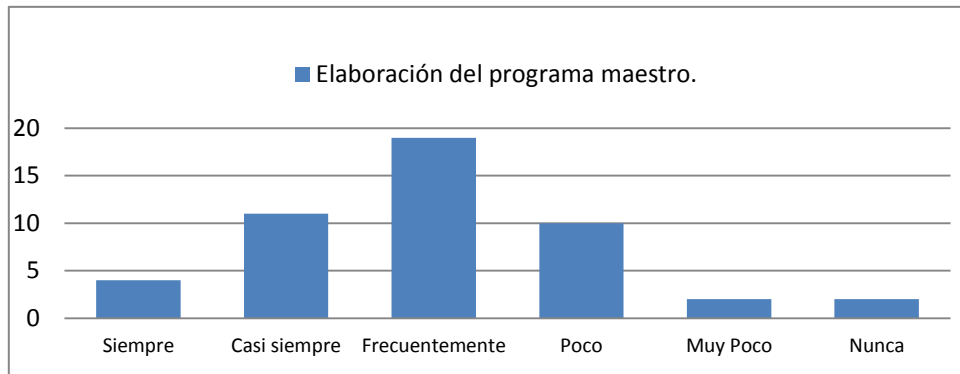


Figura 6. Elaboración del programa maestro,

La mayoría de los encuestados concuerdan en que frecuentemente se elabora un programa maestro para la planeación de sus obras con una ligera tendencia a lo positivo. Posteriormente nos daremos cuenta si esta planeación es una planeación en base a la filosofía Lean Construction o es una planificación tradicional con las herramientas y métodos establecidos en el PMI.

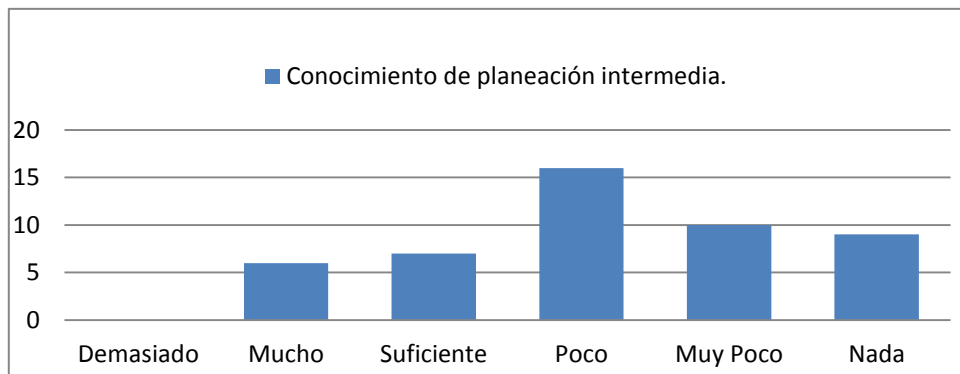


Figura 7. Conocimiento de planeación intermedia

La figura 7 nos muestra que la mayoría de las empresas encuestadas no tienen el conocimiento de lo que significa una planeación intermedia, por lo que empezamos a inclinarnos más hacia la teoría de que la planeación que desarrollan es una planeación tradicional.

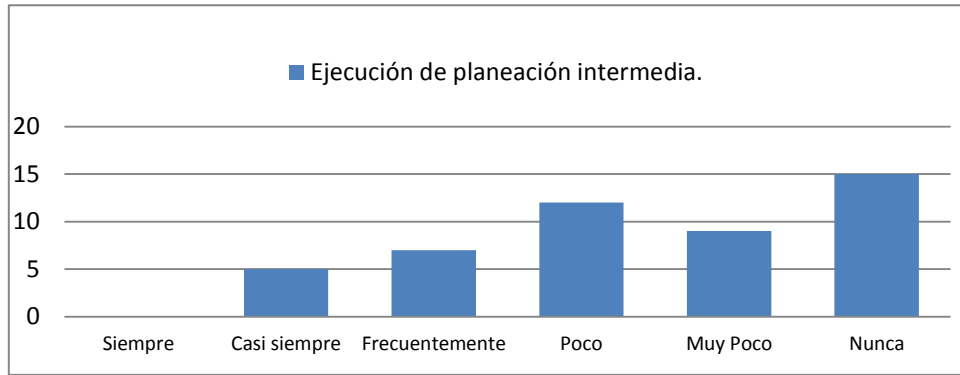


Figura 8. Ejecución de planeación intermedia

Al no tener un conocimiento sobre la planeación intermedia (figura 7), efectivamente llegamos a la conclusión de que ésta, no se lleva a cabo, tal y como se muestra en la figura 8, donde se observa que existe una tendencia negativa ante esta cuestión.

