



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
FACULTAD DE ARQUITECTURA  
CONTEXTOS URBANOS

PROPUESTA PARA INTEGRAR LA SOSTENIBILIDAD A LOS PLANES DE  
ESTUDIO DE LAS ESCUELAS DE ARQUITECTURA

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:  
LOURDES GEORGINA LARRONDO POSADAS

TUTOR PRINCIPAL:  
DR. MIGUEL ARZATE PÉREZ  
UAM AZCAPOTZALCO  
COTUTORA:  
MTRA. ELENA TUDELA RIVADENEYRA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNAM

COMITÉ TUTOR:  
MTRA. LOURDES MARGARITA CHEHAIBAR NÁDER  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOBRE LA UNIVERSIDAD Y LA  
EDUCACIÓN, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinación de Estudios de Posgrado  
Ciencias de la Sostenibilidad  
Oficio: CEP/PCS/936/19  
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence  
Directora General de Administración Escolar  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Presente

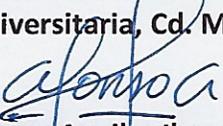
Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su quincuagésima sesión del 10 de septiembre de 2019, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Larrondo Posadas Lourdes Georgina** con número de cuenta **413079617** con la tesis titulada "Propuesta para integrar la sostenibilidad a los planes de estudio de las escuelas de Arquitectura", bajo la dirección del Dr. Miguel Arzate Pérez y de la Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra.

PRESIDENTE: MTRA. LOURDES MARGARITA CHEHAIBAR NÁDER  
VOCAL: MTRA. CLAUDIA GABRIELA ORTÍZ CHAO  
SECRETARIO: DRA. BERTHA OROZCO FUENTES  
SUPLENTE 1: MTRA. ELENA TUDELA RIVADENEYRA  
SUPLENTE 2: DR. MIGUEL ARZATE PÉREZ

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 23 de octubre de 2019.

  
Dr. Alonso Aguilar Ibarra  
Coordinador  
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

## **AGRADECIMIENTOS**

Al posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México, su personal académico y administrativo, por permitirme formar parte de este programa.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado a través de la beca para estudios de maestría.

A Miguel Arzate, mi tutor, por el tiempo dedicado, especialmente, por siempre estar al pendiente de mis dudas, además de la paciencia, gracias por darme esta oportunidad de aprendizaje.

A Elena Tudela, mi cotutora, por el tiempo, los comentarios me permitieron construir y mejorar este trabajo, gracias por los conocimientos transmitidos.

A Lourdes Chehaibar, miembro de mi comité tutor, por el tiempo dedicado y por estar al pendiente de mis dudas y prestarme sus libros, además de que me facilitó el contacto con personal de la facultad de arquitectura-

A los miembros del Jurado del Examen por aceptar y formar parte de esta etapa, por su tiempo y sus aportaciones que ayudaron a enriquecer el proyecto:

- Mtra. Lourdes Margarita Chehaibar Náder
- Mtra. Claudia Ortiz Chao
- Dra. Bertha Orozco Fuentes
- Mtra. Elena Tudela Rivadeneyra
- Dr. Miguel Arzate Pérez

A todos mis profesores de la carrera y de la maestría por inspirarme en cada una de sus clases, conferencias, pláticas, prácticas de campo y reuniones oficiales y extraoficiales.

## **AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL**

Al doctor José María por orientarme en la realización del proyecto.

A la maestra Claudia Ortiz Chao, que fue un gran apoyo durante la realización del proyecto, orientándome respecto a la forma de abordar el problema, proporcionándome información sustancial y facilitándome la aplicación de encuestas con sus alumnos y las entrevistas con los profesores y coordinadores de la licenciatura en arquitectura en la UNAM.

A la maestra Elodia Gómez, ya que, gracias a su apoyo, fue que se pudieron realizar una gran cantidad de encuestas a sus estudiantes, además de que me ayudo a contactarme con varios profesores que podrían ayudarme para la realización del estudio.

A la maestra Alicia Reyes, por apoyarme para la realización de las encuestas a los alumnos de la Facultad de Arquitectura.

A la maestra Guillermina Rosas por orientarme en cuanto a cómo abordar la parte final del proyecto.

A la maestra Michelle Meza por proporcionarme información valiosa respecto a la sostenibilidad en la UNAM.

A la maestra Verónica Huerta por orientarme respecto como abordar las últimas etapas del proyecto de investigación.

A los profesores de las Licenciaturas en Arquitectura por su gran apoyo al brindarme un espacio en sus clases para aplicar las encuestas con sus estudiantes.

A los estudiantes de las Licenciaturas en Arquitectura por tomarse el tiempo para contestar la encuesta.

## DEDICATORIA

A mi madre, que es mi roca, apoyándome en todo lo que hago y dándome ánimos siempre. Eres la persona que más admiro, te amo y agradezco profundamente el haber tenido la oportunidad de ser tu hija, además, te agradezco por haberme enseñado la importancia de la familia.

A mi abuelita, mi estrella, que, aunque se haya ido hace unos años, siempre me apoyó en todo lo que quise hacer.

A mi abuelo, que me inspiró desde pequeña a seguir mis sueños.

A mis padrinos, que siempre me han apoyado en todo lo que me dispongo a hacer y por haberme inspirado en la temática del proyecto.

A mi hermano, que siempre me ha apoyado en todos mis proyectos, por brindarme tu cariño siempre, te adoro.

A mi prima Tere por estar siempre presente dándome cariño y apoyo, te adoro.

A mi padre, por estar disponible para mí siempre que te necesito.

A Alan, por apoyarme y sobre todo por aguantarme aun cuando estaba estresada.

A mi familia, que es mi más grande motivación e inspiración para superarme día a día.

A mis amigos Pedro, Arturo, Alex, Paco, Quique, Ceci, Elizandro y Lalo que siempre están cerca de mí, aunque estén lejos, los quiero.

A David por estar presente, además de ayudarme en todo lo que me atoraba durante la maestría.

## CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| Resumen.....  | 1  |
| Abstract .....  | 2  |
| Introducción .....  | 3  |
| Antecedentes .....  | 6  |
| 1. Marco teórico conceptual .....   | 8  |
| 1.1. Sostenibilidad .....   | 8  |
| 1.2. Arquitectura sostenible .....  | 10 |
| 1.2.1. Vivienda sostenible en México.....   | 14 |
| 1.2.2. Normatividad sobre vivienda sostenible en México.....                      | 17 |
| 1.3. Evaluación de Sostenibilidad .....   | 18 |
| 1.4. Evaluación de Proyectos Arquitectónicos Sostenibles.....                     | 23 |
| 1.4.1. Modelos extranjeros .....  | 24 |
| 1.4.2. Modelos mexicanos.....   | 26 |
| 1.4.3. Funcionamiento de los modelos .....  | 31 |
| 1.5. Componentes de Sostenibilidad en inmuebles sostenibles.....                  | 32 |
| 1.5.1. Energía.....   | 33 |
| 1.5.2. Agua.....  | 36 |
| 1.5.3. Residuos .....   | 42 |
| 1.5.4. Materiales.....  | 46 |
| 1.5.5. Ecología .....   | 49 |
| 1.6. Educación.....   | 53 |
| 1.6.1. Instituciones de Educación superior .....                                  | 53 |
| 1.6.2. Educación ambiental .....  | 53 |
| 1.6.3. Currículo universitario.....   | 54 |
| 1.6.4. Modelos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.....                        | 56 |
| 2. Marco Metodológico.....  | 59 |
| 2.1. Análisis de los Modelos de Evaluación de Arquitectura Sostenible.....        | 60 |
| 2.2. Análisis de la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura ..... | 60 |
| 2.3. Análisis de la dimensión de la estructura formal del Currículo.....          | 60 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 2.4.   | Encuestas para estudiantes .....  | 61  |
| 2.5.   | Entrevistas a profesores y autoridades .....  | 63  |
| 2.6.   | Problemas y valores identificados.....  | 65  |
| 3.     | Análisis.....   | 66  |
| 3.1.   | Análisis de los Modelos de Evaluación de Arquitectura Sostenible.....   | 66  |
| 3.2.   | Análisis de la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura .....                                  | 69  |
| 3.2.1. | Facultad de Arquitectura (FA), Ciudad Universitaria, UNAM .....   | 69  |
| 3.2.2. | División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD), UAM, Azcapotzalco .....                                   | 84  |
| 3.2.3. | Comparación de la Dimensión Institucional .....   | 94  |
| 3.3.   | Análisis de la Dimensión de la Estructura Formal del Currículo.....   | 96  |
| 3.3.1. | Facultad de Arquitectura (FA), Ciudad Universitaria, UNAM .....   | 96  |
| 3.3.2. | División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD), UAM, Azcapotzalco .....                                   | 106 |
| 3.3.3. | Comparación de los planes de estudio .....  | 111 |
| 3.4.   | Encuestas para estudiantes .....  | 117 |
| 3.5.   | Entrevistas a profesores y autoridades .....  | 129 |
| 3.6.   | Problemas y valores identificados.....  | 132 |
| 4.     | Propuestas.....   | 134 |
| 4.1.   | Propuesta para integrar la sostenibilidad en la dimensión institucional de las escuelas de arquitectura ..... | 134 |
| 4.2.   | Propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura.....       | 134 |
| 5.     | Discusión y Conclusiones.....   | 140 |
| 5.1.   | Discusión.....  | 140 |
| 5.2.   | Conclusiones.....   | 144 |
|        | Bibliografía .....  | 146 |
|        | Anexos .....  | 154 |
| 1.     | Planes de estudio .....   | 154 |
| 2.     | Encuesta Estudiantes de Licenciatura en Arquitectura (con respuestas).....                                    | 160 |
| 3.     | Respuestas a las encuestas .....  | 162 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Objetivos del Desarrollo Sostenible alineados al inmueble sostenible y la educación...  | 13 |
| Tabla 2. Elementos considerados para desarrollos habitacionales sostenibles de la CONAVI. ....   | 16 |
| Tabla 3. Normas de referencia de la NMX-AA-164-SCFI-2013.....  | 17 |
| Tabla 4. Normas y sistemas de certificación derivados de la NMX-AA-164-SCFI-2013.....  | 17 |
| Tabla 5. Indicadores para medir la Contribución de las Instituciones de Educación Superior a la Sostenibilidad de COMPLEXUS.....   | 22 |
| Tabla 6. Herramientas de Certificación.....  | 23 |
| Tabla 7. Rankin de países con proyectos con certificación LEED.....  | 25 |
| Tabla 8. Elementos que componen las áreas generales del modelo ARTEBES.....  | 30 |
| Tabla 9. Valores de los elementos del modelo ARTEBES.....  | 30 |
| Tabla 10. Componentes y elementos de la sostenibilidad en inmuebles sostenibles.....   | 33 |
| Tabla 11. Consumo de agua en diversos países.....  | 37 |
| Tabla 12. Caudales mínimos de las instalaciones de agua domésticas.....  | 37 |
| Tabla 13. Beneficios de la Captación de agua de lluvia.....  | 41 |
| Tabla 14. Clasificación de residuos de construcción y demolición.....  | 43 |
| Tabla 15. Proyección de la generación per cápita y total de RSU (2004-2020).....   | 44 |
| Tabla 16. Categorías de separación de RSU (NADF-024-AMBT 2013).....  | 45 |
| Tabla 17. Clasificación de los materiales de construcción.....   | 46 |
| Tabla 18. Tiempos máximos de exposición por nivel sonoro.....  | 51 |
| Tabla 19. Límites de exposición a contaminantes atmosféricos en interiores, basado en las guías de la calidad del aire de interiores de la Organización Mundial de la Salud, 2010..... | 52 |
| Tabla 20. Preguntas de las áreas de conocimiento y valoración de la encuesta.....  | 62 |
| Tabla 21. Temas analizados en las entrevistas a coordinadores y profesores de las Licenciaturas en Arquitectura.....   | 64 |
| Tabla 22. Similitudes y diferencias en los criterios e indicadores de los modelos de evaluación analizados (resumen).....  | 67 |
| Tabla 23. Criterios e indicadores que consideran los modelos de evaluación de arquitectura sostenible.....   | 67 |
| Tabla 25. Laboratorios de Investigación de la FA, UNAM, CU.....  | 71 |
| Tabla 26. Perfil de ingreso de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.....   | 75 |
| Tabla 27. Perfil Intermedio de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.....   | 75 |
| Tabla 28. Perfil de Egreso de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.....  | 76 |
| Tabla 29. Formas de titulación de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.....  | 79 |
| Tabla 30. Proyectos de la UNAM por cada eje temático de sostenibilidad.....  | 82 |
| Tabla 31. Programas orientados a la sostenibilidad de la UNAM.....   | 83 |
| Tabla 32. Laboratorios de Investigación de la CyAD, UAM-Azc.....   | 85 |
| Tabla 33. Estrategias correspondientes a cada línea estratégica del PIHASU-UAM-Azc.....  | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 34. Evaluación de la Dimensión Institucional de las escuelas de Arquitectura con los indicadores COMPLEXUS.....   | 95  |
| Tabla 35. Comparación de los Programas Institucionales de Sostenibilidad de las IES a las que pertenecen las escuelas de Arquitectura.....                              | 96  |
| Tabla 36. Objetivos de las etapas en la Licenciatura en Arquitectura 2017, FA, CU, UNAM. ....   | 97  |
| Tabla 37. Fundamentos de las Áreas de la Licenciatura en Arquitectura 2017, FA, CU, UNAM. ..  | 99  |
| Tabla 38. Líneas de Interés Profesional de la Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM. ....  | 101 |
| Tabla 39. Descripción de los Mecanismos de Flexibilidad de la LA de la FA, CU, UNAM. ....   | 102 |
| Tabla 40. Materias relacionadas del plan de estudios de la UNAM 1999 y 2017.....  | 104 |
| Tabla 41. Objetivos de los troncos en la Licenciatura en Arquitectura, CyAD, UAM-Azc.....   | 107 |
| Tabla 42. Campos Formativos y Líneas Temáticas de la LA de la CyAD, UAM-Azc.....  | 108 |
| Tabla 42. Materias relacionadas del plan de estudios de la UAM- Azcapotzalco.....   | 110 |
| Tabla 43. Conceptos del plan de estudios relacionados con MA y/o sostenibilidad.....  | 111 |
| Tabla 45. Conceptos del plan de estudios relacionados con MA y/o sostenibilidad (continuación).<br>.....  | 112 |
| Tabla 45. Cantidad de materias con contenido relacionado y porcentaje de representación de estos respecto a los conocimientos obtenidos en el semestre / trimestre..... | 113 |
| Tabla 46. Porcentaje de representación de los temas relacionados respecto a los conocimientos obtenidos en el año y en la etapa / el tronco. ....                       | 114 |
| Tabla 47. Materias obligatorias y optativas con contenido relacionado con medio ambiente y/ o sostenibilidad por criterio. ....   | 115 |
| Tabla 49. Universidad y semestre/trimestre en el que se encuentran los estudiantes de LA encuestados por cada plan analizado. ....                                      | 118 |
| Tabla 50. Distribución de los estudiantes encuestados por etapa/tronco en los tres planes de estudios. ....   | 118 |
| Tabla 51. Calificación obtenida por los estudiantes encuestados en la sección de conocimiento, por etapa/tronco.....  | 120 |
| Tabla 52. Porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente las preguntas de la sección de conocimiento de temas de sostenibilidad. ....                         | 121 |
| Tabla 53. Porcentaje de estudiantes que respondieron con “Respuestas muy completas” a los temas planteados (UAM-Azc). ....  | 122 |
| Tabla 53. Problemas y valores identificados en la Licenciatura en Arquitectura de la FA, UNAM y la CyAD, UAM-AZC.....   | 132 |
| Tabla 56. Temas que componen la propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura.....                                 | 138 |
| Tabla 57. Respuestas a las encuestas (Conocimiento).....  | 166 |
| Tabla 58. Respuestas a las encuestas (Valoración).....  | 173 |
| Tabla 59. Respuestas a las encuestas (Interés).....   | 176 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1. Dimensiones de la sostenibilidad.....   | 8   |
| Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. ....  | 12  |
| Figura 3. Ciclo de evaluación del MESMIS. (Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, 1999, p. 37).<br>.....  | 20  |
| Figura 4. Niveles de clasificación LEED.....  | 25  |
| Figura 5. Mapa de distribución de los proyectos con certificación LEED en México.....   | 26  |
| Figura 6. Disposiciones de la NMX-AA-164-SCFI-2013.....   | 27  |
| Figura 7. Niveles de certificación PCES. ....   | 28  |
| Figura 8. Matriz del funcionamiento del modelo ARTEBES. ....  | 29  |
| Figura 9. Certificado de sostenibilidad ARTEBES.....  | 31  |
| Figura 10. Estructura general de los modelos de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles.....  | 32  |
| Figura 11. Evolución del consumo de electricidad por usos finales en el sector residencial a 2030.<br>.....   | 34  |
| Figura 12. Jerarquía de las necesidades del agua. ....  | 36  |
| Figura 13. Componentes del Sistema de captación de agua pluvial.....  | 41  |
| Figura 14. Imagen de campaña "Yo separo en cuatro" de la CDMX.....  | 45  |
| Figura 15. Ciclo de vida de un producto (K. Bartl). ....  | 48  |
| Figura 16. Marco metodológico de la investigación. ....   | 59  |
| Figura 17. Distribución de instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.....   | 70  |
| Figura 18. Personal Académico de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (2000 – 2017). ....   | 73  |
| Figura 19. Personal Académico de la Facultad de Arquitectura de la UNAM en 2017.....  | 74  |
| Figura 20. Población estudiantil de la LA de la FA, CU, UNAM (1999 – 2018).....   | 79  |
| Figura 21. Población Estudiantil Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM, por género en tres ciclos escolares.....   | 80  |
| Figura 22. Población estudiantil de la Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM en primer ingreso y reingreso en el ciclo 2017 - 2018.....  | 80  |
| Figura 23. Niveles de Evaluación Distintivo ambiental UNAM. ....  | 83  |
| Figura 24. Personal Académico de la CyAD Diseño de la UAM-Azc, periodo 2002 – 2017. ....  | 87  |
| Figura 25. Personal Académico de la CyAD Diseño de la UAM-Azc en 2017.....  | 88  |
| Figura 26. Población estudiantil de la LA de la CyAD, UAM-Azc (2002 – 2017).....  | 90  |
| Figura 27. Población estudiantil de la Licenciatura en Arquitectura, CyAD, UAM-Azc en primer ingreso y reingreso en el ciclo 2017 - 2018.....   | 91  |
| Figura 28. Datos generales de los encuestados, estudiantes de Licenciatura en Arquitectura, pasantes de Arquitecto, licenciados en Arquitectura y estudiantes de posgrado en Arquitectura.<br>..... | 117 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 29. Universidad y semestre/trimestre en el que se encuentran los estudiantes de Licenciatura en Arquitectura encuestados. ....     | 117 |
| Figura 30. Valoración de la importancia de la presencia de áreas verdes y de una temperatura agradable dentro de la vivienda.....         | 123 |
| Figura 31. Valoración de aceptación de las tecnologías sostenibles por la gente.....  | 124 |
| Figura 32. Interés de recomendación a los clientes el uso de materiales, técnicas y tecnologías de sostenibilidad para los proyectos..... | 125 |
| Figura 33. Interés por cursar materias relacionadas con sostenibilidad por parte de los encuestados. ....                                 | 127 |
| Figura 34. Participación en proyectos de sostenibilidad por parte los estudiantes encuestados. ....                                       | 128 |
| Figura 36. Estructura de la propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura.....       | 137 |

## RESUMEN

A pesar de ser un tema central en las conversaciones nacionales y extranjeras en las que se pretenden crear acuerdos para mitigar los impactos ambientales, la sostenibilidad en la Arquitectura no se ha integrado de manera clara a los programas de las escuelas dedicadas a esta disciplina.

El objetivo general de este trabajo es diseñar una propuesta para incorporar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura. Esto se alcanza por medio de los objetivos específicos del proyecto, que son: analizar los criterios e indicadores que usan comúnmente algunos de los modelos de evaluación de la sostenibilidad, analizar dos dimensiones de las escuelas de arquitectura, a saber, la dimensión institucional y la dimensión de la estructura formal del currículo de la Licenciatura en Arquitectura, respecto a la importancia que otorgan a temáticas sobre el Medio Ambiente y la Sostenibilidad. Asimismo, conocer las percepciones de estudiantes, profesores y autoridades de la mencionada licenciatura en dos instituciones educativas de la Ciudad de México, que son el universo de estudio: la Facultad de Arquitectura de la UNAM y la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Para su desarrollo se realizó un análisis de cinco modelos de evaluación de arquitectura sostenible utilizados en México: LEED, BREEAM, la NMX de Arquitectura sostenible, PCES y ARTEBES respecto a los criterios e indicadores que manejan con el fin de encontrar similitudes y diferencias entre ellos. Posteriormente se analizó la dimensión institucional de las dos escuelas de arquitectura de la Ciudad de México mencionadas en el párrafo anterior. Además, se llevó a cabo un análisis de la dimensión de la estructura formal del currículo de ambas universidades con el fin de identificar información respecto a la sostenibilidad en la formación de los estudiantes, reconociendo las materias con contenido temático relacionado a la sostenibilidad. Después, se elaboró una encuesta para los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de las dos escuelas en estudio, con la cual se pretendía dar cuenta de varios aspectos: el conocimiento de los temas de medio ambiente y/o sostenibilidad, la valoración de la importancia de la relación de la sostenibilidad en los inmuebles, la disposición para implementar técnicas y tecnologías sostenibles en su ejercicio profesional, y el interés para cursar materias e involucrarse en proyectos donde se aborden los temas de la sostenibilidad. Por último, se realizaron entrevistas a profesores y autoridades con el fin de conocer su opinión respecto del contenido de las temáticas de Medio Ambiente y/o sostenibilidad en los planes de estudio y, en algunos casos las estrategias de enseñanza que utilizan en el tratamiento de estas temáticas.

Finalmente, derivado del análisis de toda la información descrita anteriormente, se construyeron dos propuestas. La primera para integrar la sostenibilidad en la dimensión institucional de las escuelas de arquitectura. La segunda para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de

las escuelas de arquitectura con la propuesta de su inserción en los programas de algunas de las materias.

#### **ABSTRACT**

Despite being a central theme in national and foreign conversations in which they intend to create agreements to mitigate environmental impacts, sustainability in Architecture has not been clearly integrated into the programs of the schools of Architecture.

The general objective of this work is to design a proposal to incorporate sustainability in the curricula of architecture schools. This is achieved through the specific objectives of the project, which are: to analyze the criteria and indicators commonly used by some of the sustainability assessment models, to analyze two dimensions of the architecture schools, namely the institutional dimension and the dimension of the formal structure of the Bachelor of Architecture curriculum, regarding the importance they attach to issues related to the Environment and Sustainability. Also, know the perceptions of students, professors and authorities of the degree in two educational institutions of Mexico City, which are the universe of study: The Faculty of Architecture of the UNAM and the Division of Sciences and Arts for the Design of the Metropolitan Autonomous University, Azcapotzalco Unit.

For its development, an analysis of five models of evaluation of sustainable architecture used in Mexico was performed: LEED, BREEAM, the NMX of Sustainable Architecture, PCES and ARTEBES regarding the criteria and indicators they manage in order to find similarities and differences between them. Subsequently, the institutional dimension of the two architecture schools of Mexico City mentioned in the previous paragraph was analyzed. In addition, an analysis of the size of the formal structure of the curriculum of both universities was carried out in order to identify information regarding sustainability in the training of students, recognizing subjects with thematic content related to sustainability. Afterwards, a survey was conducted on the students of the Bachelor of Architecture of the two schools under study, with which it was intended to give account of several aspects: knowledge of the environment and / or sustainability issues, the assessment of the importance of the relationship of sustainability in real estate, the willingness to implement sustainable techniques and technologies in their professional practice, and the interest to pursue subjects and get involved in projects that address sustainability issues. Finally, interviews were conducted with professors and authorities in order to know their opinion regarding the content of the topics of Environment and / or sustainability in the curricula and, in some cases, the teaching strategies used in the treatment of these themes.

Finally, derived from the analysis of all the information described above, two proposals were made. The first to integrate sustainability into the institutional dimension of architecture schools. The second to integrate sustainability into the curricula of the architecture schools with the proposal of their insertion in the programs of some of the subjects.

## INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad en la educación formal está presente en declaraciones oficiales desde finales de la década de los sesenta; sin embargo, en la década de los setenta se presenta la necesidad de definir la educación ambiental, en la Cumbre de Estocolmo en el Programa Internacional de Educación Ambiental, bajo la supervisión del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la UNESCO. A partir del Congreso Internacional de Educación y Formación sobre Medio Ambiente, realizado en Moscú en 1987 y en la Conferencia de Río de Janeiro en 1992, a través de la Agenda 21, se formularon los aspectos ambientales en los currículos de las carreras universitarias tradicionales como son la arquitectura y el urbanismo. La iniciativa de incorporar la educación ambiental en la enseñanza desencadenó la necesidad de la capacitación de los profesores de educación superior, lo que además ha generado la definición de programas de formación del personal docente universitario respecto al medio ambiente. En la Agenda 21 se concluyó que la educación es clave para la sostenibilidad, a partir de lo cual se configura la educación para el Desarrollo Sostenible. Posteriormente, en la Conferencia de Río +20 en 2012, se generaron las condicionantes para que a partir de 2015 la educación prepare para el desarrollo sostenible a educadores y estudiantes.

La educación y la sostenibilidad se relacionan de forma que aquella es central para alcanzar la sostenibilidad; se requiere una educación que permita lograr una correcta comprensión de la situación ambiental global y local para concebir medidas adecuadas para alcanzar la sostenibilidad, por lo que se propone que en la educación superior es necesaria la visión de la sostenibilidad.

En el caso de la arquitectura se hace evidente que se debe integrar la sostenibilidad ya que, a nivel mundial, las construcciones consumen el 25% de las materias primas extraídas, cada metro cuadrado que se construye representa 2 toneladas de material directo, lo que afecta entre 6 y 7 toneladas de recursos, o 20 toneladas si se incluye el agua de la producción (Wadel, 2017). Además, las construcciones usan recursos como son el agua y la energía, se genera contaminación atmosférica en todas las fases del proceso de edificación y el uso de las construcciones. La integración de la sostenibilidad en la arquitectura ha ido en incremento; sin embargo, se considera que se requieren realizar más acciones para que la sostenibilidad pueda ser alcanzada, por lo que este estudio propone que se integre en la educación formal de las licenciaturas en arquitectura.

El presente trabajo se organiza en seis apartados. Para iniciar se hace una breve descripción de la integración de la sostenibilidad en la currícula universitaria. Posteriormente se presentan los principios que justifican la creación de este proyecto, las preguntas de investigación, los objetivos que se pretenden alcanzar y los supuestos que orientaron la investigación.

En el primer capítulo se hace una revisión de los temas de Sostenibilidad en la actualidad. Posteriormente se presenta una revisión de la Arquitectura Sostenible, respecto a la vivienda sostenible en México y la normatividad sobre vivienda sostenible en este país. Además, se aborda el tema de Evaluación de la Sostenibilidad y de Evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles, donde se revisan dos modelos extranjeros y tres modelos nacionales, además de que se presenta el funcionamiento de los modelos de evaluación. Enseguida se abordan los componentes de sostenibilidad en los inmuebles, divididos en cinco criterios que son: energía, agua, residuos, materiales y ecología. Por último, se aborda el tema de educación, donde se habla de las Instituciones de Educación Superior, la educación ambiental y el currículo universitario.

En el segundo capítulo se presenta el marco metodológico de la investigación realizada. Se aborda la forma en que se realizaron los análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible. Además, se describe la forma en que se analizaron las instituciones de educación superior, específicamente la dimensión institucional de las escuelas de arquitectura y la dimensión de la estructura formal de currículo de las licenciaturas en Arquitectura. Posteriormente se presenta el procedimiento utilizado para realizar la síntesis de la información obtenida en las encuestas a estudiantes y las entrevistas a profesores y autoridades de las escuelas de arquitectura.

El tercer capítulo da cuenta de los análisis realizados en la presente investigación. Primero se presenta el análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sustentable, y se elabora una comparación entre cinco de ellos (dos extranjeros y tres nacionales). Posteriormente se expone el análisis comparativo de la dimensión institucional de dos escuelas de arquitectura para lo cual se usan los indicadores COMPLEXUS. Se continúa con un análisis de la dimensión de la estructura formal del currículo de las licenciaturas en arquitectura, donde se realiza una comparación entre sus respectivos planes de estudio, que incluye las materias con contenido relacionado con sostenibilidad, tanto obligatorias como optativas. A continuación, se da cuenta de la síntesis de la información obtenida en las encuestas a estudiantes de las licenciaturas en Arquitectura. El capítulo finaliza con la exposición de la síntesis de la información obtenida en las entrevistas a profesores y autoridades de las escuelas de arquitectura.

En el capítulo cuatro se presentan las propuestas del trabajo de investigación, específicamente la propuesta para integrar la sostenibilidad en la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura y la propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las Licenciaturas en Arquitectura.

En el capítulo cinco se realiza una discusión sobre los resultados obtenidos durante los análisis, en la cual se enfrentan dos o más dimensiones de un mismo tema para crear una conclusión objetiva. Las conclusiones del proyecto se abordan en el mismo capítulo, donde se plantean las propuestas para integrar la sostenibilidad en las escuelas de arquitectura.

#### **a) PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

La pregunta guía del presente trabajo es ¿De qué manera se integra la temática/problemática de la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura en dos universidades de la Ciudad de México?

De dicha interrogante se desprenden las siguientes preguntas secundarias:

- ¿Qué tanto se integran los temas relacionados al Medio Ambiente y la Sostenibilidad en los planes de estudio y los programas de las materias de la licenciatura en Arquitectura?
- ¿Cómo podrían integrarse los temas relacionados al Medio Ambiente y la Sostenibilidad en los planes de estudio y los programas de las materias de la licenciatura en Arquitectura?

#### **b) OBJETIVOS**

El objetivo general es diseñar una propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura.

Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los modelos de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles nacionales, extranjeros e internacionales más utilizados en México
- Analizar la dimensión institucional de las dos escuelas de arquitectura
- Analizar la dimensión de la estructura formal del currículo, específicamente los planes de estudio y los programas de las materias de la Licenciatura en Arquitectura de dos de las principales escuelas de arquitectura de la Ciudad de México respecto a la integración del Medio Ambiente y la Sostenibilidad

#### **Alcance**

El estudio se enfoca en las licenciaturas en Arquitectura que imparten la Facultad de Arquitectura de la UNAM en Ciudad Universitaria y la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM Azcapotzalco, ambas ubicadas en la Ciudad de México.

Se elabora una propuesta para integrar la sostenibilidad tanto en la dimensión institucional, específicamente para la infraestructura, la planta académica y los programas de sostenibilidad, como en la dimensión de la estructura formal del currículo, específicamente los planes de estudio y los programas de las materias de las dos escuelas de arquitectura analizadas.

#### **c) JUSTIFICACIÓN**

A partir de los análisis realizados en la presente investigación, se puede decir que, a pesar de que ha habido esfuerzos para integrar la sostenibilidad en las licenciaturas en Arquitectura, no se ha tenido una integración real en la formación, debido a que éstas tienen poco acercamiento a los problemas ambientales y nulo, o casi nulo, acercamiento a las metodologías de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles, que son herramientas para la implementación de

elementos de sostenibilidad cada vez más presentes en el ámbito de la edificación. Esta situación dificulta que los egresados dispongan de conocimientos necesarios en el campo laboral. Para sustentar esta afirmación se hizo una revisión de los planes de estudio de dos escuelas de arquitectura de la Ciudad de México, ya mencionadas.

La presente investigación postula la necesidad de que la formación académica de los Arquitectos sea enriquecida con la integración de la sostenibilidad en los planes de estudio, lo que podría darles elementos para desarrollarse en un mercado laboral creciente, además de fomentar el uso de técnicas y tecnologías sostenibles en la construcción.

#### **d) SUPUESTOS**

Las escuelas de arquitectura no han explorado suficientemente las formas de integrar la sostenibilidad en sus planes de estudio, además de que es posible proponer cambios que pueden beneficiar ampliamente los sectores institucionales y estructurales.

El trabajo de investigación postula que, mediante el diseño y la operación de una propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura, los alumnos y profesores de arquitectura tendrán un mayor acercamiento a las temáticas de sostenibilidad en el campo formativo y profesional de la Arquitectura.

#### **ANTECEDENTES**

A pesar de ser tema central de conversaciones nacionales e internacionales donde se pretende crear acuerdos para mitigar los impactos ambientales mediante el desarrollo sostenible, la sostenibilidad en la arquitectura no se ha integrado de manera clara a los programas de estudio de las escuelas de arquitectura (Usón Guardiola, 2004). En el caso de México, específicamente la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en su Facultad de Arquitectura y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Azcapotzalco, en su División de Ciencias y Artes para el Diseño, donde se imparte la Licenciatura en Arquitectura, no contemplan la enseñanza de las metodologías de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles, aunque sus planes de estudio incluyen materias que permiten el acercamiento a las problemáticas ambientales.

En 1993 se publicó la primera edición del libro “Currículum Universitario de cara al nuevo milenio”, coordinado por la Dra. Alicia de Alba, el que se basa en el congreso con el mismo nombre realizado a finales de los años ochenta. En el congreso se plantearon los temas de interés respecto al currículum universitario, los cuales, según los autores deberían ser incorporados a este, los temas que se plantean son los avances científicos y tecnológicos, los derechos humanos, la cuestión ambiental, entre otros. En uno de los artículos que conforman el libro, escrito por el Dr. Edgar González Gaudiano, se propone que “lo deseable es otorgar una connotación ambiental a las distintas materias” de las licenciaturas, además de que plantea que la “dimensión ambiental

se constituirá en un parámetro necesario para la planificación y reorientación profesional” (González Gaudiano (1993) en De Alba: pp. 199-204).

En 2016, la Dra. Marina Pérez de la Universidad de Cuenca, Ecuador, en su publicación titulada “La Educación Universitaria para la Sostenibilidad Arquitectónica. Caso Ecuador” concluyó que se debe “potenciar una aproximación integral a la valoración y distinción que conlleva una enseñanza transversal basada en el concepto de sostenibilidad, aplicado al diseño arquitectónico, a la planificación urbana y a la construcción”, además, se deberán “definir los conocimientos, las técnicas y las metodologías, en vistas de una arquitectura sostenible con un pensamiento integrador, distinguiendo cualitativamente al profesional de la arquitectura” y “fortalecer la visión de la arquitectura a fin de responsabilizar, desde lo académico y la investigación, la formación de profesionales que proyecten y construyan para un hábitat sostenible”; adicionalmente expone que se debe estructurar una “alternativa coherente de la enseñanza de la sostenibilidad en la arquitectura, lo que será posible en cuanto los objetivos se definan en línea transversal iniciando desde el principio de la formación del arquitecto” (Pérez, 2016, p. 294).

Recientemente, en el año 2018, se publicó un libro titulado “La importancia de la Salud y la Educación Ambiental en Jóvenes Universitarios”, escrito por María Luisa Quintero, en el que se presenta el estado del conocimiento sobre el tema de la educación ambiental y la participación universitaria. En éste se menciona que “considerando que uno de los propósitos de la universidad es hacer investigación para generar nuevo conocimiento, orientado a resolver los complejos problemas de una sociedad en particular y de la humanidad en general [...] se espera que la universidad cuente con proyectos encaminados a investigar los pormenores de la crisis ambiental y proponer soluciones” (Quintero Soto, 2019, p. 5). La hipótesis del trabajo es que en la medida en que se fomente la prevención de las consecuencias negativas de la contaminación del medio ambiente sobre la salud de los individuos, se podrá incidir en tener una mejor calidad de vida; ello requiere fomentar una mayor información sobre el tema, difundir apoyos y la generación de infraestructura, además de concientizar sobre la importancia de la educación ambiental (Quintero Soto, 2019).

## CAPÍTULO 1

Este capítulo se destina a presentar el marco teórico conceptual que se utilizó en la investigación, que abarca los temas de sostenibilidad, arquitectura sostenible, evaluación de la sostenibilidad, evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles, componentes de sostenibilidad en los inmuebles y la educación.

### 1. Marco teórico conceptual

#### 1.1.SOSTENIBILIDAD

Ante la “emergencia planetaria” debido a una “situación insostenible que amenaza gravemente el futuro de la humanidad” (Macedo, 2005, p. 1) en 1984 se reúne por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente, con el objetivo de establecer una agenda para el cambio global. En 1987 la Comisión emite el documento denominado “Nuestro Futuro Común” o “Informe Brundtland”, que parte de la idea central de que el desarrollo y el medio ambiente no puede ser separados (Pierri, 2005). En este documento surge el término *desarrollo sostenible* que se define como “El desarrollo que satisface las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1987, p. 16). Esta definición se mantiene hoy en día con gran aceptación.

La sostenibilidad está estructurada por un conjunto de dimensiones; según el Informe Brundtland (1987) existen 3 dimensiones básicas: la ambiental, la social y la económica (véase Figura 1). La dimensión ambiental demanda la preservación de las condiciones físicas, la protección de recursos genéticos y la conservación de la biodiversidad, el uso adecuado y moderado de los recursos naturales tomando en cuenta la capacidad de carga y el tiempo de regeneración de los ecosistemas. La dimensión social se vincula con la satisfacción continua de las necesidades humanas básicas, con la cual se busca la igualdad de oportunidades en las diferentes clases sociales con la repartición equitativa de los recursos, la participación integral en la toma de decisiones, la movilidad social y la preservación de la cultura a través del tiempo. La dimensión económica se refiere a cuestiones de producción y rentabilidad, provisión de bienes y servicios, crecimiento industrial y agrícola y el uso eficiente de la mano de obra (vease Tommasino, 2005).



Figura 1. Dimensiones de la sostenibilidad.  
Tomado de Sostenibilidad (Amérian, 2015).

La sostenibilidad es un concepto integral dado que todas sus dimensiones se consideran interdependientes entre sí (Rocuts, Jiménez Herrero, & Navarrete P., 2009), por lo que es necesario entender las interrelaciones entre los ámbitos y no hacer análisis aislados de éstos. La sostenibilidad no representa un estado ideal predefinido, más bien se trata de algo dinámico y para el cual no existe una única vía; además, lo que en un sistema funciona, probablemente no funcionará de la misma manera en otros, ya que cada uno depende de condiciones específicas (Pretty, 2007).

El concepto de sostenibilidad ha recibido diferentes definiciones e implicaciones, por lo que, dependiendo del autor o la corriente, las dimensiones o pilares que componen la sostenibilidad pueden variar. Hay varios autores que consideran que las bases de la sostenibilidad son las políticas públicas dirigidas a proteger y preservar los procesos ecológicos y los recursos naturales para las futuras generaciones, reconocen que la misión puede ser un problema de múltiples escalas, con diversas magnitudes y con políticas con objetivos mezclados y diversos (Gutiérrez Barba & Martínez Rodríguez, 2009); consideran que, para la solución de los problemas, es necesaria la intervención de múltiples disciplinas y campos de manera que se pueda observar desde las diferentes perspectivas (Spangenberg, 2011). Son varios los autores que rechazan la asociación de los conceptos de “desarrollo” y “sostenible” argumentando que este binomio constituye una contradicción; consideran a esta propuesta como una “manipulación” de los partidarios del crecimiento económico que pretenden hacer creer que existe compatibilidad entre éstos y la sostenibilidad ecológica (Macedo, 2005; Naredo, 1998).

Por su parte, las Ciencias de la Sostenibilidad son las orientadas a alcanzarla; según Spangenberg (2011), pueden separarse en dos tipos, la ciencia para la sostenibilidad y la ciencia de la sostenibilidad.

*“Las Ciencias de la Sostenibilidad se han convertido de un nuevo campo de investigación en una disciplina en sí misma, con conferencias científicas, revistas y sociedades científicas dedicadas a su búsqueda. Caracterizada más por su propósito de investigación que por un conjunto común de métodos u objetos, la ciencia de la sostenibilidad se puede subdividir en la ciencia disciplinaria más tradicional para la sostenibilidad y la ciencia transdisciplinaria de la sostenibilidad. La primera consiste en una ciencia descriptiva, analítica y básica, este último se caracteriza por la reflexividad y la aplicabilidad; en un nivel meta, el surgimiento de este último se puede entender como un nuevo paso en la evolución de la ciencia. {...} La ciencia de la sostenibilidad es reconocida como esencial para el progreso hacia la sostenibilidad, y como una oportunidad para acercar la ciencia a las personas, requiriendo cambios significativos en la forma en que se organiza y lleva a cabo la ciencia” (Spangenberg, 2011, p. 276).*

En el presente estudio, además de los pilares básicos de la sostenibilidad (ambiental, económico y social), se integra la dimensión institucional, ya que las sociedades se organizan adoptando sistemas de representación, tiene relación con la definición de normativas, leyes y políticas que determinan el desarrollo que integra la parte académica de las instituciones educativas.

