

(02-018) - PROPOSAL OF A TWO-DIMENSIONAL CLASSIFICATION FOR VISUAL MANAGEMENT BASED ON LEAN CONSTRUCTION

Lazcano-Hernández, Fernando ¹; Sanz-Benlloch, Amalia ²; Pellicer, Eugenio ²; García-Rodríguez, Salvador ³; Mejía-Pérez, Alfredo ¹

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ² Universitat Politècnica de València, ³ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

This paper proposes a two-dimensional classification for visual management of residential building construction, based on Lean Construction philosophy. It departs from an in-depth bibliographic revision at the international level. The vertical axis of this classification is based on the knowledge areas proposed by the PMBoK methodology, simplified and adjusted (time, quality, supply-chain, resources, environment and safety), adding another one (pre-construction). The horizontal axis considers the three basic functions of management: planning, organization and control. This framework allows mapping any technique used on construction visual management. It takes into consideration visual management factors such as boards, displays, metrics, devices and other that allow getting the visual management current state, as well as its practical application in construction companies.

Keywords: Visual Management; Lean Construction; Continuous Improvement; Building Construction

Propuesta de una Clasificación Bidimensional para la Gestión Visual basada en Lean Construction

El artículo propone una clasificación bidimensional para gestión visual de la construcción de viviendas, basado en la filosofía Lean Construction. Parte de una revisión bibliográfica profunda de la literatura a nivel internacional. Las ordenadas de la clasificación se basan en las áreas de conocimiento propuestas por la metodología del PMBoK, simplificadas y adaptadas (tiempo, calidad, suministros, recursos, medio ambiente y seguridad), a la que se añade una adicional (pre-construcción). Las abscisas consideran las tres funciones fundamentales de la gestión: planificación, organización y control. Esta estructura permite mapear cualquier técnica que se utilice de gestión visual en la construcción. Considera sesenta parámetros de gestión visual como tableros, gráficas, métricas, dispositivos y otros que permiten determinar el estado de la gestión visual y su aplicación práctica en las empresas constructoras.

Palabras clave: Gestión Visual; Lean Construction; Mejora Continua; Edificación

Correspondencia: Eugenio Pellicer (pellicer@upv.es)



©2024 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La gestión visual tiene como antecedente la filosofía Lean del fabricante automotriz japonés Toyota, desde hace más de cuatro décadas. Toyota implementó la metodología Toyota Production System (TPS), posteriormente conocida como Lean Manufacturing. Este principio en los noventa se traslada a la construcción como Lean Construction.

Uno de los primeros autores en investigaciones de gestión visual es Greif (1991), quien presenta ocho enfoques de gestión visual en el ámbito industrial automotriz. Los desglosa en: 1) comunicación visual; 2) lugar de tableros visuales; 3) documentación visual de producción; 4) control visual de la producción; 5) control visual de la calidad; 6) indicadores visuales; 7) progreso visual; y 8) control visual de la fábrica. Genera una base de factores visuales en su libro *The Visual Factory* como el fundamento principal de comunicación visual.

Por su parte Koskela (1992) plantea seis enfoques, al integrar la información de los procesos y generar métricas en un lugar limpio y ordenado. De manera similar, Galsworth (1997) propone aprovechar visualmente el poder del lugar de trabajo, con un alto impacto en diferentes industrias; presenta cuatro señales imperativas de gestión visual: 1) indicador visual; 2) señal visual; 3) control visual y 4) garantía visual.

Posteriormente Ballard (2000) establece los principios de Lean adecuados a la industria de la construcción. Evitan la variabilidad estableciendo un flujo constante y reduciendo el tiempo. Estos son los principios básicos del *The Last Planner System of Production Control* que suponen un avance notable en la planeación y programación. Rompe paradigmas, planeando de fin a inicio con el sistema "pull", innovando la metodología Lean Construction y genera métricas visuales.

Por otro lado, Tezel (2011) plantea en su tesis de doctorado la exploración de los conceptos básicos de gestión visual y su implementación. Contrasta taxonomías investigadas en campo y complementadas con metodologías Lean aplicadas a la construcción. Posteriormente, Tezel et al. (2016) presentan un estudio de casos en dirección de obras brasileñas donde se determinan una síntesis de tres niveles de maduración en la implementación de la gestión visual.

A diferencia de otros autores, Brady (2014) postula por primera vez una clasificación de gestión visual, para la industria de la construcción en remodelación de edificios y centrales eléctricas. Incluye planteamientos específicos paso a paso (hasta diez pasos), de un clasificación práctico de gestión visual diseñado, implementado y probado en campo.

En cambio, Valente y Costa (2014) generan una matriz de impactos en tres partes: planeación, estimación de costos y calidad. Se trata de un bosquejo teórico, dado que obtener datos de costo de una empresa es casi imposible. En esa misma línea, Valente et al. (2017) define teóricamente herramientas visuales que responden a: ¿qué?, ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿cuánto? y el ¿por qué?

Por otro lado, en China Gao (2014), expone metodologías Lean aplicadas en China, generando altas expectativas debido a la presencia de las constructoras más grandes del mundo. Algo similar ocurre con la línea de investigación especializada en instalaciones de Rizk et al. (2017) que propone la ciencia del diseño y la investigación en acción, con objetivos basados en valores y trabajadores multifuncionales.

De acuerdo con los diferentes investigadores mencionan en su gran mayoría que la gestión visual puede incrementar el valor de las obras con herramientas que ayudan a mejorar la eficiencia integrados en una sala adecuada con tableros visuales (Obeya). Si a lo anterior le agregamos las herramientas Lean y BIM, mejoramos la gestión visual de acuerdo con (Singh & Kumar, 2020).

La gestión visual, según Brandalise et al. (2022) , comprende la planificación integrada colaborativa de sistemas constructivos, como papel de la gestión visual con ingeniería a demanda. También proponen una tipología de gestión visual y sus relaciones conformado en tres partes: nivel 1 (dispositivos visuales), nivel 2 (prácticas visuales) y nivel 3 (sistemas visuales). Estos se descomponen en siete análisis, basados en las señales de Galsworth (1997), hasta la participación integrada de rutinas gerenciales que se integran con otras prácticas.