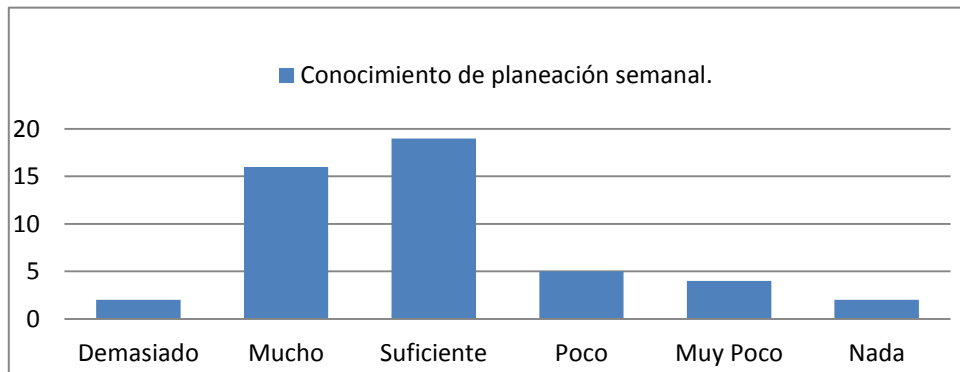


Figura 9. Conocimiento de planeación semanal

Aunque la mayoría de las personas no conocen y por ende no elaboran una planeación intermedia, éstas muestran conocimientos en lo que respecta a una planeación semanal según nos muestra la figura 9. Se puede observar que los encuestados tienden hacia una respuesta favorable, aunque esto no significa que sea un conocimiento de la planeación semanal que propone la filosofía Lean, como podremos observar en la figura 10.

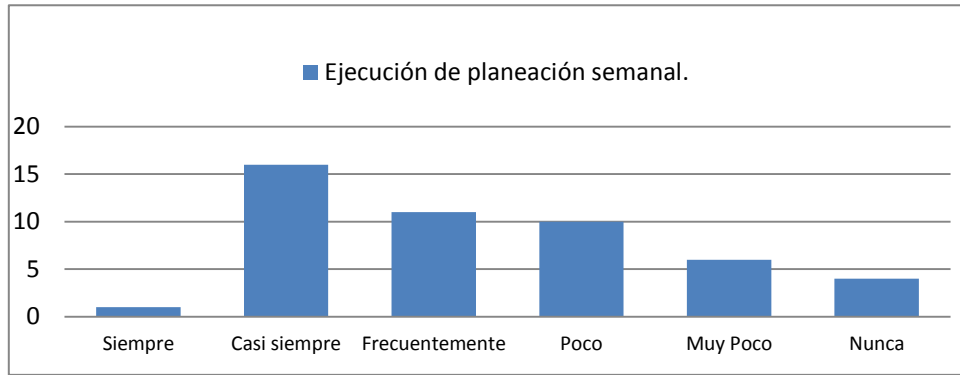


Figura 10. Ejecución de planeación semanal

La figura 10 nos muestra que ese conocimiento que se tiene sobre la planeación semanal se lleva al interior de las constructoras, ejecutándose en cada una de sus obras, pero hay que recalcar que la planificación semanal que los entrevistados argumentan, es más bien una junta semanal en la que se ven temas pendientes con los contratistas y personal de obra, en lugar de seleccionar, revisar y asignar las actividades que están listas para ser ejecutadas respecto al inventario de trabajo ejecutable (ITE).

Por lo tanto, aquí surge la primera afirmación de que esta planeación que realizan no es una planeación Lean, sino que es una planeación tradicional, además de que la planeación semanal que propone la filosofía Lean, va estrechamente de la mano con la planeación intermedia como se explicó en el desarrollo del estudio.

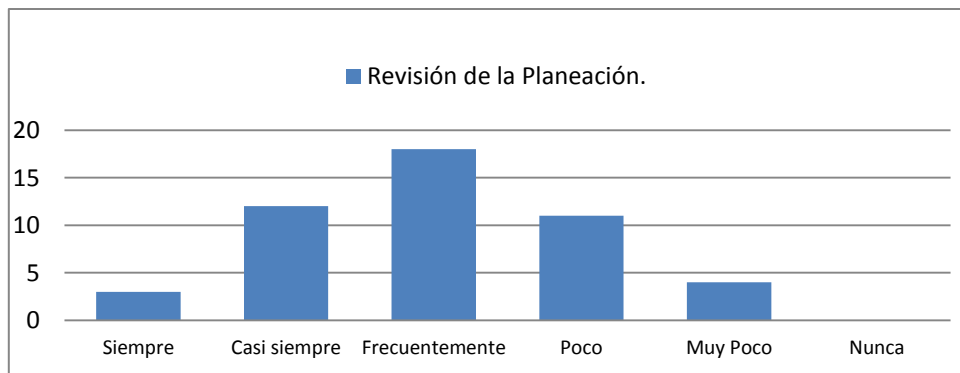


Figura 11. Revisión de la Planeación

La gráfica anterior nos muestra que existe una tendencia a la revisión de la planeación que realizan las empresas. Esta revisión es revisada frecuentemente tendiendo a casi siempre.

