



Synergies between Last Planner System and OHSAS 18001 - A general overview

Sinergias entre el Last Planner System y la OHSAS 18001 - Una visión general

XAVIER BRIOSO

Construction Management & Technology Research Group (GETEC), Pontifical Catholic University of Peru, Av. Universitaria 1801, Lima 32, Peru, e-mail: xbrioso@pucp.edu.pe

- ◊ Last Planner System is synergistic with the Safety and Health Management.
- ◊ Integration of the Last Planner System and the Safety Management, based on practice.
- ◊ The method based on the optimization on industry indicators.

The present article's main objective is to describe the synergies generated from the simultaneous application of the Last Planner System (LPS) and OHSAS 18001. We explain the main principles, tools, techniques and practices of the Lean Construction philosophy and LPS that integrate and make synergy with the elaboration of Safety and Health Study, the implementation of the Safety and Health Plan, and with the OHSAS 18001. The LPS elements are correlated with the OHSAS 18001 requirements: (1) Policy; (2) Planning; (3) Implementation and Operation; (4) Checking; and (5) Management Review. The methodology used to validate the proposal is based in a review of the published literature in the last years, in which information was quoted from the Conferences of the International Group for Lean Construction (IGLC), Lean Construction Journal, Lean Construction Institute, among others. This paper hopes to bring integration and collaborative work from the Production and the Safety and Health Department.

Last Planner System; Safety and Health; Lean Construction; OHSAS 18001

- ◊ El Last Planner System es sinérgico con la Gestión de la Seguridad y Salud.
- ◊ Integración del Last Planner System y el Safety Management con base en la práctica.
- ◊ El método se apoya en la optimización de indicadores en la industria.

El presente artículo tiene como objetivo describir las sinergias generadas en la aplicación simultánea del Last Planner System (LPS) y la OHSAS 18001. Se explican los principios, herramientas, técnicas y prácticas de la filosofía Lean Construction y del LPS que integran y generan sinergia con la elaboración del Estudio de Seguridad y Salud, con la implementación del Plan de Seguridad y Salud y con la OHSAS 18001. Se relacionan los elementos del LPS con los requisitos OHSAS 18001: (1) Política; (2) Planificación; (3) Implementación y operación; (4) Verificación; y (5) Revisión por la Dirección. La metodología empleada para validar la propuesta se basa en una revisión de la literatura publicada en los últimos años, en la que se citó información de la Conferencia del International Group for Lean Construction (IGLC), Lean Construction Journal, Lean Construction Institute, entre otros. Este trabajo pretende aportar en la integración y el trabajo colaborativo del área de producción y del área de soporte de seguridad y salud.

Sistema del Último Planificador; Seguridad y Salud; Lean Construction; OHSAS 18001

1. INTRODUCCIÓN

Planificar adecuadamente se convierte en uno de los métodos más efectivos para incrementar la productividad. Es posible lograrlo mediante la eliminación de esperas, realizando las actividades en la secuencia más conveniente y coordinando la interdependencia de las múltiples actividades por realizar [1].

Tradicionalmente, el Plan de dirección y gestión del proyecto de edificación suele realizarse antes de la elaboración del Estudio de seguridad y salud, sin que ambos documentos se compatibilicen de una manera óptima.

Durante la ejecución de obra suelen implementarse ambos, el Plan de dirección y gestión del proyecto y el Plan de seguridad y salud, sin herramientas ni técnicas que ayuden a su integración, lo que origina la existencia de diferencias relacionales entre el director de ejecución de obra y el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de obra [2].

Existe evidencia de que los proyectos con enfoque Lean son más seguros, y que tanto la planificación colaborativa como su implementación, partiendo de un respeto a los agentes intervinientes, es un factor primordial en la explicación de este logro [3].

Son varios los investigadores que promueven la difusión de herramientas y técnicas exitosas usadas en el Last Planner System, que incluyen la planificación colaborativa del área de producción y el área de seguridad y salud [4] y [5].

Por lo anteriormente expuesto, es necesario implementar estrategias que integren adecuadamente la producción y la seguridad y salud de los proyectos basados en los casos exitosos de la industria, y difundir estas experiencias para fomentar su discusión, retroalimentación y mejora continua.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. LAST PLANNER SYSTEM

El Last Planner System (LPS) fue creado por Glenn Ballard [1] y afirma que una buena planificación ocurre cuando se superan obstáculos presentes en la industria de la construcción, tales como:

1. 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.
2. Existe una falta medición del sistema de planificación durante el desarrollo .
3. Los errores en la planificación no se analizan, ni se identifican las causas de su ocurrencia [6].

El punto de partida del LPS se basa en que todos los planeamientos son pronósticos, y todos los pronósticos están errados.

Cuanto más a largo plazo sea la predicción, mayor será su error. Del mismo modo, cuanto más detallada sea ésta, más errada estará [1].

Por estas razones, el sistema recomienda:

1. Planificar con mayor detalle a medida que se aproxime el día en que se vayan a llevar a cabo los trabajos.
2. Realizar planeamientos de forma colaborativa con quienes realicen los trabajos, contando con la participación de las áreas de soporte, entre ellas el área de seguridad y salud.
3. Identificar y hacer cumplir con anticipación suficiente las "restricciones", que son todo aquello que debe considerarse para poder ejecutar las tareas planeadas como equipo.
4. Adquirir compromisos fiables.
5. Aprender de las interrupciones [1] y [6].

El LPS es una herramienta que nos ayuda a mejorar el flujo de las actividades programadas, reduciendo la variabilidad que existe en los proyectos de construcción, por tanto nos ayuda a mejorar su cumplimiento.

En la programación, tiene en consideración a cada uno de los agentes que van a ejecutar de manera directa cada una de las actividades: ingenieros de producción, supervisores, subcontratistas, capataces, coordinadores de seguridad y salud de la obra, etc. [2].

Esta rutina mejora el control tradicional y protege al planeamiento.

Los elementos del LPS [7] son:

2.1.1. PLANIFICACIÓN MAESTRA (CRONOGRAMA GENERAL O MAESTRO)

En primer lugar, deben establecerse los plazos e hitos del cronograma general, realizando un listado de todas las actividades sin entrar en detalle y seleccionando el proceso constructivo adecuado, acorde al presupuesto y a los recursos disponibles.

Deben diferenciarse claramente cada una de las entregas, según las necesidades y requisitos de los clientes, así como deben quedar definidos los sistemas de producción, seguridad y salud, logística, calidad, medio ambiente, entre otros [2] y [8].

En esta etapa se debería incluir un análisis preliminar del riesgo (APR) para cada fase del cronograma, a fin de conseguir una predicción efectiva de los recursos para la gestión de la seguridad y salud [9].

