SketchIN

Revista de Arquitectura y Diseño

11

ISSN: 2954-5145



VOLUMEN 6, NÚMERO 11

JULIO - DICIEMBRE 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECTORIO

Dra. Silvia Amaya Llano
Rectora

Dra. Oliva Solís Hernández
Secretaria Académica

Dr. Manuel Toledano Ayala
Secretario de Investigación, Innovación y Posgrado

Lic. Diana Rodríguez Sánchez
Directora del Fondo Editorial Universitario

Dra. María de la Luz Pérez Rea
Directora de la Facultad de Ingeniería

Dr. Juan Carlos Jáuregui Correa
Jefe de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ingeniería

Mtro. Jorge Javier Cruz Florín
Coordinador del Despacho de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería

SketchIN, Vol. 6, No. 11, julio-diciembre 2024, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas, S/N, Col. Las Campanas, Querétaro, Qro., C.P. 76010. Tel. (442)1921200 ext. 6023, http://revistas.uaq.mx/index.php/sketchin, sketchin@uaq.mx. Editores responsables: Avatar Flores Gutiérrez y Jorge Arturo García Pitol. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2021-090215255600-102, ISSN: 2954-5145, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número: Jorge Arturo García Pitol, Cerro de las Campanas, S/N, Col. Las Campanas, C.P. 76010, Querétaro, Qro. Fecha de última modificación: 31 de julio de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido, siempre y cuando se atribuya la fuente y se proporcione un enlace al original. Esta obra está bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Esta revista está actualmente registrada en el Directorio de Latindex.

latindex

SketchIN

Revista de Arquitectura y Diseño

COMITÉ EDITORIAL

Mtro. Jorge Arturo García Pitol
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Director

Dr. Avatar Flores Gutiérrez
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Editor responsable

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Manuel Toledano Ayala
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Dr. Luis Fernando Maldonado Aspeitia
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
Dra. Magdalena Mendoza Sánchez
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Mtra. Lorena Suárez Álvarez
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Dra. Alejandra Nivón Pellón
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Mtro. Guillermo López Domínguez
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Dr. Miguel Ángel Montiel Arroyo
Universidad Tecnológica de Auckland, Nueva Zelanda
Mtra. Anelisse Yerett Oliveri Rivera
Universidad Autónoma de Querétaro, México

EQUIPO EDITORIAL

Lic. Mariana Cano León
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Diseño editorial

Alejandro Barrena Uriega
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Diseño de portada y portadillas

Ing. Soid Ruiz Ramírez
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Andrea Cristina Garza Sandoval
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Julia Valeria Chávez Aguado
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Miriam Hernández Ramírez
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Mariana González Montiel
Universidad Autónoma de Querétaro, México
Corrección de estilo

CONTENIDOS

ARTÍCULOS

PÁG. 6

01

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE AGREGADOS RECICLADOS DE CONCRETO EN FORMULACIONES DE ADHESIVOS CERÁMICOS DE CONSTRUCCIÓN

José Alejandro Espinosa Escorza
Jorge Arturo García Pitol

ENSAYOS

PÁG. 20

02

ARQUITECTURA ASEQUIBLE EN MÉXICO, UNA NECESIDAD

Andrea Paulina Cano Mazun

PÁG. 28

03

ESTRATEGIAS DE NEUROARQUITECTURA ENFOCADAS EN VIVIENDAS DE TIPO *LOFT* DENTRO DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

Andrea Lucía Chavero Galván

PÁG. 43

04

ARQUITECTURA ARTIFICIAL: NUEVAS PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS

Hugo Alejandro Estrada Vega

01

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE AGREGADOS RECICLADOS DE CONCRETO EN FORMULACIONES DE ADHESIVOS CERÁMICOS DE CONSTRUCCIÓN

Recibido el 16 de noviembre de 2023, aceptado el 20 de febrero de 2024. | ISSN: 2954-5145

PERFORMANCE ANALYSIS OF RECYCLED CONCRETE AGGREGATES IN CEMENT-BASED TILE ADHESIVE FORMULATIONS



José Alejandro Espinosa Escorza*
Jorge Arturo García Pitol

Universidad Autónoma de Querétaro,
Santiago de Querétaro, México

*espinosaesc@gmail.com

Licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional (CCBY-NC-SA 4.0)

Resumen

El presente estudio analiza el desempeño de agregados reciclados de concreto finos (ACR) como sustitutos de carbonatos de calcio en formulaciones de adhesivos cerámicos de construcción económicos o Tipo A. Se realizaron pruebas en estado fresco de las mezclas y se evaluó el tiempo abierto según la norma vigente NMX-C-420-1-ONNCCE. Se elaboró una fórmula de control con agregados convencionales y se comparó su desempeño contra formulaciones con ACR. Los resultados de la investigación sugieren que es factible el uso de agregados reciclados de concreto, siempre y cuando se tenga en consideración el efecto de mayor demanda de agua, control granulométrico e implementación de métodos económicos para el procesamiento de residuos de concreto.

Palabras clave: ACR, adhesivos cerámicos, agregados reciclados de concreto, carbonatos de calcio, residuos de concreto.

Abstract

This study analyzes the performance of recycled fine aggregate concretes (RAC) as substitutes for calcium carbonates in formulations of economic or Type A construction ceramic adhesives. Tests were performed on the fresh state of the mixtures and the open time was evaluated according to the current standard NMX-C-420-1-ONNCCE. A control formula was developed with conventional aggregates and its performance was compared with RAC formulations. The results of the research suggest that the use of recycled aggregate concretes is feasible, as long as the effect of higher water demand, the particle size control and the use of cost-effective methods for the processing of concrete waste are taken into consideration.

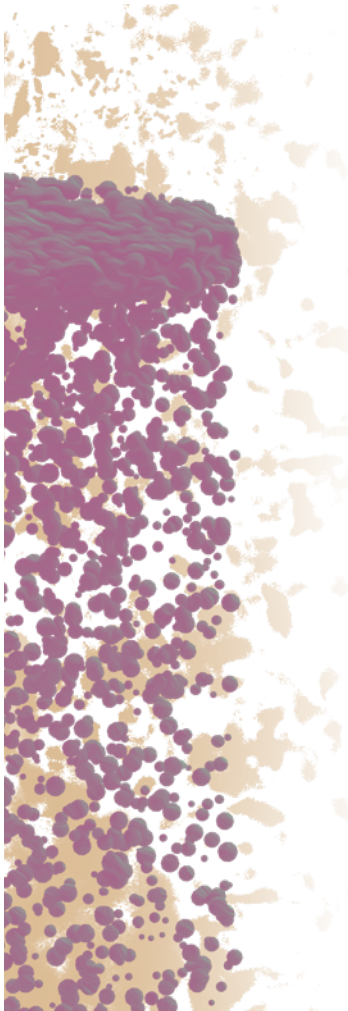
Keywords: RAC, ceramic adhesives, recycled concrete aggregates, calcium carbonates, concrete waste.

Introducción

Cada año a nivel mundial se extraen aproximadamente 50 000 millones de toneladas de arenas desde fuentes minerales no renovables, cuyo destino principal son las aplicaciones de construcción (PNUMA, 2019). El cemento es el material principal en la industria de la construcción; en 2020, su producción mundial alcanzó 4 400 millones de toneladas (Ali *et al.*, 2011), y durante los próximos años se estima un incremento en la demanda que podría alcanzar hasta 23 % en 2050 (WBCSD, 2009). Más del 90 % del cemento generado se destina a la fabricación de distintos tipos de concreto.

> ...la industria del cemento genera el 8 % de las emisiones globales de CO_2. La GCCA busca neutralidad de carbono para 2050 mediante eficiencia y reciclaje.

En cuanto a términos ambientales, el 8 % de las emisiones mundiales de CO_2 se atribuye a la industria cementera (Lehne y Preston, 2018); por cada tonelada producida se emiten alrededor de 900 kg de CO_2 (Mahasenan *et al.*, 2003). La Asociación Mundial del Cemento y el Concreto (GCCA, por sus siglas en inglés) se ha propuesto alcanzar la operación de una industria neutra de carbono hacia 2050 vía la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de combustibles fósiles; otros objetivos de dicha agenda son la optimización del consumo de cemento y concreto, reciclaje, aprovechamiento y reutilización de residuos (GCCA, 2021).



El concreto residual puede ser recuperado en centros de acopio especializados en construcción y demolición, donde se clasifica, tritura y procesa en subproductos conocidos como agregados reciclados de concreto (ARC). Aunque los ARC presentan una mayor porosidad y demanda hídrica en comparación con los agregados vírgenes (Barra de Oliveira, 1997), constituyen un potencial sustituto de estos en la fabricación de concreto, siempre y cuando se dosifique correctamente la relación agua/cemento en las mezclas. Actualmente los ARC se emplean para construir rellenos y vialidades, sin embargo, urge desarrollar más aplicaciones para contribuir al logro de las metas del sector de fabricantes y la cadena de usuarios.

Las materias primas típicas para la fabricación de adhesivos cerámicos básicos o de Tipo A (también denominados adhesivos de Tipo C_0) son el cemento, carbonatos de calcio y éteres de celulosa. Esta clasificación se recomienda para instalación de elementos cerámicos de alta y media absorción en espacios interiores (ONNCCE, 2017). El presente trabajo tiene como objetivo validar el potencial aprovechamiento de ARC como sustituto

del carbonato de calcio, comúnmente utilizado en México para la manufactura de adhesivos cerámicos de construcción. La intención es reutilizar residuos de concreto, lo que reportaría dos beneficios: la disminución del volumen en residuos captados por vertederos y la conservación de materiales pétreos provenientes de fuentes no renovables.

Procedimiento

Se tomó en consideración la clasificación de adhesivos cerámicos de acuerdo con la norma mexicana NMX-C-420-1-ONNCCE; en ese sentido, se evaluaron formulaciones de adhesivos Tipo A en términos del parámetro de *tiempo abierto*, y se cuantificaron las propiedades de peso y densidad en estado fresco de los morteros adhesivos.

Caracterización de los agregados reciclados de concreto

Para preparar las muestras de ARC, se utilizaron residuos de cilindros de concreto convencional, cuya resistencia de compresión (f'c) es de 250 kg/cm². Se estableció la meta de obtener ARC con granulometría de malla No. 40 (0.425 mm), en línea con las especificaciones usuales en el uso de carbonatos de calcio gruesos, también conocidos como marmolinas. La distribución granulométrica normativa de tamices se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.
Distribución granulométrica en milímetros según la Normativa SCT M-MMP-1-06, 2003 (SCT, 2003).

Malla		Variación permisible de la abertura promedio con respecto a la denominación de la malla	Abertura máxima permisible para no más del 5 % de las aberturas de la malla	Abertura máxima individual permisible	Diámetro nominal del alambre
Designación	Abertura nominal				
No. 10	2.000	±0.070	2.135	2.215	0.900
No. 20	0.850	± 0.035	0.925	0.970	0.510
No. 40	0.425	± 0.019	0.471	0.502	0.290
No. 60	0.250	± 0.012	0.283	0.306	0.180
No. 100	0.150	± 0.008	0.174	0.192	0.110
No. 200	0.075	± 0.005	0.091	0.103	0.053



Figura 1.
Residuos de cilindros de concreto utilizados para ensayos a compresión realizados en el Laboratorio de Geotecnia, Materiales y Geomática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Los residuos de cilindros fueron sometidos a un proceso de trituración primaria utilizando una trituradora de materiales pétreos.



Figura 2.
Izquierda: material resultante de la trituración primaria de residuos de cilindros de concreto. Derecha: trituradora de materiales pétreos FI-UAQ.

El material obtenido de la trituración primaria fue sometido a un proceso subsecuente de molienda en el equipo denominado "máquina de abrasión Los Ángeles", el cual consta de un contenedor cilíndrico de acero que pulveriza materiales pétreos por medio de un conjunto de esferas metálicas en su interior. La maquinaria opera sobre un eje rotatorio a una velocidad estimada de 30 a 33 rpm con un motor eléctrico de 1 HP.



Figura 3.
Izquierda: equipo de abrasión Los Ángeles FI-UAQ. Derecha: esferas de molienda.

