GESTIÓN VISUAL DEL LOOKAHEAD Y LA PROGRAMACIÓN SEMANAL MEDIANTE EL BIM

Pablo Orihuela, Luis Canchaya, Edinson Rodríguez
MOTIVA S.A.
porihuela@motiva.com.pe

El *Last Planner System (LPS)* probablemente sea una de las técnicas de mayor aceptación por las empresas constructoras que comienzan a adoptar la filosofía Lean Construction, esta nos dice que la planificación de las obras se debe realizar conjuntamente con todos los involucrados en ella; es decir, con el maestro, con los principales proveedores, con los subcontratistas, con los responsables de cuadrilla y los propios obreros que ejecutan la última asignación, son todos ellos a quienes se les denomina los *last planners*. En las reuniones de *last planner* muchos de los involucrados (a todo nivel), no llegan a visualizar adecuadamente los elementos de una estructura sino hasta que esta es construida, por ello los medios que se usan para la comunicación durante estas coordinaciones deben lograr una trasmisión precisa, sencilla, clara y amigable.

El presente artículo, es un resumen del artículo original de los mismos autores (Orihuela et.al. 2016), el cual propone el uso de la Gestión Visual como apoyo a la comunicación con los *last planners*, esta visualización se genera desde un modelo BIM el cual se va completando de acuerdo a la secuencia del LPS; de esta forma vinculamos dos herramientas poderosas: El modelado 3D y 4D de la filosofía BIM y el Last Planner de la filosofía Lean Construction; generando una sinergia al ser usadas en forma conjunta.

LA SINERGIA LEAN Y BIM

Lean Construction y Building Information Modeling (BIM), están efectuando cambios fundamentales en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción; mientras que los dos son conceptualmente independientes y separados, parece que hay sinergias entre ellas que se extienden más allá de la naturaleza esencialmente circunstancial de su madurez simultánea (Sacks et al, 2011).

El uso de la metodología BIM conlleva a reducir pérdidas y re-procesos en las diferentes fases de un proyecto: en la Definición del Proyecto, permite evaluar con mayor eficiencia los diferentes partidos arquitectónicos; en el Diseño, nos facilita el trabajo multidisciplinario evitando las iteraciones negativas y re-procesos; en el Abastecimiento, nos ayuda con los metrados y presupuestos; en la Ejecución y Control, nos ayuda con la visualización de los procesos y la mejora de comunicación con los last-planners; y en el Uso, nos puede facilitar la capacitación de los usuarios en el mantenimiento. Es por eso que existe una estrecha relación entre LEAN y BIM.

La Figura 1 presenta un resumen de esta sinergia que resulta de vincular las etapas del LPS con diferentes niveles de un modelo BIM.