Por consiguiente, no contemplan una clasificación de gestión visual para construcción de vivienda con Lean Construction que se pueda sistematizar en la construcción. Nuestro objetivo es el diseño de un diferente en su alcance. Que considere las funciones de la gestión y las áreas de conocimiento de proyectos logrando una metodología estructurada en forma bidimensional. De forma sistematizada y fácil de replicar visualmente que agrego temas fundamentales no considerados

2. Preguntas de investigación

De la introducción planteamos las siguientes preguntas detonadoras de investigación, las cuales buscan despejar lagunas de conocimiento no investigadas:

- ¿Qué debe considerar el diseño de clasificación propuesto respecto a la literatura existente en gestión visual?
- ¿Se puede diseñar y definir una clasificación que considere tableros, gráficas, métricas, dispositivos que permitan mapear cualquier técnica de gestión visual Lean en la construcción de vivienda?
- ¿Como podemos medir o evaluar el estado actual de gestión visual en el diseño de la clasificación, considerando las áreas de conocimiento del proyecto y las funciones básicas de gestión en construcción de viviendas?

3. Método de investigación

El enfoque del artículo se considera mixto; inicialmente cuantitativo porque genera métricas porcentuales y cualitativo al integrar diferentes áreas de gestión en construcción para determinar debilidades y fortalezas de las empresas, municipio, estado, país, región, etc. Su alcance es exploratorio deductivo basado en una revisión bibliográfica exhaustiva que además integró informes gerenciales y conceptos básicos de gestión Lean Construction.

El diseño de la clasificación de gestión visual se sustenta en la investigación practico-constructivo de ciencias del diseño. La clasificación propuesta de gestión visual considera las herramientas y metodologías adecuadas de las tres funciones de la gestión y las áreas de conocimiento de proyectos en el análisis del diseño.

Primero, se comparó la interpretación de Liker (2004) en su aplicación de los catorce principios Lean con diferentes autores especializados en gestión visual para analizar su alcance. Debido a su relevancia con la metodología Lean a nivel internacional, es puntual interpretar brechas de conocimiento exploradas y no exploradas (ver Figura 1).

Como observamos de la Figura 1 las brechas de conocimiento no abordados son la filosofía a largo plazo y la tecnología confiable y probada. Por el contrario, todos los autores han investigado los siguientes principios: 6) tareas estandarizadas (mejora continua y empoderamiento), 7) gestión visual, 11) capacitación-proveedores, 13) decisiones lentas por consenso-implementación rápida y la 14) organizaciones de aprendizaje (Kaizen). Estos principios generales Lean permiten explorar su aplicación práctica.

Figura 1: Comparativa de los catorce principios lean de Liker (2004) y su aplicación por investigadores (Fuente: Propia)

		(LIKER, 2004) 14 PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA "LEAN"													
		1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)	11)	12)	13)	14)
Gestión Visual (VM)	(Brady, 2014)		X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X
	(Tezel, 2011)			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	(Galsworth, 1997)						X	X			X	X		X	X
	(Koskela, 1992)		X			X	X	X		X	X	X		X	X
	(Greif, 1991)			X		X	X	X		X	X	X	X	X	X

Simbología: 1) Filosofía a Largo Plazo; 2) Flujo de Proceso Continuo-Problemas a la Superficie. (UNA PIEZA-TREN DE FLUJO CTE); 3) Sistema Pull (KANBAN) -evitar Sobreproducción; 4) Nivelar la carga de Trabajo (Heijunka); 5) Cultura para Solucionar Problemas - Calidad a la 1a (JIDOKA, A3, 5PQ+2W ISHIKAWA); 6) Tareas Estandarizadas-Mejora Continua-Empoderamiento; 7) GESTIÓN VISUAL - Para Evitar Ocultar Problemas; 8) Tecnología Confiable y Probada - para Gente y el Proceso; 9) Formar Líderes en el proceso-Viva Filosofía-Capacite; 10) Gestión personas/equipos- con Filosofía; 11) Capacitación- Proveedores; 12) Visita a sitio-Gemba; 13) Decisiones lentamente x consenso- Implementar Rápidamente y 14) Organizaciones de aprendizaje (KAISEN) Implacable reflexión-Mejora Continua.

Un caso especial es Brady (2014) que en su tesis de doctorado plantea dos modelos paso a paso: uno para obras de rehabilitación y el segundo para obras de plantas de energía. Este análisis identificó una laguna de investigación de clasificación de gestión visual en el área de construcción de viviendas.

Como segunda parte en la revisión bibliográfica, se depuró que tuviera aplicación en construcción. Como tercera parte que fuera aplicable en el proceso constructivo de viviendas. La cuarta parte fue que tuvieran el mayor número de referencias en el cuadro comparativo. La quinta y última parte preferentemente que cumpla el método SMART: específico, medible, alcanzable, realista y con una duración.

El diseño de clasificación de gestión visual solo considera la aplicación práctica en la producción de construcción de viviendas; no considera las etapas de selección de terreno, planificación financiera, marketing, diseño del proyecto, etapas de puesta en marcha y mantenimiento. En el análisis de la clasificación se consideró en forma inicial; agrupar las diferentes investigaciones en etapas estructuradas. Considerando como etapas las áreas de conocimiento de dirección de proyectos del PMBOK; estas etapas se simplificaron y se adecuaron (tiempo, calidad, seguridad, recursos humanos), agregando medio ambiente y cadena de suministros. Con este propósito se consideraron en esta fase quince autores que cumplen los cinco requisitos establecidos (ver Figura 2).

Con idea de generar mayor sustento práctico-teórico gerencial de ciencias del diseño, se consideran las mejores prácticas de informes de control gerencial de proyectos. Por lo que, se investigaron a los autores más influyentes en los informes de control de gerencia de proyectos. Si comparamos los conceptos conforme a las áreas de conocimiento de proyectos, tenemos que Yamal (2002) considera 38 conceptos; luego Merrit et al. (2011) consideran 18 conceptos; De Marco (2011) considera 23 conceptos; Mincks y Johnston (2021) 17 conceptos; y Montes et al. (2017) considera 56 conceptos (ver Figura 3).

De la Figura 3, se mapearon los conceptos que se alinean con la metodología Lean Construction, de manera que se puedan plasmar en forma visual, descartando los demás. Del análisis se consideró relevante integrar los conceptos de preconstrucción como guía inicial de clasificación de gestión visual. Por otro lado, el diseño debe integrar el sustento metodológico para implementarse y sistematizarse en cualquier empresa constructora de vivienda. Para ser viable debe incluir metas y objetivos estratégicos. Por lo tanto, se propuso considerar un tablero de mando integral de (Kaplan & Norton, 2004), para mapeo de estrategias de

perspectivas, que permitan el análisis de perspectivas de crecimiento y aprendizaje, así como una perspectiva interna para el desarrollo de objetivos y metas.