2.1.2. PHASE PULL PLANNING

Consiste en una planificación colaborativa en la que los ejecutores (Last Planners) y los responsables de las áreas de soporte identifican las "transferencias", es decir, intervienen en el diseño de las diferentes alternativas de programación.

Todos ellos se convierten en planificadores que discriminan la relación entre las actividades, ajustan las secuencias y toman decisiones, que se convierten en compromisos contractuales, únicamente modificables con el acuerdo solidario de todo el equipo [10].

El sistema permite integrar la gestión de seguridad y salud al Phase Pull Planning de la obra al identificar restricciones [8].

2.1.3. PROGRAMACIÓN DE MEDIO PLAZO O LOOKAHEAD

Se realiza una planificación a medio plazo, con un horizonte que depende del tipo de proyecto.

En edificación normalmente se realiza de 2 a 8 semanas, considerando la duración del proyecto, la complejidad, el plazo de abastecimiento, etc. [1].

El Lookahead debe estar claro para todos los involucrados, que deben comprometerse y responsabilizarse de que las actividades encomendadas se cumplan.

Además en el Lookahead es necesario identificar las restricciones a eliminar, a fin de que las actividades puedan realizarse sin problemas.

Por otro lado, deben estar claros los recursos necesarios para el tratamiento de las restricciones [2], entre las que se encuentran:

- ◆ Los equipos de protección personal y colectiva,
- ◆ Las capacitaciones específicas, y

- ♦ la correcta implementación de las instalaciones (obras provisionales), entre otras [2], [8] y [9].

2.1.4. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Al programar las partidas del Lookahead, las sometemos a un análisis que tiene como objetivo dejarlas totalmente activadas, libres de restricciones cuyo incumplimiento podría generar paralizaciones en los flujos, pérdidas y retrasos. Las restricciones podrían definirse como los pre-requisitos de una actividad, que de no ser cubiertos podrían producir paralizaciones en los flujos de producción [8]. Normalmente los pre-requisitos o restricciones que se dan en construcción están ligadas a los flujos de diseño, componentes y materiales, mano de obra, equipos, espacio (zonas de trabajo), tarea previa, y condiciones externas [11]. Específicamente, las restricciones de seguridad y salud están implícitas en cada una de ellas, si bien es cierto que en países emergentes, son usualmente dejadas de lado [8].

Por otro lado, una pobre implementación del plan de seguridad y salud en una obra es considerada una forma de pérdida, ya que desde el punto de vista de Lean Construction, un incidente que produzca una paralización del trabajo o una lesión, representa una pérdida real [12].

Por estas razones, es una excelente práctica añadir otro tipo de restricción a la lista, la de seguridad y salud, hasta ahora implícita en las otras siete. Al hacerla explícita se evita que sea ignorada por planificadores y contratistas [8].

2.1.5. PROGRAMACIÓN SEMANAL

Cumplir las actividades programadas en la primera semana constituye un objetivo prioritario del Lookahead. También es importante planificar el uso de los buffers (holguras) y tareas suplentes en caso de imprevistos [1].

En el sector construcción siempre existe variabilidad interna y externa que pueden producir paralizaciones del camino crítico, por lo que es necesario contar con un plan de contingencia, de modo que los trabajadores siempre tengan alguna actividad productiva que ejecutar.

Cuando se levantan todas las restricciones de una partida, ésta queda totalmente lista para ser programada y ejecutada. El plan semanal se basa en las actividades libres de restricciones, para lo que es necesario que cada responsable cumpla la función y cometido asignado [2].

En esta etapa deben detallarse los trabajos de seguridad y salud a realizar, determinar las medidas preventivas y acciones correctivas y designar los recursos establecidos por el Lookahead [2] y [9].

2.1.6. PROGRAMACIÓN DIARIA

La programación diaria consiste en la elaboración de un programa que contemple actividades de producción a realizar cada día de la semana, lo que permite llegar al último nivel de planificación, donde definen todos los detalles [1].

Para ello, es precisa una programación a diario y la realización de mediciones de rendimiento, no solo de las cuadrillas, sino de cada miembro del personal, comprobar si un operario es productivo, evaluar si cuenta con las herramientas adecuadas, conocer qué factores influyen en su productividad, tales como salud, clima, falta de agua, mala alimentación, desmotivación, la falta de planificación de la seguridad, etc. [2].

Asimismo, es muy importante diseñar las capacitaciones de inicio de jornada para asegurar que los trabajadores identifiquen los peligros y las zonas de riesgo a las que estarán expuestos y actúen acorde a los mismos, es decir, adopten las medidas preventivas y de conducta [2] y [12].

2.1.7. ANÁLISIS DE FIABILIDAD. MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN CON EL PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)

El LPS mide el desarrollo del plan semanal a través del porcentaje de tareas (asignaciones) completadas (PPC), que es el número de trabajos realizados dividido por el número de tareas (asignaciones) programadas en una semana [1].

Según Botero [13], esta medición es el primer paso para aprender de los fallos e implementar mejoras.

El Análisis de Fiabilidad es el ejercicio a través del cual se mide la calidad del sistema de programación identificando y tratando de eliminar las causas raíz que no permiten alcanzar el 100 % del cumplimiento del plan semanal.

Las experiencias que se van obteniendo en la obra, permiten un aprendizaje sistemático a fin de evitar errores repetitivos [1] y [2]. El LPS se describe en la figura 1.

PLANIFICACIÓN

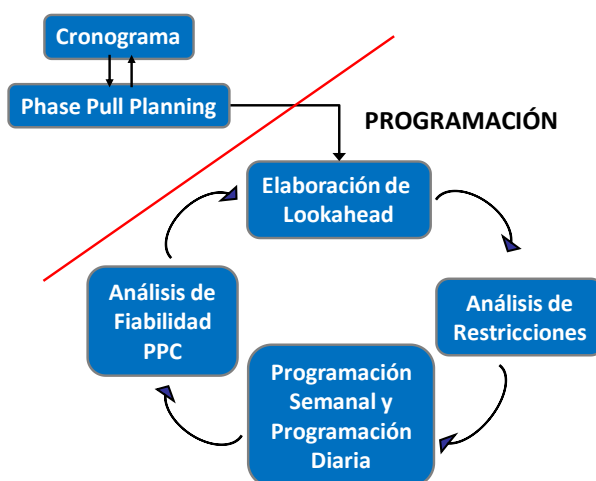


Figura 1: LPS y sus elementos (Adaptado de [1]).

Por otro lado existen indicadores que miden el porcentaje de cumplimiento de actividades en la gestión de la seguridad y salud [2]. Son básicamente el cociente de las actividades, tareas o asignaciones ejecutadas divididas entre las programadas. Por ejemplo, las capacitaciones o inspecciones realizadas versus las programadas, el porcentaje de operarios realmente usan sus equipos de protección, entre otros [2].

