

La percepción de los profesionales de la construcción sobre temas de edificación sustentable en México y Chile

The perception of construction professionals on sustainable building issues in Mexico and Chile

Luis Alejandro Ramírez-Mancilla

Universidad Mexiquense del Bicentenario Tultitlán (México)
Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad Ingeniero Industrial UPIICSA-IPN (México)
Maestría en Ciencias en Estudios Interdisciplinarios para Pymes UPIICSA-IPN (México)
Doctor en Ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, CINVESTAV-IPN (México)

 <https://scholar.google.com/co/citations?hl=es&user=izmdqn0AAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-0387-7241>

 laramirezm@cinvestav.mx

José Víctor Calderón-Salinas

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (México)
Departamento de Bioquímica
Médico cirujano, UADEC (México)
Maestría en Ciencias en la Especialidad de Bioquímica, CINVESTAV-IPN (México)
Doctor en Ciencias en la Especialidad de Bioquímica, CINVESTAV-IPN (México)

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=JxKhDugAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0001-6972-6270>

 jcalder@cinvestav.mx

Yasuhiro Matsumoto-Kuwabara

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (México)
Departamento de Electrónica del Estado Sólido
Ingeniero en Electricidad con Especialidad en Electrónica, ESIME-IPN (México)
Maestría en Ciencias en la Especialidad de Ingeniería Eléctrica, CINVESTAV-IPN (México)
Doctor en Ciencias en la Especialidad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Osaka, Japón.

 <https://scholar.google.com/citations?user=zAvPDngAAAAJ&hl=en>

 <https://orcid.org/0000-0003-1160-9324>

 [ymatsumoto@cinvestav.mx](mailto:yamatsumoto@cinvestav.mx)

Resumen

El crecimiento poblacional se encuentra directamente ligado a la edificación; por tal motivo, resulta fundamental ser eficientes con los recursos, pues todo en un marco de desarrollo sustentable y su adopción dentro de los procesos constructivos es un tema de investigación importante. Mientras que investigaciones basadas en encuestas postocupación (POE) son una forma común de abordar el tema, poco se conoce de la forma como los actores de la construcción perciben e incorporan las prácticas de uso eficiente de los recursos para con sus actividades. En el presente trabajo se muestran los resultados de una encuesta pre-ocupación (EPO) diseñada a partir de las certificaciones LEED y BREEAM, la norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, el Programa de Construcción de Edificaciones Sustentables (PCES), la Certificación de Edificaciones Sustentables (CES) y la Certificación de Estándares de Construcción Sustentable en Chile (ECSC). La encuesta estuvo dirigida a profesionales de la construcción en México y Chile, y a raíz de ella se encontró que hay bajo conocimiento y poco empleo de tácticas de edificación sustentable entre la población objeto de estudio; cabe concluir que las técnicas que utilizan están orientadas a la optimización de costo.

Palabras clave: certificaciones; desarrollo; encuestas pre-ocupación; eficiencia; normas

Abstract

Population growth is directly linked to construction, for this reason it is essential to be efficient with resources, all within a framework of sustainable development, and its adoption within construction processes is an important research topic. While research based on Post-Occupancy Surveys (POE) is a common way to address the issue, little is known about the way in which construction stakeholders perceive and incorporate efficient resource use practices into their activities. This paper shows the results of a Pre-Occupancy Survey (EPO) designed based on the LEED and BREEAM certifications, the Mexican standard NMX-AA-164-SCFI-2013, the Sustainable Building Construction Program (PCES), the Certification of Sustainable Buildings (CES) and Sustainable Construction Standards in Chile (ECSC). The survey was aimed at construction professionals in Mexico and Chile, finding that there is low knowledge and use of sustainable building tactics and it is concluded that the techniques they use are oriented to cost optimization.

Keywords: certifications; development; efficiency; pre-occupation surveys; standards

Introducción

En 2020, el 68% de la población llegó a vivir en ciudades (Ordás, 2020), por lo cual el acceso a viviendas adecuadas y asequibles es fuente de conflicto para las economías emergentes (Dave et al., 2016). A este problema se adiciona la necesidad de considerar criterios ambientales y sociales que, por ser tan necesarios, deberían estar al mismo nivel que los criterios estético, económico y funcional para una construcción (Coma et al., 2016).

Se ha calculado que la industria de la construcción acapara más del 40% de la energía global; los edificios, consumen más del 30% del uso final de la energía y representan el 41% del consumo total de energía en Estados Unidos (Basbagill et al., 2013) y, adicionalmente, producen el 40% de las emisiones de CO₂ (Buyle et al., 2013).

Adicionalmente, por cuestiones de fabricación de materiales, transporte y construcción, las viviendas son las responsables del 60% de las emisiones de CO₂ en Estados Unidos (Motuziene et al., 2016). En ese sentido, es fundamental contar con estrategias de edificación sustentable, que abarquen el proceso de construcción del edificio; la vida útil de dicho edificio también es una preocupación de carácter global. Del informe de la ONU *Nuestro futuro común*, conocido también como *Informe Brundtland*, se desprende una de las definiciones más ilustrativas de *desarrollo sustentable*: “[es] El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1987, p. 24).

Para afrontar el reto de la sustentabilidad en la construcción, países desarrollados, como Estados Unidos, han impulsado instrumentos de evaluación y certificación: por ejemplo, el Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), que se utiliza para calificar edificaciones ya construidas. Por otro lado, la certificación Building Research Environmental Assessment Methodology (BREEAM), originada en Reino Unido, permite determinar el nivel de edificación sustentable de un inmueble antes de su construcción. Estas certificaciones incorporan de manera efectiva la sustentabilidad a las etapas de diseño y construcción de edificios (Altomonte & Schiavon, 2013); así mismo, son las herramientas de evaluación predilectas por los contratistas. Sin embargo, los inicios de la edificación sustentable se remontan a Paolo Soleri, que en 1960 empató dos palabras: *ecología* y *construcción*, con las cuales acuñó una nueva idea, que denominó *construcción ecológica*. Luego, en 1969, con el lanzamiento del libro *Diseñando con la naturaleza*, de Lennox McHarg, nació el concepto *arquitectura ecológica* (Li et al., 2014, p. 1).