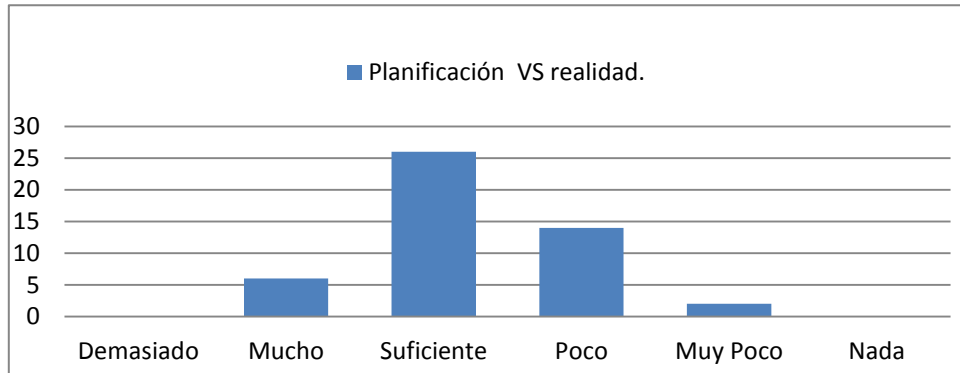


Figura 12. Planeación VS realidad

La figura 12, nos muestra que aquella planeación que realizan las empresas no siempre obedece a la realidad, observándose una tendencia a lo negativo.

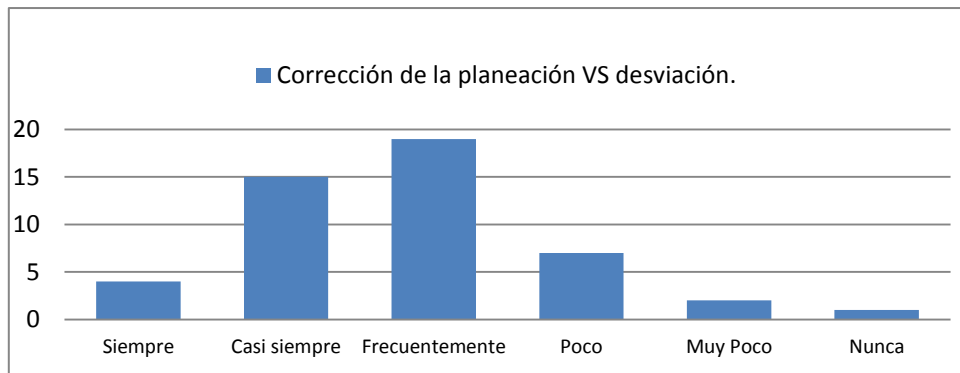


Figura 13. Corrección de la planeación VS desviación

Podemos observar en la figura 13 que cuando existe una desviación en la planeación, frecuentemente esta es corregida por parte de las empresas constructoras. La grafica presente tendencia a la corrección, pero por los resultados anteriores podemos deducir que esta se ejecuta cuando el error es detectado, reflejándose en demoliciones de trabajos ya realizados e impactos en plazo y costo.

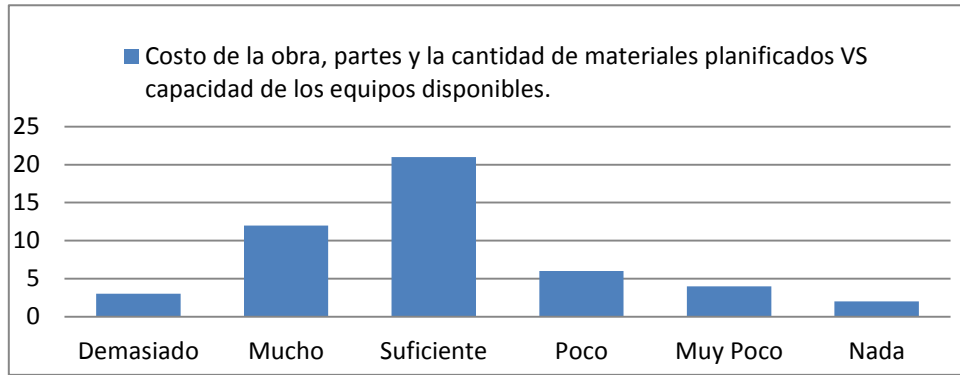


Figura 14. Costo de la obra, partes y la cantidad de materiales planificados VS capacidad de los equipos disponibles.

Los equipos con los que disponen las empresas constructoras guardan suficiente relación respecto a los costos, partes y cantidad de materiales que se planifican, tal y como se puede observar en la figura 14, lo cual nos indica que efectivamente realizan un presupuesto maestro al inicio de la obra pero con el transcurso de esta empiezan a tener desviaciones y problemas.

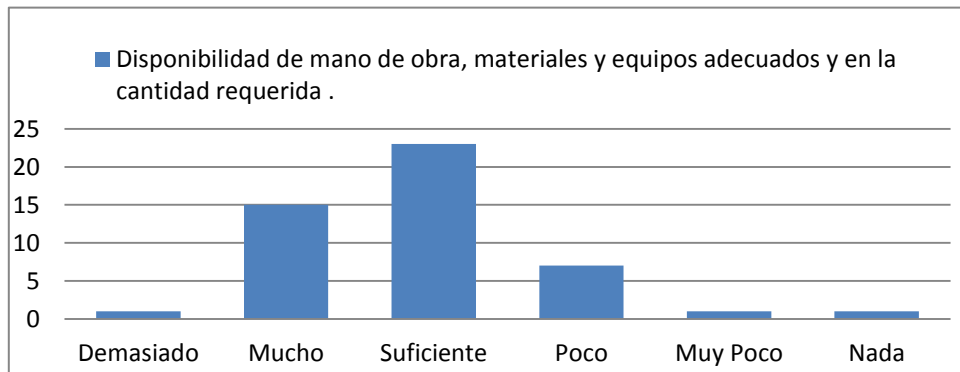


Figura 15. Disponibilidad de mano de obra, materiales y equipos adecuados y en la cantidad requerida.