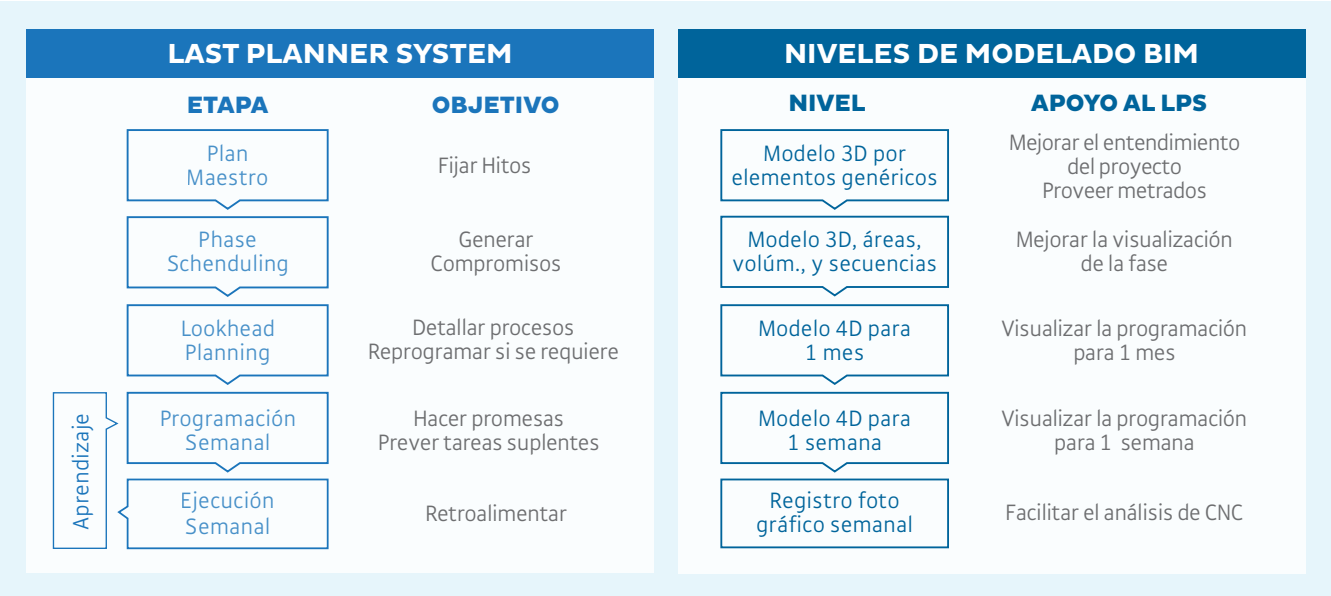

Figura 1. Sinergia LEAN- BIM durante el Last Planner

LOOKAHEAD VISUAL

Para el uso del modelo en el Looakhead, este ya debe incorporar las fechas de ejecución de la secuencia elegida, de esta manera ya se convierte en un modelo 4D, con el que se puede simular la programación con un horizonte de 4 a 6 semanas.

La Figura 2 nos muestra un típico documento de programación por lotes de producción, en el cual se usan códigos y colores para identificar la localización y las fechas de los trabajos programados para las siguientes 4 semanas.

ACTIVIDAD	SEMANA 12						SEMANA 13						SEMANA 14						SEMANA 15					
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	30/03	31/03	01/04	02/04	03/04	04/04	06/04	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04
SUPER - ESTRUCTURAS																								
ACERO PLACAS-COL.	F4+5	F1+5	F2+6	F3+6	F4+6		F1+7	F2+7	F3+7	F4+7	F1+8		F2+7	F3+8	F4+8	F1+9	F2+9		F3+9	F4+9	F1+10	F2+8	F3+10	
ENCOF. PLACAS-COL.	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6	F3+6		F4+6	F1+7	F2+7	F3+7	F4+7		F1+8	F2+8	F3+8	F4+8	F1+9		F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	F2+8	
CONCRETO PLACAS-COL.	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6	F3+6		F4+6	F1+7	F2+7	F3+7	F4+7		F1+8	F2+8	F3+8	F4+8	F1+9		F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	F2+8	
ACERO VIGA	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6		F3+6	F4+6	F1+7	F2+7	F3+7		F4+7	F1+8	F2+8	F3+8	F4+8		F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	
ENCOFRADO VIGA	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6		F3+6	F4+6	F1+7	F2+7	F3+7		F4+7	F1+8	F2+8	F3+8	F4+8		F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	
ENCOFRADO LOSA	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6		F3+6	F4+6	F1+7	F2+7	F3+7		F4+7	F1+8	F2+8	F3+8	F4+8		F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	
LADRILLO TECHO	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	
ACERO LOSA	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	
IISS - IIEE	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	
CONCRETO HORIZ.	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	

Figura 2. Típico formato del Lookahead

Es fácil ver que la lectura de este documento no es muy amigable, se requiere hacer correlaciones mentales para comprender cabalmente lo que este documento especifica. Además, este formato es válido cuando los límites físicos de los lotes de producción para cada cuadrilla coinciden exactamente entre sí, sin embargo en la práctica eso no es frecuente, por ejemplo, si ocurre que las áreas de encofrado horizontales tengan que extenderse más allá de los límites del vaciado de concreto, esta tabla ya no es aplicable.