2.1.8. TREN DE ACTIVIDADES Y TAKT TIME

En la industria de la manufactura, las estaciones son localizaciones “fijas” donde se realizan uno o más procesos a los productos que van recorriendo la línea de producción.

En cambio, en la industria de la construcción los procesos (actividades) van “recorriendo” los “productos” (edificaciones, caminos, etc.), y en cada zona de trabajo (sectores o localizaciones) se ejecutan uno o más procesos en un tiempo específico hasta la culminación de la fase y la obra [8].

La “sectorización” consiste en que el especialista en Lean Construction debe dividir las mediciones de todas las actividades (procesos) de una edificación en un número de sectores. De esta forma se crea una línea de producción equilibrada, con cantidades de recursos (mano de obra, equipos y maquinarias y materiales, entre otros) que se pueda ejecutar en el día de trabajo y que cumpla las condiciones de satisfacción de todos los involucrados [14].

En países latinoamericanos, como Perú, a esta línea de producción se le denomina “tren de actividades”. “Takt” es

una palabra alemana referida a la regularidad para conseguir algo hecho [15].

“Takt-time es la unidad de tiempo en la que se debe producir un producto (tasa de suministro) para que coincida con la velocidad a la que se necesita ese producto (tasa de demanda)” [16].

Más específicamente, para la industria de la construcción, takt-time podría ser definido en horas, días o semanas. La cantidad de recursos se calcula para asegurar que el flujo se produzca en el takt-time seleccionado.

También en Perú, la planificación del takt-time se denomina “tren de actividades”. En los proyectos que trabajan bajo la filosofía de Lean Construction, los trenes de actividades (flujo de producción constante) se diseñan utilizando zonas en las que se ejecutarán las actividades con un takt-time de un día de trabajo.

La Figura 2 muestra un ejemplo de la programación de una fase de estructura que emplea un takt-time de un día, expresada en una hoja de cálculo .

ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	lun	mar	miér	jue	vier	sab	dom	lun	mar	miér	jue	vier	sab	dom	lun	mar	miér	jue	vier	sab	dom
	22/7	23/7	24/7	25/7	26/7	27/7	28/7	29/7	30/7	31/7	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8	11/8
acero en pilares	S1N1	S2N1	S3N1	S4N1	S5N1				S1N2	S2N2	S3N2	S4N2			S5N2	S1N3	S2N3	S3N3	S4N3		
instalaciones de saneam, fontanería o gas	S1N1	S2N1	S3N1	S4N1	S5N1				S1N2	S2N2	S3N2	S4N2			S5N2	S1N3	S2N3	S3N3	S4N3		
instalaciones de elect, iluminación o climat.	S1N1	S2N1	S3N1	S4N1	S5N1				S1N2	S2N2	S3N2	S4N2			S5N2	S1N3	S2N3	S3N3	S4N3		
encofrado de pilares	S1N1	S2N1	S3N1	S4N1	S5N1				S1N2	S2N2	S3N2	S4N2			S5N2	S1N3	S2N3	S3N3	S4N3		
hormigonado de pilares	S1N1	S2N1	S3N1	S4N1	S5N1				S1N2	S2N2	S3N2	S4N2			S5N2	S1N3	S2N3	S3N3	S4N3		
desencofrado de pilares		S1N1	S2N1	S3N1	S4N1				S5N1	S1N2	S2N2	S3N2			S4N2	S5N2	S1N3	S2N3	S3N3		
encofrado de fondos de viga		S1N1	S2N1	S3N1	S4N1				S5N1	S1N2	S2N2	S3N2			S4N2	S5N2	S1N3	S2N3	S3N3		
acero en vigas		S1N1	S2N1	S3N1	S4N1				S5N1	S1N2	S2N2	S3N2			S4N2	S5N2	S1N3	S2N3	S3N3		
encofrado de forjados y escaleras			S1N1	S2N1	S3N1				S4N1	S5N1	S1N2	S2N2			S3N2	S4N2	S5N2	S1N3	S2N3		
acero en forjados y escaleras			S1N1	S2N1	S3N1				S4N1	S5N1	S1N2	S2N2			S3N2	S4N2	S5N2	S1N3	S2N3		
instalaciones de saneam, font o gas			S1N1	S2N1	S3N1				S4N1	S5N1	S1N2	S2N2			S3N2	S4N2	S5N2	S1N3	S2N3		
instalaciones de elect, ilum o climat.			S1N1	S2N1	S3N1				S4N1	S5N1	S1N2	S2N2			S3N2	S4N2	S5N2	S1N3	S2N3		
hormigonado vigas, forjados y escaleras				S1N1	S2N1				S3N1	S4N1	S5N1	S1N2			S2N2	S3N2	S4N2	S5N2	S1N3		

Figura 2: Programación de la Fase de Estructura con un takt-time de un día.

Como todas las actividades del tren son críticas, debe preverse la presencia de tareas suplentes o buffers (holguras) para asignarlas a las cuadrillas, en caso de que, por variabilidad de la obra, se tengan paralizaciones en los flujos de producción [1] y [8].

2.2. OHSAS 18001:2007 Y PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

2.2.1. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

La ISO 9001 que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad y la ISO 14001 que fija los requisitos para sistemas de gestión ambiental, son compatibles con la norma OHSAS 18001:2007, creada por The Occupational Health and Safety Advisory Services Project Group, la cual establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional. Es una práctica usual que las empresas certifiquen sus sistemas de gestión de calidad, medio ambiente y seguridad y salud ocupacional en estas tres normas [17].

Al igual que los sistemas de gestión, la norma OHSAS 18001:2007 se basa en la metodología del ciclo de Deming y es aplicable para cualquier tipo de organización, sea pequeña o grande e independientemente de su naturaleza. La norma OHSAS 18001, las directrices de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y los modelos de sistemas de gestión de seguridad y salud son comparables entre sí, sus elementos y requisitos son equivalentes [18].

Los requisitos del sistema OHSAS 18001 son (Fig. 3):

1. Política.
2. Planificación.
3. Implementación y operación (funcionamiento).
4. Verificación.
5. Revisión por la Dirección.