En la gráfica de la figura 15, podemos establecer que sucede el mismo síntoma que en la gráfica pasada, ya que se observa que se dispone de mano de obra, materiales y equipos adecuados en la cantidad requerida, pero en la etapa de elaboración del programa maestro, ya que existen una ligera tendencia negativa, lo que nos lleva a concluir que sólo se da al inicio de la obra y no en el transcurso de la misma.

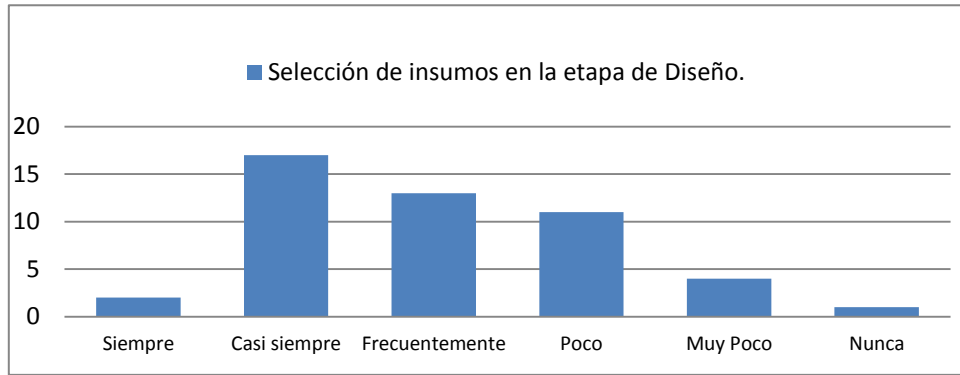


Figura 16. Selección de insumos en la etapa de Diseño

La figura 16 nos muestra que la mayoría de las empresas constructoras tienden a seleccionar los insumos en la etapa de diseño, aunque se observa que un porcentaje considerable está en desacuerdo lo que origina la gráfica tenga un sesgo considerable.

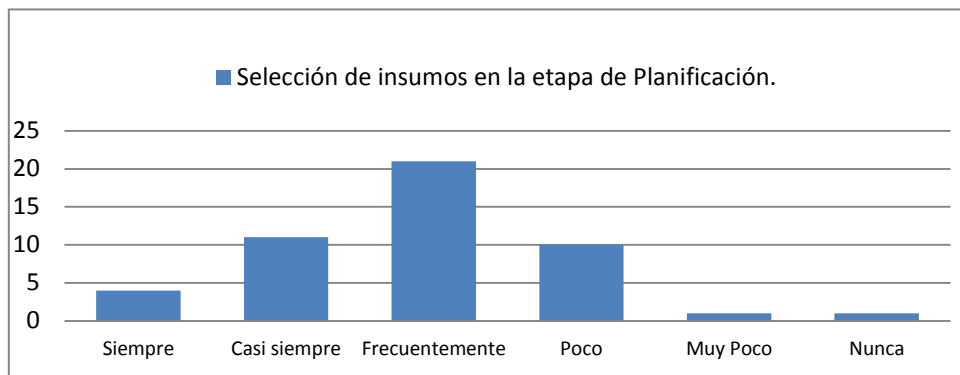


Figura 17. Selección de insumos en la etapa de Planificación

Esta gráfica nos muestra que la selección de los insumos se centra más en la etapa de planificación, ya que se muestra una tendencia a lo positivo entre poco a casi siempre.

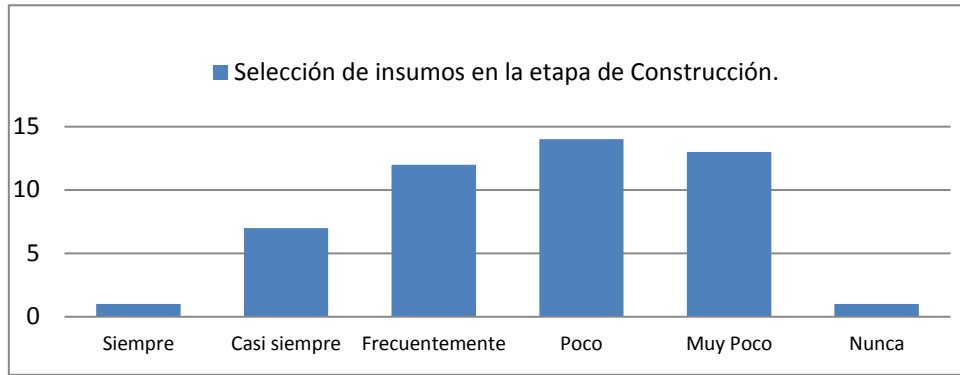


Figura 18. Selección de insumos en la etapa de Construcción

En la figura 18, al igual que en la figura 16, se puede observar un sesgo considerable que hace que la tendencia se abra. Muestra que la mayoría de las empresas encuestadas pocas veces tienen la selección de los insumos en la etapa de construcción, pero también existen empresas que si lo llevan a cabo lo que origina este tipo de sesgo.