La Figura 3, muestra el Lookahead Visual, con las fechas establecidas de avance, tanto de acero, como de encofrado y concreto, el cual es mucho más amigable y sencillo de comprender.

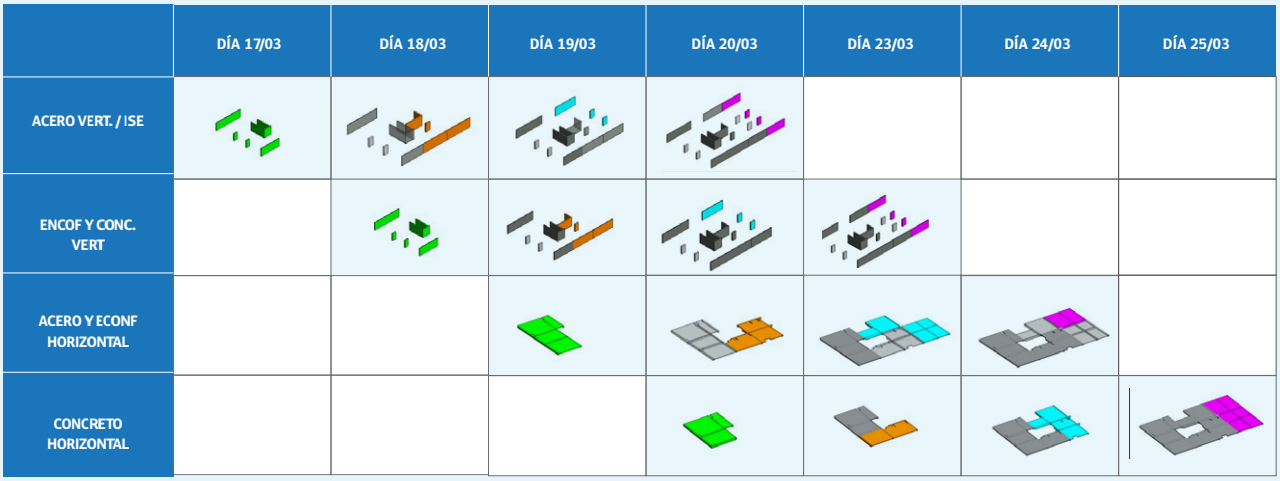

Figura 3. Formato Visual del Lookahead

PLANIFICACIÓN SEMANAL VISUAL

Todo el proceso del LPS se plasma en la Planificación Semanal, aquí se lista día a día las tareas que han sido liberadas de sus restricciones y que estarían listas para su ejecución, por lo que su comunicación a los last planners debe ser muy efectiva y amigable.

Se han probado diferentes alternativas usando diversos formatos y niveles de detalle de la información a entregar, de todas ellas, la más sencilla resultó ser la más efectiva, es decir sólo mostrar lo que denominamos "micro hitos semanales" que, en esta fase de pórticos, están dados por los vaciados de concreto. Tal como se explica en la Figura 4, la programación de la fecha y hora del vaciado de concreto de los elementos, generan de forma natural el "pull schedulling" o "programación reversa" en las demás cuadrillas.