Figura 2. Mapeo de investigaciones relevantes de gestión visual resumido (Fuente: Propia)

ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE PROYECTOS PROPUESTAS	AUTORES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15.1	15.2	15.3	15.4	15.6	15.7
TIEMPO																				
Plan Maestro / VSM			X		X	X		X			X	X								
Tren de trabajo - Flujo "Pull"	X	X	X	X	X	X		X		X				X	X					
Last Planner System -Planeación fin a Inicio	X		X		X	X		X			X		X				X			
Programa seis semanas (cumplimiento de compromisos)	X		X		X	X	X	X	X	X			X							
Prog. Semanal = Obejtivos de KPI'S (PPC-PCR)	X		X		X	X	X	X					X	X						
Avance físico /Nivelación de producción.	X	X		X	X	X	X		X				X	X	X	X	X	X		
Gestión Táctico Visual (KPI´s de color= Índice de desvío de meta)				X	X	X						X	X							
Control presupuestal					X			X												
Sistema de control de cambios (Evento-causa-efecto)					X	X	X	X				X	X							
Control del contrato y ministraciones					X	X	X													
Estado de estimaciones (Ingresos x cliente)					X	X	X													
Estado del proceso de precios (adicionales y extraordinarios).					X	X	X													
Modelo federado BIM					X	X	X							X					X	X
CALIDAD																				
Desperdicios (9 procesos)			X	X	X			X	X						X					
Control de Producción			X		X	X	X	X		X			X	X				X		
Tableros kaizen semanal : To do -in Progres -Done					X						X	X								
5 S ((organizar/calidad) Orden-Limpieza-estandarizar-mantener)		X			X		X			X	X	X		X						
Instrucciones de trabajo estandarizado (tipo)					X		X		X	X	X	X								
A3s Análisis Causa-Raiz					X						X	X								
Tablero estratégico Visual de la Empresa					X						X									
Tableros de rendimiento de proyectos -empresa(codificados por colores).					X		X		X		X									
Lugar de trabajo Sistemático estruc.(ctol visual)					X						X									
Estándar operativo SPQD/Seguridad +Productividad+Entregas +Calidad	X				X		X	X		X		X								
Sistema de control de producción basado en tarjetas (Kanban) Materiales					X						X								X	
Almacén					X			X												
Formulario estándar (Tablero Visual) de suministro e inventario					X						X			X						
Control de suministro de mat. Kanban/empleo llena dinámicamente .					X			X	X	X	X									
Prototipos							X			X	X			X					X	
SEGURIDAD																				
Mapa de riesgos																				
Plan de seguridad (aprobado)																				
Seguridad en la ejecución																				
Recibir conformidad obra / Finiquito															X			X		
Todas las salidas están claramente marcadas																				
Señales de Seguridad Visual en actividades								X				X		X						
Muestreo de equipos seguridad(De acuerdo al trabajo a ejecutar)																				
Tablero de Ctol de Seguridad/por Frente de Trabajo					X															
MEDIO AMBIENTE																				
Gráfica de tiempo (LLuvia)					X															
Estrategía visual de Gestión Integral	X																			
Gestión de Residuos en la fase de construcción.																				
Reciclaje y valorización de residuos In situ																				
Ubicación de tiros autorizados																				
Panel de líquidos inflamantes autorizados																				
CADENA DE SUMINISTRO																				
Cadena de suministro materiales + importantes																				
Desempeño de subcontratos																				
Control de subcontratos					X															
Tablero visual de materiales Certificados por proveedor					X															
Calificación de (proveedores)					X					X										
Desempeño de suministradores (proveedores)										X										
RECURSOS HUMANOS																				
Control de mano de Obra (asistencia/ubicación)					X							X								
Tablero de Personal de vacaciones e incapacidad																				
Panel de estado de ánimo Visual de los trabajadores										X										
Mapa de calor (trabajos y Ubicación de Fza Trabajo, en vivienda vertical)																				
Gráfica de rotación de personal en la obra																				
Tablero Visual de Capacitación de personal					X															
Personal por desempeño en forma Visual																				

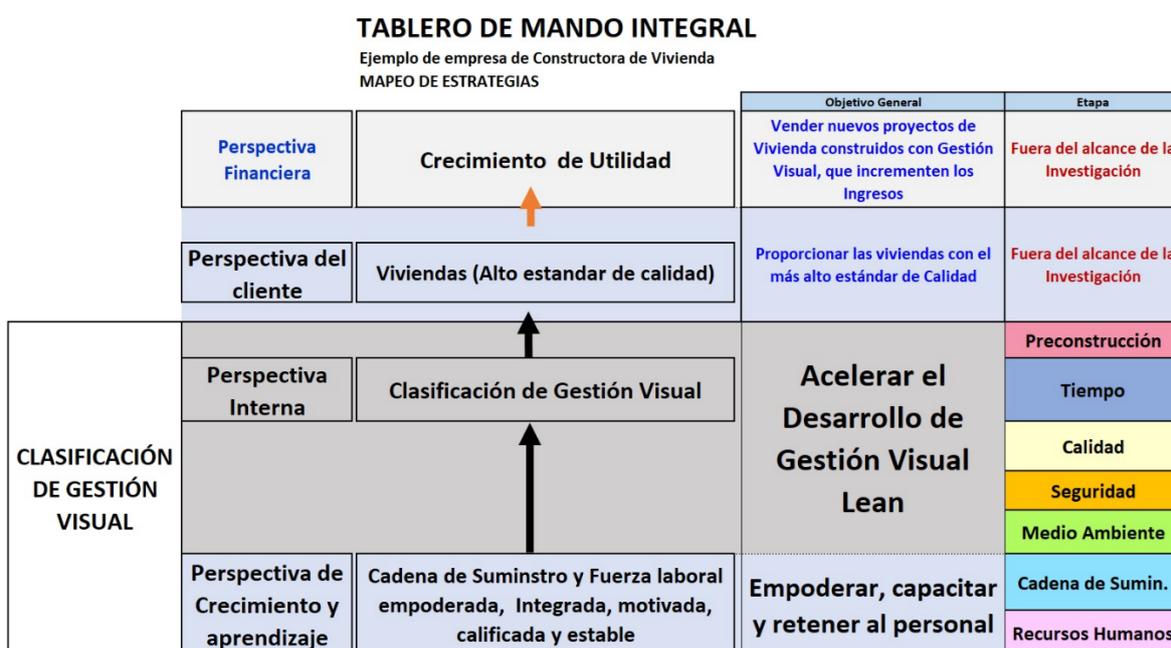
NOTAS: 1) (GREIF, 1991) ; 2) (KOSKELA, 1992) ; 3) (BALLARD, 2000) ; 4) (GALSWORTH, 1997) ; 5) (BRADY, 1997) ; 6) (PEDÓ et al., 2000) ; 7) (TEZEL, 2011) ; 8) (VALENTE, 2014) ; 9) (GAO and LOW, 2014) ; 10) Tezel, Koskela, Tzoropoulos, Formoso y Alves, 2015) ; 11) (TEZEL et al., 2016) ; 12) (RIZK LYNN 2017) ; 13) (VALENTE, 2017) ; 14) (SUBHAV SINGH, 2021) ; 15.1) (BRANDALISE, 2022) N1-A1 Control ; 15.2) (BRANDALISE, 2022) N1-A2 Exp. visual ; 15.3) (BRANDALISE, 2022) N2-A3 Func. Ppal ; 15.4) (BRANDALISE, 2022) N2-A4.5 Rol de Comunic. ; 15.5) (BRANDALISE, 2022) N2-A6 Integ. Rutinas Y 15.6) (BRANDALISE, 2022) N3-A7 Form. sistemas.