Analizando estas tres últimas graficas (figuras 16, 17 y 18), se puede inferir que la mayoría de éstas hacen la selección durante la etapa de planificación, aunque algunas dejan las selecciones de insumos para el último momento, es decir son transferidas a los constructores, lo cual muchas veces genera re-trabajos y mayores costos.

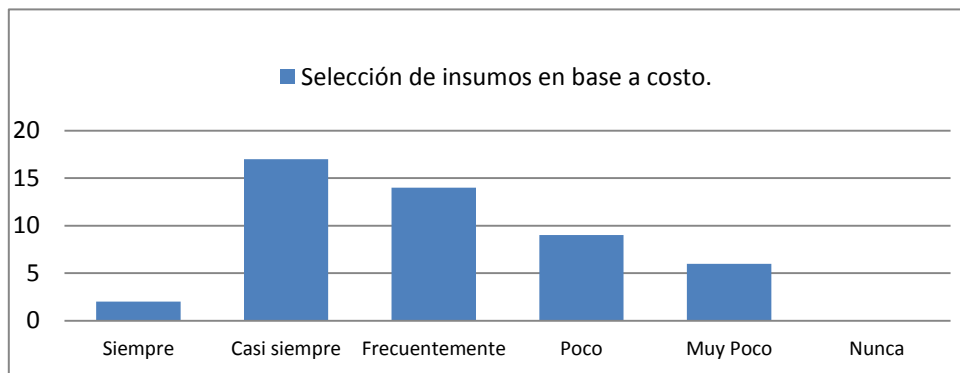


Figura 19. Selección de insumos en base a costo

Si se analizan las gráficas (figura 19 y 20) podemos observar que prácticamente muestran los mismos resultados, esto nos indica que la población está muy dividida en cuanto a la selección de los insumos, lo que los llevan a decidir entre “Costo” o “Calidad”. Posiblemente esta indecisión va a depender del tipo de obra que se vaya a ejecutar y el tipo de cliente.

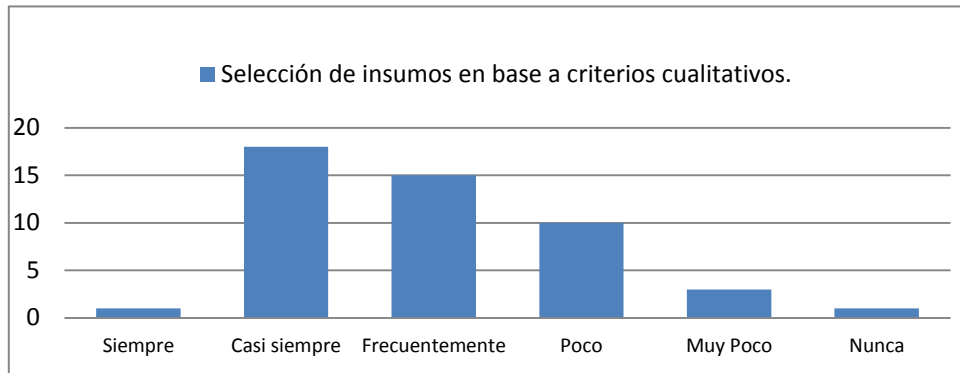


Figura 20. Selección de insumos en base a criterios cualitativos

Aunado a lo anterior, se puede señalar que muchas de las empresas reconocen que es importante evaluar sus alternativas de insumos no sólo haciendo análisis de costos sino usando otro de tipo de criterios que no son monetarios, lo cual es vital para la ingeniería de valor.

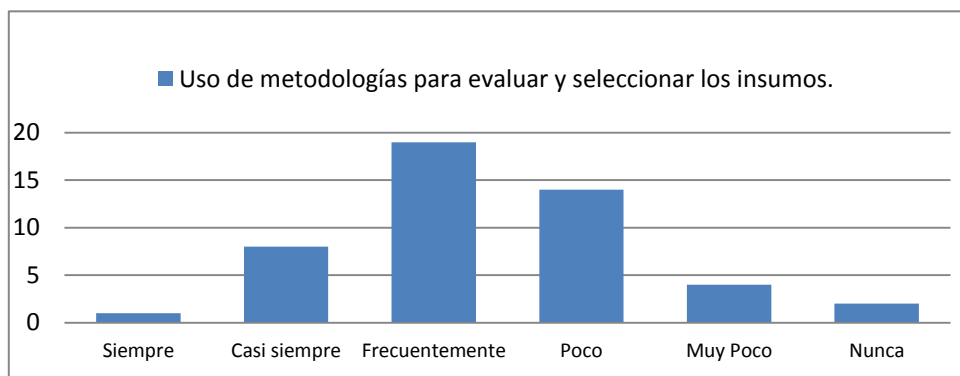


Figura 21. Uso de metodologías para evaluar y seleccionar los insumos

La figura 21, muestra una tendencia a lo negativo donde las empresas constructoras no poseen un procedimiento formal que les ayude evaluar las alternativas considerando tanto criterios cuantitativos como cualitativos, por lo tanto podemos establecer, que aunque las figuras 19 y 20 son muy parecidas, en realidad las empresas tienden a seleccionar sus insumos por su precio y no por su calidad.