A partir de entonces se ha ido afinando el concepto de edificación sustentable. Según Serpell et al. (2013), en la actualidad se cuenta con varias técnicas y aplicaciones relacionadas con la construcción lo que la convierte por consecuencia en un emblema de la sustentabilidad, respondiendo a la necesidad de mejorar los factores económico, social y bajo impacto ambiental.

En 2013 Chile creó un documento llamado Estrategia Nacional para la Construcción Sostenible (ENCS), incluyendo como prioridad la enseñanza de ingenieros y de arquitectos orientada a la edificación sustentable (Valdés & Mellado, 2018). En 2014 se creó la Certificación de Edificio Sustentable (CES), y en 2016, los Estándares de Construcción Sustentable en Chile (ESCS).

Por su parte, en México se cuenta con una norma no obligatoria (NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable-Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos), al igual que con el Programa de Construcción de Edificaciones Sustentables (PCES). Sin embargo, las principales ciudades del país tienen patrones de urbanización que omiten la norma, derivado ello de su carácter no vinculatorio (Visuet, 2010). Dado el carácter normativo de dichos instrumentos nacionales, y esperando que esté consolidado en temas de sustentabilidad en la construcción, resulta necesario plantear la pregunta de adopción de aquella reglamentación a los diferentes actores involucrados en la edificación. Específicamente, se busca responder mediante la presente investigación a la pregunta: *¿Qué tan conocidas y aplicadas son las diferentes estrategias de sustentabilidad en la construcción por parte de los diferentes actores de la industria constructora en Chile y México?*

A modo de hipótesis, se puede asumir que los diversos actores de la construcción de México y Chile evidencian un bajo nivel de aplicación y de adopción de las normativas y las certificaciones nacionales de edificación sustentable, así como de los principales indicadores que son necesarios para comenzar una transición orientada a la sustentabilidad a escala internacional.

Para responder a la pregunta planteada y corroborar la hipótesis, se elaboró una encuesta orientada a los profesionistas de la construcción, tomando como referencia los indicadores LEED y BREEAM, la normativa NMX AA-164-SCFI-2013 y el PCES de México y la CES y los ESCS de Chile. Para diferenciar este trabajo de otras investigaciones se omitieron las POE, dirigidas a obtener información de los usuarios finales de los inmuebles, respecto al funcionamiento de las edificaciones. En su caso, las EPO tienen la ventaja de que no se necesita realizar la encuesta en persona y se puede conocer la percepción de los profesionales de la construcción y su grado de “experticia” antes de edificar; sin embargo, una dificultad es la baja tasa de respuesta de las encuestas ya que del 100% de correos enviados solo nos contestó el 8% de los profesionales de la construcción en ambos países.

Los resultados permitieron evaluar el nivel de conocimiento y la adopción de las estrategias por parte de los profesionistas en ambos países. No obstante ser un trabajo regional, consideramos que los resultados permiten aproximarnos al nivel de sustentabilidad de las economías emergentes en América, y contribuyen a la discusión sobre las dificultades y las oportunidades de adopción de estrategias de sustentabilidad en la industria de la construcción.

Metodología

La metodología desarrollada consistió en el diseño de una encuesta aplicable a profesionales de la construcción, y que tuvieran relación directa con la edificación de inmuebles, el cálculo del tamaño de la muestra requerida, la elección de los encuestados, la distribución de las encuestas y su análisis.

Diseño de la encuesta

La encuesta fue diseñada con base en tres apartados con respuesta de opción múltiple, y una final, abierta para comentarios. Se consideraron dos instrumentos internacionales de certificación: LEED y BREAM; también,

dos instrumentos locales de carácter normativo: la NMX AA-164-SCFI-2013 y el PCES para el contexto de México, y los ESCS y la CES, para el de Chile.

El primer apartado consta de tres preguntas orientadas a recabar la información general del encuestado: ubicación geográfica, experiencia profesional y rol dentro de la industria de la construcción. Adicionalmente, se incluyeron dos preguntas sobre estrategias de promoción y beneficios asociados a la edificación sustentable. El segundo apartado consta de dos preguntas. La primera, en relación con el conocimiento de los cuatro instrumentos base, y la segunda, en relación con la incorporación de dichos instrumentos en su quehacer profesional. En el tercer apartado se enlistaron los cuatro instrumentos base y cinco Estrategias de Edificación Sustentable (EES).

Para proceder con los criterios que coincidían, se analizaron las certificaciones mencionadas. Posteriormente se seleccionaron las estrategias más representativas y se escogieron cinco estrategias principales, y para cada una se derivaron cuatro estrategias secundarias; todas ellas, con el objetivo de cubrir los criterios más significativos de edificación sustentable y su puntuación, como se observa en la tabla 1.

Para cada estrategia se formuló una pregunta en relación con el nivel de aplicación en las actividades por parte de los diferentes profesionales de la construcción en ambos países, y se utilizó como métrica la escala Likert: Poco frecuente, Frecuente y Muy frecuente.

Estimación del tamaño de la muestra

Para estimar el tamaño de la muestra, se consideró una población con las siguientes categorías de respuesta: Poco frecuente, Frecuente y Muy frecuente, y utilizando el método de Thompson (Thompson, 1987) para la estimación simultánea de proporciones multinomiales, con un nivel de significancia de $\alpha=0,1$, donde se buscó tener una potencia de la prueba del 90%, con un error del 10%, con los parámetros ya descritos. Con un margen de error de $\pm 0,1$ en relación con las proporciones de la población, sustituimos $d^2n=1,00635$ de la tabla de Thompson (1987) y $\alpha^2=0,1^2$ en la expresión, $\frac{d^2n}{\alpha^2}$ para obtener $1,00635/(0,1)^2=100,63$, lo que resulta en una $n=100,6$, y define, por tanto, un tamaño de muestra mínimo de $n=101$.