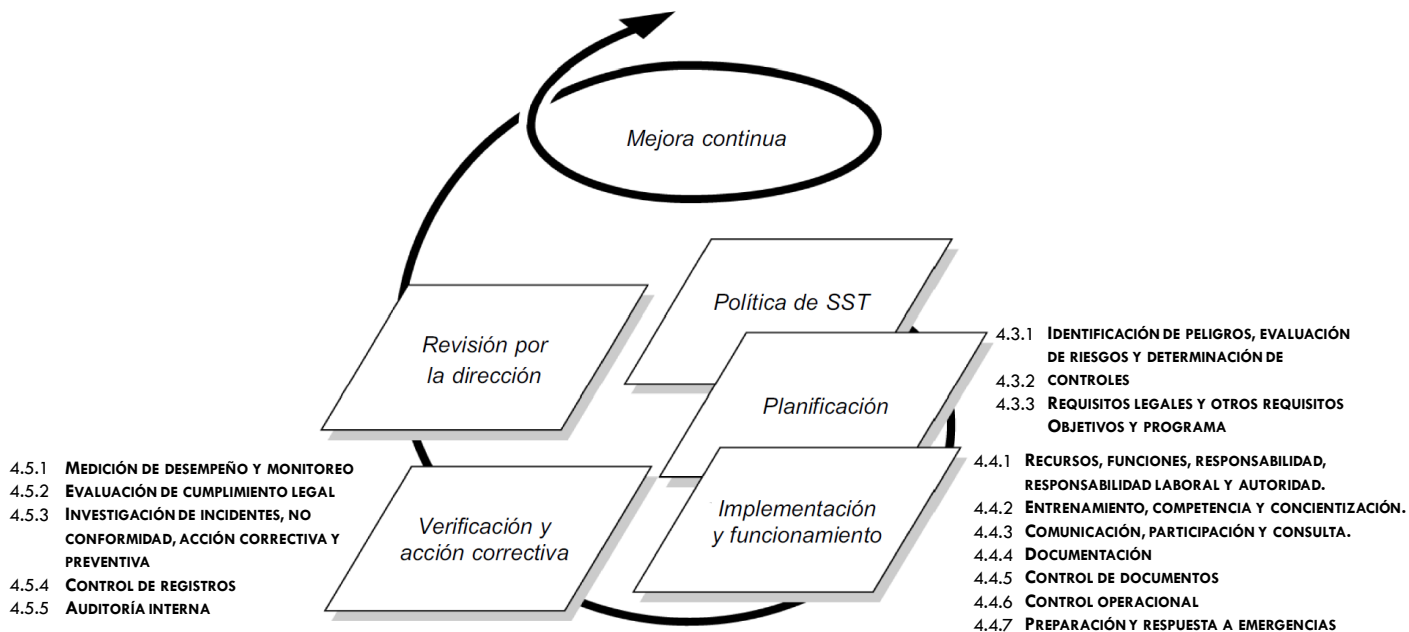


Figura 3: Requisitos de la OHSAS 18001:2007 (Adaptado de [18]).

La legislación relacionada con la seguridad y salud ocupacional de la mayoría de países, entre ellos los iberoamericanos, está basada en las directrices de la OIT y, por tanto, en la norma OHSAS 18001.

Como ejemplo, en Perú se aprecia que el sistema descrito en la Ley 29783/2011 de Seguridad y Salud en el Trabajo y los elementos del Plan de Seguridad y Salud indicados en la Norma G.050 Seguridad durante la Construcción, tienen una estructura similar a la OHSAS 18001 [19, 20].

Por tanto, se debe implementar el Plan de Seguridad y Salud sobre la base de la estructura indicada en la OHSAS 18001:2007 para tener la mayor equivalencia posible y facilitar el benchmarking con proyectos de la misma empresa, con empresas competidoras y con empresas de otros países.

Este sistema se basa en la evolución de la teoría sobre la causalidad de los accidentes [21], definiendo a las causas inmediatas, causas básicas y a las fallas de control operacional como las causas raíz de los accidentes.

A su vez, las causas inmediatas se dividen en actos sub estándar y condiciones sub estándar y las causas básicas en factores de trabajo y factores personales.

La normativa de seguridad y salud de diversos países se basa en estos conceptos [8] y [22]. Las definiciones más relevantes de los mismos son:

- ♦ Factores Personales: limitaciones en experiencias, fobias y tensiones presentes en el trabajador.

- ♦ Factores del Trabajo: referidos al trabajo, las condiciones y medio ambiente de trabajo: organización, métodos, ritmos, turnos, maquinaria, equipos, materiales, dispositivos de seguridad, sistemas de mantenimiento, procedimientos, comunicación, entre otros.
- ♦ Acto estándar: es toda acción o práctica segura ejecutada por el trabajador.
- ♦ Acto sub estándar: es toda acción o práctica incorrecta ejecutada por el trabajador que puede causar un incidente o accidente.
- ♦ Condición estándar: es toda condición segura en el entorno.
- ♦ Condición sub estándar: es toda condición en el entorno del trabajo que puede causar un incidente o accidente.

En resumen, se podría definir que los incidentes y accidentes tienen dos tipos de causas: por responsabilidad del empleador y por responsabilidad del trabajador.

El empleador debe verificar cada uno de los factores personales que afectan a los trabajadores. Además de la realización de evaluaciones médicas y la facilitación de cursos de formación y capacitación, debe procurar los equipos de protección personal adecuados. Así mismo, debe garantizar el cumplimiento de los factores del trabajo y sus condiciones estándar. Sólo en esta situación, la responsabilidad en caso de accidente sería exclusivamente del operario.

En el caso fortuito de una no conformidad, un incidente o accidente, se generará la paralización de los flujos de trabajo.

2.2.2. NORMATIVIDAD EN ESPAÑA: REAL DECRETO 1627/1997

Según el artículo 8.1 del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción [23], en todo el proceso el proyectista también deberá considerar los principios generales de prevención del artículo 15 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales [24], el cual se transcribe:

“Artículo 15. Principios de la acción preventiva

1. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el artículo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:

- a. Evitar los riesgos.
 - b. Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
 - c. Combatir los riesgos en su origen.
 - d. Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - e. Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - f. Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g. Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - h. Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - i. Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
2. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.
3. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
4. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
5. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos

derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.”

2.2.3. ELABORACIÓN DEL PROYECTO CONSIDERANDO LOS PRINCIPIOS DE PREVENCIÓN

El interrogante que queda patente es cómo se incorporan los principios de prevención al proyecto. Existen dos opciones [8]:

1. Anexar al documento principal el estudio (o estudio básico) de seguridad y salud, y referir su aplicación en cada una de las partes del proyecto.
2. Incorporar las instrucciones del estudio (o estudio básico) de seguridad y salud, referidas a los principios generales de prevención, en las partes correspondientes del proyecto, entendiéndose que se compatibilizarán las memorias, los planos, los pliegos de condiciones, las mediciones y los presupuestos de ambos.

Del análisis del RD 1627/1997 explicado en las líneas precedentes, se deduce lo siguiente:

- ♦ El proyecto integra la prevención en su origen mediante la aplicación del artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- ♦ El proyecto define cómo ha de realizarse la obra (incluidos los medios a utilizar para ello), siguiendo el plan de ejecución previsto.