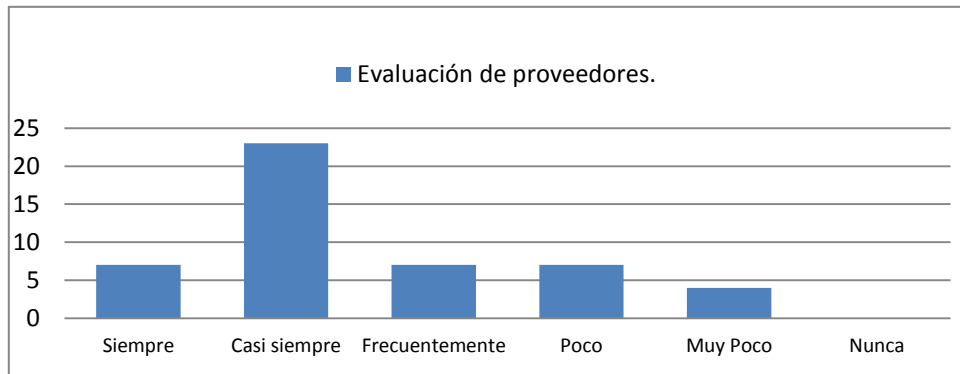


Figura 22. Evaluación de proveedores

La mayoría de los encuestados realizan una evaluación de sus proveedores, tal y como se puede observar en la figura 22.

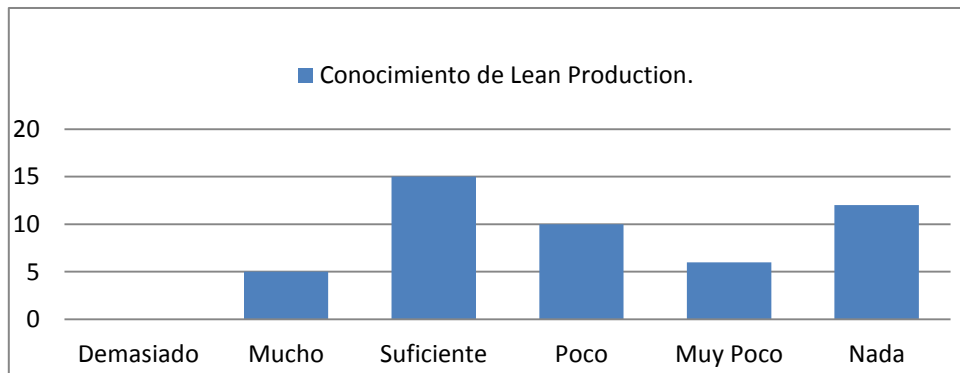


Figura 23. Conocimiento de Lean Production

La figura 23 nos muestra una diversa variación de conocimiento de la filosofía lean production, lo que nos lleva a concluir que lo han oído pero en realidad no saben su funcionamiento y aplicación.

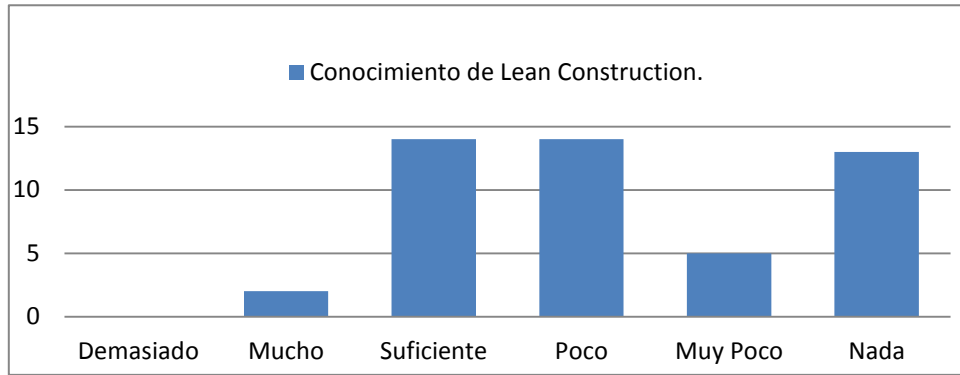


Figura 24. Conocimiento de Lean Construction

Al igual que en la figura 23, podemos observar que en esta última gráfica, las empresa encuestadas muestran incertidumbre de conocimiento ante la filosofía Lean Construction, tendiendo a nada, lo que nos lleva a concluir que efectivamente la planeación que realizan es la planificación tradicional aprendida del PMI, y que solamente se lleva a cabo al inicio del proyecto, ajustándola durante la construcción, originando re-trabajos, tiempos muertos y un sinnúmero de actividades que no generan valor y solamente producen costo para el proyecto.

3.4. Observaciones y Comentarios

De acuerdo con los análisis de cada una de las gráficas, surgen nuevos cuestionamientos, como:

¿Qué evalúa en sus proveedores?, ¿En qué etapa del proceso de construcción normalmente detecta las desviaciones?, ¿Este tipo de acción correctiva se da antes, durante o después del proceso?

Se puede concluir que las preguntas realizadas a cada una de las empresas fueron de mucha ayuda para conocer su tipo de operación, pero a lo largo del análisis, surgen nuevas dudas que se pudieran complementar con cada una de las preguntas y con ello poder obtener un mayor conocimiento de la realidad.