Selección de la muestra

La selección de la muestra se delimitó a los cinco estados mexicanos con mayor representatividad productiva, medida en términos de la concentración de empresas dedicadas al ramo de la construcción con respecto al total nacional, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México. Los estados seleccionados fueron: Nuevo León (7,25%), Jalisco (7,15%), Ciudad de México (7,11%), Guanajuato (5,23%) y Querétaro (5,22%) y que sumados representan el 31,55% del total de las empresas constructoras del país. Todos ellos son estados que cuentan con un Plan de Desarrollo Urbano Sustentable impulsado por el Estado.

Para el caso de Chile, la selección de la muestra se delimitó a las empresas constructoras que se encontraran incorporadas al directorio de la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC). En ambos casos se encontraron todos los encuestados en los sitios y los directorios previamente mencionados.

Distribución de las encuestas

El envío y la recopilación de encuestas se hicieron durante marzo y abril de 2019. Se enviaron 730 correos a los profesionistas en México, y 1.100, a los profesionistas de Chile. Para ello, se utilizó la plataforma "e-encuesta", donde se generó una URL que se utilizaba para enviar un correo. Posteriormente, al cabo de una semana, se hacía un recordatorio a los profesionistas que no habían contestado la encuesta; el máximo de recordatorios por correo enviado fue de tres.

Gestión y análisis de datos

Los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos diseñada con MS Excel (Microsoft® Excel, Washington, 2018), y exportado a Paquete Estadístico R Studio, para realizar un análisis que incluyó medias, medianas, diferencia estándar, prueba de Shapiro-Welk y la de χ^2 con $p < 0,05$. Estas pruebas nos permitieron saber si existía una diferencia significativa entre los grupos de encuestados.

EES\ certificación o norma	LEED Versión 41	BREEAM2	Norma NMX-AA-164-SCFI-20133	PCES4	ECSC5	CES6
Localización	Localización y transporte (p. 12)	Transporte (p. 166)	Suelo (p. 26)	No aplica	Entorno inmediato (Tomo I)	No aplica
Agua	Eficiencia en agua (p. 50)	Agua (p. 195)	Agua (p. 46)	Agua (p. 40)	Agua (Tomo III)	Agua (p. 40)
Energía	Energía y atmósfera (p. 62)	Energía (p. 115)	Energía (p. 32)	Energía (p. 29)	Energía (Tomo II)	Energía (p. 29)
Materiales	Materiales y recursos (p. 82)	Materiales (p. 218)	Materiales y residuos (p. 49)	Residuos sólidos (p. 51)	Materiales (Tomo IV)	Residuos (p. 51)
Confort	Calidad Ambiental interior (p. 101)	Salud y bienestar (p. 74)	Calidad del ambiente interior (p. 59)	Calidad de vida (p. 59)	Salud y bienestar (Tomo I)	Calidad de vida (p. 59)

Tabla 1. Principales estrategias obtenidas de los instrumentos de certificación en ambos países.

Fuente: elaboración propia (2021).

Nota: con base en datos de: 1) Leadership in Energy & Environmental Design (2014); 2) Building Research Environmental Assessment Methodology (2011); 3) Sustainable Building-Criteria and Minimal Environmental Requirements (2013); 4) Programa de Construcción de Edificación Sustentable (2012); 5) Estándares de Construcción Sustentable en Chile (2016), y 6) Certificación Edificio Sustentable (2014). CC BY-NC-ND.

Resultados

Para el caso de México se enviaron 730 encuestas, y se recibieron 106 respuestas, lo cual representa una tasa responsiva del 15%. Ciudad de México tuvo la mayor tasa de respuesta (20%), seguida de Guanajuato (17%), Jalisco (16%), Nuevo León (14%) y Querétaro (11%). El total de los encuestados lleva más de cinco años laborando en la construcción como ejecutivos, y el 60% del total trabajan específicamente en el sitio de la edificación. El 41% de los encuestados fueron ingenieros civiles, mientras que el 33% fueron arquitectos y el 26% no tiene una profesión orientada a la construcción.

Según lo que se muestra en la figura 1, los profesionistas de la construcción declaran de forma similar en Chile y México respecto a los nuevos clientes que demandan construcción sustentable, con el 49% para Chile y el 41% para México lo consideran como el mayor beneficio de incorporar la sustentabilidad a sus prácticas. A ello le seguiría unirse a una tendencia mundial, con el 43% y el 41%, respectivamente. Menores beneficios suponen en el hecho de tener competitividad, con el 23% y el 19% respectivamente, y el ahorro de costos, con el 19% y el 25%, respectivamente. Cabe mencionar, además, que no existió diferencia significativa en las respuestas entre ambos países.

Los profesionistas tanto en México como en Chile coinciden al declarar que la opción más viable para motivar el uso de estrategias sustentables son los incentivos fiscales, que tienen una respuesta favorable para Chile (51%) y para México (50%) (figura 2). La siguiente alternativa

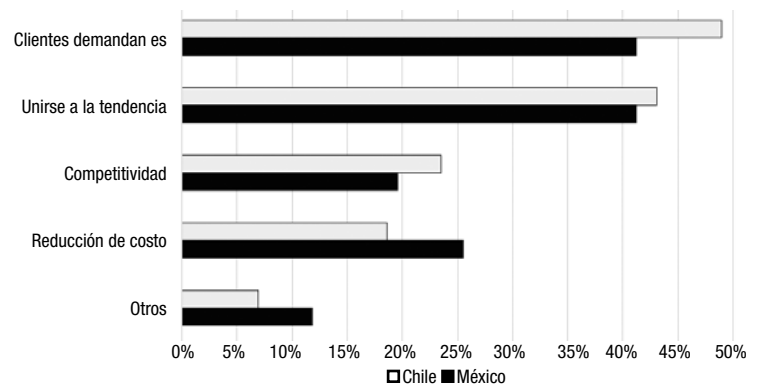


Figura 1. Porcentaje de respuestas de los profesionistas de la construcción en México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$): Beneficios que, suponen, se incrementarían si se llevara a cabo la edificación sustentable (ES).