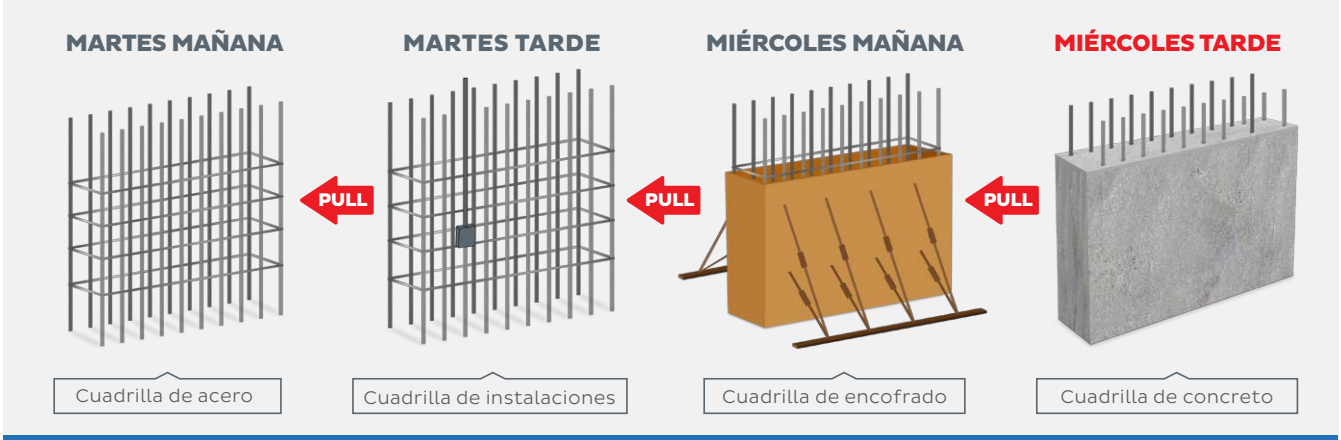

Figura 4. Micro Hitos Semanales y programación reversa

La Figura 5 muestra la alternativa que ha tenido mayor acogida por los obreros de las cuadrillas encargadas de los pórticos, la cual visualiza la programación semanal en una hoja A4 dividida en 6 espacios, un espacio para cada día laborable. Los colores causan un efecto psicológico útil en el ser humano, permitiéndole obtener más información y de forma más rápida (Tezel et al, 2010). Asimismo, para lograr una mejor comunicación, es importante manejar estándares para las herramientas de gestión visual que usemos en términos de contenido y formato, incluyendo la asignación de colores (O'Connor y Swain, 2013).