También en algunas graficas da la impresión que el encuestado no entendió la esencia de la pregunta, ya que los resultados se disparan y no muestran una clara visión de lo que se intenta conocer.

CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

La Lean Construction para la planeación de proyectos, implica más que una simple planeación, implica desde el desarrollo de una educación sistemática y acciones de investigación. Implica una interacción activa con el personal, directores, gerentes, supervisores. Implica la colaboración entre empresas y una constante búsqueda de nuevas maneras para mejorar el proceso de implementación. Es un proceso que no es fácil, pero no es tan complicado. Solamente se necesita el compromiso y la búsqueda hacia la necesidad de encontrar métodos para consolidar cambios dentro de las empresas, para mantener la motivación y la persistencia en una cultura conservadora.

La aplicación del Lean Construction en la industria de la construcción, provocaría una serie de mejoras y un cambio de mentalidad en todos los niveles, se empezaría a aplicar el concepto de mejora continua y a dividir las actividades entre las que agregan valor y las que no, además de que se mejoraría el sistema de planificación de las obras, reduciendo costos y aumentando el ritmo de productividad en la construcción.

CONCLUSIONES

Uno de los mayores problemas, es que la mayoría de las empresas constructoras no cuentan con un layout del proyecto definitivo antes de iniciar la obra, lo cual conlleva a tener indefiniciones en el proyecto arquitectónico, un plan de negocio distinto al proyectado, una planeación errónea (si es que se cuenta con ella), errores con los proyectos de ingenierías hidrosanitarias, eléctricas, aire acondicionado y especiales, un plan de contrataciones no definido y catálogos mal elaborados. Todo esto en conjunto conlleva a tener una obra alta en costo y fuera de plazo.

De acuerdo a la información que se pudo recabar al momento de entrevistar a cada una de las personas, se observó que prácticamente en un 85% de los entrevistados la mayoría de sus obras estaban fuera de costo y plazo, llevándolas a querer desarrollar “ingenierías de valor” mal interpretadas, modificando el proyecto arquitectónico, sin verificar si esto podría tener algún impacto en los proyectos de instalaciones y originar un ahorro mal interpretado, repercutiendo en un mayor costo para la obra y aumento en el plazo.

También se pudo observar que la falta de un programa de contrataciones bien definido, originaba el tener exceso de rutas críticas, ya que los abastecimientos de materiales llegaban a un punto en el que se volvían críticos para la mayoría de las actividades, repercutiendo nuevamente en el costo ya que al final se contrataba más caro que lo habitual con tal de no repercutir en los plazos establecidos.

De acuerdo a lo anterior y en base a los análisis de cada una de las gráficas del capítulo 3, observamos que efectivamente la mayoría de las empresas de Zapopan realizan una planeación a medias, descuidando puntos importantes los cuales afectan en forma directa a la empresa en costo, calidad y tiempo. Esta planeación que realizan cada una de las empresas están más enfocada a la planeación tradicional en la se realiza una planeación al inicio del proyecto y esta se va ajustando conforme el proyecto avanza, centrándose en atacar puntos rojos en vez de anticiparse a ellos, característica manejada en una planeación del PMI, caso contrario a la planeación Lean Construction la cual considera un inventario de tareas que se puedan ejecutar y revisar con anticipación las posibles restricciones que estas pudieran tener.

Por lo tanto, podemos establecer que la hipótesis planteada al inicio de nuestro estudio y motivo de esta investigación se cumple, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos, en las obras de Zapopan no existe una cultura de planificación basada con la filosofía Lean, sino más bien es una planeación dirigida a la planeación tradicional.

Hay que recalcar que uno de los mayores errores en los que cae la industria de la construcción de forma continua es marcarse objetivos a corto plazo, ya que implica,

el intento de maximizar los beneficios en cada proyecto singular lo que lleva a obtener como resultado un producto final de mala calidad y costo alto

Las empresas constructoras necesitamos comprometernos fuertemente tanto con la sociedad como con el medio ambiente, asegurándonos de involucrar a los arquitectos e ingenieros en el proceso de control de producción, (preferiblemente desde el comienzo del diseño). Se debe de incluir a todo el personal, desde la gerencia hasta los subcontratistas, con el fin de implementar la filosofía Lean Construction, promoviendo activamente incentivos que motiven su utilización.

Hay que tener en cuenta que la baja participación de los involucrados en el diseño de un proyecto de construcción, en los procesos de planificación y de los profesionales de construcción en las fases de diseño, hace que los proyectos tengan bajos desempeños.

El principio de Lean Construction, como sistema de planificación y control de proyectos de construcción, nos ayuda a mejorar la confiabilidad tanto para la obra como para el proceso de la planificación, obteniendo un mayor porcentaje de actividades completadas conforme avanza el proyecto, reflejándose en beneficios como son el costo y el plazo, repercutiendo directamente en la confiabilidad del proyecto.

Estos beneficios se reflejan automáticamente en el mismo personal de la obra mediante una mejor comunicación, un mayor compromiso, el establecimiento de parámetros de referencias del desempeño del proyecto y un mejoramiento continuo al monitorear el porcentaje de actividades de cumplimiento de lo planificado contra lo ejecutado, por lo cual el trabajo del administrador de la obra se torna proactivo, ya que es necesario analizar y levantar las restricciones de las actividades para definir las asignaciones de trabajo de la unidad de producción, así como revisar y estudiar las posibles causas de no cumplimiento de lo planificado, para evitar la recurrencia de situaciones que generan atrasos y baja productividad en la obra.