Después de la operación del equipo Los Ángeles por un periodo de 30 minutos, se procedió al tamizado con malla No. 40. Se pesaron las porciones resultantes de agregados reciclados de concreto que pasaron el tamiz y las que fueron retenidas en él. Los resultados del tamizaje se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.
Control granulométrico de ACR obtenidos.

Descripción	%
Material retenido en malla No. 40	39
Material que pasa malla No. 40	61



Figura 4.
Control granulométrico de agregados reciclados de concreto.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Formulaciones de adhesivos cerámicos

Se elaboraron tres formulaciones de adhesivos cerámicos Tipo A: una fórmula control a base de materiales convencionales y dos fórmulas con dosis de sustitución del carbonato de calcio malla No. 40 por ARC, al 50 % y 100 % respectivamente. Las dosificaciones de las formulaciones de adhesivos cerámicos evaluados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3.
Formulaciones de adhesivos cerámicos.

	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3
Formulación Adhesivo C_0	Control	50 % ARC	100 % ARC
Cemento gris	216.00	216.00	216.00
Carbonato calcio malla No. 200	539.75	539.75	539.75
Carbonato calcio malla No. 40	441.61	220.81	0.00
ARC	0.00	220.81	441.61
Metilcelulosa	2.64	2.64	2.64
Total (g)	1200.00	1200.00	1200.00

Evaluación propiedades en estado fresco

Se llevaron a cabo pruebas en estado fresco de las mezclas de morteros adhesivos a fin de conocer su comportamiento con respecto a trabajabilidad y consistencia; tales propiedades se determinaron a través de los parámetros de demanda de agua, densidad y viscosidad.

Demanda de agua

Se midió el contenido de agua requerido para dar una consistencia adecuada a 100 g de cada adhesivo. Se utilizó una báscula digital calibrada y se incorporó paulatinamente agua a la mezcla hasta lograr una consistencia equilibrada; finalmente, se determinó el porcentaje de agua total adicionada en relación con el peso del mortero. Una vez definido el contenido preciso, se consideró el mismo porcentaje de agua para preparar las mezclas a evaluar posteriormente.

Densidad



Figura 5.
Medición de la densidad en mezclas de adhesivos cerámicos.

La cuantificación de la densidad se efectuó con la ayuda de un cilindro metálico de dimensiones estandarizadas. El contenedor se rellenó del mortero adhesivo evaluado, para posteriormente compactar y enrasar el material en la superficie del contenedor cilíndrico. Tal procedimiento se repitió con cada una de las mezclas evaluadas.

La densidad en g/cm³ se calculó por medio de la Ecuación (1)

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{1}$$

Donde:

m representa el peso de los adhesivos cerámicos contenidos en el cilindro;

v es el volumen del cilindro de acuerdo con los datos reportados por el fabricante.

Viscosidad



Figura 6.
Equipo Brookfield utilizado para lecturas de viscosidad de adhesivos cerámicos.

Se graduó la viscosidad en centipascales mediante la implementación de un viscosímetro rotativo Brookfield. En primera instancia, se tomó una lectura con el equipo operando a 5 rpm; después, se realizó una segunda lectura a 10 rpm. Los resultados para las mediciones de viscosidad ofrecen registros sobre la consistencia y trabajabilidad de las mezclas de adhesivos cerámicos evaluadas.

Tiempo abierto NMX-C-420-1-ONNCCE

La NMX-C-420-1-ONNCCE define el tiempo abierto como el intervalo máximo después de que el adhesivo se ha extendido en el sustrato, durante el cual

las piezas pueden ser debidamente colocadas y quedar adheridas, antes de la formación de una película superficial que evita la humectación y adherencia de la pieza (ONNCCE, 2017).

Se evaluó el parámetro de tiempo abierto de conformidad con lo especificado en la NMX-C-420-1-ONNCCE. Dicha norma prescribe que el tiempo abierto para adhesivos cerámicos Tipo A debe ser de 10 minutos o más. Esta métrica, sumada a los parámetros de las mezclas en estado fresco previamente evaluados, se utilizó como un indicador inicial del desempeño que tendrá la mezcla de adhesivo cerámico. En caso de cumplir con la normativa, será necesario efectuar *a posteriori* las pruebas restantes descritas en la NMX-C-420-1-ONNCCE y enlistadas en la Tabla 4.

Tabla 4.
Especificaciones para adhesivos cerámicos de Tipo A de acuerdo con la NMX-C-420-1-ONNCCE (2017).

Característica	Requerimiento mínimo
Tiempo abierto	10 minutos
Resistencia a la tensión función tiempo abierto	0.5 N/mm² en losetas colocadas después de 10 minutos
Resistencia a la tensión en condiciones estándar	0.5 N/mm²
Resistencia a la tensión posterior a la inmersión en agua	0.5 N/mm²
Resistencia a la tensión posterior al envejecimiento por calor	0.5 N/mm²
Resistencia a la compresión	7 N/mm²
Deslizamiento promedio	Menor o igual a 0.5 mm para adhesivos de bajo deslizamiento

Resultados y discusión

Los resultados de las propiedades en estado fresco de las tres formulaciones evaluadas en el presente estudio se muestran a continuación:

Demanda de agua

El contenido de agua demandado por las mezclas de adhesivos evaluados se muestra en la Figura 7.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

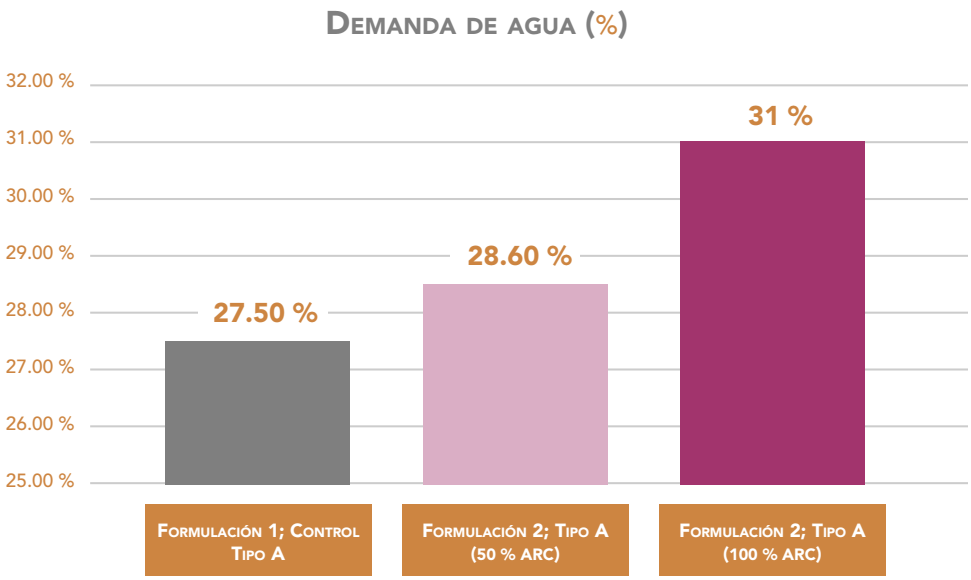


Figura 7. Resultados demanda de agua en % mezclas de adhesivos evaluados.

Se comprobó el efecto de mayor demanda de agua identificado por Barra de Oliveira (1997) en las mezclas que contienen agregados reciclados con respecto a aquellas con agregados convencionales. La mezcla con mayor proporción de ARC demandó 31 % de contenido de agua; la fórmula control fue la que demandó menor contenido, con 27.5 %.

Densidad de las mezclas de adhesivos evaluados

Los resultados de densidad se muestran en la Figura 8.

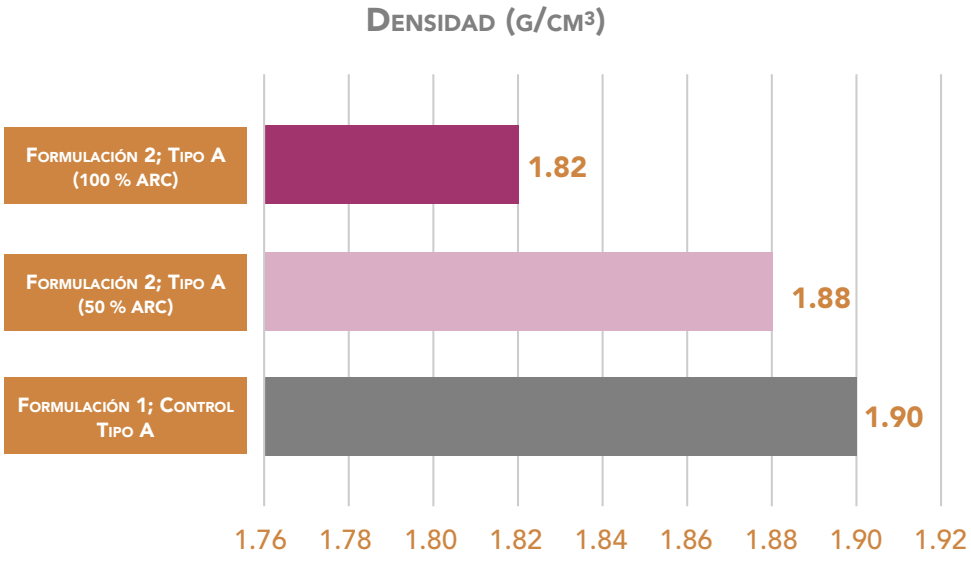


Figura 8. Densidad de las mezclas de adhesivos evaluados.

La densidad en la fórmula control fue 4.4 % mayor en comparación con la fórmula 3, constituida 100 % por ARC. Resalta que, a pesar de que las formulaciones 2 y 3 demandaron mayor contenido de agua, sus lecturas de peso y densidades fueron menores; es decir, las mezclas elaboradas con ARC son más ligeras que las mezclas de adhesivos convencionales.

Viscosidad

En este apartado, las lecturas de viscosidad tomadas con el viscosímetro Brookfield se muestran en la Figura 9. Como se mencionó anteriormente, se realizaron mediciones a 5 rpm y 10 rpm por cada mezcla.

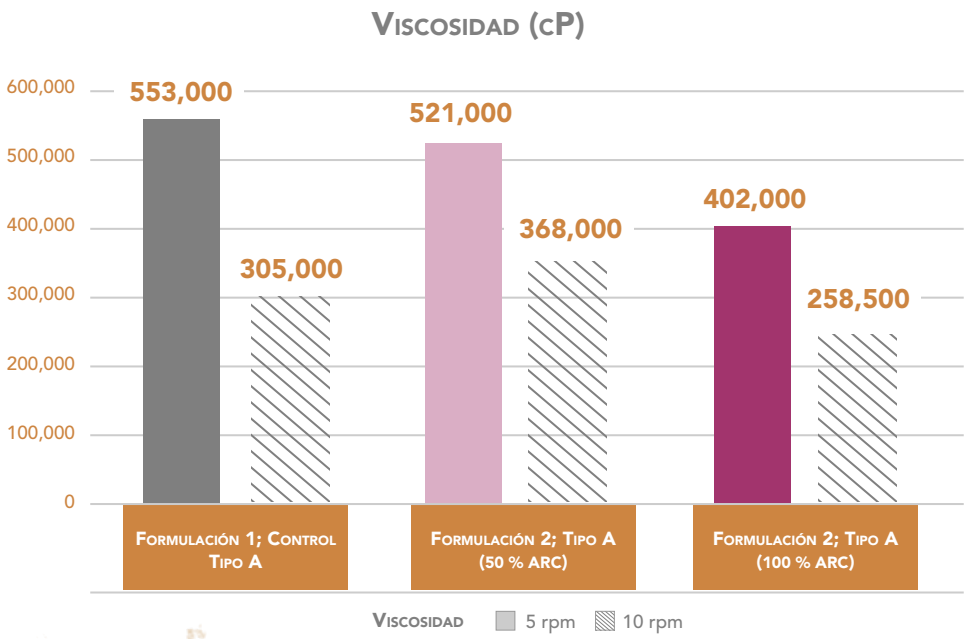
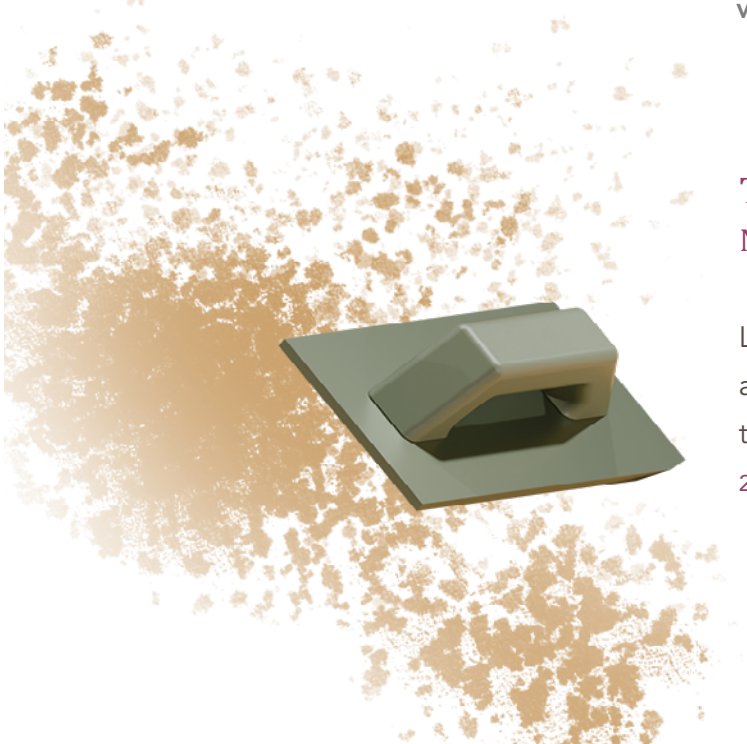


