



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD ZACATENCO

**PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD**

**“La perspectiva de los profesionales de la construcción en
edificación sustentable México y Chile”**

Tesis

Que presenta:

Luis Alejandro Ramirez Mancilla

Para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS

**EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD**

Directores de tesis:

Dr. Yasuhiro Matsumoto Kuwabara

Dr. José Víctor Calderón Salinas

Ciudad de México

FEBRERO 2020

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y tecnología por la beca que me otorgo siendo alumno registrado con CVU: 446132, ya que mi tesis y todos los trabajos derivados de ella se pudieron obtener gracias al CONACYT.

Al Centro de Investigación y Estudios Avanzados por facilitarme instalaciones, un cubículo, y herramientas que me apoyaron durante mi formación profesional.

A mis directores de tesis, al Dr. José Víctor Calderón Salinas y al Dr. Yasuhiro Matsumoto Kuwabara por todo el apoyo, consejos y correcciones que recibí durante toda mi estancia en el CINVESTAV, que me servirá para toda la vida.

A mi esposa que siempre confió en mí y me apoyo durante todo este proceso, a mis padres y hermanos por siempre estar al pendiente de mi avance, a mis hijos Aly y Alejandro por ser ese motor que me impulso siempre a seguir adelante.

A mis amigos Silvano, Javier, Aidé y Marcela por acompañarme en este viaje. Además del personal de apoyo, el Lic. Miguel Sosa y Sonia Solorzano Frias.

Contenido

Lista de Tablas	5
Lista de Figuras	6
Lista de Siglas y abreviaturas	8
Resumen	11
Abstract	13
Capítulo 1. Introducción	15
1.2 Antecedentes	19
1.2 Ley de Desarrollo Urbano en México	23
1.3 Problemática.....	24
1.3.1 Preguntas de investigación.....	26
1.3.2 Hipótesis.....	26
1.3.4 Objetivo general	26
1.3.5 Objetivos específicos.....	27
Capítulo 2. Marco Teórico	29
2.1.- Localización y Sitio	30
2.2- Consumo energético.....	30
2.3.- Consumo de agua.....	32
2.4.- Materiales.....	32
2.5.- Confort	33
2.6 La edificación en México.....	33
2.7 La construcción en Chile.....	34
Capítulo 3. Metodología	37
3.1 Análisis de las certificaciones	38
3.2 Diseño del instrumento de evaluación.....	40
3.3 Diseño de encuesta.....	44
3.3.1 Estructura de la encuesta	46
3.3.2.- Distribución de las encuestas.....	52
Capítulo 4 Resultados de las encuestas realizadas en México y Chile	53
4.1 México.....	53
4.2 Chile.....	63
Capítulo 5 Comparación México y Chile	73

5.1	Análisis Adicional	83
5.2	Interpretación de resultados México y Chile.....	85
Capítulo 6 Conclusiones.....		89
Anexos.		92
Anexo 1.....		92
Consentimiento para la obtención de información.....		92
Anexo 2.....		93
Ejemplo de encuesta tipo.....		93
Bibliografía		99

Lista de Tablas

Tabla 1.	Entidades Federativas con mayor participación en la construcción.....	18
Tabla 2.	Cantidad de empresas de construcción por estado.....	19
Tabla 3.-	Temas obtenidos de las estrategias de los instrumentos considerados en México.....	35
Tabla 4.-	Temas obtenidos de las estrategias de los instrumentos considerados en Chile.....	36
Tabla 5.	Localización y Movilidad (26 Puntos)	37
Tabla 6.	Consumo Energético.....	38
Tabla 7.	Consumo de agua.....	39
Tabla 8.	Materiales.....	40
Tabla 9.	Confort.....	41
Tabla 10.	Formato de encuesta. Elaboración propia.....	47

Tabla 11.- Estadísticas Básicas.....	75
Tabla 12. Shapiro-Wilk Test.....	76
Tabla 13.- Prueba t de Welch.....	76
Tabla 14.- Estrategias Menos Frecuentes vs Estrategias Más Frecuentes en México y Chile.....	78

Lista de Figuras

Figura 1. Distribución en cantidad de las empresas de construcción en México. Elaboración propia con datos del INEGI.....	17
Figura 2. Histórico hasta 2015 y proyecciones a 2050 de la población mundial. Elaboración propia con datos de (ONU, 2015).....	23
Figura 3. Porcentaje de respuestas de los profesionales en la edificación de viviendas encuestados en el presente trabajo (a) Profesión, (b) Tipo de participación n=106.....	51
Figura 4. Porcentaje de profesionales que contestaron la encuesta del presente trabajo, Tasa de respuesta, porcentaje de empresas por estado y porcentaje del PIB (según datos del INEGI), n=106.....	52
Figura 5. Porcentaje de respuestas de los profesionales en la edificación de viviendas del presente trabajo a) Tipos de incentivos b) Beneficios que suponen incrementaran la edificación sustentable n=106.....	53
Figura.6. Porcentaje de grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los encuestados en el presente trabajo, BREEAM (Building Research Environmental Assessment Methodology), LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), Norma Nmx y PCES (Programa de certificación en edificaciones sustentables) n=106.....	54
Figura 7. Porcentaje de utilización de estrategias generales de edificación sustentable, consideradas en el presente trabajo n= 106.....	56
Figura.8 Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo, a) Localización y Sitio n=106.....	57
Figura 9. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo, b) Consumo de agua n=106.....	57
Figura 10. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo, c) Consumo de energía, n=106.....	58

Figura 11. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo, d) Materiales n=106.....	59
Figura 12. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo, e) Confort, n=106.....	60
Figura 13. Porcentaje de respuestas de los profesionales en la edificación de viviendas: Tipos de líneas de acción que consideran podrían promover la edificación sustentable (a) y; Beneficios que suponen incrementarían si se llevara a cabo la edificación sustentable (b). n=102.....	60
Figura 14. Porcentaje del grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los encuestados en el presente trabajo, BREEAM (Building Research Environmental Assessment Methodology), LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), ECSC y CES n=102.....	61
Figura 15. Porcentaje de utilización de estrategias generales de edificación sustentable, consideradas en el presente trabajo n= 106.....	62
Figura 16. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo en Chile a) Localización y Sitio n=102.....	62
Figura 17. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo en Chile b) Consumo de agua n=102.....	63
Figura 18. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo, en Chile c) Consumo de energía, n=102.....	64
Figura 19. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo en Chile d) Materiales n=102.....	65
Figura 20. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo en Chile e) Confort, n=102.....	65
Figura 21. Porcentaje de respuestas de los profesionales de la construcción en México y Chile: Beneficios que suponen incrementarían si se llevara a cabo la edificación sustentable. n=106 y n=102.....	66
Figura 22. Porcentaje de respuestas de los profesionales de la construcción en México y Chile: Tipos de líneas de acción que consideran podrían promover la edificación sustentable. n=106 y n=102.....	67
Figura 23. Porcentaje del grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los encuestados en el presente trabajo, BREEAM, LEED, NMX, PCES, CES y ECSC en	

México y Chile (A = No la conoce, B= Si la conoce, C= Se conoce y No se aplica, D= Se conoce y Se aplica) n=106 y n=102.....68

Figura 24. Porcentaje de utilización de estrategias generales de edificación sustentable, consideradas en el presente trabajo México y Chile n= 106 y n=102.....69

Figura 25. Porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a: Localización y Sitio. México y Chile n=106 y n=102.....70

Figura 26. Porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a: Consumo de agua. México y Chile n=106 y n=102.....71

Figura. 27 porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a: Energía. México y Chile n=106 y n=102.....72

Figura 28. Porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a: Confort. México y Chile n=106 y n=102.....73

Figura 29. Porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a: Materiales. México y Chile n=106 y n=102.....74

Lista de Siglas y abreviaturas

BREEAM Building Research Environmental Assessment Methodology

CES Certificación de Edificación Sustentable

CFE Comisión Federal de Electricidad

CMIC Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción

CONAPO Consejo Nacional de Población

CONOREVI Consejo Nacional de Organismos Estatales de Vivienda

CO₂ Dióxido de carbono

DENUE	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas
DCCHC	Directorio de la Cámara Chilena de la Construcción
ECSC	Estándares de Construcción Sustentable en Chile
EE.UU	Estados Unidos
EPO	Encuesta pre-ocupacional
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
INVI	Instituto Nacional de Vivienda
LEED	Leadership in Energy & Environmental Design
NMX	Norma NMX-AA-164-SCFI-2013
PCES	Programa de construcción de edificaciones sustentables
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
POE	Encuesta Post-ocupación
RSC	Corporación Socialmente Responsable
RUV	Registro Único de Vivienda
SENER	Secretaría de Energía
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UE	Unión Europea

Resumen.

El uso eficiente de los recursos constituye uno de los requerimientos del desarrollo sustentable. En este sentido, cuando consideramos el escenario de los países en vías de desarrollo, donde se plantea que la mayor parte de la población vivirá en ciudades, la adopción de la edificación sustentable dentro de la industria de la construcción se presenta como un tema de investigación relevante ya que en estos países no existen investigaciones de este tipo. El siguiente documento sirve como guía para los interesados en temas de edificación sustentable, sistemas de construcción actuales y fue elaborado tomando como referencia la perspectiva de los profesionales de la construcción en México y Chile.

En el presente trabajo se generó un instrumento de evaluación a partir de las certificaciones internacionales LEED y BREEAM, así como las normas mexicanas NMX y PCES, con una metodología basada en una Encuesta Pre-Ocupación (EPO) la cual estuvo dirigida a los constructores y se aplicó en los estados más representativos de México (Nuevo León, CDMX, Jalisco, Guanajuato, Querétaro y Puebla).

Para la realización de la encuesta en el caso de Chile, se consideraron los dos instrumentos internacionales previamente mencionados, se excluyeron los instrumentos mexicanos y se incorporaron certificaciones chilenas como son, Estándares de Construcción Sustentable en Chile (ESCS) y la Certificación del Edificio Sustentable (CES). Para el caso de Chile no se pudo realizar una segregación por entidades, debido a que la información de donde se obtuvieron los correos (Directorio de la Cámara Chilena de la Construcción) no cuenta con un desglose por estados.

Los resultados de la investigación revelaron la percepción del no cumplimiento de lineamientos como Localización y Sitio, Agua, Energía, Materiales y Confort ni de manera general, ni particular lo cual indica que, a pesar de todo el trabajo académico internacional, se continúa teniendo pobres resultados en la aplicación de estos.

Se concluyo que es fundamental implementar un sistema de certificación de la edificación sustentable que sea comprensible y aplicable por parte de los encargados en la edificación en México y en Chile y que pudiera servir de manera general a los países de Latinoamérica

Abstract

The efficient use of resources is one of the requirements of sustainable development. Therefore, when we consider the scenario of developing countries, where it is stated that most of the population will live in cities, the adoption of this requirement within the construction industry is presented as a relevant research topic. The following document serves as a guide for those interested in sustainable building issues and current construction systems, and was prepared based on the perspective of construction professionals in México and Chile.

In this work, a certification instrument was generated based on the international LEED and BREEAM certifications, as well as the Mexican NMX and PCES standards. Because of this, in this document we approach a different perspective on the subject by focusing our methodology on a Pre-Occupation Survey (EPO) which was aimed at builders, and was applied in the most representative states of México (Nuevo León, CDMX, Jalisco, Guanajuato, Querétaro and Puebla).

For the conduct of the survey in the case of Chile, the two international instruments mentioned above were considered, Mexican instruments were excluded and Chilean certifications were incorporated, such as, Sustainable Construction Standards in Chile (ESCS) and the Certification of the Sustainable Building (CES.) In the case of Chile, a segregation by entities could not be carried out, because the information from which the mails were obtained did not allow it.

The results of the investigation revealed the perception of non-compliance with guidelines such as Location and Site, Water, Energy, Materials and Comfort, neither in general nor in

particular, which indicates that, despite all the international academic work, there are still poor results in the application of these.

It was concluded that it is essential to implement a sustainable building certification system that is understandable and applicable by those responsible for building in México and Chile, and that could serve generally the Latin American countries.

Capítulo 1. Introducción.

El origen del término desarrollo sustentable inicio en el año 1970, en el cual se utilizaba para referirse a la agricultura y pescadería, siendo este último el ejemplo más claro de lo que representaba la sustentabilidad en un inicio, la pesca debería realizarse bajo la misma tasa de reproducción de los peces, sin superar ese límite, lo que permitiría que sus poblaciones pudieran mantenerse (Gudynas, 2009).

En México, lo relacionado con el tema de desarrollo sustentable aún no cuenta con la aplicación esperada, tanto en las empresas, el gobierno y la sociedad. Esto pesar de que desde en 1987, el desarrollo sustentable fue presentado formalmente por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (CMMAD), como una alternativa al desarrollo socioeconómico tradicional, causante de graves daños ambientales al planeta.

La Dra. Harlem Brundtland presenta el informe “Nuestro Futuro Común”, conocido también como Informe Brundtland (1987) explica que “Desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (p.24).

Sin embargo, el concepto de edificación sustentable inicio en 1960 cuando el arquitecto Paolo Soleri combinara dos palabras: “ecología” y “construcción”, acuñando el término “construcción ecológica” (Yanan Li, 2014), a partir de esta fecha ha ido adquiriendo mayor aceptación. Actualmente se tiene un mayor número de investigaciones relacionadas con este tema y la edificación sustentable se ha convertido en la insignia del desarrollo sustentable, con la responsabilidad de equilibrar los factores económicos, sociales y ambientales (Ali &

Nsairat, 2009) (Serpell & Vera, 2013). La edificación sustentable busca un bajo daño ambiental y mejoras en el aspecto social y económico (Hakkienen & Belloni, 2011).

Se estima que la industria de la construcción consume el 40% de energía y producen el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero en países desarrollados (Wang, Zhang, & Deng, 2018) (Serpell & Vera, 2013) (Buyle, Braet, & Amaryllis, 2013). En 2013 Chile diseño una Estrategia Nacional para la Construcción Sostenible (ENCS), que tiene por objeto ser una herramienta orientadora que tienda a impulsar la edificación sustentable, incluyendo la capacitación de ingenieros y de arquitectos orientada a la edificación sustentable, como una prioridad (Valdes & Mellado, 2018).

Para afrontar el reto de la edificación sustentable, países desarrollados, como región de Norte América han establecido instrumentos de evaluación y certificación, como es el caso de la certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) que se aplica a edificaciones al terminar la construcción. Otra certificación es la inglesa BREEAM (Building Research Environmental Assessment Methodology), que permite evaluar el nivel de sustentabilidad de una edificación antes y durante su construcción. Estas dos certificaciones son ampliamente reconocidas a nivel internacional, con el mayor número de edificios evaluados/acreditados (Valdebenito, 2013). Estas certificaciones han contribuido de manera efectiva a incorporar la sustentabilidad a la corriente principal del diseño y la construcción de edificios (Altomonte & Schiavon, 2013) y son los instrumentos internacionales de certificación más conocidos y la base de la mayoría de los instrumentos de certificación que se elaboran en otros países (Yu & Kim, 2011).

De manera más reciente, los países emergentes han procurado impulsar la construcción sustentable incorporándola a sus marcos regulatorios. Un ejemplo es México, país que representa la segunda fuerza económica de América Latina y que en su “Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018” establece criterios que deben de ser considerados cuando se tratan los términos de urbanización sustentable. Los criterios citados son los siguientes:

- Inhibir el crecimiento de las manchas urbanas hacia zonas inadecuadas.
- Mejorar las condiciones habitacionales y su entorno, en coordinación con los gobiernos locales.
- Adecuar normas e impulsar acciones de renovación urbana, ampliación y mejoramiento de la vivienda del parque habitacional existente.

En el caso de Chile se diseñó una Estrategia Nacional para la Construcción Sostenible (ENCS), donde la capacitación de ingenieros y arquitectos estuviera orientada a la edificación sustentable, como prioridad (Valdes & Mellado, 2018); esta estrategia incluye que las facultades de Ingeniería y Arquitectura de Chile incluyan materias sobre edificación sustentable, con la intención de que las implementaran sus egresados.

En el presente trabajo se analizaron las respuestas de los profesionales de la construcción a temas de edificación sustentable en México y Chile; guiándonos con el directorio de empresas que tiene la Cámara Chilena de la construcción (CChC), y de la base de datos que proporciona el INEGI, lo que nos permitió tener una noción del comportamiento respecto a este tema, con lo cual pudimos visualizar barreras y oportunidades que existen en la construcción en estos países latinoamericanos.

Estos países cuentan con certificaciones nacionales en el caso de México cuenta con una norma de carácter no vinculatoria (NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable-Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos), y un Programa de Construcción de Edificaciones Sustentables (PCES). Aunque, finalmente el crecimiento de las principales ciudades de México corresponde a patrones de urbanización que no respetan la normativa (Visuet, 2010).

Si bien, dado el carácter reciente de dichos instrumentos no podemos esperar que México y Chile se encuentren consolidados en materia de edificación sustentable, es pertinente preguntarnos sobre la adopción de estos a nivel de los actores en la industria de la construcción. Específicamente nos preguntamos ¿en qué medida las prácticas de edificación sustentable emanadas de las regulaciones nacionales e internacionales son incorporadas por los actores de la construcción en México y en Chile?

Para responder esta pregunta diseñamos una encuesta dirigida a los profesionales de la construcción, basada en las certificaciones internacionales LEED y BREEAM, así como la NMX AA-164-SCFI-2013 y el PCES. Por lo tanto, la presente investigación difiere de los enfoques tradicionales basados en Encuestas Post Ocupación (POE) orientadas a conocer las percepciones de los usuarios finales, los cuales como es evidente tienen una participación nula en el proceso de construcción, por lo cual se diseñó una encuesta enfocada los profesionales de la construcción.

Los resultados de nuestra investigación nos permitieron conocer el nivel de adopción de las prácticas de edificación sustentable por parte de los profesionales de la construcción en México y Chile. Pese a su carácter de abarcar solo dos países, consideramos que nuestros

resultados permiten conocer el nivel de sustentabilidad de economías emergentes en diferentes aspectos. Finalmente, esta investigación contribuye a la discusión sobre las barreras y los retos para la aplicación de la edificación sustentable y sobre las oportunidades para una mayor difusión de estas prácticas.

1.2 Antecedentes

Estudios previos han abordado los temas relacionados con la edificación sustentable en países latinoamericanos en donde la sustentabilidad en la edificación ha tenido un crecimiento en los intereses de los investigadores y por ende en las publicaciones; Lara et al. (2014) afirman que “En la mayoría de los casos revisados se encontró el manejo parcial del concepto de sostenibilidad ambiental, haciendo uso de indicadores de eficiencia energética, que dejan rezagados los conceptos de sostenibilidad económica, cultural y social” (p.126).

Dentro de la edificación existen 3 actores diseñadores, constructores y consumidores la evaluación post-ocupación (POE), es una alternativa para conocer el grado de satisfacción de los inquilinos el Estado de México para conocer el nivel de satisfacción de las personas después de adquirir una vivienda (Hernandes, Romero 2013), donde esa investigación se centro en los consumidores. En la presente investigación se trabajará con la perspectiva de los diseñadores y constructores.

Una investigación de sustentabilidad de las viviendas se realizó en Nuevo León por parte de la UANL, donde también se midió el nivel de satisfacción de los usuarios de un fraccionamiento. El Centro Mario Molina en 2012 también realizo una investigación acerca de la vivienda sustentable, utilizando una serie de indicadores para medir el nivel de sustentabilidad en viviendas de interés social, (Molina, 2012) esta investigación derivó en la

llamada “Hipoteca Verde”, donde se ofrecía una serie de estímulos monetarios a las personas que compraran una vivienda con parámetros de edificación sustentable.

Las investigaciones anteriormente indicadas se centraron en el tercer actor involucrado, en los consumidores para que con sus respuestas se definiera si las edificaciones eran sustentables, este trabajo de investigación se centrara en los diseñadores y en los constructores.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2012, el desarrollo sustentable se mostraba como uno de los ejes más importantes para el gobierno, donde se planteaban el interés por los parámetros ligados al desarrollo sustentable, sociedad, economía y Ambiente, además de que contaba con objetivos específicos para cada uno de los temas de relevancia, como el uso del agua, también brindaba estrategias para afrontar las problemáticas.

En el Plan Nacional de Desarrollo de 2012-2018, el desarrollo sustentable solo es mencionado brevemente y dice que México tiene una participación internacional en más de 90 acuerdos y que está interesado en el bienestar de la sociedad, sin marcar lineamientos a seguir por parte del gobierno para continuar con los anteriores.



Figura 1. Mapa de la República Mexicana que indica la cantidad (unidades) de las empresas de construcción en México. Elaboración propia con datos del INEGI.

En la figura 1 se muestra una distribución de empresas constructoras dedicadas a la edificación de viviendas, siendo únicamente la Ciudad de México, Guadalajara y Nuevo León, los estados que rebasan la cantidad de más de 400 empresas.

Esta investigación se centrará en 5 estados que son lo que presentaron el 39% de todas las empresas constructoras de México, que son: Ciudad de México, Jalisco, Nuevo León, Guanajuato, y Querétaro. Además, estos estados cuentan con el 29% del total de las viviendas construidas, además de que, en sus leyes de desarrollo urbano, incluyen el desarrollo sustentable como un lineamiento a seguir para las edificaciones de vivienda, lo que resulta importante para la investigación que se planteó en la presente tesis.

Tabla 1 Entidades Federativas con mayor participación del PIB en la construcción

Entidad Federativa	
Ciudad de México	8.14%
Nuevo León	4.36%
Jalisco	6.44%
Guanajuato	4.51%
Querétaro	13.46%
Suma	36.91%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2015

En la Tabla 1. Se puede apreciar que los 5 estados en los que se centrara esta investigación representan el 36.91% del total de las viviendas de México, y además de lo representativo que resultan estas entidades federativas, todas cuentan con una ley de desarrollo urbano, en donde la sustentabilidad en la construcción de viviendas está definida.