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

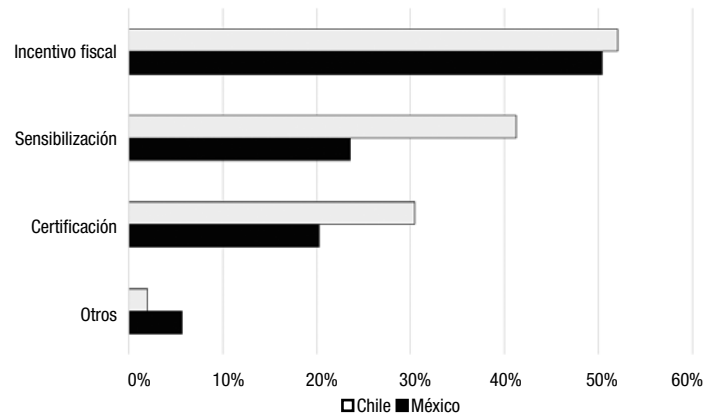


Figura 2. Porcentaje de respuestas de los profesionistas de la construcción en México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$): Tipos de líneas de acción que, consideran, podrían promover la edificación sustentable * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

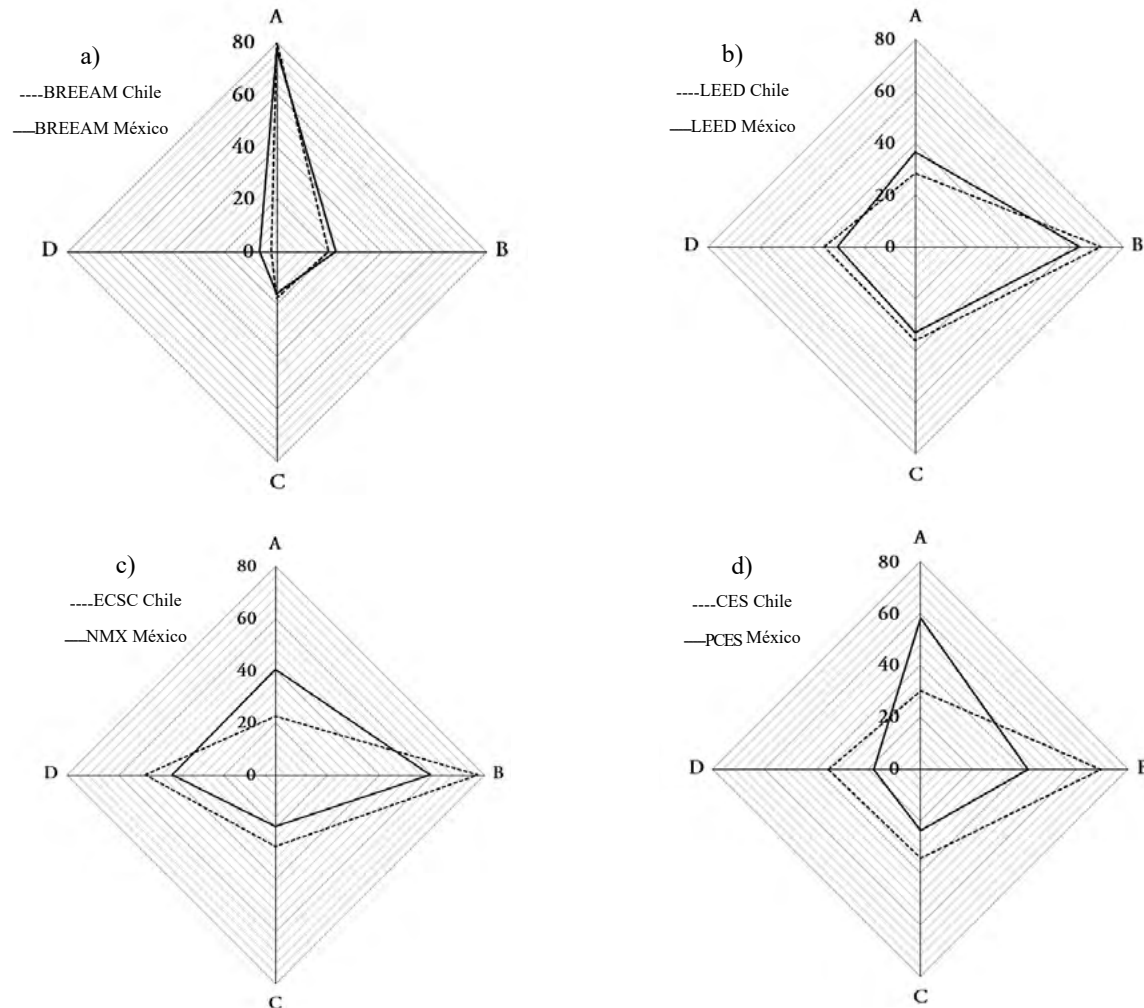


Figura 3. Porcentaje del grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los profesionistas de la construcción: a) BREEAM, b) LEED, c) PCES y NMX, d) CES y ECSC en México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) (A = No la conoce, B = Sí la conoce, C = Se conoce y no se aplica, D = Se conoce y se aplica) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

sería sensibilizar a los profesionales de la construcción, con el 41% y el 24%, respectivamente, lo que mostró una diferencia significativa entre la respuesta de los profesionales en Chile y en México. Por último está la necesidad de una certificación, con el 30% y el 20% para Chile y México, respectivamente, sin mostrar una diferencia estadísticamente significativa, como se muestra en la figura 2.