Figura 3. Comparativa de Informes de control de gerencia de proyectos (Fuente: Propia)

AREAS DE CONOCIMIENTO DE PROYECTOS PROPUESTAS	Inf. Ctról.Gerenc. GMD(2000-2011)	(Yamal, 2012)	(Merritt et al., 2011)	(De Marco, 2011)	(Minks and Johnston, 2011)	(Montes et al., 2017) Sevilla
PRECONSTRUCCIÓN						
1)Preconst-Objetivos basado en valores						X
2)Preconst.-Prog. necesidades						X
3)Preconst.-Estudios previos						X
4)Preconst.-Proyecto						X
1)CHARTER (CONTRATO)		X				X
2) Alcance de actividades						X
3)WBS		X		X		X
TIEMPO						
Plan Maestro / VSM		X			X	X
Tren de trabajo - Flujo "Pull"		X	X		X	X
Last Planner System -Planeación fin a Inicio					X	
Programa seis semanas (cumplimiento de compromisos)		X	X	X	X	
Prog. Semanal = Objetivos de KPI'S (PPC-PCR)	X	X	X	X		X
Avance físico /Nivelación de producción.	X	X		X		X
Gestión Táctico Visual (KPI 's de color= Índice de desvío de meta)		X		X		
Control presupuestal	X	X				
Sistema de control de cambios (Evento-causa-efecto)	X	X	X	X		
Control del contrato y ministraciones	X	X		X		
Estado de estimaciones (Ingresos x cliente)	X			X		
Estado del proceso de precios (adicionales y extraordinarios).	X					
Modelo federado BIM						
CALIDAD						
Desperdicios (9 procesos)						
Control de Producción		X				
Tableros kaizen semanal : To do -in Progrees -Done						
5 S ((organizar/calidad) Orden-Limpieza-estandarizar-mantener)						
Instrucciones de trabajo estandarizado (tipo)						
A3s Análisis Causa-Raiz						
Tablero estratégico Visual de la Empresa						
Tableros de rendimiento de proyectos -empresa(codificados por colores).						
Lugar de trabajo Sistemático estruc.(ctol visual)						
Estándar operativo SPQD/Seguridad +Productividad+Entregas +Calidad	X					
Sistema de control de producción basado en tarjetas (Kanban) Materiales		X				
Almacén						X
Formulario estándar (Tablero Visual) de suministro e inventario						
Control de suministro de mat. Kanban/empleo llena dinámicamente .						
Prototipos						
SEGURIDAD						
Mapa de riesgos		X				
Plan de seguridad (aprobado)						X
Seguridad en la ejecución			X			X
Recibir conformidad obra / Finiquito						
Todas las salidas están claramente marcadas						
Señales de Seguridad Visual en actividades						
Muestreo de equipos seguridad(De acuerdo al trabajo a ejecutar)						
Tablero de Ctol de Seguridad/por Frente de Trabajo						
MEDIO AMBIENTE						
Gráfica de tiempo (LLuvia)	X					
Estrategía visual de Gestión Integral	X				X	X
Gestión de Residuos en la fase de construcción.					X	X
Reciclaje y valorización de residuos In situ					X	X
Ubicación de tiros autorizados					X	X
Panel de líquidos inflamantes autorizados						
CADENA DE SUMINISTRO						
Cadena de suministro materiales + importantes						
Desempeño de subcontratos						
Control de subcontratos	X	X				
Tablero visual de materiales Certificados por proveedor						
Calificación de (proveedores)						
Desempeño de suministradores (proveedores)						
RECURSOS HUMANOS						
Control de mano de Obra (asistencia/ubicación)	X					
Tablero de Personal de vacaciones e incapacidad						
Panel de estado de ánimo Visual de los trabajadores						
Mapa de calor (trabajos y Ubicación de Fza Trabajo, en vivienda vertical)						
Gráfica de rotación de personal en la obra						
Tablero Visual de Capacitación de personal						
Personal por desempeño en forma Visual						
OTROS CONCEPTOS						
Número de conceptos no alineadas a Lean Construction	26	23	13	15	0	38

Cabe mencionar como una fase posterior se puede sistematizar un plan de acción tipo Balanced Scorecard con montos de iniciativas para un presupuesto parcial y global con esta base. De esta forma primero se considera la perspectiva de crecimiento y aprendizaje que integra la gestión del recurso humano y la cadena de suministro con el objetivo general de empoderar, capacitar y retener el personal con estabilidad en el trabajo. Segundo, la perspectiva interna, con el objetivo general que permita acelerar el desarrollo de clasificación de gestión visual integrando preconstrucción, tiempo, calidad, seguridad y medio ambiente. Tercero, quedan fuera del alcance de este artículo la perspectiva financiera y del cliente, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Etapas del diseño de clasificación bidimensional (Fuente: Adaptado de Kaplan y Norton, 2004).



De esta manera se alinearon los objetivos generales, que viene de las perspectivas con las etapas propuestas. Se incluyeron como columnas el objetivo particular y el desarrollo de métricas, metodología o procedimientos.

De esta forma considerando el mapeo de investigaciones relevantes de gestión visual se generaron sesenta conceptos visuales o pasos por aplicar, que consideran las áreas de conocimiento del proyecto y gerenciales (ver Figura 5).