## 1.2.ARQUITECTURA SOSTENIBLE

En los años setenta la sostenibilidad arquitectónica se convirtió en una nueva forma de ver la arquitectura, encabezada por el arquitecto estadounidense Richard Buckminster Fullerse (Briones Fontcuberta, 2010). Sin embargo, los modelos de investigación para la arquitectura en ese tiempo poseían un interés puramente tecnológico, descuidando en general la viabilidad social. Conforme ha pasado el tiempo, el foco del problema sobre el desarrollo sostenible de las comunidades se ha movido de una visión centrada en el medio a una cada vez más preocupada por los aspectos humanos del desarrollo. Los trabajos sobre urbanismo y sostenibilidad tratan, comúnmente, sobre dos enfoques diferenciados: por un lado están los que proponen que la sostenibilidad es un asunto relacionado con cada comunidad aislada y, por otra, los aquellos que consideran que ésta se relaciona con el hecho de que las acciones que se deriven deberán asegurarse de que los sistemas urbanos, con las economías y las sociedades de las que son parte, sean sostenibles en conjunto (Nárvaez, 2000). Esto implica que la sostenibilidad está relacionada con el establecimiento de acciones de alcance, cuando menos regional, lo cual supedita las necesidades de las comunidades locales a las de la nación (Nárvaez, 2000; Paz Pérez, 2011).

En junio de 1993, la Unión Internacional de Arquitectos en el congreso “Declaración de Interdependencia por un futuro sostenible”, celebrado en Chicago, reconocieron oficialmente el principio de sostenibilidad. En el congreso se definió a la sostenibilidad como pauta de progreso y se comprometieron a ubicarlo social y ambientalmente como parte esencial de la práctica profesional del quehacer arquitectónico. A partir de este congreso se generó un consenso general de que para aplicar los principios de sostenibilidad en arquitectura se deben considerar cinco factores, esto son: el ecosistema, las energías, la tipología de los materiales, los residuos y la movilidad (Chan López, 2010).

Hernández Moreno (2008) define la sostenibilidad en la arquitectura como “la forma racional y responsable de crear espacios habitables para el ser humano, bajo las premisas del ahorro de los recursos naturales, financieros y humanos”; además menciona que la arquitectura sostenible “es la actividad que solucionará de manera completa y global el problema de los impactos generados por la actividad de la arquitectura, edificación y urbanismo de manera integral” (Hernández Moreno, 2008, pp. 307-308). Esta propuesta abarca los tres pilares de la sostenibilidad (ambiental, económico y social) y los requerimientos de habitabilidad a largo plazo.

La arquitectura sostenible según De Garrido (2010) puede ser definida como:

*“Una verdadera Arquitectura Sostenible es aquella que satisface las necesidades de sus ocupantes, en cualquier momento y lugar, sin por ello poner en peligro el bienestar y el desarrollo de las generaciones futuras. Por lo tanto, la arquitectura sostenible implica un compromiso honesto con el desarrollo humano y la estabilidad social, utilizando estrategias arquitectónicas con el fin de optimizar los recursos y materiales; disminuir el consumo energético; promover la energía renovable; reducir al máximo los residuos y las emisiones; reducir al máximo el mantenimiento, la funcionalidad y el precio de los edificios; y mejorar la calidad de la vida de sus ocupantes” (De Garrido, 2010).*

Desde su origen, en la década de los setenta, se ha considerado que los inmuebles sostenibles representan una mayor inversión, aun sin considerar el ahorro en servicios que estos generan. Aunado a esto, en la revisión de los costos y beneficios de este tipo de inmuebles, realizada por el World Green Building Council (2013), se encontró que en la segunda década del siglo XXI se pueden construir y vender a un precio comparable a los inmuebles convencionales, además que las inversiones se pueden recuperar a través de los ahorros operacionales de los mismos. Adicional a esto, se afirma que la industria de la construcción sostenible puede cumplir prioridades económicas a gran escala, como son la mitigación del cambio climático, la seguridad energética, la conservación de recursos, la creación de empleo, la resiliencia a largo plazo y la calidad de vida.

Los principios del diseño sostenible en arquitectura según Hernández Moreno (2008) son:

- Respetar las condiciones y características del paisaje y del contexto en el proceso de creación del edificio, desde su trazado hasta su construcción y mantenimiento.
- Tomar en cuenta el ciclo de vida de los edificios como auxiliar en el proceso de diseño.
- Tomar en cuenta todas las características físicas del lugar como son clima, viento, suelo y agua para hacer un proyecto acorde y con ventajas en el confort térmico, acústico, aspectos visuales, consumos de energía y agua.
- Respetar los requerimientos arquitectónicos básicos como programas o partidas arquitectónicas, superficies, volúmenes, texturas, colores, etc., en relación con los requerimientos de tipo sostenible.
- Integrar los seis elementos principales del manejo de recursos en el inmueble que son: el sitio, la energía del edificio, la calidad del interior del edificio, el agua en los edificios, los materiales, desechos y desperdicios generados en el ciclo de vida de los edificios, así como el ciclo de vida de los materiales.
- Respetar y seguir las normas existentes que regulan la calidad de los edificios

Además, este autor señala que la sostenibilidad no debe ser vista como una “moda ecológica” sino como una verdadera necesidad actual y para el futuro del desarrollo regional y del país (Hernández Moreno, 2008).

La Conferencia de Río<sup>1</sup> y las posteriores de Kioto<sup>2</sup> y Johannesburgo<sup>3</sup> que lideran la “llamada a comprometerse por la sostenibilidad” (Usón Guardiola, 2004, p. 12), en conjunto con los gobiernos y ciudadanos que actualmente exigen estándares más exigentes en la construcción en términos ambientales (ver Hernández Prezzi, 2007), han promovido la implementación de políticas ambientales y de investigación orientadas al campo de la construcción (ver Schiller, Gomes da Silva, Goijberg, & Treviño, 2003).

Aunado a eso, en la Cumbre de París<sup>4</sup> (2015) se logró un acuerdo histórico donde todos los países miembros de las Naciones Unidas se comprometieron a realizar acciones encaminadas a lograr que el aumento de la temperatura se mantenga por debajo de los dos grados centígrados.<sup>5</sup> A partir del consenso de los 193 líderes mundiales, la ONU (2015) creó la Agenda para el Desarrollo Sostenible que establece los objetivos que, al respecto, deberán cumplirse en 2030. Este plan de acción está compuesto por 17 objetivos y 169 metas (ver Figura 2).



Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.  
Tomado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que se relacionan con los inmuebles sostenibles y la educación son el seis “agua”, siete “energía”, 11 “ciudades y comunidades sostenibles” y 12 “producción y consumo responsable”, en los que se establecen metas relacionadas con el manejo sostenible del agua, el aumento del uso de energía renovable, la reducción del impacto ambiental

<sup>1</sup> Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro 1992

<sup>2</sup> Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Kioto 1997

<sup>3</sup> Cumbre de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, Johannesburgo 2002

<sup>4</sup> Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático París 2015

<sup>5</sup> Limite aceptable de aumento de la temperatura de la Tierra

negativo de las ciudades y la reducción de la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización. Encontramos, además los objetivos cuatro “educación” y 13 “acción por el clima”, que establecen la necesidad de aumentar las capacidades técnicas y prácticas para la promoción del desarrollo sostenible, así como la educación y sensibilización respecto a la mitigación y adaptación al cambio climático (Tabla 1) (ONU, 2016).

Tabla 1. *Objetivos del Desarrollo Sostenible alineados al inmueble sostenible y la educación.*

| ODS   | Meta asociada para el 2030  |
|---|---|
| <p>Objetivo 4: Garantizar una <b>educación</b> inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos</p> | <p>4.4. Aumentar el número de jóvenes y adultos que tienen las <u>competencias necesarias</u>, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento</p> <p>4.7. se ha de asegurar que todos los alumnos <u>adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible</u>, entre otras cosas <u>mediante la educación para el desarrollo sostenible</u> y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible</p> |
| <p>Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de <b>agua</b> y su gestión sostenible y el saneamiento para todos</p>  | <p>6.3. Mejorar la calidad del agua <u>reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento</u> y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, <u>reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar</u> y <u>aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización</u> sin riesgos a nivel mundial</p> <p>6.4. Aumentar considerablemente el <u>uso eficiente de los recursos hídricos</u> en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y <u>reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua</u></p>                                  |
| <p>Objetivo 7: Garantizar el acceso a una <b>energía</b> asequible, segura, sostenible y moderna para todos</p>   | <p>7.2. Aumentar considerablemente la proporción de <u>energía renovable</u> en el conjunto de fuentes energéticas</p> <p>7.3. Duplicar la tasa mundial de mejora de la <u>eficiencia energética</u></p> <p>7.b. <u>Ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles</u> para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo</p>   |
| <p>Objetivo 11: Lograr que las <b>ciudades</b> y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y <b>sostenibles</b></p>                     | <p>11.6. <u>Reducir el impacto ambiental</u> negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos</p> <p>11.b. A 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, <u>el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él</u> y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles</p>             |

| ODS  | Meta asociada para el 2030   |
|--|--|
| Objetivo 12: Garantizar modalidades de <b>consumo y producción sostenibles</b>               | 12.5. Reducir considerablemente la <u>generación de desechos</u> mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización  |
| Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para <b>combatir el cambio climático y sus efectos</b> | 13.3. <u>Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana</u> |

Tomado de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015). Subrayado de la autora.

La evaluación de la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos podría permitir que los sectores de la Arquitectura, la construcción y la urbanización participen en el cumplimiento de los ODS debido a que estas industrias están vinculadas con el desarrollo de ciudades sostenibles. Además, de que las metas establecen que deben acatarse los reglamentos, normas y leyes aplicables a la vivienda en el país, por lo que apoyan el cumplimiento de las legislaciones de cada país. Las evaluaciones deben ser holísticas,<sup>6</sup> estar bien desarrolladas y determinadas ya que la sostenibilidad se debe ver como una totalidad, no solo por las partes que la componen de manera independiente (Arzate Pérez & Arzate Pérez, 2018).

#### 1.2.1. Vivienda sostenible en México

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) ha desarrollado programas transversales que se presentaron en la Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP17), en 2011 en Durban. Con el objetivo de fomentar el crecimiento de un mercado de vivienda verde en conjuntos urbanos sostenibles, así como promover la densificación de las ciudades aprovechando de manera óptima la infraestructura urbana existente, la CONAVI ha desarrollado programas en conjunto con los tres niveles de gobierno y las instituciones que financian la adquisición de vivienda (CONAVI, 2017).

En apoyo a las metas del Plan Nacional de Desarrollo, 2007-2012, en el 2007 CONAVI inició el Programa Nacional de Vivienda (PNV) para el 2008-12, 'Hacia el Desarrollo de la Vivienda Sostenible'. En el PNV se plantearon cuatro objetivos principales (Kaineg et al., 2012):

1. Aumentar el acceso al financiamiento de vivienda, particularmente a familias de bajos ingresos.
2. Promover el desarrollo de la vivienda sostenible.
3. Consolidar el sistema de la vivienda nacional por medio de mejoras a la gestión pública.
4. Consolidar el apoyo del gobierno federal para el financiamiento de la vivienda sostenible para la población de bajos ingresos.

<sup>6</sup> La realidad como un todo, distinto a la suma de las partes que lo componen.

Debido a la importancia de las líneas de acción generadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y el Programa Nacional de Vivienda (PNV) se establecieron las bases hacia la consolidación de la vivienda sostenible en México; como establece el PND 2013-2018 la edificación sustentable es un eje rector para alcanzar la sustentabilidad de las ciudades, que incluye la seguridad, la accesibilidad y el bienestar social. A través de la coordinación interinstitucional la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) implementó la Política Nacional de Vivienda mediante un conjunto de acciones que procuraran una vivienda digna para los mexicanos, en un entorno urbano sostenible, que en palabras del gobierno federal en turno, redujo el rezago de manera responsable hacia un México próspero con responsabilidad global (Gobierno de la República, 2013).

Las Acciones Nacionales Apropriadas para la Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés) son actividades voluntarias dirigidas a reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en países en desarrollo. Según la publicación de la NAMA mexicana de vivienda sostenible (2012) la sostenibilidad del sector de la vivienda, en sus ejes social, económico y ambiental, es una prioridad para el gobierno mexicano, la SEDATU y la CONAVI. El PNV promovió la diseminación de ecotecnologías, además del desarrollo y la implementación de normas y regulaciones para estandarizar los criterios, con el fin de avanzar hacia una vivienda sostenible y de alta calidad. El PNV también promovió los subsidios y las hipotecas verdes, con lo que se iniciaron varios programas piloto de capacitación diseñados para la concientización general en cuanto a los beneficios de la vivienda sostenible.

El mejoramiento del sistema financiero para promover la construcción de viviendas nuevas, con un alto rendimiento energético dentro del mercado hipotecario nacional es el centro de la NAMA propuesta por CONAVI. El objetivo de la NAMA es promover modelos de edificación costo-efectivos, energéticamente eficientes a través de todo el sector de la vivienda, con un enfoque particular en la vivienda de interés social, donde se espera el mayor crecimiento. La NAMA fue diseñada como un marco de trabajo, que consta de componentes unilaterales, estos son aquellos implementados y financiados por el gobierno mexicano que constituyen la contribución de México a las metas internacionales para el cambio climático. Los componentes apoyados son aquellos para los cuales se requiere de fondos de donantes para cubrir los costos incrementales del reforzamiento de la penetración de las acciones de México, o para lograr rendimientos más ambiciosos. El soporte internacional también consiste en asistencia técnica y creación de capacidades (Kaineg et al., 2012).

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) definió los Lineamientos en materia de Desarrollo Urbano que se incorporaron a los “Criterios e Indicadores para Desarrollos Habitacionales Sostenibles” para su aplicación a partir de 2010. Con base en lo establecido en el artículo 73 de la Ley de Vivienda los elementos considerados para desarrollos habitacionales sostenibles son los contenidos en la Tabla 2 que se presenta a continuación (CONAVI, 2008):

Tabla 2. Elementos considerados para desarrollos habitacionales sostenibles de la CONAVI.

| <b>Análisis del sitio</b>   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Condición legal del predio, rural regional y urbano, y fuera de zona de riesgo</li><li>• Infraestructura</li><li>• Construcción de la red de agua potable que cumpla con la NOM-013-CONAGUA-2000</li><li>• Construcción de la red de alcantarillado sanitario que cumpla con la NOM 001-CONAGUA-1995</li><li>• Construcción del sistema de drenaje pluvial, acorde a lo establecido en el documento de factibilidad.</li><li>• Construcción de la red eléctrica de acuerdo con el proyecto autorizado</li><li>• Alumbrado público completo que cumpla con la NOM-013-ENER-2004</li><li>• Radios de influencia a vialidad acorde a la normatividad de SEDESOL</li><li>• Vialidades pavimentadas para acceso al desarrollo habitacional</li><li>• Mezcla de usos del suelo, acorde a la normatividad de SEDESOL</li></ul> |
| <b>Uso eficiente de la energía</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Lámpara de uso residencial que cumpla con la NOM 017-ENER/SCFI-1993</li><li>• Sistema de calentamiento solar-gas de agua(híbrido) que cumpla con las “Especificaciones para determinar el ahorro de gas L.P. en sistemas de calentamiento de agua que utilizan la radiación solar y el gas L.P. emitido por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía”</li></ul>   |
| <b>Uso eficiente del agua</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Inodoro instalado que cumpla con la NOM-009-CONAGUA-2001 y grado ecológico</li><li>• Regadera compensadora de flujo que cumpla con la NOM-008-CONAGUA-1998 y grado ecológico</li><li>• Válvulas para uso doméstico certificadas según la NMX-C-415-ONNCCE-1999</li><li>• Válvulas de seccionamiento para alimentación</li><li>• Prueba hidrostática de la instalación intradomiciliaria que mantenga una presión de 0,75 kPh</li><li>• Medidor de flujo que cumpla con la NOM-012-SCFI-1994</li><li>• Toma domiciliaria que cumpla con la NOM-002-CONAGUA-1995</li></ul>  |
| <b>Manejo de los residuos sólidos</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• En el conjunto: Mobiliario para separación de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos)</li><li>• Manejo completo de residuos de la construcción</li><li>• Verificación de separación</li><li>• En la vivienda: espacios y mobiliario para la separación de los residuos (orgánicos e inorgánicos)</li><li>• Manual de mantenimiento</li></ul>   |

Adaptado de Paz Pérez, *Sostenibilidad en la vivienda en serie y su impacto socio-económico, estudio de caso: fraccionamiento vida, general Escobedo, Nuevo León* (2011, pp. 15-17).

La política de vivienda ha sido un instrumento muy importante de intervención gubernamental en el proceso de crecimiento urbano y conformación metropolitana (González-Yñigo & Méndez-Ramírez, 2018). Debido a que la vivienda se constituye en un sector clave para reducir las emisiones de GEI causantes del calentamiento global (Moreno Sánchez, 2010) se considera que es de suma importancia la generación de programas orientados a la integración de la sostenibilidad en los inmuebles.

Los programas mexicanos de Sustentabilidad en la Vivienda han recibido diversos premios a nivel internacional, como es el Premio del Building and Social Housing Foundation (BSHF), Reino Unido 2012 para el programa de hipoteca verde y los de Lighthouse Activities Award, UN-COP 19,

Varsovia 2013 y Green Ashden Award, Reino Unido 2015 para el programa Ecocasa (CONAVI, 2016).

### 1.2.2. Normatividad sobre vivienda sostenible en México

En México existen normativas de comportamiento térmico en elementos constructivos y eficiencia energética en edificios comerciales; sin embargo, aún no existen normas o legislación obligatoria que integre los conceptos de la edificación sostenible (ver Hernández Moreno, 2008; Schiller et al., 2003). La única Norma que incorpora todos los componentes de la sostenibilidad en los inmuebles es la Norma Mexicana de Edificación Sostenible (NMX-AA-164-SCFI-2013) que es de aplicación voluntaria, dentro de la cual se integran disposiciones de otras normas, tanto normas oficiales mexicanas como normas mexicanas, las cuales se enlistan en la siguiente Tabla 3 (Sánchez Gasca & Niño Sulkowska, 2017).

*Tabla 3. Normas de referencia de la NMX-AA-164-SCFI-2013.*

| <b>Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas de referencia</b> |   |
|--|---|
| <b>NOM-007-ENER-2004</b>   | Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales  |
| <b>NOM-008-ENER-2001</b>   | Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales  |
| <b>NOM-013-ENER-2004</b>   | Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades  |
| <b>NOM-017-ENER/SCFI-2008</b>                                      | Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autoabalastradas. Límites y Métodos de Prueba         |
| <b>NOM-020-ENER-2011</b>   | Eficiencia Energética en Edificaciones, envolvente de edificios para uso Habitacional   |
| <b>NOM-028-ENER-2010</b>   | Eficiencia Energética de lámparas para uso general. Límites y Métodos de Prueba   |
| <b>NOM-001-SEDE-2005</b>   | Instalaciones Eléctricas, Utilización   |
| <b>NOM-025-STPS-2008</b>   | Condiciones de iluminación en los centros de trabajo  |
| <b>NMX-C-460-ONNCCE-2009</b>                                       | Industria de la construcción - Aislamiento térmico - Valor R para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana |

Tomado de Sánchez Gasca & Niño Sulkowska, ¿Qué es y qué beneficios se obtienen con la edificación sostenible? (2017, p. 14).

La NMX-AA-SCFI-164-2013 es voluntaria, general y federal, está alineada con esquemas internacionales como los propuestos por la Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization -ISO-). Este instrumento ayuda al fortalecimiento local respecto a la adecuación de normatividad, Planes de Desarrollo Urbano y Reglamentos de Construcción. Además, sirve como punto de partida para la generación de normas específicas, sistemas de certificación y sistemas de autorregulación y auditorias, enlistadas en la Tabla 4 (Sánchez Gasca & Niño Sulkowska, 2017).

*Tabla 4. Normas y sistemas de certificación derivados de la NMX-AA-164-SCFI-2013.*

| <b>Normas mexicanas</b>     |   |
|-----------------------------|---|
| <b>NMX-AA-157-SCFI-2012</b> | Requisitos y especificaciones de sostenibilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la península de Yucatán |

|  |   |
|--|---|
| <b>NMX-AA-171-SCFI-2014</b>                | Requisitos y especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de hospedaje |
| <b>NMX-J-C-I-489-ANCE-ONNCCE-NYCE-2014</b> | Centros de Datos de Alto Desempeño  |

#### **Sistemas de certificación**

| <b>Estado</b>    | <b>Sistema</b>  |
|------------------|---|
| Distrito Federal | Programa de Certificación de Edificaciones Sostenibles (PCES) |
| Querétaro        | Iniciativa de Certificación de Edificaciones Sostenibles      |
| Estado de México | Norma Local de Edificaciones Sostenibles                      |

Tomado de Sánchez Gasca & Niño Sulkowska, ¿Qué es y qué beneficios se obtienen con la edificación sostenible? (2017, pp. 11 y14).

La NMX-AA-SCFI-164-2013 es producto del esfuerzo conjunto de los sectores interesados en inducir la transición hacia prácticas de edificación sostenibles que contribuyan a la protección del ambiente, la salud y el confort de los ocupantes. Puede ser utilizada como referencia para programas de regulación, autorregulación, certificación, reconocimientos y auditorías ambientales en el ámbito federal y local, para la protección y orientación a los consumidores respecto a la calidad del inmueble (Cervantes Abarca & Ramírez Alférez, 2016).

### **1.3. EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD**

Debido a la complejidad y multidimensionalidad de la sostenibilidad es necesario que las evaluaciones de esta se aborden de manera interdisciplinaria (Sarandón, 2002); por ello el desarrollo de una metodología de evaluación, que permita una cuantificación y un análisis de manera objetiva de la sostenibilidad es una necesidad para avanzar en el logro de la misma (Sarandón & Flores, 2009). En general, las mediciones de la sostenibilidad se han centrado en tres tipos de enfoques I) los limitados a elaborar listas de indicadores ambientales, sociales o económicos, sin que sean integrados, II) aquellos que proponen índices para calificar la sostenibilidad y III) los que proponen marcos metodológicos para definir criterios o indicadores (Galicia-Gallardo, 2015).

No existen valores fijos para la sostenibilidad que se puedan asignar a un sistema ni con los cuales se puedan comparar, debido a esto, se requiere que esta complejidad y multidimensionalidad sea simplificada a valores claros, objetivos y generales, lo que se conoce como indicadores, que pueden ser cuantitativos o cualitativos (Sarandón, 2002). Los indicadores deben considerar incluir un enfoque holístico, realista, participativo y sistémico (Galicia-Gallardo, 2015).

Sarandón y Flores (2009) explican que establecer y definir el marco conceptual de la sostenibilidad es un paso esencial para el éxito del trabajo, debido a que no existe un valor real de referencia contra el cual se puedan comparar los resultados. Por lo tanto, es necesario un desarrollo claro del marco conceptual de la evaluación, entendido como el sistema de valores o ideas que define lo que tiene un efecto positivo o negativo en la sostenibilidad y del que se desprenden

calificaciones positivas o negativas en relación con la misma (Imbach, A., Dudley, E., Ortiz, N., & Sánchez, 1997).

### Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS)

El MESMIS permite evaluar la sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos naturales y de tecnología. Es un proceso de evaluación de sostenibilidad cíclico, validado mediante estudios de caso, cuya meta fundamental es aportar elementos para la mejora de los sistemas de manejo de los recursos naturales y de la tecnología (Maser, O., Astier, M., & López-Ridaura, 1999). El marco propone un proceso de análisis y retroalimentación que permita el mejoramiento de las posibilidades de éxito de los sistemas de manejo (Astier, M., & González, 2008), así mismo permite la comparación de sistemas de manejo convencionales con alternativos.

El marco MESMIS parte de cuatro premisas, a saber:

- Proponer siete atributos básicos para definir el concepto de sostenibilidad: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad o flexibilidad, equidad y autodependencia o autogestión.
- La evaluación es válida únicamente en sistemas de manejo específicos, en un determinado lugar geográfico y contexto social y político, en una escala espacial determinada y en una escala temporal determinada. La evaluación es una actividad participativa que requiere una perspectiva interdisciplinaria.
- La sostenibilidad no puede evaluarse *per se* sino de manera comparativa o relativa, lo cual puede realizarse por medio de dos vías: a) comparación longitudinal: comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo, o b) comparación transversal: comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo con un sistema de referencia.
- La evaluación de sostenibilidad es un proceso cíclico cuyo principal objetivo es fortalecer tanto a los sistemas de manejo como a la metodología.

Los ciclos de evaluación se componen de seis pasos generales, con los que se busca comprender de manera integral las limitantes y las posibilidades para la sostenibilidad de los sistemas, que surgen de la intersección de procesos ambientales con factores sociales y económicos (Astier, M., López-Ridaura, S., Pérez, E., & Maser, 2000). Estos pasos se enlistan a continuación y se presentan en un esquema en la Figura 3:

- 1) Determinación del objeto de la evaluación: definición de los sistemas a evaluar, sus características y el contexto socioambiental de la evaluación.
- 2) Determinación de las fortalezas y debilidades del sistema: características que pueden incidir en la sostenibilidad de los sistemas a evaluar de manera positiva o negativa.
- 3) Selección de indicadores: se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores estratégicos para realizar la investigación.

- 4) Medición y monitoreo de indicadores: diseño de instrumentos de análisis y obtención de la información deseada.
- 5) Presentación e integración de resultados: comparación de la sostenibilidad de los sistemas.
- 6) Conclusiones y recomendaciones: síntesis del análisis y propuesta de sugerencias para fortalecer la sostenibilidad de los sistemas y la manera de mejorar el proceso de evaluación propuesto.

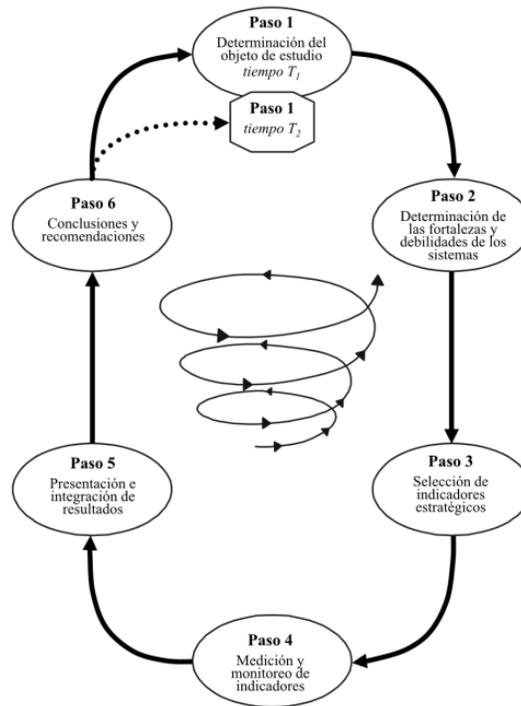


Figura 3. Ciclo de evaluación del MESMIS. (Maser, O., Astier, M., & López-Ridaura, 1999, p. 37).

Los atributos de sostenibilidad en los que se basa la metodología son los siguientes (Maser, O., Astier, M., & López-Ridaura, 1999):

- **Productividad:** capacidad del sistema de brindar el nivel requerido de bienes y servicios. Se representa con el valor de rendimientos, ganancias, etcétera, en un tiempo determinado.
- **Estabilidad:** se refiere a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico y estable, es decir, mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a través del tiempo, bajo condiciones promedio. Se asocia con la noción de constancia de la producción o beneficios.
- **Resiliencia:** capacidad del sistema de retornar al estado de equilibrio o mantener su potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves, como un evento catastrófico, ya sea natural (huracán o incendio) o de mercado (caída del precio).

- **Confiabilidad:** capacidad del sistema para mantener su productividad o beneficios deseados en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente.
- **Adaptabilidad/Flexibilidad:** capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio o continuar siendo productivo, brindando beneficios, ante cambios de largo plazo en el ambiente o condiciones económicas. También hace referencia a la capacidad de búsqueda activa de nuevos niveles o estrategias de producción, la generación de nuevas opciones tecnológicas, diversificación de actividades y procesos de organización social, de formación de recursos humanos y de aprendizaje.
- **Equidad:** capacidad del sistema de distribuir de manera justa, intra- e inter-generacionalmente, los beneficios y costos relacionados al manejo de los recursos naturales.
- **Autogestión/Autodependencia:** capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior, este atributo también incluye los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, propiedades, identidad y valores.

#### Indicadores para medir la Contribución de las Instituciones de Educación Superior (IES) a la Sostenibilidad de COMPLEXUS

El Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sostenible (COMPLEXUS) propuso, en 2013, los Indicadores para medir la Contribución de las Instituciones de Educación Superior a la Sostenibilidad. COMPLEXUS es una comunidad que integra Instituciones de Educación Superior (IES), tanto públicas como privadas, en la que se propusieron indicadores para medir la contribución de éstas Instituciones a la Sostenibilidad, los cuales tuvieron como objetivo: servir como una alternativa para la Generación Cero, invitando a la reflexión al interior de las IES “acerca de cuál es su papel en la construcción de la sostenibilidad, en el ámbito local, regional y nacional, acerca de si la sostenibilidad es realmente una prioridad para las IES, particularmente en México” (COMPLEXUS, 2013, pp. 35-36).

La misión del COMPLEXUS es “impulsar el mejoramiento de la calidad de los procesos académicos en materia de medio ambiente y desarrollo sustentable, mediante la concurrencia y colaboración de los programas o instancias ambientales de alcance institucional que establezcan las IES. Asimismo, ser una comunidad de aprendizaje interinstitucional, con pertinencia social, que impulse la sustentabilidad del desarrollo social en México, mediante procesos sinérgicos de las instituciones involucradas, y a favor de una cultura que comprenda la complejidad de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza” (COMPLEXUS, 2014, p. 5).

Con los indicadores el COMPLEXUS contribuye a una evaluación de las acciones hacia la sostenibilidad de las IES que la integran. Si bien pueden ser perfectibles e incluir más ámbitos, es un referente para que más grupos de universidades participen en trabajos conjuntos para

desarrollar en un futuro próximo una evaluación que aplique a todas las instituciones a nivel nacional. Los indicadores se clasifican en: Identidad Institucional, Educación, Investigación, Extensión y Difusión y Vinculación (COMPLEXUS, 2013). Los indicadores se presentan a continuación.

*Tabla 5. Indicadores para medir la Contribución de las Instituciones de Educación Superior a la Sostenibilidad de COMPLEXUS.*

| <b>Indicadores de Identidad Institucional</b> |   |
|---|---|
| ID-01   | Incorporación de la perspectiva ambiental y de sostenibilidad al quehacer de las IES como una política institucional  |
| ID-02   | Asignación presupuestal institucional para proyectos en ambiente y sostenibilidad.  |
| ID-03   | Sistemas de Gestión Ambiental en las IES  |
| ID-04   | Perspectiva de género en los diferentes niveles organizacionales de las IES y equidad de género en puestos directivos   |
| ID-05   | Prevención de riesgos a la salud, al ambiente y al patrimonio en los espacios de las IES  |
| <b>Indicadores de Educación</b>               |   |
| ED-01   | Planes de estudio que han incorporado de manera transversal la perspectiva ambiental y de sostenibilidad  |
| ED-02   | Estrategias de formación y actualización de profesores para fortalecer la perspectiva ambiental y de sostenibilidad en la docencia y en los planes de estudio               |
| ED-03   | Programas de educación continua en temas ambientales y de sostenibilidad  |
| ED-04   | Programas educativos en modalidades alternativas en temas ambientales y de sostenibilidad   |
| ED-05   | Planes de estudio especializados en temáticas ambientales y de sostenibilidad   |
| ED-06   | Participación de estudiantes y profesores en proyectos de educación ambiental no formal, para la sostenibilidad   |
| <b>Indicadores de investigación</b>           |   |
| IN-01   | Grupos multidisciplinarios de investigación que trabajan en temas y/o ejes prioritarios para el ambiente y la sostenibilidad  |
| IN-02   | Líneas de investigación relevantes para los temas ambientales regionales y locales desde una perspectiva interdisciplinar   |
| IN-03   | Investigación para reconocer, proteger y promover sistemas de construcción de conocimiento, saberes y cultura locales como factores de sostenibilidad                       |
| IN-04   | Investigación interdisciplinaria para la evaluación del riesgo de tecnologías en uso y desarrollo de nuevas tecnologías ambientalmente amigables y socialmente responsables |
| <b>Indicadores de Extensión y Difusión</b>    |   |
| EX-01   | Programas de extensión en problemáticas prioritarias de ambiente y sostenibilidad en el ámbito de influencia de las IES   |
| EX-02   | Programas y proyectos de difusión en temas ambientales y de sostenibilidad  |
| EX-03   | Participación en procesos públicos y sociales en temas ambientales y de sostenibilidad  |
| <b>Indicadores de Vinculación</b>             |   |
| VI-01   | Programas de servicio social en medio ambiente y sostenibilidad   |
| VI-02   | Prestación de servicios profesionales en materia ambiental y de sostenibilidad  |
| VI-03   | Participación en redes universitarias, con organismos gubernamentales y de la sociedad civil, con programas en medio ambiente y sostenibilidad                              |

Elaboración propia a partir de Indicadores para medir la Contribución de las Instituciones de Educación Superior a la Sostenibilidad (COMPLEXUS, 2013).

En términos generales, según la Declaración COMPLEXUS, las universidades han empezado a incorporar los principios y enfoques de sostenibilidad. Además, propone dos retos que deben asumir las universidades en su papel de promotoras de la sustentabilidad, estos son la congruencia, respecto a dar el ejemplo desde el interior del campus y la pertinencia, respecto a incluir la sustentabilidad en sus funciones sustantivas y adjetivas (COMPLEXUS, 2014).

#### 1.4. EVALUACIÓN DE PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS SOSTENIBLES

Los criterios e indicadores de sostenibilidad constituyen una herramienta metodológica que ayuda a la gestión de la sostenibilidad a través de la formulación de política, al proceso de decisiones y la información objetiva que proporcione valoraciones tanto cuantitativas como cualitativas en la arquitectura, con base en la información objetiva que permite reducir la dependencia de la intuición. La implementación de tales medidas ha contribuido a la generación de certificaciones (ver Tabla 6).

Tabla 6. Herramientas de Certificación.

| Año  | País          | Herramienta          | Características   |
|------|---------------|----------------------|---|
| 1998 | Internacional | GBC-GBC Tool         |   |
| -    | Finlandia     | PromisE              |   |
| 1990 | Gran Bretaña  | BREEAM               | Métodos basados en el análisis de ciclo de vida para evaluar el rendimiento ambiental de los inmuebles*   |
| -    | Francia       | ESCALE               |   |
| -    | Holanda       | Eco/Quantum          |   |
| -    | Suecia        | EcoEfect             |   |
| -    | España        | VERDE                |   |
| 1998 | EUA           | LEED                 | Basados en la valoración de las actuaciones llevadas a cabo a través de un <i>Check list</i>  |
| -    | GBR           | ENVEST               | Basado en la valoración de los impactos empleando "ecopuntos" (a mayor número de ecopuntos mejor comportamiento)*                                 |
| 2002 | Japón         | CASBEE               | Basado en el concepto de ecoeficiencia*   |
| 2008 | México        | PCES                 | Basado en criterios de sostenibilidad y eficiencia ambiental  |
| 2009 | México        | ARTEBES              | Software de evaluación de sustentabilidad a través de una evaluación cualitativa y cuantitativa   |
| 2013 | México        | NMX-AA-164-SCFI-2013 | Norma Mexicana no obligatoria de certificación de edificaciones sostenibles, en esta no se especifica como se mide o si se mide la sostenibilidad |

Elaboración propia a partir de Baño Nieva y Vigil-Escalera del Pozo, Guía de Construcción Sostenible (2005, p. 126).

Las prácticas de edificación sustentable han demostrado beneficios en el desempeño ambiental y energético a través del uso de las metodologías de evaluación de arquitectura sostenible (SE, 2013); sin embargo, estas han recibido críticas por corrientes como el Urbanismo Ecológico, ya que se menciona que las metodologías de evaluación de arquitectura sostenible no consideran el problema de escala. Los métodos más sostenibles necesarios para incluir, pesar y medir un suministro adecuado a las necesidades básicas pueden conducir al diseño y construcción de refugios y comunidades más eficientes (Cornejo, 2016).

### 1.4.1. Modelos extranjeros

Algunas de las metodologías más utilizadas en México son las desarrolladas en el extranjero por investigadores, instituciones públicas o privadas, las cuales trabajan con el objetivo de diseñar ciudades más sostenibles. Entre éstas se encuentran el Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido, que creó el Método de Investigación de Evaluación Ambiental de Construcción o *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* (BREEAM) y el United States Green Building Council (USGBC) de los Estados Unidos de América, que desarrolló el sistema de evaluación y certificación de edificios sostenibles Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED). Ambos modelos se describen a continuación.

#### BREEAM

El BRE creó el Método de Investigación de Evaluación Ambiental de Construcción o *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* (BREEAM), que conforma un método de evaluación ambiental para proyectos ejecutivos y de infraestructura en cualquier etapa de desarrollo. BREEAM otorga certificación a terceros de la evaluación del rendimiento de sostenibilidad ambiental, social y económica de un activo, utilizando estándares desarrollados por BRE, por lo que se puede decir que los desarrollos calificados por BREEAM son entornos más sostenibles que mejoran el bienestar de las personas que viven y trabajan en ellos, además de que ayudan a proteger los recursos naturales y hacen inversiones inmobiliarias más atractivas.

Tiene tres objetivos principales, que son: I) alentar, mediante la mejora continua del rendimiento e innovación, el establecimiento y la evaluación frente a una amplia gama de requisitos científicamente rigurosos que van más allá de las regulaciones y prácticas actuales, II) autorizar a aquellos que poseen, encargan, entregan, administran o usan edificios, infraestructura o comunidades para lograr sus aspiraciones de sostenibilidad y III) desarrollar confianza y valor, al proporcionar una certificación independiente que demuestra los beneficios más amplios para las personas, los negocios, la sociedad y el medio ambiente. El Método BREEAM proporciona la base metodológica para la mayoría de las herramientas de evaluación ambiental utilizados en todo el mundo, incluyendo a LEED.

#### LEED

El USGBC desarrolló el sistema de evaluación y certificación de edificios sostenibles denominado Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que administra el Green Business Certification Inc. (GBCI), organismo de certificación con exclusividad de proyectos LEED, EDGE, GRESB, Parksmart, PEER, SITES, TRUE y WELL<sup>7</sup> (GBCI, 2018). LEED es un programa de certificación de construcción ecológica que reconoce las mejores

---

<sup>7</sup> Certificaciones de negocios verdes.

prácticas de su clase en todo el mundo. El sistema tiene como objetivo certificar edificios que sean eficientes en la utilización de recursos naturales como agua y energía, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); además, proporciona un marco para crear edificios ecológicos saludables, altamente eficientes y económicos. LEED funciona para la evaluación y certificación de construcciones en cualquier fase de su desarrollo.

Las categorías de impacto proporcionan información de cómo un proyecto puede beneficiar a sus comunidades locales y al planeta. Incentivan la búsqueda de créditos de mayor valor y mayores niveles de certificación, que logran mejores impactos económicos y sociales ambientales. Las categorías de la versión más reciente (v.4) de LEED son Pensamiento integrador, Energía, Agua, Residuos, Materiales, Ubicación y transporte, Sitios sostenibles, Salud y experiencia humana, Impactos regionales, Innovación y Global, Regional, Local (USGBC, 2018).

La metodología consiste en ganar puntos a través de varias áreas que contemplan los principios de sostenibilidad, dependiendo del tipo de proyecto pueden o no aplicar ciertas áreas. Con base en el número de puntos conseguidos, el proyecto puede recibir uno de cuatro niveles de clasificación LEED, que son: certificado, plata, oro y platino (ver Figura 4).



Figura 4. Niveles de clasificación LEED.  
Tomado de LEED (USGBC, 2018).

En diciembre de 2017, Mexico se posicionó en noveno lugar de la lista de los países con la mayor cantidad de metros cuadrados brutos certificados con LEED, sin contar a Estados Unidos, país de origen del sistema de certificación, que es el mercado mas grande para LEED (ver Tabla 7). Para junio de 2018, Mexico registró 515 proyectos certificados con LEED, de los cuales 164 se encuentran en la Ciudad de México (ver Figura 5).