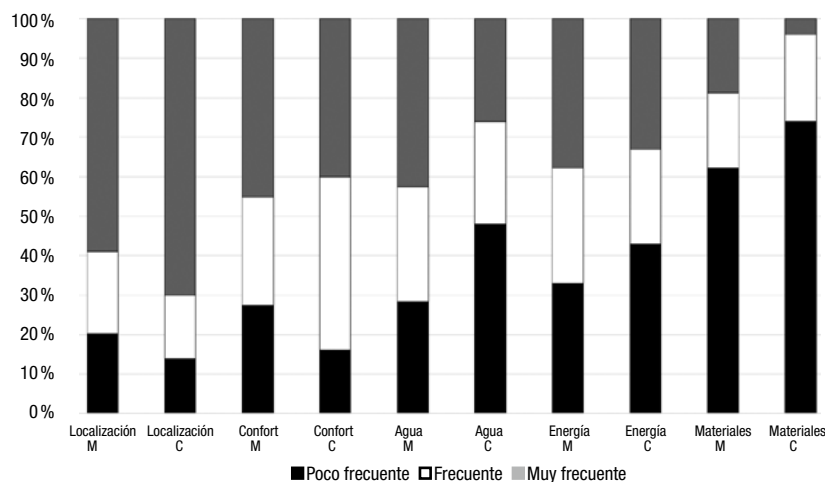


Figura 4. Porcentaje, declarado por los encuestados, de utilización de estrategias principales de construcción sustentable, consideradas en el presente trabajo para México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

En Chile y en México, la certificación que se conoce con menor frecuencia es BREEAM, con el 80% y el 77%, respectivamente, y el empleo de esta es del 2% y el 6%, respectivamente; mientras, la más conocida es LEED, con el 72% para Chile y el 63% para México, y según los encuestados, se aplica en el 35% y el 30%, respectivamente (Figura 3.B). Mientras los encuestados declaran que las certificaciones locales tienen un conocimiento por parte de los profesionistas en ECSC (78%) en Chile, y la NMX (59%) en México, adicionalmente declaran que la aplicación es del 50% y el 40%, respectivamente. Los instrumentos de los que declaran tener el menor nivel de conocimiento son la CES (70%) y la PCES (24%) para Chile y México, respectivamente, y con una aplicación del 30% para la CES, y del 18% para la PCES, como se observa en la figura 3.D, y fue la única gráfica en donde se observa una diferencia estadísticamente significativa entre la respuesta de los profesionales de la construcción en México y en Chile.

En la figura 4 se puede observar cómo entre las estrategias principales, la que se declara en México como la utilizada con menor frecuencia son los materiales (62%), que es un resultado parecido al de Chile (74%). La siguiente estrategia en la lista fue la energía, con el 33% para México y el 43% para Chile. Sin embargo, la localización y el sitio fue la estrategia que declararon que se aplica frecuentemente, con el 59% en México y el 70% en Chile. Le siguen: el confort, con el 45% y el 40% para México y Chile, respectivamente, y el consumo de agua, con el 43% para México y el 26% para Chile. Para ambas estrategias principales, existe una diferencia significativa en la respuesta de los profesionistas de la construcción, según la prueba de χ^2 .

Como se puede observar en la figura 5, en cuanto al tema de localización y sitio, los profesionistas de la construcción declaran que la reutilización (construir en áreas abandonadas) es la que se aplica con menor frecuencia tanto en Chile (66%) como en México (62%); le sigue la infraestructura, con el 32% y el 47%, respectivamente; sin embargo las estrategias que declaran emplear con mayor frecuencia son: construir en áreas cercanas a los servicios, con el 74% y el 62%, respectivamente, y las edificaciones cercanas al transporte, con el 64% para Chile y el 33% para México; entre ambas, pues, existe en ambos países una diferencia significativa entre la respuesta de los profesionistas según la prueba χ^2 .

Para el uso eficiente del agua, los encuestados declararon que se utilizan con mayor frecuencia la estrategia de riego reducido que para Chile tuvo el 84%, y para México, el 75% con menor frecuencia, y con una diferencia significativa según la prueba de χ^2 . Otra estrategia similar en respuestas fue la estrategia de agua tratada, que tuvo el 83% y el 73%, respectivamente, mientras que la de recolección pluvial obtuvo el 87% en Chile y el 64% en México. La estrategia que declaran usar con mayor frecuencia en ambos países es la optimización del recurso hídrico: en Chile se emplea en el 46%, y en México, en el 65% (Frecuente-Muy frecuente, como se muestra en la figura 6), donde, adicionalmente, hubo una diferencia significativa entre la forma de responder por parte de los profesionistas en Chile y México, según la prueba de χ^2 .

En la figura 7 se muestran los resultados, que fueron similares para Chile y México, en el tema de las estrategias para el uso eficiente de energía, y donde energía renovable en la construcción cuenta con el 80% para Chile, y con el 74%, para México. Le sigue el uso del calentador solar, con el 73% y el 56%, respectivamente; según la prueba

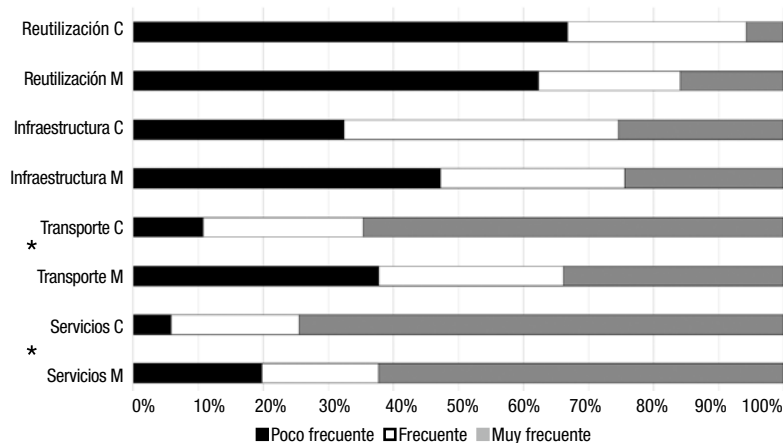


Figura 5. Porcentaje de aplicación, según los encuestados, de estrategias particulares de construcción sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a localización y sitio. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