Para sistematizar y generar una mejora continua de acuerdo con la filosofía Lean Construction, el análisis del diseño de gestión visual integra: en las abscisas las tres funciones de la gestión del proceso constructivo; y en las ordenadas las áreas de conocimiento del proyecto propuestas, creando una clasificación bidimensional (ver Figura 6).

Este es el resultado de clasificación propuesto de gestión visual que se integró considerando las bases del mando integral y las tres funciones de la gestión de proyectos, para integrar la clasificación bidimensional. El reto fue presentar sin necesidad de explicar el estado actual de la obra, la planeación del flujo del proceso, la secuencia de ejecución de forma clara y concisa de un solo vistazo (ver Figura 7).

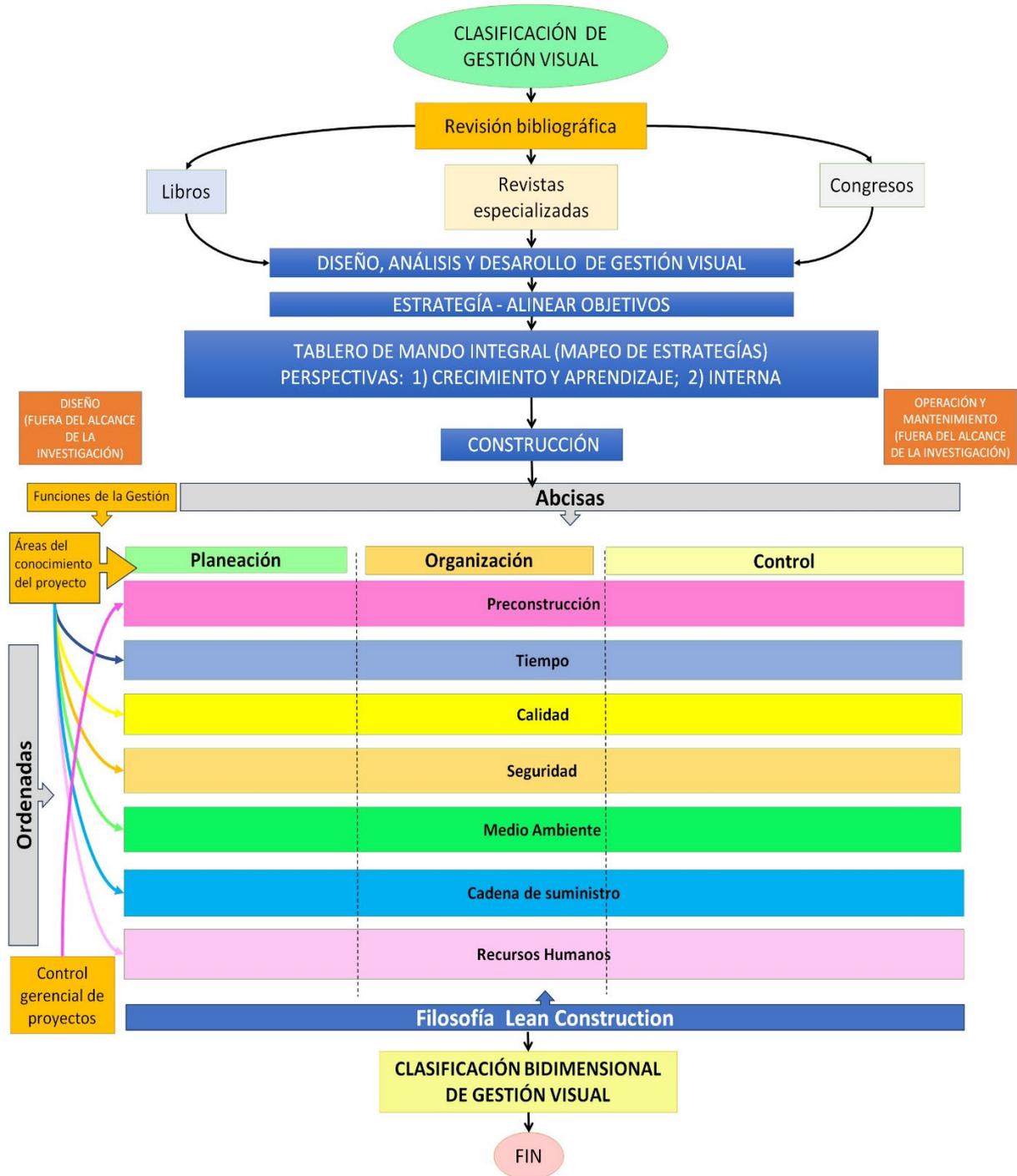
Figura 5. Conceptos por desarrollar de clasificación con un tablero de mando integral (Fuente: Propia).