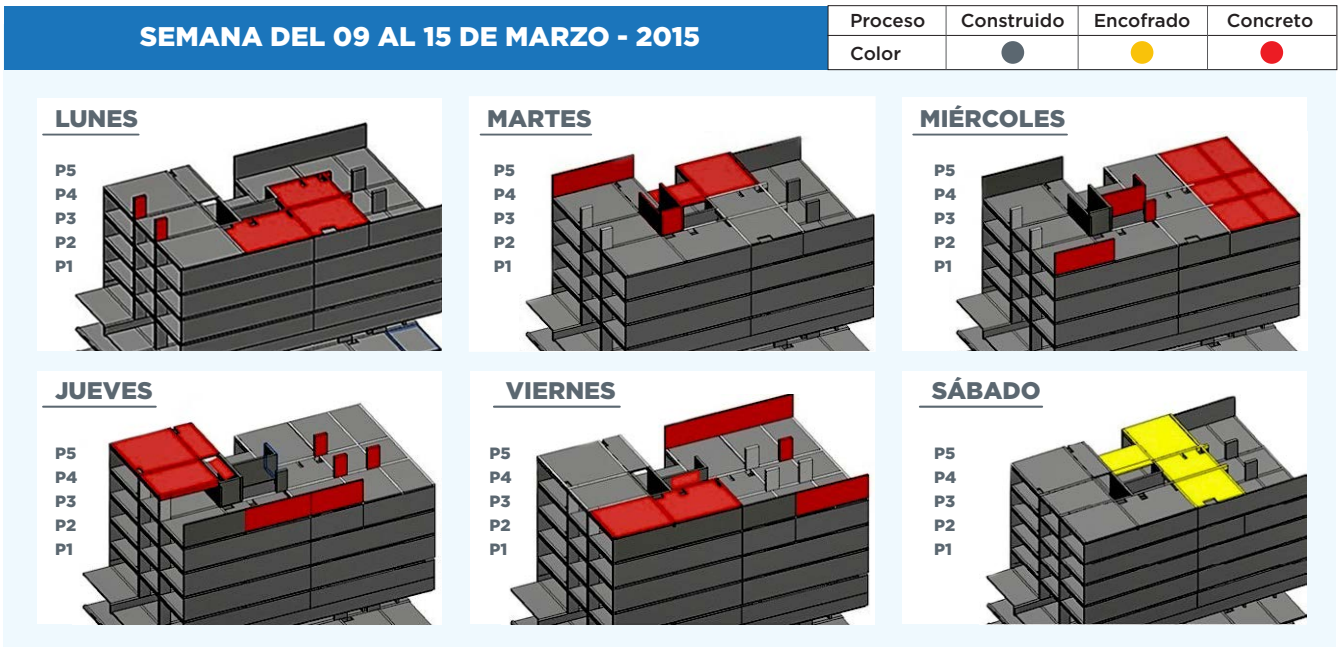

Figura 5. Programación semanal visual en una hoja A4

En este formato se puede apreciar que prácticamente se muestran sólo los vaciados de concreto (micro hitos), de esta manera la visualización es muy simple y clara y las demás cuadrillas, tales como las de Acero, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas y Encofrado, se "alinean" implícitamente por programación reversa (técnica Pull).

Por ejemplo, si las cuadrillas involucradas ven en la hoja entregada, que el día miércoles por la tarde se está programando vaciar el concreto de las placas del ascensor del quinto piso, entonces la cuadrilla de encofradores sabrá que tiene que dejar su trabajo listo a más tardar a la mitad del mismo día, la cuadrilla de instalaciones deberá concluir el martes por la tarde y la cuadrilla de acero sabrá que tienen que entregar el acero de esos elementos al mediodía del martes. La Figura 6 muestra como las diferentes cuadrillas usan la hoja de programación visual para coordinar el avance de las "últimas asignaciones".

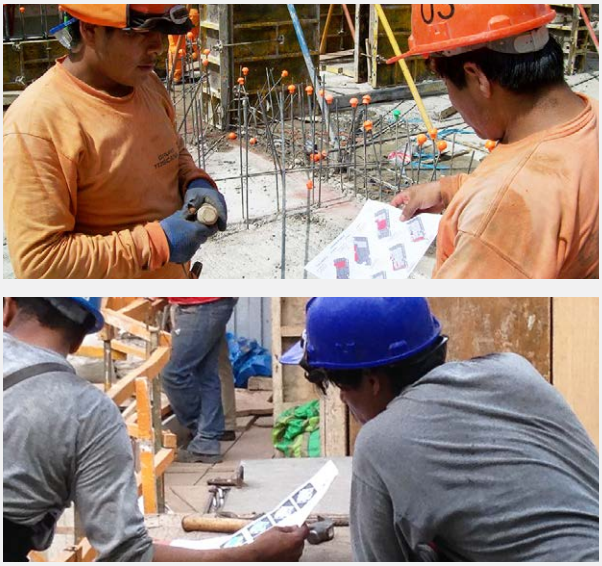

Figura 6.- Comunicación de la programación semanal a los *Last Planners*

RETRO-ALIMENTACIÓN VISUAL

Terminada la semana y en la reunión semanal con los last planners, la presentación del modelo, acompañado de algunas fotografías (Figura 7), promoverá la participación de todos en la tarea de identificar las Causas de No Cumplimiento (CNC).

Esta reunión, es un espacio donde frecuentemente surgen reclamos, quejas y muy buenas propuestas e ideas para obtener mejores Porcentajes de Planificación Cumplida (PPC).