Tabla 7. Rankin de países con proyectos con certificación LEED.

| Posición | País                   | Proyectos | m <sup>2</sup> brutos* |
|----------|------------------------|-----------|------------------------|
| **       | EUA                    | 30,669    | 385.65                 |
| 1        | China                  | 1,211     | 47.16                  |
| 2        | Canadá                 | 2,970     | 40.77                  |
| 3        | India                  | 752       | 20.28                  |
| 4        | Brasil                 | 461       | 14.83                  |
| 5        | Alemania               | 276       | 7.00                   |
| 6        | República de Corea     | 106       | 6.66                   |
| 7        | Taiwan                 | 124       | 6.15                   |
| 8        | Turquía                | 245       | 6.06                   |
| 9        | México                 | 305       | 5.16                   |
| 10       | Emiratos Arabes Unidos | 207       | 4.41                   |

\*Los metros cuadrados brutos se informan en millones, los datos corresponden a diciembre de 2017. Tomado de Top 10 countries and regions for LEED (USGBC, 2018).



*Figura 5. Mapa de distribución de los proyectos con certificación LEED en México.*

Los datos corresponden a junio de 2018. Elaboración propia a partir de datos de LEED Statistics (USGBC, 2018).

Los proyectos certificados LEED combinan el rendimiento ambiental y económico, en donde se busca ahorrar agua y energía, y se consigue optimizar y disminuir el consumo de los recursos (USGBC, 2018).

Adicionalmente, existe la certificación LEED for Neighborhood Development (LEED-ND), que integra los principios de crecimiento inteligente, urbanismo y sostenibilidad en el medio construido en un sistema para el diseño del vecindario. Está guiado por los 10 principios del crecimiento inteligente que incluyen; compacidad, proximidad al transporte público, mezcla de tipos de usos, mezcla de tipos de edificios, elementos que favorecen el uso de peatones y bicicletas (USGBC, 2018).

#### 1.4.2. Modelos mexicanos

En México se utilizan también metodologías desarrolladas dentro del país, que han sido elaboradas por investigadores, instituciones públicas o privadas, las cuales, al igual que en otros países, trabajan con el objetivo de diseñar ciudades más sostenibles. Entre esas metodologías se encuentran la Norma Mexicana de Edificación Sostenible (NMX-AA-164-SCFI-2013), el Programa de Certificación de Edificación Sostenible (PCES) y el modelo de evaluación denominado Arquitectura, tecnología, bioclimática y espacio sostenible (ARTEBES) que se abordan a continuación.

##### NMX-AA-164-SCFI-2013

Las NMX son regulaciones técnicas expedidas por la Secretaría de Economía cuya aplicación es voluntaria y que permiten establecer especificaciones de calidad sobre procesos, productos, servicios, métodos de prueba, competencias, etcétera, además de coadyuvar en la orientación

del consumidor. Puede darse el caso de que una NMX sea de cumplimiento obligatorio, siempre y cuando sea referida de forma explícita como norma oficial mexicana (NOM).

La Norma Mexicana de Edificación Sostenible (NMX-AA-164-SCFI-2013) especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de un inmueble sostenible, con el fin de contribuir en la mitigación de impactos ambientales y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, sin descuidar los aspectos socioeconómicos que aseguran su viabilidad, habitabilidad e integración al entorno urbano y natural (SE, 2013). Esta norma es producto del esfuerzo conjunto de los sectores interesados para inducir la transición hacia prácticas de construcción sostenibles que contribuyan a la protección del ambiente, la salud y el confort de los ocupantes y la productividad de las personas (Arzate Pérez & Arzate Pérez, 2018).

La norma mexicana de edificación sostenible cuenta con siete criterios, que son: suelo, energía, agua, materiales y residuos, paisaje y biodiversidad, ambiente interior y responsabilidad social, los cuales están compuestos por disposiciones obligatorias y opcionales. Para cada criterio se especifica cuántas de las disposiciones deben cumplirse para obtener la certificación, como se observa en la Figura 6 (Sánchez Gasca & Niño Sulkowska, 2017). Sin embargo, en la publicación de la Norma Mexicana en el Diario Oficial de la Federación no se explica cómo se mide o si se mide la sostenibilidad.

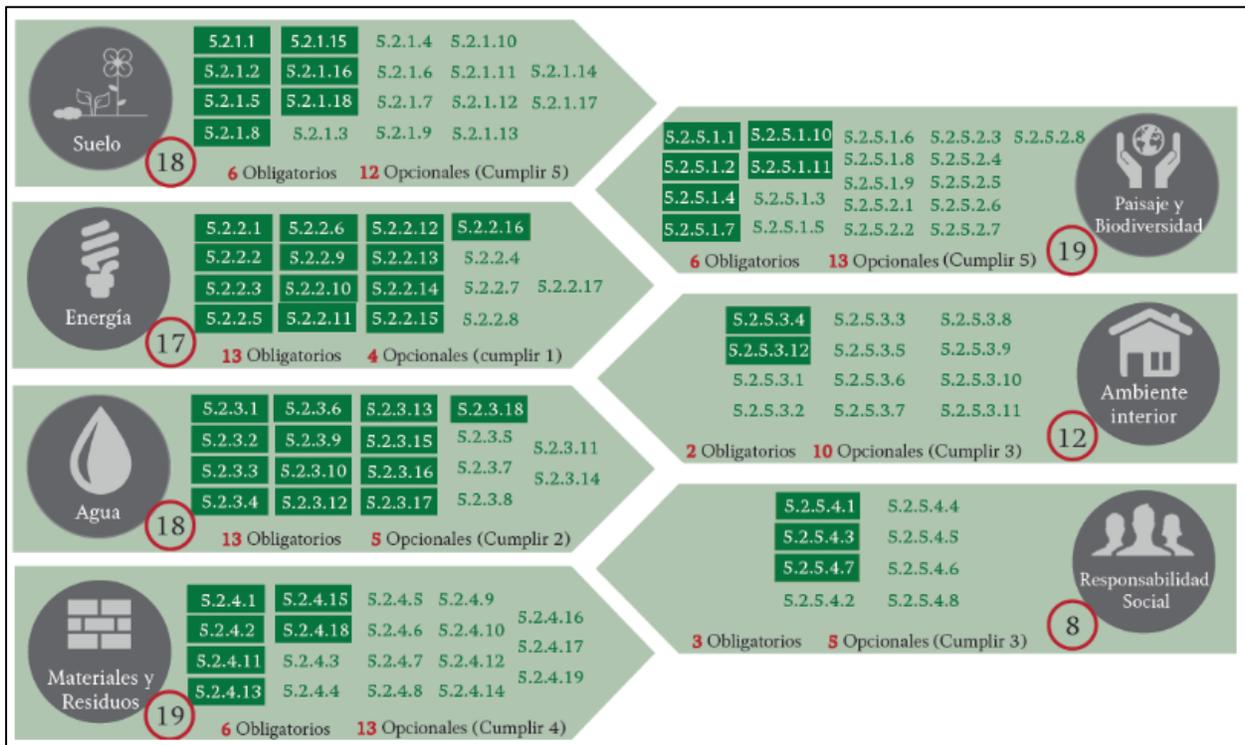


Figura 6. Disposiciones de la NMX-AA-164-SCFI-2013.

Tomado de Sánchez Gasca & Niño Sulkowska, ¿Qué es y qué beneficios se obtienen con la edificación sostenible? (2017, p. 13).

La norma abarca desde el diseño y la construcción, hasta la operación y mantenimiento del edificio, puede ser aplicable tanto a inmuebles nuevas como ya existentes (remodelaciones) y también contempla conjuntos urbanos al igual que un solo edificio. La norma toma como referencia las normas vigentes para energía y agua (SE, 2013).

## PCES

El Gobierno del Distrito Federal, hoy Ciudad de México, desarrolló el *Programa de Certificación de Edificación Sostenible* (PCES) en 2008, el cual pretende impulsar la creación y regulación de sistemas de certificación y acreditación ambiental para inmuebles, que tengan por objeto determinar la conformidad sobre el cumplimiento de la normatividad ambiental, así como apoyar los esfuerzos adicionales de las personas a favor del medio ambiente. Es un instrumento de planeación de política ambiental dirigido a transformar y adaptar inmuebles actuales y futuras bajo esquemas basados en criterios de sostenibilidad y preservación de los recursos naturales en beneficio social y para mejorar la calidad de vida de los habitantes de Distrito Federal, hoy Ciudad de México.

El Programa tiene como objetivo promover y fomentar la reducción de emisiones contaminantes y el uso eficiente de los recursos naturales en el diseño y operación de inmuebles en la Ciudad de México, con base en criterios de sostenibilidad y eficiencia ambiental, a través de la implementación y certificación de un proceso de regulación voluntaria y otorgamiento de incentivos económicos (SEDEMA-GDF, 2008).

Esta certificación cuenta con seis criterios, que son: la energía, el agua, los residuos sólidos, el impacto ambiental y otros impactos, la calidad de vida y responsabilidad social y la movilidad. A cada criterio le corresponden una cantidad de puntos, que al final de la evaluación se suman, lo que da como resultado que el proyecto se coloque en una de las tres categorías del Programa que son: Cumplimiento, Eficiencia y Excelencia (ver Figura 7).

| Cumplimiento | Eficiencia   | Excelencia    |
|--------------|--------------|---------------|
| 21-50 puntos | 51-80 puntos | 81-100 puntos |

Figura 7. Niveles de certificación PCES.

Tomado de PCES (SEDEMA-GDF, 2008).

## ARTEBES

A nivel académico, en 2009, el Doctor Miguel Arzate desarrolló el modelo de evaluación denominado *Arquitectura, tecnología, bioclimática y espacio sostenible* (ARTEBES). Es un software que plantea los pasos a seguir para evaluar un espacio en el proyecto arquitectónico y poder obtener una visión clara del nivel de sostenibilidad que tiene ese proyecto (Arzate Pérez, 2008, 2016).

El modelo tiene como objetivos: I) evidenciar cómo se presenta la sostenibilidad en un espacio arquitectónico y localizar cuál es el área que tendrá que ser reforzada para alcanzarla en un mayor porcentaje al final del diseño: II) encontrar la cantidad de energía que se ahorra o genera con tecnologías o sistemas que utilizan recursos renovables en el proyecto y III) mostrar los ahorros energéticos (representados en: watts, económicos, petróleo o dejar de emitir a la atmósfera CO2) y proyectarlos a futuro para conocer qué ventajas se obtendrían con el fin de elaborar una correcta planeación a corto mediano o largo plazo. Esto permite la orientación para proponer un sistema de evaluación sostenible en la Arquitectura que sirva para la toma de decisiones o planeación a corto, mediano o largo plazo, así como para elaborar distintas estrategias para alcanzar un desarrollo sostenible, específicamente en la vivienda, y recientemente, en instituciones de educación superior. Además, se plantea que, a través de las áreas de la arquitectura se evalúe si el diseño de un espacio cuenta o no con características que lleven a la aplicación de la sostenibilidad (Arzate Pérez, 2008, 2013, 2016). El funcionamiento del modelo se puede observar en la siguiente Figura 8.

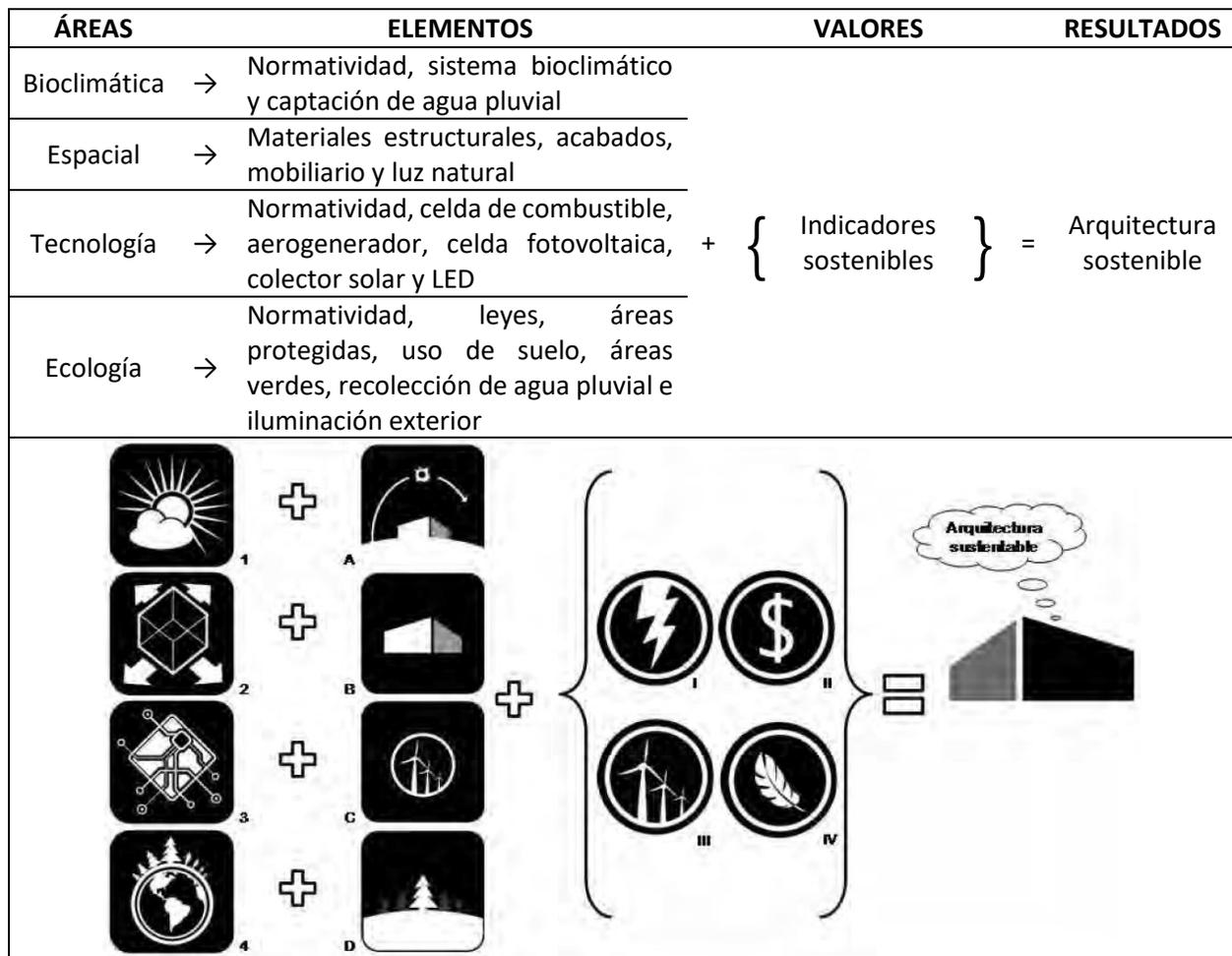


Figura 8. Matriz del funcionamiento del modelo ARTEBES.

Tomado de Evaluación Sostenible en la Arquitectura (Arzate Pérez, 2008, p. 85).

El modelo ARTEBES se divide en cuatro áreas generales: Tecnología, Ecología, Espacial y Bioclimática. Para su diseño, el autor localizó los elementos más representativos de cada área, los cuales se rigen por normas, leyes o empresas que buscan la sostenibilidad en la arquitectura. Los elementos que componen las áreas se presentan a continuación (Tabla 8).

Tabla 8. Elementos que componen las áreas generales del modelo ARTEBES

| Tecnología  |  | Ecología   |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Celdas de combustible</li> <li>• Aerogeneradores</li> <li>• Celda fotovoltaica</li> <li>• Colector solar</li> <li>• Focos ahorradores</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regaderas</li> <li>• Inodoros</li> <li>• Calentadores de agua</li> <li>• Lavadores</li> <li>• Acondicionadores de aire</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de conservación</li> <li>• Uso de suelo</li> <li>• Áreas verdes</li> <li>• Lámparas exteriores</li> <li>• Recolección de agua</li> </ul>            |
| Espacial  |  | Bioclimática   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales estructurales</li> <li>• Mobiliario</li> <li>• Acabados</li> <li>• Luz natural (prismas)</li> <li>• Luz natural (pipas de luz)</li> </ul> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Norma ENER 008</li> <li>• Norma ENER 020</li> <li>• Norma de Naturación</li> <li>• Sistemas bioclimáticos</li> <li>• Captación de agua pluvial</li> </ul> |

Tomado de Evaluación Sostenible en la Arquitectura (Arzate Pérez, 2008).

Basado en los Indicadores de Desarrollo Sostenible en México se designaron valores a los elementos, estos varían dependiendo de la importancia y de la existencia de estos, lo que permite la asignación de un valor numérico, los valores designados se enlistan en la Tabla 9.

Tabla 9. Valores de los elementos del modelo ARTEBES.

|   |          |  |          |
|---|----------|--|----------|
| <p><b>Medioambientales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta o propicia la disminución de dióxido de carbono emitido a la atmosfera</li> <li>• Se puede reciclar o reutilizar al final de su ciclo de vida</li> <li>• Puede ahorrar o recuperar agua para reintroducirla en el ciclo de uso de las actividades humanas</li> </ul>  | 3 puntos | <p><b>Sociales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta la infraestructura de la ciudad por habitante</li> <li>• Genera un aumento en la plusvalía de la vivienda</li> </ul> | 2 puntos |
| <p><b>Económicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomenta el ahorro de energía por habitante</li> <li>• Fomenta la conservación de las reservas probadas de fuentes de energía fósiles</li> <li>• Fomenta el aumento del consumo de recursos energéticos renovables</li> <li>• Propicia la disminución del costo económico en protección ambiental en relación con el PIB del país</li> </ul> | 4 puntos | <p><b>Institucionales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza Normas y Leyes Nacionales que fomentan la eficiencia y ahorro energético de los recursos naturales</li> </ul> | 1 punto  |

Tomado de Evaluación Sostenible en la Arquitectura (Arzate Pérez, 2008).

Los valores obtenidos se suman con el fin de expresar el resultado de la evaluación, este se presenta mediante una escala compuesta por cuatro rangos de sostenibilidad, mientras más puntos se hayan obtenido en la evaluación el proyecto es más sostenible, a cada rango le corresponde el 25% de la evaluación. Los rangos de sostenibilidad propuestos son: 1) Muy sostenible, 2) Medio sostenible, 3) Poco sostenible y 4) Nada sostenible. A partir de los resultados

se genera un certificado (Figura 9). Este modelo permite la integración de las áreas y elementos con el fin de establecer una representación numérica del nivel de sostenibilidad obtenido en la evaluación (Arzate Pérez, 2008, p. 83).



*Figura 9. Certificado de sostenibilidad ARTEBES.*  
Tomado de Elemento Binario (Arzate Pérez, 2016).

#### 1.4.3. Funcionamiento de los modelos

Los modelos de evaluación permiten revisar los principales efectos negativos o positivos de un proyecto arquitectónico sobre su entorno; ello facilita proponer medidas para evitar, mitigar o compensar los efectos adversos de éstos y potencializar los positivos. Los modelos de evaluación están configurados de manera que se determinan criterios e indicadores de sostenibilidad que sirven para otorgar puntos con base en el cumplimiento de los indicadores; mientras más puntos se obtengan en la evaluación, mayor será el nivel de sostenibilidad.

La estructura de los modelos de evaluación está conformada por grupo (vivienda, industria, institución, etc.), áreas generales (energía, agua, entorno, materiales, transporte, desechos, etc.), criterios (tecnologías eficientes, reutilización, desperdicio, etc.) e indicadores (emisiones de CO<sub>2e</sub>, consumo de energía eléctrica, consumo de agua, etc.). Adicionalmente, estos pueden ser validados por herramientas que permitan comprobar el impacto del proyecto como son los cálculos o, las simulaciones, entre otros (Arzate Pérez, 2013; Arzate Pérez & Arzate Pérez, 2018). En la Figura 10 se puede observar la estructura general de los modelos de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles con ejemplos de los componentes.

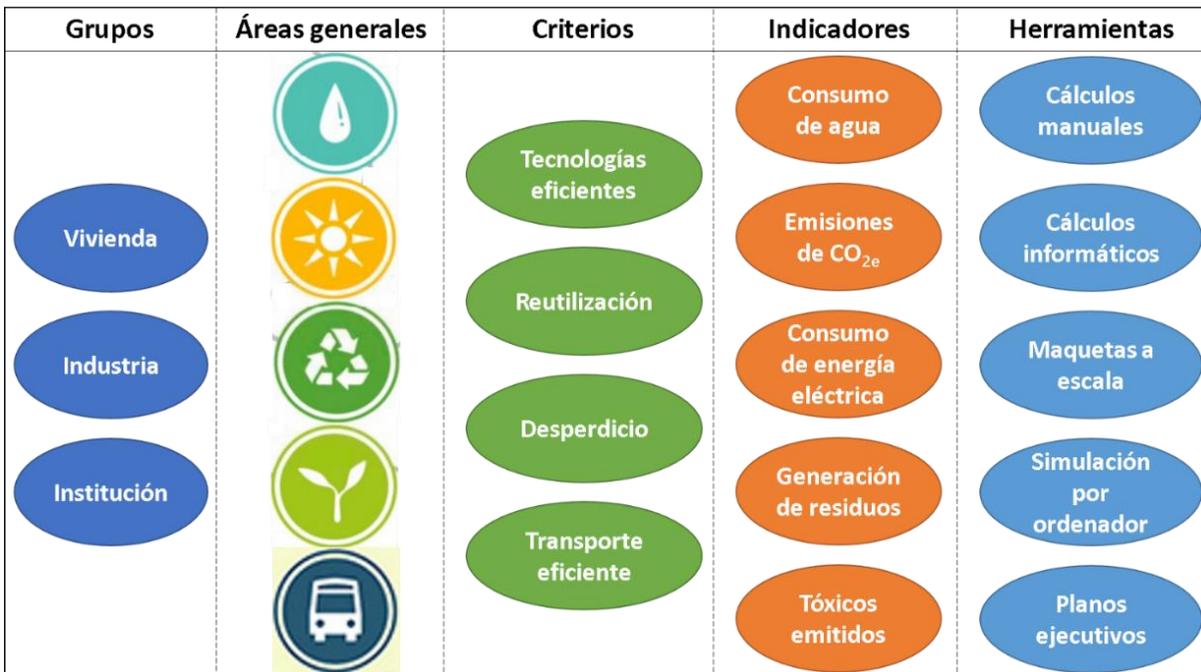


Figura 10. Estructura general de los modelos de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles. Elaboración propia a partir de Evaluación Sostenible en la Arquitectura (Arzate Pérez, 2008).

A pesar de que las metodologías extranjeras son las más conocidas a nivel mundial, por lo tanto, las más utilizadas, estas no se encuentran contextualizadas a las características de México, por lo que pueden no ser aplicables a las condiciones del país. Incluso puede presentarse el caso de que se integren componentes a los proyectos con el fin de obtener la certificación, aunque no sean necesarios en las características específicas de la región.

Adicionalmente, se utiliza la Norma Mexicana de Edificación Sostenible (NMX-AA-164-SCFI-2013) a nivel nacional, sin embargo, a pesar de ser la metodología más completa, esta se queda en la generalidad, el documento no explicita la forma en la que se debe aplicar. Aunado a esto se han desarrollado metodologías y modelos de evaluación por gobiernos locales, instituciones y empresas como el PCES que entre otras cosas buscan considerar las características específicas de la región, el estado, la ciudad, el tipo de clima, etc.

### 1.5. COMPONENTES DE SOSTENIBILIDAD EN INMUEBLES SOSTENIBLES

En la arquitectura, la sostenibilidad está constituida por un conjunto de criterios, a partir del análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible se considera que estos pueden organizarse en cinco: energía, agua, residuos, materiales y ecología. Cada uno se divide en diversos elementos, los cuales tienen que ver con el uso eficiente y ahorro, el uso de tecnologías eficientes o alternativas, el uso de fuentes alternativas, la modificación de los hábitos de uso, entre otros. En la Tabla 10 se enlistan los elementos de los componentes de sostenibilidad más usados en la arquitectura.

*Tabla 10. Componentes y elementos de la sostenibilidad en inmuebles sostenibles.*

| <b>Componente</b> | <b>Elementos</b>   |
|-------------------|--|
| <b>Energía</b>    | Uso eficiente de energía en inmuebles<br>Uso de energías pasivas de enfriamiento<br>Uso de energía renovable         |
| <b>Agua</b>       | Uso eficiente de agua en inmuebles<br>Sistema de Captación de agua de lluvia<br>Tratamiento de aguas grises y negras |
| <b>Residuos</b>   | Residuos de construcción y demolición<br>Separación de residuos sólidos urbanos                                      |
| <b>Materiales</b> | Análisis de Ciclo de vida de los materiales<br>Uso de Materiales sostenibles para la construcción                    |
| <b>Ecología</b>   | Conservación de la biodiversidad<br>Infraestructura verde<br>Confort   |

Elaboración propia.

### 1.5.1. Energía

Los inmuebles construidos y por construir tienen una vida útil larga, de alrededor de 100 o más años. Su inercia impacta en el uso futuro de energía y en sus patrones de emisión de contaminantes. Por lo tanto, las tecnologías que se seleccionen en la actualidad en los inmuebles tendrán consecuencias inmediatas y mediatas con respecto al consumo de energía y sus patrones de emisión. En México la mayoría de los inmuebles se caracterizan por su alta dependencia y consumo intensivo de combustibles fósiles, además de que no representan una respuesta armónica con las condiciones de clima de la región y obedecen a diseños de otras latitudes. Reducir el uso de energía requiere examinar cada aspecto del inmueble, lo que incluye materiales, estructuras, su relación con el medio ambiente y el comportamiento de sus ocupantes.

Al consumir más energía se producen más emisiones de contaminantes a la atmósfera, por lo que, para disminuir el consumo energético en un inmueble, sin sacrificar el confort, es necesario conocer y aplicar los principios básicos de transferencia de calor acoplados al clima local y la explotación de las propiedades físicas de los materiales de construcción. La utilización de estos principios básicos para diseñar en forma sostenible el inmueble, puede hacer posible el control de las condiciones de confort en el interior de los inmuebles.

La climatización de las viviendas para la comodidad de sus ocupantes ha ido en aumento en México, lo cual genera un crecimiento continuo en el consumo de energía por uso de aire acondicionado o de ventiladores. La Figura 11 muestra las tendencias del consumo de electricidad por diversos usos al año 2030, en la que se observa lo que se acaba de señalar y que, además, incrementa la emisión de gases de efecto invernadero específicamente por el acondicionamiento de espacios (Alvarez García, 2013).

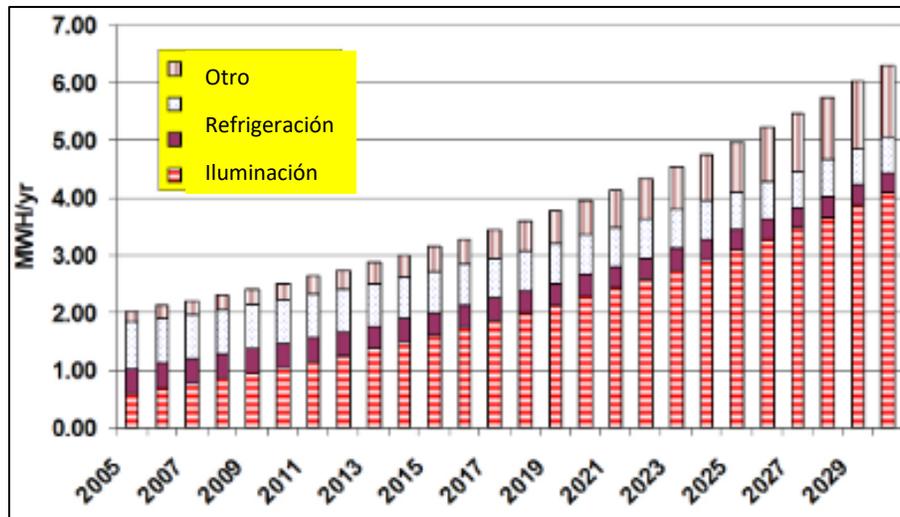


Figura 11. Evolución del consumo de electricidad por usos finales en el sector residencial a 2030. Tomado de Alvarez García, Energía en Edificaciones (2013, p. 46).

Frente a ello es necesario retomar el tema del uso eficiente de la energía en inmuebles, las estrategias pasivas de enfriamiento y el uso de energías renovables para abastecer a los inmuebles con energía eléctrica y térmica.

#### Uso eficiente de energía en inmuebles

El consumo de energía eléctrica en los inmuebles es producto del uso diario de electrodomésticos y de la iluminación. Los de mayor consumo son la iluminación y los refrigeradores, que en conjunto representan aproximadamente el 70% del consumo de aquéllas. Sin embargo, el uso de los aires acondicionados puede aumentar el consumo, superando el porcentaje de la iluminación y el refrigerador. Además, uno de los consumos poco observados es el de los equipos conectados en forma permanente en espera de ser utilizados, los cuales pueden llegar a representar entre el 5 y el 10%, incluso hasta 20 o 30% del consumo total, dependiendo del número de aparatos en esa condición (Pérez Rebolledo, 2011).

Las normas oficiales mexicanas en eficiencia energética en inmuebles son las siguientes (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, 2017):

- NOM-008-ENER-2001. Eficiencia energética en edificaciones, envoltorio de edificios no residenciales.
- NOM-018-ENER-2011. Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
- NOM-020-ENER-2011. Eficiencia energética en edificaciones, Envoltorio de edificios para uso habitacional.
- NOM-024-ENER-2012. Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

Los inmuebles con mayor potencial de ahorro de energía eléctrica son los que cuentan con electrodomésticos y lámparas ahorradoras. Se puede decir que la mejor práctica para el ahorro de energía es el uso de equipos eficientes bajo normas mexicanas. Adicionalmente, es recomendable desconectar los aparatos que no se utilizan. Por último, es recomendable el uso de tecnologías de la información, así como la medición y control en las redes inteligentes, lo que llevará al uso eficiente de la energía a niveles de optimización (Pérez Rebolledo, 2011).

### Estrategias pasivas de enfriamiento

Debido al incremento en el consumo de aire acondicionado, el enfriamiento es un problema real en México, por lo que el estudio de diferentes técnicas pasivas para enfriar un inmueble puede contribuir a disminuir el gasto energético. Se define el enfriamiento de un edificio como la transferencia de energía necesaria para conseguir que la temperatura interior sea menor que la del medio circundante; se puede lograr en forma pasiva o por medios mecánicos como son los sistemas de aire acondicionado. Las estrategias pasivas de enfriamiento pueden darse por medio de tres técnicas, que se describen a continuación (Alvarez García, 2013).

- Prevención de las ganancias de calor:

Las ganancias de calor pueden ser externas e internas. Las ganancias externas son por la radiación solar incidente en las superficies de la envolvente de los inmuebles y por la temperatura ambiente; las ganancias internas son por calor metabólico, alumbrado, aparatos domésticos, etcétera. Para prevenir las ganancias de calor externas se recomienda proteger la envolvente de la incidencia solar, esto es, optar por la orientación adecuada a la latitud del lugar, utilizar sombreadores, elegir adecuadamente las propiedades ópticas de vidrios de las ventanas y de paredes y techos. Las películas selectivas sirven para bloquear, en un porcentaje, la incidencia de radiación solar directa. También es recomendable elegir materiales con alta resistencia térmica, materiales de baja emisividad. El arbolado y vegetación protegen también de las ganancias de calor y generan microclimas alrededor de los equipamientos urbanos. La contribución de cada tipo de ganancias de calor depende de la envolvente y el uso del inmueble.

- Modulación de las ganancias de calor

La modulación de las ganancias de calor se consigue con la atenuación de los picos de las temperaturas internas, al dilatar la descarga de calor hasta que las temperaturas en el exterior sean menores. La modulación se logra con materiales de gran masa térmica como el tabique y el concreto que actúan como almacenes de calor o frío ya que se calientan o enfrían muy lentamente.

- Rechazo del calor desde el interior del edificio hacia los sumideros de calor

En algunos climas la prevención y la modulación de las ganancias de calor no son suficientes para el confort, así que es necesario contar con estrategias de preferencia pasivas para conseguir

transferir el calor. Algunas de las estrategias son: enfriamiento por ventilación, enfriamiento radiactivo, enfriamiento evaporativo y enfriamiento terrestre.

### Energía renovable

Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, sea que contienen una gran cantidad de energía o que son capaces de regenerarse por medios naturales en un periodo de tiempo corto o medio. Las energías renovables no contaminantes son, entre otras, la eólica, la solar térmica, la solar fotovoltaica, la hidroeléctrica, la geotérmica, la mareomotriz y la del hidrógeno, las energías renovables contaminantes son las que se obtienen a partir de la biomasa. La utilización de las energías renovables supone un mínimo impacto o huella ambiental. Las aplicaciones de las energías renovables son para iluminación y para cocción.

Las energías renovables implican una serie de beneficios, como la disminución en el consumo de recursos, la gestión de recursos, además de la generación de empleos, que según informes, representan hasta cinco veces más puestos de trabajo que en las convencionales, además de que generan menores efectos negativos en la salud de los trabajadores (Merino, 2014).

### 1.5.2. Agua

En las ciudades industrializadas el nivel de vida se relaciona con la disponibilidad de recursos naturales, como el agua, por lo que el consumo doméstico de agua es representativo de para valorar el nivel de desarrollo económico y social. La OMS considera que la cantidad de agua por persona y día debería ser de 100 litros, al tener en cuenta las necesidades básicas de las personas (Figura 12). En los países más desarrollados económica y socialmente se presenta un consumo de agua elevado, mientras que aproximadamente el 40% de la población mundial padece de escasez. En las poblaciones donde el modelo de construcción ha tendido hacia viviendas unifamiliares y apareadas, el consumo de agua es superior que en las que se ha optado por la edificación intensiva. Además, la disposición de los espacios verdes requiere de un consumo mayor de agua.

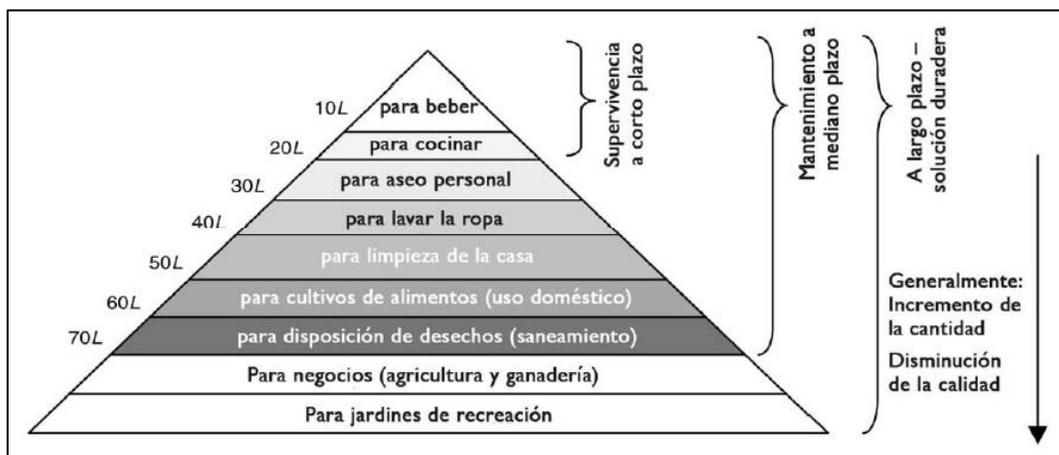


Figura 12. Jerarquía de las necesidades del agua.

Tomado de Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico (OMS & OPS, 2009, p. 2).

Para el 2017 se calcula que en México el consumo de agua por persona en promedio es de 366 litros al día (Valdelamar, 2017). En la Ciudad de México, se estimaba, para 2012, que el consumo de agua promedio por persona era de 170 litros, cantidad que se reduce a 20 litros para los estratos de bajos ingresos y en los grupos con mayores percepciones económicas asciende hasta los 600 litros (Mendoza Ojeda, 2012). En la Tabla 11 se comparan datos del promedio de consumo en litros por habitante y por día en países alrededor del mundo.

*Tabla 11. Consumo de agua en diversos países.*

| <b>País</b>      | <b>Consumo de agua (litros/día/habitante) *</b> |
|------------------|---|
| <b>EUA</b>       | 575   |
| <b>Australia</b> | 493   |
| <b>Italia</b>    | 386   |
| <b>Japón</b>     | 374   |
| <b>México</b>    | 366   |
| <b>Noruega</b>   | 301   |

\*Datos del reporte del Foro Economico Mundial de 2017, obtenido de México, el quinto país que más consume agua. Tomado de Valdelamar, (2017).

Las normas básicas establecen las condiciones mínimas que deben exigirse a las instalaciones interiores para garantizar un funcionamiento correcto respecto a la suficiencia y la regularidad del suministro en condiciones normales de uso. Los suministros se clasifican según el caudal instalado, que será la suma de los caudales instantáneos mínimos correspondientes a todos los aparatos instalados en la vivienda o local. El uso del agua doméstica se divide en diversos componentes, los principales son: los grifos, las regaderas, los inodoros y los electrodomésticos como lavavajillas y lavadoras. En la Tabla 12, se puede observar el caudal mínimo de los aparatos domesticos que se encuentran en los inmuebles.

*Tabla 12. Caudales mínimos de las instalaciones de agua domésticas.*

| <b>Instalación</b> | <b>Caudal mínimo</b> |
|--------------------|----------------------|
| Lavamanos          | 6 l/min              |
| Sanitario          | 6 l/min              |
| Regadera           | 12 l/min             |
| Fregadero          | 12 l/min             |
| Lavadero           | 12 l/min             |

Obtenido de Guía del usuario, el ahorro de agua domestica (Diputación de Barcelona, 2010).

A continuación, se aborda el tema de uso eficiente de agua en inmuebles, los sistemas de captación de agua de lluvia para abastecer de agua a los inmuebles y el tratamiento y reutilización de aguas residuales en estos.

### Uso eficiente de agua en inmuebles

El uso eficiente del agua en los inmuebles implica la identificación y registro de los componentes hidráulicos del inmueble, la realización del inventario de los usos del agua potable, el cálculo de

balances de agua, la integración de medidas de ahorro de agua y el diseño de programas de uso eficiente y racional del agua en los inmuebles.

El objetivo de la identificación y registro de los componentes hidráulicos del inmueble es obtener una representación de la infraestructura hidráulica que muestre el sistema de distribución; esto abarca la forma de ingreso del agua, las tuberías, los medidores, los dispositivos de consumo, además de otros componentes del sistema como son los tanques de almacenamiento, cisternas, bombas de agua, sistemas hidroneumáticos, válvulas, entre otros. Para la realización de esta actividad es necesario realizar una descripción del predio y los inmuebles, una identificación de los elementos que conforman un sistema de distribución de agua potable y el registro de los componentes (Bourguet Ortiz et al., 2003).

El inventario de usos de agua se realiza con el objetivo de identificar posibles estrategias de ahorro. Los usos del agua se pueden clasificar en tres categorías: los usos consuntivos, los usos no consuntivos y las pérdidas, como se describen a continuación (ver Bourguet Ortiz et al., 2003):

- Usos consuntivos: es el agua empleada en diversas operaciones pero que no es descargada a los sistemas de drenaje o alcantarillado. Equivale al agua que se pierde por evaporación, por ejemplo, en sistemas de enfriamiento; la que se infiltra al subsuelo, como por riego de jardines; y la que se incorpora a un producto manufacturado, en el caso de elaboración de comida, hielo, etcétera.
- Usos no consuntivos: es el agua empleada en operaciones rutinarias, como son: servicios sanitarios, llaves de lavabos y fregaderos, y procesos de lavado, la cual, ya utilizada, se descarga a la red de alcantarillado sanitario o se entrega para ser reutilizada en otros procesos.
- Pérdidas: es el agua que no es aprovechada para algún servicio; por ejemplo: fugas en tuberías y válvulas de la red de distribución y en estructuras tales como cisternas y tanques de almacenamiento; también, las fugas y goteos en muebles sanitarios, medidores, grifos y otros elementos. En esta categoría se puede incluir el desperdicio, como el agua empleada en exceso.

La información obtenida en la identificación y localización de los usos de agua para cada una de las áreas deberá registrarse de manera que se obtenga la información de la función principal de cada una, como son la categoría del uso del agua, la frecuencia de uso para cada área, los consumos que ocurren ocasionalmente y los usos pequeños en instalaciones aisladas.

