

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE VARIABLES PRELIMINARES EN EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Alicia Carla Tapia¹; Hugo F. Tapia²

¹Universidad Nacional de San Juan– Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño / a.carla.tapia.r@gmail.com

²Facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

Resumen: El proceso de diseño arquitectónico es un sistema complejo y dinámico debido a las interdependencias de tareas que deben coordinarse entre las diferentes partes involucradas. A medida que el proceso de diseño avanza, aumenta su complejidad; donde las primeras etapas son las más engorrosas para gestionar. En el proceso de diseño, es común utilizar información temprana de actividades precedentes para acortar la duración del proyecto; en lugar de tener que esperar a que lleguen los valores de los parámetros confirmados después de un análisis completo. El concepto de variable preliminar estimada es concurrente a lo largo de la historia del proceso de diseño arquitectónico. En la literatura científica se hallaron un gran número de artículos vinculados al tema, brindando un gran porcentaje de información, la cual requeriría ser ordenada para representar una base integral del tema. Detectando la necesidad de un marco integral que sintetice y clasifique las variables y parámetros de diseño, a fin de simplificar el proceso creativo en proyectos complejos. Es por ello que este artículo propone el desarrollo de un marco integral para sintetizar las variables detectadas en el proceso proyectual arquitectónico. El objetivo general del artículo es identificar y recabar las variables preliminares empleadas en el proceso de diseño arquitectónico; a través de una revisión y análisis de la literatura científica, en la base de datos Google académico, IGLC, Lean Construction Institute, Dialnet y ScieLO. Para, posteriormente, reflejar dicha información en un marco integral que represente una síntesis del tema desde el primer artículo registrado en la muestra bibliográfica al presente, mayo del 2024. La investigación a presentar es un primer paso hacia la comprensión de las diferentes variables preliminares empleadas en el proceso de diseño arquitectónico y la construcción de un marco unificado para futuros esfuerzos de investigación.

Palabras claves: Diseño edilicio, Diseño paramétrico basado en patrones, Parámetros de diseño, Variables preliminares, Metodología Lean-BIM.

INTRODUCCIÓN

El proceso de diseño es una fase de alta complejidad en el ciclo de vida de un proyecto debido a su naturaleza interactiva y generativa. Las iteraciones pueden resultar en mejoras, agregando valor, o en retrocesos que no aportan beneficios (Ballard & Zabelle, 2000). La toma de decisiones, en muchas ocasiones independiente, incrementa la complejidad, ya que puede impactar negativamente en la gestión del flujo de trabajo entre los actores implicados involucradas. Asimismo, las interdependencias entre disciplinas dificultan la extracción de información y la coordinación en esta fase (Khalife et al., 2018).

Dentro de las organizaciones, la participación de un mismo miembro en múltiples actividades complica aún más la coordinación del diseño (Chua & Hossain, 2011). En este sentido, Alarcón y Mardones (1998), identifican la falta de información completa como un problema crítico en el diseño, ya que los arquitectos, al entregar datos insuficientes, crean un escenario caótico que puede dilatar los tiempos de entrega, esenciales en un mercado competitivo.

Investigadores como Krishnan, Miller & Judge (1997), Bogus, Molenaar & Diekmann, (2005), y Maheswari & Varghese (2005) sugieren que disponer de información temprana puede agilizar el proceso de diseño. Sin embargo, el uso de datos preliminares puede derivar en rediseños si esta información cambia a medida que el proyecto progresa. Estudios como los de Bogus, Molenaar & Diekmann (2006) y Peña-Mora & Li (2001) proponen estrategias de superposición de tareas con cierto grado de independencia para reducir los tiempos en la fase de diseño.

Según Mallar (2010), las interdependencias en el proceso de diseño se organizan en tres dominios:

1. El dominio del proceso, que implica la red de actividades;
2. El dominio de la organización, siendo la red de personas; y
3. El dominio del producto, que se define por una red de componentes.

Estas interdependencias interrumpen el flujo de información, originando errores, demoras y rediseños. El rediseño se considera una tarea necesaria que utiliza información preliminar en forma de parámetros estimados para reducir las actividades dependientes en esta fase. La precisión de estos parámetros impacta en la probabilidad de rediseño, lo cual debe considerarse en la planificación (Chua & Hossain, 2011).