En resumen, podemos establecer que la herramienta LEAN CONSTRUCTION nos ayuda en:

- Mejor gestión y control del proyecto.
- Mayor compromiso en la planificación y en la gestión del proyecto por parte del personal de obra.
- Disminución de pedidos urgentes e imprevistos, repercutiendo directamente en la reducción de costos para el proyecto.
- Percepción de una mayor productividad de los procesos.
- Menores plazos de ejecución de las obras.

RECOMENDACIONES

Es de vital importancia transmitirle al constructor los beneficios que la planeación logra y más aún la Lean Construction. Con estos resultados se busca que las empresas critiquen sus métodos tradicionales de planificación de proyectos y la forma de controlarlos.

Debemos de alentar a las nuevas generaciones para la utilización de los conceptos de gestión de proyectos vinculados a la herramienta LEAN CONSTRUCTION, y hacerles ver que ésta presenta un enorme potencial para el incremento del desempeño de los proyectos.

Las experiencias recientes de implementación han demostrado que la herramienta LEAN CONSTRUCTION es un motor de la mejora continua de las organizaciones ya que proporciona los elementos y herramientas adecuadas para crear una mentalidad de mejora en los proyectos y logra que ésta ocurra de forma natural.

Los progresos obtenidos son notables, sin embargo, el verdadero valor se logra cuando las empresas logran implementar y consolidar estas nuevas prácticas a nivel de toda su organización, creando así una cultura de mejora continua obteniendo mayores índices de productividad y eficiencia.

Tenemos que empezar por autoanalizarnos y revisar en cuantas obras hemos tenido problemas en costo, calidad y plazo, y analizar que impactos han tenido estos puntos respecto al plan de negocio inicial del proyecto, respecto al cliente, respecto a los socios, respecto al mercado.

- ¿Se sigue teniendo la misma utilidad esperada?
- ¿Hubo problemas con los socios capitalistas por no cumplir con las expectativas?
- ¿Hubo pérdidas de clientes?
- ¿Al término de la obra, se siguió manteniendo buena relación con los proveedores?
- ¿La imagen que tenemos frente al mercado sigue siendo confiable?

Estas y muchas preguntas más, son las que normalmente podemos tener por obras mal planificadas o enfoques mal establecidos, por lo que es necesario contar con procesos eficientes y eficaces que nos permitan competir en el mundo globalizado, disminuyendo costos operativos y mejorando la productividad en los procesos constructivos, los cuales se reflejen en mejores resultados que lleven al éxito de la empresa.

Esto y muchas cosas más es lo que la filosofía Lean Construction nos brinda al aprender a determinar la productividad, rendimiento, velocidad de producción y sus respectivos pasos para controlar proyectos de construcción, minimizando costos y maximizando el valor del producto final.

Con esta investigación se pretende que el lector se dé cuenta que al no contar con los procesos de planificación establecidos por la filosofía Lean Construcción, puede ser el motivo de no lograr los objetivos establecidos por la empresa, y hacer énfasis de que todas estas fallas surgen desde el inicio del proyecto, por no tener bien establecido que es lo que se va a hacer y el cómo se va a hacer.

La respuesta está en tener una buena planificación, en donde se cuente con todo lo necesario antes del inicio de la obra, evitando cualquier indefinición que nos pueda repercutir en re-trabajos, tiempos muertos, etc., repercutiendo en impactos sustanciales en el costo, calidad y plazo de la obra.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, L. (Ed.) (1997). *Lean construction*. Rotterdam: Balkema publishers.

ALARCÓN, L., DIETHELMAND, S. & ROJO, O. (2002). *Collaborative implementation of lean planning system in Chilean construction company. Proceedings of the 10th Annual conference of the International Group for Lean Construction*. Gramado, Brasil.

BALLARD, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, U.K.

BOTERO, L. (2002). *Mejoramiento de la productividad en proyectos de vivienda a través de la filosofía lean construction (construcción sin pérdidas)*. Proyecto de investigación. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad EAFIT.

BOTERO, L.F. & ÁLVAREZ, M. (2003) "Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción". *Revista EAFIT*, N° 130, 66-78.

FIALLO, M. & REVELO, V. (2002). *Applying the last planner control system to a construction project: a case study in Quito, Ecuador*. Proceedings of the 10th Annual conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, Brasil.

HOWELL, GREGORY A. *What is Lean Construction*. In: Conference of the international Group of Lean Construction, 1999, Berkeley University of California.

KOSKELA, (2000). *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*, VTT Building Technology, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.

OHNO, TAIICHI. (1988). *Toyota production system*. Productivity Press, Cambridge.

SERPELL, A. y ALARCÓN, L.F. (2000). *Planificación y Control de Proyectos*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

SHINGO, SHIGEO. (1984). *Study of TOYOTA Production System*. Japan Management Association, Tokyo.

WOMACK J.P. and JONES D.T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Editions SIMON & SCHUSTER, New York, U.S.A.