Por lo tanto, es recomendable que el estudio de seguridad y salud y el proyecto se elaboren simultáneamente, para conseguir que ambos documentos mantengan una coherencia en materia prevención [8].

Desarrollar un ordenamiento metódico para que el proyectista cumpla de manera eficiente el artículo 8.1 del Real Decreto 1627/1997, es una asignatura pendiente del marco normativo y/o de las consultoras especializadas en esta materia, máxime, que con el tiempo aparecen nuevos agentes de la edificación que tienen relación con estas actuaciones. La integración del LPS y la OHSAS 18001:2007 es una alternativa viable en este cometido.

2.3. SINERGIA ENTRE EL LPS Y LA OHSAS 18001:2007

Se puede afirmar que los sistemas de gestión no necesitan competir entre sí y que todas las metodologías son compatibles si se usan adecuadamente [25].

Existen evidencias que demuestran que el LPS integra producción, seguridad y salud de manera óptima, mejorando simultáneamente los indicadores de dirección y gestión, y los índices de siniestralidad laboral [26], [27] y [28].

Teniendo en consideración, que debido a que son las cuadrillas de cada partida, las que usualmente deciden en obra como se va a estructurar el trabajo y a solucionar los imprevistos [29]; es vital que se realice en conjunto un análisis previo sobre estas posibles situaciones.

La utilidad del sistema queda comprobada con la medición

realizada durante un año en los proyectos estudiados en la ciudad de Medellín (Colombia), donde, cada vez que el sistema se implementaba, mejoraba el indicador PPC. El estudio realizado muestra un incremento en el cumplimiento de lo planificado desde el 65% en la primera semana de implementación del sistema hasta el 85% en la semana 25 [11].

El LPS por su naturaleza también permite mejorar los indicadores de siniestralidad de seguridad y salud. En un proyecto en Lima (Perú) el índice de gravedad disminuyó un 48% y el índice de frecuencia un 21% en 5 meses de obra [27].

De igual manera, en un estudio realizado en Noruega, se propuso un modelo exitoso que integraba los análisis de seguridad con el LPS como parte del objetivo de la compañía de reducir 4 de cada 5 accidentes a finales del 2015 [30].

Adicionalmente, otro estudio permitió determinar que varias herramientas de Lean Construction están relacionadas, directa o indirectamente, con algunas de las prácticas más comunes empleadas a la fecha en la Gestión de la Seguridad (Safety Management) [28].

Los diversos sistemas de gestión pueden compatibilizarse adaptando secuencias y procesos de manera flexible [25], lo que permite afirmar que el LPS tiene sinergia con los sistemas de seguridad y salud, basados en la OHSAS 18001:2007.

Estos últimos necesitan de un método eficaz para pasar de la planificación a la implementación y operación, verificación y revisión por la Dirección, ese método puede surgir de la compatibilidad evidente que existe con el LPS.

Por lo explicado anteriormente y dada su relevancia, el autor

propone la integración del LPS y del sistema de gestión de la seguridad y salud. Una metodología de planificación colaborativa de los involucrados, que integre la producción y la seguridad y salud. En otras palabras, la gestión de los trabajos productivos y no productivos, y los actos y condiciones estándar y sub estándar, siempre con el máximo respeto por las personas [3].

La metodología debe incluir la medición simultánea de los indicadores de desempeño de producción, seguridad y salud, de su análisis se podría demostrar con mayor detalle la correlación que existe entre el LPS y la OHSAS 18001.

3. METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN PROPUESTA

3.1. INTEGRACIÓN DEL LPS, OHSAS 18001:2007 Y PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Debe tenerse en cuenta los modelos seguidos por los investigadores y capacitadores del LPS, que pueden ser puestos en marcha en reuniones del tipo taller o simulaciones [5], [31], [32] y [33].

Por otro lado, es conveniente formar y entrenar a los trabajadores en el LPS, la OHSAS 18001:2007 y el Plan de Seguridad y Salud simultáneamente, mediante estas reuniones de planificación colaborativa.

Es necesario seguir el mismo orden en que se generan los elementos del LPS (cronograma maestro, Phase Pull Planning, Lookahead, Programación Semanal y Diaria, y PPC y Análisis de Fiabilidad), y los requisitos de la OHSAS 18001:2007 (Planificación, Implementación y Operación, Verificación y Revisión por la Dirección), según se describe en la figura 4.