Así, este estudio plantea las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los parámetros estimados reconocidos en la academia de arquitectura y en metodologías Lean-BIM? En el contexto de la arquitectura paramétrica, basada en patrones, ¿qué parámetros se emplean para diseñar proyectos edilicios? ¿Es posible construir una matriz que los sintetice y permita su aplicación en el diseño arquitectónico?

Este estudio, por lo tanto, se orienta a identificar y recopilar los parámetros preliminares utilizados en el ámbito académico de la arquitectura y metodologías Lean-BIM, basados en la estimación de información temprana en el diseño conceptual arquitectónico y considerando las dependencias con disciplinas relacionadas, como estructuras e instalaciones (MEP).

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer una base de conocimiento exhaustiva sobre los parámetros y variables de diseño utilizados en la arquitectura paramétrica basada en patrones y en las metodologías Lean- BIM, mediante una revisión sistemática de la literatura académica.

Objetivos específicos

1. Buscar y seleccionar artículos relevantes en bases de datos académicas mediante fórmulas optimizadas.
2. Analizar y clasificar los artículos para verificar su relevancia y alineación con el tema de estudio.
3. Explorar términos y enfoques alternativos para ampliar la búsqueda sobre "variables y parámetros de diseño".
4. Crear una muestra representativa de literatura sobre diseño arquitectónico paramétrico, basado en patrones, y metodologías Lean-BIM.
5. Documentar el proceso de búsqueda y selección de artículos para futuras investigaciones en arquitectura y diseño.
6. Sistematizar y sintetizar la información recopilada para lograr una visión integral del tema investigado.
7. Publicar los resultados y las conclusiones obtenidas en el congreso ECEFI 2024 y en la revista perteneciente al instituto Lean, "Lean Construction Institute", en 2025.

METODOLOGÍA

Inicialmente, se consultó en Google académico (Scholar), en el cual se debe corroborar la integridad y precisión de la información en cada referencia seleccionada. La fórmula empleada aquí, fue la siguiente: “design parameter architecture”; con el filtro aplicado “In the title of the article”. Como resultado se obtuvieron 12 artículos. Luego de su fichaje y análisis, estos fueron descartados en su totalidad por no guardar relación con la temática trabajada

A continuación, se aplica una nueva fórmula: “design parameter” AND “architecture” OR “lean” OR “BIM”; aplicando el filtro “artículos de revisión”. Se obtuvieron 40 publicaciones, que luego del fichaje y primer análisis, fueron seleccionado 4 artículos como parte de la muestra y 5 más que deben analizarse en profundidad para definir si formarán parte de esta.

En segundo lugar, se recurrió a los artículos de conferencia publicados en la red de internacional de investigadores del ámbito académico y práctico de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC), denominado con las siglas IGLC, que significan “Grupo internacional para la construcción eficiente”. En esta ocasión, se empleó la fórmula: “design parameter”; dando como resultado 2 artículos encontrados, que luego del fichaje y primer análisis de contenido, pasaron a formar parte de la muestra de la presente investigación. A partir de los resultados obtenidos, se decidió continuar con el rastreo de artículos vinculados a la temática; para ello se decidió cambiar la palabra “parameter”, por: “variable”, “restriction” y “guideline” en IGLC. No se hallaron nuevos resultados.

En tercer lugar, se explora el repositorio existente en la página web “Lean Construction Institute” (LCI), la cual fue creada por la organización que lleva su nombre, en busca reunir a creadores de cambios, visionarios, líderes de opinión en todos los niveles de la industria AEC. En la línea de investigación “lean design”, se encontraron 6 artículos y 2 libros que pasaron a formar parte de la muestra en cuestión, una vez fichados y analizados.

A partir de la muestra obtenida, se decidió recurrir a otros motores de búsqueda y a una nueva fórmula a aplicar. En ScieLO, se empleó la fórmula: (ti:(arquitectura paramétrica) OR (lenguaje de patrones) OR (Christopher Alexander))”; donde se encontraron 4 artículos, de los cuales se rescató sólo 1 para la muestra. A continuación, se dividió la fórmula en: “((variables de diseño) or (parámetros de diseño) en

arquitectura paramétrica)” y “(Lenguaje de patrones de Christopher Alexander)”); para generar nuevas búsquedas. Dando como resultado en la exploración de la primera fórmula: 5 publicaciones, descartando una por no pertenecer al campo de investigación y otra por estar registrada en la exploración anterior-; de esta manera se suman 3 artículos más a la muestra. En cuanto a la segunda busca, no se encontraron resultados.