Balanced Scorecard						
Perspectiva	Objetivo General	No.	Etapa	Objetivo Particular	Medida/metodología/procedimiento	
Perspectiva Interna	Acelerar el Desarrollo de Gestión Visual Lean	1	Preconstrucción	Preconstrucción	Misión, Visión, Metas	
		2	Preconstrucción		Proyecto Ejecutivo	
		3	Preconstrucción		WBS-WBO	
		4	Preconstrucción		Contrato	
		5	Preconstrucción		Alcance de Actividades	
		6	Tiempo	Planeación	Planificación General	
		7	Tiempo		Programa sectorizado / tren de trabajo	
		8	Tiempo		Planificación Medio Plazo (lookahead) (3-6 semanas)	
		9	Tiempo		Planificación Semanal	
		10	Tiempo		Flujo Balanceado (Formato No. 1)	Prog. Balanceada
		11	Tiempo	Eficiencia Avance (Formato No. 2)	Seguimiento de Planeación vs producción	
		12	Tiempo		Seguimiento de problemas de flujo.	
		13	Tiempo	Eficiencia de BIM	Avance Físico	
		14	Tiempo		Avance Programado vs Avance Físico	
		15	Tiempo	Indicadores de calidad (Formato No. 4)	Avance Cobrado	
		16	Tiempo		BIM	
		17	Calidad		Estandarización de Actividades	
		18	Calidad		Soluciones de Eventos (Causa-Raiz)	
		19	Calidad		Tipo de Desperdicio	
		20	Calidad		Calidad de Av. Físico	
		21	Calidad		Plan de Mejora	
		22	Calidad		Calidad del Cliente (Formato No. 5)	TABLERO: 5'S
		23	Calidad		TABLERO: Seguridad-Personal-Calidad-Entregas	
		24	Calidad		Almacen (Formato No. 6)	Check Mat./ Sombras Almacen
		25	Calidad			Control Espacio Almacen
		26	Calidad	Banderas Inventario		
		27	Calidad	Seguridad (Formato No. 8)	Prototipos	
		28	Seguridad		Prototipos/Dispositivos/Muestras/Escantillon	
		29	Seguridad		Mapa de riesgos	
		30	Seguridad		Tipos de Riesgos	
		31	Seguridad		Tablero días sin accidentes	
		32	Seguridad		Señales Preventivas de Seguridad	
		33	Seguridad		Número de Accidentes	
		34	Seguridad		Zonas Seguras	
		35	Seguridad		Ubicacion Equipo de Seguridad	
		36	Seguridad		Tiempo perdido x accidentes	
		37	Seguridad		Riesgos Programados	
		38	Seguridad		Indicadores de Seguridad (Formato No. 9)	Rutas de evacuación segura
		39	Seguridad	Ruta peatonal y vehicular		
Perspectiva de Crecimiento y aprendizaje	Empoderar, capacitar y retener al personal	40	Medio Ambiente	Gestión Integral (Formato No. 10)	Indicador de clima	
		41	Medio Ambiente		Incidentes Ambientales	
		42	Medio Ambiente	Prevención Ambiental (Formato No. 11)	Reciclaje Ambiental	
		43	Medio Ambiente		Disminución Materiales que Contaminan	
		44	Medio Ambiente		Prevención de Contaminación Ambiental	
		45	Medio Ambiente		Residuos de Subcontratistas	
		46	Medio Ambiente	Mitigación Ambiental (Formato No. 12)	Sitios de tiro Autorizado	
		47	Medio Ambiente		Tablero de líquidos Contaminantes	
		48	Medio Ambiente		Gestión Derrame Líquidos	
		49	Cadena de Sumin.	Proveedores y Subcontratistas (Formato No. 13)	Seguimiento de Materiales + Impacto	
		50	Cadena de Sumin.		Calificación de Proveedores	
		51	Cadena de Sumin.		Dsempño de Subcontratistas	
		52	Cadena de Sumin.		Mat. Certificados x Subcontratistas	
		53	Cadena de Sumin.		Calificación de de Subcontratistas	
		54	Recursos Humanos	Control de Personal (Formato No. 14)	Planta de Ubicación de Personal	
		55	Recursos Humanos		Ausentismo de Personal	
		56	Recursos Humanos		Incapacidad	
57	Recursos Humanos	Estado de Animo de Personal				
58	Recursos Humanos	Indicadores de Personal (Formato No.15)	Rotación de Personal			
59	Recursos Humanos		Cumplimiento de Capacitación			
60	Recursos Humanos		Desempeño de Personal			

4. Resultados

El diseño de clasificación bidimensional fue depurado con la idea de generar una forma más sencilla de explicar visualmente con tableros, gráficas, métricas, dispositivos con imágenes y franjas de colores. El objetivo fue considerar el desconocimiento de las bases metodológicas de Lean Construction. Lo cual nos obligó a pensar de qué manera podría ser más fácil de explicar, con la idea de plantearlo cara a cara con el experto constructor de vivienda.

Figura 6. Propuesta del diseño de clasificación bidimensional de gestión visual (Fuente: Propia).



Además, agregamos iconos visuales tipo botón que indican: 1) un objetivo; 2) una métrica; 3) un proceso para optimizar; 4) estrategia; 5) producción; y 6) su posible evaluación. En consecuencia, esto implica analizar la clasificación de gestión visual para constructores de vivienda que incluya todas las teorías, metodologías, clasificación y ayudas visuales internacionales que pueda ser sistematizado de acuerdo con la metodología Lean Construction. En resumen, el diseño de clasificación consideró un peso específico de cada concepto con el mismo valor para generar métricas. Debido a que cada área de conocimiento

tiene un puntaje diferente de acuerdo el número de conceptos que intervienen, implicando un mayor o menor valor porcentual. Esto permite conocer el estado actual de la gestión visual por concepto y etapa para la empresa, ampliando el horizonte de la gestión visual exponencialmente con un rasero inesperado (ver Figura 9).

Figura 7. Clasificación bidimensional teórica propuesta de gestión visual (Fuente: Propia).