Figura 9. Lecturas de viscosidad a 5 rpm y 10 rpm tomadas con viscosímetro rotativo Brookfield para prototipos de adhesivos evaluados.



Tiempo abierto según NMX-C-420-1-ONNCCE

Los resultados tras la evaluación del tiempo abierto se muestran en la Figura 10. Se registraron lecturas del tiempo abierto a 5, 10, 15 y 20 minutos correspondientemente.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145



Figura 10.
Evaluación del tiempo abierto.

Las formulaciones 1 (control) y 3 (100 % ARC) cumplieron con la especificación de tiempo abierto mínimo de 10 minutos para adhesivos Tipo A requerida por la NMX-C-420-1-ONNCCE (2017). La formulación 2 (50 % ARC) está fuera de especificación, ya que únicamente logró un tiempo de 5 minutos. Destaca que ninguna de las tres formulaciones evaluadas alcanzó un tiempo abierto mayor a 10 minutos.

Conclusiones

Para lograr el cumplimiento de tiempo abierto en adhesivos Tipo A en las tres formulaciones, se plantea hacer ajustes en los porcentajes de dosificación a fin de balancear las proporciones de carbonatos de calcio finos y gruesos. Asimismo, se prospecta la inclusión de algún grado especializado de metilcelulosa que ayude a extender el tiempo abierto y contrarrestar el efecto de mayor demanda de agua en las mezclas de adhesivos con ARC. Una vez alcanzado el cumplimiento de especificaciones del tiempo abierto en las tres formulaciones, se evaluarán las mezclas de adhesivos en función de los requisitos adicionales advertidos por la norma NMX-C-420-1-ONNCCE.

Aunque el desempeño en términos del tiempo abierto marcado por la normativa fue insatisfactorio en las tres formulaciones evaluadas, el comportamiento de los agregados reciclados de concreto en las pruebas en estado fresco fue promisorio. La viscosidad y densidad más bajas para las formulaciones con ARC respecto al control podrían contribuir a generar adhesivos cerámicos más ligeros, lo que representaría mejor trabajabilidad de mezclado y potencialmente mayor rendimiento del producto; ambos atributos son apreciados por los instaladores de este tipo de materiales.

Se concluye que es factible la inclusión de ACR como sustituto de carbonatos de calcio, siempre y cuando haya un control granulométrico adecuado y los métodos de captación y transformación de los residuos de concreto sean costeables. Es necesario continuar con la evaluación para satisfacer la normatividad mexicana vigente mediante el desarrollo de productos que promuevan el aprovechamiento de los residuos de concreto al alcance del instalador de materiales cerámicos.

La introducción de insumos de construcción basados en ACR representaría un hito en la industria mexicana de adhesivos cerámicos, pues al momento ninguno cuenta con estas características. A todo esto se suman los beneficios de disminuir los volúmenes de residuos expulsados de la construcción y demolición desechados diariamente en los vertederos y el fomento de una disposición controlada de los mismos, así como la concientización respecto al consumo de agregados vírgenes provenientes de fuentes minerales no renovables.

Referencias

Ali, M. B., Saidur, R. y Hossain, M. S. (2011). A review on emission analysis in cement industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15*(5), 2252-2261. DOI: 10.1016/j.rser.2011.02.014.

Barra de Oliveira, M. (1997). Estudio de la durabilidad del hormigón de árido reciclado en su aplicación como hormigón armado. *Informes de la construcción*, *48*(447), 50. https://informesdelaconstruccion.

revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/976

Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. (2009). *Iniciativa por la sostenibilidad del cemento. Reciclando concreto*. Suiza: Atelier Point Virgule. https://docs.wbcsd.org/2009/06/e-CSI_Recycling_Concrete_Spanish.pdf

Global Cement and Concrete Association. (2021). *Futuro del hormigón. Plan de trabajo hacia una industria del cemento y hormigón neutra en carbono para 2050 de la Asociación Mundial de Productores de Cemento y Hormigón*. https://gccassociation.org/concretefuture/wp-content/uploads/2021/11/GCCA-Concrete-Future-Roadmap-Spanish.pdf

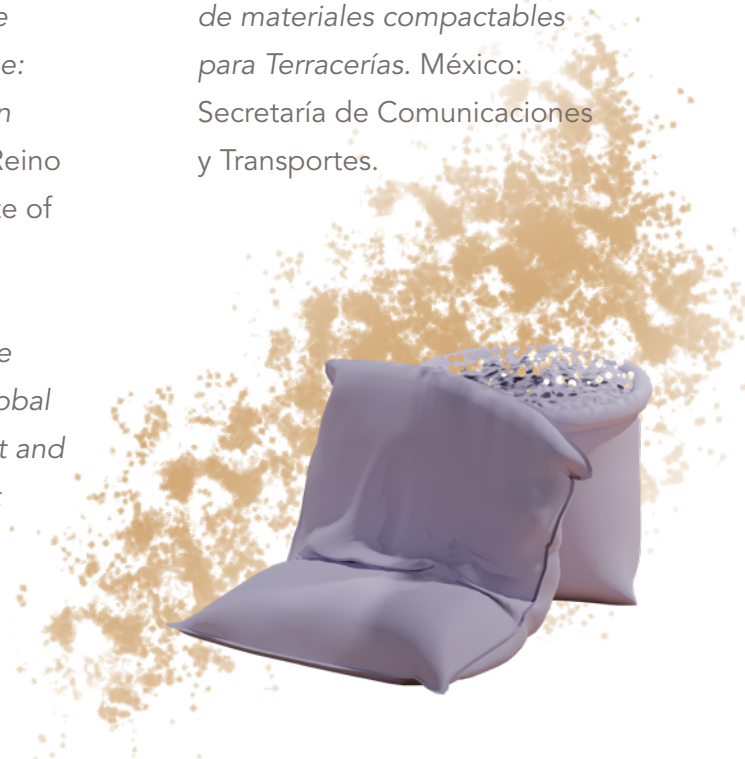
Lehne, J. y Preston, F. (2018). *Making concrete change: Innovation in low carbon cement and concrete, de Making Concrete Change: Innovation in Low-carbon Cement and Concrete*. Reino Unido: The Royal Institute of International Affairs.

Mahasenan N., Smith S. y Humphreys, K. (2003). *The Cement Industry and Global Climate Change: Current and Potential Future Cement Industry CO_2 Emissions*. Greenhouse Gas Control Technologies - 6th International Conference. Kioto, Japón. DOI: 10.1016/B978-008044276-1/50157-4

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación. (2017). *Industria de la construcción. Mezclas adhesivas para instalación de recubrimientos cerámicos y piedras naturales* (NMX-C-420-1-ONNCCE-2017).

PNUMA. (2019). *En busca de la extracción sostenible de arena*. https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/en-busca-de-la-extraccion-sostenible-de-arena#:~:text=50.000%20millones%20de%20toneladas%20de,agua%2C%20arena%20y%20grava

SCT. (2003). *Normativa SCT M-MMP-1-06/03; Métodos de muestreo y prueba de materiales. Suelos y materiales para terracería. Granulometría de materiales compactables para Terracerías*. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



02

ARQUITECTURA ASEQUIBLE EN MÉXICO, UNA NECESIDAD

AFFORDABLE ARCHITECTURE IN MEXICO, A NECESSITY

Recibido el 4 de octubre de 2023, aceptado el 5 de diciembre de 2023. | ISSN: 2954-5145

Licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional (CCBY-NC-SA 4.0)



Andrea Paulina Cano Mazun

Universidad Autónoma de Querétaro,
Santiago de Querétaro, México

acano26@alumnos.uaq.mx

Resumen

El mercado inmobiliario actual se enfoca en la masificación de viviendas, en otras palabras, actúa como una solución a la escasez habitacional y maximiza el número de unidades, empero, conlleva sacrificar la comodidad del usuario. El presente trabajo muestra un breve recorrido a través de la arquitectura asequible, corriente conocida por aplicar principios ecológicos de costo accesible y su práctica adquisición, y por consiguiente pondera el bienestar del residente. Al respecto, se puntualiza la importancia de construir viviendas dignas, funcionales y estructuralmente adecuadas, aplicando los principios de esta rama de la arquitectura. Asimismo, se pretende exponer tanto la imperiosa necesidad de la población mexicana de ocupar hogares dignos, como el enfoque, la visibilidad y el uso cada vez más frecuente de este tipo de construcciones.

Palabras clave: asequibilidad, hogares dignos, necesidad de vivienda.

Abstract

This text shows a brief analysis about Affordability Architecture, trend that invites to design and build decent, functional, architecturally adequate housing, applying ecological principles, low cost and easy to acquire without the need to sacrifice the comfort of the residents. Currently, the real estate market is focused on the massification of housing, which tends to sacrifice the comfort of users. The analysis points out the importance of affordable housing, seeking to make it visible, inviting us to learn more about this construction approach and to make its use more and more frequent. Likewise, it is intended to show that Mexicans need to have access to housing.

Keywords: affordability, dignified homes, housing need.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Introducción

Las tendencias arquitectónicas se encuentran en constante mutabilidad por la proliferación de ideas innovadoras; sin embargo, para el arquitecto es menester enfatizar el diseño y la construcción de viviendas asequibles y de bajo costo, sin omitir las necesidades básicas de los residentes. Su enfoque, más allá de ensalzar el estilo visual, corresponde a la edificación de espacios adecuados en cuanto a forma y dimensión, por esta razón contempla elementos como la iluminación y ventilación. En palabras de Gavito Sosa *et al.* (2019) "No será una verdadera vivienda si no proporciona a sus habitantes una sensación de protección climática y social, si no ofrece la privacidad necesaria para la vida familiar y la tranquilidad que permita el descanso, un ambiente que favorezca la convivencia, la cultura y condiciones que puedan facilitar el trabajo doméstico u oficio si la familia así lo quiere".

La creciente demanda de espacios habitables ha incentivado el desarrollo de nuevos proyectos adaptables a las futuras generaciones y sus necesidades; por este motivo, son imperativos propósitos como la construcción simplificada, reducción de tiempo y costos que permitan el acceso a una vivienda adecuada. En México la situación del mercado inmobiliario es un cáliz complejo, ya que la construcción seriada ha generado un mayor número de viviendas. En esencia, la problemática de un negocio masificador radica en la negligencia en cuanto a calidad de espacios; para empeorar las cosas, las necesidades específicas de los habitantes son desplazadas a un segundo plano, brindándoles viviendas precarias, espacios carentes de criterio, o bien estándares infrahumanos, y en estos casos los desarrolladores se basan en los mínimos criterios del reglamento de construcción para ofertar esta clase de vivienda.