La Tabla 2 muestra el número de empresas de construcción se encuentra en los estados que seleccionamos como muestra representativa por tener mayor número de empresas en México.

Tabla 2. Cantidad de empresas de construcción por estado.

Entidad Federativa	No de Empresas	Porcentaje
Ciudad de México	411	7.11%
Nuevo León	420	7.27%
Jalisco	411	7.15%
Guanajuato	302	5.23%
Querétaro	141	2.44%
Suma		29.2%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

1.2 Ley de Desarrollo Urbano en México

Las diferentes entidades de la república mexicana cuentan con una ley de desarrollo urbano por estado, en el cual se establecen bases de política urbana, y la relación que se tiene con el crecimiento poblacional, a fin de garantizar la sustentabilidad, los derechos de los habitantes a la vivienda, y demás aspectos.

Para la Ciudad de México ley de desarrollo urbano (2012) establece en el apartado 10 que se debe “Fomentar el desarrollo de industria sustentable, a través de la previsión de beneficios fiscales para su instalación y operación y de medidas administrativas que faciliten su establecimiento” (p.3). En el estado de Nuevo León la ley de desarrollo urbano (2013) explica que:

En términos generales se puede considerar a Monterrey, como una ciudad competitiva a nivel nacional e internacional, que además de proporcionar los servicios urbanos básicos a la población, cubriendo la cobertura de servicios en más del 90% de las viviendas registradas, implementa medidas sustentables que permitan un mejor aprovechamiento de los recursos con los que cuenta (p.57).

En la entidad federativa de Jalisco su Ley de Desarrollo Urbano (2015) menciona que:

El desarrollo sustentable integra la planeación urbana, la arquitectura y el diseño ambiental con la finalidad de generar sustentabilidad y eficiencia, por medio de la creación de un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente y ofrezca una mejor calidad de vida a los habitantes de las ciudades (p.33).

En esta ley se maneja el termino sustentable para impulsar el desarrollo urbano sustentable, mencionando que el estado debe de encargarse de incentivar estas acciones. En el estado de Guanajuato la Ley de Desarrollo Urbano (2016) menciona que la “planeación urbana vigentes, la viabilidad y factibilidad para brindar los servicios públicos y extender o ampliar las redes de agua, drenaje, energía, alumbrado público y el manejo de desechos sólidos de manera segura y sustentable” (p.26).

En el caso particular de Chile no se pudo realizar una segregación por estado, por lo cual se abordará de manera general, y en su Ley de Desarrollo Urbano (2014) menciona que:

A su vez el concepto de desarrollo en que se funda la Política no es solo crecimiento económico, sino crecimiento con sentido, y cuando utiliza el concepto de sustentable se refiere a su definición clásica, en cuanto que las actuales decisiones o intervenciones no signifiquen desmedro para las generaciones futuras (p.35).

Al igual que en todas las demás leyes de desarrollo urbano, solo se maneja que se debe de impulsar el desarrollo urbano sustentable, y que este debe de ser por el estado para el bienestar de la sociedad, pero no determina criterios que deberían de seguirse para poder alcanzarlo, entonces surge la necesidad de comparar lo que se plantea en los planes, con lo que realmente está sucediendo.

1.3 Problemática

Se estima que para el 2030 el 72% de la humanidad vivirá en ciudades (Dempsey, Bramley, Power, & Brown, 2011). Sin embargo, la provisión de viviendas adecuadas y asequibles es un problema que desafía a las economías emergentes (Davea, Watsona, & Prasadb, 2016). A este desafío se suma la necesidad de considerar criterios ambientales y sociales que por su impacto se ponderan al mismo nivel que el estético, el económico y el funcional (Coma et al, 2016).

Han estimado que la industria de la construcción consume 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 los EE. UU (Basbagill, Flager, Lepech, & Fischer, 2013) así como también generan el 40% de las emisiones de CO₂ mundial (Buyle, Braet, & Amaryllis, 2013).

Sumado a los problemas previamente mencionados, el crecimiento poblacional a nivel mundial seguirá en ascenso por lo cual es evidente que se necesitaran construir más edificios, viviendas y centros comerciales. Por lo cual la industria de la construcción no se detendrá y surge la necesidad de contar con prácticas de edificación sustentables.

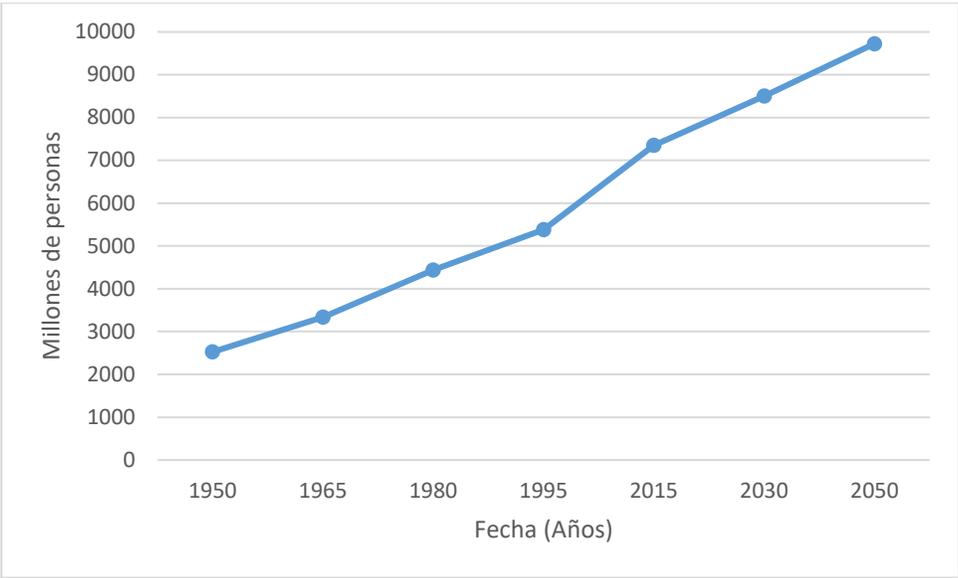


Figura 2. Histórico hasta 2015 y proyecciones a 2050 de la población mundial. Elaboración propia con datos de (ONU, 2015)

En la Figura 2 se puede observar el crecimiento poblacional, en 2012 el 50% de la población mundial vivía en zonas urbanas, un porcentaje que espera se aumente hasta el 70% en 2050 según las naciones unidas (Jato-Espino, Alsulami, & Castro-Ferno, 2016), lo cual se traduce en que el consumo de los recursos será mayor sobre todo en las ciudades, que son los lugares donde habita y habitará la mayor parte de la humanidad. Ya que el mundo experimenta un rápido movimiento de las personas hacia las áreas urbanas donde probablemente llegará a 5,000 millones de habitantes viviendo en zonas urbanas (Achal & Mukherjee, 2016), por lo

cual las practicas sustentables deben incrementar para solventar el problema que será el uso excesivo de los recursos, en el caso de las ciudades, las construcciones pueden ser el detonante hacia el urbanismo sustentable.

1.3.1 Preguntas de investigación

¿Cuáles son las principales deficiencias de la edificación sustentable, que perciben los profesionales de la construcción en Chile y México?

Por consecuencia de esta pregunta se desprenden una serie de cuestiones secundarias:

- ▶ ¿Qué tan avanzada esta la transición de la construcción tradicional a la edificación sustentable según los profesionales de la construcción?
- ▶ ¿Cuál es la situación actual de México y Chile, en la edificación sustentable en comparación con las certificaciones internacionales?
- ▶ ¿Cómo se influyen las certificaciones nacionales en la implementación de prácticas sustentables en la construcción?

1.3.2 Hipótesis

Los profesionales de la construcción de México y Chile tienen poco conocimiento y una baja aplicación de las estrategias y certificaciones internacionales, necesarias para una transición sustentable.

1.3.4 Objetivo general

Desarrollar un instrumento basado en las certificaciones internacionales para evaluar el grado de conocimiento y aplicación de las estrategias de edificación sustentable de los profesionales de la construcción de México y Chile a través de un estudio pre-ocupacional.

1.3.5 Objetivos específicos.

- ▶ Generar una definición de edificación sustentable, aplicable para este trabajo de investigación.
- ▶ Diseño de un instrumento de evaluación con indicadores de sustentabilidad aplicable a países latinoamericanos
- ▶ Comparar el nivel de aplicación de prácticas sustentables en México y Chile.

Capítulo 2. Marco Teórico

El desarrollo sustentable tiene que impacto, social, ambiental y económico, dentro del desarrollo sustentable el mejorar las condiciones de las edificaciones ha sido un componente integral desde la publicación del informe de Brundtland de la ONU en 1987 (Sullivan & Ward, 2012). Todo esto debido al crecimiento constante de la edificación.

El punto de partida de esta investigación fue la revisión de certificaciones internacionales y nacionales encargadas de regular la edificación sustentable varios países que se han encargado de generar catálogos para medir el desarrollo sustentable en las edificaciones, tomando en cuenta un número muy variado de indicadores.

Se han estudiado maneras de medir y evaluar el desarrollo sustentable con el que cuentan las empresas constructoras, incluyendo a los tres factores principales (económico, social y ambiental) (Labuschagne & Brent, 2005) pero en la mayoría de los casos, solo se contempla el impacto ambiental omitiendo a los otros dos. Los indicadores utilizados para analizar el fenómeno en su mayoría coinciden en 5 puntos fundamentales:

- 1.- Localización y sitio
- 2.- Consumo energético
- 3.- Consumo de agua
- 4.-Materiales
5. Confort

2.1.- Localización y Sitio

La edificación sustentable ha tenido un crecimiento en los intereses de los investigadores y por ende en las publicaciones, por ejemplo; Lara et al, (2014) afirman que “En la mayoría de los casos revisados se encontró el manejo parcial del concepto de sostenibilidad ambiental, haciendo uso de indicadores de eficiencia energética, que dejan rezagados los conceptos de sostenibilidad económica, cultural y social” (p.126). Por lo cual aspectos como el de la localización y sitio son despreciados en múltiples ocasiones.

Sin embargo, diversos autores que han abordado el tema de la edificación sustentable Dempsey, (2011) afirman que “La sustentabilidad es un término cambiante dependiendo la época en la que estemos viviendo, pero con un objetivo bien definido, lugares donde la gente quiera vivir hoy y en un futuro” (p.291). Esta definición pareciera muy simple, pero recalca el punto de la ubicación como estrategia principal para la edificación sustentable.

La ubicación de donde se encontrará la edificación es la primera de las categorías de edificación sustentable, ejemplo de ello es que los residentes de zonas residenciales de mayor densidad tienen más probabilidades que los de zonas de baja densidad de desplazarse por el tránsito, caminar, andar en bicicleta o sus posibles combinaciones. (Lo, 2016). Además de que generan un entorno de bienestar que se encuentra cercano a la localización de las edificaciones como viviendas.

2.2- Consumo energético

Varios investigadores, han llegado a la conclusión de que la reducción de la demanda de energía operativa parece ser el aspecto más importante para el diseño de los edificios sustentables (Motuziene & Rogoza, 2016) y por lo mismo es que esta segunda estrategia es

el de energía, en donde parece que se han centrado las investigaciones de desarrollo sustentable.

Para los autores Sullivan & Ward (2012). “Las tecnologías de energía renovable de alta tecnología, como los paneles solares, no son probablemente las mas viables para todos los tipos de edificaciones como viviendas, aunque podrían existir algunas otras medidas como los calentadores solares”(p.15).

Para el caso particular de México la SENER 2011 en conjunto con la embajada de Reino Unido creó un catálogo de indicadores de eficiencia energética, y se encargaron de realizar un estudio general en cuestión de transporte, construcción, minería y generación de electricidad, con el objetivo de realizar un análisis detallado de estos cuatro sectores, que después servirán para incorporarse en una Ley NMX, sobre la edificación sustentable.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en 2012 creo un Estudio del impacto de medidas y políticas de eficiencia energética en los sectores de consumo, sobre el balance de energía y sobre los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero en el corto y mediano plazo.

Ambos estudios realizados por la SENER y por el INECC fueron realizados con el objetivo de demostrar la eficiencia energética en los principales sectores del país, con la intención de generar propuestas de edificación sustentable, pero solo se enfocaron en cuestiones energéticas y no en una vista integral del problema.

2.3.- Consumo de agua

El uso eficiente de los recursos es la esencia del desarrollo sustentable, en las edificaciones existe un consumo del recurso hídrico debido a ello existe esta estrategia de edificaciones sustentables que sirve para evaluar el consumo o el uso eficiente del agua.

Dado que la mayoría de las mega ciudades se encuentran en el mundo menos desarrollado, donde se incluirían los países latinoamericanos, la implementación de sistemas de calificación de la infraestructura en estos países es un factor clave para el desarrollo sostenible de las próximas décadas (Jato-Espino, Alsulami, & Castro-Ferno, 2016), por lo cual la evaluación de este criterio es fundamental.

2.4.- Materiales

Los materiales serían la cuarta categoría de edificación sustentable donde las sustituciones de los materiales deben llevarse a cabo con una posición informada siempre que se descubra que algún material que está violando potencialmente los principios de sustentabilidad. (Alwan, Jones, & Holgate, 2017), por ejemplo, el uso excesivo de agua o energía para la creación de algunos materiales.

La construcción depende de tres factores principales para los materiales

- I) Resistencia
- II) Propiedades de permeabilidad
- III) Corrosión

2.5.- Confort

La sustentabilidad que durante mucho tiempo se estuvo estancada en el aspecto ambiental, ha comenzado a crecer y es momento de que se preocupe por el aspecto social y el económico (Dempsey, 2011). Por lo cual el confort es la última categoría de edificación sustentable que se evalúa ya que se encarga de revisar las condiciones de las construcciones para el beneficio de los usuarios, sin embargo esto no le resta importancia en comparación de sus antecesoras.

2.6 La edificación en México

En México, lo relacionado con el tema de desarrollo sustentable aún no cuenta con el impacto esperado, tanto en las empresas, el gobierno y la sociedad. A pesar de que desde 1987, el desarrollo sustentable fue presentado formalmente por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (CMMAD), como una alternativa al desarrollo socioeconómico tradicional, causante de graves daños ambientales al planeta.

En consecuencia, la urbanización se convertirá en una tendencia prominente en las próximas décadas que debería ser considerada meticulosamente en la evaluación del desarrollo sustentable, en especial en las economías más pobres (Jato-Espino, Alsulami, & Castro-Ferno, 2016), México ya cuenta con problemas de este tipo y se ha contemplado por parte de las políticas públicas, el crecimiento de la población que se encuentra viviendo en zonas urbanas ha crecido considerablemente y se estima que para el 2030 el 72% de la humanidad vivirá en ciudades (Dempsey, 2011). En países en vías de desarrollo, el denso de la población se centra en las capitales de los diferentes estados o en sus alrededores.

Según datos de la CONAVI (Consejo Nacional de Vivienda) en México se estima que la necesidad de nuevas viviendas ascenderá a poco más de 4.4 millones y más de 2 millones

930 mil necesitaran mejoramiento. El crecimiento de las principales ciudades de México corresponde a patrones de urbanización donde el uso de recursos excesivo aun es evidente (Visuet, 2010). Adicionalmente el crecimiento en el número de viviendas lleva consigo un crecimiento en edificaciones de otro tipo (gasolineras, escuelas, hospitales, etc.).

En noviembre de 2009 la principal agencia de vivienda en México (INFONAVIT) organizó la primera conferencia internacional sobre vivienda sustentable, en donde el presidente Felipe Calderón pronuncio un discurso, la importancia de incrementar el número de viviendas sustentables, implementando una serie de medidas básicas, como el financiamiento de calentadores solares, sin profundizar más en la edificación sustentable. Además de que, si bien las viviendas son un punto importante dentro de la construcción en México, no llegan ni al 40% de las edificaciones totales en el país

Sumado a lo anterior el país cuenta con una Norma Mexicana (NMX-AA-164-SCFI-2013), Norma de carácter opcional que contempla elementos básicos para la construcción, pero sin especificar en las viviendas, además de que por ser opcional, no presenta ningún beneficio para los constructores, y estados en específico la Ciudad de México cuenta con el PCES(Programa de Construcción de Edificaciones Sustentables), otra guía que serviría de apoyo para los constructores en cuestiones medio ambientales, y de clasificación para las viviendas.

2.7 La construcción en Chile

El problema en la aplicación de los principios del desarrollo sustentable en las operaciones diarias de las constructoras es la falta de indicadores de sustentabilidad claramente definidos, (Golinska et al, 2015) los cuales podrían ser utilizados en la evaluación de las actividades de

manufactura. La mejor utilización de los recursos de una manera que no interfiera con el entorno natural y las comunidades circundantes.

Sin embargo, existen otros factores además de la conformidad normativa que infunden en las empresas para acogerse a esta opción. Uno de ellos es la imagen "verde" percibido por los clientes que ahora se preocupan de estas cuestiones en sus decisiones de compra (Mota et al, 2015), y que podría ser un incentivo para que las empresas constructoras aumentaran el número de viviendas que cuentan con algún tipo de sustentabilidad.

Es importante que las pequeñas empresas constructoras tengan herramientas eficaces de soporte de decisiones para un análisis orientado a los objetivos y la aplicación de medidas adecuadas para incrementar su sustentabilidad.

Y que no es sorprendente que la lucha para salvar el planeta se ha convertido en un objetivo en común por parte de gobierno, empresas, consumidores y activistas (Nidumolu, Prahalad, & Rangaswami, 2009).

Capítulo 3. Metodología

El presente trabajo se centrará en 3 grandes etapas, la primera será la construcción de una serie de indicadores, que se obtuvieron de la comparación de 2 certificaciones internacionales (LEED y BREEM), 2 certificaciones en México y 2 en Chile buscando los puntos en los que los 6 mecanismos de evaluación coincidían.

La metodología empleada en el presente trabajo consistió en tres etapas clave:

- La primera etapa consistió en una revisión de los tipos de certificaciones internacionales más utilizados, que fueron LEED y BREEM, y la revisión de las certificaciones o normativas en México en temas relacionados al desarrollo sustentable en específico en la edificación sustentable de donde se encontró la NMX y PCES, para el caso de Chile fueron CES y ECSC. Después se prosiguió con la elaboración de un instrumento de evaluación sencillo y práctico que fuera aceptado para responder por los profesionales de la construcción y nos diera la información requerida.
- Como segunda etapa se construyó el instrumento de evaluación con las características metodológicas que fuera susceptible de aplicación dentro de los 2 países latinoamericanos.
- Por último, paso se aplicó el instrumento cuidando los elementos éticos y enviando cartas oficiales (Ver anexos), para lograr el mejor índice de respuesta posible

3.1 Análisis de las certificaciones

Debido a que el proceso de edificación presenta ciertas diferencias dependiendo del lugar donde se plantea edificar, se consultó a certificaciones internacionales, (LEED y BREEAM) y se consultó los instrumentos de México (NMX, PCES) y de Chile (CES y ECSC) se delimitó la presente investigación exclusivamente a estos 6 instrumentos.

Con base en el análisis de las características principales de varios sistemas de certificaciones previamente mencionados en el contexto internacional y el contexto local, Se definieron 5 categorías principales con el que deben de contar la edificación sustentable de viviendas:

- Localización y sitio
- Consumo de agua
- Consumo de energía
- Confort
- Materiales

La selección de los criterios previamente mencionados radica en su frecuente y sistemática mención dentro de las certificaciones nacionales e internacionales.

En la tabla 3 se presentan las principales estrategias de edificación sustentables para el caso de México que fue el punto de partida de esta investigación, posteriormente se seleccionarían estrategias secundarias y que serian utilizadas en el instrumento a aplicar.

Tabla 3.- Temas obtenidos de las estrategias de los instrumentos considerados en México

EES \Certificación o Normativa	LEED Versión 4¹	BREEAM²	Norma NMX-AA-164-SCFI-2013³	PCES⁴
Localización y sitio	Localización y Transporte, Pag.12	Transporte Pág. 166	Suelo Pág. 26	NO APLICA
Consumo de agua	Eficiencia en agua Pag.50	Agua Pág. 195	Agua Pág. 46	Agua Pág. 40
Consumo de energía	Energía y atmosfera Pag.62	Energía Pág. 115	Energía Pág. 32	Energía Pag.29
Materiales	Materiales y recursos Pág. 82	Materiales Pág. 218	Materiales y residuos Pág. 49	Residuos sólidos Pag.51
Confort	Calidad ambiental Interior Pag.101	Salud y bienestar Pag.74	Calidad del ambiente interior Pag 59	Calidad de vida Pág. 59

¹ Leadership in Energy & Environmental Design

² Building Research Environmental Assessment Methodology

³ Norma NMX-AA-164-SCFI-2013

⁴ Programa de construcción de edificaciones sustentables

De igual manera que la tabla anterior, en la tabla 4 se eligieron los criterios para el caso de Chile siguiendo la metodología previamente mencionada.

Tabla 4.- Temas obtenidos de las estrategias de los instrumentos considerados en Chile

EES \Certificación o	LEED¹ Versión 4	BREEAM²	ECSC³	CES⁴
Localización y sitio	Localización y Transporte, p.12	Transporte Pág. 166	Entorno inmediato Tomo I	NO APLICA
Consumo de agua	Eficiencia en agua p.50	Agua p. 195	Agua Tomo III	Agua p. 40
Consumo de energía	Energía y atmosfera P.62	Energía p. 115	Energía Tomo II	Energía p.29
Materiales	Materiales y recursos p. 82	Materiales p. 218	Materiales Tomo IV	Residuos p.51
Confort	Calidad ambiental interior p.101	Salud y bienestar p.74	Salud y bienestar Tomo I	Calidad de vida p.59

¹ Leadership in Energy & Environmental Design

² Building Research Environmental Assessment Methodology

³ Estándares de Construcción Sustentable en Chile

⁴ Certificación de Edificación Sustentable

3.2 Diseño del instrumento de evaluación.

Se realizó una comparación en las diferentes certificaciones con la finalidad de encontrar similitudes y discrepancias de los diferentes instrumentos, el instrumento de evaluación que se generó contiene puntajes que dependen del costo y la facilidad de aplicación, pero siempre con la finalidad de que la suma total completara 100 puntos.