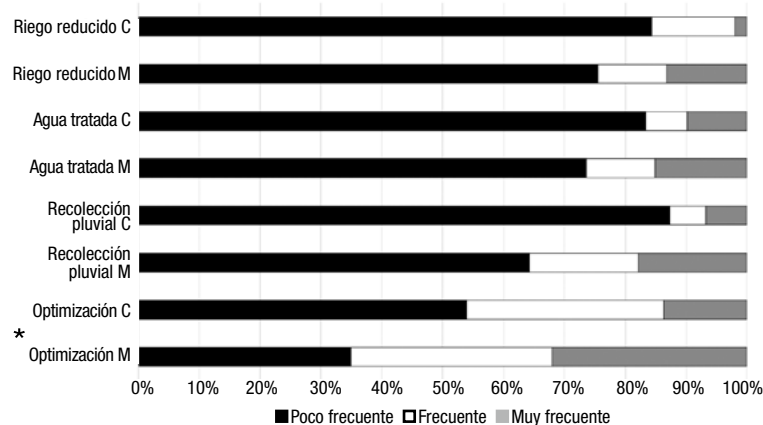


Figura 6. Porcentaje de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a consumo de agua. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

de χ^2 , hay una diferencia significativa en la respuesta de los encuestados en ambos países. Por último, la iluminación natural se usó con mayor frecuencia, con el 26 % para Chile y el 36 % para México, además de la aplicación de iluminación de bajo consumo energético, con el 32 % y el 35 %, respectivamente.

La figura 8 muestra los resultados de lo que declararon los encuestados en cuanto al tema de confort, donde las estrategias que resaltaron por su menor frecuencia fueron las paredes y los techos verdes, con resultados similares en Chile (82%) y México (81%). La accesibilidad fue la estrategia que siguió en la lista, con el 37% y el 44% para Chile y México, respectivamente. Las estrategias que declaran utilizar con mayor frecuencia son el uso de iluminación natural: para Chile fue del 77%, y para México, del 76% (Frecuente-Muy frecuente). Otra estrategia que mencionan con frecuencia es la de edificación de, mínimo, 60 m², que obtuvo el 70% y el 60% para Chile y México, respectivamente. En ninguna de las estrategias mencionadas hubo diferencia significativa entre la respuesta de los profesionales de la construcción en ambos países.

La figura 9 permite visualizar los resultados en el tema de materiales, donde también, en su mayoría, las respuestas de los encuestados fueron similares para ambos países. En ambos, los encuestados declararon que las estrategias utilizadas con menor frecuencia son el uso de materiales reciclados para la construcción, con el 94% para Chile y el 70% para México, con diferencia significativa. Le sigue la estrategia de usar materiales que se puedan reciclar, con el 83% y el 70%, respectivamente. Posteriormente se encuentran los materiales provenientes de prácticas sustentables, con el 79% y el 70%, respectivamente, y la que, según se declaró, fue la estrategia usada en mayor medida: la de materiales que tienen ahorro de agua, con el 33% y el 30% para Chile y México, respectivamente.

Adicionalmente a lo ya mencionado, se observó que los encuestados declaraban utilizar con mayor frecuencia estrategias de edificación sustentable ligadas a un bajo costo, y que las estrategias que constituyeran un costo mayor son las que declaran utilizar con menor frecuencia. Esto se puede observar en la tabla 2.

Discusión

La baja tasa de respuesta fue la principal limitante del presente trabajo. En México fue del 15%, y en Chile, del 11%; cabe considerar los factores de seguridad, que pudieron ser un obstáculo para los encuestados, e incluyendo la apatía y la falta de solidaridad para este tipo de estudios. Dichos resultados fueron contrarios a otras investigaciones con las mismas características, como en Estados Unidos, donde fueron del 79% (Xuan, 2016); en Macedonia, del 58% (Stojanovska-Georgievska et al., 2017); en la India, del 40% (Sharma, 2018), y en Kuwait, del 86% (AlSanad, 2015).

La mayoría de los encuestados son profesionistas de Arquitectura e Ingeniería (74%), resultado parecido al de Camboya (64%) (Dudayev, 2018), y contrastante con el de Macedonia (15%), en una encuesta dirigida a profesionistas de la construcción (Stojanovska-Georgievska et al., 2017). Es importante mencionar que este tipo de encuestas (EPO) son poco utilizadas en los trabajos de investigación.

El 50% de los encuestados tiene la percepción de que los incentivos fiscales podrían fomentar el incremento de prác-

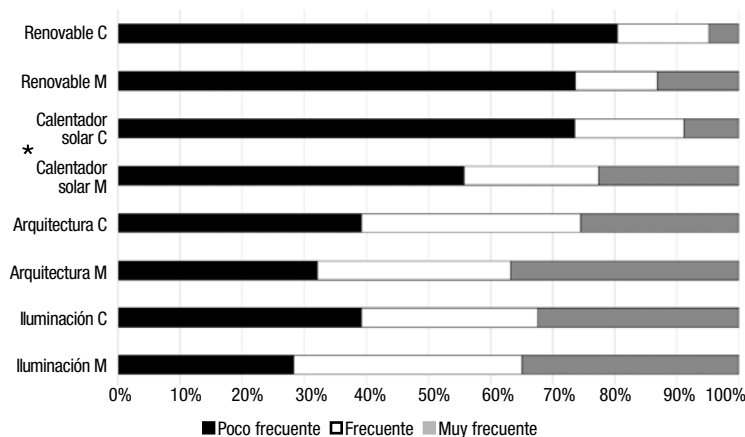


Figura 7. Porcentaje de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable, según los encuestados, consideradas en el presente trabajo con respecto a energía. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

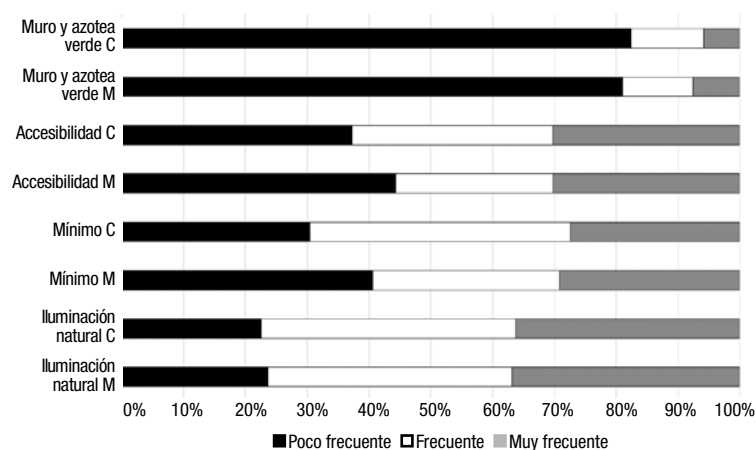


Figura 8. Porcentaje, declarado por los encuestados, de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a confort. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