Espacios dignos y asequibles



La construcción de una vivienda digna posee distintos claroscuros, mismos que pueden prestarse a polémicas; sin embargo, para el individuo es indispensable habitar un hogar íntegro. El derecho universal a una vivienda digna y adecuada, como un principio básico, aparece establecido en el artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos. Lo anterior da pauta a que "la inclusión de la vivienda como un derecho constitucional

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

y el establecimiento de leyes que lo reglamentan es consistente con recomendaciones y tratados internacionales respecto a considerarla como un derecho humano que deberá ser tutelado por el gobierno, por lo cual se vuelve exigible" (Correa López, 2013). Aunado a esto, Cortés Delgado (2001) aporta lo siguiente:

> El hombre no se puede desarrollar de manera completa si no está a gusto en su espacio vital. En caso contrario, su capacidad creativa, de trabajo, de relación y de disfrute baja de manera considerable. El espacio habitable puede estimular física, psíquica y espiritualmente al ser humano e impactar en la calidad de vida de modo notable, y lleva en conjunto a la sociedad a un estado más grande, abierto y completo. (p. 6)

Sin lugar a dudas, el diseño arquitectónico apela por adecuar el espacio al usuario, erradicando la idea contraria donde el usuario es quien debe adaptarse al espacio disponible. La vivienda es un concepto tan vivo como quien habita en ella, ya que va más allá de un espacio meramente físico; es un cumulo de contextos, transformaciones y adaptaciones de los residentes. Es imprescindible disponer de un hogar propio, empero, aunque este sea un derecho, prevalece la incógnita de dicha potestad. El sueño del hombre es crear su espacio y amoldarlo a su cotidianidad, sin embargo, continúa como una quimera.

Accesibilidad a la vivienda para los mexicanos

Las políticas de vivienda en México son un tópico recurrente que compete tanto al gobierno como a la población, la cual participa de manera directa e inmediata. Al respecto, entre las principales problemáticas se presenta la escasa accesibilidad a viviendas decorosas, puesto que se ha enfatizado reducir el nivel de rezago. El Plan Nacional de Desarrollo y sus vertientes en zonas y sectores específicos han abordado el problema cuantitativo; sin embargo, continúa el rezago cualitativo, el cual está ligado a la necesidad de nuevos alojamientos: persisten los espacios limitados y la deplorable calidad. Por dichas razones, las condiciones del entorno se constituyen a partir de la morosidad más apremiante, la baja o nula aptitud de espacios adyacentes de la habitabilidad urbana en materia de infraestructura y equipamiento; en esencia, impulsan el estancamiento de moradas dignas.

> ...Las políticas de vivienda en México abordan rezagos tanto cuantitativos como cualitativos. A pesar del crecimiento en oferta, el acceso sigue siendo un desafío, especialmente para los menos favorecidos.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145



En la actualidad la oferta de bienes muebles ha crecido exponencialmente y, en consecuencia, pese a la gran cantidad de desarrollos disponibles, se ha vuelto un obstáculo para la población adquirir propiedades. A pesar de fundar múltiples instituciones y apoyos, en pos de facilitar el acceso a una vivienda, resulta imposible atender a los estratos menos favorecidos, ya que sus ingresos son ínfimos para solicitar créditos o préstamos. Desde este punto de vista, subsiste el problema de financiamiento para gente de escasos recursos y está ligado, en parte, a la falta de creatividad en el diseño de la ingeniería capitalista desarrollada para la vivienda, "en la actualidad los recursos financieros destinados para construir vivienda en renta son muy limitados y se han ido a otros" (Cortés Delgado, 2001).

Por todo lo anterior, los usuarios tienden a optar por establecimientos habitacionales informales, puesto que intempestivas como la accesibilidad de terrenos y la gestión del suelo son problemas clave para el desarrollo urbano; en el peor de los casos, esto desemboca tanto en el crecimiento desmedido de las ciudades como en la consolidación de los asentamientos humanos sin planificación. Al respecto, Lazcano (2005) argumenta lo siguiente:

> En este contexto de libre mercado de suelo y de no acceso al mismo por parte de los pobres urbanos se encuentran las ciudades mexicanas, tales que en los últimos 20 años se ha acentuado el proceso de urbanización con el crecimiento explosivo de las mismas, más del 85 % de su población vive ahora en estas, simultáneamente ha ocurrido una baja generalizada en los ingresos de la población lo que agrava la situación al no disponer de suficiente ingreso para el acceso a suelo urbano. (p. 20)

No cabe duda de que México necesita viviendas y ciudades que tengan alta calidad, planificación y conserven su identidad para poder ser competitivas en el escenario internacional (Cortés Delgado, 2001).

Asequibilidad arquitectónica

El concepto de habitabilidad en una vivienda decorosa implica un estándar básico de calidad de vida para el individuo e involucra suficiencia en su estructura; asimismo, busca garantizar tanto la seguridad y bienestar físico como la comodidad. El autor Galvis Carrillo (2017) define esta noción de la siguiente manera:

> […] el factor físico espacial, el cual tiene como fundamento la habitabilidad, la cual debe ofrecer un espacio adecuado para sus ocupantes y protegerlos de diversas amenazas, debe garantizar la seguridad física de los habitantes y cobertura de sus habitantes. (p. 48)

Es lógico argumentar que el número y la habitabilidad de espacios sean representativos para el desarrollo personal, ya que un espacio suficiente y privado propicia la independencia mental y emocional, convivencia, ambiente y descanso para alcanzar un bienestar personal y familiar (Kellett y Bishop, 2003). En el presente, es una dolorosa realidad la carencia de espacios dignos; no obstante, es importante visibilizar este malestar en búsqueda de priorizar una solución. Al llegar a este punto, conviene exponer qué tan asequible es la vivienda al conocer la existencia de un incalculable número de oferta de espacios apropiados y la poca posibilidad de acceso.

En dicho contexto, es menester por parte del arquitecto una revisión minuciosa de los tipos de estructuras residenciales ofertados en el mercado inmobiliario. Es necesario que pongan en tela de juicio la legalidad de estas edificaciones y el negocio en torno a ellas; es una problemática palpable la reducción de los modelos de vivienda proyectados a futuro. "Los hechos parecen indicar que se ha tenido un falso concepto del aspecto cualitativo de los espacios destinados a habitar en el afán de producirlos en mayor cantidad" (Landázuri Ortiz, 2004). Asimismo, se puede ahondar dentro del aspecto económico y marco legal en el cual se circunscribe; el quehacer del arquitecto determina el resultado tipológico final, en cuanto a la vivienda mínima. Sin lugar a dudas, la comodidad y necesidad del usuario es el aspecto primordial, aunque por desgracia acceder a los mismos ha significado una dificultad para el usuario por las limitantes jurisdiccionales y económicas.

Conclusiones

En el México del siglo XXI continúa siendo ideal garantizar espacios de calidad para habitar con inmediatez. En última instancia, asegurar el acceso a viviendas de calidad compete al gobierno, empleador, casas inmobiliarias y arquitectos; a su vez, la tarea de estos últimos es proyectar hogares económicos, habitables, dignos, respetuosos con el medio ambiente y, sobre todo, accesibles para cualquier estrato social.

En definitiva, es sustancial reflexionar sobre el estilo de vida del usuario, lo que conduce al tipo de vivienda correspondiente a su contexto y la ciudad que aspira habitar. Un estudio de esta envergadura conlleva un pensamiento filosófico, individualizado y subjetivo. Al final, es necesario reformular los parámetros técnicos y legales que sustentan la vivienda económica: desde la renovación, reinterpretación o abolición de las normativas que regulan su diseño, hasta el análisis relacional entre tendencias sociales y tipos residenciales.

Referencias

Cal y Mayor, R. (1965). La vivienda en México. *Revista Comercio Exterior*, 287-290. http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/533/7/RC7.pdf

Correa, G. (2014). Construcción y acceso a la vivienda en México; 2000-2012. *Intersticios sociales*, *7*(31). DOI: 10.55555/is.7.54

Cortés, J. (2001). Reflexiones sobre el problema de la vivienda en México. *Casa del Tiempo*, *3*(33), 2-11. https://www.uam.mx/difusion/revista/oct2001/archi1.pdf

Galvis, E. (2017). *Vivienda asequible, un sueño posible* [Tesis de licenciatura]. Pontificia Universidad Javeriana. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/40503

Gavito, A. (s. f.) Los arquitectos y la vivienda asequible. *BIE: Boletín Industrial y Empresarial*. http://bieindustrial.com.mx/los-arquitectos-y-la-vivienda-asequible

Kellett, P. y Bishop, W. (2003). *Work and home: Spatial implications of income generation in the domestic setting* [Acta de la conferencia]. Conferencia de Place, People and Sustainability. https://eprints.ncl.ac.uk/7129?__hstc=60654386.2f3f33a24b44870ec4a577029c49e44b.1708646402286.1708646402287.1708646402288.1&__hssc=60654386.1.1708646402289&__hsfp=3688003420

Landázuri, A. y Mercado, S. (2004). Algunos factores físicos y psicológicos relacionados con la habitabilidad interna de la vivienda. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, *5*(1y2), 89-113. https://mach.webs.ull.es/PDFS/Vol5_1y2/VOL_5_1y2_e.pdf

Lazcano, M. (2005). El acceso al suelo y a la vivienda de los sectores informales: el caso de la ciudad de México. *Revista INVI. 20*(54). DOI: 10.5354/0718-8358.2005.62171

Maldonado, M. (2004). Operación urbanística Nuevo Usme: Provisión de suelo urbanizado para vivienda de interés social, a partir de la redistribución social de plusvalías. *Lincoln Institute of Land Policy* .

Mejía, M. (2012). Habitabilidad en la vivienda social en edificios para población reasentada. El caso de Medellín, Colombia. *EURE (Santiago)*, *38*(114), 2013-227. DOI: 10.4067/S0250-71612012000200008

Mercado, S., Ortega, P., Estrada, C. y Luna, M. (1994). *Factores psicológicos y ambientales de la habitabilidad de la vivienda.* México: UNAM.

OECD. (2015). Mexico: Transforming Urban Policy and Housing Finance. *OECD Urban Policy Reviews.* DOI: 10.1787/9789264227293-en

Palomino, B. y López, G. (1999). Reflexiones sobre la calidad de vida y el desarrollo. *Región y Sociedad*, *11*(17), 171-185. https://ru.iiec.unam.mx/4504/1/reflexiones%20sobre%20la%20calidad%20de%20vida%20y%20el%20desarrollo.pdf

Salomón, A. (2000). La vivienda en México: una historia en construcción. *Comercio Exterior*, *50*(10), 874-878. https://biblat.unam.mx/ca/revista/comercio-exterior/articulo/la-vivienda-en-mexico-una-historia-en-construccion

SHF. (2012). *Rezago Habitacional en México 2012-2013*. México: Sociedad Hipotecaria Federal.