La asignación de los puntajes se determinó revisando los diferentes instrumentos de evaluación, nacionales e internacionales con el objetivo de respetar la ponderación que se empleaba para las estrategias de edificación sustentable, por lo cual se obtuvieron 5

estrategias principales, cada una con sus criterios de evaluación y el método, en la tabla 5 se presenta la primera estrategia.

Tabla 5. Localización y sitio

Puntuación	Indicador	Método de evaluación
1.-3 Puntos	1. Protección de tierra sensible	1.- Si se edificara sobre tierra de cultivo o hábitat de especies específicas.
2.-6 Puntos	2. Sitio de Alta prioridad	2.- Usos diversos (cerca de transporte, hospitales, etc.)
3.-6 Puntos	3. Áreas interurbanas	3.- Lugares que ya cuenten con todos los servicios (agua, luz, drenaje.)
4.-3 Puntos	4. Áreas periurbanas	4.- Cambio de uso
5.-2 Puntos	5. Áreas abandonadas	5.- Edificación de viviendas en predios que están considerados como abandonados, o que eran lugares industriales.
6.-1 Punto	6. Áreas libres	6.- Se debe contar con al menos 10% de área libre que cuente con vegetación, sin contar estacionamiento.
7.-1 Punto	7. Estacionamientos	7.-Eliminar estacionamiento.
8.-2 Puntos	8. Biodiversidad	8.-Azoteas y muros verdes.
9.-1 Punto	9. Accesos	9.- Ubicación que les permita el uso de transporte público.
10.-1 Punto	10. Bicicletas	10.- Estacionamiento para bicicletas.
Total: 26 Puntos		

En la tabla 6 se muestra la segunda estrategia principal con los criterios característicos y su método de evaluación.

Tabla 6. Consumo Energético

Puntuación	Indicador	Método de evaluación
1.-4 Puntos	1.- Energía renovable	1.- mínimo el 10 % de la energía que se usa en el inmueble debe ser generado con energías renovables.
2.-1 Punto	2.- Medición de consumo energético	2.-colocar contadores de energía en la edificación.
3.-3 Puntos	3.- Calentadores de agua	3.- Se anexa tabla para especificaciones de los calentadores
4.-2 Puntos	4.- Iluminación	4.- Todas las lámparas fluorescentes y compactas fluorescentes
5.-3 puntos	5.- Refrigeración, Calefacción y ventilación.	5.- Cumplir con NOM SENER
6.-5 Puntos	6.-Eficiencia energética	6.-Equipos y electrodomésticos con certificación
7.-5 Puntos	7.- Producción de Energía Renovable	7.- Cuenta con algún método para producir energía renovable
Total, de puntos: 23		

La estrategia edificación sustentable del consumo de agua donde se pueden observar los criterios correspondientes de evaluación, así como los indicadores secundarios en la tabla 7.

Tabla 7. Consumo de agua

Puntuación	Indicador	Método de evaluación
1.-2 Puntos	1.- Materiales de instalación	1.- Todos los materiales de instalaciones hidráulicas deben cumplir la norma.
2.-3 Puntos	2.-Diseño de sistema hidráulico	2.- Los diseños deben ser creados para reducción de al menos el 20% de agua.
3.-6 Puntos	3.- Reducción de agua en el interior	3.- Reducir mínimamente un 20% del consumo usando elementos de optimización.
4.-2 Puntos	4.- Reducción de agua en el exterior	4.- Vegetación que no requiera sistema de riego y menor consumo
5.-1 Punto	5.- Medidores de agua	5.- Se debe de contar con medidores con el fin de conocer y reportar el consumo.
6.-2 Puntos	6.- Instalación para captación de agua pluvial.	6.- Al menos del 25% del consumo del agua total.

El cuarto criterio presentado fue el de materiales presentado en la tabla 8

Tabla 8. Materiales

Puntuación	Indicador	Método de evaluación
1.-6 Puntos	1.- Ciclo de vida de los materiales	1.- Duración de los materiales a lo largo del tiempo. (Mínimo 25 años según el reglamento de construcción vigente)
2.-2 Puntos	2.- Residuos procedentes de construcción y demolición	2.- Si se pueden reutilizar los residuos de la demolición.
3.-2 Puntos	3.- Reutilización	3.- Utilizar edificios históricos o abandonados, conservando hasta un 50% de su estado actual.
4.-4 Puntos	4.- Materiales Alternativos	4.- Materiales que fueron fabricados en mínimamente 10% de su proceso con uso fuentes renovables
5.-2 Puntos	5.-Componentes de los materiales	5.-Proveedores que cumplan con alguno de las 5 certificaciones que se anexan.
6.-2 Puntos	6.-Materiales que no afecten a la salud	6.- Corroborar que los materiales no sobrepasen los niveles de ciertos elementos.
7.-1 Punto	7.- Separación de residuos	7.- Existencia de un espacio para la separación de los materiales, orgánicos e inorgánicos así mismo de los reciclables
8.-2 Puntos	8.- Manejo de residuos	8.- Reducción de al menos el 20% de residuos.
Total, de puntos: 21		

El quinto criterio fue el de confort presentado en la tabla 9.

Tabla 9. Confort

Puntuación	Indicador	Método de evaluación
1.-2 Puntos	1.-Biodiversidad	1.- Protección de la vegetación nativa de al menos el 50%
2.-1 Punto	2.- Vegetación	2.- Se debe cumplir con las especies específicas para cada zona. Anexo
3.-2 Puntos	3.- Ventilación	3.- Ventilación manual o automática dependiendo de la zona.
4.-1 Punto	4.- Control de humo	4.-Detectores de humo
5.-2 Puntos	5.- Acústica	5.- evitar que el ruido perturbe a los vecinos. niveles sonoros
6.-2 Puntos	6.- Calidad del aire	6.- Contaminantes que puedan alterar la calidad del aire.
7.-1 Punto	7.- Confort Térmico	7.- Cumplir con la norma ISO 7730-2005
8.-2 Puntos	8.- Iluminación interior	8.- Cubrir el requisito del Reglamento de Construcción Vigente sobre la luz natural.
9.-1 Punto	9.- Paisaje	9.- Vistas que incluyan alguna de las siguientes (Flora, Fauna, Cielo o Movimiento)
Total, de puntos: 14		

3.3 Diseño de encuesta

La encuesta se construyó utilizando manuales como el desarrollado por Sampieri (2014) que dice que las muestras probabilísticas son esenciales en diseños de investigación por encuestas, en los que se pretende generalizar los resultados a una población, aplicado a nuestro caso, las preguntas se orientaron al tema de la edificación sustentable. Para comprender en qué nivel se encuentra la edificación sustentable en México y Chile, se realizó una encuesta en ambos países, centrada en su conocimiento sobre el tema y si habían aplicado las diferentes estrategias sustentables en sus proyectos actuales o pasados, además de indagar si consideraban las certificaciones internacionales y la normativa nacional.

Este documento tuvo como objetivo generar una encuesta exploratoria para capturar una instantánea de la construcción en México y Chile, sus diversas necesidades y lo retos que se enfrentan. Esta investigación contribuye a la discusión sobre las barreras y retos para la aplicación de la edificación sustentable y sobre las oportunidades para una mayor difusión de estas buenas prácticas y aplicación de certificaciones.

La encuesta sobre las diferentes estrategias de edificación sustentable se aplicó a constructores que se encontraban registrados en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) perteneciente al INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía.) en México. Y para el caso de Chile se utilizó el Directorio de la Cámara Chilena de la Construcción (DCCHC).

Para determinar el tamaño de la muestra que se requería para que el trabajo tuviera validez estadística se utilizó el método de Thompson (1987), donde se busco tener una potencia de la prueba de 90% con un error del 10%, se uso la tabla 9ª con los parametros antes descritos.

Tabla 9a. Tamaño de muestra n para estimar simultáneamente parámetros de una población multinomial (Thompson, 1987)

α	d^2n	n with $d = .05$	m
.50	.44129	177	4
.40	.50729	203	4
.30	.60123	241	3
.20	.74739	299	3
.10	1.00635	403	3
.05	1.27359	510	3
.025	1.55963	624	2
.02	1.65872	664	2
.01	1.96986	788	2
.005	2.28514	915	2
.001	3.02892	1212	2
.0005	3.33530	1342	2
.0001	4.11209	1645	2

NOTE: Worst possible case occurs when the population proportions are 1/m for m of the categories.

Posteriormente se empleo el calculo de:

$$1.00635/(0.1)^2 = 100.63$$

Que nos indicaba que necesitabamos un minimo de 101 encuestas. Para aplicar las encuestas se utilizó una plataforma de internet llamada “e encuesta” en la que se subió la encuesta y se generó una dirección URL, que posteriormente se mandaría adjunta a un documento de confidencialidad a los constructores (Ver anexos), se mandaron 730 correos a los profesionales de la construcción en México y 1,100 correos en Chile, una semana posterior se volvió a mandar un correo recordatorio. Este trabajo se basa en la respuesta de 106 encuestados, para México y 102 para Chile que respondieron a los cuestionarios.

3.3.1 Estructura de la encuesta

Se revisaron las certificaciones locales e internacionales previamente mencionadas y se integraron los criterios que coincidían, para poder delimitar las 5 estrategias principales, posteriormente de cada estrategia principal, se desprendieron estrategias secundarias de edificación sustentable que los instrumentos de certificación utilizaban para asignar una puntuación en caso de cumplimiento de cada estrategia por separado de acuerdo con su importancia.

Por consiguiente, se seleccionaron estrategias secundarias sustentables que coincidieran en la mayoría de los instrumentos de certificación y que fueran significativas en la puntuación, todo esto con la finalidad de incluirlas en las preguntas de la encuesta.

El cuestionario de encuesta es una técnica metódica de recopilación de datos basado en una muestra (Chan & Darko, 2017), el cuestionario que se elaboró para este trabajo está

estructurado con 3 secciones de preguntas para que los encuestados dieran su opinión sobre los diferentes temas:

-La primera sección de la encuesta con preguntas generales, como la ubicación geográfica, experiencia profesional y su participación en la edificación sustentable

-La segunda sección de la encuesta contenía preguntas sobre sustentabilidad, específicamente en el ramo de la construcción y también sobre el conocimiento de certificaciones y normas.

-La tercera sección contenía preguntas específicas sobre sustentabilidad en la edificación, considerando las 5 estrategias previamente mencionadas y cuestiones particulares de cada una de esas estrategias.

Para evaluar las estrategias y acciones que realizaban los profesionistas de la construcción al momento de la edificación su uso una escala de Likert de cinco puntos de 1 (nunca) a 5 (siempre), donde el valor neutro era 3(frecuente), se utilizó esta escala debido a la facilidad de interpretar los datos.

Además, cada una de estas categorías principales se secciona en 4 categorías particulares propias de la misma con el fin de determinar el nivel de sustentabilidad en cada una de las estrategias de manera general y de manera particular.

La estructura de la encuesta fue diseñada de tal manera que se pudiera segregarse en grupos que nos permitieran recopilar información correspondiente a cada tema en específico y se clasificó de la siguiente manera:

1. Grupo 1, preguntas 1, 2 y 3: La pregunta 1 nos permite definir quienes serán los responsables de la construcción que contesten nuestra encuesta, con la pregunta 2 se delimitara su participación en la edificación de viviendas y con la pregunta 3 conoceremos su grado de experiencia en base a su actividad profesional.
2. Grupo 2, preguntas 4, 5 y 6: De la pregunta 4 a la 6 nos sirvieron para identificar cuáles eran las certificaciones y normas que conocían, además de preguntarse si las aplicaban.
3. Grupo 3, preguntas 7, 8 y 9: Estas preguntas nos permitieron conocer cuáles eran las motivaciones que tenían los profesionales de la construcción, para incrementar la edificación sustentable dentro de sus prácticas.
4. Grupo 4, pregunta 10: En esta pregunta se definió cual era el nivel de importancia que los profesionales declararon en cada uno en las estrategias principales que se marcaron con la letra “a”, donde aparecía, consumo energético, consumo de agua, entre otras.
5. Grupo 5 preguntas 11, 12, 13, 14 y 15: sobre 4 estrategias específicas, lo que nos permitió definir cuáles son las practicas sustentables que practican los profesionales de la construcción. Primera parte estructura de la encuesta.

Tabla 10. Formato de la encuesta

1	¿Cuál es su profesión?	a) Arquitecto c) Ingeniero-Arquitecto	b) Ingeniero d) Otra (Especifique)
2	¿Cuál es su participación en la construcción de viviendas?	a) Diseño c) Cálculo	b) Edificación d) Otra (Especifique)
3	¿Cuántos años lleva trabajando en el ramo de la construcción?	a) 0 a 5 años c) 11 a 15 años	b) 6 a 10 años d) Más de 15 años
4	¿Considera usted que en general los profesionales de la construcción están preparados para la transición a edificación sustentable?	a) SI c) NO SÉ	b) NO
5	¿En general en su experiencia, ¿Cuál de los siguientes incentivos le parece más atractivo para incrementar la sustentabilidad dentro de la edificación de viviendas?	a) Sensibilizar a los profesionistas a que adopten este cambio b) Certificación de las viviendas c) Incentivar reduciendo impuestos d) Otra	
6	¿Cuál de las siguientes normas o certificaciones relacionadas a la sustentabilidad ha tenido la oportunidad de aplicar en su trabajo?	a) BREEAM (Inglaterra, Método de Evaluación Ambiental del Establecimiento de Investigación del Edificio) b) LEED (EUA, <i>Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible</i>) c) NMX-aa-164-scfi-2013 (Norma Mexicana) d) PCES	
7	¿Considera usted que en general la edificación sustentable en las viviendas conduciría a algún beneficio para los constructores?	a) SI	b) NO
8	¿Considera usted que en general el gobierno debería estimular el crecimiento de la edificación sustentable?	a) Estímulos fiscales para fomentar esta practica b) Ofrecer certificaciones c) Facilitar la obtención de permisos d) Creación de una norma de carácter obligatorio para todas las empresas	
9	¿Considera usted que en general el principal obstáculo al que se enfrenta la edificación sustentable en la CDMX es alguno de los siguientes?	a) Desconocimiento de sus ventajas b) El posible incremento en el costo c) La falta de formación por parte de los profesionistas d) Complejidad de esta práctica versus la construcción tradicional	

Las posibles respuestas que podían declarar los encuestados se encuentran en la parte derecha Tabla 10, esta primera etapa fue para conocer su información general y su percepción sobre el tema de edificación sustentable.

10	1.a Localización y sitio. 2.a Consumo de agua. 3.a Consumo de energía 4.a Confort de los usuarios 5.a Materiales sustentables
11	1.a Áreas interurbanas en las que ya se cuente con infraestructura urbana, servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público 2.a Áreas interurbanas en las que ya se cuente con infraestructura urbana, servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público 3.a Ubicación de las viviendas, que se encuentren en cercanía de medios de transporte públicos (Metro, Metrobús, etc.) 4.a Las viviendas fueron edificadas, planeando que estuvieran ubicadas cerca de hospitales, escuelas y lugares recreativos.
12	1.a Instalación para la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia 2.a Instalación diseñada para menor consumo de agua, (lavabos, urinarios, inodoros, regaderas) 3.a Si las viviendas cuentan con vegetación como el caso de muros verdes, y son de riego reducido. 4.a Tratamiento de aguas residuales
13	1.a la demanda energética de la vivienda se cubre parcialmente con energías renovables (paneles solares). 2.a El calentamiento de agua de uso sanitario a base de equipos que utilicen radiación solar (calentadores solares). 3.a Colocación de iluminación artificial de bajo consumo energético 4.a Alternativas arquitectónicas, para mejorar la iluminación natural
14	1.a La utilización de materiales que provengan de recursos renovables obtenidos a partir de prácticas sustentables. 2.a Utilizar materiales que presentan innovaciones en consumo de agua y energía 3.a El material utilizado en el proceso de construcción fue total o parcialmente proveniente del reciclado 4.a El material utilizado en el proceso de construcción puede ser reciclable
15	1.a Las viviendas tienen un espacio ideal para que los integrantes de una familia desarrollen sus actividades básicas. (60m ²) 2.a Las viviendas cuentan con la ventilación e iluminación natural adecuada para el confort de los usuarios. 3.a Las viviendas cuentan con muros verdes, o azoteas verdes 4.a Las edificaciones no deben tener barreras físicas que dificulten la accesibilidad a los usuarios.

Para segunda parte de la encuesta se cuestionaba a los profesionales de la construcción, con qué frecuencia se utilizaban los siguientes criterios, cada una de las preguntas se desglosaba a su vez en otras particulares y se respondía utilizando la escala Likert, de nunca con un valor de 0 a siempre con un valor de 5 mientras que frecuente se encontraba con 3.

Después de la recopilación de los datos que generaron las encuestas, se prosiguió a realizar un análisis estadístico, los resultados están demostrados de manera gráfica lo que permite su mejor apreciación.

Existían dos maneras de encuestar la primera. Desarrollo de la evaluación post-ocupación (POE), esta es una alternativa para realizar una encuesta de los complejos habitacionales que ya se encuentran habitados, para conocer el contenido con el que se encuentran los inquilinos. (Hernandez & Romero, 2013) sin embargo para la presente investigación, no se utiliza la POE, debido a que son encuestas que se realizan específicamente a cierto número de complejos, ya construidos por esto en el presente trabajo se optó por una evaluación pre-ocupación (EPO), para lo cual se encuestó a los responsables de la construcción de viviendas, con la finalidad de obtener una respuesta más general de lo que está sucediendo en países en vías de desarrollo.

En este trabajo se emplea un enfoque global al considerar el LCA (Life Cycle Assessment), que tiene que ver con todos los componentes, productos y materiales de construcción, y el enfoque de EIA (Environmental Impact Assessment) que se refiere a cuestiones de localización y sitio, de la comunidad y de los servicios que necesita una edificación, estos enfoques servirán para tener una visión generalizada del problema de la edificación sustentable.

3.3.2.- Distribución de las encuestas

Para la distribución de las encuestas se utilizó la plataforma de internet “e-encuesta” en la que se generó una dirección URL asociada a la misma. La cual junto con una carta de solicitud y declaración de confidencialidad fueron incluidas en un correo electrónico que se envió a los profesionales de la construcción 730 correos en México y 1100 en Chile, finalmente se recabaron 106 respuestas en México y 102 en Chile.

Posteriormente se realizó un análisis estadístico con el software de R que nos permitirá obtener información que se presenta mas adelante en el documento, adicionalmente se utilizó el software de Excel para la realización de las tablas y la elaboración de las figuras que se mostraran más adelante.

La carta de confidencialidad, además de la encuesta que se envió se puede observar en la sección de Anexos 1.

Capítulo 4 Resultados de las encuestas realizadas en México y Chile

Los resultados obtenidos de la presente investigación se dividieron en dos secciones, la primera para el contexto de México, donde se realizó una segregación más detallada por Estados de la República, y la segunda sección que abordara el contexto de Chile que se analizó de forma general.

4.1 México

En la presente sección se muestran los resultados obtenidos después de un análisis de los datos, de las encuestas sobre edificación sustentable, la profesión de los participantes se observa en la Fig. 3, es importante mencionar que la mayoría de los que contestaron la encuesta son profesionistas con carreras directamente ligadas a la construcción, como Ingeniería y Arquitectura (76%), y que su participación dentro de la edificación en su mayoría fue para la construcción. Sin embargo, es igual de importante mencionar que el 24 % de los que respondieron la encuesta no cuentan con una formación profesional como tal ligada a la construcción y que lamentablemente no podemos mencionar cuál es su formación.

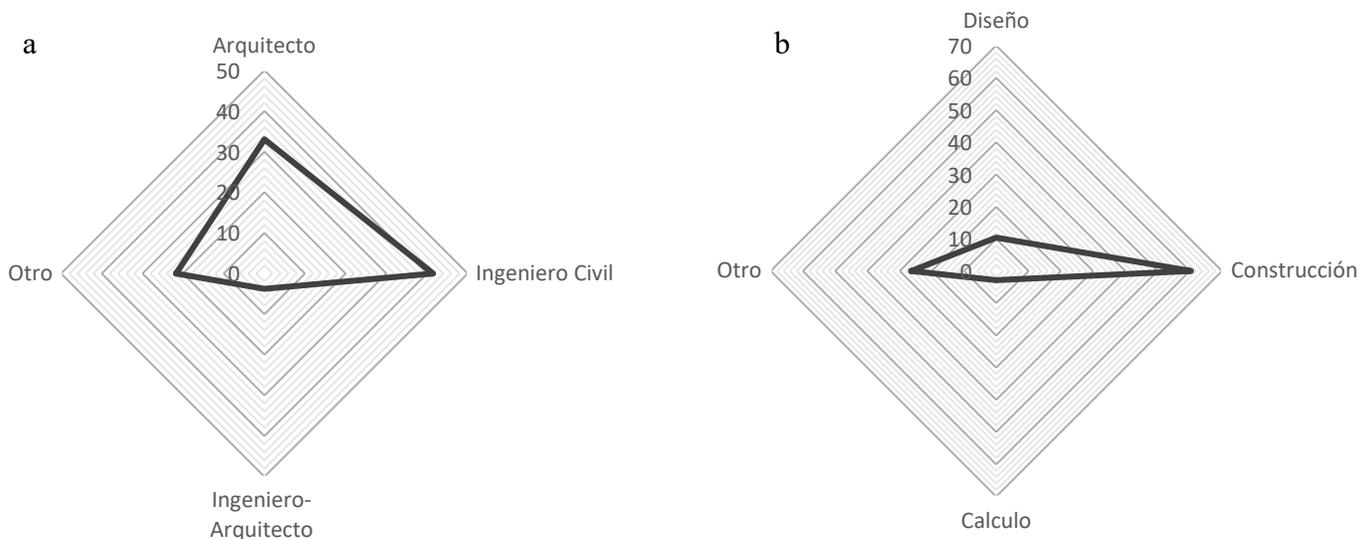


Figura 3. Porcentaje de respuestas de los profesionales de la construcción encuestados en el presente trabajo en México (a) Profesión, (b) Tipo de participación n=106

En el primer grupo de encuestados se recopiló información general sobre los involucrados en la edificación sustentable en México, además se observa el tiempo laborando dentro del ramo de la construcción, 74% de los encuestados tiene más de 15 años en la edificación lo que da mayor importancia debido al grado de expertos que contestaron las encuestas. Sin embargo, el 26% restante, no tiene una profesión que se encuentre ligada directamente a la construcción (Fig.3).