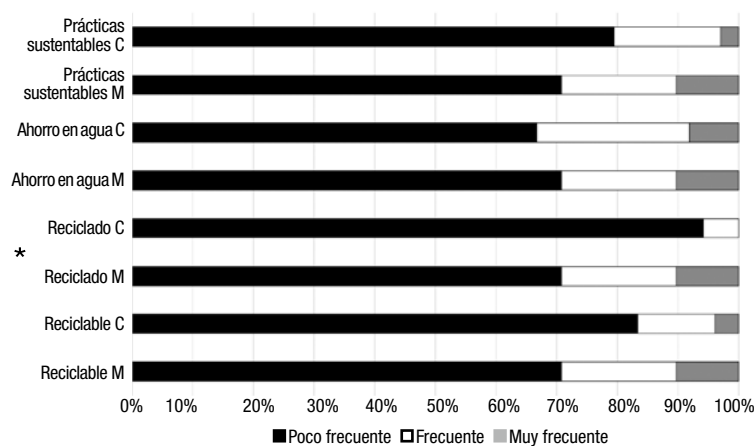


Figura 9. Porcentaje declarado por los encuestados de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable con respecto a materiales. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

ticas sustentables en México y Chile; esto coincide con la literatura, donde se menciona la importancia de los incentivos fiscales para el fomento de la edificación sustentable (AlSanad, 2015; Nguyen et al., 2017; Durdjev et al., 2018).

Es importante recalcar que las certificaciones relacionadas con la construcción sustentable, a excepción de BREEAM, son conocidas en ambos países, aunque en mayor medida en Chile; sin embargo, cuando se les cuestiona a los profesionales

Tipo de estrategia	Estrategia menos frecuente (México)* (Chile)**	Estrategia más frecuente (México)* (Chile)**
Localización y sitio	Construcción edificios abandonados (37,7%)* y (33,3%)**	Infraestructura urbana (80,2%)* y (74,5%)**
Agua	Vegetación con menor riego (24,5%)* Recopilación de agua de lluvia (12,7%)**	Diseño de instalaciones optimizadas (65,1%)* y (48,2%)**
Energía	Uso de energías renovables en la edificación (26,4%)* y (19,6%)**	Iluminación eficiente (71,7%)* y (77,5%)**
Materiales	Materiales con reciclaje parcial (29,2%)* y (5,9%)**	Menor consumo de agua y energía (29,2%)* y (33,3%)**
Confort	Muros y techos verdes (18,8%)* y (17,6%)**	Ventilación e iluminación natural (76,4%)* y (77,5%)**

Tabla 2. Estrategias con menor frecuencia vs. estrategias con mayor frecuencia en México y Chile.

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

de la construcción si aplican esas estrategias la respuesta es negativa, tanto en las certificaciones internacionales como en las locales. El mayor conocimiento por parte de los profesionales en Chile puede ser explicado por el hecho de que desde 2012 se unieron diferentes ministerios (Vivienda, Energía y Medio Ambiente) para incentivar el uso de la construcción sustentable en el país (Valdes & Mellado, 2018).

Es necesario plantear la posibilidad de que exista un mercado específico en países emergentes para la edificación sustentable, y analizar si los incentivos por parte del gobierno estarían orientados a fortalecer dichos mercados, ya que el 50% de los profesionistas encuestados en México y Chile declaran que la demanda por ese tipo de construcción crecerá en los próximos años.

En cuanto a la pregunta directa de si los encuestados perciben la sustentabilidad en la construcción como una alternativa para reducir los costos, la mayoría lo negó; sin embargo, resulta interesante que algunas de las estrategias con mayor aplicación tienen una orientación similar, lo cual indica como más frecuente a la menos costosa, y como menos frecuente, a la más costosa, como se muestra en la tabla 2.

A excepción del consumo de agua en la estrategia menos frecuente de aplicación, en todas las demás estrategias los resultados son similares en México y en Chile. Las estrategias declaradas como más frecuentes tienen que ver con el aprovechamiento de la infraestructura urbana, la ventilación y la iluminación natural, y con la optimización en las instalaciones, la iluminación y el consumo de agua y energía, como se muestra en la tabla 2.

El tema del ahorro económico es preponderante para los encuestados, y lo dejaron claro en las estrategias donde declaran que se aplican más, tales como la localización y el sitio o el consumo energético; adicionalmente, el tema de materiales también está ligado al costo y es por ello que los profesionales de la construcción, buscan materiales con bajo impacto ambiental y menor costo.

Finalmente, el 20% de los encuestados ve las certificaciones como una alternativa para motivar el incremento de la sustentabilidad en la construcción. Este resultado compagina con el 7% de los encuestados que mencionó tener conocimiento de BREEAM que, por otro lado, para LEED es del 30%. Estos resultados dañan la presencia de las normativas y las certificaciones, pero no el de los incentivos a la sustentabilidad en la construcción. Si a los profesionales de la construcción no les parecen atractivas como tal las certificaciones, resulta evidente que su aplicación sea mínima, lo cual puede apreciarse en la normativa opcional de construcción sustentable que se encuentra en

México, y su poca aplicación declarada por los profesionales de la construcción.

Existen investigaciones similares a esta, como la realizada por el Centro Mario Molina (Molina, 2012) para México, y por Serpell y Vera (2013) y Valdés y Mellado (2018) para Chile. Sin embargo, ambos ejercicios están orientados a los usuarios, en vez de a los profesionales de la construcción; o sea, quienes participan directamente en el proceso de edificación. La encuesta utilizada para obtener una perspectiva de los profesionistas en ambos países podría ser susceptible de aplicación en futuros proyectos de construcción que permitan a los desarrolladores de inmuebles conocer las fortalezas y las debilidades de su equipo de trabajo, a fin de incrementar la aplicación de indicadores de sustentabilidad en futuras edificaciones en ambos países.