En el desarrollo de la actividad es necesario realizar la medición de los consumos, esto puede realizarse con medidores para agua fría en tuberías a presión, aforo con cubeta y cronómetro, aforo con caudal estándar y frecuencia, la medición del desplazamiento en depósitos como cisternas y tinacos, entre otras formas de medición, posteriormente es necesario realizar una inspección para detectar fugas, con un medidor.

Los balances de agua tienen como objetivo la cuantificación y comparación del volumen de los ingresos con el volumen que resulta de la suma de los egresos y la variación en el ahorro o lo almacenado en un periodo determinado, estas cantidades deberán ser, en teoría, iguales. Con la información obtenida en un balance de agua es posible la identificación de zonas de alto consumo, comparados con los estándares, así como las pérdidas y las posibles causas de estas.

Las medidas de reducción de consumos están asociada a los cambios físicos y a los cambios en los patrones o hábitos de consumo. Algunas de las opciones que se pueden realizar para fomentar el ahorro de agua se describen a continuación (Bourguet Ortiz et al., 2003):

- Detección y reparación de fugas del sistema de abastecimiento. Es recomendable elaborar un programa de mantenimiento periódico mediante la revisión del estado físico de medidores, tuberías y dispositivos de consumo, la detección y reparación de fugas y la revisión del nivel de consumos por tipo de uso o área.
- Dispositivos ahorradores de agua. Esto se puede realizar mediante la mejora o readaptación de sistemas, así como el reemplazo de equipos.
- Sistemas de reúso o reciclaje. Estos emplean agua que ya ha sido utilizada en algún proceso pero que tienen la calidad para poderse aprovechar en otra operación diferente.
- Cambios de procesos. Equivale a reemplazar la forma en que se usa el agua con otra que realice la misma función de diferente manera, o en su caso, la eliminación del uso del agua en los procesos.
- Fuentes alternas de agua. Cuando el agua necesaria para una operación no requiera el grado de potabilidad se puede utilizar una fuente de abastecimiento alterna, como es la captación de agua de lluvia, aguas superficiales, de acuíferos subterráneos, entre otros.
- Cambios en los hábitos de consumo. Entre estos se encuentran reportar fugas, utilizar la mínima cantidad de agua, asegurarse de que las llaves y las válvulas se encuentren cerradas y sin fugas después de ser utilizadas, no arrojar desechos en los inodoros, no verter sustancias dañinas en el sistema de agua, ajustar los aspersores de riego, etc.
- Medición. Diseñar e instalar un sistema de medición e información para que los involucrados conozcan los resultados de la implementación del sistema de ahorro y uso eficiente del agua.

Es necesario diseñar e implementar un programa de uso eficiente y racional del agua, con la finalidad de incorporar las medidas de reducción de agua que mejor cumplan con los objetivos fijados por los interesados, incluyendo a los usuarios de la red. Es necesario proporcionar conocimientos y capacitación a los involucrados con el fin de que se logren los resultados deseados (Bourguet Ortiz et al., 2003).

## Sistema de captación de agua de lluvia

Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) consisten principalmente en la intercepción, recolección y almacenamiento del agua pluvial para su uso posterior. La intercepción se realiza generalmente en techos, la recolección se lleva a cabo por medio de canaletas, y el almacenamiento se efectúa en contenedores o tanques exclusivos para ese fin. De acuerdo con lo anterior, se puede decir que los sistemas se componen de tres subsistemas principales: I) sistema de captura o superficie de captación, II) sistema de recolección de agua o de distribución, y III) sistema de almacenamiento del agua, a los que debe añadirse un cuarto subsistema que garantiza una buena calidad de agua: un sistema de desviación de primeras aguas. El agua de lluvia es recolectada en la superficie de captura, el sistema de recolección posibilita la desviación de los primeros minutos de lluvia (separador de primeras lluvias o first flush), la cual se encuentra contaminada con la suciedad del techo, posteriormente, permite el paso del agua limpia al tanque de almacenamiento de esta. Los pasos del proceso de abastecimiento de agua se describen a continuación y se presentan en la Figura 13:

1. Captación: es la intercepción del agua pluvial realizada en una superficie; generalmente se realiza en los techos de las viviendas.
2. Distribución: es la fase del proceso donde se dirige el agua al sistema de separación de primeras lluvias por medio de tubos y, posteriormente, al sistema de almacenamiento.
3. Separación de primeras lluvias: los primeros minutos de lluvia limpian el techo de los contaminantes que se encuentran en el mismo, esta agua se queda en el separador de primeras lluvias evitando que el agua más sucia de cada lluvia entre en la cisterna, por cada litro por metro cuadrado separado se reduce la contaminación en un 50%. El separador de primeras lluvias propuesto por una asociación mexicana, llamada Solución Pluvial A.C. o Isla Urbana, denominado tlaoque y su sistema de respiración asegura que se elimine entre el 60 y el 80% de los contaminantes, además, de que tiene un sistema de drenado automático, por lo que este se vacía completamente antes de cada lluvia mejorando la limpieza de este y permitiendo una separación efectiva en cada lluvia (Solución Pluvial, 2015).
4. Almacenamiento: la fase de almacenamiento consta de dos partes, en la primera el agua se almacena en un depósito subterráneo o superficial llamado cisterna, posteriormente, se dirige el agua hacia un depósito elevado denominado tinaco, este desplazamiento del agua se realiza con el uso de una bomba que puede ser eléctrica o manual.

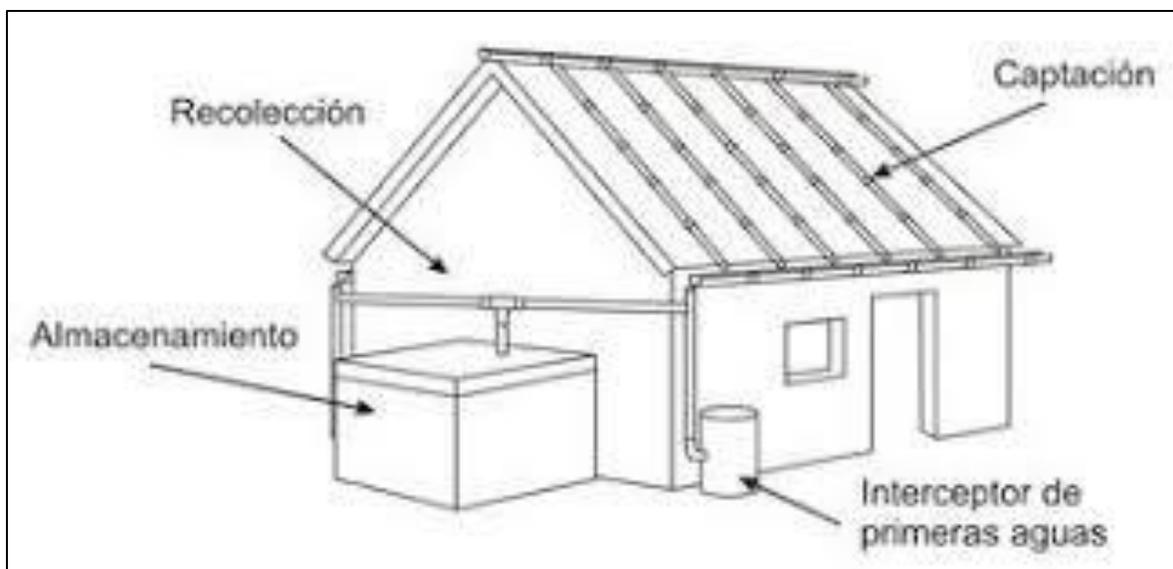


Figura 13. Componentes del Sistema de captación de agua pluvial.

Tomado de Captación, filtración y clarificación de agua pluvial (Maldonado Guerrero, Ortega Cervantes, & González Ruíz, 2011)

Dependiendo de la calidad del agua captada, ésta puede tener diversos usos en los inmuebles, desde el riego de las áreas verdes, el uso para las labores domésticas, para aseo personal, para cocinar alimentos y para beber. La calidad del agua se relaciona con la presencia de contaminantes en ella, lo que se puede reducir con la instalación de filtros en el sistema de captación, que eliminan diversos elementos que pueden generar un impacto negativo en la salud. La calidad del agua depende, entre otros factores, del nivel de contaminación atmosférica de la zona, por lo que en la Ciudad de México y áreas aledañas no se recomienda el consumo humano del agua captada. La captación de agua pluvial para uso doméstico genera un conjunto de beneficios positivos por lo que se considera un elemento sustancial para la sostenibilidad de los inmuebles. Los principales beneficios identificados se describen a continuación (Tabla 13).

Tabla 13. Beneficios de la Captación de agua de lluvia.

| Beneficio                             | Descripción   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Reducción de inundaciones</b>      | Cada temporada de lluvias las ciudades sufren de grandes inundaciones debidas a la saturación de los drenajes por la enorme cantidad de agua de lluvia; captarla reduce el flujo de agua a los drenajes, mitigando las inundaciones.  |
| <b>Reducción del gasto de energía</b> | Se puede reducir la cantidad de energía que se utiliza para bombear y transportar agua a las viviendas, por lo menos durante la temporada de lluvias<br>En las zonas donde el abasto por la red es deficiente, la captación pluvial se vuelve de enorme importancia, al evitar la compra de miles de pipas al año, el ahorro de grandes cantidades de energía, dinero y recursos a las familias y las autoridades responsables de abastecerlas. |
| <b>Abastecimiento por seis meses</b>  | Un sistema de captación en la Ciudad de México generalmente provee entre 5 y 8 meses de independencia en agua a una familia, incluso a veces se puede tener independencia durante todo el año si se almacena la cantidad suficiente.  |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Recuperación de acuíferos</b> | Al extraer una menor cantidad de agua durante la temporada de lluvias, se podría reducir la presión sobre los acuíferos y ríos, además de permitir su recarga durante esta época |
|----------------------------------|--|

Elaboración propia a partir de Solución Pluvial (2015).

### Tratamiento y reutilización de aguas residuales

Las aguas residuales domiciliarias contienen distintos contaminantes que si no son tratados apropiadamente pueden afectar a la salud y calidad de vida de los seres humanos, así como al ambiente. Los contaminantes presentes en las aguas residuales son microorganismos patógenos, materia orgánica, nutrientes y otros, que producen diversos efectos como enfermedades, mal olor, desarrollo de malezas. Por lo anterior, se considera que el tratamiento de las aguas residuales domiciliarias deberá ser contemplado como una necesidad, con el fin de mantener las condiciones adecuadas de salud e higiene para la población, conservar la calidad de las fuentes de agua y tender a un uso racional y sostenible de los recursos acuáticos (Mariñelarena, 2006).

Cuando se reutiliza el agua en un sistema se reduce su consumo, ya que, al reusar agua residual tratada, las necesidades de entrada disminuyen y, por lo tanto, también la cantidad descargada. Esto puede generar una cadena de ahorros derivados, ya que se consume una menor cantidad de agua, además, se disminuye el gasto de tratamiento (generalmente proporcional al volumen de agua), y por lo tanto, se abate el tamaño del tratamiento final para descarga y, por último, se genera la posibilidad de utilizar el agua para otros usos o usuarios (García Orozco, 1982).

Los sistemas de reutilización de aguas grises consisten en la recogida de las aguas procedentes de lavabos, duchas e incluso lavadoras para alimentar las cisternas de los inodoros. A partir de este principio básico se han desarrollado diversos modelos que se adaptan a cualquier tipo de edificio, desde viviendas hasta complejos deportivos. El ahorro que se obtiene con la instalación de los sistemas de reutilización de aguas grises puede ser del 35 al 45% del consumo doméstico habitual (Mariñelarena, 2006).

Las aguas negras procedentes de inodoros deberán ser conducidas a una fosa séptica, para luego pasar a un sistema de riego subterráneo en el área de jardinería, con tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad creando un riego por goteo constante. En el caso en donde las aguas negras están conectadas al colector municipal, el sistema de riego propuesto no aplicaría y por lo tanto no sería necesaria la construcción de una fosa séptica (Jamilette, 2004).

#### 1.5.3. Residuos

El manejo integral de los residuos está regulado por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) mediante Planes de Manejo, que sirven como herramienta base para su evaluación y ejecución, dentro del cual se deben contemplar la generación, el manejo y la disposición final de éstos (SEMARNAT, 2003).

A continuación, se abordan los temas de residuos generados del proceso de construcción y demolición de inmuebles y de los residuos sólidos urbanos que son generados durante la vida útil de los inmuebles por sus habitantes.

### Residuos de construcción y demolición

Los residuos generados en el proceso de construcción y demolición suponen uno de los impactos más significativos de las obras por su gran volumen y su heterogeneidad. Los residuos de la construcción son los materiales productos o subproductos generados durante las actividades de excavación, demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada (Construmática, n.d.). Si estos no son manejados adecuadamente y no se les da la disposición final adecuada generarán impactos relevantes en la salud de la población y ambientalmente en el suelo y en el agua (SEMARNAT, 2017).

Derivado del sismo del 19 de septiembre de 2017, se emitió el documento titulado “Los criterios para el manejo de los residuos de construcción y demolición generados por el sismo del 19 de septiembre para los estados de México, Morelos, Puebla y Ciudad de México”, generado por la Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico, específicamente la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, que tiene como objetivo evitar impactos negativos a la salud y al medio ambiente. El proyecto plantea: I) la Ubicación de sitios para la disposición final y almacenes temporales, II) la Operación de los sitios de disposición final, 3) el Aprovechamiento y reciclaje de residuos de construcción y demolición y 4) el Saneamiento y clausura de sitios de disposición final (SEMARNAT, 2017).

Para fomentar el reciclado o reutilización de los materiales contenidos en los residuos, éstos tienen que estar separados, ya que técnicamente es imposible reciclar residuos mezclados, pues tienen propiedades físicas y químicas diferentes, e incluso puede verse afectada la maquinaria empleada en el proceso de valorización. Por lo que es necesario realizar una separación selectiva de los recursos en tres categorías, que son; los residuos inherentes, los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos. En la Tabla 14 se resume la clasificación de los residuos de construcción.

*Tabla 14. Clasificación de residuos de construcción y demolición.*

| <b>Clasificación</b>   | <b>Residuos</b>   |
|------------------------|---|
| <b>Inertes-pétreos</b> | <b>Escombros limpios:</b> Ladrillos. Tejas. Azulejos. Hormigón endurecido. Mortero endurecido   |
| <b>No peligrosos</b>   | <b>Metal:</b> Armaduras de acero y restos de estructuras metálicas. Perfiles para montar el cartón-yeso. Paneles de encofrado en mal estado   |
|                        | <b>Madera:</b> Restos de corte, Restos de encofrado, Palets   |
|                        | <b>Papel y cartón:</b> Sacos de cemento, yeso, arena y cal, Cajas de cartón   |
|                        | <b>Plástico:</b> Lonas y cintas de protección no reutilizables, Conductos y canalizaciones, Marcos de ventanas, Desmantelamiento de persianas |
|                        | <b>Otros:</b> Carton-yeso <sup>1</sup> , Vidrio <sup>2</sup>  |

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Peligrosos</b> | <b>Envases y restos de:</b> Aceites, lubricantes, líquidos de freno, combustibles. Desencofrantes. Anticongelantes y líquido para el curado de hormigón. Adhesivos. Aerosoles y agentes espumantes. Betunes con alquitrán de hulla. Decapantes, imprimaciones, disolventes y detergentes. Madera tratada con productos tóxicos. Pinturas y barnices. Silicona y otros productos de sellado. Tubos fluorescentes Pilas y baterías que contiene plomo, níquel, cadmio o mercurio. Productos que contienen PCB materiales de aislamiento que pueden contener sustancias peligrosas Trapos, brochas y otros contaminados con productos peligrosos. Restos del desmantelamiento de bajantes, cubiertas y tabiques pluviales que contienen fibra de amianto. Resto del desmantelamiento de materiales de aislamientos, pavimentos, falsos techos, que contengan fibras de amianto |
|-------------------|---|

1. Los derivados del yeso, a pesar de estar formados por un material petreo, no son considerados como residuos inertes y deben gestionarse como un “no peligroso”. 2. El vidrio es un material inerte, sin embargo, se recomienda la separación de este del material petreo para destinarse al reciclaje para la fabricación de nuevos productos de vidrio. Obtenido de Residuos Generales en las Obras de Construcción (Construmática, n.d.).

### Separación de residuos sólidos urbanos (RSU)

El 79% de los residuos generados en México, provienen de las ciudades, y de ellos el 47% provienen de grandes centros urbanos, 35% de centros urbanos medianos y 18% de centros urbanos pequeños, siendo estos últimos los más afectados por la falta de infraestructura y servicios necesarios para su correcta atención (Chávez, 2010). Los residuos sólidos urbanos (RSU), según la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), son:

*“Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;” (SEMARNAT, 2003).*

La generación y composición de los residuos ha variado durante las últimas décadas, derivado del desarrollo, el incremento poblacional y los cambios en los patrones de consumo. Si se continúa con esta tendencia, el índice de generación per cápita podrá incrementar a más de 1 kg/hab-día y el volumen de residuos superará 45 millones de toneladas anuales en 10 años (Tabla 15).

Tabla 15. Proyección de la generación per cápita y total de RSU (2004-2020).

| Año         | Número de habitantes (miles) | Generación (kg/hab-día) | Ton. diarias | Ton. Anuales (miles) |
|-------------|------------------------------|-------------------------|--------------|----------------------|
| <b>2004</b> | 105,350                      | 0.9                     | 94,800       | 34,600               |
| <b>2005</b> | 106,452                      | 0.91                    | 96,900       | 35,370               |
| <b>2010</b> | 111,614                      | 0.96                    | 107,100      | 39,100               |
| <b>2015</b> | 116,345                      | 1.01                    | 117,500      | 42,890               |
| <b>2020</b> | 120,639                      | 1.06                    | 128,000      | 46,700               |

Fuente: Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Tomado de El Manejo de Residuos en México (Chávez, 2010)

El manejo integral de los RSU está regulado por la LGPGIR mediante Planes de Manejo, como herramienta base para su evaluación y ejecución, dentro del cual se deben contemplar la generación, el manejo y la disposición final de estos. La clasificación de los residuos sólidos urbanos, se lleva a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contienen los listados de estos, para lo que es necesario considerar los siguientes conceptos (SEMARNAT, 2003):

- Separación Primaria: Acción de segregar los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos, en los términos de la LGPGIR.
- Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de la LGPGIR.

El Gobierno de la CDMX emitió la Norma Ambiental de Separación de Residuos (NADF-024-AMBT 2013), que establece los criterios y especificaciones técnicas bajo los cuales se deberá realizar la separación, clasificación, recolección selectiva y almacenamiento de los residuos en la Ciudad de México. La NADF-024-AMBT 2013 tiene como objetivo la reducción de la cantidad de residuos que llega a los rellenos sanitarios y el aumento del reciclaje de los residuos sólidos, la Norma entró en vigor el 8 julio de 2017 de manera obligatoria (SEDEMA, 2015). Con la emisión de la NADF-024-AMBT 2013, se propuso un programa piloto “Yo separo en cuatro” (Figura 14) para la separación de los RSU en 4 categorías de separación primaria avanzada: orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y de manejo especial y voluminoso, estas se describen en la Tabla 16.



Figura 14. Imagen de campaña "Yo separo en cuatro" de la CDMX.

Tabla 16. Categorías de separación de RSU (NADF-024-AMBT 2013).

| Categoría   | Descripción   |  |
|---|---|--|
|   | Materiales  | Aprovechamiento  |
| <b>Orgánicos</b><br>Biodegradables<br>susceptibles de ser<br>aprovechados | <b>Residuos de jardinería:</b> Flores, pasto, hojarasca, ramas<br><b>Residuos de alimentos:</b> Restos de verduras, hortalizas y frutas, Cascaron de huevo, Restos de café y té, Filtros de papel para café y té, Pan, tortillas, Productos lácteos (sin recipiente), Huesos, Bioplásticos, Aceite comestible usado | Acolchado, Alimento para animales, Biofertilizantes, Biogás, Bocashi, Composta, Lombricomposta, Jabones, Fertilizante orgánico líquido, Biocombustibles, Digestato |

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Inorgánicos reciclables</b><br>potencial de reciclaje         | Papel y cartón, Plástico, Vidrio, Metales, Ropa y textiles, Maderas, Envases multicapas   | Papel, cartón, Aglomerados, Pellets, Hojuelas, Vidrio, metálicos, estopas          |
| <b>Inorgánicos no reciclables</b><br>de aprovechamiento limitado | Residuos sanitarios, Pañuelos usados, Papel de baño, Toallas sanitarias, Cotonetes, Curitas, Pañales, Plásticos de difícil aprovechamiento, Plásticos con aditivos degradantes, Celofán, Poli papel, Poliestireno expandido, Bolsas de frituras, <b>Otros:</b> Calzado, Hule, Bolígrafos, plumones, lápices Filtros de aspiradora, Filtros de aire y agua, Colillas de cigarro, Chicles                               | Valorización energética (Co-procesamiento)<br>Preservativos<br>Tratamiento térmico |
| <b>Manejo especial y voluminoso</b>                              | <b>Manejo especial:</b> electrodomésticos, Equipos de informática y telecomunicaciones, Aparatos electrónicos de consumo, paneles fotovoltaicos, Aparatos de alumbrado, Herramientas eléctricas y electrónicas, Instrumentos de vigilancia y control, Pilas y baterías, Radiografías<br><b>Voluminosos:</b> Colchones, Muebles, Juguetes, equipos deportivos, equipamiento sanitarios, Máquinas expendedoras, Llantas | Reúso<br>Extracción de materiales reciclables                                      |

Elaboración propia a partir de (SEDEMA, 2015).

#### 1.5.4. Materiales

Este sector de la construcción es muy importante en el desarrollo de un país, ya que proporciona elementos de bienestar básicos en una sociedad al construir puentes, carreteras, puertos, vías férreas, presas, plantas generadoras de energía eléctrica, industrias, así como viviendas, escuelas, hospitales, y lugares para el esparcimiento y la diversión como los cines, parques, hoteles, teatros, entre otros. El sector de la construcción utiliza insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, etc., por este motivo es uno de los principales motores de la economía del país ya que beneficia a 66 ramas de actividad a nivel nacional. El 46% de las empresas de la construcción se dedican a la edificación de la vivienda (INEGI, 2010).

Existen diversas formas de clasificar a los materiales de construcción, la más aceptada es de acuerdo con su origen y propiedades, clasificándose en materiales pétreos, materiales aglomerados, materiales metálicos, materiales orgánicos, pinturas y materiales artificiales. Los tipos de materiales que se encuentran en cada una de las clasificaciones se presenta en la Tabla 17, a continuación (Florian, 2010):

Tabla 17. Clasificación de los materiales de construcción.

| Tipo                      | Descripción   | Clasificación   |
|---------------------------|---|---|
| <b>Materiales pétreos</b> | Los más utilizados en la construcción, su uso comprende partes estructurales y decorativas de los inmuebles | <ul style="list-style-type: none"> <li>Piedras naturales (rocas eruptivas o ígneas, rocas sedimentarias, rocas metamórficas, canteras)</li> </ul> |

| Tipo                           | Descripción  | Clasificación  |
|--------------------------------|--|--|
|                                |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piedras artificiales (productos cerámicos, productos vítreos)</li> </ul>  |
| <b>Materiales aglomerantes</b> | Son los cuerpos que tienen la propiedad de unirse a otros para enlazar materiales. Por lo general son pétreos, que forman pastas más o menos plásticas, que permiten extenderse y moldearse de acuerdo con las necesidades antes de adquirir el estado sólido  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aéreos o no hidráulicos</li> <li>• Hidráulicos</li> <li>• Hidrocarbonatos</li> </ul> Pueden ser yesos, cales, cementos Morteros, hormigones   |
| <b>Materiales metálicos</b>    | Deben ser de fácil obtención, ser moldeables y con ciertas resistencias químicas y físicas   | Hierro, acero, cobre, zinc, estaño, aluminio   |
| <b>Orgánicos</b>               | Materiales de origen natural   | Madera, Corcho   |
| <b>Pinturas</b>                | Es el elemento final de decoración utilizado para crear una mejor apariencia en la obra. Mezclas líquidas de colores que se aplican por extensión o inmersión formando una capa opaca en los materiales de los inmuebles protegiéndolas. Están constituidas por un pigmento sólido y el aglutinante que le da la propiedad dispersiva sobre la superficie aplicada, una vez seco se mantienen las partículas de colores unidas entre sí. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Color y la naturaleza de sus pigmentos en blanco y azul</li> <li>• Vehículo aglutinante (agua o aceite)</li> <li>• Papel que desempeñan en decorativas, antioxidantes y lavables</li> </ul> |
| <b>Materiales artificiales</b> | Sustancias de origen orgánico que son producidas por medios químicos, capaces de adquirir forma por el calor y presión para conservar su resistencia mecánica  | Caucho   |

Elaboración propia a partir de Materiales de construcción (Florian, 2010).

A continuación, se abordan los temas de los materiales sostenibles y se aborda el análisis de ciclo de vida de los materiales.

### Materiales sostenibles

Se pueden considerar como Materiales de Construcción Sostenibles a aquellos que sean duraderos y que necesiten un escaso mantenimiento, que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse, además, pueden ser locales y naturales. Estos no se deben alterar con frío, calor o humedad. Pueden incorporar diferentes tecnologías, como captar energía, que capten CO<sub>2</sub> eliminando contaminación. Se usan cuando a largo plazo tienen un coste medioambiental menor al de los materiales naturales. Algunos ejemplos de materiales sostenibles son las maderas, el adobe, los ladrillos hechos con material local, fibra de celulosa de papel reciclado, panel de fibras de madera, barro cocido, mortero de cal, polipropileno, polibutileno y polietileno, entre otros.

Para ser considerado como sostenible deben ser de bajo consumo energético como tierra, la grava, la arena y la madera. Una opción interesante el uso de materiales que provengan de recursos renovables y abundantes. No deben provenir de ecosistemas sensibles. Además, al concluir su vida útil deberán ser reutilizados, reciclados o tratados con el fin de reducir su impacto

ambiental (Arrevol, 2017; Construmática, n.d.; Hernandez Moreno, 2008; Martínez Barrera, Hernández Zaragoza, López Lara, & Menchaca Campos, 2015; Sostenibilidad, n.d.).

### Análisis de Ciclo de vida de los materiales

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV o LCA para Life Cycle Assessment) es uno entre varios métodos para evaluar impactos ambientales. Una característica de este método es la consideración de los recursos usados y las emisiones generadas durante cada proceso de la cadena productiva de un bien, así como durante la etapa de uso de este y durante los procesos de descarte o reciclado, es decir, a través de todo el ciclo de vida del producto.

Una característica es que los resultados no son un simple listado de cantidades de recursos y emisiones, sino que incluyen una evaluación de la contribución de estos a diferentes categorías de impacto, como el cambio climático, la toxicidad humana, la acidificación y el agotamiento de la capa de ozono. De esta manera, el resultado es un estimado de la contribución de cada etapa del ciclo de vida del producto a determinados dos impactos, sean sobre el ambiente o la salud humana. En el caso del cambio climático, el resultado de un ACV indica la cantidad de CO<sub>2</sub>-equivalentes producidos durante las etapas del ciclo de vida del producto. El ciclo de vida de un producto presenta diversas fases (ver Figura 15).

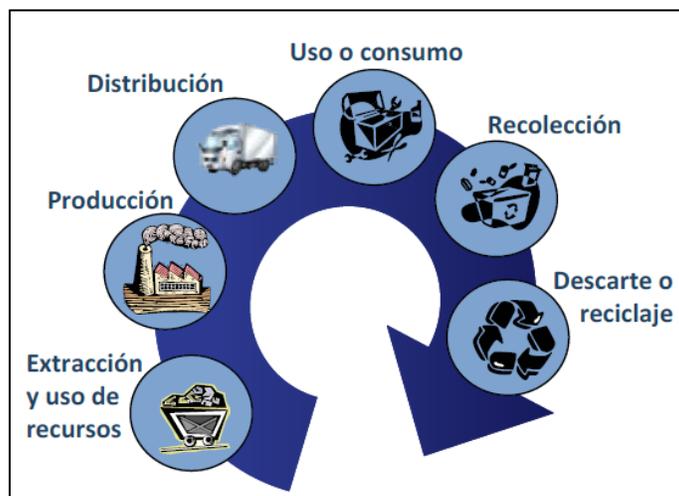


Figura 15. Ciclo de vida de un producto (K. Bartl).

Obtenido de El análisis de ciclo de vida en el sector de construcción (Bartl, 2014).

Un ACV genera información para entender los procesos que impactan sobre el ambiente y la salud humana. Por lo tanto, permite identificar medidas para mejorar y proteger el ambiente y la salud. Eso puede ser a través de un mejoramiento de la calidad del aire y agua, la reducción de residuos o la reducción del consumo de recursos naturales. Además, muestra necesidades de mejorar productos y ayuda a identificar productos alternativos con un mejor desempeño ambiental. De esta manera, tiene una aplicación en el manejo de la cadena de suministro de un proyecto.

La información generada a través de un ACV puede ser usada para reducir costos de operación mejorando las eficiencias del uso de energía, de materiales y de recursos. Este método puede incrementar la competitividad de un proyecto, mostrando responsabilidad social y ambiental. También es una estrategia para responder a nuevas demandas del mercado en el contexto del consumo y de la producción (Bartl, 2014).

En el caso de un inmueble, las etapas del ciclo de vida serían las siguientes (Bartl, 2014):

- Extracción: Consideración por la transformación del medio
- Producción: Emisiones generales y consumo energético
- Distribución: Consumo de energía (más alto en cuanto de más lejos provenga el material)
- Actividades de construcción in situ: emisiones generales y consumo energético
- Uso del inmueble: emisiones generales por el uso del inmueble
- Demolición: Emisiones contaminantes y transformación del medio
- Reutilización, reciclaje o eliminación de los desechos

#### 1.5.5. Ecología

A continuación, se abordan los temas de conservación de la biodiversidad, la infraestructura verde, la movilización y el transporte y el confort.

##### Conservación de la biodiversidad

Se debe realizar un programa de manejo que incluya el levantamiento de los ejemplares de vegetación y fauna asociada en el terreno, la identificación de los que deben conservarse, los que son susceptibles de ser trasplantados y los que pueden removerse, así como las especies en estatus de protección de acuerdo con la norma NOM-059-SEMARNAT. Se deben conservar todos los árboles sanos de más de 20 cm de diámetro y las especies protegidas, además de conservar o restituir al menos el 50 % de la vegetación nativa.

Durante los trabajos de construcción se deben proteger los elementos naturales del entorno; flora, fauna, cuerpos de agua, etc. Para que, durante la obra, el acarreo y almacenaje del material, los trabajos que se realicen y los servicios sanitarios de los trabajadores, no los deteriore o contamine (SE, 2013).

Según la NMX de edificación sostenible (2013), la elección de las plantas y árboles a colocar y su localización en las áreas verdes debe contemplar:

- Especies vegetales nativas y/o adaptadas a las condiciones climáticas;
- Que sean naturalmente resistentes a plagas y enfermedades;
- Que requieran de poco mantenimiento y de preferencia con bajo consumo de agua para su mantenimiento;
- No introducir especies invasoras o exóticas;

- Que puedan crecer y sobrevivir bajo las condiciones de asoleamiento en el lugar donde se van a plantar, considerando las sombras producidas por el inmueble;
- Que sean adecuadas para la calidad y tipo de suelo en que se van a sembrar;
- Suficiente espacio para su crecimiento, de acuerdo con las dimensiones de su tronco/tallo (ancho y altura), fronda y raíz;
- Que no interfieran con la iluminación, el alcantarillado, el flujo y seguridad de peatones y automóviles;
- Facilitar el mantenimiento mediante poda adecuada.

### Infraestructura verde

La infraestructura verde persigue la conservación de la biodiversidad mediante el fortalecimiento de la coherencia y la resiliencia de los ecosistemas, contribuyendo al mismo tiempo a la adaptación al cambio climático y a reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales. El concepto de la infraestructura verde contribuye también a la creación de una economía sostenible, al contribuir en el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas y en la mitigación de los efectos adversos de las infraestructuras de transporte y energía, así como el desarrollo económico en general (Green Infranet, 2019).

La infraestructura verde sitúa la conservación de la biodiversidad en un marco político más amplio, en el que los objetivos principales de conservación de la naturaleza se logran en mayor armonía con otras prioridades de uso del territorio, como la agricultura, la silvicultura y los usos recreativos, así como la adaptación al cambio climático (Comisión Europea, 2010; Green Infranet, 2019).

La infraestructura verde puede ofrecer múltiples funciones y beneficios en un mismo ámbito territorial. Dichas funciones pueden ser de tipo medioambiental (p.ej., la conservación de la biodiversidad o la adaptación al cambio climático), social (p.ej., la construcción de drenajes de agua o espacios verdes) y económico (p.ej., la creación de empleo y el aumento del precio de los bienes inmuebles). Este contraste con las soluciones de infraestructura gris, que generalmente cumplen una única función, como la de alcantarillado o la de transporte, es lo que confiere su atractivo a la infraestructura verde, dotada del potencial de abordar varios problemas a la vez. La infraestructura gris tradicional sigue siendo necesaria, pero con frecuencia puede reforzarse con soluciones naturales. La infraestructura verde debe verse como complemento a la infraestructura gris (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2015; Studer, 2019).

Uno de los objetivos de la infraestructura verde es proteger y regenerar los ecosistemas naturales valiosos para que puedan seguir prestando a la humanidad sus servicios. Pueden emplearse varias técnicas para crear una infraestructura verde, entre ellas, las siguientes (Comisión Europea, 2010; Studer, 2019):

- Mejorar la conectividad entre las zonas naturales existentes para contrarrestar la fragmentación y aumentar la coherencia ecológica, protegiendo
- Aumentar la permeabilidad del paisaje para favorecer la dispersión, migración y movilidad de las especies mediante el establecimiento, de usos del suelo respetuosos con el medio ambiente o la aprobación de planes agroforestales que apoyen prácticas de cultivo extensivas, entre otros
- Identificar zonas multifuncionales, en las que se favorezcan usos del suelo compatibles que apoyen a los ecosistemas sanos y biodiversos frente a otras prácticas más destructivas; podría tratarse, de zonas en las que convivan usos agrarios, forestales, recreativos y de conservación de los ecosistemas. Estas combinaciones del tipo «gana-gana» o «pierde poco, gana mucho» pueden ofrecer variadas ventajas no sólo a los usuarios del suelo, sino también al conjunto de la sociedad por los servicios que prestan los ecosistemas, como la purificación del agua, la mejora de los suelos o la creación de espacios vitales atractivos para el disfrute de los ciudadanos.

## Confort

En el interior del inmueble deben existir parámetros de confort térmico, con temperaturas entre los 18 y 25 °C favoreciendo las soluciones bioclimáticas sobre las mecánicas. En inmuebles que requieran climatización deben ofrecerse opciones de ventilación natural, ventilación mecánica y aire acondicionado, que permitan ser reguladas por el usuario. Se debe favorecer la iluminación natural de los espacios interiores mediante ventanas, tragaluces, pérgolas y otros elementos arquitectónicos.

El diseño de los recintos interiores debe generar condiciones acústicas que los valores promedio medidos en puntos aleatorios no excedan los niveles sonoros y tiempos de exposición establecidos en la Tabla 18. El diseño acústico del inmueble puede generar condiciones acústicas que no excedan de 65 decibeles de valor promedio y de 0.5 segundos de tiempo de reverberación (SE, 2013).

*Tabla 18. Tiempos máximos de exposición por nivel sonoro.*

| <b>Nivel sonoro /dB (Escala A del sonómetro)</b> | <b>Tiempo de exposición por hora / jornada</b> |
|--|--|
| 80   | 8  |
| 90   | 4  |
| 95   | 2  |
| 100  | 1  |
| 110  | 0.25   |
| 115  | 0.125  |

Obtenido de NMX de edificación sostenible (SE, 2013, p. 59).

La calidad del aire en interiores debe de permanecer en niveles de concentración por debajo de los estándares establecidos para ambientes exteriores, así como los criterios de la Organización Mundial de la Salud que se muestran en la Tabla 19, a continuación (SE, 2013).

Tabla 19. Límites de exposición a contaminantes atmosféricos en interiores, basado en las guías de la calidad del aire de interiores de la Organización Mundial de la Salud, 2010.

| Elemento   | Concentración   |
|--|---|
| Benceno  | 0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como referencia sin umbral  |
| Monóxido de carbono  | 100 $\text{mg}/\text{m}^3$ en 15 minutos; 35 $\text{mg}/\text{m}^3$ en 1 hora; 10 $\text{mg}/\text{m}^3$ en 8 horas; 7 $\text{mg}/\text{m}^3$ en 24 horas |
| Formaldehido   | 0.1 $\text{mg}/\text{m}^3$ en 30 minutos  |
| Naftaleno  | 0.01 $\text{mg}/\text{m}^3$ promedio anual  |
| Dióxido de nitrógeno   | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en una hora; 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual  |
| Benzo(a)pireno como indicador de hidrocarburos aromáticos policíclicos | 0.012 $\text{ng}/\text{m}^3$ como referencia sin umbral   |
| Tricloroetileno  | 2.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como referencia sin umbral   |
| Tetracloroetileno  | 0.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual  |

Obtenido de NMX de edificación sostenible (SE, 2013, p. 61).

El entorno y las condiciones físicas del hogar y área de trabajo tienen un efecto directo en la salud y el estado de ánimo de cada individuo que lo habita y/o visita, por lo que es importante que se consideren las condiciones de confort en los diseños de los inmuebles.

## 1.6. EDUCACIÓN

### 1.6.1. Instituciones de Educación superior

La educación superior actualmente enfrenta retos respecto a la formación de profesionales capaces de generar y conducir cambios en la sociedad; la educación superior es considerada como un sector estratégico para el desarrollo de las sociedades (Barrón Tirado, 2009; Bravo Mercado, 2005). Las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen un gran potencial para facilitar la transformación ambiental de la sociedad de manera orgánica, debido a que este se centra alrededor del conocimiento, por lo que adquieren un perfil estratégico (Bravo Mercado, 2003, 2005).

Las IES deberán repensar su papel en la construcción del futuro al formar ciudadanos con una nueva ética, conciencia crítica, emancipadora, transformadora y civilizatoria, evitando ser solo reproductoras del conocimiento y el orden social actual, por lo que, deberán estar comprometidas con la implementación de medidas orientadas a la formación de una conciencia crítica (Barrón Tirado, 2009; COMPLEXUS, 2014).

Además, es necesario optar por rediseños curriculares innovadores que propongan nuevas formas de educación, enseñanza, aprendizaje e investigación en el nivel superior (Barrón Tirado, 2009) especialmente orientadas al desarrollo sostenible, respecto al desarrollo de conocimientos, valores, habilidades y competencias que les permitan realizar acciones con el objetivo de conservar el ambiente (Rodríguez & Flores Hernández, 2012). La educación se considera como una opción viable para generar desarrollo sostenible, ya que las IES están asociadas al progreso y la transmisión del saber (Barrón Tirado, 2009; Cortese & Hattan, 2010).

Sterling (2009) indica que la educación falla en la definición adecuada de los objetivos al no incluir la sostenibilidad como uno de estos, lo que tiene efectos colaterales como el analfabetismo ecológico. La sostenibilidad no deberá solo ser otro tema que se agregue al currículo, sino que se debe generar un cambio en la visión del currículo, la pedagogía, un cambio en la visión organizacional de la política y de un nuevo sistema de valores (Quintero Soto, 2019).

En el caso de la Licenciatura en Arquitectura en la UNAM se propone “formar arquitectos congruentes con su realidad”, además su plan de estudios menciona que el arquitecto deberá tener “conocimiento teórico y práctico de la sostenibilidad y las implicaciones del uso eficiente de energía y la conservación ambiental, acorde al género y escalas arquitectónicas del espacio público para atender el compromiso social y ambiental (Facultad de Arquitectura, 2017).

### 1.6.2. Educación ambiental

La educación ambiental es una herramienta elemental para que las personas adquieran conciencia de la importancia de realizar cambios en su concepción de la naturaleza para modificar sus valores, conducta y estilo de vida con el fin de preservarla mediante la ampliación de los

conocimientos y la realización de acciones para mantenerla (Rodríguez & Flores Hernández, 2012).

La educación ambiental está compuesta por una diversidad conceptual amplia y llena de antagonismos, lo que se expresa en un conjunto de distintas luchas en diferentes esferas tanto de lo educativo como de lo ambiental, y tanto en el terreno internacional como en el regional y nacional (González-Gaudiano, 2014).