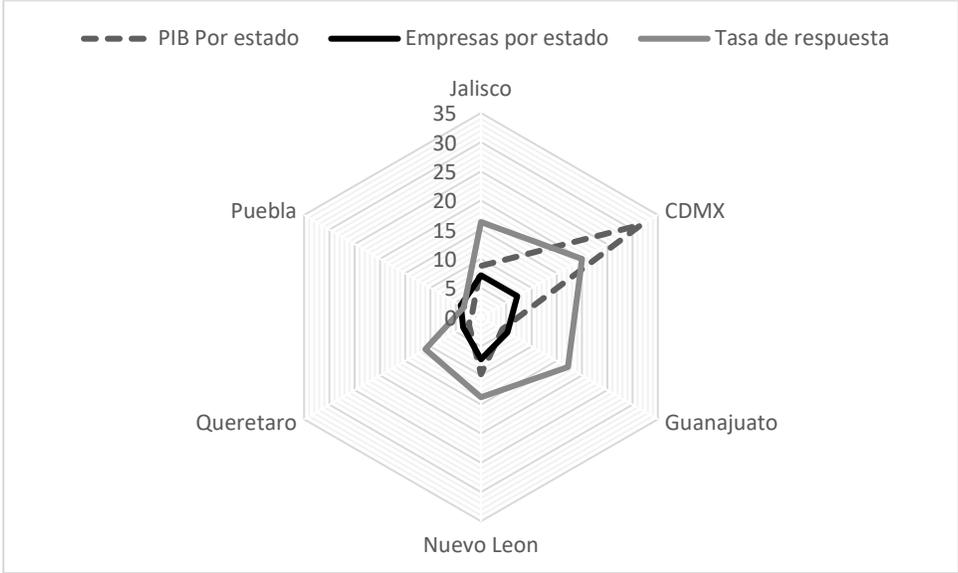


Figura 4. Porcentaje de profesionales que contestaron la encuesta del presente trabajo, Tasa de respuesta, porcentaje de empresas por estado y porcentaje del PIB (según datos del INEGI) México, n=106

En la Fig.4 se muestra la tasa de respuesta de los encuestados, donde resalta que la Ciudad de México es la que presentó mayor respuesta, con 20% y la más baja es Puebla con un 3%, además también resalta el PIB generado por estado donde el 34% del PIB de la construcción residencial se realiza en este estado. Es un dato interesante si se considera que es el Estado más pequeño en cuestión de extensión de territorio. Las empresas por estado nos muestran que sumado estos estados se representa el 34% del total de las empresas en el país.

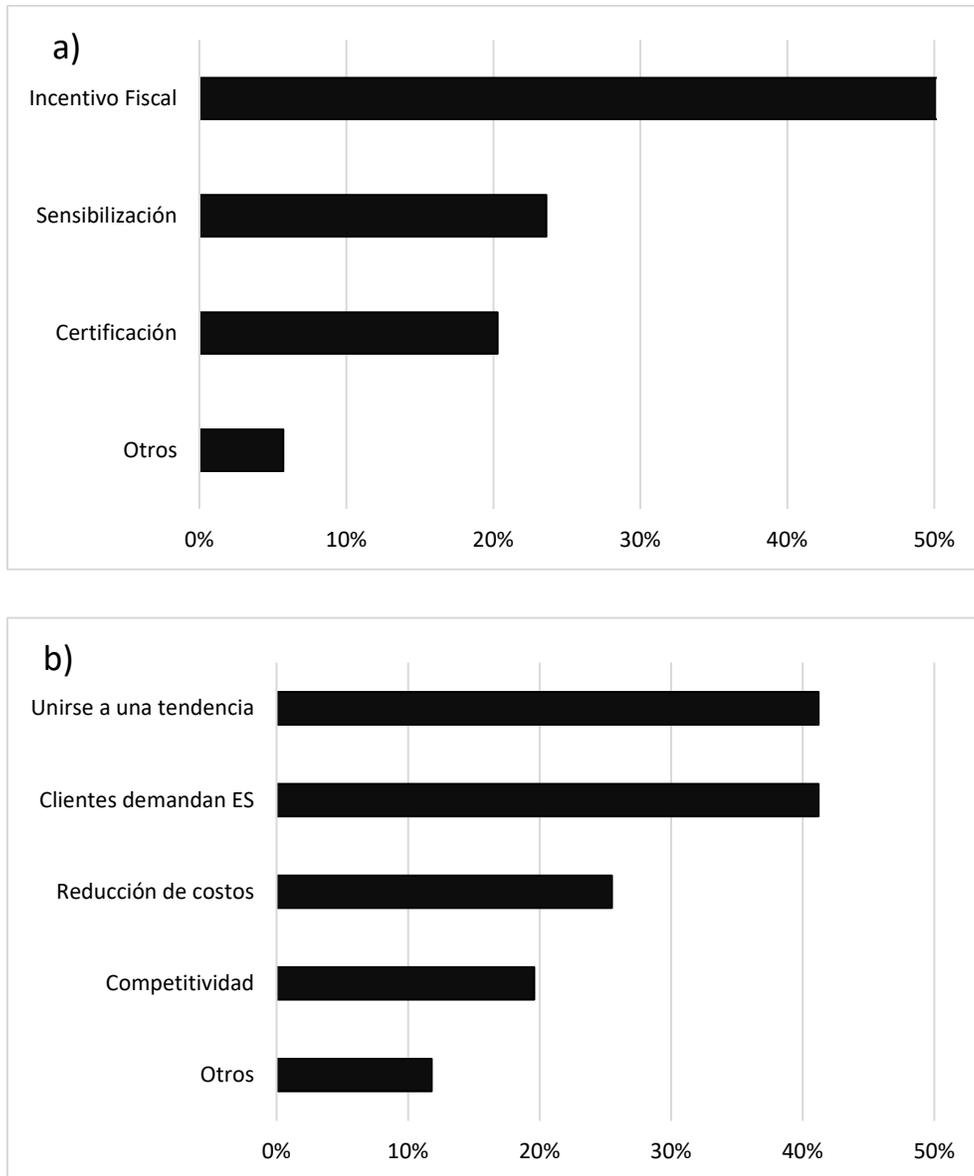


Figura 5. Porcentaje de respuestas declarada por los profesionales de la construcción en México del presente trabajo a) Tipos de incentivos b) Beneficios que suponen incrementaran la edificación sustentable n=106

En la figura 5a se observa que los incentivos fiscales (50%) son la motivación más frecuente que declaran los profesionales de la construcción en México para incrementar el uso de la edificación sustentable dentro de sus prácticas, después le siguen la sensibilización de los profesionales con 24% y la aplicación de certificaciones con 20%.

En la figura 5b, se puede observar la percepción de los profesionales sobre los beneficios que podrían surgir de adoptar estas prácticas de edificación sustentable, unirse a una tendencia mundial y que los clientes demandan la edificación sustentable, ambos con 41%, después le sigue la reducción de costos (25%) y la competitividad (20%).

Estos resultados son similares a los que se existen en la literatura, que mencionan existen muchas barreras y retos que impiden la adopción de la edificación sustentable por parte de las empresas y se han detectado 41 barreras clave para la aplicación de estas estrategias y una de las principales es la de reducción de impuestos por parte del gobierno (Nguyen, Skitmore, Gray, & Zhang, 2017).

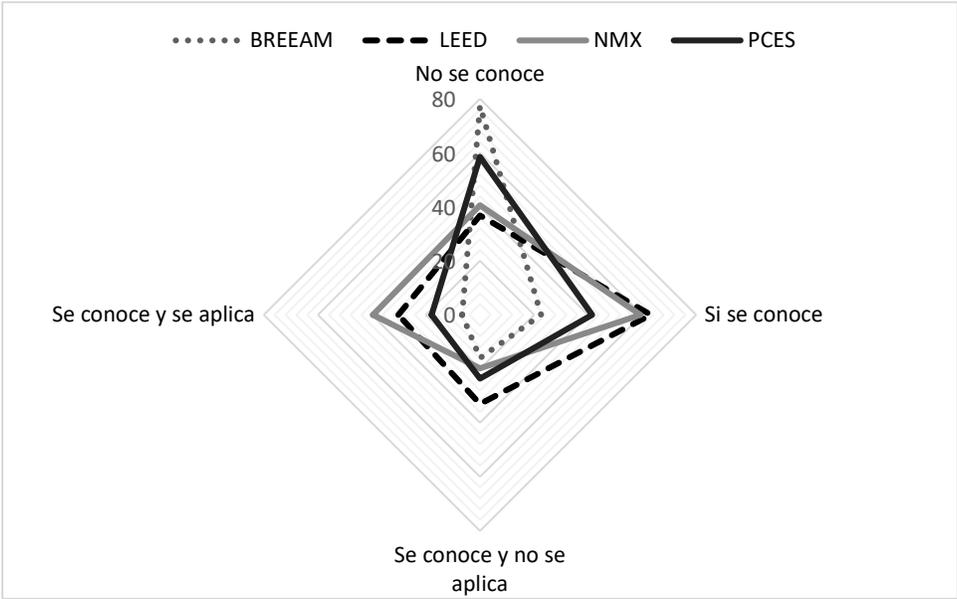


Figura 6. Porcentaje de grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones declarado por los encuestados en el presente trabajo, BREEAM (*Building Research Environmental Assessment Methodology*), LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), Norma Nmx y PCES (*Programa de certificación en edificaciones sustentables*) México n=106.

En la figura 6 se observa que las certificaciones menos conocidas por los encuestados son la BREEAM (77%) y el PCES (58%), en contraparte las que más se conocen son la LEED (63%) y la NMX (59%) y las más aplicadas fueron las mismas NMX (39%) y LEED (30%), mientras que solo el 18% declaró usar el PCES y el 6.6% la BREEAM. Como se puede apreciar en la figura 6 es muy baja la aplicación de las certificaciones que declararon los encuestados en la construcción y en la vida útil del edificio, a pesar de que si se conocen ese tipo de prácticas, por lo cual parece necesario generar ciertos estímulos como los financieros con el fin de que incrementen estas prácticas, además de que se aclara el punto de que no es por desconocimiento el motivo por el cual no se edifica sustentablemente, ya que la figura anterior nos muestra que el grado de conocimiento de algunas normas o certificaciones es elevado.

Este tipo de certificaciones ofrecen la gestión de los recursos naturales y que se lleve a cabo a través de indicadores de sostenibilidad, que permiten la identificación y la solución de problemas mediante buenas prácticas por parte del gobierno lo que también permite su validación y mejora (Díaz-Sarachaga, Jato-Espino, & Castro-Fresno, 2018). A pesar de que BREEAM ha otorgado más de 550, 000 certificados en 77 países y más de 2.2 millones de edificios han sido registrados para su evaluación y es ampliamente reconocida, en México y Chile existe un desconocimiento de esta. La evaluación ambiental genera esquemas que son obligatorios en algunas partes del mundo, requeridos por la legislación y algunos van más allá de los requisitos legislativos obligatorios, son discrecionales y representan una buena práctica en el desarrollo de un ambiente construido cada vez más sostenible (Pretlove & Kade, 2016), En México no existe como tal una legislación que obligue a las empresas a

adoptar este tipo de construcción sin embargo existe una normativa opcional que es la NMX, que tiene similitud con las demás certificaciones.

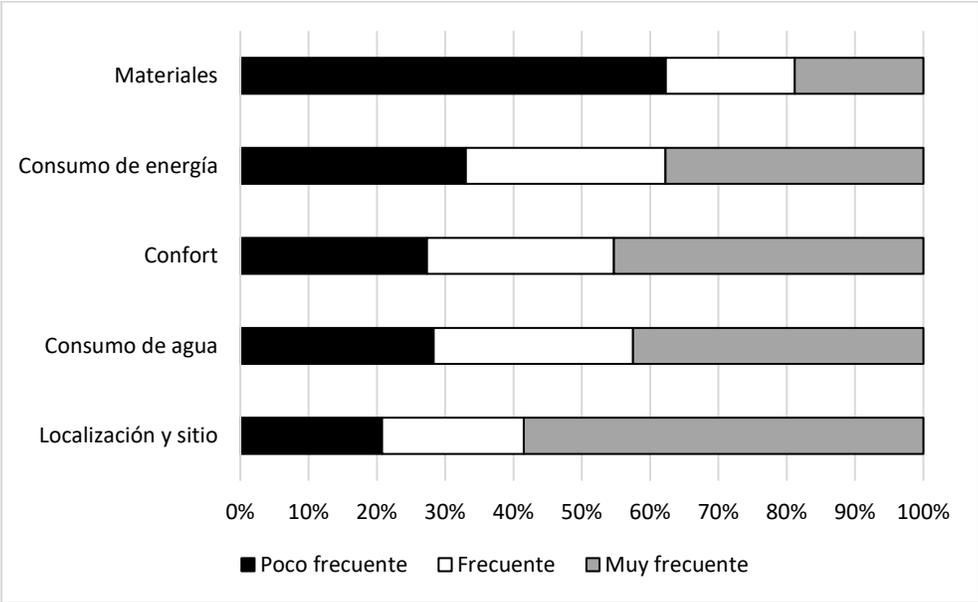


Figura 7. Porcentaje de utilización de estrategias generales de edificación sustentable declarado por los encuestados, consideradas en el presente trabajo en México n= 106

Con respecto a las estrategias generales de edificación sustentable, la estrategia de materiales se indicó por los encuestados como la menos frecuente (62%), seguida del consumo de energía (33%). Mientras la de localización y sitio fue la estrategia más frecuentemente empleada (59%), seguida de confort (45%) y de consumo de agua (43%) (Fig. 7).

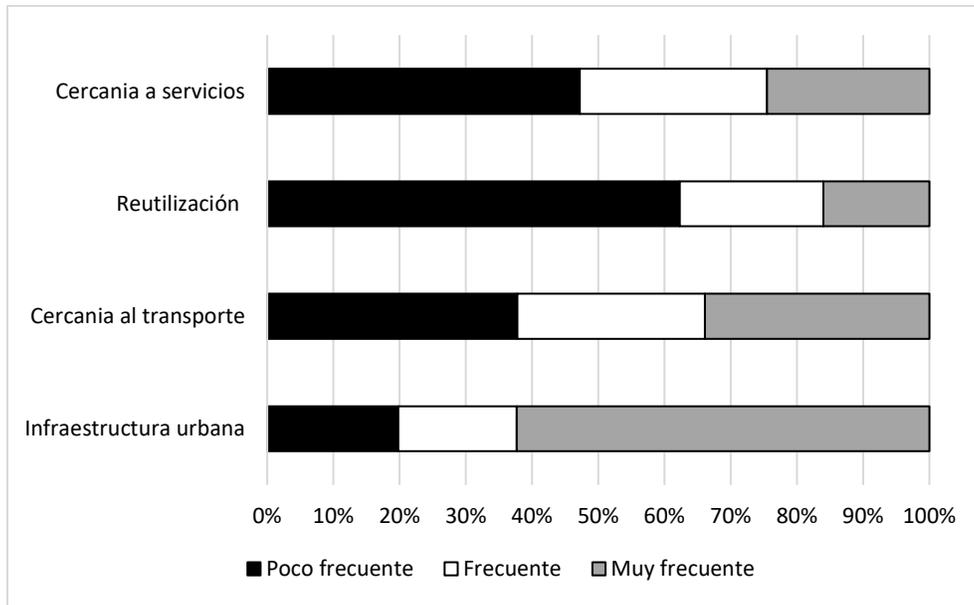


Figura 8. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable declarado por los encuestados consideradas en el presente trabajo en México, Localización y Sitio. n=106

En la figura 8 que explora la opinión sobre localización y sitio, donde la estrategia que se utiliza con una frecuencia de 80% es la de edificar en áreas que cuenten con una infraestructura urbana (drenaje, electricidad, agua potable). Mientras que la estrategia que menos se utiliza es la de edificar en construcciones abandonadas con una frecuencia de 38% (frecuente-muy frecuente) de aplicación declarada por los encuestados, mientras que cercanía a los servicios (47%) y cercanía al transporte (37%) se usan de forma menos frecuente.

La estrategia de localización y sitio fue la que declararon los encuestados que en mayoría utilizan tanto de manera general como en específicas, sin embargo este tipo de estrategia está orientada a individuos de mayor poder adquisitivo que tienen más probabilidades de desplazarse por el tránsito, caminar, andar en bicicleta o sus posibles combinaciones (Lo, 2016), por lo cual a pesar de que manifiesten que es la estrategia más usada, es la que menos se observa en grandes urbes como las que se encuentran en México.

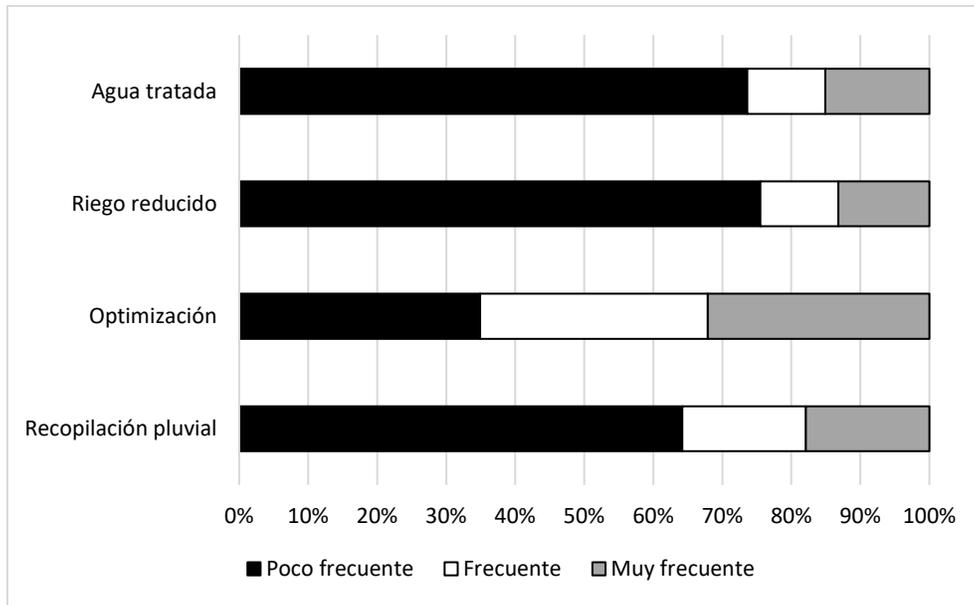


Figura 9. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable declaradas por los encuestados consideradas en el presente trabajo en México, Consumo de agua n=106

En la sección de consumo de agua, se observa que los encuestados declaran aplicar poco las estrategias correspondientes, siendo la de instalaciones de bajo consumo (optimización) las que presentan una frecuencia de 66% (frecuente- muy frecuente) de aplicación, mientras que las demás estrategias como recopilación pluvial (64%), agua tratada (74%) e instalaciones de riego reducido (76%) tienen un uso según los encuestados de poco frecuente (Fig.9).

Las estrategias de recopilación de agua de lluvia y vegetación de riego reducido ahorran una cantidad significativa de agua y se deriva en ahorro de costo (Shafiei, Samari, & Ghodrati, 2013). Sin embargo, en el presente trabajo se observó que estas técnicas son poco aplicadas por los profesionales de la construcción.

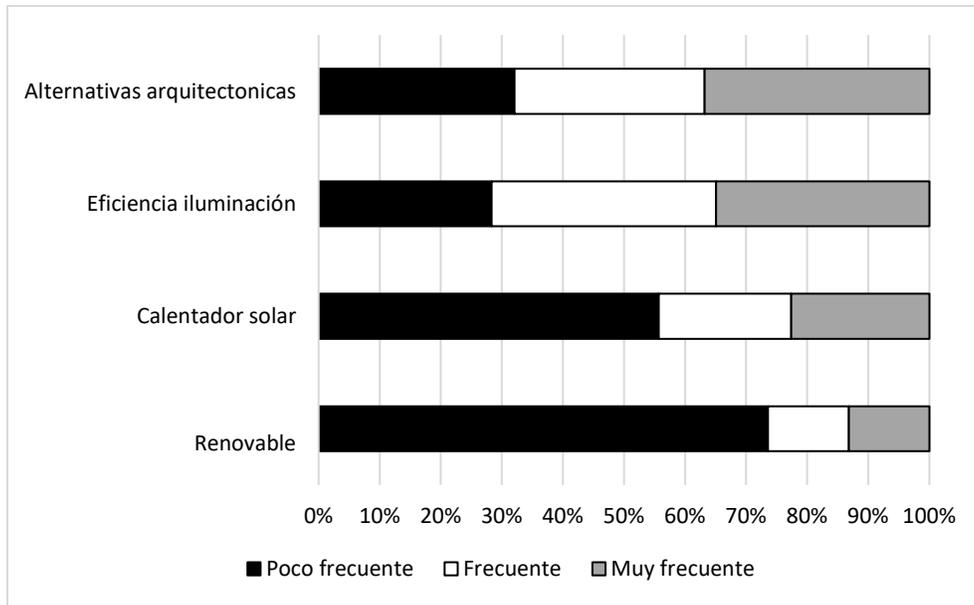


Figura 10. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo en México, Consumo de energía, n=106

Con respecto a la sección, de consumo energético, las estrategias de alternativas arquitectónicas de iluminación y de una instalación ahorradora, son las que declaran los encuestados que se usan con mayor frecuencia (68% y 72%, respectivamente), mientras que el uso de algún tipo de energía renovable para abastecer de electricidad o calefacción a la edificación solo tiene el 26% (frecuente-muy frecuente) de uso. Mientras que el uso de calentadores solares se usa de forma poco frecuente (56%) (Fig.10).