En Dialnet se hallaron 165 artículos, empleando la fórmula: “variables o parámetros de diseño en arquitectura paramétrica”; y 5 documentos, empleando: “lenguaje de patrones de Christopher Alexander”. Se rescataron 15 publicaciones y 2 respectivamente para la muestra. En Google académico, se halló 1 artículo, a través de la fórmula: “allintitle: parametric architecture and variable OR parameter”; y 2 artículos, empleando “allintitle: pattern language and variable OR parameter”. Para la muestra sólo se seleccionó la primera publicación encontrada.

Por último, se decidió proceder a una exploración más, empleando una nueva fórmula basada en la busca de “modelos paramétricos de diseño”, aplicado a los tres buscadores antes empleados. De esta manera se llegó a los resultados que se muestran en la Tabla 1. Como resultado, se obtuvo una muestra de 66 artículos, los cuales serán analizados en profundidad para extraer variables y/o parámetros de diseño empleados en el ámbito académico.

RESULTADOS

La investigación ha permitido clasificar las variables y parámetros de diseño edilicio presentes en la muestra bibliográfica en diferentes categorías, proporcionando una estructura clara para comprender los factores que influyen en la concepción arquitectónica. A continuación, se presenta un marco integral como síntesis del tema investigado:

Tabla 1

Búsqueda basada en “modelos paramétricos de diseño”

Motor de búsqueda	Fórmula aplicada	Artículos	
		Hallados	Muestra
Google académico	Modelo paramétrico de diseño	10	3
	Parametric model of building design	25	10
ScieLO	Parametric model of building design	6	3
	Parametric model of building design	1	1
Dialnet	Modelo paramétrico de diseño edilicio	4	1
	Parametric model of building design	50	17 ^a

Nota. Exploración basada en “modelos paramétricos de diseño” en los motores de búsqueda mencionados.

^a De la muestra seleccionada en este apartado, 5 artículos corresponden a artículos relacionados al primero de la búsqueda realizada.

- 1) Geometría y forma:
 - a) Geometría de los componentes: Forma y dimensiones de los elementos arquitectónicos (Larrondo Lizarraga, 2017).
 - b) Variantes de diseño: Capacidad de generar y evaluar diferentes variantes de diseño (Camporeale & Czajkowski, 2018).
 - c) Geometría de las formas libres: Modelado de geometrías complejas desde las fases iniciales del diseño (Larrondo Lizarraga, 2017).
 - d) Relaciones entre elementos geométricos: Interacción y relación entre diferentes elementos del diseño (Pires & Vieira, 2019).
 - e) Relación de ventana a pared: Influencia en la luz natural y consumo energético (Pratt & Bosworth, 2011).
- 2) Materiales y construcción:
 - a) Materiales: Selección y propiedades de los materiales (peso, resistencia, durabilidad) (Camporeale & Czajkowski, 2018).
 - b) Materialidad: Evaluación de la materialidad de la envolvente (Alsañafi, Alzahrani & Mehmood, 2023).

- c) Conexiones estructurales: Importancia de las conexiones para la integridad estructural (Campos & Celani, 2017).
 - d) Selección de Especies Vegetales: Consideración de características de especies para optimizar cubiertas verdes (Ortega Mendoza et al., 2010).
- 3) Condiciones ambientales y eficiencia energética:
- a) Condiciones ambientales: Luz solar, ventilación y clima local (Camporeale & Czajkowski, 2018).
 - b) Eficiencia estructural: Optimización para soportar cargas y fuerzas (Larrondo Lizarraga, 2017).
 - c) Cargas térmicas: Consideración de cargas térmicas solares y de ocupación (Alсахafi, Alzahrani & Mehmood, 2023).
 - d) Índices bioclimáticos: Evaluación del desempeño energético en diferentes condiciones climáticas (Alсахafi, Alzahrani & Mehmood, 2023).
 - e) Aislamiento térmico: Estrategias para mejorar el aislamiento térmico (Alсахafi, Alzahrani & Mehmood 2023).
 - f) Factores de solar: Uso del factor solar para optimizar el diseño (Alсахafi, Alzahrani & Mehmood, 2023).
- 4) Funcionalidad y uso del espacio:
- a) Funcionalidad del espacio: Necesidades específicas del uso del edificio (Camporeale & Czajkowski, 2018).
 - b) Requerimientos funcionales: Influencia en la distribución de espacios (Park & Holt, 2010).
 - c) Interacción entre componentes: Cómo los diferentes elementos interactúan entre sí (Larrondo Lizarraga, 2017).
- 5) Sostenibilidad y confort:
- a) Sostenibilidad: Variables relacionadas con la eficiencia energética y el uso de materiales sostenibles (Camporeale & Czajkowski, 2018).
 - b) Condiciones de confort térmico: Análisis de confort térmico para los habitantes (Park & Holt, 2010).
- 6) Metodologías y proceso de diseño:
- a) Metodologías de trabajo estructuradas: Propuestas para la generación y control de formas libres (Park & Holt, 2010).
 - b) Protocolo de comunicación: Comunicación entre el modelo geométrico y los procesos de fabricación (García Del Valle Lajas, 2015).
- 7) Aspectos estéticos:
- a) Estética y acabados: Consideraciones estéticas y de acabados desde las etapas iniciales del diseño (Campos & Celani, 2017).