En la Agenda 21 se definió que la educación es la clave para la sostenibilidad, en el capítulo 36 de la agenda titulado “Promoviendo la Educación Conciencia Pública y Capacitación” se identifican cuatro acciones para la educación para el Desarrollo Sostenible, estas son: mejorar la educación básica, reorientar la educación existente para abordar el desarrollo sostenible, desarrollar el entendimiento y conciencia pública y ofrecer capacitación. Además, se incorporaron temas fundamentales del desarrollo sostenible a la enseñanza y aprendizaje, a destacar: el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad, el consumo sostenible y los métodos participativos de enseñanza y aprendizaje que motiven a los alumnos y los doten de autonomía, con pensamiento crítico, elaboración de hipótesis de cara al futuro y adopción colectiva de decisiones, en pro del desarrollo sostenible (Pérez, 2016).

A pesar de la conciencia colectiva del problema del deterioro ambiental causado por las diversas actividades humanas, es importante reconocer que dicha conciencia es limitada en lo que se refiere la importancia de la construcción Sostenible en la población en general y, específicamente, entre los profesionales responsables del diseño y producción de las construcciones (Domínguez & Soria, 2004; Schiller et al., 2003).

### 1.6.3. Currículo universitario

El desarrollo curricular puede entenderse como “todo el aprendizaje que planifica y guía una organización de enseñanza o formación, ya se lleve a cabo individualmente o en grupos, dentro o fuera de un aula, en un entorno institucional o en una aldea o un campo” (Rogers y Taylor, 1998). Una visión más dominante es la de la educación como un medio para proporcionar una población activa bien preparada a un mundo económicamente globalizado (Taylor, 2008).

#### Cambio curricular

De acuerdo con Nieto Caraveo (2007) se pueden distinguir dos enfoques para dar cuenta del diseño curricular, el pragmático que es la producción de un documento y el comprensivo que trata de la generación de una dinámica continua, estos no son excluyentes entre sí. Una aproximación pragmática se utiliza para producir o formalizar un cambio curricular desde el punto de vista institucional. Una aproximación comprensiva se usa para mantener vigente la reflexión curricular en una institución educativa, en el que se hace una evaluación continua bajo un esquema participativo que atienda las inquietudes de los profesores. En todos los procesos de

diseño curricular se mezclan los enfoques, estos ayudan a la determinación del objeto que se va a modificar y la metodología que se utilizará (Nieto Caraveo, 2007).

Esta autora explica que “cuando se pretende diseñar un currículo con un discurso innovador como la integración, la flexibilidad, la interdisciplinariedad” o la sostenibilidad “difícilmente será suficiente asumir un enfoque pragmático”, menciona que “transformar un currículo requiere de una dinámica institucional que dé sustrato al cambio y que provea mecanismos eficaces de obtención de consensos básicos” (Nieto Caraveo, 2007, p. 94).

Los componentes del currículo, según Nieto Caraveo (2007), son los siguientes:

1. Fines y orientaciones: conjunto de principios que marcan una dirección del currículo. Comienza con el perfil del egresado, hasta llegar a los objetivos específicos de las materias
2. Contenidos: objeto del trabajo pedagógico colectivo a través del currículo. Se plantea desde las áreas del currículo hasta la definición puntual de los temas concretos
3. Experiencias: conjunto de situaciones pedagógicas que permite el currículo. Incluye las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, además de los escenarios y los recursos necesarios. Se plantea en términos de metodologías esperadas, actividades a realizar, bibliografías por consultar, infraestructura requerida, entre otros.

### Ambientalización curricular

La incorporación de la dimensión ambiental al currículum de la educación superior se deriva de la discusión respecto a la crisis ecológica o socioambiental, originada por los impactos negativos producidos por las acciones del ser humano (Bravo Mercado, 2012). En diciembre de 1972, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la Conferencia de Naciones Unidas para el Medio Humano<sup>8</sup> creó el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA) y encomendó su dirección a la UNESCO. El PIEA produjo una serie de publicaciones dirigidas a promover el campo de la educación ambiental (González-Gaudiano, 2014). En la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible,<sup>9</sup> en 2002, la ONU declaró a los años de 2005 a 2014 como el “Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible” e hizo un llamado a las universidades a “hacer de la educación para la sostenibilidad el centro de los planes y programas de estudio de la educación superior, así como foco de la investigación, de la vida estudiantil, de las operaciones del campus y de las acciones relacionadas con la comunidades locales, regionales y globales” (DuPuis & Ball, 2013, p. 64).

La ambientalización curricular persigue la consideración permanente de la dimensión ambiental en los contenidos, procedimientos, actitudes y valores en la Educación Superior. Ésta involucra

---

<sup>8</sup> Celebrada en Estocolmo, Suecia en junio de 1972.

<sup>9</sup> Celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica en agosto-septiembre de 2002.

un proceso continuo de producción cultural que tiende a la formación de profesionales comprometidos con la búsqueda permanente de las mejores relaciones posibles entre la sociedad y la naturaleza, atendiendo a los valores de la justicia, la solidaridad y la equidad, aplicando los principios éticos universalmente reconocidos y el respeto a las diversidades. Los aspectos deben quedar reflejados en los Planes de Estudios, a la vez el diseño curricular debe incluir contenidos, metodologías y prácticas sociales que aporten explícitamente a las competencias que se enuncian en el Perfil y los Alcances (Geli de Ciurana, Junyent Pubill, & Arbat Bau, 2003).

Los enfoques de ambientalización curricular se han centrado principalmente en los desafíos ambientales, en vez de enfocarse en generar diferentes y mejores formas de satisfacer las necesidades individuales, económicas y sociales de una manera ambientalmente sostenible (Cortese & Hattan, 2010).

Las IES se consideran como una de las principales espacios que deberían coadyuvar con la formación ambiental de los futuros ciudadanos, ya que tienen como objetivo que sus egresados contribuyan a impulsar una forma de desarrollo determinada, cualquiera que sea el sector en el que se inserten (Bravo Mercado, 2012); sin embargo, la mayoría de los graduados conocen poco sobre la importancia de alinear su vida personal, profesional y cívica con los principios de sostenibilidad para su éxito personal y la estabilidad de la sociedad (Cortese & Hattan, 2010).

Para que las IES logren una formación ambiental en sus estudiantes deberán llevar a cabo un proceso de reconceptualización o reconversión ambiental, con el fin de repensarse, reflexionarse y redirigir su labor educativa.

Según Solís (2008), la ambientalización deberá ser un compromiso colectivo que depende de toda la comunidad universitaria y que no puede desaparecer por un cambio de administración, ya que es un compromiso institucional, en el que se deben innovar las estrategias de sostenibilidad día con día.

La reconversión ambiental de las IES es una necesidad prioritaria, el cambio se requiere en toda la gama de sus funciones centrales: enseñanza, investigación y difusión; en todas las áreas de conocimiento; en todos los niveles de formación; e involucrando a toda la comunidad educativa (Bravo Mercado, 2003).

#### 1.6.4. Modelos en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Según varios autores estudiados, un modelo puede definirse de diversas formas, los autores más representativos, según Sigarreta Almira & Laborde (2000) son Henry (1995), Kaufman (1996) y Miller (1998), cuyas aportaciones se presentan a continuación. “Modelo es una representación generalmente simplificada de un fenómeno real” (Henry, 1995, p. 46); esta definición orienta en tiempo y espacio al permitirnos comprender, en un primer momento, la relación directa que se establece entre el modelo y un determinado fenómeno real. “Modelo es una representación

abstracta y simplificada de un cierto fenómeno real, ciertas operaciones que traducen situaciones reales, se definen como elementos del modelo” (Kaufman, 1996, p. 17); la definición pone al descubierto los procesos de pensamiento útiles para la representación de un fenómeno real, pero su análisis queda en el plano teórico. “Por modelo se entiende un sistema concebido mentalmente o realizado de forma material, que, reflejando o reproduciendo el objeto de la investigación, es capaz de sustituirlo de modo que su estudio nos dé nueva información sobre dicho objeto” (Miller, 1998, p. 13); esta última definición constituye la guía para la elaboración del concepto operante de modelo didáctico, al ser capaz de trascender el plano teórico (Sigarreta Almira & Laborde, 2000).

Las características fundamentales que deben poseer los modelos se encuentran enlistadas a continuación (Sigarreta Almira & Laborde, 2000):

- Abiertos: Capaces de interactuar con el medio
- Flexibles: Capaces de adaptarse y acomodarse a diferentes situaciones dentro de un marco o estructura general
- Dinámicos: Capaces de establecer diferentes relaciones potencialmente
- Probabilísticos: Capaces de poder actuar con un margen de error, o de éxito aceptable que den confianza a la acción.

De acuerdo con el tipo de interrelación que se establece entre profesor y alumno, se distinguen tres tipos de modelos supeditado a diferentes tendencias sobre el aprendizaje (Contreras, 1995); estos son: el modelo de transmisión pasiva, el modelo escuela activa y el modelo de reconstrucción del conocimiento. Las descripciones de cada uno se presentan a continuación (Sigarreta Almira & Laborde, 2000).

- Transmisión pasiva: se relaciona con el modelo de transmisión-recepción de conocimientos, que responde a una posición conductista, en él la interacción docente tiene como propósito la transmisión de información del profesor a los alumnos, quienes actúan como receptores que, gracias a la imitación y la reiteración, lograrán reproducir los conocimientos que les fueron transmitidos. El papel preponderante lo asume el profesor, ya que el propósito fundamental es mostrar un conjunto de conocimientos “acabados”.
- El modelo titulado Escuela Activa encuentra correspondencia con el aprendizaje por descubrimiento, el que constituyó una reacción a la escuela pasiva y obedece a una posición humanista del aprendizaje. En este se comprende como elemento positivo la individualidad personalógica del estudiante, y el maestro se pone a disposición de ella ayudándolo en la medida en que sus capacidades y posibilidades lo permitan, por tanto, el maestro está enfocado principalmente en función del alumno y no de los intereses de la sociedad.

- El modelo de Reconstrucción del Conocimiento asume las tendencias pedagógicas más relevantes del presente siglo acerca del desarrollo del pensamiento y de la cognición humana. Estas tendencias representan un salto cualitativamente superior con respecto a las tendencias anteriores.

## CAPÍTULO 2

En el presente capítulo se aborda el procedimiento mediante el cual se realizan los análisis de la información, que abarca el análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible, el análisis de la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura, el análisis de la dimensión de la estructura formal del currículo, las encuestas para los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura y las entrevistas a profesores y autoridades de las escuelas de arquitectura.

### 2. Marco Metodológico

La presente investigación se ocupa de un análisis cualitativo de tres fuentes de información, a saber (Figura 16):

1. Análisis de cinco de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible usados en México y los documentos y las opiniones que los expertos tienen al respecto. Los modelos de evaluación son: LEED, BREEM, la NMX de arquitectura Sostenible, PCES y ARTEBES.
2. Análisis de las Instituciones de Educación Superior, lo cual abarca la dimensión institucional y la dimensión de la estructura formal del currículo donde se integran los planes de estudio y programas de materias, lo que se concreta en una comparación entre ambos planes
3. Análisis de las opiniones a través de encuestas en el caso de los estudiantes y de entrevistas en el caso de los profesores y las autoridades a nivel coordinación de la Licenciatura en Arquitectura de la facultad de Arquitectura, en Ciudad Universitaria, de la UNAM y de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM, en Azcapotzalco.



Figura 16. Marco metodológico de la investigación.

El análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible permitió establecer los componentes que posteriormente se integraron la encuesta, junto con el análisis de los planes de estudio de la Licenciatura en Arquitectura. Además, estos análisis sustentan el diseño de la propuesta que podría utilizarse para evaluar planes de estudios de las Instituciones de Educación Superior, específicamente los de la Licenciatura en Arquitectura.

A continuación, se describe cada uno de los elementos que formaron parte del análisis.

### 2.1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Se analizaron cinco modelos de evaluación, dos de estos son extranjeros; el Método de Investigación de Evaluación Ambiental de Construcción o *Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology* (BREEAM) y el sistema de evaluación y certificación de edificios sostenibles Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED); y tres nacionales, que son la Norma Mexicana de Edificación Sostenible (NMX-AA-164-SCFI-2013), el Programa de Certificación de Edificación Sostenible (PCES) y el modelo de evaluación denominado Arquitectura, tecnología, bioclimática y espacio sostenible (ARTEBES). Se compararon las áreas, los criterios generales y los indicadores de cada uno de los mencionados modelos con el fin de encontrar similitudes y diferencias para establecer los más usados en la rama, por lo tanto, los considerados como más importantes.

### 2.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN INSTITUCIONAL DE LAS ESCUELAS DE ARQUITECTURA

Se realiza un análisis de la infraestructura y la planta académica de las dos escuelas de arquitectura, la Facultad de Arquitectura de la UNAM en Ciudad Universitaria y la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-Azcapotzalco, además, se realiza un análisis de los programas institucionales de sostenibilidad de las IES a las que corresponden las escuelas de arquitectura.

Posteriormente se realiza un análisis comparativo de la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura tomando como base los indicadores propuestos por el Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sostenible (COMPLEXUS) en 2013. Por último, se realiza una comparación de los criterios que contemplan los Programas Institucionales de Sostenibilidad de las Instituciones de Educación Superior a las que pertenecen las escuelas de arquitectura, que son el PUES de la UNAM y el PIHASU de la UAM, Azcapotzalco.

### 2.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN DE LA ESTRUCTURA FORMAL DEL CURRÍCULO

Se realizó una revisión de los documentos oficiales de los planes de estudio con el fin de identificar la información relevante respecto a la formación de los arquitectos. Posteriormente, se identificaron las materias con contenido temático relacionado con el medio ambiente y/o la sostenibilidad.

## 2.4. ENCUESTAS PARA ESTUDIANTES

### Definición del objetivo

Con la encuesta se pretende revisar los conocimientos que los estudiantes tienen sobre temas generales de sostenibilidad y sostenibilidad en la arquitectura, conocer la valoración que le dan a los componentes de la sostenibilidad y su interés respecto al tema.

### Diseño muestral

El universo son los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la UNAM y de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-Azcapotzalco. Se realizó un muestreo aleatorio simple para elegir a los estudiantes a encuestar en ambas escuelas, en el que se seleccionaron estudiantes de casi todos los semestres / trimestres de ambas universidades, con el fin de contar con un panorama general de la Licenciatura en Arquitectura. Como muestra se seleccionaron 110 estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura, siendo estos 71 y 39 de cada una de las instituciones estudiadas.

### Diseño del instrumento

Se diseñó una encuesta conformada por 26 preguntas, divididas en 4 apartados:

- a) Medio ambiente y sostenibilidad: 16 preguntas abiertas y cerradas de elección única y elección múltiple. Preguntas tipo examen con el objetivo de revisar los conocimientos que los estudiantes tienen sobre los temas de medio ambiente y sostenibilidad relacionados con la arquitectura, las preguntas corresponden a los temas generales de sostenibilidad y sostenibilidad en la arquitectura.
- b) Bienestar y calidad de vida:
  - Dos preguntas cerradas de escala numérica, que considera la de importancia de la presencia de ciertos componentes de sostenibilidad en los proyectos arquitectónicos
  - Una pregunta cerrada de escala numérica, sobre su visión de la aceptación por parte de la gente de las técnicas y tecnologías sostenibles
  - Dos preguntas cerradas de elección única, respecto a su disposición de recomendar el uso de técnicas y tecnologías sostenibles a sus futuros clientes.
- c) Materias sostenibilidad: dos preguntas cerradas de elección única, enfocadas a saber si han tomado cursos o materias relacionadas con sostenibilidad durante sus estudios de licenciatura y si les interesaría tomar cursos o materias.
- d) Proyectos sostenibilidad: tres preguntas de las cuales una es abierta, una cerrada de elección única y una de elección múltiple, sobre participación en proyectos que involucren componentes de sostenibilidad fuera o dentro de la licenciatura / facultad /división / universidad.

Además, las preguntas que componen la sección de medio ambiente y sostenibilidad se consideran como “conocimiento”, las de bienestar y calidad de vida como “valoración” y las de materias de sostenibilidad y proyectos se sustentaron en “interés”.

Las preguntas de las secciones de conocimiento y valoración se clasificaron de acuerdo con los criterios identificados en el análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible, algunas de ellas se repiten en distintos criterios. En la Tabla 20 se colocan las preguntas que corresponden a cada criterio.

*Tabla 20. Preguntas de las áreas de conocimiento y valoración de la encuesta.*

| <b>Criterios</b>                           | <b>Preguntas</b>   |
|--|--|
| Energía                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Para qué sirve la gráfica solar?</li> <li>- Marca la opción que corresponda a la latitud de la CDMX</li> <li>- ¿Qué es la arquitectura bioclimática?</li> <li>- ¿A qué se refiere el confort térmico?</li> <li>- Menciona 5 fuentes de energía renovable</li> <li>- Selecciona las tecnologías que producen energía renovable</li> <li>- ¿Cuál es la importancia de que haya una temperatura agradable dentro de la vivienda?</li> <li>- ¿Le propondrías a un cliente la integración de técnicas y tecnologías sostenibles en su construcción? ¿Por qué?</li> </ul>  |
| Agua                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elige los datos necesarios para calcular el tamaño de una cisterna para captación de agua de lluvia</li> </ul>  |
| Residuos                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Cuáles de las siguientes etapas no corresponden al ciclo de vida de un producto?</li> </ul>  |
| Materiales                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selecciona las características que no corresponden a los materiales sostenibles</li> <li>- Menciona 3 materiales sostenibles de construcción</li> <li>- ¿Cuáles de las siguientes etapas no corresponden al ciclo de vida de un producto?</li> <li>- ¿Le propondrías a un cliente que se usen materiales sostenibles en su construcción? ¿por qué?</li> <li>- ¿Le propondrías a un cliente la integración de técnicas y tecnologías sostenibles en su construcción? ¿Por qué?</li> </ul>  |
| Ecología, Calidad de vida y Sostenibilidad | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menciona 3 efectos positivos de que haya un árbol cerca de una vivienda</li> <li>- De la siguiente lista, elige los que consideres bienes comunes</li> <li>- ¿Cuáles son los 3 pilares de la sostenibilidad?</li> <li>- ¿Para qué sirve realizar evaluación de sostenibilidad de un proyecto Arq.?</li> <li>- Menciona 2 certificaciones de arquitectura sostenible</li> <li>- ¿Cuánto consideras que afecta negativamente a la calidad de vida la ausencia de áreas verdes en las ciudades?</li> <li>- ¿Cuál es la importancia de que haya una temperatura agradable dentro de la vivienda?</li> <li>- ¿Le propondrías a un cliente que se usen materiales sostenibles en su construcción? ¿por qué?</li> <li>- ¿Le propondrías a un cliente la integración de técnicas y tecnologías sostenibles en su construcción? ¿Por qué?</li> </ul> |

## Ejecución de la encuesta

Se creó una encuesta en línea para facilitar su difusión, que se compartió con varios profesores de la Licenciatura en Arquitectura de la UNAM y de la UAM. Además, se entregó la encuesta en formato físico a varios estudiantes de la FA de la UNAM, solicitando apoyo a los profesores y coordinadores de estos.

## Procesamiento de la información

Para los análisis solo se tomaron en cuenta los datos de las encuestas de estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura provenientes de la Facultad de Arquitectura de la UNAM y de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM Azcapotzalco, por lo que se analizaron las respuestas de 110 encuestas, 71 de la UNAM, de las cuales 42 corresponden a estudiantes que cursan el plan de estudios de 1999 y 29 del plan de 2017, además de 39 estudiantes de la UAM.

Posteriormente, los datos obtenidos de las encuestas a los estudiantes del plan de la UNAM 2017 no fueron incluidos en la comparación de las escuelas de arquitectura, debido a que como se trata de un nuevo plan, al momento de la realización de las encuestas solo se encontraban estudiantes del primero al tercer semestre. La información generada en la encuesta a los estudiantes de este plan (2017) no es comparable con la información de los otros dos planes, debido a que no se ha completado una generación de estudiantes.

## 2.5. ENTREVISTAS A PROFESORES Y AUTORIDADES

### Definición del objetivo

Con las entrevistas se pretende conocer la opinión de los profesores y autoridades respecto a la integración de temas relacionados con el medio ambiente y/o la sostenibilidad a los planes y programas de la Licenciatura en Arquitectura.

En el caso de los profesores se pretende consultar información sobre las materias que imparten, específicamente los temas y/o actividades relacionados con el medio ambiente y/o la sostenibilidad, estén o no contemplados en el plan de estudios y/o los programas de las materias.

### Diseño muestral

#### a) Autoridades

Se eligió entrevistar a coordinadores de la Facultad de Arquitectura que dirijan o participen en áreas y/o proyectos que se encuentren relacionadas con la sostenibilidad, debido a que pueden brindar un panorama general respecto a la sostenibilidad en las escuelas.

## b) Profesores

Se eligió entrevistar a dos profesores de la FA, UNAM y a uno de la CyAD, UAM-Azc, que imparten las materias relacionadas con los temas de sostenibilidad y/o medio ambiente.

### Diseño del instrumento

Se diseñaron dos entrevistas diferentes, divididas en autoridad y nivel coordinación y profesores de la licenciatura. Las entrevistas constan de entre tres y nueve preguntas semiabiertas. En el caso de la UNAM se agregaron preguntas sobre la modificación del plan de estudios realizada en 2017. Para los profesores se integraron preguntas respecto a las materias que imparten.

Los temas analizados en las entrevistas se presentan a continuación en la Tabla 21.

*Tabla 21. Temas analizados en las entrevistas a coordinadores y profesores de las Licenciaturas en Arquitectura.*

| <b>Temas</b>  | <b>Aspecto</b>   |
|---|--|
| Postura oficial de la institución ante la Sostenibilidad                      | Incorporación de la perspectiva de sostenibilidad como política institucional  |
|   | Asignación presupuestal para el desarrollo de proyectos de sostenibilidad  |
|   | Sistemas de Gestión Ambiental en las IES   |
| Transversalidad de la Sostenibilidad en los planes de estudio                 | Presencia de la temática de la sostenibilidad en los planes de estudio   |
| Proyectos académicos que abordan la Sostenibilidad                            | Grupos multidisciplinarios de investigación que trabajen en temas y/o ejes prioritarios para el ambiente y la sostenibilidad                         |
|   | Líneas de investigación relevantes para los temas de sostenibilidad  |
|   | Investigación interdisciplinaria para la evaluación de tecnologías sostenibles   |
| Espacios para actividades académicas relacionadas con la Sostenibilidad       | Laboratorios de investigación  |
| Redes o convenios con entidades académicas relacionadas con la Sostenibilidad | Convenios sobre sostenibilidad en los que participan las escuelas  |
|   | Participación en redes universitarias, con organismos gubernamentales y de la sociedad civil, con programas de medio ambiente y sostenibilidad       |
| Actualización docente en temas de Sostenibilidad                              | Cursos de actualización docente en la temática de sostenibilidad   |
| Incorporación de la temática de Sostenibilidad en asignaturas                 | Integración de temas de sostenibilidad en las asignaturas impartidas por los profesores entrevistados, esté o no especificado en el plan de estudios |
| Flexibilidad del plan de estudios para atender la temática de Sostenibilidad  | Posibilidad de cursar asignaturas en otras carreras / entidades que abarquen temas relacionados con sostenibilidad                                   |
|   | Procesos vigentes de actualización o análisis y evaluación de planes de estudio  |

## Ejecución de la entrevista

### a) Autoridades de coordinación

Se entrevistó a:

- La coordinadora de la Licenciatura en Arquitectura de la CyAD, UAM-Azc.
- La coordinadora del área Urbano-Ambiental en la FA, UNAM, CU.
- La coordinadora de un Taller en la FA, UNAM, CU
- La coordinadora de la Licenciatura en Arquitectura del Paisaje de la FA, UNAM, CU.

### b) Profesores

Se realizaron tres entrevistas a los profesores de la licenciatura en Arquitectura, dos de la FA, UNAM, CU y uno de la CyAD, UAM-Azc, estos imparten varias materias, de las cuales, algunas tienen contenido relacionado con sostenibilidad en sus programas.

## Procesamiento de la información

Se analizaron las entrevistas en cuanto a su opinión respecto a la integración de temas relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad a los planes y programas de la Licenciatura en Arquitectura.

En el caso de los profesores se analizó la información sobre las materias que imparten, específicamente los temas y actividades relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad, estén o no contemplados en el plan de estudios y los programas de las materias.

### 2.6. PROBLEMAS Y VALORES IDENTIFICADOS

A partir de la información recabada en los análisis antes mencionados, se hizo una identificación de los problemas y valores respecto al tema de sostenibilidad abordados en la Licenciatura en Arquitectura. Los problemas y valores se dividieron por escuela.

### CAPÍTULO 3

En el presente capítulo se abordan los análisis realizados durante la investigación, que abarca el análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible, el análisis de la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura, el análisis de la dimensión de la estructura formal del currículo, las encuestas para los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura y las entrevistas a profesores y autoridades de las escuelas de arquitectura.

#### 3. Análisis

##### 3.1. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Se compararon los criterios generales y los indicadores que los modelos consideran para evaluar la sostenibilidad en la arquitectura, con el fin de encontrar similitudes y diferencias para establecer los más usados en la rama, por lo tanto, los considerados como más importantes. Los criterios y los indicadores se agruparon en los criterios de energía, agua, residuos, materiales, ecología, movilización y transporte, calidad de vida y sostenibilidad.

Todos los modelos coinciden en 12 indicadores, dentro de los criterios de energía, agua, ecología, calidad de vida y sostenibilidad. En el criterio energía, todos los modelos consideran dentro de sus indicadores a la energía solar pasiva, la energía solar fotovoltaica, la energía solar térmica, el diseño bioclimático, la iluminación natural, la eficiencia energética de dispositivos y la reducción de emisiones de carbono. En el criterio agua, todos los modelos consideran dentro de sus indicadores a la reducción de consumo. En el criterio ecología, todos los modelos consideran dentro de sus indicadores a la conservación de la biodiversidad. En el criterio calidad de vida, todos los modelos consideran dentro de sus indicadores al confort. Las diferencias entre los modelos se encuentran en los indicadores de los criterios agua, residuos, materiales, ecología, movilización y transporte, calidad de vida y sostenibilidad.

Los modelos extranjeros (BREEAM y LEED) coinciden en 21 indicadores de todos los criterios, estos son energía, agua, residuos, materiales, ecología, movilización y transporte, calidad de vida y sostenibilidad. Los tres modelos nacionales (NMX, PCES y ARTEBES) coinciden en 13 indicadores, de cinco de los criterios, estos son los de energía, agua, ecología, calidad de vida y sostenibilidad. Además, se encontraron similitudes entre los modelos de la NMX y PCES, los cuales coincidieron en 23 indicadores de siete criterios, estos son los de energía, agua, residuos, materiales, ecología, calidad de vida y sostenibilidad. En el caso de las similitudes entre la NMX y ARTEBES, se encontró que coinciden en 19 indicadores, siendo estos de los criterios energía, agua, ecología, movilización y transporte, calidad de vida y sostenibilidad. Por último, se encontraron similitudes entre PCES y ARTEBES, estos coinciden en 13 indicadores de cinco criterios, estos son energía, agua, ecología, calidad de vida y sostenibilidad. Esto se puede observar en la Tabla 22.

Tabla 22. Similitudes y diferencias en los criterios e indicadores de los modelos de evaluación analizados (resumen).

| Indicadores  | BREEAM    | LEED      | NMX       | PCES      | ARTEBES   |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Total</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>41</b> | <b>37</b> | <b>14</b> |

| Criterios                 | Similitudes                       |               |                     |            |               |                |
|---------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------|------------|---------------|----------------|
|                           | Todos                             |               | Extranjeros         | Nacionales |               |                |
|                           | BREEAM, LEED, NMX, PCES y ARTEBES | BREEAM y LEED | NMX, PCES y ARTEBES | NMX y PCES | NMX y ARTEBES | PCES y ARTEBES |
| Energía                   | 7                                 | 7             | 7                   | 7          | 7             | 7              |
| Agua                      | 2                                 | 4             | 2                   | 3          | 3             | 2              |
| Residuos                  | -                                 | 2             | -                   | 6          | -             | -              |
| Materiales                | -                                 | 2             | -                   | 1          | -             | -              |
| Ecología                  | 1                                 | 1             | 2                   | 2          | 2             | 2              |
| Movilización y transporte | -                                 | 4             | -                   | -          | 4             | -              |
| Calidad de vida           | 1                                 | 1             | 1                   | 4          | 2             | 2              |
| Sostenibilidad            | 1                                 | -             | -                   | -          | -             | -              |
| <b>Total</b>              | <b>12</b>                         | <b>21</b>     | <b>12</b>           | <b>23</b>  | <b>19</b>     | <b>13</b>      |

| Criterios                 | Diferencias |           |           |           |          |             |          |            |           |          |
|---------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|------------|-----------|----------|
|                           | Todos       |           |           |           |          | Extranjeros |          | Nacionales |           |          |
|                           | BREEAM      | LEED      | NMX       | PCES      | ARTEBES  | BREEAM      | LEED     | NMX        | PCES      | ARTEBES  |
| Energía                   | -           | -         | -         | -         | -        | -           | -        | -          | -         | -        |
| Agua                      | 3           | 2         | 4         | 4         | 1        | 1           | -        | 4          | 4         | 1        |
| Residuos                  | 4           | 3         | 6         | 6         | -        | 2           | 1        | 6          | 6         | -        |
| Materiales                | 2           | 3         | 8         | 1         | -        | -           | 1        | 7          | 6         | -        |
| Ecología                  | -           | 1         | 3         | 3         | 1        | -           | 1        | 2          | -         | -        |
| Movilización y transporte | 4           | 5         | 5         | -         | -        | -           | 1        | 6          | 5         | -        |
| Calidad de vida           | -           | -         | -         | 1         | -        | -           | -        | 3          | 3         | -        |
| Sostenibilidad            | -           | -         | -         | -         | -        | -           | -        | -          | -         | -        |
| <b>Total</b>              | <b>13</b>   | <b>14</b> | <b>26</b> | <b>15</b> | <b>2</b> | <b>3</b>    | <b>4</b> | <b>28</b>  | <b>24</b> | <b>1</b> |

En la Tabla 23, a continuación, se encuentra la lista de los criterios e indicadores que consideran los modelos de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles.

Tabla 23. Criterios e indicadores que consideran los modelos de evaluación de arquitectura sostenible.

| Criterios | Indicadores                           | Modelos |      |     |      |         |
|-----------|---------------------------------------|---------|------|-----|------|---------|
|           |                                       | BREEAM  | LEED | NMX | PCES | ARTEBES |
| Energía   | Energía solar pasiva                  | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Energía Solar Fotovoltaica            | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Energía Solar Térmica                 | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Diseño Bioclimático                   | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Iluminación natural                   | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Eficiencia energética de dispositivos | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Reducción de emisiones de carbono     | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
| Agua      | Captación de Agua pluvial             | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|           | Aprovechamiento de Agua pluvial       |         | ✓    | ✓   |      | ✓       |

| Criterios                           | Indicadores                                   | Modelos |      |     |      |         |
|-------------------------------------|---|---------|------|-----|------|---------|
|                                     |   | BREEAM  | LEED | NMX | PCES | ARTEBES |
|                                     | Infiltración Agua pluvial                     |         |      |     | ✓    |         |
|                                     | Tratamiento agua residual                     | ✓       |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Uso de agua residual                          |         |      |     | ✓    |         |
|                                     | Reducción consumo                             | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|                                     | Eliminación de fugas                          | ✓       | ✓    |     | ✓    |         |
|                                     | Eficiencia riego de áreas verdes              |         |      | ✓   |      |         |
|                                     | Mitigación erosión / contaminación suelo/agua | ✓       |      | ✓   |      |         |
| Residuos                            | Separación de RSU                             | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Almacenamiento temporal RSU                   | ✓       |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Disposición final RSU                         | ✓       |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Plan de manejo                                | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Sensibilización                               |         | ✓    | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Aprovechamiento                               |         |      | ✓   | ✓    |         |
| Materiales                          | Locales                                       |         |      |     | ✓    |         |
|                                     | Reciclables                                   |         |      | ✓   |      |         |
|                                     | Reutilizados                                  |         |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Reciclados                                    |         |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Biodegradables                                |         |      |     | ✓    |         |
|                                     | Uso de piezas completas                       |         |      | ✓   |      |         |
|                                     | Que no afecten a la salud                     |         |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Cumplimiento acreditación Sustentable         | ✓       | ✓    | ✓   |      |         |
|                                     | ACV de los materiales                         | ✓       | ✓    | ✓   |      |         |
| Reciclaje de estructuras existentes |   | ✓       |      | ✓   |      |         |
| Ecología                            | Conservación biodiversidad                    | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|                                     | Concientización                               |         | ✓    | ✓   |      |         |
|                                     | Naturación                                    |         |      | ✓   | ✓    | ✓       |
|                                     | Elección plantas nativas p/ áreas verdes      |         |      | ✓   |      |         |
| Movilización / Transporte           | Facilitación de transporte                    | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Preferencia al peatón                         |         |      | ✓   |      |         |
|                                     | Bahías ascenso / descenso de transporte       |         | ✓    |     | ✓    |         |
|                                     | Infraestructura p/ bicicleta                  | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Accesibilidad incluyente                      |         |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Estacionamiento                               | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Ubicación                                     | ✓       | ✓    | ✓   |      |         |
| Calidad de vida                     | Confort                                       | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |
|                                     | Condiciones acústicas                         |         |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Participación social                          |         |      | ✓   | ✓    |         |
|                                     | Mantenimiento                                 |         |      | ✓   | ✓    |         |
| Sustentabilidad                     | Capacitación Sustentabilidad                  | ✓       | ✓    | ✓   | ✓    | ✓       |

### 3.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN INSTITUCIONAL DE LAS ESCUELAS DE ARQUITECTURA

A continuación, se presenta un análisis de la infraestructura y la planta académica de las dos escuelas de arquitectura. Además, se realiza una comparación de la Dimensión Institucional con el uso de los Indicadores COMPLEXUS y de los Programas Institucionales de Sostenibilidad.

#### 3.2.1. Facultad de Arquitectura (FA), Ciudad Universitaria, UNAM

La Facultad de Arquitectura de la UNAM se encuentra en la Ciudad Universitaria. En la Facultad se imparte cuatro licenciaturas, seis especializaciones, tres programas de maestría y dos de doctorado. Las licenciaturas que se ofrecen son Arquitectura, Diseño Industrial, Urbanismo y Arquitectura del Paisaje. Las especializaciones son en Valuación inmobiliaria, Vivienda, Diseño de cubiertas ligeras, Diseño de iluminación arquitectónica, Gerencia de Proyectos y Componentes industrializados para la construcción. Por último, los programas de posgrado son de Maestría y Doctorado en Arquitectura, Maestría en Diseño Industrial y Maestría y Doctorado en Urbanismo.

#### **Infraestructura**

Está compuesta por 4 espacios generales, tres de ellos localizados alrededor de la zona de “las islas” en el campus central de Ciudad Universitaria y el último en la Unidad de Posgrado de la UNAM (ver Figura 17), que se describen a continuación. Además, dispone de videoteca, mediateca y de un Archivo de Arquitectos Mexicanos que custodia acervos de 16 destacadas figuras de la arquitectura mexicana del siglo XX.

- I) El edificio principal donde se encuentra la dirección, las secretarías y las coordinaciones de la Licenciatura en Arquitectura, así como las de movilidad, el teatro “Carlos Lazo”, la Biblioteca “Lino Picaseño”, el Museo Universitario de Ciencias y Artes (MUCA-Campus) y su Auditorio, el Centro de Cómputo “Augusto H. Álvarez”, además, este edificio cuenta con una sala de estudiantes, aulas Isópticas, una cafetería, la librería “Carlos Obregón Santacilia” y una Papelería, adicionalmente, se encuentran 2 talleres de Arquitectura
- II) Área de talleres, en esta se encuentran nueve espacios que se utilizan para los talleres de Arquitectura, siendo estos: Arq. Ramón Marcos Noriega, Arq. Max Cetto, Arq. Federico Mariscal y Piña, Ehécatl 21, Arq. Hannes Meyer, Arq. Juan Antonio García Gayou, Arq. Juan O’Gorman, Arq. Domingo García Ramos, José Revueltas, Arq. Jorge González Reyna, Tres, Arq. Carlos Lazo Barreiro, Uno, José Villagrán García
- III) Anexo de arquitectura, donde se localizan tres unidades multidisciplinarias y el Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP), se divide en 4 edificios en los que se encuentran las coordinaciones de las licenciaturas en Diseño Industrial, en Urbanismo y en Arquitectura del Paisaje, aulas para las 4 licenciaturas, talleres y laboratorios de Licenciatura en Diseño Industrial, Aulas / Taller de las Licenciaturas en Urbanismo y en Arquitectura de Paisaje, aulas isópticas, las Bibliotecas “Clara Porset” y “Luis

Unikel", los centros de cómputo de la Licenciatura en Diseño Industrial y el "Álvaro Sánchez González", una sala de usos múltiples, el aula magna "Horacio Durán", el Herbario "Carlos Contreras Pagés", una cafetería, área de Investigación del Centro de Investigación en Diseño Industrial (CIDI), cubículos de investigadores y salas de juntas del CIAUP

- IV) Unidad de Posgrado, en este se encuentran las aulas para los posgrados, la coordinación de estos, un centro de cómputo y laboratorios.



Figura 17. Distribución de instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

Tomado de Instalaciones de la Facultad de Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2018).

### Laboratorios de Investigación

La FA, UNAM, CU cuenta con ocho laboratorios de investigación a nivel licenciatura, cinco laboratorios a nivel posgrado y siete laboratorios del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP). En la Tabla 24 se presentan los laboratorios de investigación destacando los conceptos relacionados con la sostenibilidad mencionados en los objetivos y líneas de investigación de los laboratorios.

Los laboratorios de investigación que integran a la sostenibilidad en su proyectos son el Laboratorio de Entornos Sostenibles, Movilidad e Infraestructura Verde, Áreas verdes y Espacios Públicos, Estructuras, Sistemas de Información Monitoreo y Modelación Urbana y de Vivienda y Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales. Además, los laboratorios de Arquitectura + Diseño y Tecnología Experimental, Laboratorio de Materiales y Sistemas Estructurales y Planeación Urbana y Regional integran conceptos relacionados con la sostenibilidad en sus objetivos y líneas de investigación.