En cuanto al consumo energético que es la estrategia de edificación sustentable que mayor relevancia tiene en las investigaciones, sin embargo en la presente, aunque la productividad energética ahorra dinero, aumenta el empleo y reduce el desperdicio de energía, que básicamente consiste en obtener un mayor PIB de cada unidad de energía consumida (Onat, Egilmez, & Tatari, 2014), los encuestados declaran no utilizar frecuentemente esta estrategia

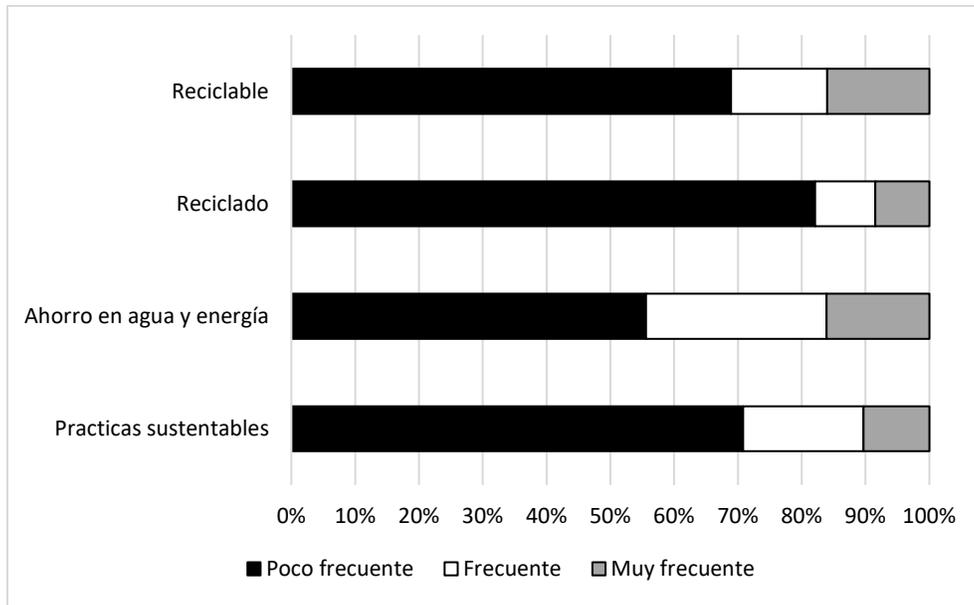


Figura 11. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable consideradas en el presente trabajo en México, Materiales n=106

La sección de materiales es donde los encuestados declararon que se utilizaban con menos frecuencia las estrategias de edificación sustentable, materiales procedentes del reciclaje solo tienen un 19% (frecuente-muy frecuente) de uso, mientras que materiales que pudieran ser reutilizados (reciclables) solo tiene un 31% (frecuente-muy frecuente) de uso. Mientras que las estrategias de ahorro en agua y energía, así como practicas sustentables, los encuestados declararon aplicarlas de forma poco frecuente (56% y 71%) respectivamente (Fig.11).

En el tema de materiales los encuestados puntuaron claramente la falta de uso de estrategias sustentables, tanto de manera general (Fig.7), como particular (Fig.11), debido a múltiples factores como el desconocimiento, posiblemente debido a que la etapa de demolición y el reciclaje de los materiales de construcción después de la vida útil de los edificios rara vez se ha estudiado (Karimpour, Belusko, Xing, & Bruno, 2013).

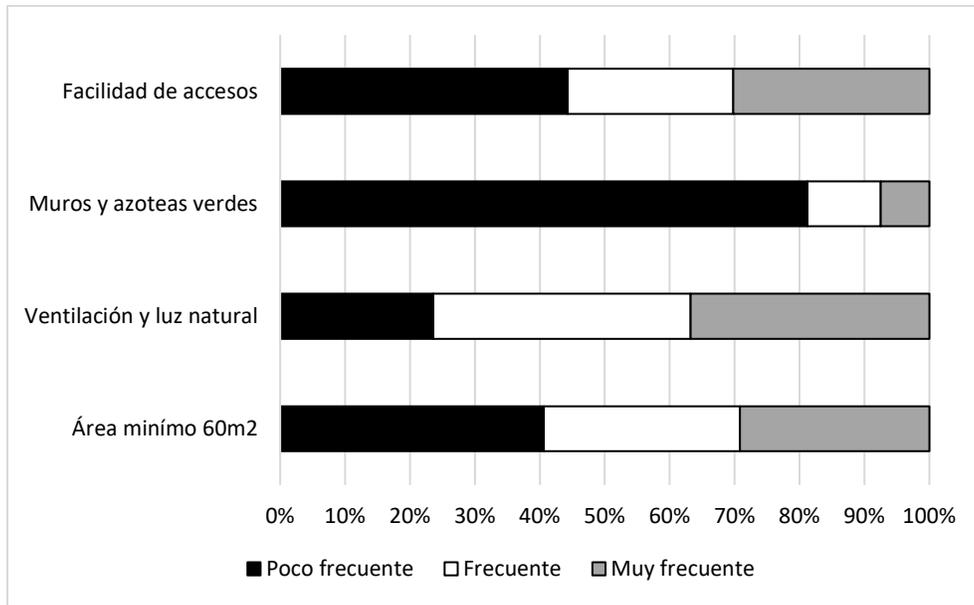


Figura 12. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo en México, Confort, n=106

La última estrategia fue la de confort de los usuarios, donde la estrategia que se utiliza con mayor frecuencia es la de ventilación y luz natural (77%, frecuente-muy frecuente), mientras que la estrategia de implementar azoteas y techos verdes, resultó ser la que declararon que menos se utiliza (18%, Frecuente-muy frecuente), además las estrategias de facilidad de accesos(44%) y área mínimo de 60 m² (40%) declararon que se usan de forma poco frecuente (Fig.12).

4.2 Chile

Se enviaron 1,100 encuestas a igual número de profesionales de la construcción, se recibieron 102 respuestas, donde el 100% de los encuestados tienen más de 5 años dedicados a la construcción como ejecutivos y el 76.4% más de 15 años. La profesión de los participantes en mayoría fueron ingenieros (69%), seguido de los arquitectos (12%), además el 62% de los

encuestados se dedica a la edificación en sitio el 19% del restante de los encuestados, no tiene una formación profesional ligada a la construcción.

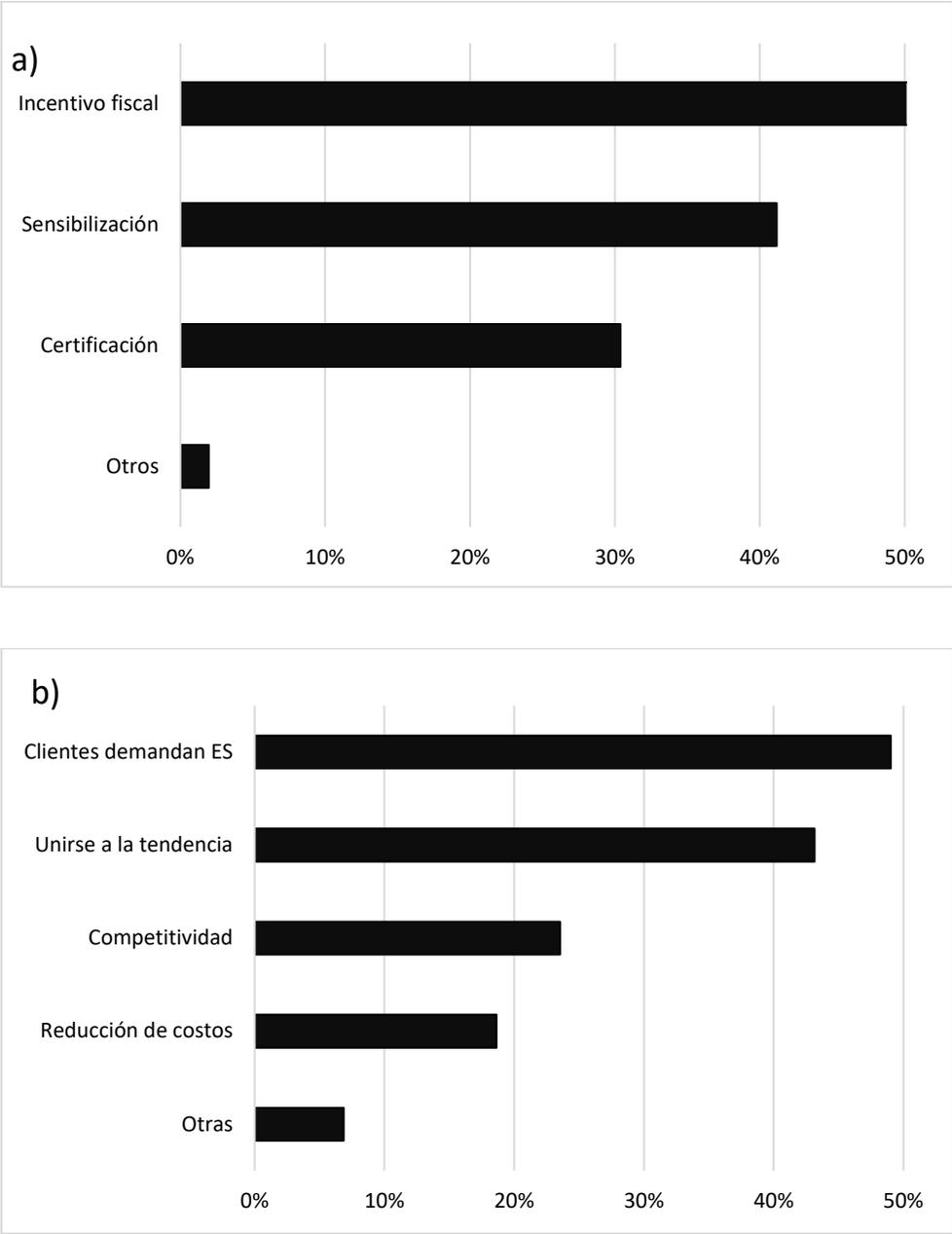


Figura 13. Porcentaje de respuestas de los profesionales de la construcción en Chile: Tipos de líneas de acción que consideran podrían promover la edificación sustentable (a) y; beneficios que suponen incrementarían si se llevara a cabo la edificación sustentable (b). n=102.

Los encuestados opinan que los incentivos fiscales (50%), serían el mayor estímulo para incorporarse a la edificación sustentable, similar el resultado de sensibilizar a los profesionales (41%), seguidos de necesidad de certificación (30%) (Fig. 13a).

En la figura 13b se indica que atraer nuevos clientes (49%) y unirse a una tendencia mundial (43%), son los mayores beneficios que suponen los encuestados al realizar edificación sustentable, menores beneficios suponen tener competitividad (23%) y ahorro de costos (19%).

El 50% de los encuestados menciono que la falta de estímulos fiscales eran la principal barrera para incrementar la edificación sustentable, resultado similar se obtuvo en otra investigación donde el 51% de los encuestados declara que la reducción de impuestos debe ser acorde con el nivel de inversión en edificación sustentable (Serpell & Vera, 2013). Cabe mencionar que la falta de incentivos fiscales también ha sido señalada en la literatura en otros países (Nguyen, Skitmore, Gray, & Zhang, 2017; AlSanad, 2015; Durdyev et al, 2018), como una barrera para impulsar la edificación sustentable, existen otros modelos que proponen incentivar la edificación sustentable como en el caso de la hipoteca verde, que brinda un apoyo económico a las personas que compran una casa que contiene estrategias de edificación sustentable.

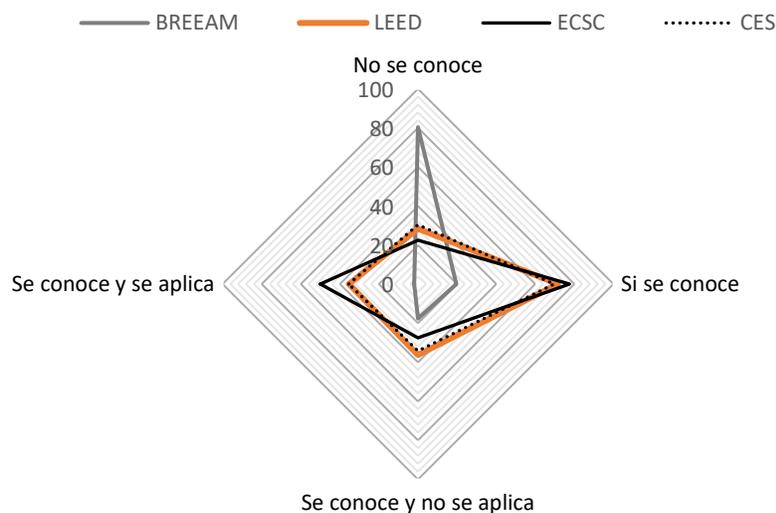


Figura 14. Porcentaje del grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los encuestados en el presente trabajo en Chile, BREEAM (*Building Research Environmental Assessment Methodology*), LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), ECSC y CES n=102.

La certificación menos conocida por los encuestados fue la BREEAM, el 80% declaró no conocerla, mientras que en contraparte las certificaciones que más se conocen son la CES con 77% y la ECSC con 78% además de que se aplican con una frecuencia de 35% y 50% respectivamente, según los encuestados, las siguientes certificaciones son la de LEED y CES que tienen 35% y 35% de uso respectivamente.

Es interesante mencionar que a excepción de BREEAM, los demás instrumentos de certificación de edificación sustentable son ampliamente conocidos por los profesionales de la construcción en Chile, sin embargo, no se correlaciona ese resultado con su aplicación. Esto se puede deber a que desde 2012 se estableció una colaboración entre 4 ministerios (Ministerio de obras Públicas, Ministerio de Vivienda, Ministerio de Energía y de Medio

Ambiente) para promover, coordinar y divulgar la edificación sustentable en el país (Valdes & Mellado, 2018).

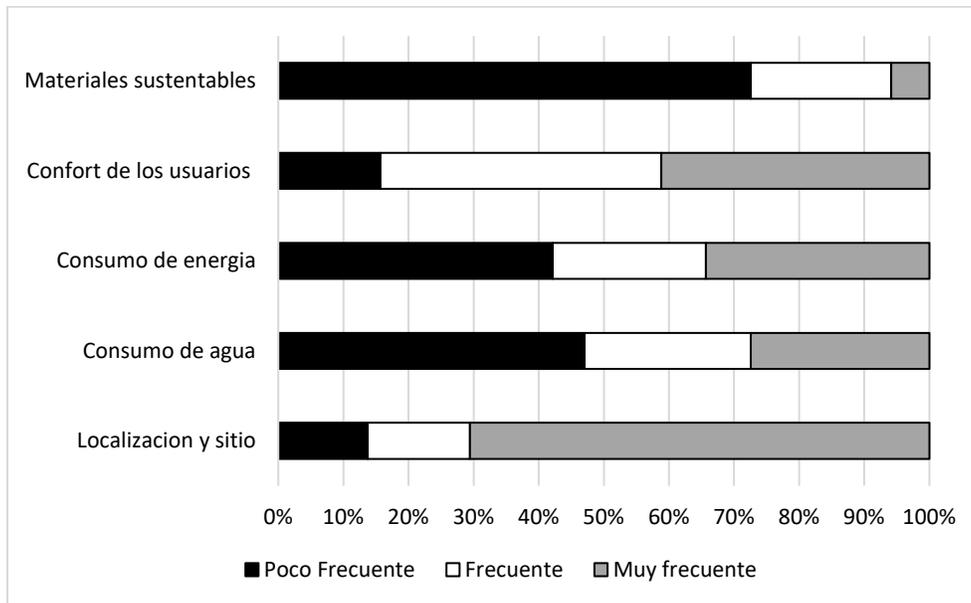


Figura 15. Porcentaje de utilización de estrategias generales de edificación sustentable según encuestados, consideradas en el presente trabajo n= 106.

Con respecto al uso de las estrategias generales de edificación sustentable, la estrategia de materiales se indicó por los encuestados como la menos frecuente (74%), seguida del consumo de agua (48%). Mientras la de localización y sitio fue la estrategia más frecuente empleada con 86% (frecuente-muy frecuente), seguida confort con 84% (frecuente-muy frecuente) y consumo de energía con 58% (frecuente-muy frecuente) (Fig. 15).

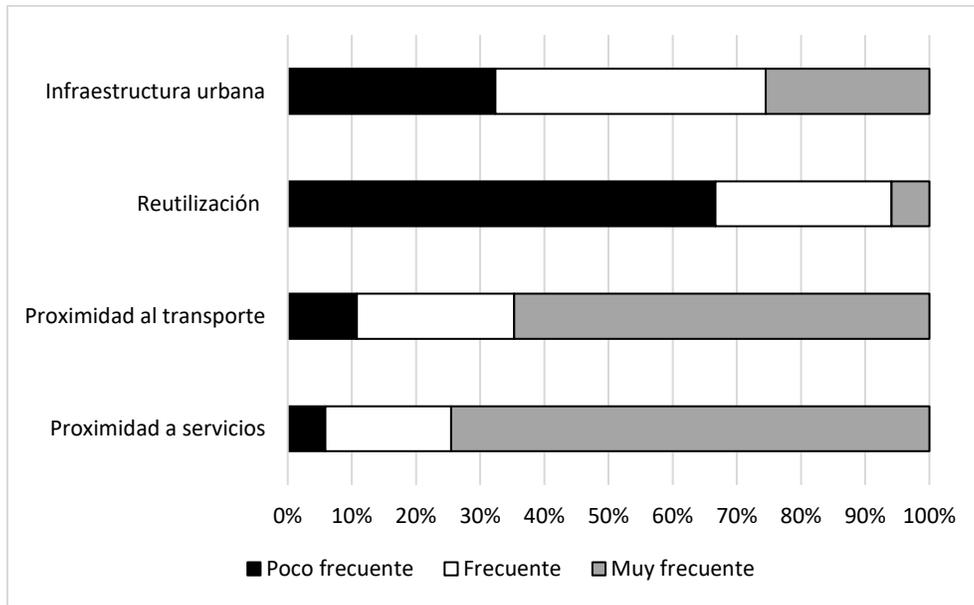


Figura 16. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo en Chile, Localización y Sitio n=102.

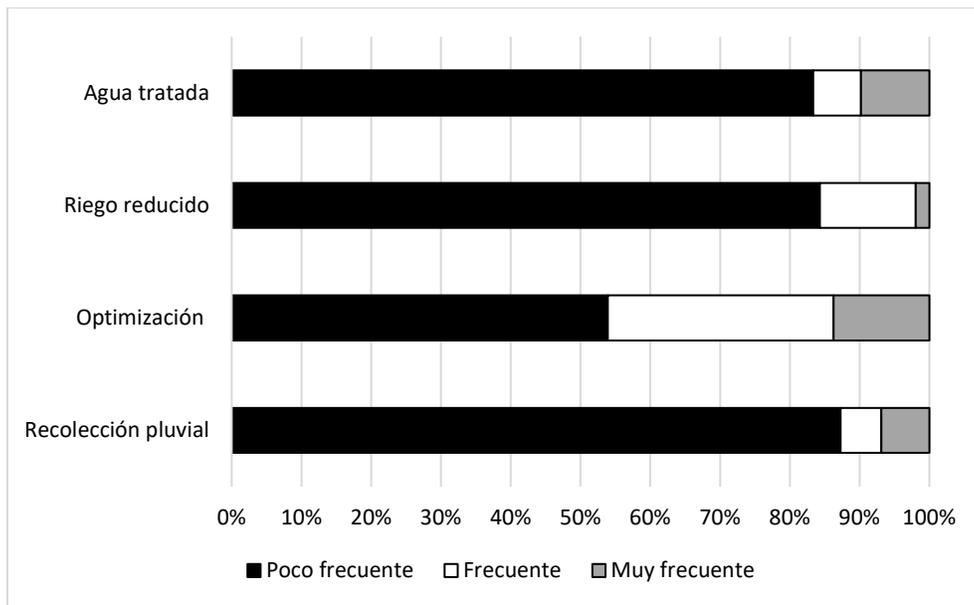


Figura 17. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo en Chile, Consumo de agua n=102

En la figura 16 se observa que las estrategias más frecuentemente consideradas por los encuestados, la proximidad a los servicios y la de proximidad al transporte con 94% y 89 %

respectivamente (frecuente-muy frecuente), mientras que la de construir el lugar abandonado (Reutilización) solo tuvo un 33% (frecuente-muy frecuente).

Las estrategias de consumo de agua fueron las que se utilizaron con menor frecuencia, en específico recolección pluvial (87%), vegetación de riego reducido (84%) y tratamiento de aguas (83%) (Fig. 17).

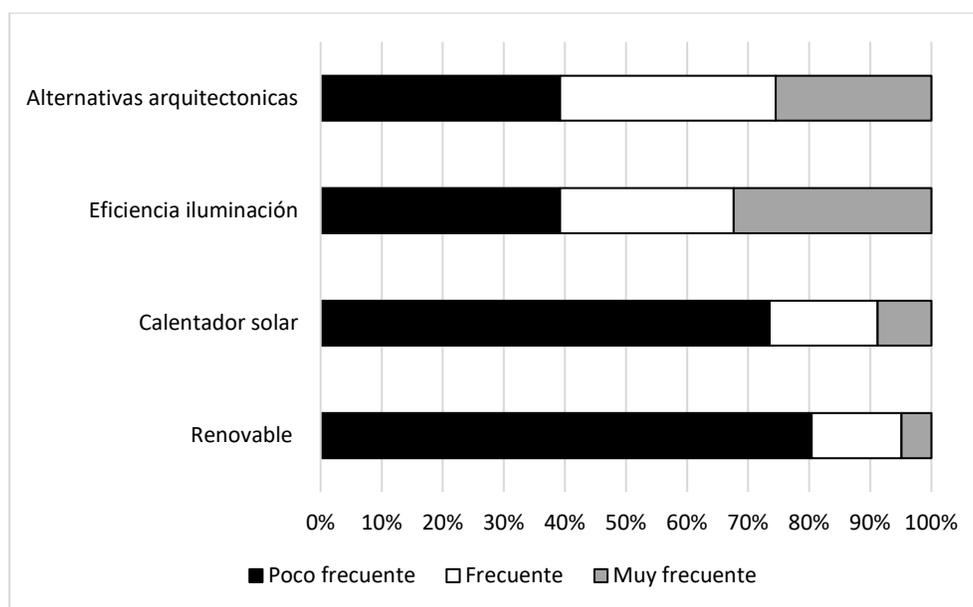


Figura 18. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo, en Chile, Consumo de energía, n=102

En la figura 18 se muestran los resultados con respecto al consumo de energía, las estrategias del uso de energía renovable (80%) y el uso de calentadores solares (73%), fueron las que con menos frecuencia son utilizadas. Sin embargo, las estrategias de alternativas arquitectónicas para la iluminación y eficiencia en la iluminación obtuvieron una frecuencia de uso similar con 61% (frecuente-muy frecuente) según los encuestados.