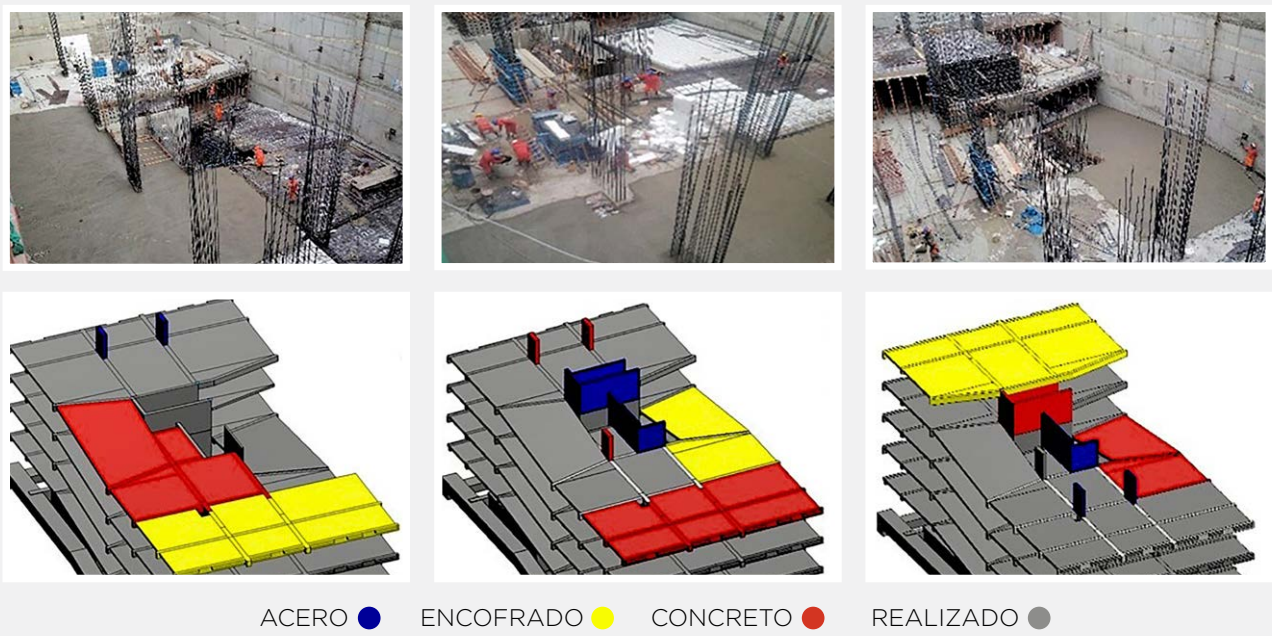

Figura 7. Evaluación del PPC e identificación de las CNC

CONCLUSIONES

El Sistema Last Planner, apoyado con un modelado BIM genera una sinergia potente en la planificación de las obras, apoyando con la visualización de las alternativas de sectorización y sus secuencias de avance, ayudando a visualizar la ejecución de frentes de trabajo de acuerdo a las fechas programadas durante el Lookahead, facilitando la comunicación visual de la programación semanal mediante la programación reversa, y haciendo más efectiva la retroalimentación y aprendizaje con la comparación del modelo virtual semanal contra las imágenes semanales reales.

Al igual que el Last Planner System, cuya propuesta es desarrollar la programación en forma progresiva, el modelado BIM, para estos efectos, debe hacerse también de forma progresiva y al compás de las etapas del LPS.

REFERENCIAS

- Ballard, G. (2000). "The Last Planner System of Production Control". Ph.D. Diss., School of Civil Engineering, the University of Birmingham, UK.
- O'Connor, R; Swain, B. (2013). "Implementing Lean in construction: Lean tools and techniques – an introduction". CIRIA Guide to Implementing Lean in Construction C730.
- Orihuela, P.; Canchanya, L., Rodriguez. E. (2015) "Gestión Visual del Sistema Last Planner mediante el modelado BIM". SIBRAGEC – ELAGEC, Octubre 2015 Sao Carlos, Brazil.
- Sacks, R., Dave, B, Koskela, L., Owen, R. (2009). "Analysis framework for the interaction between Lean Construction and Building Information Modelling". Proceedings for the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Tezel, A., Koskela L.; Tzortzoulos, P. (2010). "SCRI Research Report 3: Visual Management in Construction – Study Report on Brazilian Cases". Salford Centre for Research and Innovation in the built and human environment (SCRI).