Tabla 24. Laboratorios de Investigación de la FA, UNAM, CU.

| Laboratorios   | Objetivos  | Líneas de investigación   |
|--|--|---|
| <b>Arquitectura + Diseño y Tecnología Experimental (LATE)</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar proyectos de investigación que se apoyen en procesos y estrategias de fabricación digital, visualización digital y automatización</li> <li>• Propiciar <u>sinergias multidisciplinares</u></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FAB · Diseño paramétrico y fabricación digital</li> <li>• VRAR · Digitalización, Visualización Digital:</li> <li>• AUTO · Automatización a través de sistemas de sensores, actuadores y microcontroladores.</li> </ul>   |
| <b>Laboratorio de Entornos Sostenibles (LES)</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar futuros diseñadores de espacios y edificios a partir de cursos teórico-prácticos y conocimientos científicos y técnicos relacionados al espacio y <u>medio ambiente</u> que lo rodea.</li> <li>• Crear conocimiento útil para la concepción e implementación de nuevas estrategias de diseño dentro de espacios y edificios <u>eficientes energéticamente, saludables, en equilibrio con su entorno y sostenibles</u></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Transferencia de calor</u></li> <li>• <u>Iluminación natural y artificial</u></li> <li>• <u>Ventilación natural</u></li> <li>• <u>Ciclo de vida</u></li> <li>• <u>Energías renovables</u></li> <li>• <u>Agua sostenible</u></li> <li>• <u>Materiales innovadores</u></li> </ul>   |
| <b>Laboratorio de Hábitat Social, Participación y Género (LAHAS)</b> | FORMACIÓN para el EJERCICIO PROFESIONAL en la construcción social del hábitat desde la perspectiva de género, sus integrantes trabajan a partir de comprometerse con los intereses y necesidades populares.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación y capacitación: para estudiantes, profesionales, gobierno y ONG.</li> <li>• Investigación: proyectos y programas sobre la construcción del hábitat y políticas públicas.</li> </ul>  |
| <b>Laboratorio de Materiales y Sistemas Estructurales (LMSE)</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener las propiedades mecánicas complementando con las <u>propiedades energéticas y ambientales</u> de materiales compuestos a partir de considerar materiales convencionales y modificar alguna de sus propiedades físicas o químicas para lograr un mejor comportamiento del material constructivo, generar a partir de estos materiales <u>sistemas estructurales con mayor eficiencia</u> y aportar nuevas soluciones dentro del desarrollo arquitectónico-constructivo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades mecánicas de distintos materiales convencionales y <u>reciclados</u></li> <li>• Propiedades físicas, químicas y mecánicas, <u>propiedades energéticas y ambientales.</u></li> <li>• <u>Estudio de materiales.</u></li> <li>• <u>Análisis del proceso</u> de endurecimiento del cemento.</li> <li>• Mecanismos de deformación de materiales.</li> <li>• Generación de nuevos cementos.</li> </ul> |
| <b>Movilidad e infraestructura verde</b>                             | Ofrecer soluciones urbanas y de <u>eficiencia energética</u> desde una perspectiva <u>multidisciplinar</u> y colaborativa, ligando la investigación aplicada con la docencia en los campos de la arquitectura, la ingeniería, el diseño urbano, el diseño industrial y el manejo del paisaje.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de tecnología aplicada para la movilidad y la <u>eficiencia energética</u> a través de prototipos urbanos.</li> <li>• Diseño, medición, evaluación y puesta en marcha de <u>iniciativas de sostenibilidad urbana</u> asociadas a la movilidad.</li> <li>• Estrategias de gestión y socialización de <u>movilidad sustentable e infraestructuras verdes.</u></li> </ul>                            |

| Laboratorios   | Objetivos   | Líneas de investigación   |
|--|---|---|
| <b>Vivienda</b>  | Producir conocimientos sistematizados sobre la producción habitacional y su relación con la ciudad.<br>Apoyar con información y asesoría el trabajo académico del Campo de Conocimiento Análisis, Teoría e Historia y en particular, a los alumnos que desarrollan tesis con temas relacionados con la vivienda.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación y programas de vivienda</li> <li>• Diseño de vivienda de interés social</li> <li>• Tecnologías para la vivienda</li> <li>• Producción social de vivienda</li> <li>• <u>Participación social</u></li> <li>• Vivienda en centros históricos y patrimoniales</li> <li>• Poblamiento y desarrollo urbano</li> </ul> |
| <b>Áreas Verdes y Espacios Públicos (LAVEP)</b>  | Equipo de trabajo multidisciplinario que aborda el complejo fenómeno de las áreas verdes públicas con el fin de identificar algunos de los componentes que integran un marco conceptual sobre la <u>sustentabilidad</u> que han sido poco abordados.  | -   |
| <b>Estructuras</b>   | Generar nuevo conocimiento en el diseño estructural y arquitectónico de para concebir, diseñar y construir cubiertas ligeras que constituyan innovaciones tecnológicas, generando propuestas <u>sustentables</u> y bellas en <u>beneficio de la sociedad</u> .  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepción, diseño y construcción de cubiertas ligeras <u>sustentables</u>.</li> <li>• Aplicación de la Mecametría al diseño y construcción de cubiertas ligeras.</li> <li>• Desarrollo histórico de sistemas estructurales.</li> </ul>  |
| <b>Sistemas de Información Monitoreo y Modelación Urbana y de Vivienda (SIMMUV)</b>                        | Diseñar modelos de sistemas urbanos y arquitectónicos de <u>alta eficiencia</u> , basados en determinación de estructuras físicas, <u>ambientales y sociales sustentables</u> , a partir de factores y elementos que garanticen <u>calidad de vida</u> en la Habitabilidad de las ciudades y la vivienda, incluyendo sus fases de diseño, desarrollo y operación en tiempo y espacio. | -   |
| <b>Planeación Urbana y Regional</b>  | -   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de Desarrollo Urbano y de <u>Medio Ambiente</u></li> <li>• <u>Estudios de impacto urbano-ambiental</u></li> <li>• Contraloría y auditoría en temas relacionados a la problemática de las ciudades</li> <li>• Diseño urbano de fraccionamientos y conjuntos habitacionales de interés social y popular.</li> </ul>   |
| <b>Procedimientos y Sistemas Constructivos Tradicionales</b><br>Como alternativa para una Arq. sustentable | Establecer un laboratorio para documentar, analizar, estudiar y experimentar los procedimientos constructivos tradicionales, con el fin de enriquecer los procesos de investigación y producción arquitectónica, y ayudar a fortalecer la enseñanza de la arquitectura.   | Analizar las capacidades mecánicas de los materiales y los procedimientos constructivos, con el fin de verificar y recuperar la sabiduría de la <u>construcción tradicional</u> y comparar estas pruebas con los supuestos  |

Elaboración propia a partir de Laboratorios (Facultad de Arquitectura, 2019). Subrayado por la autora.

## Planta académica

La planta académica de la Facultad de Arquitectura está constituida por ayudantes de profesor, profesores e investigadores, los dos últimos pueden ser ordinarios quienes tienen a su cargo las labores permanentes de docencia e investigación, visitantes quienes desempeñen funciones académicas o técnicas específicas por un tiempo determinado, extraordinarios que son provenientes de otras universidades del país o del extranjero quienes hayan realizado una eminente labor docente o de investigación en la UNAM o en colaboración con ella y eméritos, a quienes la Universidad honre con dicha designación por haberle prestado cuando menos 30 años de servicios, con gran dedicación y haber realizado una obra de valía excepcional (Asociación Autónoma del Personal Académico de la UNAM, 2018; DGPL & UNAM, 2017; Estatuto del Personal Académico de la UNAM, 1975).

Los profesores ordinarios pueden ser de asignatura o de carrera y los investigadores son de carrera. Además, los profesores de asignatura podrán impartir una o varias materias, ser interinos o definitivos y ocupar una de las categorías A o B, en el caso de los profesores e investigadores de carrera quienes dedican a la Universidad medio tiempo (M.T.) o tiempo completo (T.C.) en la realización de labores académicas y podrán ocupar una de las categorías ya sea asociado o titular, dentro de estas existen tres niveles: A, B y C, siendo el nivel C el más elevado (AAPA, 2018; DGPL, UNAM, 2017).

En la Figura 18 se presenta la cantidad de personal académico de la Facultad de Arquitectura desde el 2000 al 2017, en todas las categorías, en esta se puede observar un pico de aumento de la cantidad de personal contratado en el año 2013, que coincide con el inicio del periodo del actual director el Mtro. Marcos Mazari Hiriart, quien encabeza la facultad desde 2013, y en este momento (2019) se encuentra en su segundo periodo, (DGPL, UNAM, 2017).

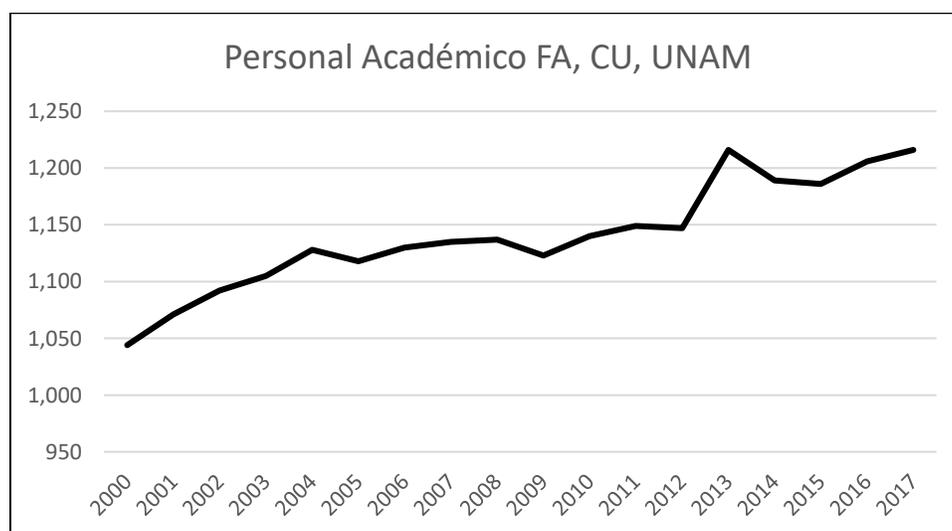


Figura 18. Personal Académico de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (2000 – 2017).

Elaboración propia a partir de datos de Series Estadísticas por Entidad Académica UNAM (DGPL, UNAM, 2017).

Para el año 2017, el personal académico de la Facultad de Arquitectura se compone por 1216 personas. La mayor parte del personal académico (61%) es de Profesores de Asignatura A, lo que corresponde a menos de 800 profesores, seguido de los Profesores de Asignatura B con un 21% lo que representa a poco más de 250 profesores, después se encuentran los Profesores de Carrera de tiempo completo, quienes representan el 9% con poco más de 100 profesores, los Técnicos Académicos de Docencia, un 4%, lo que corresponde a 52 técnicos; los Investigadores de Carrera de tiempo completo, un 2%, que se comprende de 26 investigadores y los Profesores de Carrera de medio tiempo (15 profesores), los Ayudantes de Profesor A (8 ayudantes) y los Docentes Jubilados (9 docentes) con un 1%. Por último, las categorías de Ayudantes de Profesor B, Técnicos Académicos de Docencia de medio tiempo, Técnicos Académicos de Investigación de tiempo completo y Otros oscilan entre 2 y 3 personas, lo que representan menos de 1% del personal académico de la Facultad de Arquitectura. La distribución del personal académico de la Facultad de Arquitectura se presenta a continuación, en la Figura 19 (DGPL, UNAM, 2017).

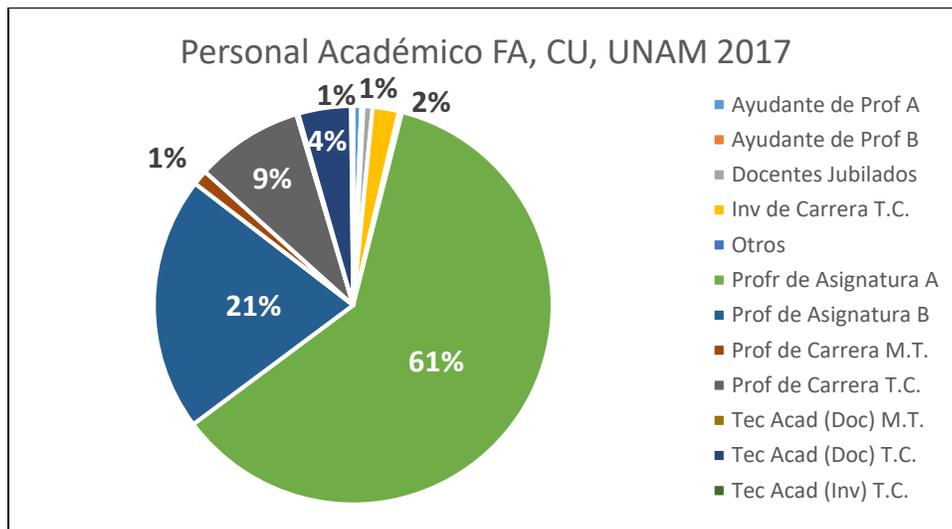


Figura 19. Personal Académico de la Facultad de Arquitectura de la UNAM en 2017.

Elaboración propia a partir de datos de Series Estadísticas por Entidad Académica UNAM (DGPL, UNAM, 2017).

### Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM

La Licenciatura en Arquitectura es coordinada por el Colegio Académico de Arquitectura, el cual está conformado por los Coordinadores de los 16 Talleres de Arquitectura, los Seminarios de Área de Proyectos, Tecnología, Teoría, Historia e Investigación, Urbano-Ambiental, Extensión Universitaria y la propia Coordinación del Colegio Académico. El Colegio tiene entre sus funciones la verificación, el seguimiento y la actualización de los planes de estudio de la Licenciatura en Arquitectura.

La Licenciatura tiene como objetivo “formar profesionistas en la Licenciatura de Arquitectura, quienes con su preparación y conciencia social atiendan los requerimientos de la sociedad en la que vivimos y la transformen para elevar su calidad de vida. Garantizar en los egresados una

solidez profesional y acrecentar la calidad de la enseñanza de la Facultad, contribuyendo al engrandecimiento y prestigio docente y cultural de la UNAM, manteniendo un espíritu de compromiso y responsabilidad con la sociedad” (Facultad de Arquitectura, 2017, p. 39).

A continuación, se presentan el perfil de ingreso, el perfil intermedio, el perfil de egreso, las formas de titulación, la población estudiantil la demanda y la planta académica de licenciatura en Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

- **Perfil de ingreso**

El alumno deberá haber cursado el Área de las Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías en el bachillerato, contar con conocimientos de computación y de un idioma extranjero, y poseer los conocimientos, habilidades y actitudes que se señalan a continuación:

*Tabla 25. Perfil de ingreso de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.*

| <b>Conocimientos</b>   | <b>Habilidades</b>   | <b>Actitudes</b>   |
|--|--|--|
| Básicos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matemáticas</li> <li>• Física</li> <li>• Computación</li> <li>• Historia</li> <li>• Dibujo técnico</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis y síntesis</li> <li>• Comprensión espacial</li> <li>• Comunicación verbal y escrita</li> <li>• Comunicación gráfica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Comprensión lectora</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilidad a las necesidades sociales y vocación de servicio para el bien común</li> <li>• Interés por las artes visuales y las manifestaciones culturales</li> </ul> |
| Generales de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universal</li> <li>• Historia de México</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Percepción sensorial</li> <li>• Uso de programas básicos de computación</li> <li>• Destreza manual</li> <li>• Búsqueda de información</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés por la conservación ambiental</li> <li>• Compromiso con sus estudios</li> <li>• Compañerismo y empatía.</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel básico de comprensión de lectura de un idioma extranjero, de preferencia inglés</li> </ul>                          |  |  |

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017).

- **Perfil intermedio**

Después de haber cursado seis semestres de la Licenciatura de Arquitectura, y transitado para su formación por las Etapas Básica, Desarrollo y Profundización, el alumnado deberá poseer los conocimientos, habilidades y actitudes contenidas a continuación en la Tabla 26.

*Tabla 26. Perfil Intermedio de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.*

| <b>Conocimientos</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distingue procesos y métodos de investigación relacionados con necesidades del habitante en contexto urbano y explica la factibilidad del objeto urbano-arquitectónico</li> <li>• Aplica principios de composición, percepción visual, térmica y espacial a través de los métodos, procedimientos, técnicas de diseño y composición arquitectónica</li> <li>• Emplea bases de conocimientos matemáticos, geometría y trigonometría involucrados en proyectos urbano-arquitectónico</li> <li>• Propone estrategias o soluciones a problemáticas acerca del contexto <u>ambiental</u> del objeto Arq.</li> <li>• Identifica <u>tecnologías en diseño y construcción sostenibles</u>, <u>aprovechamiento de energías limpias, pasivas y renovables</u> y su adecuación al medio físico y al entorno urbano del sitio</li> </ul> |

- Propone proyectos urbano-Arq., considerando contexto urbano, condiciones bioclimáticas, paisajísticas y topográficas de cada región que incluyan un desarrollo integral y sostenible
- Selecciona sistemas estructurales adecuados e instalaciones necesarias, considerando materiales y procedimientos de construcción convenientes, en el proyecto y representación
- Identifica legislación, reglamentos y normas técnicas de construcción para ejercer la profesión con ética, proporcionando un servicio a la sociedad

---

#### Habilidades

---

- Colabora en grupos o equipos de trabajo disciplinario, de manera efectiva y asertiva
- Plantea propuestas de solución a problemas urbano-Arq.-ambiental-patrimonial en contexto
- Maneja técnicas manuales, digitales y de simulación en el diseño de edificaciones, expresión gráfica, diseño estructural e instalaciones
- Define normatividad legal y técnica de edificaciones y su entorno
- Percibe y expresa en lenguaje arquitectónico, el espacio en sus tres dimensiones en diversas escalas
- Comunica y argumenta las ideas de sus propuestas o proyectos

---

#### Actitudes

---

- Compromiso ético frente a disciplina y ejercicio de profesión de arquitecto en todos los ámbitos
- Interés frente a temas de debate arquitectónico actual
- Compromiso con sociedad, funciones y servicio que desempeña un arquitecto.
- Reconoce impactos del objeto urbano arquitectónico en comunidad y en entorno físico y ambiental
- Respeta a personas involucradas en etapas del proyecto y colabora de manera responsable, asumiendo ideas, aportaciones y decisiones técnicas
- Reconoce soluciones y aportaciones a ejercicios planteados, necesidad de comportamiento honorable y con compromiso social en ejercicio futuro de profesión
- Se compromete con conservación, preservación y protección del patrimonio

---

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017). Subrayado por la autora de esta tesis.

- **Perfil de egreso**

En el plan de estudios, el perfil de egreso se divide en dos, el de egreso y el profesional. Respecto al perfil de egreso, el plan de estudios estipula que el egresado debe satisfacer las demandas y los requisitos que formula la sociedad y es congruente con su compromiso social y ético en el marco de los Principios Universitarios establecidos en su legislación. El egresado de la Licenciatura de Arquitectura debe poseer los conocimientos, habilidades y actitudes enlistados en la Tabla 27:

*Tabla 27. Perfil de Egreso de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.*

---

#### Conocimientos

---

- Desarrolla procesos y métodos de investigación relacionados con contexto urbano, las condiciones, las necesidades y el impacto en el objeto urbano arquitectónico.
  - Conoce teoría, metodologías y técnicas de diseño, composición arquitectónica, estética y procesos creativos de acuerdo con los principios de composición, percepción visual, térmica y espacial.
  - Conoce las bases matemáticas, de geometría y trigonometría involucrados en los proyectos.
  - Propone soluciones que permitan la confrontación de demandas y satisfactores funcionales a problemáticas, a partir de su identificación, análisis, emisión de juicios críticos y adecuación del objeto arquitectónico al contexto ambiental, respetando leyes naturales con trabajo de equipo.
  - Conoce tecnologías sobre el diseño y construcción sostenibles, aprovechamiento de energías limpias y adecuación al medio físico y al entorno urbano del sitio.
-

- 
- Desarrolla proyectos urbano-arquitectónicos, que promuevan un desarrollo integral y sostenible en considerando contexto urbano, condiciones bioclimáticas, paisajísticas y topográficas de la región y las leyes de protección del patrimonio histórico y conservación como tarea interdisciplinaria.
  - Identifica y relaciona teoría e historia de arquitectura, arte, estética y ciencias humanas para fundamentar el hacer arquitectónico, con comprensión de realidad y visión crítica y reflexiva.
  - Define los sistemas estructurales adecuados e instalaciones, considerando materiales y procedimientos de construcción convenientes, atendiendo al costo-beneficio del proyecto.
  - Evalúa y administra la factibilidad del objeto mediante gestión, operación y mantenimiento de este.
  - Introduce el manejo de algunos modelos de simulación y de análisis financieros relacionados.
  - Reconoce y aprovecha las condiciones ambientales y energéticas, su importancia y efectos de los sistemas de acondicionamiento natural y artificial para el confort en edificaciones, procurando equilibrio y conservación del medio.
  - Conoce y respeta la legislación, los reglamentos y las normas técnicas de construcción para ejercer la profesión con ética, proporcionando un servicio a la sociedad.
  - Elabora, promueve y gestiona estudios de factibilidad en los proyectos en sus etapas, considerando aspectos tecnológicos, ambientales, sociales, económicos, administrativos, patrimoniales y jurídicos.
- 

#### **Habilidades**

---

- Programa, dirige, coordina o colabora en grupos, equipos y redes de trabajo efectiva y asertiva.
  - Plantea propuestas de solución a problemas de carácter urbano arquitectónico-ambiental-patrimonial, con una postura crítica y creativa a partir del conocimiento de la realidad y su contexto.
  - Elabora programas arquitectónicos que satisfagan las necesidades del objeto urbano-arquitectónico.
  - Maneja las técnicas manuales, digitales y modelos de simulación en el desarrollo del proyecto.
  - Aplica la normatividad legal y técnica que regula los campos relacionados.
  - Administra: planea, programa, presupuesta, contrata y gestiona proyectos.
  - Percibe y maneja el espacio en sus tres dimensiones y en las diferentes escalas.
  - Comunica y argumenta ideas o proyectos de manera oral, escrita, gráfica y volumétrica.
  - Supervisa la ejecución de obras arquitectónicas y urbanas en sus diferentes escalas.
  - Comprende un idioma extranjero en textos académicos especializados en la disciplina, correspondiente con un nivel intermedio en sus cuatro habilidades: hablar, escuchar, leer y escribir
- 

#### **Actitudes**

---

- Compromiso ético frente a la disciplina y al ejercicio de la profesión en todos los ámbitos.
  - Interés frente a los temas del debate arquitectónico actual –local y global con una postura emprendedora comprometida, autogestiva y sensible.
  - Compromiso con la sociedad, las funciones y el servicio que desempeña.
  - Conciencia del impacto del proyecto en la comunidad y el entorno físico y ambiental.
  - Respeto y colabora con todas las personas involucradas en las etapas del proyecto, de manera responsable, asumiendo las ideas, aportaciones y las decisiones técnicas de los especialistas.
  - Ejerce la profesión con ética y honorabilidad, anteponiendo el interés colectivo a los otros, buscando equidad en la mejora de la calidad de vida y defiende las reglas de comportamiento en la sociedad.
  - Compromiso con la conservación, preservación y protección del patrimonio histórico, ambiental y cultural.
  - Responsable en el cuidado del medio en el que trabaja y de los impactos que provoque la obra en los espacios ambientales, e incluye la conservación del patrimonio inmobiliario e integración a contextos patrimoniales.
- 

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017). Subrayado por la autora de esta tesis.

Según este plan de estudios (Facultad de Arquitectura, 2017), al término de la Licenciatura, el profesional podrá comprender la realidad del país, defender el equilibrio ecológico y la conservación de las condiciones naturales del sitio, reconocer la función cultural de la arquitectura y su relación con el contexto nacional y mundial. Tendrá la capacidad de promoción, presentación de estudios y trabajos profesionales demostrando objetividad y compromiso con la factibilidad de estos. Conocerá y aplicará los saberes científicos, técnicos, metodológicos y humanísticos que requiere la práctica arquitectónica. Además, estará capacitado para:

- Concebir, diseñar, proyectar y establecer criterios constructivos del espacio habitable que se requiere, buscando el equilibrio entre lo deseable, lo necesario y lo posible para su desarrollo, con responsabilidad, conciencia ética, compromiso social y ambiental, con una postura crítica y autocrítica en la práctica profesional, individual y colectiva; comprender la realidad del país y la sociedad, con visión humanista e integral, con actitud de servicio y compromiso ético.
- Desarrollar su ejercicio profesional dentro de los sectores público, privado y social, abordando distintas tipologías como habitación, salud, educación, trabajo, recreación, transporte, religión y comunicación, entre otras.
- La realización de actividades relacionadas con el proyecto, construcción, administración, supervisión y mantenimiento de obras, así como en campos de trabajo especializados.
- Participar en la gestión, asesoría, coordinación o dirección arquitectónica en diversos proyectos y en rubros tales como: espacios arquitectónicos y urbanos de todo tipo, arquitectura interior, arquitecturas efímeras, diseño estructural, instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y especiales, entre otras.
- La emisión de propuestas de arquitectura social, auto producida y de participación ciudadana, así como en el mejoramiento, rehabilitación, ampliación y adecuación de inmuebles preexistentes, restauración y rehabilitación de obras, en sitios y edificios patrimoniales.
- Colaborar en los ámbitos de divulgación y conservación de la cultura arquitectónica participando en grupos de investigación o de apoyo docente, o bien como museógrafo, escenógrafo, curador y crítico en arquitectura.

- **Formas de titulación**

Para poderse titular de la Licenciatura en Arquitectura, el estudiante deberá cumplir con los requisitos enlistados a continuación, las formas de titulación son se presentan en la Tabla 28.

- Haber cubierto todos los créditos y las asignaturas del plan de estudios
- Cumplir el Servicio Social reglamentario
- Cumplir los requisitos curriculares de cómputo y comprensión de idioma
- Realizar alguna de las 10 opciones de titulación de la licenciatura

Tabla 28. Formas de titulación de la Licenciatura en Arquitectura en la FA, CU, UNAM.

| A partir de noveno semestre:   | Después de haber cumplido con el 100% de los créditos:  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminario de tesis o tesina</li> <li>• Actividad de investigación</li> <li>• Servicio Social</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tesis o tesina y examen profesional</li> <li>• Actividad de apoyo a la docencia</li> <li>• Ampliación y profundización de conocimientos</li> </ul> |
| A partir de decimo semestre:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de posgrado</li> <li>• Cumplimiento del total de créditos y alto nivel académico</li> <li>• Examen general de conocimientos</li> </ul>    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo profesional</li> </ul>  |   |

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017).

### • Población estudiantil

El número de estudiantes de primer ingreso generalmente se encuentra alrededor de los 1,000 estudiantes, alcanzando el valor máximo registrado de 1,296 estudiantes en el ciclo 2009-2010, seguido del ciclo 2017-2018 con 1,290 estudiantes. La variación en la población estudiantil de cada ciclo escolar se debe al número de alumnos de reingreso, el cual ha ido en aumento, presentando el valor más alto en el ciclo 2014-2015. La población estudiantil total de la Licenciatura en Arquitectura varía entre 4,500 y 6500 estudiantes por ciclo escolar y, a partir del ciclo 2006-2007, este valor ha ido en aumento, sin descender de los 5000 estudiantes (Figura 20).

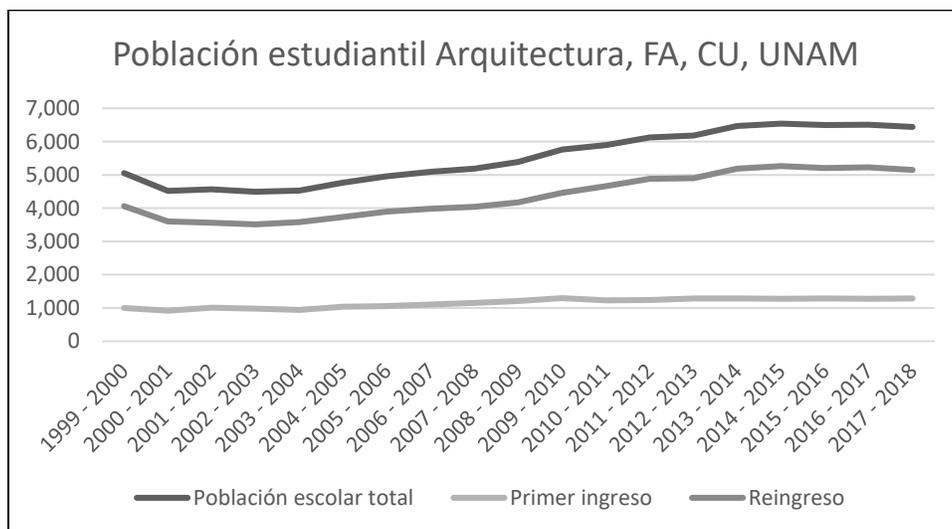


Figura 20. Población estudiantil de la LA de la FA, CU, UNAM (1999 – 2018).

Elaboración propia a partir de datos de Series Estadísticas por Entidad Académica UNAM (DGPL, UNAM, 2017).

El porcentaje de representación de mujeres en la población estudiantil ha ido en aumento, pasando de ser un 30% en el ciclo 1999-2000 a alcanzar valores cercanos al 50% en los ciclos escolares más recientes (2016-2017 y 2017-2018), como se observa en la Figura 21.

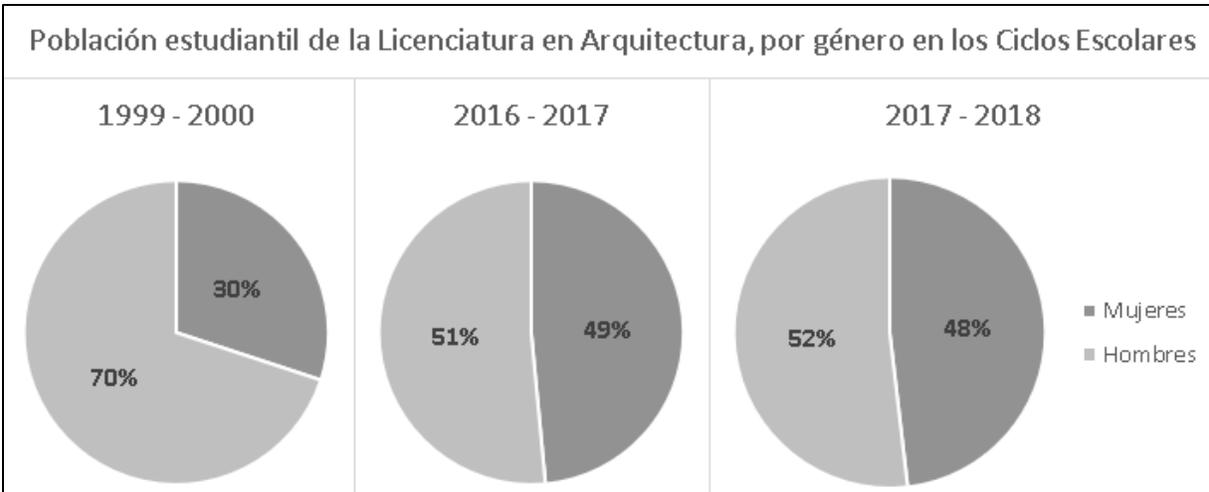


Figura 21. Población Estudiantil Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM, por género en tres ciclos escolares. Elaboración propia a partir de datos de Series Estadísticas por Entidad Académica UNAM (DGPL, UNAM, 2017).

Para el ciclo escolar 2017-2018, los valores de los estudiantes de primer ingreso son similares para ambos géneros; en el caso de reingreso, que incluye a todos los estudiantes inscritos a partir de segundo semestre, presenta valores superiores en los alumnos del género masculino, comparados con el género femenino, lo que se puede visualizar en la Figura 22.

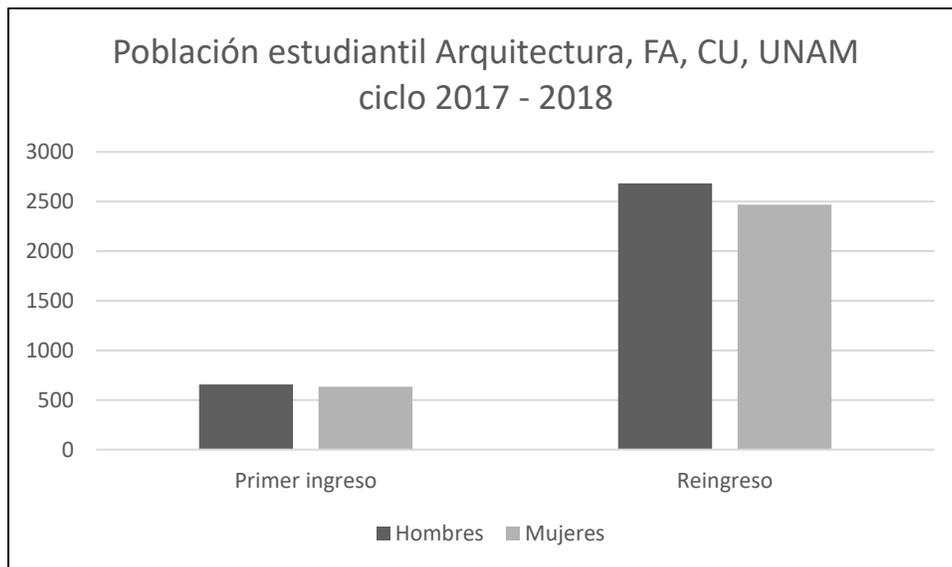


Figura 22. Población estudiantil de la Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM en primer ingreso y reingreso en el ciclo 2017 - 2018.

Elaboración propia a partir de datos de Series Estadísticas por Entidad Académica UNAM (DGPL, UNAM, 2017).

- **Demanda**

Históricamente la demanda de la Licenciatura en Arquitectura, en la Facultad de Arquitectura de la UNAM es alta. En el ciclo 2016-2017 la cantidad de aspirantes para el ingreso a la Licenciatura en Arquitectura fue de 10,597, de los cuales fueron aceptados 1,278 estudiantes para primer ingreso, por lo que se puede decir que 1 de cada 7 aspirantes entraron. De los aspirantes

aceptados el 47% fueron mujeres y el 53% fueron hombres (Asociación Autónoma del Personal Académico de la UNAM, 2018).

- **Planta Académica de la Licenciatura**

Los profesores de la Licenciatura en Arquitectura se encuentran asociados a uno o más Talleres, además, estos corresponden a una o más áreas, las áreas son Proyecto, Tecnología, Teoría, Historia e Investigación, Urbanismo y Extensión Universitaria.

Programa Universidad Sostenible (PUES). Anteriormente Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA)

La Universidad Nacional Autónoma de México es firmante de la Declaración de Talloires, en la cual cerca de quinientas universidades reconocen su papel para atender los impactos en el ambiente causados por “una producción desequilibrada e insostenible y por patrones de consumo que agravan los niveles de pobreza en muchas regiones del mundo”, donde las universidades se comprometen, entre otras cosas a “fomentar y realizar el compromiso cívico de las universidades” (Red Universitaria de Talloires, 2005, p. 1-3).

La casa de estudios ha dado respuesta a este compromiso a través de múltiples acciones, como parte del desarrollo de sus tareas sustantivas: educación, investigación y difusión de la cultura. De igual forma, la UNAM ha llevado a cabo importantes iniciativas para ser una entidad con un desempeño ambiental comprometida con el futuro. La descripción de las tareas se presenta a continuación (UNAM, 2016).

- Educación: a partir del 2009, con la puesta en marcha de la Estrategia de Universidad Sostenible EcoPuma, se ha avanzado en el objetivo de que la universidad sea ejemplo como institución ambientalmente responsable en sus actividades sustantivas y en su operación cotidiana. En la implementación de la estrategia participan diversas entidades universitarias y se articulan en proyectos que permiten dimensionar los impactos de sus acciones para toda la UNAM, ya que la tarea, requiere del concurso de todas y todos los universitarios: estudiantes, académicos, trabajadores y autoridades.
- Investigación: las Facultades, Centros e Institutos de la UNAM, han sido determinantes para la generación del conocimiento que permite comprender la magnitud y alcance de la crisis ambiental, identificar y valorar el patrimonio sociocultural y natural del país, para diseñar estrategias, acciones y políticas públicas que permitan reorientar su desarrollo. La investigación relacionada con los retos del desarrollo sostenible en la Casa de estudios es creciente, de 2011 a 2014 se publicaron más de 2,800 artículos en revistas arbitradas relacionados con desarrollo sostenible o medio ambiente y en 2014 la UNAM destinó más de 400 millones de pesos a la investigación sobre estos temas. La UNAM alberga 20 laboratorios nacionales entre los que se cuenta, el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, el Laboratorio de Innovación Fotovoltaica y Caracterización de Celdas Solares, el Laboratorio

Nacional de Concentración Solar y Química Solar y el Laboratorio Nacional de Diversidad Biológica.

- Operación: la Estrategia de Universidad Sostenible de la UNAM EcoPuma, es la respuesta de la casa de estudios a este compromiso, mismo que cuenta con el aval de las más altas autoridades de la UNAM y busca generar arraigo e identidad entre toda la comunidad universitaria. De esta forma, uno de los objetivos relevantes de la universidad, es ser un ejemplo como entidad de educación superior ambientalmente responsable, tanto en su operación, como en el accionar de sus áreas sustantivas.

El Programa considera como medio de ejecución la estrategia ECO Puma, con la cual tienen como objetivo reducir su impacto ambiental y al mismo tiempo formar profesionistas comprometidos con el medio ambiente. Con base en este programa se implementan iniciativas para lograr una universidad sostenible por medio de ocho ejes de temáticos, sobre los cuales se trabaja de manera específica y busca integrar la dimensión ambiental en los diversos quehaceres y responsabilidades de la Institución, estos son, energía, agua, residuos, consumo responsable, construcción sostenible, áreas verdes, movilidad y administración electrónica. Los diversos proyectos de cada eje temático se enlistan en la Tabla 29, a continuación (UNAM, 2016).

*Tabla 29. Proyectos de la UNAM por cada eje temático de sostenibilidad.*

| <b>Eje temático</b>               | <b>Proyectos</b>  |
|-----------------------------------|---|
| <b>Energía</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Macroproyecto "La Ciudad Universitaria y la energía"</li> <li>• Sustitución del alumbrado del Estadio Olímpico Universitario</li> <li>• Instalación de medidores de consumo de energía eléctrica en los inmuebles de CU</li> <li>• Instalación de luminarias solares en los andadores del campus Juriquilla</li> <li>• Sustitución de luminarias en los circuitos vehiculares de Ciudad Universitaria</li> <li>• Calentamiento solar de la Alberca Olímpica Universitaria</li> </ul> |
| <b>Agua</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de caudales</li> <li>• Sustitución de muebles sanitarios</li> <li>• Sistema de desinfección de agua potable</li> </ul>   |
| <b>Residuos</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta de composta</li> <li>• Sistema de gestión de residuos sólidos urbanos</li> <li>• Campaña de acopio de residuos electrónicos</li> <li>• Residuos de manejo especial y peligrosos</li> </ul>  |
| <b>Consumo responsable</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios para la adquisición de bienes con menor impacto ambiental en la UNAM</li> <li>• Catálogo de proveedores de bienes de menor impacto ambiental</li> </ul>  |
| <b>Construcción sostenible</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (LANCIS)</li> <li>• Lineamientos en materia de construcción sostenible</li> </ul>  |
| <b>Áreas verdes</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reservas ecológicas de la UNAM</li> <li>• Azoteas verdes</li> </ul>  |
| <b>Movilidad</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• BiciPuma</li> <li>• PumaBús</li> </ul>   |
| <b>Administración electrónica</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Firma electrónica avanzada</li> <li>• Oficina virtual UNAM</li> </ul>  |

Elaboración propia a partir de Sostenibilidad UNAM (UNAM, 2016).

Además, la UNAM desarrollo un distintivo ambiental para evaluar proyectos arquitectónicos. El Distintivo Ambiental UNAM otorga un reconocimiento al desempeño ambiental de empresas e instituciones públicas o privadas, es un sistema de evaluación integral del desempeño ambiental de inmuebles. Proporciona una hoja de ruta hecha a la medida de la institución evaluada para optimizar el desempeño ambiental en cuatro ejes: agua, energía, consumo responsable y residuos. Los niveles de evaluación son, básico, azul y oro, los puntajes necesarios para obtener cada uno de los niveles se presentan en la Figura 23, a continuación (UNAM, 2016).



Figura 23. Niveles de Evaluación Distintivo ambiental UNAM.

Obtenido de Sostenibilidad UNAM (UNAM, 2016)

Adicionalmente, la UNAM ofrece 413 asignaturas relacionadas con temas sostenibles, además, cuenta con licenciaturas cuyos ejes son la responsabilidad ambiental y la sostenibilidad y posgrados con líneas de investigación vinculadas con sostenibilidad y medio ambiente. Las licenciaturas y posgrados se enlistan en la Tabla 30, a continuación.

Tabla 30. Programas orientados a la sostenibilidad de la UNAM.

| Nivel        | Programa   |   |   |
|--------------|--|---|---|
| Licenciatura | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ecología</li> <li>Geohistoria</li> <li>Geociencias</li> <li>Ciencias de la Tierra</li> <li>Ciencias ambientales</li> <li>Ciencias agrogenómicas</li> <li>Ordenamiento del territorio</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ing. en energías renovables</li> <li>Administración agropecuaria</li> <li>Desarrollo y gestión interculturales</li> <li>Ciencia de materiales sostenibles</li> <li>Manejo sostenible de zonas costeras</li> <li>Planificación para el desarrollo agropecuario</li> </ul> |   |
|              | Ciencias de la Sostenibilidad  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Maestría y doctorado en Ciencias de la Sostenibilidad</li> </ul>   |   |
|              | Ciencias de la Tierra  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Maestría y Doctorado en Ciencias Ambientales y Riesgos</li> </ul>  |   |
|              | Posgrado   | Ciencias Biológicas   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Maestría y Doctorado en Manejo Integral de Ecosistemas</li> <li>Maestría y Doctorado en Ecología. Ciencias del Mar y Limnología, Maestría y Doctorado en Ciencias Ambientales y Riesgos</li> </ul> |
|              |  | Geografía   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Maestría y Doctorado en Geografía Ambiental</li> <li>Maestría y Doctorado en Manejo Integrado del Paisaje</li> </ul>   |
|              |  | Ingeniería  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Maestría y Doctorado en Ingeniería Ambiental</li> </ul>  |

Además, el Programa ha organizado una serie de seminarios, conferencias, mesas de diálogo y análisis, foros y talleres que promueven el intercambio internacional entre distintos especialistas, con el propósito de generar espacios de encuentro académico entre investigadores e investigadoras de las distintas ciencias involucradas en el análisis de la temática ambiental. Por último, el programa cuenta con tres concursos, estos son, tesis en desarrollo sostenible, Vive conCiencia y Servicios Ecosistémicos y bienestar humano (UNAM, 2016).