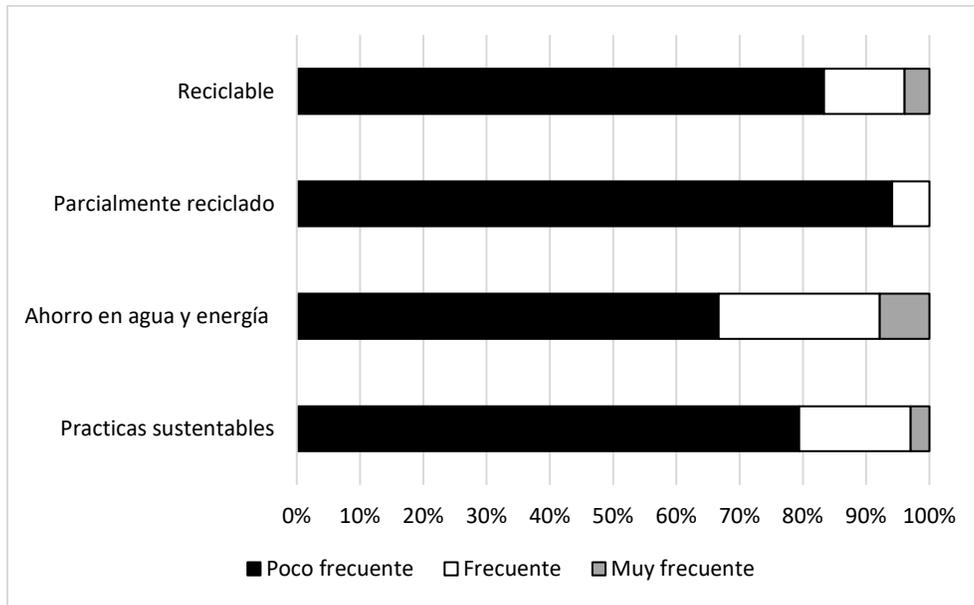


Figura 19. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo en Chile, Materiales n=102

Mientras que en la figura 19 con respecto a la estrategia de materiales, que es donde con menos frecuencia se usan las estrategias de edificación sustentable, no se emplean materiales parcial o totalmente reciclados (94%), materiales que pueden ser reciclables (83%), provenientes de prácticas sustentables (79%) y materiales que pudieran ser reciclados terminando su vida útil (reciclable) con 83%.

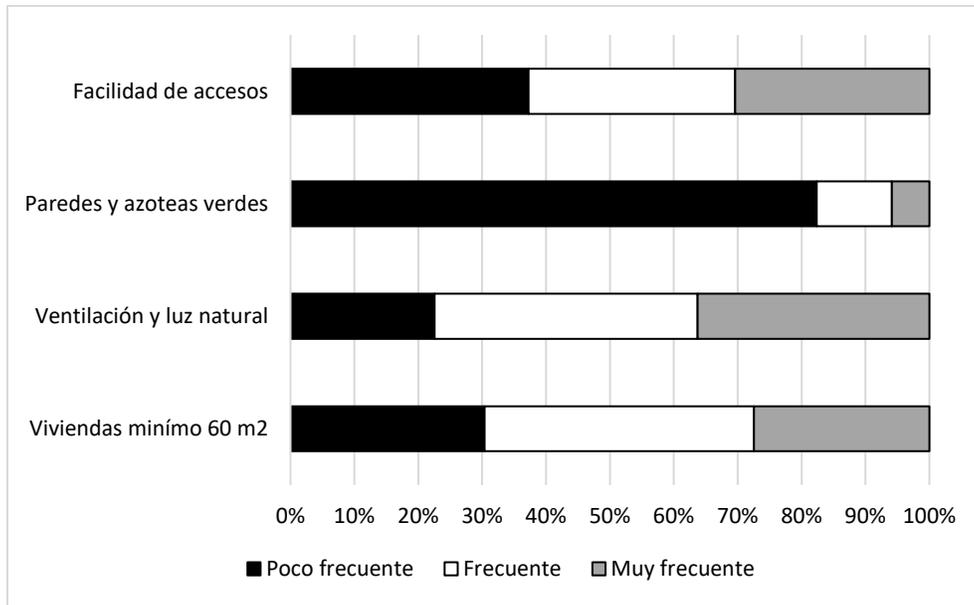


Figura 20. Porcentaje de aplicación de estrategias de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo en Chile, Confort, n=102

Finalmente, en confort, los encuestados declararon que la estrategia de techos y azoteas verdes se usa con poca frecuencia (82%), teniendo a la ventilación y luz natural como la frecuente (41%) y como muy frecuente (36%) con resultado similar se encuentra la estrategia de áreas con mínimo de 60 m² donde se declaró usarse frecuentemente en 42% y muy frecuentemente con un 27%, (Fig.20).

Capítulo 5 Comparación México y Chile

En capítulos anteriores se mencionaron los resultados obtenidos de las encuestas, primero de México y posteriormente de Chile, en este capítulo abordaremos una comparación realizada entre ambos países.

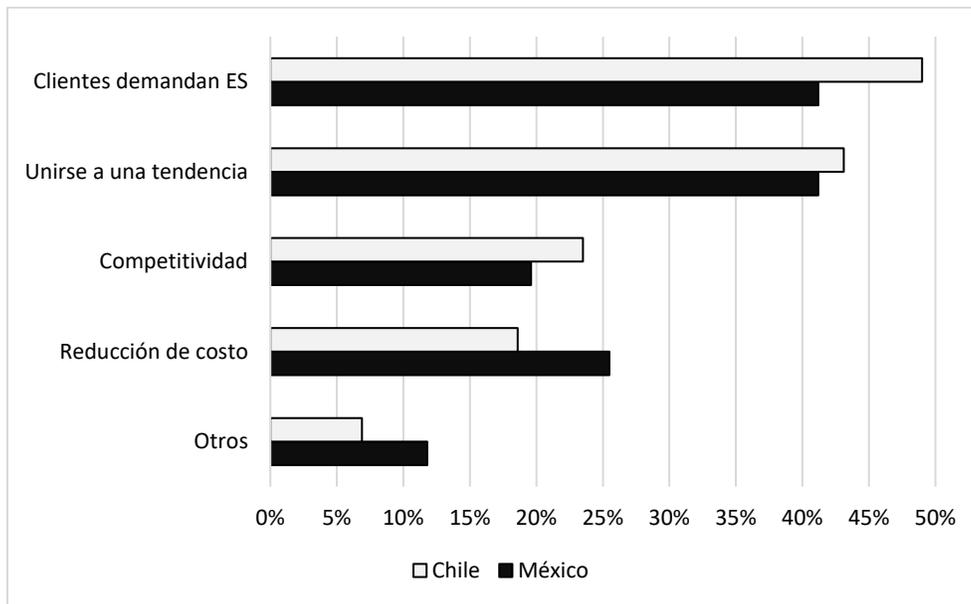


Figura 21. Porcentaje de respuestas de los profesionales de la construcción en México y Chile: Beneficios que suponen incrementarían si se llevara a cabo la edificación sustentable n=106 y n=102 $p>0.05$, según Chi2.

En la figura 21 se muestra que en ambos países es similar la percepción entre los encuestados de ambos países a atraer nuevos clientes que demandan edificación sustentable ya que obtuvo una respuesta de 49% para Chile y de 41% para México, lo que declaran los encuestados como el mayor beneficio que tendrían al incorporarse a la edificación sustentable.

Seguido se encuentra unirse a una tendencia mundial con 43% y 41% respectivamente, menores beneficios suponen en el tener competitividad 23% y 19% para Chile y México y el ahorro de costos 19% y 25% respectivamente.

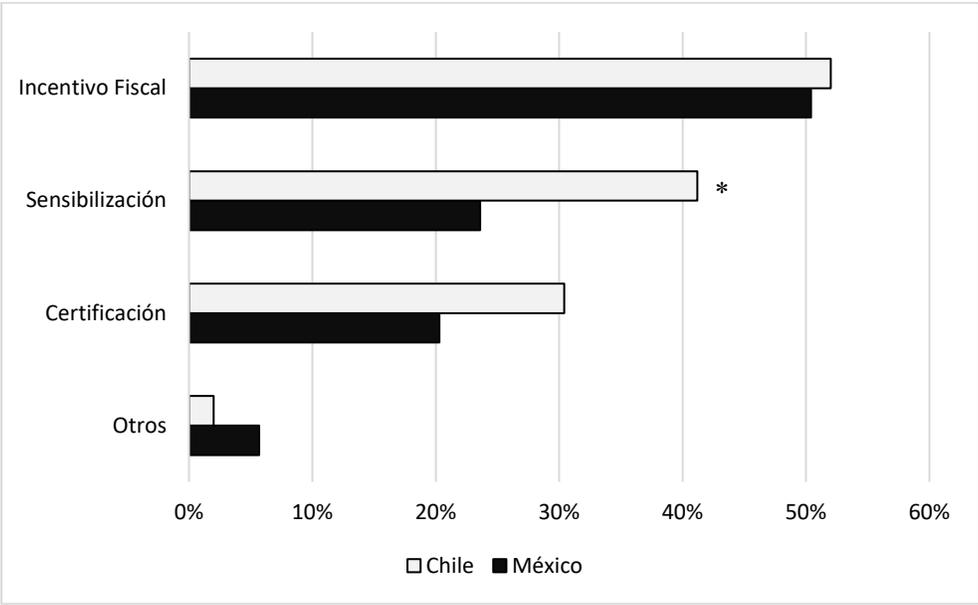


Figura 22. Porcentaje de respuestas de los profesionales de la construcción en México y Chile: Tipos de líneas de acción que consideran podrían promover la edificación sustentable. n=106 y n=102 *p<0.05, según Chi2.

Los encuestados declaran que la mayor línea de acción que se debería de tener para promover la edificación sustentable son los incentivos fiscales que obtuvieron una respuesta similar para Chile (51%) y para México (50%), la siguiente línea de acción sería sensibilizar a los profesionales de la construcción con 41% y 24% respectivamente, posteriormente la necesidad de certificación quedo con 30% y 20% para Chile y México respectivamente. (Fig. 22).

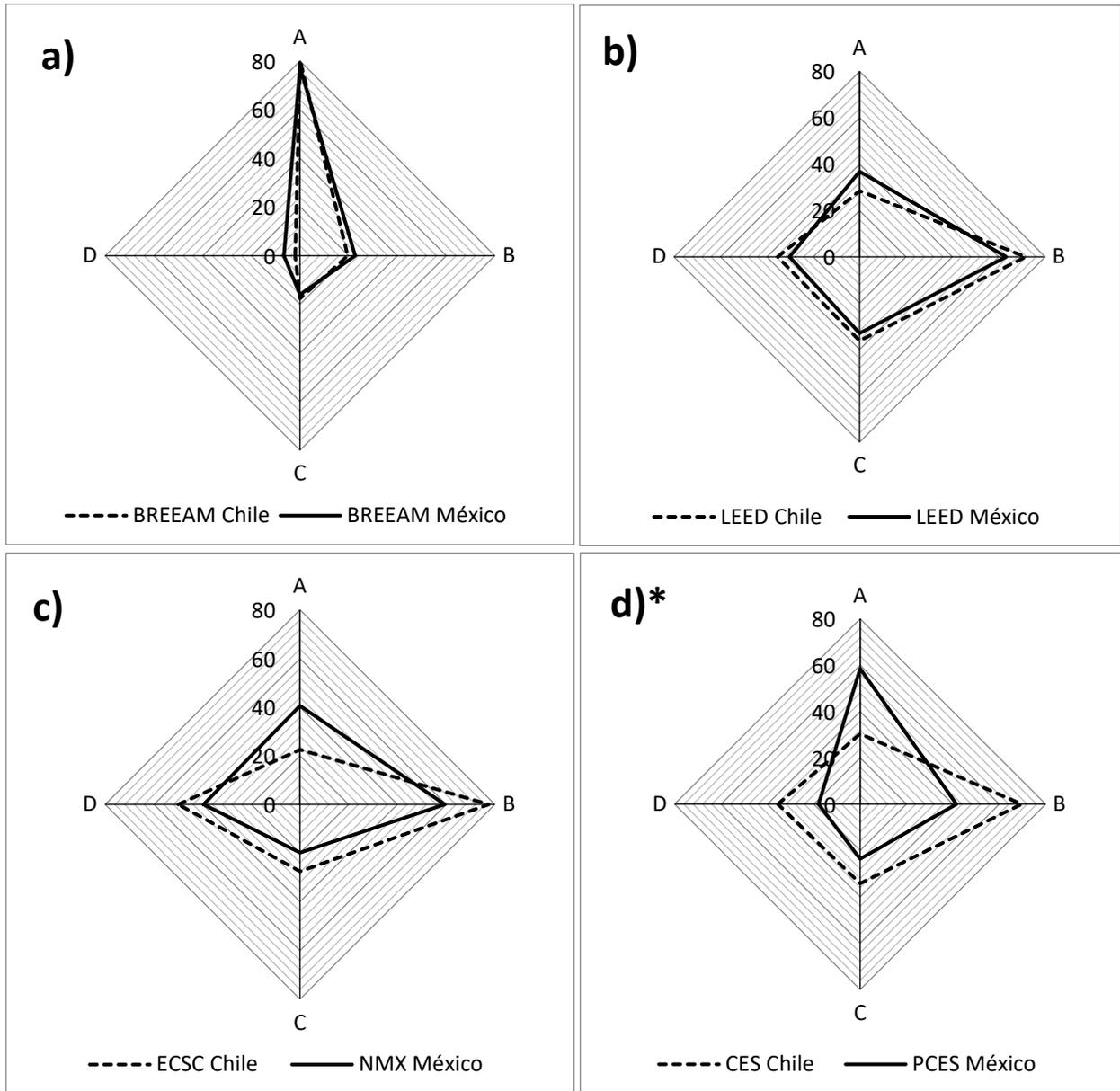


Figura 23. Porcentaje del grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los encuestados en el presente trabajo, a) BREEAM, b) LEED, c) ECSC y NMX, d) CES y PCES en Chile y México (A = No la conoce, B= Si la conoce, C= Se conoce y No se aplica, D= Se conoce y Se aplica) n=106 y n=102*p<0.05, según Chi2.

En la figura 3a, se observa que la certificación internacional menos conocida por los encuestados con resultados similares tanto en Chile como en México fue la BREEAM 80% y 77% respectivamente, y que la aplicación de dicha certificación fue de 2% y 6% respectivamente, mientras que la certificación internacional más conocida fue la LEED con un 72% para Chile y en un 63% para México, con una aplicación declarada por los encuestados de 35% y 30% respectivamente (Fig.3b). Mientras que en la figura 3c se observa que dentro de las certificaciones locales que declaran conocer más los encuestados están la ECSC (78%) en Chile y la NMX (59%) en México, además declaran que la aplicación de estas es de 50% y 40% respectivamente. Las certificaciones que menos conocen según los encuestados son la CES (70%) y la PCES (24%) para Chile y México respectivamente, adicionalmente son las que menos declaran aplicar con 30% para la CES y 18% para PCES (Fig.3d).

Lo que nos permite observar claramente que en cuestiones de certificaciones internacionales ambos países coinciden en conocimiento de estos instrumentos y en aplicación ya que las respuestas de los encuestados fueron similares, sin embargo cuando se trata de certificaciones locales, en Chile se tiene mayor conocimiento de las mismas y también se puede observar en la aplicación.

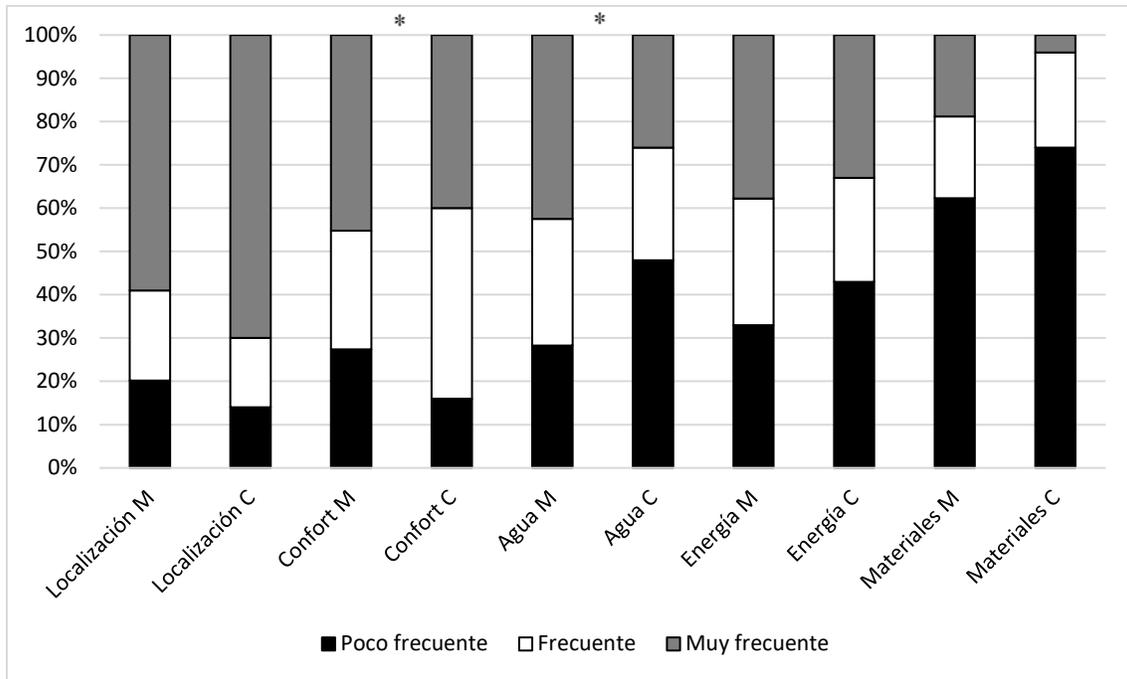


Figura 24. Porcentaje de utilización de estrategias generales de edificación sustentable según encuestados, consideradas en el presente trabajo México y Chile $n= 106$ y $n=102$ $*p<0.05$, según Chi2.

Con respecto a las estrategias generales de edificación sustentable en México, la estrategia de materiales se indicó por los encuestados como la menos frecuente (62%), resultado similar se obtuvo en Chile con un 74%; seguida del consumo de energía 33% para México y 43% para Chile. Mientras que la estrategia de localización y sitio fue la estrategia que declararon que con mayor frecuencia se emplea 59% en México y 70% en Chile, seguida confort (45%) y (40%) México y Chile respectivamente, finalmente el consumo de agua se obtuvieron resultados diferentes, 43% para México y 26% para Chile (Fig. 24).

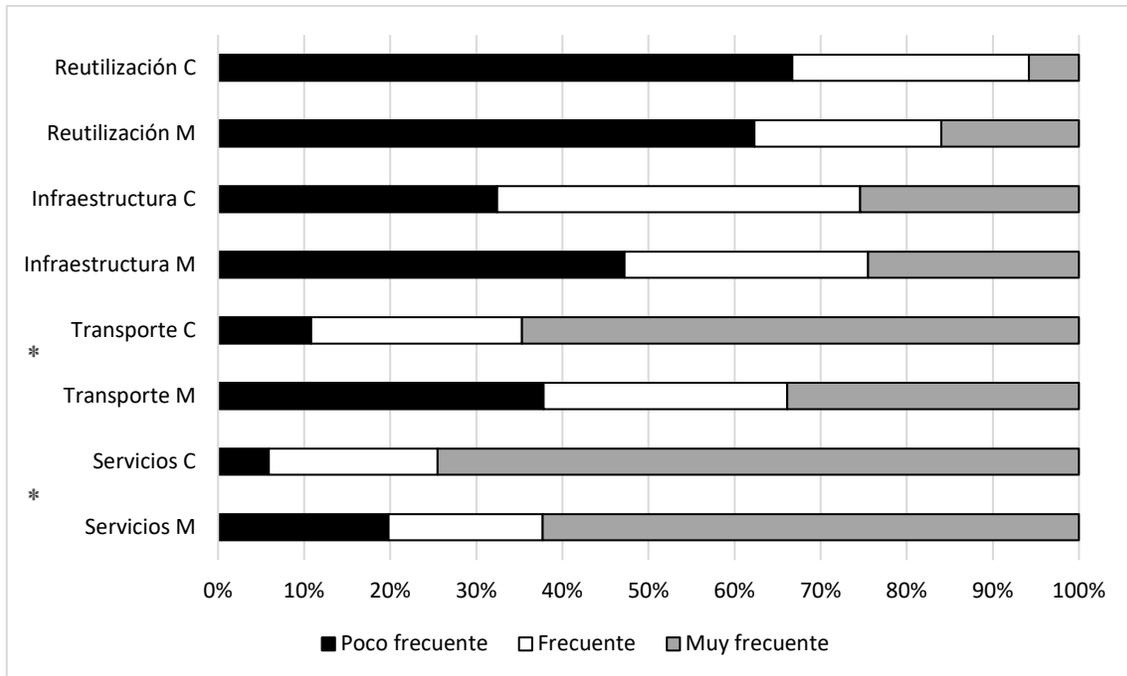


Figura. 25 porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo con respecto a: Localización y sitio. México y Chile n=106 y n=102 *p<0.05, según Chi2.