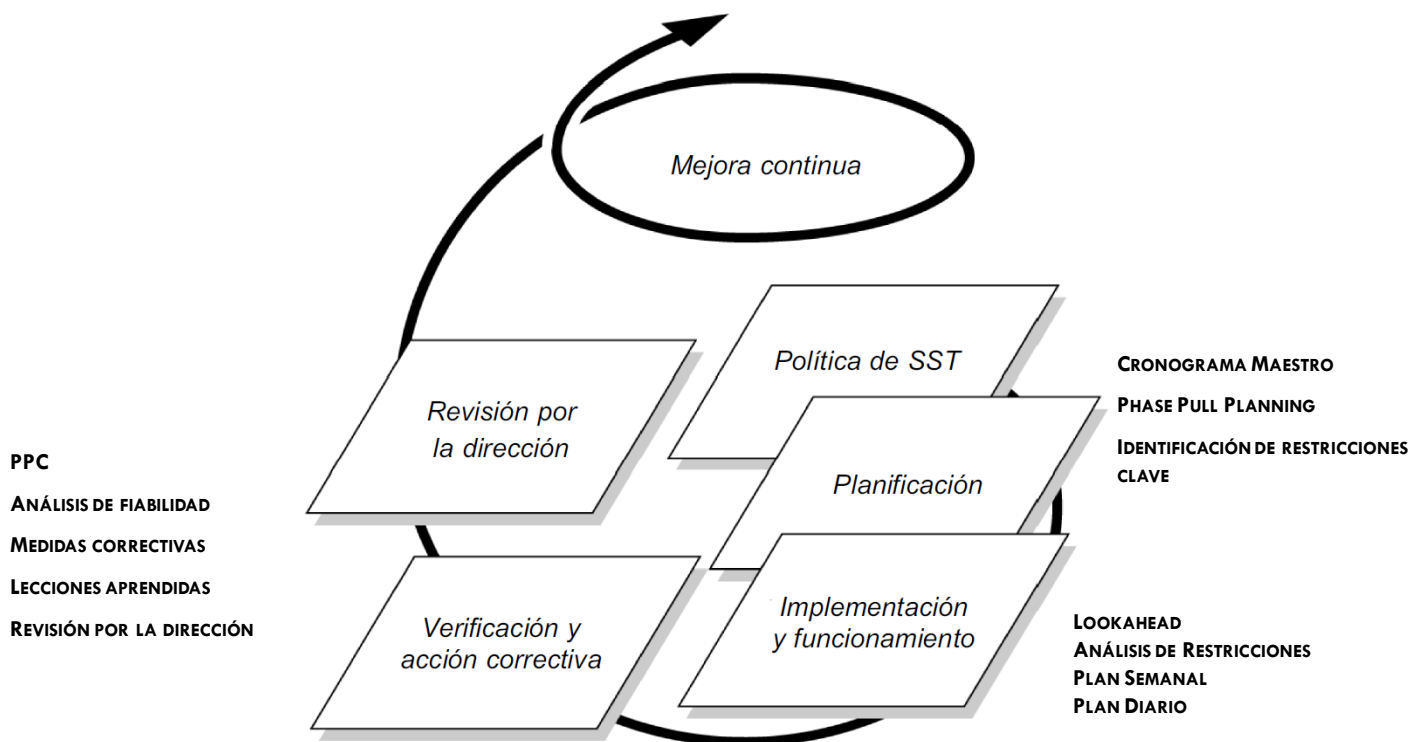


Figura 4: Integración del LPS y la OHSAS 18001:2007 (Adaptado de [1] y [18]).

3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS

A continuación se describen cuatro de las principales actividades propuestas para integrar el LPS y la gestión de la seguridad y salud según la OHSAS 18001.

3.2.1. ACTIVIDAD 1: TREN DE ACTIVIDADES O TAKT-TIME

Como ejemplo, se usa la fase de ejecución de una estructura de hormigón armado. A continuación se muestra el listado de las actividades (procesos) verticales (en los pilares) y horizontales (en las vigas, forjados y escaleras):

- ◆ Proceso 1 (P1): elaboración y colocación de la armadura acero en pilares.
- ◆ Proceso 2 (P2): realización de las instalaciones de saneamiento, fontanería o gas en pilares.
- ◆ Proceso 3 (P3): realización de las instalaciones de electricidad, iluminación o climatización en pilares.
- ◆ Proceso 4 (P4): encofrado de pilares.
- ◆ Proceso 5 (P5): hormigonado de pilares.
- ◆ Proceso 6 (P6): desencofrado de pilares.

- ◆ Proceso 7 (P7): encofrado de fondo de vigas.
- ◆ Proceso 8 (P8): elaboración y colocación de armaduras de acero en vigas.
- ◆ Proceso 9 (P9): encofrado de forjados y escaleras.
- ◆ Proceso 10 (P10): elaboración y colocación de armaduras de acero en forjados y escaleras.
- ◆ Proceso 11 (P11): realización de las instalaciones de saneamiento, fontanería o gas en vigas, forjados y escaleras.
- ◆ Proceso 12 (P12): realización de las instalaciones de electricidad, iluminación o climatización en vigas, forjados y escaleras.
- ◆ Proceso 13 (P13): hormigonado de vigas, forjados y escaleras.

Como se ha explicado anteriormente, deben calcularse y acordarse las cantidades de recursos que se pueden ejecutar en un sector en un día de trabajo, de manera que las cuadrillas produzcan aproximadamente lo mismo cada día.

Asimismo, se debe acordar las actividades que se podrán ejecutar cada día en un sector de forma secuencial. Se muestra un ejemplo en la tabla 1.

DÍAS DE TRABAJO EN UN SECTOR	ACTIVIDADES (PROCESOS)	COMENTARIOS
DÍA 1	P1, P2, P3, P4, P5	Coordinar con la Dirección Facultativa los hormigonados diarios
DÍA 2	P6, P7, P8	Evaluar en la obra si se pueden adelantar procesos del DÍA 3
DÍA 3	P9, P10, P11, P12	Programar los trabajos de acero de manera que culmine primero las zonas donde existan instalaciones de saneamiento
DÍA 4	P13	Coordinar con la Dirección Facultativa los protocolos de prueba de las instalaciones previos al hormigonado

Tabla 1: Ejemplo de diseño del tren de actividades de fase para un sector genérico.

3.2.2. ACTIVIDAD 2: IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DETERMINACIÓN DE CONTROLES (IPERC)

En esta actividad, los trabajadores entienden el requisito número 4.3.1. IPERC de la OHSAS 18001:2007, acorde al tren de actividades descrito en el taller anterior.

La generación del tren de actividades es de gran ayuda para el empleo óptimo de la herramienta, pues permite la visualización de la ubicación de los sectores y sus condiciones de sitio. Con esta información es posible determinar los controles (medidas preventivas) de cada actividad, tales como los equipos de protección personal y colectiva, señalizaciones, capacitaciones específicas, plan de respuesta a emergencias y procedimientos de trabajo.

El proyecto de edificación deberá ser actualizado acorde a estos nuevos conceptos. Antes de hacer la implantación en obra, debe haberse actualizado la memoria descriptiva, los

planos, el pliego de condiciones y el plan de seguridad y salud, entre otros, bajo responsabilidad del Director de Obra. Todo ello es de especial relevancia en las actuaciones del Director de Obra, Director de Ejecución de Obra, Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución material y Jefe de Obra, entre otros, cuyas funciones están expresamente definidos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) [34].

La regulación, por tanto, debería incorporar a este nuevo agente Lean Construction, que se estaría inmiscuyendo en las funciones y cometidos de otros agentes, que sí están expresamente definidos en la LOE [8] y [35].

3.2.3. ACTIVIDAD 3: PHASE PULL PLANNING

El cronograma general debe ser realizado de acuerdo con la planificación del proyecto de edificación. En él es posible establecer los plazos e hitos de todas las fases del proyecto.

En el caso de la fase de ejecución de estructuras de hormigón, estos serán datos de entrada del taller Phase Pull Planning [8] y [32].

Por otro lado, se revisan los documentos de planificación relevantes del sistema de gestión de seguridad y salud, tales como la política de la empresa, sus compromisos, objetivos, indicadores y metas de seguridad y salud, así como la descripción, entre otros, de:

1. Actividades rutinarias que se pueden reconocer mediante el mapa de procesos.
2. Actividades no rutinarias que se realizan con una frecuencia cercana a dos veces al año, por ejemplo: visitas, cortes de servicios, huelgas, situaciones de emergencia.
3. Actividades para las personas que tienen acceso al sitio de trabajo (incluyendo contratistas y visitantes), teniendo en cuenta su comportamiento, los servicios o productos que brindan y experiencia en la actividad.
4. Comportamiento humano, capacidades y otros factores humanos, debiendo considerarse las características del trabajo, la calidad del ambiente y las condiciones psicológicas y fisiológicas del trabajador.
5. Peligros identificados que se originan fuera del sitio de trabajo capaces de afectar adversamente la salud y seguridad de los trabajadores y visitantes dentro de la zona de obra.
6. Peligros creados en la vecindad del sitio de trabajo por actividades relacionadas con el trabajo bajo el control de la organización.
7. Infraestructura, equipos y materiales en el sitio de trabajo, que sean proporcionados por la organización u otro.
8. Cambios propuestos en la organización, sus actividades

o materiales.