Esta clasificación facilita la comprensión de las múltiples dimensiones a considerar en el diseño edilicio, apoyando la planificación y ejecución de proyectos arquitectónicos complejos (Alsahafi, Alzahrani & Mehmood, 2023; Campos & Celani, 2017; García Del Valle Lajas, 2015; Khidmat et al., 2021; Larrondo Lizarraga, 2017; Park & Holt, 2010).

CONCLUSIONES

La relevancia de este estudio radica en la creación de un marco integral que sintetiza las variables preliminares del proceso de diseño arquitectónico, basado en un análisis exhaustivo de literatura científica sobre diseño arquitectónico y metodologías Lean-BIM, desde las primeras publicaciones hasta mayo de 2024.

El artículo evidencia cómo el diseño arquitectónico ha evolucionado de un proceso aislado y secuencial a uno más integrado y estructurado, priorizando la obtención de información temprana y el uso de herramientas colaborativas para reducir la complejidad y errores en el diseño. Este cambio refleja una evolución hacia enfoques que aprovechan tecnologías avanzadas, promoviendo la innovación y mejoras en las prácticas arquitectónicas.

Se observa en la historia de la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) una tendencia de transformación hacia la eficiencia y colaboración en el diseño, donde el proceso de diseño arquitectónico ha evolucionado mediante la integración de parámetros específicos. La revisión y análisis de la muestra literaria destacan la importancia de las variables preliminares en las primeras etapas del diseño, cuya identificación y clasificación mejoran la gestión de la información y el tiempo, minimizando errores futuros.

Asimismo, se subraya la complejidad del proceso de diseño arquitectónico, debido a la interdependencia entre disciplinas, lo que complica la planificación y coordinación entre los involucrados y afecta directamente el flujo de información y trabajo en los proyectos edilicios. Se concluye que el uso de información temprana, ya sea preliminar o estimada, puede acelerar el proceso de diseño, donde la precisión de esta información es clave para reducir el tiempo invertido en tareas de rediseño.

Además, este estudio aporta al conocimiento sobre la interdependencia de tareas y disciplinas en el diseño arquitectónico, promoviendo el uso de información temprana para optimizar el flujo de trabajo y reducir tiempos, una ventaja crucial en el contexto competitivo actual. Un marco

integral de variables preliminares en el diseño arquitectónico no solo es esencial para el diseño conceptual edilicio, sino que también tiene un marcado potencial para enriquecer futuras investigaciones y prácticas en metodologías avanzadas de diseño Lean-BIM dentro de la arquitectura paramétrica basada en patrones.