Stibenson, R. (2017). *Habitabilidad de la vivienda: Exploración de condiciones necesarias para la creación de una vivienda adecuada* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62855

Torres, M. (2021). Habitabilidad de la vivienda mínima y las ciudades en pandemia mundial: COVID-19 en Mérida, México. *Revista INVI*, *36*(102), 352-383. https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/63389

Wigle, J. y Zárate, L. (2010). Mexico City creates charter for the right to the city. *Progressive Planning*, 184, 13-16. https://www.hic-net.org/mexico-city-creates-charter-for-the-right-to-the-city/

Recibido el 2 de agosto de 2023, aceptado el 5 de diciembre de 2023. | ISSN: 2954-5145

Licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional (CCBY-NC-SA 4.0)

ESTRATEGIAS DE NEUROARQUITECTURA ENFOCADAS EN VIVIENDAS DE TIPO *LOFT* DENTRO DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

NEUROARCHITECTURAL STRATEGIES FOCUSED ON LOFT-STYLE HOUSING IN THE CITY OF QUERETARO



Andrea Lucía Chavero Galván

Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México

andyluciachavero@gmail.com

Resumen

A lo largo del tiempo, la vivienda se ha deformado en relación con los espacios, metros cuadrados y factores de habitabilidad, como consecuencia del crecimiento demográfico que ha tenido la ciudad de Querétaro. Esta deformación de la vivienda ha repercutido en la manera de habitar del ser humano al verse en la necesidad de vivir en lugares reducidos no pensados para el confort, y direccionados a generar un recurso extra para los arrendadores. Con tal problemática seleccionada, se realizó una investigación en plataformas inmobiliarias, elaborando comparativas de factores de habitabilidad, diseño y precio de esta tipología de viviendas, para saber las relaciones de calidad-costo dentro del área cercana a universidades de la ciudad de Querétaro, comparando diversos factores. La finalidad de la presente investigación y recopilación de datos es generar un listado de estrategias de diseño, con el propósito de alcanzar el confort dentro de los *lofts*, aplicando conocimientos neuroarquitectónicos y usando de referencia proyectos similares de otros países. Como resultado, se pretende concientizar y mejorar la calidad de vida en los *lofts* brindando estrategias prácticas.

Palabras clave: ciudad de Querétaro, diseño interior, habitabilidad, *loft*, neuroarquitectura.

Abstract

Over time, housing has been deformed in terms of space, square meters and habitability factors, as a consequence of the demographic growth of the city of Queretaro. This deformation of housing has had repercussions on the way human beings live, as they find themselves in the need to live in small places that are not designed for comfort, and are aimed at generating an extra resource for landlords. With this selected problem, an investigation was carried out in real estate platforms, elaborating comparative factors of habitability, design and price of this type of housing, to know the quality-cost relationships within the area near universities in the city of Queretaro, by comparing various factors. The purpose of this research and data collection is to generate a list of design strategies, in search of comfort in lofts, applying knowledge of neuroarchitecture and using similar projects in other countries as a reference. As a result, it is intended to raise awareness and improve the quality of life in lofts by providing practical strategies.

Keywords: Queretaro city, interior design, habitability, loft, neuroarchitecture.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Introducción

En los últimos veinte años, el significativo crecimiento de la ciudad de Querétaro debido a la migración la ha convertido en una de las mejores ciudades emergentes para residir. Sin embargo, este crecimiento ha traído desafíos en términos de empleo y vivienda, con un precio promedio de casas que alcanzó 2 053 019.00 MXN durante 2022, un 31 % más alto que la media nacional. Como resultado, muchos propietarios han optado por rentar habitaciones, ofertándolas como *lofts*, especialmente en las áreas cercanas a escuelas. No obstante, muchas de estas viviendas carecen de los espacios, la antropometría y el diseño adecuados para una buena habitabilidad, debido a que el desarrollo de este concepto en el país es incipiente.

A nivel internacional, los *lofts* se han desarrollado en las grandes urbes que carecen de expansión horizontal. Durante 2021, la tienda sueca IKEA planteó en Japón el prototipo de un *loft* de 10 m² para estudiantes y jóvenes profesionistas, buscando crear un espacio confortable y acogedor, haciendo uso de mobiliario propio de la tienda. La empresa de muebles logró su cometido, volviendo cada centímetro del espacio funcional al distribuir el diseño de manera vertical, de forma que el *loft* presenta dos plantas: en la de abajo se encuentran el acceso, sanitario, cocina y espacio para los electrodomésticos básicos; en la segunda planta se encuentra la habitación, que consta simplemente de un espacio para una cama, adonde se accede mediante una escalera. Aunque la experiencia fue gratificante para los usuarios según entrevistas, no se han realizado evaluaciones cuantitativas ni comparativas con otras viviendas similares de la zona, y tampoco se ha considerado un estudio del impacto psicológico de las alternativas de diseño utilizadas.



Habitar espacios pequeños puede llegar a influir en el estado de ánimo de las personas, aumentando el riesgo de padecer depresión o ansiedad. La OMS en conjunto con la Organización Panamericana de la Salud elaboraron un documento durante 2022 titulado "Directrices de la OMS sobre vivienda y salud", donde destacan que el ser humano pasa alrededor del 50 % de su tiempo dentro de su residencia.

El propósito de este artículo es proporcionar un listado de estrategias de diseño breves y sencillas de implementar a

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

espacios de tipo *loft* ya construidos o por construir, con el fin de brindar una guía para aquellos usuarios en búsqueda de confort que quieran ser arrendadores o arrendatarios dentro de la ciudad de Querétaro.

Conceptos básicos

Para dar un mejor panorama al lector, se muestra brevemente una explicación de conceptos y antecedentes.

Neuroarquitectura



La neuroarquitectura es una disciplina que evalúa y analiza la arquitectura en términos del sistema cognitivo del ser humano; se centra completamente en cómo el usuario percibe el espacio arquitectónico, buscando otorgarle bienestar físico y mental por medio de elementos arquitectónicos con base científica.

El arquitecto Víctor Feingold, uno de los mayores exponentes de esta disciplina, es el CEO de Contract Workplaces, un despacho de diseño latinoamericano con más de 10 sedes en el continente. Feingold plantea que, a la hora de diseñar, se debe tomar en cuenta la perspectiva del usuario (citado por Workplaces Contract, 2019). Asimismo, menciona en su conferencia (Workplaces Contract, 2019) un ejemplo de esta disciplina, donde los espacios con techos altos maximizan el pensamiento abstracto y creativo, activando la imaginación y la libertad; en contraste, los espacios de baja altura activan un pensamiento centrado y enfocado. Estos datos se concluyen con base en estudios donde se analiza la reacción del ser humano frente a estímulos arquitectónicos, como colores, texturas y formas.

> ...los espacios influyen en el cerebro con efectos a largo plazo que persisten fuera del entorno y efectos a corto plazo solo mientras se está en él.

Dentro de los espacios se crean dos tipos de efectos en el cerebro derivados de la exposición: a largo y a corto plazo. Los efectos a largo plazo se caracterizan por persistir a pesar de que el usuario no se encuentre más en el lugar; por el contrario, los de corto plazo se desarrollan únicamente *in situ*. Un ejemplo es cuando se observa un paisaje natural: el efecto a corto plazo es la regulación de la presión y disminución de los niveles de estrés; a largo plazo, el fortalecimiento del sistema inmunológico (Salingaros, 2015, p. 12).

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

¿Qué es habitar?

La palabra *habitar* tiene su origen etimológico en el vocablo latino *habitare*, que significa "tener reiteradamente". Así, se refiere a una actividad repetitiva que genera un hábito, y de ahí se infiere que el hábito se relaciona directamente con vivir; entonces, la acción de construir y diseñar debe cumplir con el propósito del ser humano de vivir. Bastons hace una reflexión sobre los ensayos del arquitecto Heidegger acerca de *habitar* relacionados con construir:

> Así pues, en primer lugar, se nos ha sugerido que el habitar y el construir no son dos actividades que van una después de la otra. Habitar es construir. Pero inmediatamente se añade que lo que se construye es, sobre todo, la vida del hombre. Esto nos permite dar un paso en la respuesta a la pregunta por la morada del hombre. El sitio del hombre no es el lugar que él ocupa. Es un lugar que él se construye. Y lo construido es, sobre todo, su vida. (Bastons, 1994, p. 550)

Bastons sugiere que la construcción y el ser humano van juntos, pero con la construcción interpretada como "cuidar", cultivando las formas y las experiencias del hombre; estas últimas se interpretan como las costumbres y actividades realizadas dentro del espacio, en relación con el mobiliario y las adecuaciones que cada vivienda presenta.

Las actividades han pasado de ser individuales a colectivas; las áreas de la vivienda se vuelven compartidas y habitar se convierte en una acción nómada en presente. Se prioriza la búsqueda de una vivienda que se adapte a la necesidad del ser humano. Le Corbusier (1999) señala: "La casa es una máquina para habitar: baños, sol, agua caliente, agua fría, temperatura a placer, conservación de los manjares, higiene, belleza en las proporciones" (p. 108). La eficiencia es la meta, fruto del habitar contemporáneo; el diseño arquitectónico entendido como forma y función ya no es el único problema, ahora son también los elementos fijos y movibles con los cuales se crea la practicidad de la vivienda.

¿Cómo se define un loft*?*

A mitad del siglo XX, como solución al aumento de los alquileres y al crecimiento demográfico en la ciudad de Nueva York, las fábricas pasaron a

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

ser adaptadas como viviendas. Gozaron de un gran auge en la ciudad y la popularidad de su practicidad y accesibilidad económica fue creciendo, de forma que se expandió a otros países.

Dentro de las características formales del *loft* sobresalen las ventanas y techos amplios, y un estilo con acabados industriales marcados. Además, son espacios diáfanos de doble altura que van de los 60 a los 100 m² en el mejor de los casos; estas cualidades le permiten al usuario disponer de un espacio flexible de acuerdo con sus necesidades y actividades, y constituyen una gran alternativa para desarrollar la libertad y capacidad creativa. Dentro de su distribución interna se maneja: cocina, estancia, baño y una habitación. Los metros cuadrados de las áreas anteriores varían en las dimensiones del espacio; no obstante, se contempla siempre el diseño a partir de la antropometría básica, manteniendo las medidas apropiadas para el confort humano.

Expansión urbana de la ciudad de Querétaro

En 2010, la ciudad de Querétaro albergó una población de 956 242 habitantes; para 2020, la población incrementó a 1 414 676. Como se expone en la Figura 1, este aumento poblacional derivó en un incremento del 63.4 % de vivienda y un crecimiento horizontal de la ciudad.

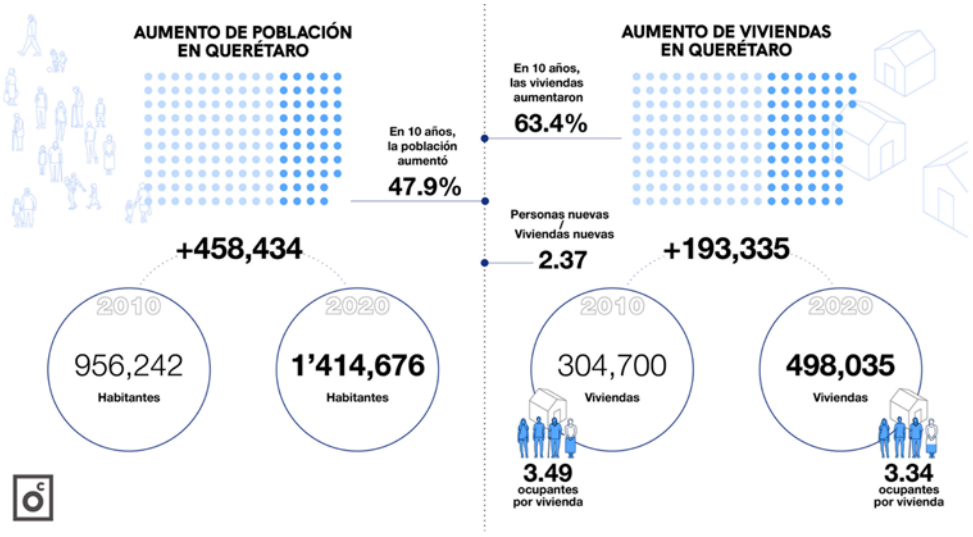


FIGURA 1.
Crecimiento poblacional y aumento en el número de viviendas en Querétaro del 2010 a 2020.

Nota. Adaptada de *Vivienda y expansión urbana: el caso de Querétaro* (Valdivia, R. 2022).

En la Figura 2, se muestra la expansión del área metropolitana; destacan la zona norte, noreste y noroeste de la mancha urbana. Los polígonos azules

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

indican las nuevas viviendas de 2020, las cuales representan el 45.69 % del crecimiento. Por otro lado, los grises denotan viviendas existentes en 2010. Al centro de la figura se observa un polígono de contorno negro que encierra las delegaciones Centro Histórico, Epigmenio González, Josefa Vergara y Hernández, y parte de Felipe Carrillo Puerto como las zonas con equipamientos prioritarios a menos de 15 minutos.