### 3.2.2. División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD), UAM, Azcapotzalco

La División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Azcapotzalco se encuentra en el campus Azcapotzalco de esta institución. En la División se imparte tres licenciaturas, dos especializaciones, cuatro programas de maestría y cuatro de doctorado. Las licenciaturas que se ofrecen son Arquitectura, Diseño de la Comunicación Gráfica (DCG) y Diseño Industrial (DI). Las especializaciones son en Diseño Bioclimático y Diseño, Planificación y Conservación de Paisajes y Jardines. Por último, los programas de posgrado son de Maestría y Doctorado en Diseño Bioclimático, Diseño y Estudios Urbanos, Diseño y Desarrollo de Productos, Diseño, Planificación y Conservación de Paisajes y Jardines, Diseño y Visualización de la Información y Diseño para la Rehabilitación, Recuperación y Conservación del Patrimonio Construido.

#### **Infraestructura**

En la División se cuenta con 16 talleres de docencia: Taller de Acabados (DI), Taller de Animación (DCG), Taller de Aerografía (DCG), Taller de Audiovisuales / Radio (DCG), Taller de Cerámica (DI), Taller de Fotografía (DCG), Taller de Grabado (DCG), Taller de Maderas (DI), Taller de Metales (DI), Taller de Offset (DCG), Taller de Plásticos (DI), Taller de Pre-prensa (DCG), Taller de Serigrafía (DCG), Taller de Televisión (DCG) y Taller de Vidrio (DI).

#### **Laboratorios de Investigación**

La CyAD, UAM-Azcapotzalco cuenta con 19 laboratorios de investigación sobre diversos campos, en la Tabla 31 se presentan los laboratorios de investigación con sus objetivos y campo de estudio, subrayando los conceptos relacionados con la sostenibilidad.

Los laboratorios de investigación que integran a la sostenibilidad en sus proyectos son el Laboratorio de Arquitectura del Paisaje, Laboratorio de Arquitectura Bioclimática, Laboratorio de análisis de ciclo de vida y Materialoteca y Laboratorio de Estudios del Hábitat Sustentable, además, los laboratorios de Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico, Laboratorio de Ergonomía, Laboratorio de Sistemas Interactivos y Eye Tracking integran conceptos relacionados con la sostenibilidad en sus objetivos de investigación.

Tabla 31. Laboratorios de Investigación de la CyAD, UAM-Azc.

| Laboratorios  | Objetivos   |
|---|---|
| <b>Cámara de Gesell</b>   | Ideal para analizar casos en las áreas de psicología, educación, marketing, diseño industrial y desarrollo humano   |
| <b>Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico</b>                | <p>Tiene como objeto de estudio el conocimiento, la práctica y la investigación del sonido y su relación con la arquitectura, el urbanismo, el diseño y la tecnología, con la pretensión de ampliar los horizontes de aquellas disciplinas y así <u>ofrecer mejores condiciones a los espacios y el entorno construido.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar una línea de pensamiento en el ámbito del diseño de espacios arquitectónicos, ambientes urbanos, objetos y dispositivos acústicos que <u>mejoren las condiciones de vida cotidiana de las personas en lo social y en lo ambiental.</u></li> </ul>  |
| <b>Laboratorio de Arquitectura del Paisaje</b>                  | <p>Coadyuvar al desarrollo de programas y proyectos de investigación, así como apoyar las labores docentes en los niveles de licenciatura y posgrado en aquellas UEA cuyos contenidos estén vinculados o sean afines al campo de la <u>Arquitectura del Paisaje.</u></p> <p>Realiza el análisis y desarrollo de propuestas de planificación del paisaje que <u>optimicen la utilización de los recursos naturales</u> y promuevan el diseño de los espacios abiertos, arquitectónicos y urbanos, que propicien una <u>relación armónica con el medio ambiente</u> y consideren la <u>conservación del entorno construido y del paisaje.</u></p>   |
| <b>Laboratorio de Arquitectura Bioclimática</b>                 | <p><u>Desarrollar programas y proyectos de investigación en el campo de la arquitectura bioclimática.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Fortalecer el desarrollo de la investigación en los campos del diseño ambiental sostenible.</u></li> <li>• Generar conocimiento innovador para <u>optimizar las soluciones arquitectónicas con relación con los usuarios, el medio ambiente y los recursos energéticos.</u></li> </ul> <p><u>Estudia la relación entre los espacios arquitectónicos y las condiciones ambientales en una búsqueda para crear óptimas condiciones de confort y bienestar con un eficiente consumo de la energía. Pretende integrar el espacio construido a su entorno natural inmediato de acuerdo con las condiciones ambientales, basado en el acondicionamiento de las edificaciones a través de sistemas pasivos y/o activos de climatización.</u></p> |
| <b>Laboratorio de CAD CAM</b>                                   | -   |
| <b>Laboratorio de análisis de ciclo de vida y Materialoteca</b> | <p><u>Generar un acervo y documentación de materiales ofrecidos en el mercado nacional para su estudio y clasificación.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Clasificar los materiales según su procedencia, características físicas, empresas que los ofrecen, costos e impacto al ambiente.</u></li> <li>• <u>Brindar asesoría a los interesados en este campo.</u></li> <li>• <u>Apoyar otros proyectos de investigación, en especial el ACV de materiales del mercado mexicano.</u></li> </ul>   |
| <b>Laboratorio de Color</b>                                     | <p>Estudiar el conjunto de relaciones entre el color y el <u>medio ambiente.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar y difundir los conocimientos en torno al color relacionados con el diseño.</li> <li>• Estudiar el color en relación con los objetos de diseño.</li> </ul>   |
| <b>Laboratorio de Cubiertas Ligeras</b>                         | Desarrollo de investigaciones en el ámbito de las cubiertas ligeras y sus sistemas estructurales que promuevan la innovación tecnológica.   |
| <b>Laboratorio de Ergonomía</b>                                 | <p>Investigar dentro del campo de la Ergonomía, cuyo motivo principal sea el de proporcionar a los seres humanos una <u>mejor calidad de vida</u> a través de una nueva propuesta para el diseño de objetos y de entornos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir a la <u>inclusión social</u> a través del diseño de productos.</li> <li>• Brindar <u>capacitación, asesoría, cursos</u>, o la prestación directa de servicios, que en su conjunto se traduzcan en el impulso para una vida independiente de las personas.</li> </ul>   |

| Laboratorios   | Objetivos   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar dentro de los ámbitos de acción cotidiana sobre aspectos de puestos de trabajo, actividades lúdicas, culturales, sociales, considerando conceptos de habitabilidad, accesibilidad y sustentabilidad.</li> </ul>   |
| <b>Laboratorio de Estudios del Hábitat Sustentable</b>       | <p>Generar información estratégica territorial y productos de investigación sobre metodologías de diseño, innovación social y tecnologías para un <u>hábitat sustentable</u> ...</p> <p>Tiene como principios rectores la investigación en el diseño y <u>tecnologías sustentables</u> a partir de pensar la economía y tecnología a escala humana, partiendo de un paradigma existencial en el que se <u>reconoce al Ser Humano como parte de su entorno natural</u>, capaz de propiciar una economía local de autoconsumo cimentada de lo <u>local a lo global</u>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir el <u>hábitat sustentable</u> como marco de análisis. Generar productos de investigación por un hábitat sustentable, vinculados a <u>locaciones de alta marginación y grupos vulnerables en México</u>.</li> <li><u>Establecer redes, así como canales de discusión y de acuerdos entre los distintos actores involucrados con la temática</u>.</li> <li>Aportar <u>metodologías de diseño e innovación social</u> alternativas al <u>desarrollo del hábitat sustentable del país, en localidades con alto grado de marginación</u>.</li> <li><u>Generar información estratégica para un hábitat sustentable</u> a través del Centro de Análisis Geoespacial.</li> </ul> |
| <b>Laboratorio de Interfase Urbana y Paisaje Cultural</b>    | -   |
| <b>Laboratorio de Investigación, Desarrollo e Innovación</b> | -   |
| <b>Laboratorio de la Forma Urbana</b>                        | Articular los avances en la investigación sobre la ciudad que se realiza dentro del laboratorio con los contenidos de las Unidades de Enseñanza Aprendizaje impartidas en licenciatura y posgrado   |
| <b>Laboratorio de Maquetas y Modelos</b>                     | Apoyar el desarrollo de los programas de docencia e investigación de la carrera de Arquitectura, en aquellas UEA's y proyectos que involucren la realización de modelos físicos a escala por parte de los alumnos, profesores o los investigadores.   |
| <b>Laboratorio de Modelos Estructurales</b>                  | Desarrollar apoyos didácticos para reforzar el aprendizaje de los temas estructurales que tienen incidencia en la práctica edificatoria, complementando mediante el uso de modelos físicos al sistema tradicional de enseñanza aprendizaje.   |
| <b>Laboratorio de Sistemas Interactivos y Eye Tracking</b>   | <p>Investigación, conceptualización y desarrollo de proyectos del ámbito del diseño mediante la implementación de sistemas interactivos y de sistemas de reconocimientos de movimientos oculares (Eye Tracking).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El estudio, investigación y reflexión de problemáticas de diseño, mediante la implementación de sistemas interactivos, que atiendan <u>problemáticas reales de la sociedad</u></li> </ul>   |
| <b>Laboratorio de Investigación y Creación Intermedia</b>    | Desarrollar y consolidar una plataforma virtual de transmisión en vivo de contenidos audiovisuales sobre proyectos académicos de investigación y divulgación, con el fin de generar una identidad e imagen divisional que se posicione en las redes internet como canal de comunicación de las ciencias y artes para el diseño.   |
| <b>Laboratorio de Materialización 3D</b>                     | -   |
| <b>Observatorio de la Recreación</b>                         | Estudiar las características de los espacios de recreación en distintos ámbitos urbanos, con énfasis en la Ciudad de México con el fin de hacer propuestas de diseño que mejoren la calidad de vida de la población usuaria.  |

Elaboración propia a partir de Laboratorios de Investigación (UAM-Azc, 2018). Subrayado por la autora del proyecto.

## Planta académica

La planta académica de la División de Ciencias y Artes para el Diseño está compuesta por titulares, asociados y asistentes, los tres pueden ser de tiempo completo (TC), medio tiempo (MT) o tiempo parcial (TP). Hasta el año 2006, los anuarios estadísticos de la UAM también contemplaban a personal en sabático y temporal, los anuarios clasificaban al personal en indeterminados y activos, los indeterminados conjuntaban a los titulares, asociados y asistentes de las tres categorías (TC, MT y TP) y al personal de sabático, los activos contemplaban a los titulares, asociados y asistentes de las tres categorías (TC, MT y TP) y a los temporales. En la Figura 24 se presenta la cantidad de personal académico de la División de Ciencias y Artes para el Diseño desde el 2002 al 2017, abarcando todas las categorías.

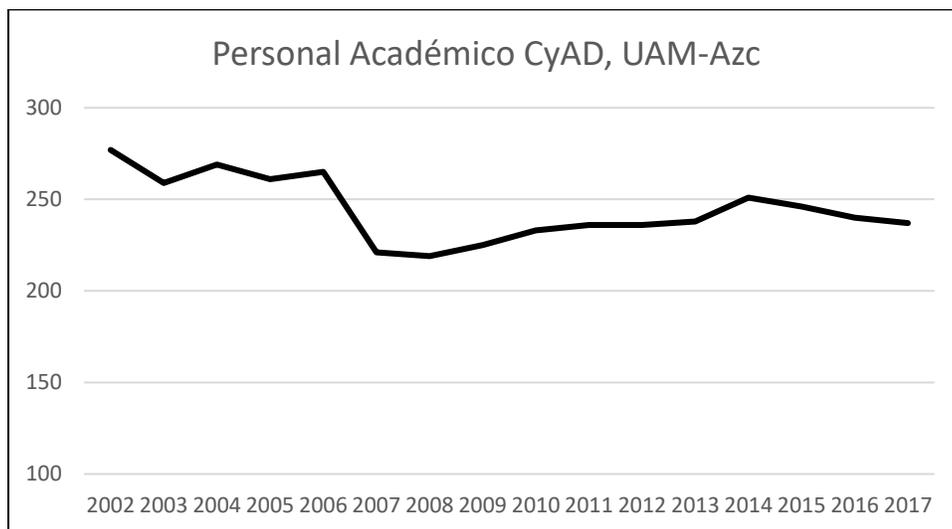
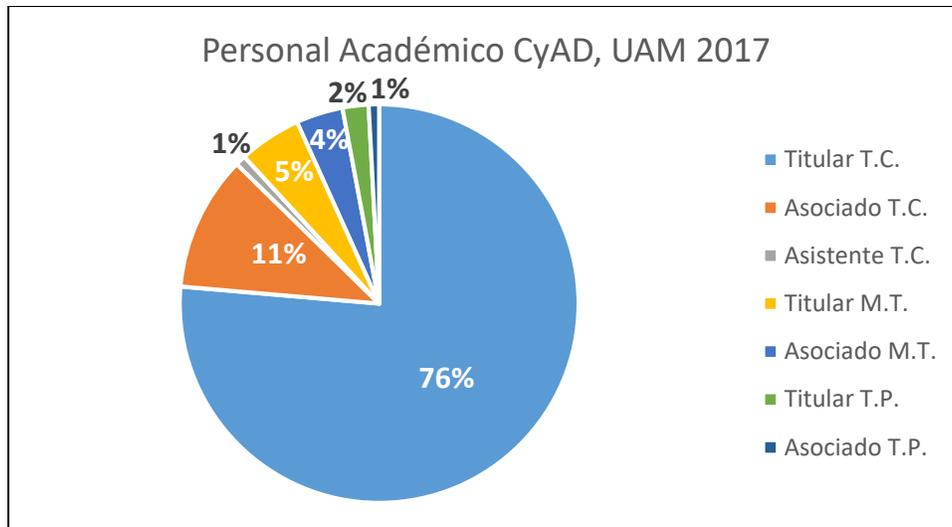


Figura 24. Personal Académico de la CyAD Diseño de la UAM-Azc, periodo 2002 – 2017.

Elaboración propia a partir de datos de Anuarios Estadísticos UAM (CGII, 2017).

Para el año 2017, la mayor parte del personal académico (76%) son titulares T.C., lo que incluye a menos de 200 profesores, seguido de los asociados T.C. con un 12%, siendo 26 profesores, después se encuentran los titulares M.T., quienes representan el 5%, que representa a 12 profesores, los asociados M.T. un 4%, lo que representa a menos de 10 profesores, los titulares T.P. un 2%, siendo 5 profesores y los asistentes T.C. y los asociados T.P. ambos con un 1%, que representan a 2 profesores en cada una de las categorías. En este año, no hay asistentes M.T. ni T.P (Figura 25).



*Figura 25. Personal Académico de la CyAD Diseño de la UAM-Azc en 2017.*  
Elaboración propia a partir de datos de Anuarios Estadísticos UAM (CGII, 2017).

### Licenciatura en Arquitectura, CyAD, UAM-Azc

El plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura se aprobó en 2005, tiene como objetivo formar profesionales que realicen diseños destinados a la producción o mejoramiento de los espacios usados por el hombre en sus actividades cotidianas, capacitados para el trabajo interdisciplinario, mediante un proceso que permita visualizar los problemas arquitectónicos, plantear soluciones, desarrollar proyectos y supervisar su realización material, a partir de la investigación de las necesidades sociales relevantes en nuestro país (UAM-Azc, 2005).

A continuación, se presentan el perfil de ingreso, el perfil de egreso, las formas de titulación, la población estudiantil la demanda y la planta académica de licenciatura en Arquitectura de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM Azcapotzalco

- **Perfil de ingreso**

El alumno, al ingresar a la licenciatura deberá ser capaz de:

- Organizar y encontrar relaciones entre ideas en segmentos de texto de nivel medio superior.
- Emplear la comunicación oral, escrita acorde a nivel medio superior.
- Analizar, sintetizar, criticar y trabajar en equipo.
- Resolver problemas de razonamiento aritmético, geométrico y algebraico.
- Conceptualizar e interpretar relaciones abstractas, por medio de formas simbólicas y espaciales.
- Emplear medios computarizados.
- Valorar y apreciar el arte, la ciencia y la cultura.
- Dibujar y modelar.

- Manejo del lenguaje gráfico bidimensional y tridimensional.
- Identificar la problemática social, global y ambiental.

- **Perfil de egreso**

El alumno egresado de Arquitectura tendrá:

- Facultad para emitir juicios de valor respecto al arte, la ciencia y la cultura.
- Aptitud para detectar las necesidades del usuario, evaluar estrategias y proponer soluciones de diseño arquitectónico y de su entorno urbano.
- Competencia para fundamentar conceptos arquitectónicos a través del análisis, la síntesis y la crítica.
- Destreza para representar sus ideas por medio de diferentes lenguajes y técnicas propios del diseño arquitectónico y de su entorno urbano.
- Habilidad para generar espacios arquitectónicos y sus soluciones constructivas a partir de una metodología propia de la disciplina.
- Capacidad de dar soluciones de diseño que integren aspectos teóricos, metodológicos, tecnológicos y ambientales.
- Competitividad para el trabajo interdisciplinario en las actividades relacionadas con el diseño arquitectónico.
- Capacidad para ejercer su profesión en empresas públicas, privadas instituciones y organizaciones sociales o como profesionista independiente
- Destreza para planear y administrar las técnicas y procesos del diseño en arquitectura.
- Habilidad para diseñar espacios arquitectónicos y edificaciones acordes al contexto socioeconómico, cultural y ecológico en el que se insertan.
- Comprensión de lectura de un segundo idioma diferente al español.

- **Formas de titulación**

Para poderse titular de la Licenciatura en Arquitectura, el estudiante deberá cumplir con los requisitos enlistados a continuación:

- Haber acreditado un mínimo de 532 créditos
- Constancia del Coordinador de Estudios de haber presentado el Proyecto Terminal en sesión pública ante profesores designados por el Comité de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura, donde la evaluación será asentada por el Asesor de Proyecto Terminal responsable del alumno
- Acreditar la comprensión de textos en un idioma extranjero (inglés, francés o alemán) ante la CELEX de la Unidad Azcapotzalco.
- Haber cumplido con el Servicio Social de acuerdo con el Reglamento de Servicio Social a Nivel Licenciatura de la UAM

- **Población estudiantil**

El número de estudiantes de primer ingreso generalmente se encuentra por debajo de los 500 estudiantes, alcanzando el valor máximo registrado de 357 estudiantes en el año 2003, seguido del año 2017 con 292 estudiantes. La variación en la población estudiantil de cada ciclo escolar se debe al número de alumnos de reingreso, el cual se encuentra alrededor de los 3,000, presentando el valor más alto en el año 2006 con 3,211 estudiantes. La población estudiantil total de la Licenciatura en Arquitectura ha ido en decremento a partir del año 2006 que tenía 3,452 estudiantes por año, hasta alcanzar los 2,888 estudiantes en 2017 (Figura 26).

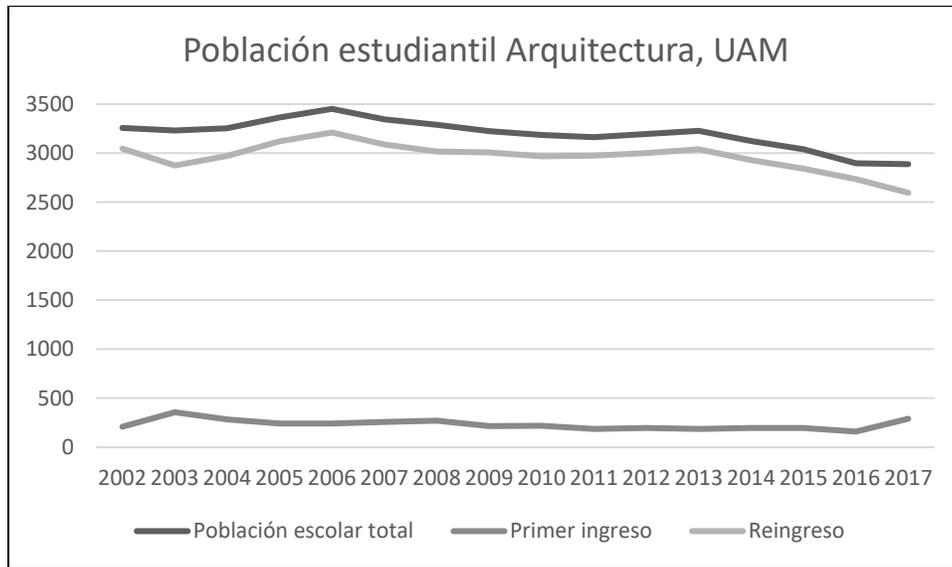


Figura 26. Población estudiantil de la LA de la CyAD, UAM-Azc (2002 – 2017).  
Elaboración propia a partir de datos de Anuarios Estadísticos UAM (CGII, 2017).

Para el ciclo año 2017, los valores de los estudiantes de primer ingreso y reingreso, que incluye a todos los estudiantes inscritos a partir de segundo semestre presentan valores superiores en los alumnos del género masculino, comparados con el género femenino, lo que se puede visualizar en la Figura 27.

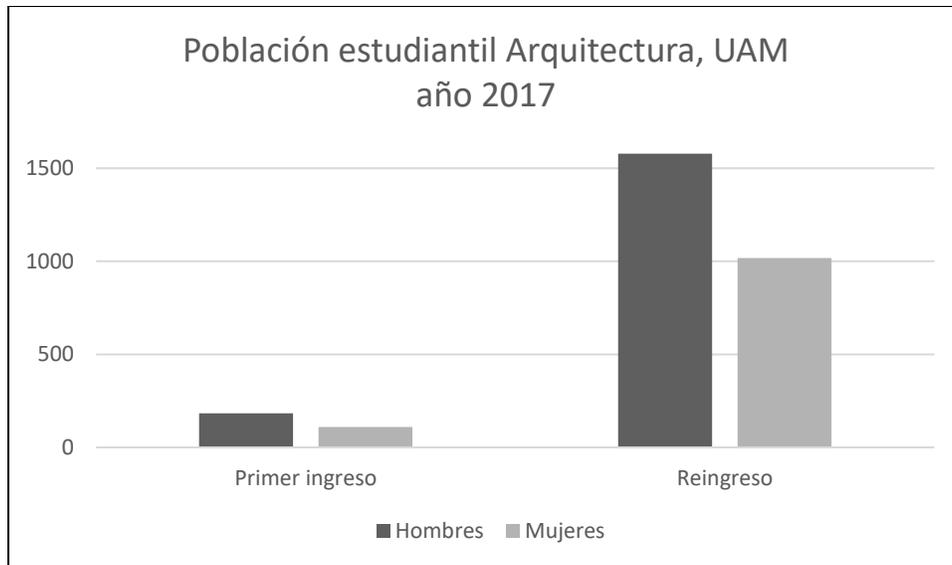


Figura 27. Población estudiantil de la Licenciatura en Arquitectura, CyAD, UAM-Azc en primer ingreso y reingreso en el ciclo 2017 - 2018.

Elaboración propia a partir de datos de Anuarios Estadísticos UAM (CGII, 2017).

- **Demanda**

En el año 2017 la cantidad de aspirantes para el ingreso a la Licenciatura en Arquitectura fue de 2,850, de los cuales 292 estudiantes se inscribieron para primer ingreso, lo que significa que el 10.25% de los aspirantes se inscribieron para primer ingreso. De los aspirantes aceptados el 39.9% fueron mujeres y el 60.1% fueron hombres, de los inscritos en primer ingreso el 37.33% son mujeres y el 62.68% son hombres (CGII, 2017).

- **Planta Académica de la Licenciatura**

Según el plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UAM, Unidad Azcapotzalco (2017), los Asesores de la Licenciatura deberán tener las características enlistadas a continuación:

- Ser profesor de tiempo completo con categoría de titular y tener mínimo nivel C, de la División de CyAD-Azcapotzalco o ser profesor invitado proveniente de otra institución académica nacional o del extranjero. En el último caso, su participación estará sujeta a la existencia de un convenio específico entre la UAM-Azcapotzalco y la otra Institución.
- Tener preferentemente el grado de Maestro.
- Tener producción y resultados importantes de investigación o una amplia experiencia profesional en la realización o dirección de proyectos de arquitectura.

Además, existen dos tipos de Asesores en la Licenciatura, los asesores académicos y los asesores de proyecto terminal, las funciones de cada uno se describen a continuación (UAM-Azc, 2005):

- Asesor Académico: Fungirá como responsable académico de un número no mayor de quince alumnos simultáneamente, con la finalidad de guiarlos en su desempeño

académico. El Asesor Académico será responsable de cada alumno durante los dos trimestres continuos en los que éste curse las Unidades de Enseñanza- Aprendizaje (UEA) del Tronco Profesional, Taller de Arquitectura I-A y I-B, o bien las de Taller de Arquitectura II-A y II-B a las cuales esté formalmente asignado.

- Asesor de Proyecto Terminal: Fungirá como responsable del Proyecto Terminal de un número no mayor de diez alumnos simultáneamente. El Asesor de Proyecto Terminal será responsable de cada alumno durante el tiempo necesario para que éste acredite las UEA, Taller de Proyecto Terminal I y II.

#### Plan Institucional hacia la Sostenibilidad, Unidad Azcapotzalco (PIHASU-UAM-Azc)

En este Plan la universidad determina que para ser sostenible en la gestión del campus con base en el pensamiento sistémico, debe lograr un sistema de gestión integral; tener un enfoque ético para que la comunidad se beneficie de todos los programas de gestión, además de tener una planeación participativa activa de todos los miembros de la Universidad en los programas de gestión (UAM-Azc, 2009).

La ruta hacia la sostenibilidad que la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, se ha trazado contempla el desarrollo de diversas estrategias y la ejecución de variadas acciones en los ámbitos de la docencia, la investigación, la extensión universitaria y la gestión del campus. Estas estrategias están diseñadas con la intención de superar las debilidades y enfrentar las amenazas de la institución encontradas como producto del análisis de la matriz tipo FODA. El plan consta de cuatro pilares que soportan las estrategias, los cuales se enlistan a continuación (UAM-Azc, 2009):

- Que la comunidad universitaria adopte una cultura hacia la sostenibilidad
- Que la institución diseñe e implemente líneas de investigación con temas sostenibles
- Que los académicos y los responsables de la gestión del campus formen y participen en redes nacionales e internacionales relacionadas con la temática de la sostenibilidad
- Que la comunidad universitaria participe y desarrolle programas y proyectos relacionados con la sostenibilidad

El plan contempla cuatro líneas estratégicas: Docencia, Investigación, Extensión Universitaria y Gestión del Campus, que a su vez están conformadas por estrategias y acciones. Las estrategias para cada línea estratégica se enlistan en la Tabla 32, a continuación (UAM-Azc, 2009).

*Tabla 32. Estrategias correspondientes a cada línea estratégica del PIHASU-UAM-Azc.*

| <b>Línea estratégica</b> | <b>Estrategia</b>   |
|--------------------------|---|
| <b>Docencia</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporación de la cultura de la sostenibilidad al perfil de egreso de todos los Planes de Estudios de licenciatura y aquellos de posgrado que lo permitan.</li> <li>• Impulso de la participación del Personal Académico en el desarrollo de la cultura de la sostenibilidad.</li> </ul> |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento y desarrollo de actitudes de los alumnos que favorezcan la construcción del enfoque ético de la sostenibilidad y la planeación participativa.</li> </ul>   |
| <b>Investigación</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción y fortalecimiento de líneas de investigación divisionales e interdivisionales, que consideren de forma integral los aspectos sociales, económicos y de protección al ambiente.</li> <li>• Impulso de la participación del personal académico en redes nacionales e internacionales enfocadas a la investigación de la sostenibilidad.</li> <li>• Promoción y diversificación de mecanismos de financiamiento para proyectos con enfoque sostenible.</li> </ul> |
| <b>Extensión universitaria</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de la cultura de la sostenibilidad en la Unidad y su entorno.</li> <li>• Fomento del desarrollo de programas y proyectos de vinculación asociados a la sostenibilidad.</li> <li>• Impulso de la participación de la comunidad universitaria en campañas de inducción-promoción de la cultura de la sostenibilidad.</li> </ul>  |
| <b>Gestión del campus</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aseguramiento de la operación de los programas de gestión sostenible en el campus.</li> <li>• Desarrollo y fortalecimiento de los programas de gestión sostenible.</li> <li>• Difusión y participación de las experiencias de gestión sostenible.</li> </ul>   |

Elaboración propia a partir de PIHASU-UAM-Azc (UAM-Azc, 2009).

La UAM participa en órganos de política ambiental federal como son: el Consejo Consultivo para el Desarrollo Sostenible, que es un Proyecto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y en el Consejo de Cambio Climático (CCC) que es uno de los componentes del Sistema Nacional de Cambio Climático.

Actualmente tres de las cinco unidades académicas<sup>10</sup> que integran a la Universidad Autónoma Metropolitana, tienen un Plan hacia la sostenibilidad. Son diferentes las acciones encaminadas por esta institución las cuales procuran una participación de toda la comunidad universitaria y la sociedad, como son el programa Recicladrón en conjunto con la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México en el cual participan algunas de las unidades académicas y se reciclan artículos electrónicos; el programa Separación que todas las unidades realizan para el manejo de residuos; el cuidado del arbolado que efectúa la unidad Azcapotzalco; el taller de Hidroponía que ofrece la unidad Xochimilco; las Jornadas sobre Sostenibilidad que lleva a cabo la unidad Cuajimalpa y, más recientemente, en la Unidad Lerma se inició la Primera Edición de la Feria de Sostenibilidad.

Además de los programas, la Unidad Azcapotzalco ha realizado diversas acciones en materia de energía, como es la sustitución de 4,228 lámparas de alta eficiencia y el cambio de 1,289 balastos electrónicos. Igualmente, fueron adecuados algunos espacios para mejorar la ventilación, los cuales se pintaron con colores para aprovechar la luz natural (López Zárate, 2014). Asimismo,

<sup>10</sup> Las Unidades Académicas de la Universidad Autónoma Metropolitana son: Azcapotzalco, Cuajimalpa, Iztapalapa, Lerma y Xochimilco

están instalados aerogeneradores en diferentes lugares de la Unidad, para el aprovechamiento de este tipo de energía.

En cuanto al tema del agua, uno de los principales programas es el de Tratamiento de Aguas Residuales, en el que “se trataron 3,007.9 m<sup>3</sup> para uso de riego en las áreas verdes de la Universidad [...] asimismo, se produjeron 17,180 litros de agua desionizada para apoyar las actividades de los laboratorios de los departamentos de Ciencias Básicas y Energía” (López Zárate, 2014). Asimismo, se ubicaron dentro de la unidad bebederos de agua potable.

En cuanto a las áreas verdes, la universidad, desde 1995, ha implementado el programa de cuidado arbóreo, con el que se han logrado mantener árboles nativos de la región, la institución cuenta con trabajadores certificados por la Sociedad Internacional de Arboricultura y por la Federación Mexicana de Jardinería y Arreglo Floral, A. C. Además, se realizan inventarios arbóreos, con los cuales se tienen detectadas 93 especies (Chacalo Hilú, 2012).

### 3.2.3. Comparación de la Dimensión Institucional

Para el análisis comparativo de la dimensión institucional de las escuelas de Arquitectura se tomaron los indicadores propuestos por COMPLEXUS en 2013. Ambas escuelas consideran todos los indicadores de la identidad institucional, La CyAD el 50% de los indicadores de educación y la FA el 66% ya que integra planes de estudio especializados en temáticas ambientales y de sostenibilidad, ambas escuelas consideran el 75% de los indicadores de investigación, el 60% de los indicadores de extensión y difusión y el 33% de los indicadores de vinculación. La evaluación cualitativa con los indicadores de COMPLEXUS se presenta en la Tabla 33.

Por último, se realizó una comparación de los Programas Institucionales de Sostenibilidad de las Instituciones de Educación Superior a las que pertenecen las escuelas de arquitectura, en la que se encontró que las dos escuelas consideran la docencia, la investigación, la extensión universitaria, Energía, Agua, Movilidad, Áreas verdes y residuos. Además, el PUES de la UNAM considera los aspectos Áreas naturales protegidas, Administración electrónica, Consumo responsable y Construcción sostenible, además de contar con el Distintivo Ambiental UNAM y el programa PUMAGUA, en el caso del PIHASU de la UAM-Azcapotzalco cuenta con el programa de Huella de Carbono y los programas de Reciclación y Separación, esto se presenta en la Tabla 34.

Tabla 33. Evaluación de la Dimensión Institucional de las escuelas de Arquitectura con los indicadores COMPLEXUS

| Criterio                       | Indicador COMPLEXUS   | FA, UNAM, CU | CyAD, UAM-Azc |
|--------------------------------|---|--------------|---------------|
| <b>Identidad institucional</b> | Incorporación de la perspectiva ambiental y de sostenibilidad como una política institucional   | ✓            | ✓             |
|                                | Asignación presupuestal institucional para el desarrollo de proyectos en ambiente y sostenibilidad  | ✓            | ✓             |
|                                | Sistemas de Gestión Ambiental en las IES  | ✓            | ✓             |
|                                | Perspectiva de género en los niveles organizacionales y equidad de género en puestos directivos   | ✓            | ✓             |
|                                | Prevención de riesgos a la salud, al ambiente y al patrimonio en los espacios de las IES  | ✓            | ✓             |
| <b>Educación</b>               | Planes de estudio que han incorporado de manera transversal la perspectiva ambiental y de sostenibilidad  | ✓            | ✓             |
|                                | Estrategias de formación y actualización de profesores para fortalecer la perspectiva ambiental y de sostenibilidad en la docencia y en los planes de estudio               | ✓            | ✓             |
|                                | Programas de educación continua en temas ambientales y de sostenibilidad  | ✓            | ✓             |
|                                | Programas educativos en modalidades alternativas en temáticas ambientales y de sostenibilidad   | x            | x             |
|                                | Planes de estudio especializados en temáticas ambientales y de sostenibilidad   | ✓            | x             |
|                                | Participación de estudiantes y profesores en proyectos de educación ambiental no formal, para la sostenibilidad   | x            | x             |
| <b>Investigación</b>           | Grupos multidisciplinarios de investigación que trabajan en temas y/o ejes prioritarios para el ambiente y la sostenibilidad  | ✓            | ✓             |
|                                | Líneas de investigación relevantes para los temas ambientales regionales y locales desde una perspectiva interdisciplinar   | ✓            | ✓             |
|                                | Investigación para reconocer, proteger y promover sistemas de construcción de conocimiento, saberes y cultura locales como factores de sostenibilidad                       | x            | x             |
|                                | Investigación interdisciplinaria para la evaluación del riesgo de tecnologías en uso y desarrollo de nuevas tecnologías ambientalmente amigables y socialmente responsables | ✓            | ✓             |
| <b>Extensión y difusión</b>    | Programas de extensión en problemáticas prioritarias de ambiente y sostenibilidad   | x            | x             |
|                                | Programas y proyectos de difusión en temas ambientales y de sostenibilidad  | ✓            | ✓             |
|                                | Participación en procesos públicos y sociales en temas ambientales y de sostenibilidad  | ✓            | ✓             |
| <b>Vinculación</b>             | Programas de servicio social en medio ambiente y sostenibilidad   | x            | x             |
|                                | Prestación de servicios profesionales en materia ambiental y de sostenibilidad  | x            | x             |
|                                | Participación en redes universitarias, con organismos gubernamentales y de la sociedad civil, con programas en medio ambiente y sostenibilidad                              | ✓            | ✓             |

Elaboración propia basado en los indicadores COMPLEXUS.

Tabla 34. Comparación de los Programas Institucionales de Sostenibilidad de las IES a las que pertenecen las escuelas de Arquitectura.

| Programa de sostenibilidad | FA, UNAM, CU<br>PUES (antes PUMA, ECOPuma) | CyAD, UAM-Azc<br>PIHASU |
|----------------------------|--|-------------------------|
| Docencia                   | ✓  | ✓                       |
| Investigación              | ✓  | ✓                       |
| Extensión Universitaria    | ✓  | ✓                       |
| Energía                    | ✓  | ✓                       |
| Agua                       | ✓  | ✓                       |
| Movilidad                  | ✓  | ✓                       |
| Áreas verdes               | ✓  | ✓                       |
| Áreas naturales protegidas | ✓  | NA                      |
| Residuos                   | ✓  | ✓                       |
| Administración electrónica | ✓  | x                       |
| Consumo responsable        | ✓  | x                       |
| Construcción sostenible    | ✓  | x                       |
| Otros                      | Distintivo Ambiental UNAM                  | Huella de carbono       |
| Programas                  | PUMAGUA                                    | Reciclatrón, Separación |

Elaboración propia a partir de Sustentabilidad UNAM (UNAM, 2016) y Plan Institucional Hacia la Sustentabilidad Unidad Azcapotzalco (UAM-Azc, 2009).

A pesar de que se ha hecho un gran esfuerzo en ambas escuelas respecto a la implementación de programas de sostenibilidad, estos no consideran ciertos puntos propuestos en COMPLEXUS, lo que podría elevar su nivel de sostenibilidad. Los programas de sostenibilidad de la UNAM y de la UAM son un referente nacional, por lo que algunas de sus acciones pueden ser replicadas en otras IES, debido a las acciones que promueven en sus planes.

### 3.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN DE LA ESTRUCTURA FORMAL DEL CURRÍCULO

Se procedió a una revisión de los documentos oficiales de los planes de estudio, donde se identificó la información relevante respecto a la formación de los arquitectos. Posteriormente se mencionan las formas de obtención de los documentos, tanto para profesores como para alumnos y externos. Por último, se identificaron las materias con contenido temático relacionado con el medio ambiente y/o la sostenibilidad.

#### 3.3.1. Facultad de Arquitectura (FA), Ciudad Universitaria, UNAM

El proyecto de Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura de Arquitectura presentado por la Facultad de Arquitectura, UNAM, con el objetivo de modificar el plan de 1992, fue aprobado por el H. Consejo Técnico el 24 de abril de 1998. Posteriormente, se creó el Proyecto de Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura de Arquitectura aprobado por el H. Consejo Técnico el 30 de noviembre de 2016, por el Consejo Académico del Área de las Humanidades y de las Artes el 12 de junio de 2017 y opinión favorable del Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías el 24 de mayo de 2017.

Para ambos planes el documento se divide en dos tomos, en el Tomo I se encuentra el Proyecto de Modificación del Plan de Estudios y en el Tomo II se encuentran los programas de las materias que lo componen, estos se encuentran en línea en la página de la Facultad de Arquitectura.<sup>11</sup> El plan de estudios de 1999 se encontraba accesible de manera digital en la página de internet de la Facultad de Arquitectura, sin embargo, posterior a la implementación del plan de estudios de 2017, la liga de descarga del plan anterior ya no se encuentra en la página de internet. En esta se encuentran disponibles los mapas curriculares de ambas versiones del plan de estudios.

Además, existe un documento físico con diferentes formatos para cada plan, en el de 1999 es un libro con poco texto, en el caso del de 2017 es un documento impreso en papel tipo periódico con un mayor contenido de texto que el plan anterior. El documento correspondiente al plan del 2017 fue creado por el área de difusión de la Facultad, y se encuentra disponible para su compra en la librería de la Facultad, el costo es de \$20 para cualquier persona que desee adquirirlo;, en el caso de los profesores, la Facultad entregó el documento a cada profesor junto con su paga correspondiente al mes anterior del inicio del ciclo 2018-2019, un año después de que se comenzó a impartir clases con ese plan de estudios (Facultad de Arquitectura, 2017).

El plan de estudios de la licenciatura contiene, entre otras cosas, las etapas de formación, las áreas que componen la Licenciatura, el enfoque del plan, los temas transversales que lo componen las líneas que interés profesional que pueden elegir los estudiantes, los dos tipos de trayectoria final que estos pueden seguir, y la flexibilidad del plan, los cuales se abordan a continuación.