En la figura 25 se observa que, con respecto a la estrategia de localización y sitio, los encuestados contestaron que la construcción en áreas abandonadas (reutilización) es la que con menor frecuencia se considera el 66% en Chile y el 62% en México, seguida por la Infraestructura con 32% y 47%, mientras que las estrategias que declararon practicaban con mayor frecuencia fueron, construir en áreas que cercanas a todos los servicios con 74% y 62% para Chile y México, seguida de la construcción en cercanía al transporte 64% para Chile y 33% para México.

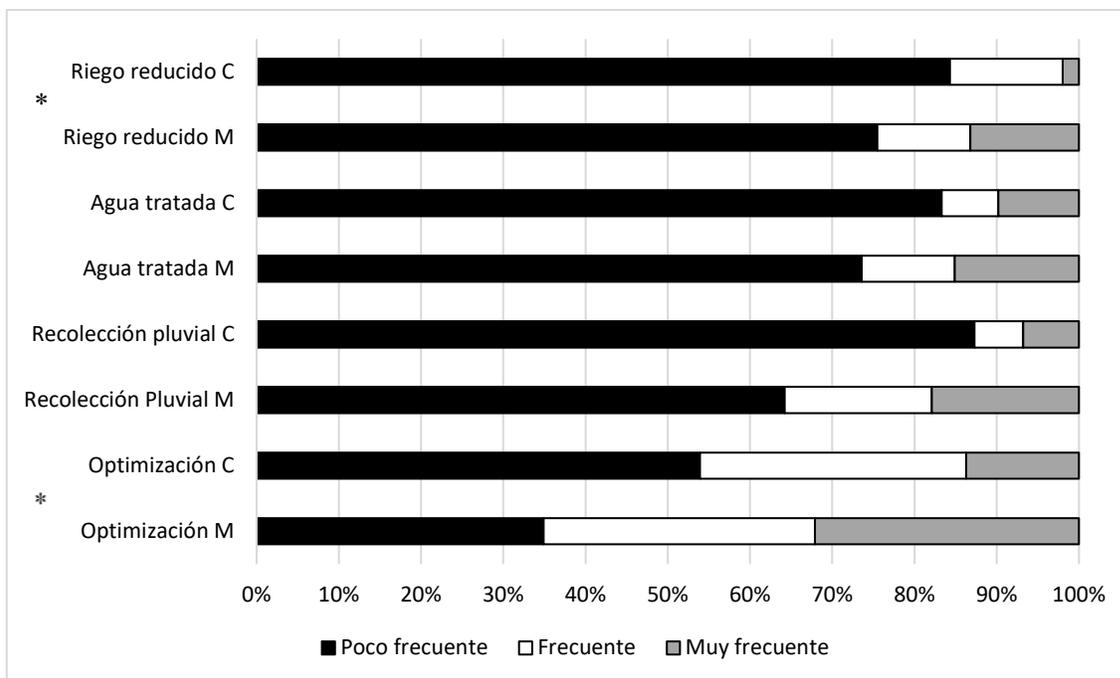


Figura. 26 porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo con respecto a: Consumo de agua México y Chile n=106 y n=102 *p<0.05, según Chi2.

Para las estrategias de consumo de agua, las estrategias que declararon los encuestados que se utilizan con menor frecuencia fueron las de recolección pluvial con 87% en Chile y 64% en México, la estrategia que sigue es la de riego reducido que para Chile tuvo un 84% y para México un 75%, otra estrategia similar en valores es el uso de agua tratada que tuvo un 83% y 73% respectivamente, la estrategia que fue utilizada con frecuente-muy frecuente es la de optimización de instalaciones para un consumo moderado de agua, en Chile se utilizó en un 56% y para México en un 65% (Fig.26).

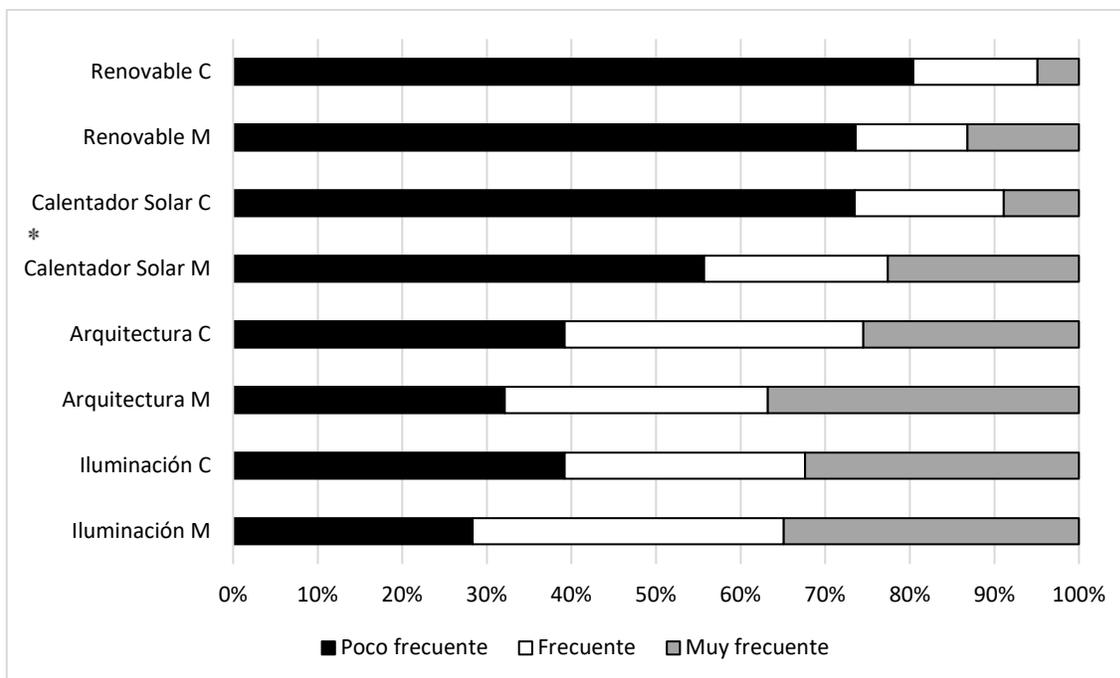


Figura. 27 porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo con respecto a: Energía. México y Chile n=106 y n=102 *p<0.05, según Chi2.

En la figura 27 se muestran los resultados con respecto al consumo de energía, donde las estrategias que se aplicaron con menor frecuencia según los encuestados fueron, el uso de energía renovable en la edificación con 80% para Chile y 74% para México, así como el uso de calentadores solares con 73% y 56% respectivamente, mientras que las estrategias que se usaron muy frecuentemente fueron la del uso de arquitectura que permitiera aprovechar la iluminación natural con 26% para Chile y 36% para México, además de la aplicación de iluminación de bajo consumo energético con 32% y 35% respectivamente.

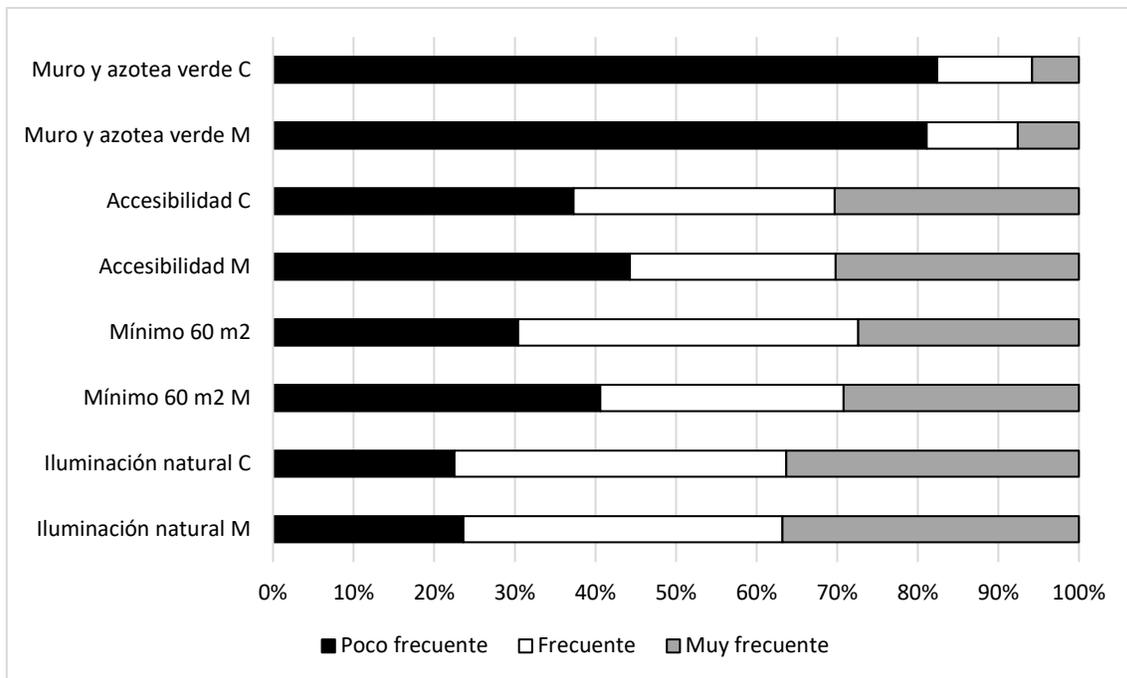


Figura 28. Porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo con respecto a: Confort. México y Chile n=106 y n=102 según Chi2.

En la figura 28, se muestran los resultados respecto a la estrategia de confort, donde las estrategias que se aplicaron con menor frecuencia según declararon los encuestados fueron las de, muros y azoteas verdes con resultados similares para Chile (82%) y México (81%), la siguiente estrategia fue la de la accesibilidad de los usuarios con resultados de 37% y 44% para Chile y México respectivamente, mientras que las estrategias que se emplearon con frecuente-muy frecuente fueron el uso de iluminación natural con resultados similares para Chile (77%) y México (76%), seguida por la estrategia de una construcción de mínimo 60 m2 que obtuvo un 70% y 60% para Chile y México.

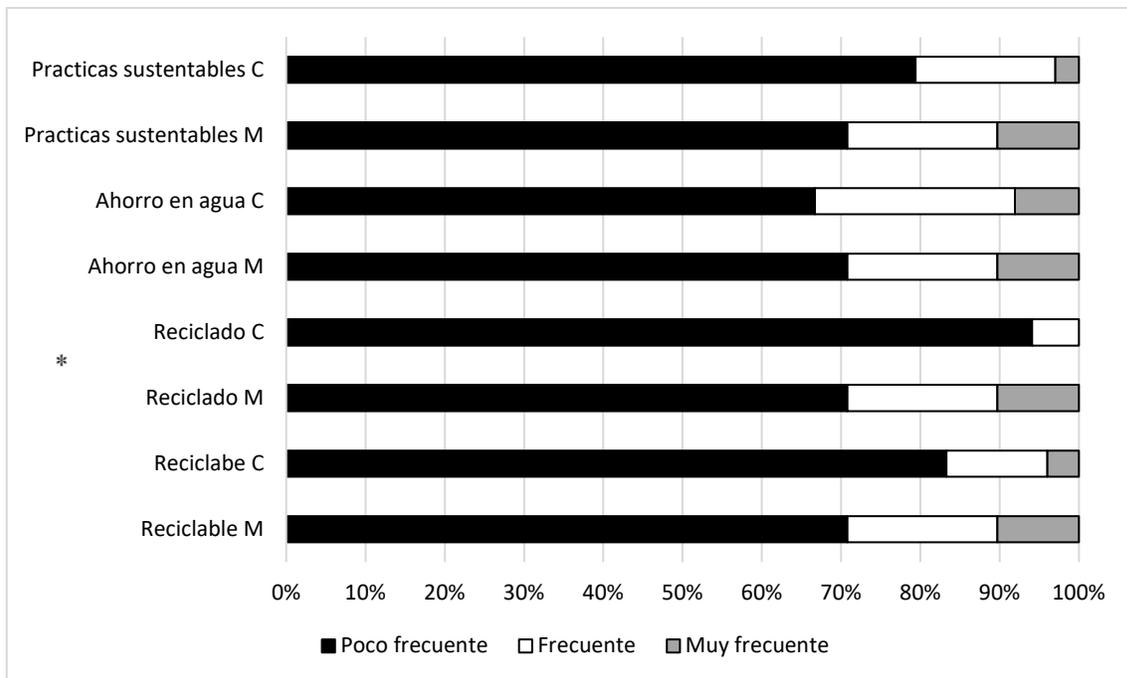


Figura 29. Porcentaje de aplicación de estrategias específicas de edificación sustentable según encuestados consideradas en el presente trabajo con respecto a: Materiales. México y Chile n=106 y n=102 *p<0.05, según Chi2.

En la figura 29 se muestran los resultados respecto a materiales, las estrategias que se usaron con menor frecuencia según declararon los encuestados fueron las de, el uso de materiales reciclados para la construcción con 94% para Chile y 70% para México, seguido de la estrategia de usar materiales que pudieran ser reciclados con 83% y 70% respectivamente, después se encuentran los materiales provenientes de prácticas sustentables con 79% y 70%, la estrategia que declararon que se utilizaba con mayor frecuencia fue la de materiales que presentaban ahorro de agua con 33% y 29% (frecuente-muy frecuente) para Chile y México respectivamente.

5.1 Análisis Adicional

Encontramos que nuestra muestra está compuesta por cuatro grandes grupos, Ingenieros Civiles (41.51%), Arquitectos (33.02%), profesionales con menos de 15 años de experiencia (26.42%) y aquellos con más de 15 años de experiencia (73.58%). Centrando nuestra atención en los cinco SBS, nos preguntamos si había diferencia estadística entre las respuestas de los ingenieros civiles en comparación con los arquitectos; y < 15 años de experiencia profesional en comparación con >15 años de experiencia profesionales. Para probar esas diferencias, analizamos las respuestas del punto 14 relacionadas con el nivel de adopción del SBS. A cada nivel de adopción asignamos los siguientes valores: nunca 1; Poco frecuentes 2; frecuente 3; muy frecuente 4 y siempre 5. Sustituimos estos valores en las respuestas del encuestado y calculamos la puntuación media. Para las puntuaciones medias establecemos las siguientes equivalencias: [1, 2) nunca; [2, 3) - Poco frecuentes; [3, 4) - Frecuente; [4, 5) - Muy frecuente; y Siempre 5. Por lo tanto, el valor mínimo que esperamos ver es 1, lo que significa que, para algunos encuestados, eligió "Nunca" para los cinco SBS. El caso opuesto, 5, representa el caso en el que el demandado eligió "Siempre" para los cinco SBS. A continuación, mostramos un resumen del análisis estadístico.

Tabla 11.- Estadísticas básicas

Estadísticas básicas del grupo	N	Mean	Sd	Median	Range
Ingenieros Civiles	44	3.09	0.89	3	3.4
Arquitectos	35	3.33	0.97	3.4	3.8
<15 años de experiencia	28	3.30	0.86	3.4	3.6
>15 años de experiencia	78	3.21	1	3.1	4

La Tabla 11 nos muestra en primera instancia el tamaño de la muestra que utilizamos para cada criterio, así como su media y su desviación estándar, valores que se utilizaran para realizar las pruebas siguientes.

Tabla 12 Shapiro-Wilk Test

Prueba de Shapiro-Wilk de Grupo	Valor W	Valor P
Ingenieros Civiles	0.97	0.35
Arquitectos	0.97	0.42
<15 años de experiencia	0.98	0.90
>15 años de experiencia	0.97	0.13

En la Tabla 12, se observan los resultados obtenidos de la prueba de Shapiro-Wilk Test y se comprueba que no existe una diferencia en la forma de responder a la encuesta entre Ingenieros o Arquitectos.

Tabla 13.- Prueba t de Welch

Factor\Grupo	Civil E.	Arquitectos	<15 años	>15 años
Puntuación media	3.09	3.33	3.30	3.21

p =0.05.

En la Tabla 13 se puede observar que a pesar de que, si existe una diferencia en la respuesta de los profesionales de la construcción dependiendo de sus años trabajando o de su profesión, esta diferencia no es significativa.

Lo que nos demostraron las pruebas anteriores fue que si existe una diferencia de la forma de contestar en comparación a la profesión (ingenieros o arquitectos), o la experiencia que

podiera tener el profesionista encuestado (0-15 años o <15 años), sin embargo, esta ligera discrepancia, no hace una diferencia significativa por lo cual no podemos afirmar que se responda diferente dependiendo de la profesión o la experiencia dada por tiempo.

5.2 Interpretación de resultados México y Chile

La principal limitante del presente estudio fue la baja tasa de respuesta obtenida (14.52%) con 106 respuestas, para el caso de México mientras que para Chile la respuesta de los profesionales de la construcción fue solo 102 encuestas contestadas (11.2%).

Dicha tasa de respuesta contrasta con la de estudios similares en EUA donde fue de 18.4% a 78.9% con 249 respuestas (Xuan, 2016), Macedonia (58%) con 181 respuestas (Stojanovska-Georgievska, Sandeva, & Spasevska, 2017), la India(40%) con 200 respuestas (Sharma, 2018), y Kuwait (86%) con 589 respuestas.

Como se mencionó anteriormente, para enfrentar esta limitación utilizamos el método de Thomson (Thompson, 1987) para la estimación de proporciones multinomiales con la finalidad de obtener el valor mínimo requerido del tamaño de muestra que nos garantizara un nivel de significancia de $\alpha=0.1$. En el presente trabajo los encuestados en su mayoría fueron ingenieros y arquitectos (74%) similar con trabajos como el de Camboya 64% (Durdyev & al, 2018), y diferente de Macedonia donde sólo contestaron 15% de ingenieros y arquitectos (Stojanovska-Georgievska, Sandeva, & Spasevska, 2017).

Nuestro primer elemento de discusión es la percepción del 50% de los encuestados sobre los estímulos fiscales como principal estímulo para el incremento de la edificación sustentable (ver Figura 2) en México y Chile. Cabe mencionar que la falta de incentivos fiscales también ha sido señalada en la literatura (Nguyen, Skitmore, Gray, & Zhang, 2017), (AlSanad, 2015),

(Durdyev & al, 2018) como una barrera para impulsar la edificación sustentable. El argumento por discutir es la doble dimensión de la edificación sustentable que deben enfrentar los gobiernos. Esto es, mientras que instrumentos locales como la NMX-AA-164-SCFI-2013 y el PCES (México), ECSC y CES (Chile) pueden considerarse como de carácter normativo en el sentido en que fijan una postura del gobierno en torno al tema de la edificación sustentable y ofrecen un conjunto de pautas a seguir. Ninguno de estos cuatro instrumentos está orientado a incentivar la práctica de la edificación sustentable y ambos países latinoamericanos no cuenta con estímulos financieros en la materia. Considerando el reto de la edificación sustentable como uno de doble dimensión: el carácter normativo y el carácter “incentivo” ¿qué tanto se requiere el segundo? O mejor dicho ¿qué tan útil es una estrategia gubernamental enfocada en un solo carácter? Una respuesta tentativa es que, una estrategia puramente normativa podría ser efectiva en entornos con mercados maduros que garanticen un efecto del tipo *demand-pull*. La pregunta natural es si este tipo de mercados pueden encontrarse en países emergentes y, por otro lado, si la estrategia de incentivos tendría que estar orientada a la maduración de dicho mercado en términos de la oferta. Al respecto de la pregunta sobre la madurez del mercado, de acuerdo con la figura 1, alrededor del 50% de los encuestados en ambos países perciben una demanda creciente en los próximos años para este tipo de edificaciones.

Nuestro siguiente argumento, tiene que ver con el hecho de que solo 19%(Chile) y 24% (México) de los encuetados perciben la reducción de costos como un beneficio de la edificación sustentable (Figura 1). Es interesante que, entre algunas de las estrategias de edificación sustentable más frecuentes contra las menos frecuentes, parece haber una

orientación similar más frecuente-menos costosa, menos frecuente-más costosa. El contraste se muestra en la siguiente Tabla 14:

Tabla 14.- Estrategias Menos Frecuentes vs Estrategias Más Frecuentes en México y Chile

Tipo de Estrategia	Estrategia Menos Frecuente (México)* (Chile)**	Estrategia Más Frecuente (México)* (Chile)**
Localización y Sitio	Construcción edificios abandonados (38%) * y (33%) **	Áreas con infraestructura urbana (80%) * y (75%) **
Consumo de Agua	Vegetación de riego reducido (25%) * Recolección de agua pluvial (13%) **	Instalaciones diseñadas para la optimización (65%) * y (48%) **
Consumo de Energía	Uso de energías renovables en la edificación (26%) * y (20%) **	Eficiencia en la iluminación (72%) * y (78%) **
Materiales	Materiales parcialmente reciclados (29%) * y (6%) **	Ahorro en el consumo de agua y energía (29%) * y (33%) **
Confort	Paredes y azoteas verdes (19%) * y (18%) **	Ventilación e iluminación natural (76%) * y (77%) **

Los tipos de estrategias donde el tema de los costos es claro son la de localización y sitio, consumo de energía y confort, mientras que, en el apartado de materiales, a primera instancia también parecería que es un tema ligado directamente con el costo, se necesitaría realizar una investigación más profunda para poder concretar ese apartado.

El 20% de los encuestados percibió las certificaciones como una vía para incentivar la edificación sustentable. Tal resultado es consistente con el hecho de que sólo el 7% de los encuestados declaró conocer y aplicar la BREEAM, mientras que para la certificación LEED la cifra es del 30%. Esta situación agudiza la estrategia unidimensional de proveer instrumentos normativos, pero no de incentivos al tema de la edificación sustentable. Si la

población objetivo percibe como poco atractivas las certificaciones, entonces es difícil esperar que atiendan mecanismos normativos no obligatorios los cuales podrían ser percibidos como similares a una certificación.