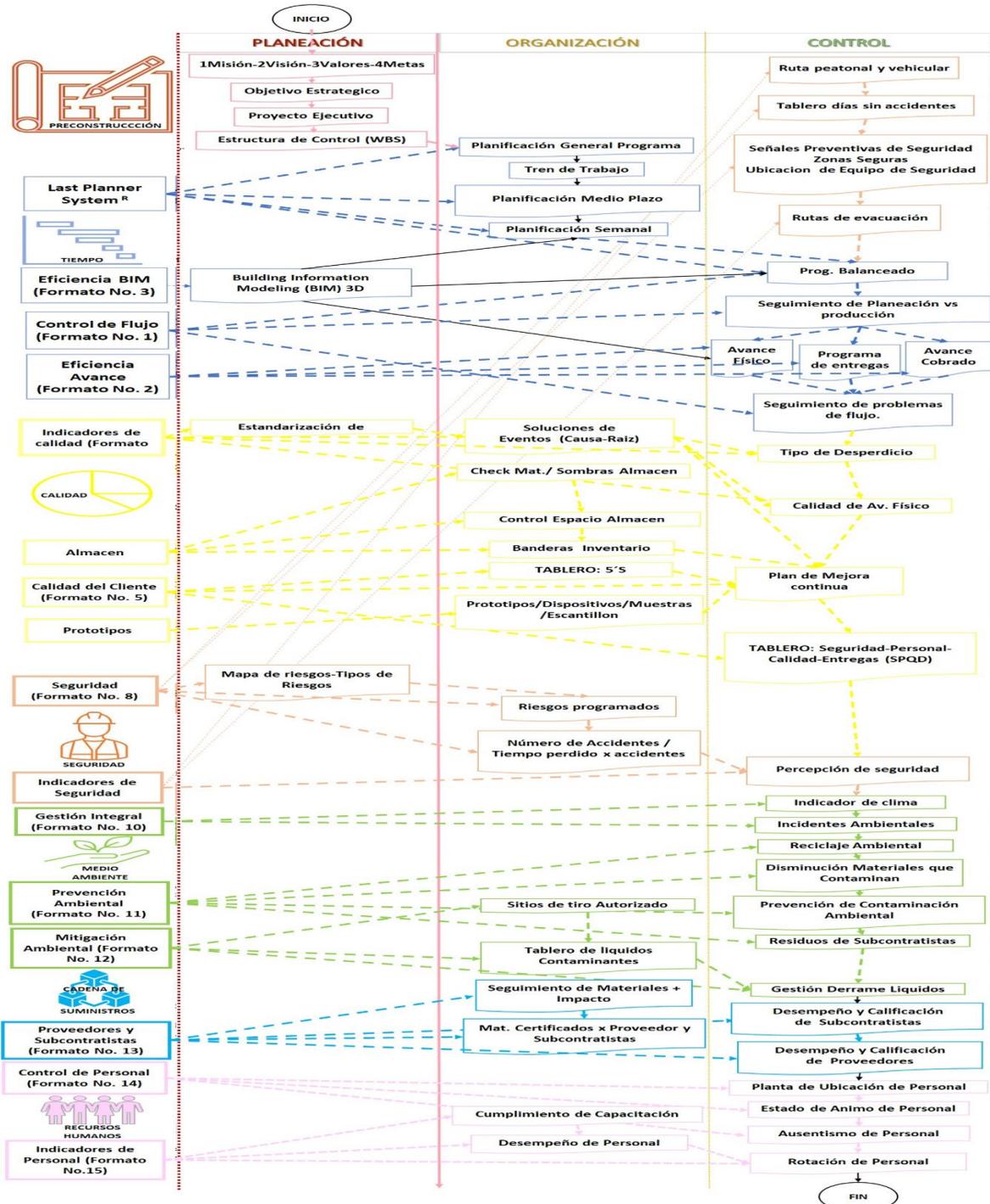


Figura 8. Clasificación bidimensional de gestión visual mejorado con imágenes (Fuente: Propia).

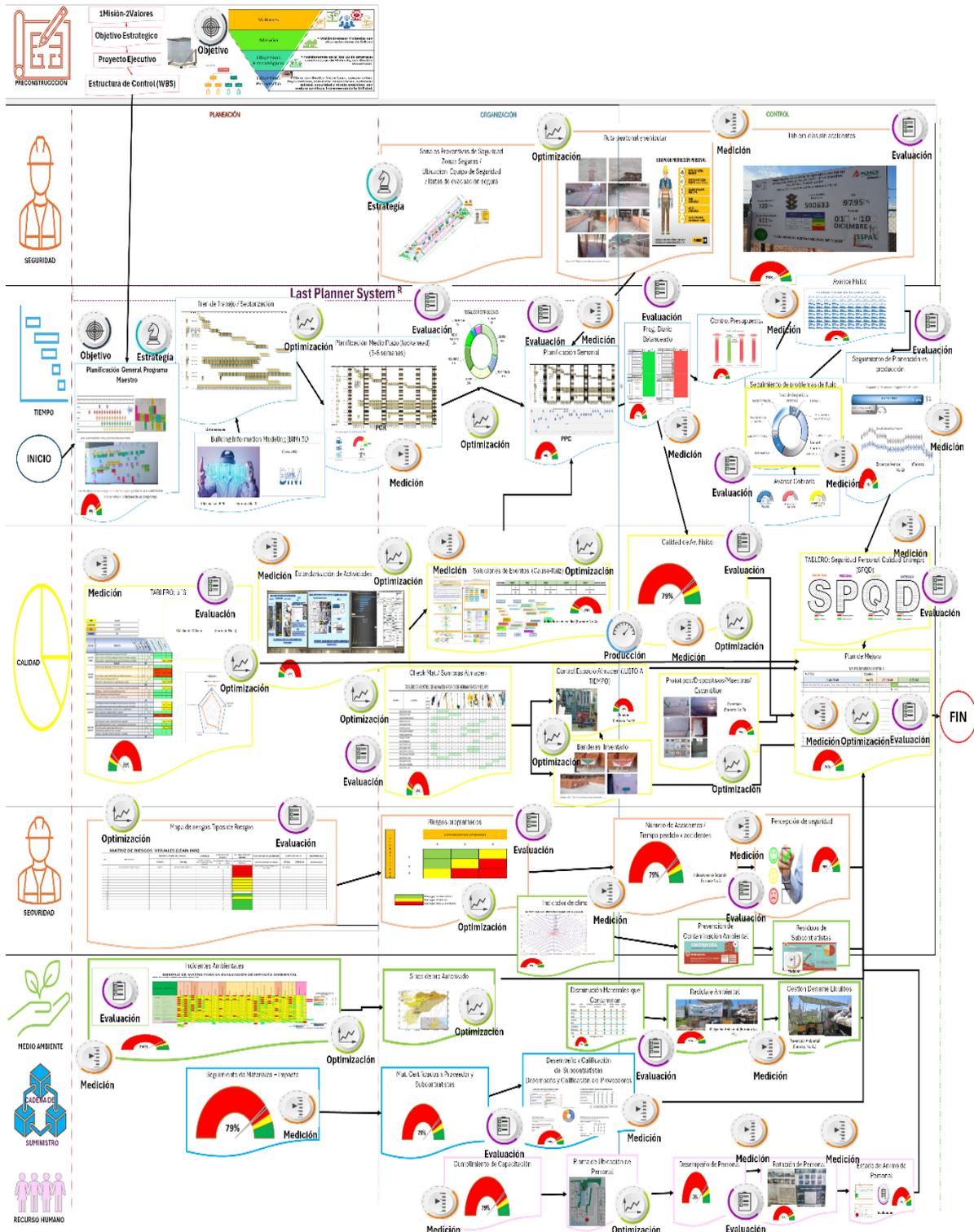


Figura 9. Ejemplo de cálculo del estado actual de gestión visual con la clasificación bidimensional de gestión visual propuesto (Fuente: Propia)

Aplicada en la Obra :
Ubicada en :

No.	Descripción	Puntaje	Cumplidos	% Eficiencia	Observaciones
1	Etapas de Preconstrucción	5	2	40%	Visible en oficinas de venta en obra
2	Etapas de Tiempo (Planeación -flujo)	7	3	43%	
2.1	Planeación	3	1	33%	Plan maestro por partidas
2.2	Flujo	2	1	50%	Listas de verificación vía remota
2.3	Avances	1	1	100%	Cuenta con un sembrado del lugar donde va marcando su avance en porcentajes
2.4	Bim	1	0	0%	
3	Etapas de Calidad	9	6	67%	
3.1	Indicadores de Calidad	5	3	60%	Colocación de cimbras
3.2	Control de calidad	2	1	50%	Listas de verificación vía remota
3.3	Almacén	1	1	100%	
3.4	Prototipos	1	1	100%	Utilizan, escantillones, prefabricados, cimbras.
4	Etapas de Seguridad	4	1	25%	
4.1	Seguridad	3	0	0%	
4.2	Indicadores de Seguridad	1	1	100%	Utilizan señalética de seguridad en obra y almacén
5	Etapas de Medio Ambiente	4	2	50%	
5.1	Conservación del medio ambiente.	1	0	0%	
5.2	Prevención ambiental	2	1	50%	Cuentan con bancos de tiros y zona para escobros
5.3	Mitigación ambiental	1	1	100%	Cuentan con zonas para líquidos contaminantes
6	Etapas de Cadena de Suministro	1	1	100%	Elaboran su propio block, evalúan a sus proveedores mediante su sistema de Gestión de calidad.
7	Etapas de Recursos Humanos	4	1	25%	Por medio de su sistema de Gestión de calidad.
TOTALES		34	16	47%	