9. Modificaciones al sistema.
10. Obligación legal aplicable, relacionada con la evaluación de riesgos e implementación de los controles necesarios.
11. Diseño de áreas de trabajo, procesos, instalaciones, maquinaria/equipos, procedimientos operativos y trabajo de la organización, incluyendo su adaptación a capacidades humanas [17] y [18].

A continuación, es necesario el análisis de los trenes de actividades previstos por producción, y los recursos de cada tarea, para lo que es necesaria la discusión simultánea de las medidas preventivas que se deben implementar, tales como los equipos de protección personal, colectiva, señalización, entre otros.

Los operarios responderán de acuerdo a su experiencia y a la información recibida, lo que facilita la detección de restricciones importantes.

En su realización se utilizan rutinas de trabajos colaborativos que fomenten el entendimiento y la integración del grupo, tales como escribir la información de los trenes de actividades y las restricciones en papeles de notas de colores, colocados en paneles diseñados e implantados para las discusiones "face to face".

Cada cuadrilla, subcontrata o área de soporte tiene un tipo de papel de notas de color diferente. De esta forma los participantes aprenden más rápido los elementos del LPS.

Posteriormente, se obtiene la programación sin holguras de cada actividad de fase, se negocia y agregan las holguras para cumplir las condiciones de satisfacción, se verifican y actualizan los hitos del cronograma, y finalmente se firma un acta de acuerdo que tiene la fuerza de un contrato. (Fig. 5).



Figura 5: Ejemplo de desarrollo de reunión de Phase Pull Planning.

3.2.4. ACTIVIDAD 4: LOOKAHEAD, PROGRAMACIÓN SEMANAL, PROGRAMACIÓN DIARIA Y LECCIONES APRENDIDAS

Los trabajadores revisan la programación de fase acordada en el Phase Pull Planning e incrementan el nivel de detalle según las operaciones que se van a programar, buscando que

los flujos no se detengan. Para ello, en la primera semana del Lookahead, se identifican y liberan las restricciones de diseño (incluye información), componentes y materiales, mano de obra, equipos, espacio (zonas de trabajo), tarea previa, condiciones externas y medidas preventivas de seguridad y salud.

Por otro lado, es recomendable realizar un análisis de los indicadores de productividad de las obras precedentes y de los obtenidos en el presente proyecto. Asimismo, se sugiere revisar y analizar los indicadores de desempeño de seguridad y salud de los proyectos previos y de los obtenidos en el presente, tales como:

1. Índice de accidentalidad.
2. Índice de frecuencia.
3. Índice de gravedad.
4. Porcentaje de capacitaciones ejecutadas respecto a las programadas.
5. Porcentaje de reuniones ejecutadas respecto a las programadas.
6. Porcentaje de simulacros ejecutados respecto a los programados.
7. Porcentaje de auditorías ejecutadas respecto a las programadas.
8. Porcentaje de inspecciones ejecutadas respecto a las programadas.
9. Porcentaje de exámenes ocupacionales ejecutados respecto a los programados.
10. Porcentaje de registros obligatorios ejecutados respecto a los programados.
11. Porcentaje de registros no obligatorios ejecutados respecto a los programados.
12. Porcentaje de uso de equipos de protección personal ejecutados respecto a los programados.
13. Porcentaje de implantación de equipos de protección colectiva ejecutados respecto a los programados.
14. Porcentaje de documentos controlados ejecutados respecto a los programados.
15. Porcentaje de monitorización de agentes ejecutados respecto a los programados.
16. Porcentaje de monitorización de agentes ejecutados respecto a los programados.
17. Número de accidentes de trabajo por año y por obra.
18. Número de faltas de conformidad encontradas en las inspecciones, análisis del origen de la causa y medidas correctivas.
19. Número de faltas de conformidad encontradas en las auditorías internas, análisis del origen de la causa y medidas correctivas.
20. Número de trabajadores que informan de incidentes respecto del total.
21. Número de horas de charlas de seguridad y salud respecto de las horas-hombre trabajadas.

22. Número de monitorizaciones realizadas por año y por obra.

Se destaca el análisis del origen de las causas raíz de los incumplimientos, a fin de adoptar medidas correctivas.

Cuando los participantes revisan el tren de actividades acordado en el Phase Pull Planning y los recursos de cada tarea, se discute simultáneamente las medidas preventivas que se deben implementar, tales como los equipos de protección personal, colectiva, señalización, capacitaciones y entrenamientos, entre otros.

Al igual que sucedía en el Phase Pull Planning, será de vital importancia la experiencia aportada por los operarios, lo que facilita la detección de restricciones importantes.

Asimismo, también es posible la utilización de rutinas de trabajos colaborativos tales como escribir la información del tren de actividades y las restricciones en papeles de notas de colores, para posteriormente colocarlos en los paneles.

Las discusiones "face to face" son muy recomendables. Previsiblemente, al tener experiencias previas en el uso de estas herramientas las reuniones tendrán menor duración.

Adicionalmente, debe planificarse el uso de holguras y tareas suplentes en caso de imprevistos. Finalmente, se elabora un programa de las actividades que se puede efectuar en cada día de la semana, incluyendo las medidas preventivas de manera integrada.

Los responsables de la ejecución deben comprometerse a cumplir las actividades programadas como un objetivo prioritario. Se repite el ciclo semana a semana.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se han identificado y descrito las principales herramientas, técnicas y prácticas del Last Planner System (LPS), así como se ha puesto en relieve que su implantación tiene relación con la mejora de los indicadores de seguridad y salud.

Por otro lado, se ha demostrado como la legislación relacionada a seguridad y salud de la mayoría de países, entre ellos España y Perú, está basada en las directrices de la OIT y, por tanto, en la norma OHSAS 18001, concluyendo que el LPS y la OHSAS 18001 tienen sinergias evidentes.

En esta línea, se ha propuesto una metodología de integración del LPS y del sistema de gestión de la seguridad y salud del proyecto sobre la base de la planificación colaborativa de los involucrados, siguiendo la secuencia de los elementos del LPS y los requisitos de la OHSAS 18001. El proceso incluye la medición simultánea y análisis de los indicadores de desempeño de producción, seguridad y salud.

El método propuesto mejora la integración y el trabajo colaborativo del área de producción y de soporte de seguridad y salud, con actividades que representan una inversión de bajo coste, que pueden ser reproducidas fácilmente, expandiendo la filosofía de Lean Construction y la correcta implantación de la prevención de riesgos laborales.

5. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como futuras líneas de investigación se propone:

1. Implementar la metodología propuesta en todas las fases del proyecto (planificación, implementación y operación, verificación y revisión por la dirección), obteniendo simultáneamente los indicadores de producción, seguridad y salud, analizando si existe correlación entre ellos y difundiendo las mejores prácticas. De momento, se tienen evidencias de mediciones separadas en la literatura, por lo que es pertinente la medición simultánea.
2. Enseñar el método propuesto en el pregrado y posgrado de las carreras de ingeniería civil, ingeniería de edificación y arquitectura, y medir su impacto en los alumnos, y en la industria que los acogerá.
3. Automatizar y sistematizar la medición simultánea de los indicadores de producción, seguridad y salud mediante software y tecnología (drones, sensores, análisis digital de imágenes de vídeo, etc.), disminuyendo los procesos manuales que suelen ser una barrera para hacer disrupciones en la industria.

6. AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a los miembros del grupo de investigación GETEC de la PUCP por sus valiosos comentarios que enriquecieron el artículo.

7. REFERENCIAS

- [1] G. Ballard, (2000). The Last Planner System of Production Control, Ph.D. Dissertation, School of Civil Engineering, University of Birmingham, U.K., May, 192 pp.
- [2] X. Brioso, (2011). Applying Lean Construction to Loss Control. 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Peru, 13-15 Jul 2011.
- [3] G. Howell, G. Ballard and Demirkesen, S. (2017). Why Lean Projects Are Safer. 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Heraklion, Greece, 9-12 Jul 2017.
- [4] C.C. Tsao, J. Draper and G.A. Howell, (2014). An Overview, Analysis, and Facilitation Tips for Simulations That Support and Simulate Pull Planning. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Oslo, Norway.
- [5] T.D.C.L. Alves, C. Milberg and K.D. Walsh, (2010). Exploring Lean Construction Practice, Research, and Education. 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Haifa, Israel.
- [6] G. Ballard, (1994). The Last Planner. Lean Construction Institute.
- [7] Lean Construction Institute (2014). Disponible en: <http://www.leanconstruction.org> Visita 30/04/14.
- [8] X. Brioso, (2015), El Análisis de la Construcción sin Pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de Regulación en España y su Inclusión en la Ley de la Ordenación de la Edificación. PhD thesis. Technical University of Madrid, Spain, 2015.
- [9] T. Saurin, et al. (2001), Integrating Safety into Production Planning and Control Process: An Exploratory Study. 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Singapore, Singapore.
- [10] L.F. Alarcón, (2012). Last Planner System™, GEPUC, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- [11] L. Koskela, (2000). An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction. PhD Dissertation, VTT Building Technology, Espoo, Finland. 296 pp.
- [12] G. Howell, G. Ballard, T. S. Abdelhamid, and P. Mitropoulos, (2002), Working Near the Edge: A New Approach to Construction Safety. 10st Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, Brazil.
- [13] L. Botero, y M. Álvarez, (2005). Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción: Estudio del caso de la ciudad de Medellín. Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. Número 17 Enero-Junio, 2005, pp. 148-159.
- [14] X. Brioso, A. Humero and S. Calampa, (2016). Comparing Point-to-Point Precedence Relations and Location-Based Management System in Last Planner System: A Housing Project of Highly Repetitive Processes Case Study. Procedia Engineering, 164 (2016) 12–19.
- [15] A. Frandson, K. Berghede & I.D. Tommelein, (2013). Takt-Time Planning for Construction of Exterior Cladding. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Fortaleza, Brazil.
- [16] W.J. Hopp and M.L. Spearman, (2008). Shop Floor Control. Factory Physics, Waveland Press, Long Grove, IL, p. 495.
- [17] L. Barandiarán, (2014). Propuesta de un sistema de gestión de seguridad y salud para una empresa constructora de edificaciones. Tesis de Grado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [18] OHSAS Project Group (2007). OHSAS 18001: 2007 Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional - Requisitos. Madrid: AENOR.
- [19] Ley N° 29783 — 2011 (2011). Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y modificatorias. Ministerio de Trabajo. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- [20] Norma G.050 Seguridad durante la Construcción (2009), Reglamento Nacional de Edificaciones - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú: Diario Oficial El Peruano.
- [21] H. W. Heinrich, (1931). Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach. New York: McGraw-Hill.
- [22] X. Brioso, (2005). Gestión de Seguridad en Proyectos de Construcción según la Extensión del PMBOK Guide del PMI. Caso Español. Congreso: PMI Global Congress 2005 - Latin América, Panamá, Project Management Institute (PMI).
- [23] Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- [24] Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- [25] X. Brioso, (2015). Integrating ISO 21500 Guidance on Project Management, Lean Construction, and PMBOK. Procedia Engineering, 123 (2015) 76 – 84.
- [26] A. Leino and J. Elfving, (2011). Last Planner and Zero Accidents Program Integration - Workforce Involvement Perspective. 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Peru.
- [27] X. Brioso, (2013). Integrando la Gestión de Producción y Seguridad. XII Congreso Latinoamericano de Patología y XIV Congreso de Calidad de la Construcción - CONPAT 2013. Cartagena, Colombia, 30 Sep-4 Oct 2013. Cartagena, Colombia: ALCONPAT Internacional.
- [28] E.I. Antillon, L.F. Alarcon, M.R. Hollowell and K.R. Molenaar, (2011). A Research Synthesis on the Interface Between Lean Construction and Safety Management. 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Lima, Perú.
- [29] P. Mitropoulos, G. Cupido and M. Namboodiri, (2007), Safety as an Emergent Property of the Production System: How Lean Practices Reduce de Likelihood of Accidents. 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Michigan, USA.

- [30] S. Aslesen, et al. (2013), Integrating Safety Analyses in Production Planning and Control – a Proposal. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Fortaleza, Brazil.
- [31] W. Nofera, T. Abdelhamid and A. Lahouti, (2015). Teaching Lean Construction for University Student(s), *Lean Construction Journal*, 2015 Issue. pp 34-44
- [32] X. Brioso, (2015). Teaching Lean Construction: Pontifical Catholic University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. *Procedia Engineering*, 123 (2015) 85 - 93.
- [33] J. Edmonstone, (2003). *The Action Learner's Toolkit*, Aldershot, Gower Publishing.
- [34] Ley 38/1999, de 5 de noviembre. Ley de Ordenación de la Edificación.
- [35] X. Brioso and A. Humero, (2016). Incorporating Lean Construction agent into the Building Standards Act: the Spanish case study. *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*, 8 (2016), Issue 1, pp. 1511 - 1517.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.