Capítulo 6 Conclusiones.

El presente trabajo nos permitió tener una perspectiva de la edificación sustentable en México y Chile, las respuestas de los profesionales de la construcción permitieron observar que, si bien los gobiernos de ambos países tienen una serie de iniciativas como instrumentos de evaluación locales o incluir materias de este tipo en la academia con la intención de fomentar la edificación sustentable, estos esfuerzos no son percibidos o si quiera conocidos por los profesionales de la construcción.

Durante mucho tiempo la industria de la construcción permaneció inmóvil ante los cambios constantes del mundo, utilizando métodos constructivos tradicionales, después de la realización de esta investigación se ha logrado determinar que para los profesionales de la construcción, la industria experimenta un cambio en sus prácticas de edificación en México y en Chile, y que están iniciando a implementar las estrategias sustentables para orientarse a una edificación sustentable, lamentablemente después de encuestar a 106 profesionales del área en México y 102 en Chile, se encontró que aún estamos en las primeras etapas de este cambio y que este cambio será lento en países en desarrollo (Darko & Chuen, 2018).

El presente trabajo nos permite tener una perspectiva de la edificación sustentable en México y Chile, las respuestas de los profesionales de la construcción permitieron observar que, si bien los gobiernos de México y Chile tienen una serie de iniciativas como instrumentos de certificación o normativas opcionales con la intención de fomentar la educación sustentable, estos esfuerzos parecen no llegar a los profesionales de la construcción.

Con base en los resultados obtenidos, el nivel de sustentabilidad que aplican los profesionales de la construcción en México y Chile es bajo en el tema de materiales y agua, orientado a la

optimización de costos por parte del constructor-usuario, en donde las estrategias que tienen relación directa con el costo son las mejor evaluadas. Por último, existe un amplio desconocimiento de los mecanismos de regulación y de certificación.

En el presente trabajo se intentó resaltar las estrategias más importantes de edificación sustentable que fueran aplicables en países en vías de desarrollo, utilizando criterios internacionales, los hallazgos podrían ser beneficiosos para los responsables de la formulación de políticas, las partes interesadas de la industria y los investigadores en otros países en desarrollo de todo el mundo.

El presente trabajo sirve como base para investigaciones futuras en donde se abarquen más países, con la intención de obtener un mayor número de encuestas que nos den mayor certeza y nos permita proponer líneas de acción que incidan en la profesionalización de los constructores en países en vías de desarrollo, por otra parte, también sentar las bases para realizar un estudio más amplio en donde se contraste la percepción de los usuarios respecto al tema de edificación sustentable.

La intervención por parte del gobierno para fomentar el uso de estas técnicas es aún una propuesta que se podría investigar más a fondo en futuros trabajos, como se pudo evaluar a partir de esta encuesta, al parecer las ventajas de la edificación sustentable han tenido una lenta penetración entre los profesionales de la construcción de estos 2 países latinoamericanos, existen factores que impiden este crecimiento, como la deficiente legislación que existe, la educación profesional, la falta de conocimiento. Se deben implementar estas estrategias y acciones para que se acelere el proceso, y pasar de tener una construcción tradicionalista a una edificación sustentable.

Es necesario, iniciar una transición hacia la edificación sustentable, asumiendo los posibles costos que esto podría representar, con el objetivo de crear condiciones reales de sustentabilidad para las próximas generaciones, ante esto resulta evidente la necesidad de proponer políticas públicas adecuadas que apoyen en la adopción de estrategias de edificación sustentable en ambos países y que se incluya a la academia, los organismos generadores de conocimiento son una pieza fundamental que debe involucrarse en estos temas.

Anexos.

Anexo 1

Consentimiento para la obtención de información

Por medio de la presente se le invita a responder algunas preguntas relacionadas sustentabilidad en la edificación de viviendas en la Ciudad. La información proporcionada será útil para contribuir a la investigación doctoral:

“La perspectiva de los profesionales de la construcción en edificación sustentable México y Chile

.”

Del investigador en formación Luis Alejandro Ramírez Mancilla, inscrito en el 6° semestre del Programa de Doctorado Transdisciplinario en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, con sede en el Cinvestav Zacatenco.

Investigadores responsables (Directores de Tesis): Dr. José Víctor Calderón Salinas

Dr. Yasuhiro Matsumoto Kuwahara

Lugar donde se realizará el estudio: CINVESTAV (Av. IPN 2508, Colonia San Pedro Zacatenco, CDMX)

OBJETIVO DEL ESTUDIO.

- ▶ Generar una propuesta acorde a las necesidades de la construcción sustentable en México y Chile
- ▶ Buscar los elementos detonantes para la transición hacia una ciudad sustentable.

OBJETIVO DE LA CONSULTA.

- ✓ Identificar la situación actual de la edificación de viviendas y la frecuencia con la que se utilizan técnicas sustentables.
- ✓ Comparar el nivel de sustentabilidad de los diferentes Estados de la República Mexicana.

BENEFICIOS DEL ESTUDIO.

Establecer oportunidades de mejora para el tema de la construcción, en ambos países e impulsar iniciativas para incrementar este tipo de edificación.

ATENTAMENTE LE SOLICITAMOS RESPONDER LA ENCUESTA

-La decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.

-La información obtenida en este estudio será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.

-El resultado de sus respuestas será manejado con fines estadísticos, sin identificar instituciones y personas de manera particular.

Anexo 2

Ejemplo de encuesta tipo

Favor de marcar con un tache sobre la respuesta

I. Preguntas Generales

1. ¿Cuál es su profesión?

- a) Arquitecto b) Ingeniero c) Ingeniero-Arquitecto d) Otra

2. ¿Cuál es su participación en la construcción de viviendas?

- a) Diseño b) Edificación c) Calculo d) Otra

3. ¿Cuántos años lleva trabajando en el ramo de la construcción?

- a) 0-5 años b) 5-10 años c) 10-15 años d) Más de 15 años

II. Preguntas de sustentabilidad

4.- ¿Considera usted que en general los profesionales de la construcción están preparados para la transición a edificación sustentable?

- a) SI b) NO c) No lo sé

5. ¿En general en su experiencia, ¿Cuál de los siguientes incentivos le parece más atractivo para incrementar la sustentabilidad dentro de la edificación de viviendas?

- a) Sensibilizar a los profesionistas a que adopten este cambio
b) Certificación de las viviendas
c) Incentivar reduciendo impuestos
d) Otras _____

III. Normas y certificaciones

6.- ¿Cuál de las siguientes normas o certificaciones relacionadas a la sustentabilidad ha tenido la oportunidad de aplicar en su trabajo?

- a) BREEAM (Inglaterra, Método de Evaluación Ambiental del Establecimiento de Investigación del Edificio)
- b) LEED (EUA, *Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible*)
- c) NMX-aa-164-scfi-2013 (Norma Mexicana)
- d) Otras _____
- e) Ninguno

7. ¿Considera usted que en general la Edificación sustentable en las viviendas conduciría a algún beneficio para los constructores?

SI NO No sé

En caso afirmativo, ¿es alguno de los beneficios mencionados a continuación?

Ahorrar costos al momento de edificar.

Generar competitividad dentro de las empresas.

Atraer nuevos clientes que buscan la opción más sustentable

Existe una tendencia del mercado a preferir marcas comprometidas con el medio ambiente.

Otros _____

8 ¿Considera usted que en general el gobierno debería implementar alguna de las siguientes acciones para el crecimiento de la edificación sustentable?

Estímulos fiscales para fomentar esta practica

Ofrecer certificaciones

Facilitar la obtención de permisos

Creación de una norma de carácter obligatorio para todas las empresas

Ninguna

9 ¿Considera usted que en general el principal obstáculo al que se enfrenta la edificación sustentable en la CDMX, es alguno de los siguientes?

a) Desconocimiento de sus ventajas

b) El posible incremento en el costo

c) La falta de formación por parte de los profesionistas

d) Complejidad de esta práctica versus la construcción tradicional

10 ¿Con que frecuencia, según su experiencia profesional, se consideran los siguientes criterios al momento de la edificación de viviendas?

Crterios / Frecuencia	Nunca	Poco	Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
	0%	25%	50%	75%	100%
Localización y sitio					
Consumo de Agua					
Consumo de Energía					
Confort de los Usuarios					
Materiales Sustentables					

IV. Preguntas específicas

11. ¿Con que frecuencia, según su experiencia profesional se utilizan las siguientes opciones, cuando se trata de localización y sitio al momento de la edificación de viviendas?

Localización / Frecuencia	Nunca	Poco	Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
	0%	25%	50%	75%	100%
Áreas en las que ya se cuente con infraestructura urbana, servicios de agua potable, drenaje, energía eléctrica, alumbrado público					
Ubicación, que se encuentren en cercanía de medios de transporte públicos (Metro, Metrobús, etc.)					
viviendas en inmuebles abandonados y/o deteriorados, contribuyendo a la regeneración urbana					
ubicadas cerca de Hospitales, Escuelas y lugares recreativos.					

12. ¿Con que frecuencia, según su experiencia profesional se utilizan las siguientes opciones, cuando se trata de Consumo de Agua al momento de la edificación de viviendas?

Opciones / Frecuencia	Nunca	Poco	Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
	0%	25%	50%	75%	100%
instalación para la captación, almacenamiento y aprovechamiento del agua de lluvia					
Instalación diseñada para menor consumo de agua, (lavabos, urinarios, inodoros, regaderas)					
Si las viviendas cuentan con vegetación como el caso de muros verdes, y son de riego reducido.					
Tratamiento de aguas residuales					

14. ¿Con que frecuencia, según su experiencia profesional se utilizan las siguientes opciones, cuando se trata de Consumo de Energía al momento de la edificación de viviendas?

Opciones / Frecuencia	Nunca	Poco	Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
	0%	25%	50%	75%	100%
la demanda eléctrica de la vivienda se cubre parcialmente con energías renovables (Paneles Solares)					
El calentamiento de agua de uso sanitario a base de radiación solar (Calentadores Solares)					

Colocación de iluminación artificial de bajo consumo energético					
Alternativas arquitectónicas, para mejorar la iluminación natural					

15 ¿Con que frecuencia, según su experiencia profesional se utilizan las siguientes opciones, cuando se trata del uso de Materiales al momento de la edificación de viviendas?

Opciones / Frecuencia	Nunca 0%	Poco 25%	Frecuente 50%	Muy Frecuente 75%	Siempre 100%
la utilización de materiales que provengan de recursos renovables obtenidos a partir de prácticas sustentables.					
Utilizar materiales que presentan innovaciones en consumo de agua y energía					
El material utilizado en el proceso de construcción, fue total o parcialmente proveniente del reciclado					
El material utilizado en el proceso de construcción puede ser reciclable					

16 ¿Con que frecuencia, según su experiencia profesional se utilizan las siguientes opciones, cuando se trata de Confort al momento de la edificación de viviendas?

Opciones / Frecuencia	Nunca	Poco	Frecuente	Muy Frecuente	Siempre
	0%	25%	50%	75%	100%
Las viviendas tienen un espacio ideal para que los integrantes de una familia desarrollen sus actividades básicas. (60m2)					
Las viviendas cuentan con la ventilación e iluminación natural adecuada para el confort de los usuarios					
Las viviendas cuenten con muros verdes, o azoteas verdes					
Las edificaciones no deben tener barreras físicas que dificulten la accesibilidad a los usuarios.					

Bibliografía

- Achal, V., & Mukherjee, A. (2016). Unearthing ecological wisdom from natural habitats and its ramifications on development of biocement and sustainable cities. *Landscape and Urban Planning*, 61-88.
- Ali, H. H., & Nsairat, S. F. (2009). Developing a green building assessment tool for developing countries- Case of Jordan. *Building and Environment*, 1053-1064.
- AlSanad, S. (2015). Awareness, Drivers, Actions, and Barriers of Sustainable Construction in Kuwait. *Procedia Engineering*, 969-983.
- Altomonte, S., & Schiavon, S. (2013). Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. *Building and Environment*, 66-76.
- Alwan, Z., Jones, P., & Holgate, P. (2017). Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for the strategic sustainable development, using building information modeling. *Journal of Cleaner Production*, 349-358.
- Baddoo. (2008). Stainless steel in construction: A review of research, applications, challenges and opportunities. *Journal of Constructional Steel Research*, 112-120.
- Basbagill, Flager, Lepech, & Fischer. (2013). Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment*, 81-92.
- 'Brien, W. O., & Gunay, H. B. (2014). The contextual factors contributing to occupants' adaptive comfort behaviors in offices – A review and proposed modeling framework. *Building and Environment*, 77-87.
- Brundtland, H. (1987). *Nuestro futuro en comun*.
- Buyle, M., & Braet, J. (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 15-30.
- Buyle, M., Braet, & Amaryllis, A. (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 379-388.
- Cacho, Y. (11 de Junio de 2015). Tecnología mexicana para la industria de la construcción. (*Agencia Informativa Conacyt*).
- CEIBA. (2012). *Fortalecer el desarrollo sustentable: Una prioridad nacional*. México.
- Chan, A. P., & Darko, A. (2017). Strategies for promoting green building technologies adoption in the construction industry. *Sustainability*, 1-13.

- CMIC. (2009). *Camara Mexicana de la Industria de la Construcción*. Mexico.
- Coma, J., Pérez, G., Gracia, A., Burés, S., Urrestarazud, M., & F.Cabeza, L. (2016). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and Environment*, 228-237.
- CONAPO. (2010). *Crecimiento poblacional*. México: Secretaria de Gobernación.
- Darko, A., & Chuen, P. (2018). Strategies to promote green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Building environment*, 74-84.
- Davea, M., Watsona, B., & Prasadb, D. (2016). Performance and perception in prefab housing: An exploratory industry survey on sustainability and affordability. *International High-Performance Built Environment Conference – A Sustainable Built*, (págs. 676-686). Australia.
- Dempsey, N. (2009). The Social Dimension of Sustainable Development: Defining Urban Social Sustainability. *Defining Urban Social Sustainability*, 289-300.
- Dempsey, N. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining Urban Social Sustainability. *Sustainable Development*, 289-300.
- Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2011). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. *Sustainable development*, 19(5), 289-300.
- Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., & Castro-Fresno, D. (2018). Evaluation of LEED for Neighbourhood Development and Envision Rating Frameworks for Their Implementation in Poorer Countries. *Sustainability*.
- Durdyev, S., & al, e. (2018). Sustainable Construction Industry in Cambodia: Awareness, Drivers and Barriers. *sustainability*.
- Golinska et al. (2015). Grey Decision Making as a tool for the classification of the sustainability level of remanufacturing companies. *Journal of Cleaner Production*, 28-40.
- Gudynas, E. (2009). Desarrollo sostenible: Posturas contemporaneas y desafios en la construcción del espacio urbano. *Vivienda popular*, 12-19.
- Guzmán, P., & Roders, A. P. (2016). Measuring links between cultural heritage management and sustainable urban development: An overview of global monitoring tools. *Cities*, 192-201.
- H.Ali, H., & Nsairat, S. F. (2009). Developing a green building assessment tool for developing countries – Case of Jordan. *Building and Environment*, 1053-1064.
- Hakkien, T., & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building research and information*, 239-255.

- Hernandez, D. J., & Romero. (2013). Satisfacción de las necesidades del cliente en el sector de la vivienda: el caso del Valle de Toluca. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 499-509.
- INECC. (2012). *Estudio del impacto de medidas y políticas de eficiencia energética*. Mexico.
- INEGI. (2000). *Indicadores de desarrollo sustentable*. Mexico.
- Jato-Espino, D., Alsulami, B., & Castro-Ferno, D. (2016). Evaluation of existing sustainable infrastructure rating systems for their application in developing countries. *Ecological Indicators*, 491-502.
- Jenkins, h. (2006). Small Business Champions for Corporate Social Responsibility. *Journal of Business Ethics* , 241-256.
- Jenkins, H. (2008). A Business Opportunity Model of Corporate Social Responsibility for Small- and Medium-Sized Enterprises. *Business Ethics A European*, 50-63.
- Jenkins, H., & Yakovleva, N. (2006). Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure. *Journal of Cleaner Production* , 271-284.
- Karimpour, M., Belusko, M., Xing, K., & Bruno, F. (2013). Minimising the life cycle energy of buildings: Review and analysis. *Building and Environment*, 106-114.
- Labuschagne, C., & Brent, A. (2005). Assessing the sustainability performances of industries. *Journal of Cleaner Production*, 373-385.
- Lara, L., & et.al. (2014). La sostenibilidad de la vivienda tradicional. *Tecnología, medioambiente y sostenibilidad*, 126-133.
- Lo, A. Y. (2016). Small is green? Urban form and sustainable consumption in selected OECD metropolitan areas. *Land and use policy*, 212-220.
- Lodhiaa, S., & Martinb, N. (2014). Corporate Sustainability Indicators: an Australian Mining Case Study. *Journal of Cleaner Production*, 107-115.
- M. Schneider, M. R. (2011). Sustainable cement production present and future. *Cement and Concrete Research*, 642-650.
- Molina, C. M. (2012). Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México .
- Moreno, G. (2015). Reuse of Hydraulic Concrete Waste as a New Material in Construction Procedures: a Sustainable Alternative in Northwest Mexico. *Revista de la Construcción vol.14 no.2* .
- Mota et al. (2015). Towards supply chain sustainability: economic, environmental and social design and planning. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 14-27.

- Motuziene, V., & al, e. (2016). Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 532-541.
- Motuziene, V., & Rogoza, A. (2016). Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multicriteria analysis: a case of study. *Journal of cleaner production*, 532-541.
- Nguyen, H.-T., Skitmore, M., Gray, M., & Zhang, X. (2017). Will green building development take off? An exploratory study of barriers. *Resources, Conservation & Recycling*, 8-20.
- Nguyena, H.-T., & Skitmore, M. (2017). *Resources, Conservation & Recycling*, 8-20.
- Nidumolu, R., Prahalad, C., & Rangaswami, a. M. (2009). Why Sustainability Is Now the Key. (*Harvard Business Review*, 57-64.
- Onat, N. C., Egilmez, G., & Tatari, O. (2014). Towards greening the U.S. residential building stock: A system dynamics approach. *Building and environment*, 68-80.
- ONU. (2015). *World Population prospects*. Department of Economic and Social Affairs .
- Ortiz, S. (3 de Octubre de 2012). Los materiales sustentables se apoderan del territorio. *ObrasWeb*, pág. 1.
- Patino, E. D., & A.Siegel, J. (2018). Indoor environmental quality in social housing: A literature review. *Building and Environment*, 231-241.
- Power, A. (2008). Does demolition or refurbishment of old and inefficient homes help to increase our environmental, social and economic viability. *Energy Policy*, 4487–4501.
- Pretlove, S., & Kade, S. (2016). Post occupancy evaluation of social housing designed and built to code for sustainable homes levels 3,4 and 5. *Energy and Buildings*, 120-134.
- Rosales, N. (2011). Towards the modeling of sustainability into urban planning: Using indicators to build sustainable cities. *Procedia Engineering*, 641-647.
- Roux, S. (2012). The Calcium Hydroxide and compressed earth blocks, an alternative and sustainable construction. *SCIELO*, 176-202.
- Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Sathre, & Gustavsson. (2007). Effects of energy and carbon taxes on building material competitiveness. *Energy and Buildings* , 488-494.
- SENER. (2011). *Indicadores de eficiencia energetica en Mexico* . Mexico.

- Serpell, A., & Vera, J. K. (2013). Awareness, Actions, Drivers and Barriers of sustainable construction in Chile. *Technological and economic development of economy*, 272-288.
- Shafiei, M. W., Samari, M., & Ghodrati, N. (2013). Strategic Approach to Green Home Development in Malaysia- the Perspective of Potential Green Home. *Life Science Journal*.
- Shan, M., Wang, P., & Li, J. (2015). Energy and environment in Chinese rural buildings: Situations, challenges and intervention strategies. *Building and Environment*, 271-282.
- Sharma, M. (2018). Development of a 'Green building sustainability model' for Green buildings in India. *Journal of Cleaner Production*, 538-551.
- Stojanovska-Georgievska, L., Sandeva, I., & Spasevska, H. (2017). An empirical survey on the awareness of construction developers about green buildings in Macedonia. (págs. 1-7). Split, Croatia: IEEE.
- Sullivan, E., & Ward, P. M. (2012). Sustainable housing applications and policies for low-income self-build and housing rehab. *Habitat International*, 312-323.
- Thompson, S. (1987). Sample Size for Estimating Multinomial Proportions. *The American Statistician*, 42-46.
- urbanismo, M. d. (2014). *Hacia una nueva política urbana para Chile Política nacional de desarrollo urbano*. Chile.
- Valdebenito, R. J. (2013). The importation of building environmental certification systems: international usages of BREEAM and LEED. *Building research and information*, 662-676.
- Valdes, H., & Mellado, C. C. (2018). Proposed Model of Sustainable Construction Skills for Engineers in Chile. *Sustainability*.
- Vidalesa, & Narváez Hernández, T. L. (2014). Polymer mortars prepared using a polymeric resin and particles obtained from waste pet bottle. *Construction and Building Materials*, 376-387.
- Visuet, G. I. (2010). Efectos urbano-ambientales de la política de vivienda en la Ciudad de México. *Espiral*, 49-59.
- Wang, W., Zhang, S., & Deng, Y. S. (2018). Keys factors to green building technologies adoption in developing countries: the perspective of chinese designers. *Sustainability*.
- Wu, K.-y., Ye, X.-y., & Zhang, H. (2013). Impacts of land use/land cover change and socioeconomic development on regional ecosystem services: The case of fast growing Hangzhou metropolitan area, China. *Cities*, 276-284.

- 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*, 544-560.
- Yanan Li, L. Y. (2014). Green Building in China: Needs great promotion. *Sustainable Cities and Society*, 1-6.
- Yu, C. W., & Kim, J. T. (2011). Building Environmental Assessment Schemes for Rating of IAQ in sustainable Buildings. *Indoor and built Environment*, 446-701.