5. Conclusiones

Este artículo permitió lograr el sueño anhelado del cambio de informes de control tradicional a una clasificación bidimensional de gestión visual. Se interpreta con imágenes, graficas, métricas visuales, señales; dispositivos y algunas otras herramientas logrando los resultados esperados. Por lo que, el diseño de clasificación implicó una revisión profunda de la bibliografía existente en gestión visual de acuerdo con las restricciones mencionadas. Contribuye con una clasificación bidimensional estructurada que permiten mapear cualquier técnica que utilice la gestión visual dando respuesta al primer objetivo.

Así mismo, la clasificación bidimensional de gestión visual mejorado plasma con imágenes la respuesta del objetivo dos logrando aterrizar la idea inicial de interpretarlo en forma fácil y sencilla. De forma similar el objetivo tres se responde con una métrica porcentual del proceso de las etapas de preconstrucción, tiempo, calidad, seguridad, medio ambiente, cadena de suministro y el empoderamiento del recurso humano de acuerdo con la filosofía Lean Construction. En otras palabras, esta implícita la práctica de interpretar los nichos de oportunidad detectados para reforzar las áreas más débiles y fortalezas para trabajarlos con la cultura Lean buscando una mejora continua.

Se concluye que la clasificación bidimensional genera la oportunidad de conocer el estado actual de la gestión visual con métricas que nos permiten compararnos con los mejores de la ciudad, estado, país, continentes y en forma internacional. Por estas razones podemos iniciar un crecimiento en la gestión visual Lean que acorte su curva de aprendizaje partiendo de la clasificación bidimensional. Es necesario resaltar que puede ser considerado como una base estándar de comparación internacional. También puede adecuarse a las diferentes especialidades de la construcción.

Una limitación en la investigación es la dificultad de que las empresas proporcionen datos como el costo y presupuesto de la obra. Se recomienda implementar una matriz bidimensional de gestión visual para conocer a nivel nacional su estado actual, buscando encontrar

porcentualmente (¿cómo estamos?) en gestión visual en sus diferentes etapas y conceptos generando una métrica.

Por consiguiente, las futuras líneas de investigación propuestas son: ¿Cómo implantar en obra la clasificación bidimensional de gestión visual en el país?; o bien ¿En qué otras especialidades constructivas se pueden implementar la clasificación bidimensional de gestión visual? En forma territorial se podría plantear: ¿Cómo determinar el estado actual de gestión visual en Latinoamérica?; en nuestro país ¿Qué lugar ocupa México en gestión visual en Latinoamérica?

Considerando las tecnologías de Información y comunicación TIC's cabrían otras preguntas: ¿Cómo diseñar un software de la clasificación bidimensional de gestión visual que permita sistematizar su implementación y seguimiento? No obstante, el reto actual se centra en: ¿Cómo determinar con inteligencia artificial el proceso para optimizar la clasificación bidimensional de gestión visual en construcción?

6. Referencias

- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of Production Control*. Doctoral Dissertation, University of Birmingham, Birmingham, UK, 2000.
- Brady, D. A. (2014). *Using Visual Management To Improve Transparency in Planning and control in Construction*.
- Brandalise, F. M. P., Formoso, C. T., & Viana, D. D. (2022). Development of a Typology for Understanding Visual Management Concepts and Their Relationships. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(7), 4022041. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002300](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002300)
- De Marco, A. (2011). *Project Management for Facility Constructions*. In *Project Management for Facility Constructions*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17092-8>
- Galsworth, G. D. (1997). *Visual Systems: Harnessing the Power of Visual Workplace* (AMACOM, Ed.).
- Gao S., S. P. (2014). *Lean Construction Management The Toyota Way*. Springer Science + Business Media Singapur.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *MAPAS DE ESTRATEGIA*. www.bscol.com.
- Liker, . J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management principles from the World's greatest manufacturer* (McGraw-Hill, Ed.; 1a ed.).
- Merrit Frederick, Ricketts Jonathan, & Loftin Kent. (2011). *Manual del Ingeniero Civil: Vol. 2 tomos* (McGraw Hill / Interamericana editores s.a de c.v., Ed.; Tercera edición). 2011.
- Mincks Williams, & Johnston Hal. (2021). *Gestión del lugar de trabajo de construcción* (Cengage Aprendizaje EMEA. Obtenido de <https://www.perlego.com/book/2774614/construction-jobsite-management-pdf> (Trabajo original publicado en 2021), Ed.; Vol. 64). <https://doi.org/10.1136/adc.64.6.798>
- Montes, M. V., Ponce, M. E., Falcón, R. M., & Ramírez-de-Arellano, A. (2017). Aproximación a la gestión económica integral de las obras por procesos productivos: Elaboración del modelo COP de control de costes de construcción. *Informes de La Construcción*, 69(548), 1–11. <https://doi.org/10.3989/ic.16.121>

- Rizk, L., Hamzeh, F., & Emdanat, S. (2017). Introducing New Capacity Planning Metrics in Production Planning. 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 679–686. <https://doi.org/10.24928/2017/0203>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465–471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Tezel A. (2011). Visual Management: An Exploration of the concept and its implementation in Construction [Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements of the Degree of Doctor of Philosophy.]. University of Salford.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Valente', C., Brandalise, F. ', Pivatto, M. ', & Formoso, C. '. (2017). Guidelines for devising and assessing visual management systems in construction sites. *IGLC 2017 - Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 695–702. <https://doi.org/10.24928/2017/0095>
- Valente, R. C., & Costa, D. B. (2014). Recommendations for practical application of transparency in construction site. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, *IGLC 2014*, 919–930.
- Yamal Chamoun. (2002). *Administración profesional de proyectos-La guía* (McGraw-Hill, Ed.; Primera edición).

Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