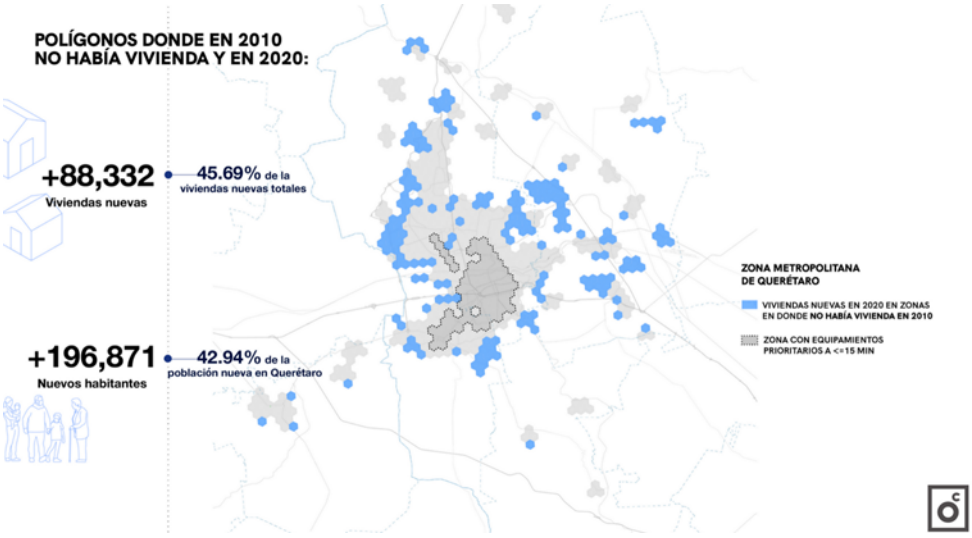


FIGURA 2.
Crecimiento de la mancha urbana.

Adaptada de *Vivienda y expansión urbana: el caso de Querétaro* (Valdivia, R. 2022).

A ese respecto, la población registrada en 2020 fue de 1 414 676 habitantes, de los cuales 281 154 fueron jóvenes en un rango de edad de 15 a 29 años. Tal cifra podría asociarse con la reciente promoción de las viviendas *loft* en las áreas norte y céntrica de la ciudad. El crecimiento demográfico y por ende el desarrollo de las universidades y sus reputaciones académicas contribuyen a la popularización del *loft* como espacio económico y privado.

Análisis de análogos

Para la ejecución del listado de estrategias, se decidió realizar un análisis teórico basado en el estudio de tres componentes:

— Las problemáticas del *loft* ofertado dentro de la ciudad.

— Ejemplos análogos de esta tipología en otros países.

— Estrategias de neuroarquitectura aplicadas en la vivienda.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Loft de la ciudad

Recientemente, dentro de la ciudad, las formas de vivienda han evolucionado a raíz del crecimiento demográfico; los *loft* han cobrado popularidad como alternativa de vivienda para estudiantes y profesionistas entre 20 a 30 años. Sin embargo, al ser una opción nueva, pocas viviendas presentan las estrategias indicadas para explotar la capacidad del espacio y proporcionar confort al usuario. A continuación, se expone un ejemplo publicitado como *loft* en un área cercana al Tecnológico de Monterrey, recabada de una página de uso común (Marketplace de Facebook) donde se publicitan opciones de renta de inmuebles.

Loft *1*

Ubicado sobre la calle de Reforma y ofertado en renta por una suma de $4 300.00 MXN mensuales, consta de una habitación, cocina, baño y área de trabajo. La vivienda presenta deficiencias de diseño: solo hay una ventana al lado de la cama, sufre errores de vestibulación, el baño y la cocina presentan una conexión directa, la ventana está fuera de escala y el mobiliario está mal distribuido; en general, el espacio está desperdiciado.

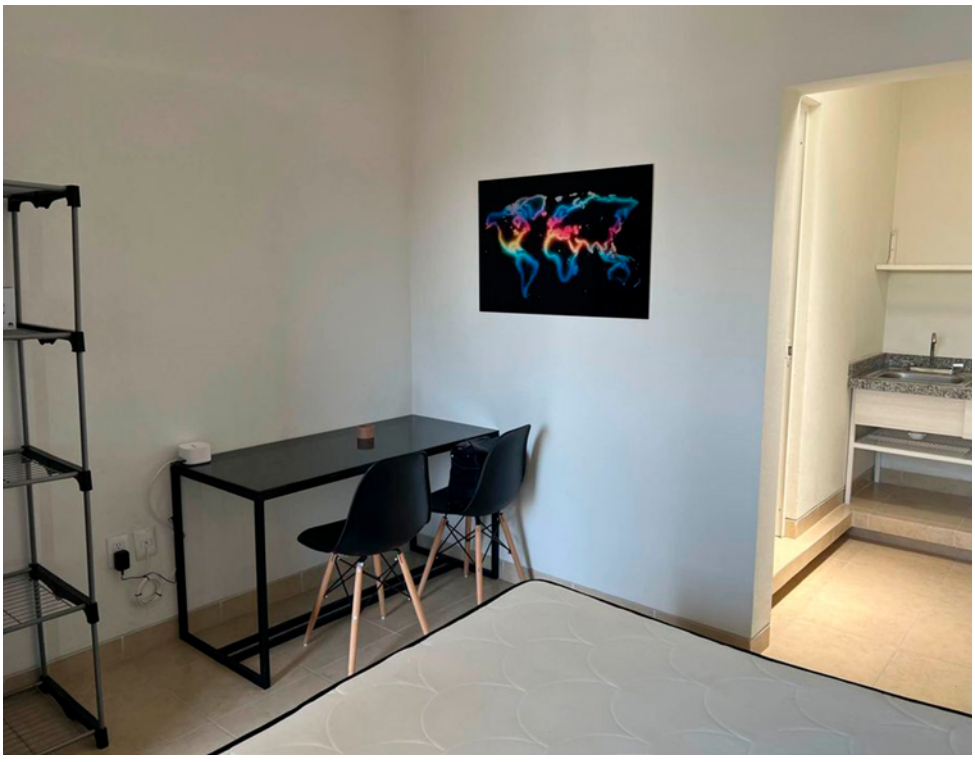


Figura 3.
Fotografía del *loft* ubicado en la calle Reforma.

Adaptada de Marketplace (Sáenz Rico, 2023).

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

El sitio descrito representa apenas una muestra de cuán deficientes son los espacios; el diseño ignora la comodidad humana y el acomodo de áreas y mobiliario en las viviendas posee poca o nula practicidad.

Loft en el extranjero

Para seleccionar el caso a analizar se tomará en cuenta uno de los países con graves problemas de expansión horizontal: Japón, que desde hace 2 décadas ha ido desarrollando el *loft* como un método de solución alternativa para los problemas habitacionales.

Viviendas en Nerima - Go Hasegawa: 23 m²

Se trata de un edificio de 7 niveles con 20 módulos de vivienda. El objetivo principal del diseño es proporcionar a sus residentes un hogar completo que transmita una sensación de acogimiento y amplitud. La planta está dispuesta de forma cuadrada y cuenta con 23.5 m², de los cuales 4.1 son públicos, 11 semipúblicos y 8.5 privados. El programa está compuesto de un *hall* de acceso, cocina con un área para mesa individual, terraza, baño y un dormitorio que puede usarse como área de estar.



FIGURA 4.
Plano de planta del *loft* Go Hasegawa en Japón.

Adaptado de *"Vivienda mínima del siglo XXI: soluciones en Holanda y Japón"* (Narváez Jiménez-Poyato, 2018)

El diseño logra una distribución eficiente que minimiza la distancia de circulación entre las áreas. Los recorridos incorporan cruces cómodos para lograr una transición fluida para el usuario de una zona a otra gracias a la incorporación de una terraza.

Estrategias de neuroarquitectura

La percepción del espacio surge de los recursos utilizados dentro de las habitaciones; estos influyen en la manera como el ser humano se desenvuelve y realiza sus actividades. A continuación, se desarrollan estrategias en torno

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

a factores específicos del diseño interior y arquitectónico que influyen sensorialmente en el usuario.

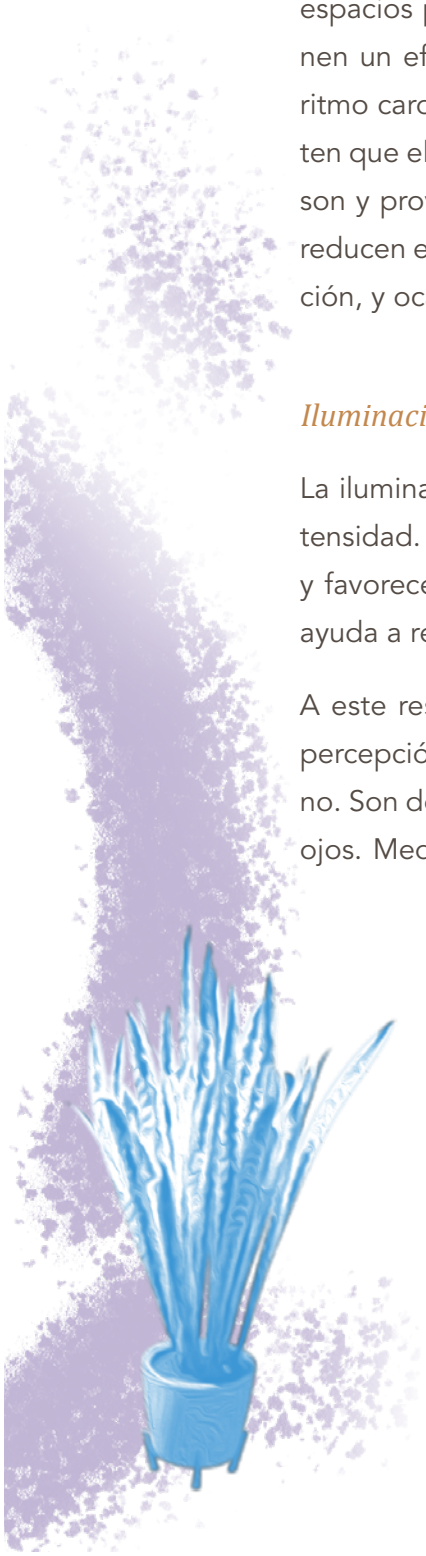
Color

Los colores pueden dividirse en dos grupos: tonos cálidos y fríos. Los primeros se relacionan con las emociones fuertes, y cuando abundan en los espacios pueden causar el aumento del ritmo cardiaco; los segundos tienen un efecto contrario: tranquilizan el sistema nervioso y disminuyen el ritmo cardiaco. Dentro de la vivienda, los colores con matices fríos permiten que el usuario perciba las habitaciones como más espaciosas de lo que son y provocan mayor relajación; las tonalidades cercanas a la naturaleza reducen el estrés. Por su parte, los cálidos causan mayor ansiedad o excitación, y ocasionan una percepción reducida del espacio.

Iluminación

La iluminación está determinada por dos factores: longitud de onda e intensidad. La luz con baja longitud de onda (fría) mantiene al usuario alerta y favorece la concentración; en cambio, la longitud de onda alta (cálida) ayuda a relajarse y conciliar el sueño.

A este respecto, el conjunto de luz natural y artificial también afecta la percepción de la vivienda e incide directamente en la salud del ser humano. Son dos órganos que requieren indiscutiblemente luz solar: la piel y los ojos. Mediante la piel se absorbe la vitamina D, encargada de fortalecer los huesos y el sistema inmunológico. En ese sentido, el uso de ventanas como proveedoras de luz solar ofrece un escape psicológico dentro de espacios reducidos.



Vegetación

Contar con vegetación dentro del hogar no solo posee una intención decorativa: es bien sabido que el contacto con la naturaleza a través de la incorporación de recursos naturales mejora la salud e incrementa el bienestar.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Mobiliario

La vivienda debe albergar todos los objetos importantes para el usuario, puesto que son la extensión de su identidad e ideología. Se debe enfatizar la flexibilidad del mobiliario y proponer un espacio con suficiente tamaño para realizar reposicionamientos, desarrollar y ejercitar la creatividad dentro del hogar. De tal modo, el mobiliario permite construir atmósferas al tiempo que se dividen espacios y focalizan miradas.