Conclusiones

Según la opinión de las y los encuestados en México y Chile, la industria de la construcción opera de forma no sustentable, y se puede percibir ello debido a la falta de conocimiento y a las normativas obligatorias en los países, al no ser esta vinculativa de los instrumentos de certificación ya mencionados. Ante dicho escenario, se necesita aplicar las estrategias de edificación sustentable.

El presente trabajo nos demostró una panorámica de la penetración y la aplicación de estrategias de sustentabilidad en la construcción en Chile y México. Las respuestas de los profesionistas permitieron observar que, si bien los gobiernos de ambos países cuentan con diversas iniciativas, como los instrumentos de evaluación o certificación, con el propósito de fomentar la edificación sustentable, parece que estos esfuerzos no permean para los profesionistas.

Tomando como referencia los resultados del presente trabajo, el nivel de edificación sustentable que aplican los profesionistas de la construcción en México y Chile es poco frecuente para materiales, pues se enfoca en la optimización de costos por parte de los constructores, donde los indicadores relacionados con el ahorro económico son los que se utilizan con mayor frecuencia. Las diferencias encontradas están a favor de Chile, ya que sus encuestados declaran tener mayor conocimiento sobre las diversas estrategias de sustentabilidad en la construcción y, por ende, mayor aplicación de dichas estrategias.

Considerando el hecho de que el presente trabajo se orientó a explorar la respuesta de los profesionistas de la construcción respecto a las estrategias sustentables de edificación en Chile y México, a partir de dos instrumentos

de certificación internacionales y dos instrumentos locales por cada país —y argumentamos que la estrategia utilizada para recopilar la información puede utilizarse para generar más trabajos de este estilo, pues presenta beneficios, como no tener que estar en persona para encuestar, y puede contribuir a la generación de conocimientos para los encargados

de lineamientos públicos, así como para investigadores relacionados con el tema—, adicionalmente, como prospectiva de esta investigación bien podría fortalecer a los profesionales de la construcción en la evaluación de sus conocimientos de edificación sustentable incrementando sus capacidades y sumando más estrategias de esta índole a sus proyectos.

Contribuciones

Dr. Luis Alejandro Ramírez Mancilla en el presente documento realizó actividades de concepción de la idea principal y en el diseño del instrumento de evaluación, y junto con el Dr. José Víctor Calderón Salinas y el Dr. Asumir Matsumoto, en la creación de la encuesta, su aplicación y la recolección de datos. Finalmente, se realizó la escritura del artículo por parte de los mencionados. Los Doctores Calderón y Matsumoto hicieron, en múltiples ocasiones, la revisión crítica del documento, y al final dieron su aprobación para su publicación.

Referencias

- AlSanad, S. (2015). Awareness, drivers, actions, and barriers of sustainable construction in Kuwait. *Procedia, Engineering*, 118, 969-983. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.538>
- Altomonte, S., & Schiavon, S. (2013). Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. *Building and Environment*, 68, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.06.008>
- Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M., & Fischer, M. (2013). Application of life-cycle assessment to early-stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment*, 60, 81-92. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.11.009>
- Buyle, M., Braet, J., & Amaryllis, A. (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 379-388. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.001>
- CMMAD (1987). *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Coma, J., Pérez, G., Gracia, A., Burés, S., Urrestarazud, M., & Cabeza, L. (2016). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and Environment*, 111, 228-237. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.014>
- Durdyev, S., Zavadskas, E. K., Thurnell, D., Banaitis, A., & Ihtiyar, A. (2018). Sustainable construction industry in Cambodia: Awareness, drivers and barriers. *Sustainability*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/su10020392>
- Li, Y., Yang, L., He, B., & Zhao, D. (2014). Green building in China: Needs great promotion. *Sustainable Cities and Society*, 11, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.10.002>
- Molina, C. M. (2012). *Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México*. https://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2012/09/14.-Evaluaci%C3%B3nSustetabilidadViviendaM%C3%A9xico_fin.pdf
- Motuzienė, V., Rogoža, A., Lapinskienė, V., & Vilutienė, T. (2016). Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 532–541. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Nguyen, H.-T., Skitmore, M., Gray, M., & Zhang, X. (2017). Will green building development take off? An exploratory study of barriers. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 8-20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.012>
- Ordás, J. (2020). Retos y oportunidades de la movilidad urbana del futuro. *Economistas*, 169, 35-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7512234>.
- Serpell, A., & Vera, J. K. (2013). Awareness, actions, drivers and barriers of sustainable construction in Chile. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(2), 272-288. <https://doi:10.3846/20294913.2013.798597>
- Sharma, M. (2018). Development of a 'Green building sustainability model' for green buildings in India. *Journal of Cleaner Production*, 190, 538-551. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.154>
- Stojanovska-Georgievska, L., Sandeva, I., & Spasevska, H. (2017). *An empirical survey on the awareness of construction developers about green buildings in Macedonia* (pp. 1-7). IEEE.
- Thompson, S. (1987). Sample size for estimating multinomial proportions. *The American Statistician*, 41(1), 42-46. <https://www.jstor.org/stable/2684318>.
- Valdés, H., & Mellado, C. C. (2018). Proposed model of sustainable construction skills for engineers in Chile. *Sustainability*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093093>
- Visuet, G. I. (2010). Efectos urbano-ambientales de la política de vivienda en la Ciudad de México. *Espiral*, 49-59.
- Watson, B., Karan Prasad, D., Dave, M., & Prasad, D. (2016). *Performance and perception in prefab housing: An exploratory industry survey on sustainability and affordability*. <https://www.researchgate.net/publication/310612303>
- Xuan, X. (2016). Study of indoor environmental quality and occupant overall comfort and productivity in LEED- and non-LEED-certified healthcare settings. *Indoor and Built Environment*, 27(4) 544-560. <https://doi.org/10.1177/1420326X16684007>