REFERENCIAS

- Alarcón, L. F., & Mardones, D. (1998, agosto 13-15). *Improving the design-construction interface* [Conference session]. 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Guarujá, Brazil. <https://iglc.net/Papers/Conference/8>
- Alsahafi, R., Alzahrani, A., & Mehmood, R. (2023). Smarter Sustainable Tourism: Data-Driven Multi-Perspective Parameter Discovery for Autonomous Design and Operations. *Sustainability*, 15(5), Article Number 4166. <https://doi.org/10.3390/su15054166>
- Ballard, G., & Zabelle, T. (2000). *Project Definition* (Informe N° LCI White Paper-9). http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W009-Ballard_Zabelle-2000-Project-Definition-LCI-White-Paper-9.pdf
- Bogus, S. M., Molenaar, K. R., & Diekmann, J. E. (2005). Concurrent Engineering Approach to Reducing Design Delivery Time. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(11), 1179–1185. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2005\)131:11\(1179\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2005)131:11(1179))
- Bogus, S. M., Molenaar, K. R., & Diekmann, J. E. (2006). Strategies for overlapping dependent design activities. *Construction Management and Economics*, 24(8), 829–837. <https://doi.org/10.1080/01446190600658529>
- Camporeale, P. E., & Czajkowski, J. D. (2018). Optimización de Consumo Energético de un Modelo de Diseño Paramétrico. *Estudios del hábitat*, 16(1), Article Number e041. <https://doi.org/10.24215/24226483e041>
- Campos, F. M. de, & Celani, G. (2017). Subdivisão de formas livres em arquitetura com o objetivo de viabilização de sua fabricação: métodos e aplicações. *Interações (Campo Grande)*, 18(3), 3–22. <https://doi.org/10.20435/inter.v18i3.1463>
- Chua, D. K. H., & Hossain, M. A. (2011). A simulation model to study the impact of early information on design duration and redesign. *International Journal of Project Management*, 29(3), 246–257. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.02.012>
- García Del Valle Lajas, M. (2015). *Diseño para fabricación digital definición unívoca entre forma y fabricación en arquitectura*. [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/40011/1/MATIAS_GARCIA_DEL_VALLE_LAJAS_01.pdf
- Khalife, S., Mneymneh, B. E., Tawbe, A., Chatila, M. H., & Hamzeh, F. (2018). *Employing simulation to study the role of design structure matrix in*

- reducing waste in design*. In V. A. González (Eds.), IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers (pp. 879–889). <https://doi.org/10.24928/2018/0249>
- Khidmat, R. P., Fukuda, H., Kustiani, K., & Wibowo, A. P. (2021). A Benchmark Model for Predicting Building Energy and Daylight Performance in the Early Phase of Design Utilizing Parametric Design Exploration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (ESS)*, 830, Article Number 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/830/1/012008>
- Krishnan, H. A., Miller, A., & Judge, W. Q. (1997). Diversification and top management team complementarity: Is performance improved by merging similar or dissimilar teams? *Strategic Management Journal*, 18(5), 361–374. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199705\)18:5<361::AID-SMJ866>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199705)18:5<361::AID-SMJ866>3.0.CO;2-L)
- Larrondo Lizarraga, A. (2017). *Generación y control de formas libres en entornos BIM*. [Tesis de doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/112206>
- Maheswari, J. U., & Varghese, K. (2005). Project Scheduling using Dependency Structure Matrix. *International Journal of Project Management*, 23(3), 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.10.001>
- Mallar, M. A. (2010). Process management: an effective management approach. *Visión de Futuro*, 13(1). <https://hdl.handle.net/20.500.12219/4765>
- Ortega Mendoza, A. R., Morales Ramírez, J. D., López De Juambelz, I. R., & Canseco Martínez, M. A. (2010). Diseño del modelo paramétrico para evaluar el desempeño térmico de una cubierta verde. Caso de estudio: vivienda de interés social en la zona sur de la ciudad de México. *Memorias de la XXXIV Semana Nacional de Energía Solar* (Article Number SNES2010-ABC-038). Ed. Asociación Nacional de Energía Solar. https://www.paginaspersonales.unam.mx/files/251/_DISENO.pdf
- Park, K., & Holt, N. (2010). Parametric Design Process of a Complex Building In Practice Using Programmed Code As Master Model. *International journal of architectural computing*, 08(03), 359–376. DOI:10.1260/1478-0771.8.3.359
- Peña-Mora, F., & Li, M. (2001). Dynamic planning and control methodology for design/build fast-track construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127 (1), 1–17. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2001\)127:1\(1\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:1(1))
- Pires, B., & Vieira, D. R. (2019). Projects as dynamic, multi-level temporary organizations: Advantages of an agent-based modeling approach. *Journal of Modern Project Management*, 6(3), 164–181. <https://journalmodernpm.com/manuscript/index.php/imp/article/view/JMPM01811/317>

Pratt, K. B., & Bosworth, D. E. (2011). A method for the design and analysis of parametric building energy models. *Proceedings of Building Simulation 2011 - 12th Conference of International Building Performance Simulation Association* (pp. 2499-2506). International Building Performance Simulation Association.
https://publications.ibpsa.org/proceedings/bs/2011/papers/bs2011_1780.pdf

* * *