Alturas de entrepiso

La altura de una habitación repercute en la mente; los espacios con techos altos fomentan la imaginación y resultan convenientes para personas en el ámbito del diseño y la escritura, pues también intensifican la sensación de libertad. En cambio, los techos bajos acrecientan el pensamiento enfocado y mejoran la concentración.

Listado de estrategias

Con base en la información recopilada acerca de la neuroarquitectura, la situación actual de los *lofts* en Querétaro y la comparativa con los modelos extranjeros, se propone el siguiente listado de estrategias básicas. Estas pautas se presentan como una herramienta de apoyo para estudiantes y profesionistas que deseen habitar espacios de tipo *loft*, así como para futuros o actuales arrendadores que deseen mejorar las condiciones de sus inmuebles.

— Generar espacios con iluminación natural, tanto en zonas privadas como en las sociales. La luz solar produce una sensación de bienestar y comodidad, a la vez que disminuye la dependencia de la iluminación artificial y promueve el ahorro energético.

— Establecer una ventilación cruzada, en especial en baños y área de cocina. Esta estrategia es idónea para áreas donde se acumulen olores y vapores.

— Colocar vegetación dentro de la vivienda para mejorar las condiciones de habitabilidad del usuario. El contacto con la naturaleza tranquiliza y promueve el estado de ánimo.

— Contar con mobiliario de almacenamiento y organización en proporciones adecuadas a las necesidades requeridas.

— Enfatizar la privacidad. Toda vez que sea posible, la vivienda debe contar con la separación entre las áreas públicas e íntimas, ya sea por medio de divisiones físicas o psicológicas, por ejemplo, jerarquías de mobiliario o color.

— Aprovechar las temperaturas de color en la iluminación, dependiendo del uso que se quiera asignar a las áreas del *loft*. Si se considera un espacio de descanso, implementar la iluminación cálida; por el contrario, en caso de querer una zona de estudio o trabajo, introducir la fría.

— Adoptar colores claros y tonos cercanos a la gama natural en la decoración de la vivienda. En caso de tener un espacio reducido, hacer uso del color blanco sobre muros para crear una sensación de amplitud y luminosidad.

— Introducir mobiliario en escalas adecuadas al espacio. Al elegir los muebles o la vivienda previamente amueblada, asegurarse de que las proporciones del mobiliario permitan la circulación y el flujo cómodo por el espacio.

— Procurar el libre abatimiento de puertas. Al abrir una puerta, se debe usar la distancia total del vano para acceder al lugar.

Discusión y conclusión

El crecimiento de la ciudad de Querétaro ha generado una alta demanda de viviendas, lo que ha llevado a la popularización del *loft* entre los jóvenes. Sin embargo, las dificultades a las que se enfrenta la vivienda queretana no disminuirán en el futuro cercano. Por lo tanto, es fundamental reconocer el valor de una buena habitabilidad y comprender cómo influye

en el bienestar del ser humano. Así, el diseño de la vivienda constituye un factor activo en la salud mental y emocional del usuario.

El presente listado es un primer esbozo basado en la recopilación de información acerca de estrategias de neuroarquitectura cuya efectividad ha sido comprobada. Se centra en la situación actual de los *lofts* en Querétaro comparando su diseño con el modelo japonés, país que tiene más de dos décadas innovando esta tipología.

Finalmente, la implementación de estrategias de neuroarquitectura puede marcar la diferencia en el diseño del *loft* en la ciudad al proporcionar espacios funcionales, cómodos y acogedores. Estas estrategias permiten maximizar el aprovechamiento del espacio disponible, mejorando la calidad de vida y contribuyendo al bienestar. Empero, es necesario continuar investigando y refinando estas estrategias para mejorarlas, así como adaptarlas específicamente a las necesidades y actividades del usuario, con el fin de desarrollar una calidad de vida óptima.

Referencias

Agüera Malato, M. (2020). *Neuroarquitectura, la neurociencia como herramienta de proyecto* [Trabajo de fin de grado]. Universidad Politécnica de Madrid.

Almeida, B. y Palma, L. (2022). *Análisis desde la Neuroarquitectura de las viviendas unifamiliares de la Urbanización Ceibos del Norte y su repercusión en el estilo de vida y la salud mental de sus habitantes (post COVID)* [Tesis de licenciatura]. Universidad San Gregorio de Portoviejo.

AQ Acentor. (2021). *¿Qué es un loft? Características y tipos.* AQ Acentor. https://aq-acentor.com/que-es-un-loft-caracteristicas-y-tipos/

Bastons, M. (1994). Vivir, Habitar, Ciudad. *Anuario Filosófico*, 27, 541-566.

Carrera Andrade, M. y Ugalde González, T. (2022). *La Neuroarquitectura como estrategia de diseño de espacios hospitalarios* [Proyecto final de carrera previo a la obtención del título de Arquitectura]. Universidad del Azuay.

Castañeda Aller, L. (2017). *Arquitectura para neonómadas reflexión sobre el habitar contemporáneo* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Valladolid.

Contract Workplaces. (2019). *"Neuroarquitectura" por Víctor Feingold* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=fckJP-XEsXQ

Cravino, A. (2022). Lógicas del Habitar/Poéticas del Habitar. La construcción del espacio doméstico. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, *25*(164), 15-32.

Cuervo, J. J. (2008). Habitar: Una condición humana. *Iconofacto*, 43-51.

Estrella, V. (2023). *Precio de la vivienda en Querétaro se elevó 8.7 % durante 2022*. El Economista. https://www.eleconomista.com.mx/estados/Precio-de-la-vivienda-en-Queretaro-se-elevo-8.7-durante-2022-20230312-0016.html

Gil Carvajal, M. C. (2022). *Neuroarquitectura, una arquitectura centrada en la persona* [Tesis de licenciatura]. Universidad de Alcalá.

Habitar. (2024). *Etimologías de Chile. Diccionario que explica el origen de las palabras.* https://etimologias.dechile.net/?habitar

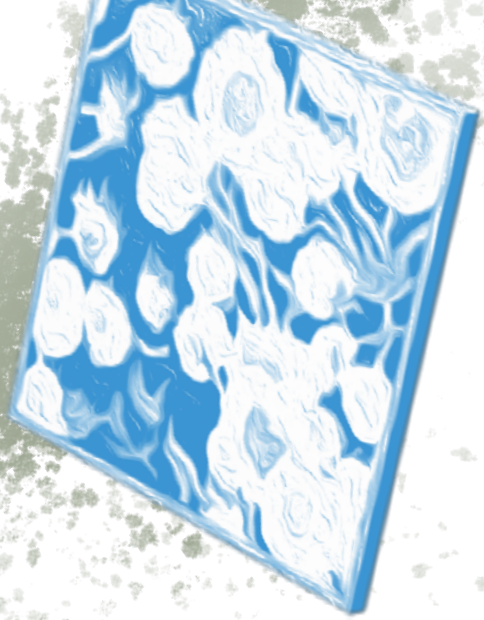
Hernández Ochoa, L. G. (2021). *Importancia de la Neuroarquitectura aplicada en la vivienda multifamiliar y en su entorno urbano* [Tesis de licenciatura]. Universidad Piloto de Colombia.

Jain, A. (s. f.). Psychology of Colours in Building Design. *IJESC*, *7*(4). Obtenido de https://es.scribd.com/document/477686590/4a54299ee023af131af5ecdbdc21c2ba-Psychology-of-Colours-in-Building-Design-pdf

Le Corbusier. (1999). *Precisiones respecto a un estado actual de la arquitectura y el urbanismo*. El apóstrofe.

Lei Xia, P. Y. (2020). *Neuroarquitectura: neurociencia aplicada a espacios educativos* [Trabajo de fin de grado]. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Martínez, Z. M. (2010). Revisar y repensar el habitar contemporáneo. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, 4-9.



Narváez Jiménez-Poyato, R. (2018). *Vivienda mínima del siglo XXI: soluciones en Holanda y Japón* [Tesis de licenciatura]. Universidad Politécnica de Madrid.

Neira, J. (2021). IKEA Japan is renting a tiny apartment in Tokyo for just $1 per month. *Designboom. Architecture & Design Magazine.* https://www.designboom.com/design/ikea-japan-tiny-apartment-1dollar-month-tokyo-11-26-2021/.

Ortiz Ochoa, G. A. (2020). *Lineamientos de la neuroarquitectura aplicados al diseño de una infraestructura escolar para mitigar los efectos del conflicto entre grupos armados en la población infantil de la comuna 8 en la ciudad de Villavicencio, Meta* [Trabajo de grado del magíster en Arquitectura de la Vivienda]. Corporación Universitaria del Meta.

Pedrero, C. (2018). Habitar. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales, 44*(132), 292-296.

Rahimi, N. y Masound Dabagh, A. (2018). Estudio del efecto mental del color en la arquitectura interior de los espacios de hospital y su efecto sobre la tranquilidad del paciente. *Revista científica del Amazonas, 1*(1), 5-20.

Sáenz Rico, M. (2023). Marketplace. 1 habitación 1 baño, Departamento. Facebook.com. https://www.facebook.com/marketplace/item/249082864401196/

Salingaros, N. (2015). Biophilia & Healing Environments Healthy Principles for Designing the Built World. *Terrapin Bright Green.*

Torres Pérez, M. E. (2021). Habitabilidad de la vivienda mínima y las ciudades en pandemia mundial: COVID-19 en Mérida, México. *Revista INVI, 36*(102), 352-383.

Valdivia, R. (2022). *Vivienda y expansión urbana: el caso de Querétaro.* Observatorio de Ciudades. https://observatoriodeciudades.mx/blog/vivienda-y-expansion-urbana-el-caso-de-queretaro/

Recibido el 2 de agosto de 2023, aceptado el 5 de diciembre de 2023. | ISSN: 2954-5145

04

ARQUITECTURA ARTIFICIAL: NUEVAS PERSPECTIVAS Y DESAFÍOS

ARTIFICIAL ARCHITECTURE: NEW PERSPECTIVES AND CHALLENGES



Licencia Creative Commons Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual 4.0 Internacional (CCBY-NC-SA 4.0)

Hugo Alejandro Estrada Vega

Universidad Autónoma de Querétaro,
Santiago de Querétaro, México

hestrada26@alumnos.uaq.mx

Resumen

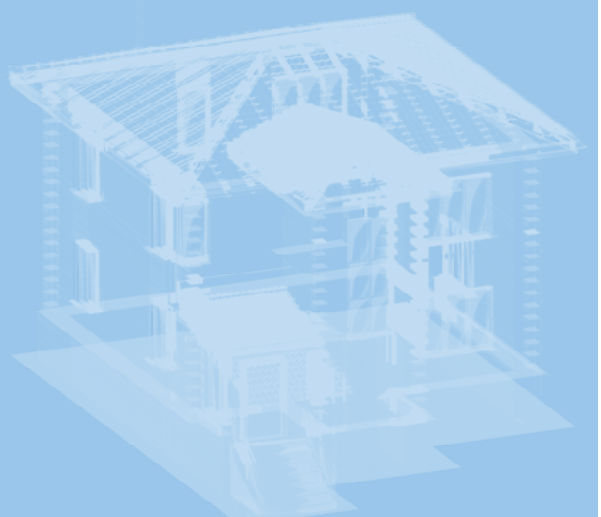
La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la forma de trabajo de numerosos sectores laborales en los últimos años, entre ellos el de la arquitectura. El objetivo del presente artículo es analizar el impacto de la IA en la arquitectura y determinar cómo esta tecnología contribuye a la calidad de los diseños, la eficiencia en el proceso de elaboración y la sostenibilidad a largo plazo, puesto que el campo se encuentra en constante cambio. Se tomaron en consideración las plataformas Midjourney, una IA creativa, y Architechtures, una IA en desarrollo, como ejemplos de herramientas que influyen actualmente. A partir de estos constructos, se plantean las ventajas del manejo de IA en la arquitectura, como la eficiencia y la generación de diseños a partir de parámetros específicos, y desventajas, como la pérdida de intervención humana y la dependencia a estas tecnologías.

Palabras clave: arquitectura, creatividad, IA, posibilidad, tecnología.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has transformed the working procedures of numerous sectors in recent years, including the field of architecture. The purpose of this article is to analyze the impact of AI on architecture and determine how this technology contributes to the quality of the designs, the efficiency in the elaboration process and its long-term sustainability, since this field is in constant change. The platforms Midjourney, a creative AI, and Architechtures, an AI in development, were taken into account as examples of tools that currently affect the field. Departing from these constructs, advantages in AI use were proposed, such as efficiency and design generation based on parameters, and disadvantages, such as human intervention loss and codependency.

Keywords: architecture, creativity, AI, possibility, technology.



SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Introducción

El objetivo principal del presente artículo es listar las ventajas y desventajas de la inteligencia artificial (IA) y su impacto en el campo de la arquitectura, así como en el proceso creativo de sus profesionales. Para tal fin, se llevó a cabo un análisis de recursos bibliográficos, casos prácticos y material multimedia de la opinión de arquitectos respecto de las contribuciones de esta tecnología.

La arquitectura es una disciplina técnica y creativa en constante evolución, pues debe adaptarse a las tendencias de cada época. En los últimos años, las IA han sido la nueva variable que entró en juego para el desarrollo de diseños. Esta tecnología emergente aporta perspectivas y oportunidades innovadoras que posibilitan explorar soluciones alternativas, optimizar los procesos de diseño y construcción, y adaptar los proyectos para satisfacer las necesidades y demandas de la sociedad actual.

Una IA creativa

La historia de la inteligencia artificial se remonta al año 1950 con Claude Shannon, quien desarrolló y programó una máquina para jugar al ajedrez de manera autónoma. Desde entonces, la tecnología ha avanzado en complejidad hasta lograr la conducción autónoma en vehículos; y su lista de aplicaciones prácticas se ha extendido hacia áreas tan diversas como la robótica y la medicina.

A pesar de aceptar la incorporación de las IA al ámbito laboral, se creía que la creatividad humana seguiría siendo indispensable: se consideraba absurdo que un programa pudiese competir con el ingenio de una persona. Sin embargo, en años recientes el mundo ha sido testigo de cómo las IA han revolucionado la forma como las personas interactúan con el mundo artístico, al ser capaces de crear obras de arte, música y literatura de manera automática. Un modelo perfecto de la evolución tecnológica en el panorama artístico es Midjourney: una plataforma líder en generación de obras de arte que se ha convertido en una notable fuente de inspiración innovadora al redefinir los límites de la creatividad. Su capacidad para generar imágenes a partir únicamente de descripciones textuales proporcionadas por el usuario demuestra el potencial ilimitado de la colaboración entre la

tecnología y la creatividad, y desafía las concepciones tradicionales sobre el proceso artístico (Figuras 1 y 2).



Figura 1.
Imagen de templos mayas en la jungla de noche iluminados por fuego. Generada con Midjourney.



Figura 2.
Imagen realista a la altura de los ojos del interior de una cafetería con paredes hechas de bloques de cristal. Generada con Midjourney.

SketchIN | Vol. 6 Núm. 11 | julio-diciembre | Facultad de Ingeniería | Universidad Autónoma de Querétaro | ISSN: 2954-5145

Cabe recalcar que, aunque el acelerado progreso de Midjourney se debe en principal medida a sus algoritmos y técnicas de aprendizaje automático, la interacción de los profesionales humanos con la plataforma es imprescindible para su continuo desarrollo.

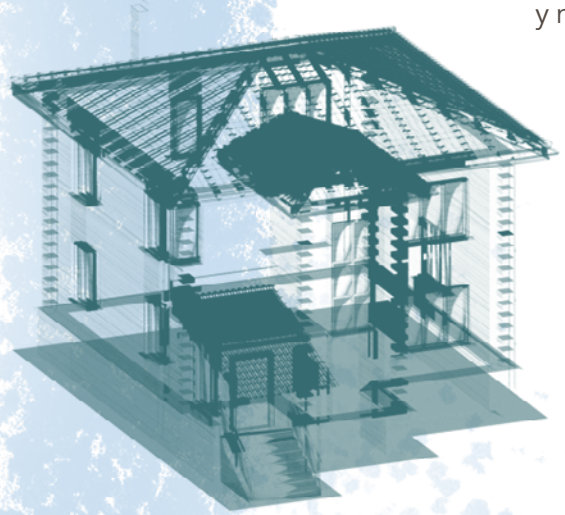
¿Y la arquitectura?

A lo largo de la historia, la arquitectura se ha transformado para satisfacer las necesidades cambiantes de la sociedad. Matthias Kohler, profesor de arquitectura y fabricación de la ETH (Escuela Politécnica Federal de Zúrich), considera que seguirán cambiando tanto el uso de materiales como las formas de construcción.

> ...la evolución de herramientas arquitectónicas: desde el papel y lápiz al uso de CAD y BIM. Innovaciones como Architechtures optimizarán diseño y tiempo, revolucionando el campo.

Las herramientas que los arquitectos utilizan para plasmar sus visiones y crear diseños para sus clientes y colaboradores también han progresado con el tiempo. Se inició con el uso exclusivo de papel y lápiz para el dibujo a mano alzada; y ahora, los programas de dibujo asistido por computadora (CAD por sus siglas en inglés) son las herramientas que agilizan el proceso de diseño al refinar la precisión de los proyectos.

Además, uno de los cambios revolucionarios en el campo y el que se afronta hoy en día es la adopción de los programas BIM (Building Information Modelling): softwares capaces de trazar modelos 3D inteligentes que se ciñen a las especificaciones de cada proyecto. Permiten simular y analizar aspectos como la estructura, planificación, rendimiento energético, geometría, materiales y mantenimiento a fin de minimizar errores al momento de la construcción.



Además, existen algunas herramientas en desarrollo, como la plataforma virtual Architechtures, que permiten visualizar la distribución de los espacios, siempre con las preferencias y necesidades de los usuarios en cuenta. Architechtures ha sido reconocido entre profesionales de la arquitectura por su logro en reducir considerablemente el tiempo de trabajo; de días o semanas a horas.

SketchIN



FIGURA 3.
Muestra de parámetros de *Architechtures*. Imagen obtenida de arqMANES.

Architechtures requiere de conocimientos especializados en el área, dado que la generación de los diseños se basa en parámetros técnicos específicos para que el modelo y los detalles tengan sentido. Dichos parámetros abarcan desde aspectos tan generales como la orientación, área y ubicación, hasta detalles como la distribución de espacio, altura máxima de los peldaños de escaleras y presupuesto del proyecto (Figura 3). Al ser capaz de recibir y cambiar datos para adaptar los diseños, la plataforma brinda a los profesionales constante retroalimentación para mejorar el diseño sin la necesidad de empezar desde cero.

El uso de softwares como Architechtures permite mejorar la productividad y asegurar la precisión de los planes arquitectónicos. En consecuencia, a medida que estas herramientas se desarrollan, se espera que desempeñen un papel cada vez más importante en el campo de la arquitectura.

¿Amenaza u oportunidad?

La idea de que las máquinas podrían reemplazar el trabajo humano ha devenido en una realidad. La tecnología se ha integrado a todos los sectores laborales: los administrativos; especializados, como en la programación y la medicina; y más recientemente, en los trabajos creativos. Se estima que para 2037 las máquinas reemplazarán el trabajo humano en un 47 % y para 2067, la totalidad de los trabajos estarán automatizados.

Con el potencial de los programas para agilizar el trabajo de los arquitectos, no es de sorprender que las IA se incorporaran tan fácilmente una vez

que se popularizaron sus aplicaciones. Sin embargo, a pesar de la impresionante capacidad de las IA de analizar exhaustivas cantidades de datos para simular todo tipo de escenarios, generar diseños arquitectónicos eficientes y servir como una fuente de inspiración específica, su aceptación por los profesionales de la disciplina es todavía parcial. Así, surge la duda: ¿su incorporación es beneficiosa o perjudicial?

Sus ventajas son:

— **Mayor eficiencia.** El manejo de tareas repetitivas y tediosas por la IA le ahorra tiempo a los profesionales.

— **Optimización de diseños.** El análisis de múltiples especificaciones para desarrollar la simulación de los modelos arquitectónicos permite anticipar problemas a futuro o adecuar proyectos según las necesidades del cliente.

— **Creaciones innovadoras.** Las imágenes generadas por las IA sirven de fuente de inspiración para los proyectos y pueden ofrecer soluciones de diseño.

Sus desventajas son:

— **Pérdida de control humano.** A medida que la IA asume más labores, los arquitectos pierden el mando sobre el proceso creativo y las decisiones.

— **Dependencia de información especializada y precisa.** Los datos inexactos o incompletos del proyecto resultan en modelos erróneos o sesgados.

— **Insensibilidad.** Las IA presentan dificultades para comprender el contexto cultural, social y emocional para el desarrollo, relevancia y construcción de los diseños generados.

— **Dependencia tecnológica.** El uso excesivo de la tecnología puede llevar a los arquitectos a perder habilidades básicas del campo y limitar su capacidad.

Conclusión

La tecnología ha revolucionado la forma en que los arquitectos abordan sus proyectos, al abrir un mundo de posibilidades de diseño, innovación y construcción con la llegada de los CAD, BIM e IA. Sin embargo, es imperativo que prevalezcan las habilidades humanas y evitar que la tecnología asuma el mando de los proyectos. A pesar de estos avances tecnológicos, el toque personal y la visión creativa del arquitecto permanece fundamental en el planteamiento y la ejecución de proyectos de edificación.

Es indispensable para los profesionales de la arquitectura mantenerse actualizados y adaptarse a los avances tecnológicos, ya que en un entorno cada vez más digitalizado y automatizado, el dominio de las nuevas herramientas y técnicas informáticas se han vuelto imprescindible. Aquellos que se resistan al cambio corren el riesgo de rezagarse en un campo tan competitivo como lo es la arquitectura.

Referencias

Arq Inu. (2023). *¿El fin del Arquitecto? O un nuevo comienzo? La inteligencia Artificial en la Arquitectura* [Video]. Youtube https://www.youtube.com/watch?v=AIKzSJBibkg

arqMANES. (2023). *Plantas de ARQUITECTURA en SEGUNDOS con inteligencia artificial | Architechtures Finch 3D PlanFinder* [Video]. Youtube https://www.youtube.com/watch?v=qBmRyFbkJUk

Borglund, C. (2022). Artificial Intelligence in Architecture and its Impact on Design Creativity. KTH *Royal Institute of Technology*.

Coronado Rubio, A. F. (2022). Hacia una nueva apertura en la arquitectura: El efecto de la inteligencia artificial en la disciplina de la arquitectura. *Un nuevo futuro para la arquitectura*, *1*(1).

Durand-Labán, J. L. (2019). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la arquitectura: caso de estudio: predicción de tipos de espacio usando Grasshopper y Rhinoceros. *Paideia XXI*, *9*(2). DOI: 10.31381/paideia.v9i2.2760

Herton, S. (2023). *Inteligencia Artificial en la Arquitectura:*

¿CÓMO FUNCIONA? [Video]. Youtube https://www.youtube.com/watch?v=LZZ4VOaeNdo

Novoa Rubio, J. J. (2022). *Integración de las Tecnologías de Inteligencia Artificial en el Quehacer Arquitectónico* [Tesis de licenciatura]. Universidad Piloto de Colombia.

Picon, A. (2020). What About Humans? Artificial Intelligence in Architecture. En Yuan, P. F., Xie, M., Leach, N., Yao, J. y Wang, X. (Eds.), *Architectural Intelligence* (15-29). Singapur: Springer.

Requena, F. C. (2020). Inteligencia artificial y/o el arquitecto. *Limaq*, 006, 129-140. DOI: 10.26439/limaq2020.n006.4820

Rico Sesé, J. (2020). El diseñador gráfico en la era de la Inteligencia Artificial. *EME Experimental Illustration, Art & Design*, *8*(8), 66-73.