### Etapas

El plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura en la UNAM está compuesto por 10 semestres, divididos en 5 etapas de dos semestres cada una, en el plan de 1999 las etapas eran: básica, de desarrollo, de profundización, de consolidación y de demostración; en el de 2017 las etapas son: básica, de desarrollo, de profundización, de consolidación y de síntesis, cada etapa tiene objetivos específicos, los correspondientes al plan del 2017 se enlistan en la Tabla 35:

*Tabla 35. Objetivos de las etapas en la Licenciatura en Arquitectura 2017, FA, CU, UNAM.*

| Etapa Básica  |              |
|---|--------------|
| Semestres I y II  | Créditos: 86 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificará el espacio en diversas escalas comprendiendo conceptos de habitabilidad, <u>sostenibilidad</u>, inclusión e identidad en el proyecto para aumentar la calidad de vida.</li> <li>• Identificará las etapas del proceso de diseño a partir del conocimiento de factores de habitabilidad y factibilidad constructiva y normatividad aplicable para un proyecto.</li> <li>• Localizará problemas territoriales, urbanos y <u>socio ambientales</u> con enfoque sistémico y visión crítica y ética, a partir de análisis de problemas globales y nacionales.</li> <li>• Promoverá observación, reflexión y análisis colectivo crítico y valoración de influencia del proyecto.</li> </ul> |              |

<sup>11</sup> <http://arquitectura.unam.mx/>

- Explicará los fundamentos del diseño, a partir de conceptos, instrumentos, métodos, códigos de comunicación, análisis geométrica y representación gráfica para desarrollo de un ejercicio proyectual.

#### **Etapa de Desarrollo**

Semestres III y IV

Créditos: 95

- Describirá los factores sociales, ambientales, urbanos, políticos, económicos y culturales en los marcos de referencia de la actividad proyectual con énfasis en sus procesos y en los componentes territoriales con los que interactúa el objeto arquitectónico.
- Identificará los elementos básicos y generales de materiales, topografía, sistemas constructivos, instalaciones básicas, normatividad y administración de obra, de acuerdo con la lógica estructural constructiva, integral y sostenible de las edificaciones.
- Reconocerá herramientas metodológicas y conceptuales para el abordaje de la actividad proyectual, enfatizando fines, procesos, acciones e influencias que actúan en el que hacer urbano arquitectónico en el marco de las demandas sociales y la complejidad de la realidad nacional.

#### **Etapa de Profundización**

Semestres V y VI

Créditos: 93

- Resolverá ejercicios mediante argumentos y valoraciones, de acuerdo con factibilidad constructiva y potencial de un entorno para la fundamentación de decisiones.
- Enfrentará los problemas con el desarrollo del proyecto, fundamentado en criterios que permitan la materialización del espacio arquitectónico y la aplicación del pensamiento reflexivo para la solución estructural, constructiva y normativa del problema.
- Participará en proyectos urbano-arquitectónicos, colaborando con profesionales de otras disciplinas.
- Asumirá la importancia del medio ambiente en sus propuestas de soluciones arquitectónicas mostrando respeto, cuidado e interés por su conservación.

#### **Etapa de Consolidación**

Semestres VII y VIII

Créditos: 76

- Integrará su formación en relación con el hacer arquitectónico reconociendo la problemática, análisis y diagnóstico de lo urbano para generar respuestas acertadas en el proyecto.
- Desarrollará capacidad crítica en búsqueda de solución estructural, sistemas de instalaciones y aspectos técnicos constructivos acordes a requerimientos del proyecto, viabilidad económica y financiera con enfoque sostenible.
- Formulará respuestas a los ejercicios a partir de lectura, análisis e interpretación del entorno.
- Aportará soluciones a problemáticas arquitectónicas a demandas reales de sectores sociales.
- Aportará soluciones a problemáticas para dar respuestas arquitectónicas apegadas a la realidad.

#### **Etapa de Síntesis**

Semestres IX y X

Créditos: 36

- Establecerá nuevas relaciones y redes de pensamiento para el nivel de madurez requerido en torno al dominio del objeto de estudio.
- Elaborará ideas y argumentos para fundamentar su propuesta de trabajo terminal.
- Identificará posibles carencias y resistencias para valorar de forma autocrítica las ideas y conceptos plasmados en su trabajo terminal.
- Valorará los conocimientos para desarrollar capacidad crítica en determinación del trabajo terminal.
- Fortalecerá su actitud ética, crítica y autocrítica con su trabajo terminal y la conciencia de su responsabilidad como profesional de la arquitectura.

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017). Subrayado por la autora de esta tesis.

## Áreas

En ambas versiones (1999 y 2017) el plan de estudios se divide en 5 áreas del conocimiento: a) Proyectos, b) Teoría, Historia e Investigación, c) Tecnología, d) Urbano ambiental y e) Extensión universitaria; en el plan del 2017, las materias que corresponden a los talleres integran las áreas de investigación (b), proyectos (a) y construcción (c), en los talleres integrales de arquitectura V y VI se integra el área urbano ambiental (d). En la Tabla 36 se presentan los fundamentos de estas.

Tabla 36. Fundamentos de las Áreas de la Licenciatura en Arquitectura 2017, FA, CU, UNAM.

| <b>Proyectos</b>   |
|--|
| Responsable de desarrollar las capacidades proyectuales del alumnado. [...]. El proyecto arquitectónico otorga un sentido y un sitio a la construcción de un espacio habitable digno, significativo y <u>sostenible</u> para el desarrollo de las actividades humanas, responde a las demandas sociales con el propósito de cumplir con la finalidad de situar, mejorar y facilitar dentro de un medio físico y cultural el desarrollo del proceso de habitar. Complementa la formación <u>inter, multi y transdisciplinaria</u> del alumnado.   |
| <b>Teoría, Historia e Investigación</b>  |
| Responsable de proporcionar al alumno las herramientas para la acción reflexiva y crítica del quehacer arquitectónico en su desarrollo histórico y teórico, mediante un enfoque sistémico y la aplicación de métodos de investigación arquitectónica y de sus principios, valores y trascendencia social. La reflexión teórica plantea una serie de posturas alrededor de la disciplina, implicando la construcción de herramientas de crítica y pensamiento sobre las maneras de entender y construir la arquitectura.  |
| <b>Tecnología</b>  |
| La tecnología se considera como un conjunto de disciplinas vitales y fundamentales para la realización del objeto arquitectónico, tomando en cuenta las características que presenta su posible inserción actual y futura en la realidad nacional. Se reconoce como un medio que propicia la investigación y experimentación en objetos arquitectónicos, para cumplir con los requisitos expresivos y culturales que se les asignan, a través del empleo de conocimientos y prácticas que permiten su materialización e integración óptimas y sostenibles, de tal forma que sean accesibles para los usuarios. Se ofrece un abanico de posibilidades dentro de los campos de la construcción, los sistemas estructurales, instalaciones, administración y <u>sistemas ambientales</u> , que les permita profundizar en los conocimientos para examinar la relación entre el diseño y su organización sistémica analizando su pertinencia |
| <b>Urbano ambiental</b>  |
| Debe promover los conocimientos, las habilidades y actitudes que le permitan al futuro arquitecto integrarse profesionalmente a los procesos de producción del espacio habitable en diferentes escalas y diversos ámbitos. Atenderá los aspectos que intervienen en el fenómeno arquitectónico y urbano, tanto físico como social, para el desarrollo de capacidades con el fin de participar responsablemente en el trabajo con otros especialistas en proyectos relacionados con el desarrollo urbano y el <u>cuidado del medio ambiente</u> desde su profesión. Adquirirá herramientas teóricas y metodológicas, que le permitan integrarse a equipos <u>multidisciplinarios</u> en el desarrollo de proyectos, desarrollando habilidades para generar <u>espacios socialmente incluyentes bajo los criterios de sostenibilidad</u> , dando prioridad a la integración del objeto arquitectónico con el entorno inmediato.            |
| <b>Extensión Universitaria</b>   |
| Fomentar en el alumnado una vocación de servicio y de conocimiento general mediante su vinculación con diferentes ámbitos en los que se desarrolla el trabajo profesional. [...]. El alumnado aplica sus conocimientos teóricos y metodológicos, mediante el concepto de participación y los pone en práctica a través del trabajo colaborativo para construir propuestas arquitectónicas transformadoras a los  |

---

problemas que se demandan. Cuenta con bases teóricas, sociales, éticas y humanísticas que le permiten tener una visión social de corresponsabilidad, solidaridad y compromiso con la sociedad. [...]

---

### **Taller Integral de Arquitectura**

---

Es el eje curricular de la LA, constituye la estructura básica pedagógica del proceso cognitivo y la formación de los profesionales de la arquitectura, pues en torno a él se estructuran todas las actividades académicas que constituyen la base formativa del alumnado. [...]

Es donde se propician, generan, sintetizan y experimentan conocimientos, habilidades y actitudes y la interrelación de las acciones educativas de profesores y estudiantes de las diversas áreas del conocimiento para realizar propuestas arquitectónicas.

---

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017). Subrayado por la autora de esta tesis.

### **Enfoque**

El plan de estudios del 2017 tiene un enfoque sistémico, que consiste en la aplicación de la teoría general de los sistemas como un método interdisciplinario que integra técnicas, saberes y actitudes de diversos campos del conocimiento, fundamentalmente en el proceso de proyecto, planificación y diseño del objeto arquitectónico urbano. Este enfoque se aplica a la enseñanza de la arquitectura como un proceso integrador del conocimiento de las áreas y los talleres, como estructura académica que proporciona una plataforma a la estructura curricular para propiciar una formación más amplia y fundamental para su aplicación en los programas de las asignaturas, en los cuales la formación del arquitecto se vincula al territorio y al entorno como parte del sistema social del habitar, impactar y conservar bajo una perspectiva multi e interdisciplinaria, por lo que se amplía el campo de desarrollo profesional e integra la perspectiva ambiental, social, científica, técnica, cultural y estética, así como su relación con la factibilidad constructiva y técnica.

### **Temas transversales**

En el plan del 2017 se incorporan como temas transversales la sostenibilidad, la habitabilidad, la factibilidad y la inclusión. Estos temas se vinculan las etapas de formación del plan con los talleres integrales, de manera que se articulen los conocimientos, las habilidades y las actitudes adquiridos en las asignaturas de la malla curricular, de tal forma que los principios de viabilidad técnica, económica o de cualquier otra índole en los ejercicios del taller integral, se incorporen en los proyectos urbano-arquitectónicos resultantes.

### **Líneas de Interés Profesional**

A partir de sexto semestre los estudiantes eligen una Línea de Interés Profesional (LIP), teniendo que cursar 4 optativas de elección de alguna de las líneas, estas son: I) Cultura y Conservación del patrimonio, II) Gestión en la Producción del Hábitat, III) Proceso proyectual, IV) Expresividad Arquitectónica, V) Crítica y reflexión, VI) Diseño del Hábitat y Medio ambiente, VII) Estructuras y Tecnologías Constructivas y VIII) Gerencia de Proyectos.

Según el plan de estudios 2017, en los procesos de producción del entorno construido se encuentran tres ámbitos de actuación general como espacios fundamentales en los que el profesional de la disciplina se incorpora para ejercer su conocimiento, estos son: a) Docencia, Investigación, Divulgación, b) Gestión, Planificación y Diseño y c) Ejecución, Valoración y Mantenimiento, estos ámbitos permiten generar ese quehacer profesional desde una perspectiva integral. La descripción de las LIP se encuentra en la Tabla 37.

*Tabla 37. Líneas de Interés Profesional de la Licenciatura en Arquitectura, FA, CU, UNAM.*

|  |
|--|
| <b>Cultura y Conservación del Patrimonio</b>   |
| Se plantean escenarios de investigación que incentiven la comprensión, análisis y puesta en valor del patrimonio arquitectónico en sus distintas escalas, momentos históricos y el contexto, como resultado de los procesos culturales en sus diversas dimensiones de expresión. Ofrece la posibilidad de conocer diferentes características de la arquitectura a través de los valores y conceptos que la determinan.   |
| <b>Gestión en la Producción del Hábitat</b>  |
| Dotar de conocimientos y habilidades que permitan interactuar con actores en el desarrollo de objetos urbano-arquitectónicos. Se abordan metodologías para el acercamiento a la realidad, con grupos y sus necesidades específicas, así como el trato con los sectores públicos encargados de las valoraciones económicas y normativas que hagan viable un proyecto. Se pretende que se comprendan las acciones necesarias para resolver un problema arquitectónico, dentro de una <u>perspectiva de trato inter-actoral</u> .                         |
| <b>Proceso Proyectual</b>  |
| Se espera que se profundice en las posibilidades que ofrece la actividad proyectual que incluye variantes desde la restauración e inserción en arquitecturas antiguas, pasando por tipologías y géneros especializados hasta otras formas de ejercer la arquitectura. Con ello se busca dotarlos de herramientas metodológicas y de diseño que enriquezcan a los profesionales desde una plataforma más amplia de conocimientos y habilidades en los aspectos de desarrollo de proyectos urbano-arquitectónicos.                                       |
| <b>Expresividad Arquitectónica</b>   |
| Se ofrece el conocimiento de herramientas que apoyan el desarrollo de técnicas para la representación de proyectos arquitectónicos, mediante investigación, desarrollo y utilización de métodos tradicionales y contemporáneos apoyados por programas informáticos que pueden influir en la definición formal y plástica del objeto arquitectónico durante el proceso de diseño o en la presentación final.  |
| <b>Crítica y Reflexión</b>   |
| Permiten la construcción de una visión crítica de la arquitectura a través de la reflexión teórica sobre el quehacer arquitectónico, con la finalidad de definir los nuevos paradigmas de la disciplina a partir de la profundización de los diversos aspectos que inciden en la definición del espacio y del objeto arquitectónico a través de <u>enfoques inter, multi y transdisciplinarios</u> .   |
| <b>Diseño del hábitat y medio ambiente</b>   |
| Se busca conjuntar asignaturas vinculadas por los <u>principios de la sostenibilidad en la arquitectura</u> , buscando desarrollar <u>conocimientos, habilidades y actitudes de respeto al medio ambiente</u> y de las sociedades a las que se sirve a través de la actuación de los nuevos profesionistas de la arquitectura. En ella se abordan aspectos técnicos y de gestión con asignaturas sobre <u>aspectos bioclimáticos, ecotecnia y las certificaciones de arquitectura sostenible más usados en México y el mundo</u> .                     |
| <b>Estructuras y tecnologías constructivas</b>   |
| Se pretende que se profundice en principios y metodologías de cálculo estructural y utilización de modelos matemáticos, se busca fortalecer aspectos técnicos de la formación al ampliar los conocimientos y habilidades en el empleo de las reglas físicas asociadas al comportamiento de los materiales y sistemas estructurales tradicionales y otras variantes que exploran <u>materiales y procedimientos de reciente creación</u> . Se abordarán aspectos, desde el vínculo del sistema estructural con el objeto arquitectónico, pasando por el |

---

comportamiento ante cargas accidentales y hasta la revisión del desempeño bajo programas computacionales de cálculo estructural.

---

#### **Gerencia de Proyectos**

Se pretende que se expliquen de manera práctica la intervención del arquitecto en organizaciones inter, multi y transdisciplinarias y el conocimiento y aplicación de reglamentos, normatividad, certificación y operación en el desarrollo de proyectos, introduciéndolo al mundo empresarial, financiero y al conocimiento de valores de bienes inmobiliarios y su importancia en el entorno sociocultural.

---

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017). Subrayado por la autora de esta tesis.

#### **Trayectoria final**

En la modificación del plan de estudios (2017) se integraron dos opciones curriculares de Trayectoria Final. En la primera opción se cursan cuatro asignaturas optativas de elección de acuerdo con la LIP elegida, con valor de 16 créditos, y cuatro asignaturas optativas con valor de 16 créditos. En la segunda opción se cursan las cuatro asignaturas de la LIP elegida y se realiza una Práctica Profesional Supervisada que equivale a 16 créditos. En total, los estudiantes cubrirán 32 créditos en cualquiera de las opciones que decidan tomar.

#### **Flexibilidad**

El marco curricular del plan de estudios muestra una estructura relativamente rígida por las bases de los saberes que fundamentan a la disciplina y la profesión, a la vez ofrece intersticios basados en un concepto renovado de flexibilidad que aspira al respeto de la autonomía del alumnado para definir y elegir sus trayectorias disciplinares y profesionales, principalmente al avanzar en su formación acorde a sus intereses a través de asignaturas optativas de elección o mediante la reducción de seriaciones obligatorias en un mayor número de asignaturas, lo cual redundará en que pueda optar por diversas rutas durante y al término de su formación (Tabla 38).

*Tabla 38. Descripción de los Mecanismos de Flexibilidad de la LA de la FA, CU, UNAM.*

---

#### **Estructura curricular**

Corresponde a un modelo disciplinar, ya que las asignaturas propias de la arquitectura tienen una relativa autonomía en el desarrollo formativo del alumnado y es interdisciplinar al integrar varias disciplinas y adoptar sus conceptos para la comprensión de los fenómenos arquitectónicos y urbanos. Además, integra el enfoque multidisciplinario al desarrollar en el Taller Integral de Arquitectura, fenómenos que se requieren para abordar los avances y nuevos retos de la disciplina y de la profesión

---

#### **Concepto renovado de flexibilidad**

Se busca atención y acercamiento a las necesidades sociales y otras formas de práctica y ejercicio de la profesión, a través de programas que vinculan las actividades académicas con la sociedad en las asignaturas de Extensión Universitaria, además, se recomiendan visitas a obra en el área de Tecnología.

---

#### **Programa Institucional de Movilidad Institucional**

Se desarrolla en colaboración con otras dependencias de la UNAM, e incrementa el nuevo concepto de flexibilidad que busca el plan de estudios con el objetivo de contribuir a la formación académica y cultural de la comunidad de la FA, además se desarrollan diferentes modalidades de cooperación y movilidad entre los académicos y el alumnado, en las tareas de investigación y en otras actividades.

---

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017). Subrayado por la autora de esta tesis.

Las diversas expresiones curriculares de la flexibilidad y de la formación académica y profesional y su operatividad se enlistan a continuación (Facultad de Arquitectura, 2017):

- Se redujo el número de asignaturas con seriación obligatoria, 10 de las 14 materias de los dos primeros semestres tienen seriación indicativa, con el fin de que, si el alumno reprueba alguna de estas asignaturas, pueda continuar cursando las siguientes materias. A partir de tercer semestre el alumno puede cambiar el Taller Integral de Arquitectura.
- Para varias materias solo se establece el requisito de haber aprobado la asignatura de Matemáticas de primer semestre.
- Solo el Taller Integral de Arquitectura mantiene rigor de seriación en los diez semestres.
- Se puede elegir entre ocho Líneas de Interés Profesional para cursar 4 asignaturas, con el requisito de permanecer en la misma LIP. Además de que se tienen dos opciones de trayectoria final.
- A partir de sexto semestre se ofrece la posibilidad de elegir asignaturas de otras licenciaturas ya sean de la FA, de otras facultades, campus o instituciones, siempre y cuando los créditos sean equivalentes.
- Aumento de las habilidades digitales a través de cursos de Diseño asistido por computadora gratuitos.

#### Materias relacionadas con el medio ambiente y/o sostenibilidad

La modificación del plan de estudios de 1999 realizado en 2017 aumentó considerablemente el número de materias y temas relacionadas con la sostenibilidad; sin embargo, a pesar de ser uno de los cuatro temas transversales del plan de estudios de 2017, el porcentaje de temas relacionados con la sostenibilidad no representa transversalidad a nivel de su estructura formal, ya que no se toca en todas las áreas, ni en todos los semestres, mucho menos en todas las materias.

En el plan de 1999 los temas relacionados se veían sólo en el área urbano ambiental y taller, en el plan de 2017 estos se ven en todas las áreas excepto la de proyectos, comenzando en primer semestre y terminando en sexto semestre, con la posibilidad de cursar las materias optativas de las seis líneas de interés profesional que se relacionan con el tema. Ahora bien, aunque el estudiante elija una línea que toque los temas, si decide cursar las materias que no tienen ese contenido, no volverá a ver temas relacionados con sostenibilidad el resto de la carrera.

Las materias del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de Ciudad Universitaria en la UNAM que integran temas relacionados con la temática de medio ambiente y/o sostenibilidad se presentan en Tabla 39, donde además se colocó el porcentaje de representación de los temas respecto a los conocimientos obtenidos en el semestre.

Tabla 39. Materias relacionadas del plan de estudios de la UNAM 1999 y 2017.

| <b>Facultad de Arquitectura, UNAM 1999</b> |             |  |              |                  |                   |
|--|-------------|--|--------------|------------------|-------------------|
| <b>Semestre</b>                            | <b>Área</b> | <b>Materia</b>                               | <b>Temas</b> | <b>% materia</b> | <b>% semestre</b> |
| Tercero                                    | D           | Arquitectura, ambiente y ciudad I            | 4 (todos)    | 100%             | 14%               |
| Cuarto                                     | D           | Arquitectura, ambiente y ciudad II           | 1            | 25%              | 4%                |
| Quinto                                     | D           | Diseño urbano ambiental                      | 2            | 12.5%            | 2%                |
| Séptimo                                    | t           | Taller de arquitectura VII                   | 2            | 34%              | 5%                |
| Octavo                                     | t           | Taller de arquitectura VIII                  | 4            | 56%              | 7%                |
| <b>Facultad de Arquitectura, UNAM 2017</b> |             |  |              |                  |                   |
| <b>Semestre</b>                            | <b>Área</b> | <b>Materia</b>                               | <b>Temas</b> | <b>% materia</b> | <b>% semestre</b> |
| Primero                                    | t           | Taller integral I                            | 3            | 10%              | 15%               |
|  | C           | Sistemas Ambientales I                       | 15 (todos)   | 100%             |                   |
| Segundo                                    | B           | Teorización del Entorno II                   | 4            | 66%              | 29%               |
|  | t           | Taller Integral II                           | 4            | 30%              |                   |
|  | B           | Sistemas Ambientales II                      | 13 (todos)   | 100%             |                   |
| Tercero                                    | t           | Taller de Arquitectura I                     | 1            | 33%              | 9%                |
|  | D           | Sistemas Urbano-Arquitectónicos I            | 7            | 37%              |                   |
|  | t           | Taller Integral de Arquitectura I            | 2            | 7%               |                   |
| Cuarto                                     | D           | Sistemas Urbano-Arquitectónicos II           | 2            | 19%              | 7%                |
|  | t           | Taller Integral de Arquitectura II           | 3            | 13%              |                   |
|  | B           | Teoría de la arquitectura III                | 2            | 22%              |                   |
| Quinto                                     | D           | Procesos de Diseño Urbano Ambiental I        | 8            | 54%              | 9%                |
|  | t           | Taller Integral de Arquitectura III          | 2            | 20%              |                   |
| Sexto                                      | D           | Procesos de Diseño Urbano Ambiental II       | 4            | 38%              | 9%                |
|  | t           | Taller Integral de Arquitectura IV           | 2            | 20%              |                   |
|  | C           | Sistemas de instalaciones III                | 2            | 10%              |                   |
|  | E           | Extensión Universitaria IV                   | 1            | 11%              |                   |
|  | C y R       | Neuroarquitectura Psicoarquitectura          | 3            | 25%              | NA                |
|  | C y R       | Periferias urbanas, oportunidades y desafíos | 1            | 11%              |                   |

**Facultad de Arquitectura, UNAM 2017**

| Semestre                     | Área   | Materia  | Temas      | % materia | % semestre |
|------------------------------|--------|--|------------|-----------|------------|
| Séptimo a decimo (optativas) | C y R  | Arquitectura, Ética y Derecho  | 1          | 9.5%      | NA         |
|                              | C y R  | Pensamiento crítico en la arquitectura   | 1          | 17%       |            |
|                              | C y R  | Hacia la Transdisciplina en Arquitectura   | 3 (todos)  | 100%      |            |
|                              | C y C  | Manejo y Sostenibilidad Integral de la Arquitectura Patrimonial, la Gestión del Patrimonio | 1          | 5%        |            |
|                              | D y MA | Bioarquitectura  | 1          | 100%      |            |
|                              | D y MA | El caso de la arquitectura sostenible  | 4 (todos)  | 100%      |            |
|                              | D y MA | La vegetación y la sostenibilidad urbana   | 5 (todos)  | 100%      |            |
|                              | D y MA | Análisis Crítico de Diseño Urbano Arquitectónico Sostenible                                | 3          | 88%       |            |
|                              | D y MA | Movilidad urbana Sostenible y diseño   | 4 (todos)  | 100%      |            |
|                              | D y MA | Diseño de infraestructura verde  | 4 (todos)  | 100%      |            |
|                              | D y MA | Impacto ambiental y urbano del objeto arquitectónico                                       | 5 (todos)  | 100%      |            |
|                              | D y MA | Diseño, Ecología y Resiliencia Urbana  | 4 (todos)  | 100%      |            |
|                              | EA     | Diseño de Alumbrado Arquitectónico   | 4          | 42%       |            |
|                              | EA     | Geometría Solar  | 8 (todos)  | 100%      |            |
|                              | EA     | Técnicas mixtas de representación  | 1          | 10%       |            |
|                              | EA     | Estrategias básicas de iluminación   | 10 (todos) | 100%      |            |
|                              | GPH    | Derechos Humanos de las Organizaciones Sociales en lo Arquitectónico                       | 1          | 25%       |            |
|                              | GPH    | Gestión de Grandes Proyectos Arquitectónicos   | 3          | 20%       |            |
|                              | PP     | Intervenciones Arquitectónicas en Proyectos de Regeneración Urbana                         | 1          | 10%       |            |
|                              | PP     | Acondicionamiento del Aire en la Arquitectura  | 5          | 76%       |            |
|                              | PP     | Tratamiento Sanitario Arquitectónico   | 3 (todos)  | 100%      |            |
|                              | PP     | Diseño Hidrosanitario Arquitectónico   | 3          | 24%       |            |
|                              | PP     | Diseño Eléctrico en la Arquitectura  | 3          | 50%       |            |

Las áreas son: t: taller, A: Proyectos, B: Teoría, Historia e Investigación, C: Tecnología, D: Urbano ambiental y E: Extensión universitaria. Las áreas de las materias optativas son: C y R: Crítica y reflexión, C y C: Cultura y Conservación del Patrimonio, D y MA: Diseño del hábitat y Medio Ambiente, EA: Expresividad Arquitectónica, G PH; Gestión en la producción del hábitat, y PP: Proceso Projectual. Elaboración propia a partir de Proyecto de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017).

### 3.3.2. División de Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD), UAM, Azcapotzalco

El Plan de Estudios de la Licenciatura de Arquitectura, Presentado por la Coordinación de la Licenciatura en Arquitectura, de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM, Azcapotzalco, fue aprobado en la sesión 348 del XXX Consejo Divisional celebrada los días 3, 7 y 8 de diciembre de 2004, presentada en la sesión 263 del XV Consejo Académico celebrada el 31 de enero de 2005 y presentada en la sesión 261 del Colegio Académico celebrada el 28 de febrero de 2005 (UAM-Azc, 2005).

El documento se compone de un libro titulado PE:05/CyAD, plan y programas de estudio arquitectura, publicado por la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM, Azcapotzalco. En éste se encuentra el Plan de estudios, el programa de las asignaturas correspondientes al Tronco General de Asignaturas, al Tronco Básico, al Troco Profesional, al Tronco de Integración y las asignaturas Optativas y el Mapa Curricular de la Licenciatura en Arquitectura. La disponibilidad de este documento se desconoce, tanto para profesores como para estudiantes.

En la página de internet de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM, Azcapotzalco<sup>12</sup> se encuentra el Plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura, en otra sección de la página<sup>13</sup> se encuentran los programas de estudio, el plan de estudios y el contenido sintético, este último corresponde al Mapa curricular de la Licenciatura. Los programas de las asignaturas se encuentran desagregados en la página de internet,<sup>14</sup> por lo que no resulta fácil analizarlos, además de que en esta página no se encuentran los programas de todas las materias que se imparten en la licenciatura.

El plan de estudios de la licenciatura contiene, entre otras cosas, los troncos de formación, las áreas que componen la Licenciatura y los campos formativos que pueden elegir los estudiantes, los cuales se abordan a continuación.

#### Troncos de formación

El plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura en la UAM-Azcapotzalco está compuesto por 12 trimestres, divididos en 4 troncos, estos son: el tronco general que corresponde a los trimestres I y II, el tronco básico compuesto a los trimestres del III al VI, el tronco profesional correspondiente a los trimestres del VII al X y el tronco de integración formado por los trimestres XI y XII; cada tronco tiene objetivos específicos, descritos en la Tabla 40:

---

<sup>12</sup> [https://www.azc.uam.mx/lic\\_artes.php](https://www.azc.uam.mx/lic_artes.php)

<sup>13</sup> <http://www.cyad.azc.uam.mx/licenciaturas.php?id=6>

<sup>14</sup> <http://www.cyad.azc.uam.mx/lic-arq-PPE.php>

Tabla 40. Objetivos de los troncos en la Licenciatura en Arquitectura, CyAD, UAM-Azc.

| Tronco General  |                     | Tronco Básico   |                   |
|---|---------------------|---|-------------------|
| Trimestres I y II   | Créditos: 91        | Trimestres III al VI  | Créditos: 204     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir al alumno en el campo general del diseño con el fin de comprender las características, condicionamientos y posibilidades de desarrollo, y distinguir las disciplinas que se ofrecen en la División.</li> <li>• Proporcionar al alumno un marco teórico fundamental, los procedimientos generales, las herramientas tecnológicas y el lenguaje básico del diseño.</li> <li>• Integrar a los alumnos al modelo educativo de la Universidad, de la Unidad Azcapotzalco y de la División de Ciencias y Artes para el Diseño.</li> </ul> |                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el alumno aprenda los conocimientos básicos de la disciplina y desarrolle habilidades en los ejes curriculares del plan de estudios de Teoría e Historia; de Análisis y Métodos; de Diseño Arquitectónico; de Tecnología y Acondicionamiento Ambiental y de Expresión Arquitectónica.</li> <li>• Que el alumno complemente su formación disciplinar mediante la selección de cursos, seminarios y prácticas en campos como las ciencias, las humanidades, las artes y el deporte para una formación integral.</li> </ul> |                   |
| Tronco Profesional  |                     | Tronco de Integración   |                   |
| Trimestres VII al X   | Créditos: 171 - 195 | Trimestres XI y XII   | Créditos: 66 - 78 |
| Que el alumno profundice en los conocimientos y habilidades del campo de la arquitectura, y participe con libertad en cursos y seminarios con carácter de optativos en campos, líneas y temas de conocimiento de especialidad disciplinar y de otras disciplinas que interactúan en diferentes ámbitos con la arquitectura, de forma que pueda ir perfilando su vocación profesional específica.  |                     | Que el alumno desarrolle de manera integral y sistemática, un proyecto terminal, guiado por un tutor, que le permita incrementar, consolidar y demostrar sus conocimientos y habilidades en el campo de la arquitectura y en líneas temáticas específicas seleccionadas de acuerdo con sus intereses personales y vocacionales.   |                   |

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UAM-Azc (UAM-Azc, 2005).

## Áreas

Las áreas que componen el plan son: a) Teoría e Historia, b) Metodología, c) Taller de diseño, d) Sistemas constructivos y estructurales, e) Sistemas sostenibles de acondicionamiento, f) Expresión e g) Interdisciplinar.

## Campos formativos

A partir del séptimo trimestre se elige un área de concentración o Campo Formativo, estos son: I) Teoría, Historia y análisis, II) Tecnología y Administración, III) Diseño, Acondicionamiento y Rehabilitación de Espacios y Edificaciones, IV) Expresión y Comunicación Visual, V) Urbanismo y Medio Ambiente y VI) Vinculación. En la Tabla 41 se presenta la descripción de los Campos Formativos y las Líneas Temáticas que los componen.

Tabla 41. Campos Formativos y Líneas Temáticas de la LA de la CyAD, UAM-Azc.

| <b>Teoría, Historia y Análisis</b>   | <b>Tecnología y Administración</b>   |
|--|--|
| <p>Los temas contribuirán a la formación del alumno para adquirir <u>conocimientos interdisciplinarios</u>, con el propósito de desarrollar una visión crítica, ampliar su cultura general y arquitectónica en particular, desarrollar habilidades y conocimientos para identificar con precisión las características de las tipologías arquitectónicas en el tiempo y en diversos ámbitos, que le permitan una práctica profesional responsable y significativa tendiente a rescatar y promover los valores sustanciales de la arquitectura de México y el mundo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría de la Arquitectura</li> <li>• Historia de la Arquitectura</li> <li>• Cultura Arquitectónica</li> <li>• Análisis Tipológico de Edificios</li> </ul> | <p>Los temas contribuirán a la formación del alumno proporcionándole información de métodos y técnicas utilizadas de: construcción, sistemas estructurales, instalaciones y equipos, así como elementos de administración y gestión de proyectos y obras, que le permiten mantenerse actualizado y utilizar tecnologías novedosas de vanguardia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnología de la Construcción</li> <li>• Estructuras</li> <li>• Instalaciones en los edificios</li> <li>• Administración de proyectos y obras</li> <li>• Mantenimiento de los edificios</li> </ul>  |
| <b>Diseño, Acondicionamiento y Rehabilitación de Espacios y Edificios</b>  | <b>Expresión y Comunicación Visual</b>   |
| <p>Los temas contribuirán a la formación del alumno proporcionándole conocimientos y herramientas complementarias para el diseño, acondicionamiento, conservación, restauración y rehabilitación de espacios y edificios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Diseño y acondicionamiento del espacio interior</u></li> <li>• Conservación y restauración de inmuebles</li> <li>• Rehabilitación y reutilización de espacios y edificios</li> </ul>  | <p>Relacionado con las formas de expresión y comunicación visual en la práctica del proyecto arquitectónico, con énfasis en los procesos de aplicación de recursos y medios de vanguardia de experimentación formal, de expresión arquitectónica y presentación de proyectos asistidos por computadora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios digitales</li> <li>• Expresión arquitectónica</li> <li>• Talleres y laboratorios de diseño</li> </ul>   |
| <b>Urbanismo y Medio Ambiente</b>  | <b>Vinculación</b>   |
| <p>Los temas contribuirán a la formación del alumno proporcionándole <u>conceptos, métodos e instrumentos para el diseño urbano y ambiental</u>, considerando su aplicación en <u>sistemas arquitectura-ciudad-medio ambiente</u> haciendo énfasis en los <u>principios de sostenibilidad, confort y uso eficiente de los recursos</u>, dentro del campo de acción del arquitecto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urbanismo</li> <li>• <u>Ecología, sostenibilidad y arquitectura bioclimática</u></li> <li>• Planeación y diseño de espacios culturales y recreativos</li> <li>• Arquitectura del paisaje</li> <li>• Conservación y restauración de sitios, paisajes y jardines</li> </ul>   | <p>En este campo corresponden cursos, talleres, seminarios, prácticas profesionales, entre otras actividades que tienen la finalidad de permitir el intercambio de experiencias académicas y de practica disciplinar de los alumnos con otras instituciones educativas, tanto del Sistema Nacional de Educación Superior, del extranjero y de instituciones afines con las que se tengan establecidos convenios de cooperación específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de vinculación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interinstitucional</li> <li>• Comunitaria</li> <li>• Práctica profesional</li> </ul> </li> </ul> |

Tomado del Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UAM-Azc (UAM-Azc, 2005). Subrayado por la autora de esta tesis.

Los planes de estudios de las licenciaturas de la UAM-Azc sufrieron adecuaciones hace más de 10 años; la Licenciatura en Arquitectura los tuvo en 2005, con el fin de considerar las temáticas de medio ambiente relacionadas con el quehacer arquitectónico; posteriormente, en el 2018, se modificó el plan de estudios respecto a la seriación de las materias, se agregaron cursos en el área de Expresión y se modificó el nombre de algunas materias, mas no su contenido.

#### **Materias relacionadas con el medio ambiente y/o sostenibilidad**

Los temas relacionados se ven en 5 de las 7 áreas que componen el plan de estudios, siendo estas las áreas de Teoría e Historia, Metodología, Taller de diseño, Sistemas constructivos y estructurales y Sistemas sostenibles, que comienza en segundo trimestre y terminan en el onceavo trimestre, con posibilidades de integrarlos al proyecto de titulación que desarrollan en los últimos dos trimestres, incluyendo el doceavo, esto sin contar las materias optativas que los estudiantes eligen a partir del séptimo trimestre y hasta el doceavo trimestre, ya que dependiendo de las optativas que estos elijan podrán o no ver temas relacionados con medio ambiente y/o sostenibilidad.

Las materias del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UAM Azcapotzalco que integran temas relacionados con la temática de medio ambiente y/o sostenibilidad se presentan en Tabla 42Tabla 42, donde además se colocó el porcentaje de representación de los temas respecto a los conocimientos obtenidos en el trimestre.

Tabla 42. Materias relacionadas del plan de estudios de la UAM- Azcapotzalco.

| División de Ciencias y Artes para el Diseño, UAM-Azcapotzalco |                                |   |            |           |             |
|---|--------------------------------|---|------------|-----------|-------------|
| Trimestre   | Área                           | Materia   | Temas      | % materia | % trimestre |
| Segundo   | A                              | Fundamentos teóricos del diseño II                      | 3          | 33.33%    | 6%          |
| Tercero   | A                              | Teoría e historia de la arquitectura I                  | 2          | 16%       | 24%         |
|   | D                              | Sistemas constructivos y estructurales I                | 5          | 50%       |             |
|   | E                              | Climatología y Geometría Solar                          | 5 (todos)  | 100%      |             |
| Cuarto  | A                              | Teoría e historia de la arquitectura II                 | 2          | 20%       | 22%         |
|   | B                              | Análisis y métodos II                                   | 4          | 29%       |             |
|   | E                              | Confort higrotérmico                                    | 5 (todos)  | 100%      |             |
| Quinto  | B                              | Análisis y métodos III                                  | 10         | 77%       | 20%         |
|   | E                              | Confort lumínico y acústico                             | 3          | 60%       |             |
| Sexto   | C                              | Diseño arquitectónico IV                                | 1          | 25%       | 14%         |
|   | E                              | Instalaciones en los edificios I                        | 3          | 75%       |             |
| Séptimo   | C                              | Taller de arquitectura I-A                              | 3          | 30%       | 8%          |
|   | E                              | Instalaciones en los edificios II                       | 1          | 20%       |             |
| Octavo  | C                              | Taller de arquitectura I-B                              | 1          | 40%       | 29%         |
|   | D                              | Construcción II   | 3          | 60%       |             |
|   | E                              | Sistemas de climatización, automatización y control     | 3          | 47%       |             |
| Noveno  | C                              | Taller de arquitectura II-A                             | 4          | 40%       | 20%         |
|   | D                              | Construcción III  | 2          | 40%       |             |
| Decimo  | C                              | Taller de arquitectura II-B                             | 2          | 25%       | 5%          |
| Onceavo   | C                              | Proyecto terminal I                                     | 1          | 30%       | 8%          |
| Séptimo a<br>doceavo<br>(optativas)                           | NA                             | Taller de prácticas de construcción                     | 1          | 20%       | NA          |
|   | NA                             | Laboratorio de proyectos                                | 4          | 57%       |             |
|   | NA                             | Arquitectura y urbanismo sostenible en el nuevo milenio | 8 (todos)  | 100%      |             |
|   | NA                             | Arquitectura y vegetación                               | 3 (todos)  | 100%      |             |
|   | NA                             | Diseño sostenible y ecotecnologías                      | 7 (todos)  | 100%      |             |
|   | NA                             | Seminario de urbanismo internacional                    | 4          | 42%       |             |
|   | NA                             | Diseño y construcción de vivienda social                | 5          | 53%       |             |
|   | NA                             | Azoteas verdes  | 10 (todos) | 100%      |             |
| NA  | Desarrollo sostenible y diseño | 4 (todos)   | 100%       |           |             |

Las áreas son: A: Teoría e Historia, B: Metodología, C: Taller de diseño, D: Sistemas constructivos y estructurales, E: Sistemas sostenibles de acondicionamiento, F: Expresión y G: Interdisciplinar. Debido a que las materias optativas no corresponden a ningún área, se colocó un "NA" (No Aplica) en el apartado. Elaboración propia a partir de Plan de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (UAM-Azc, 2005)

### 3.3.3. Comparación de los planes de estudio

#### Planes de estudio

A partir del análisis de cada uno de los planes de estudio se realizó una comparación de los componentes relacionados con el medio ambiente y/o sostenibilidad mencionados en los documentos oficiales de aquéllos. Los conceptos analizados se encuentran en la Tabla 43.

Tabla 43. Conceptos del plan de estudios relacionados con MA y/o sostenibilidad.

| UNAM 2017   |  |                |                                      | UAM                                       |                         |                    |                                 |
|---|--|----------------|--------------------------------------|---|-------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Etapas  |  |                |                                      | Troncos                                   |                         |                    |                                 |
| Etapas  | #  | %              | Conceptos (objetivos)                | Tronco                                    | #                       | %                  | Conceptos (objetivos)           |
| Básica  | 5  | 20%            | Sostenibilidad, sistemas ambientales | General                                   | 3                       | 0%                 | -                               |
| Desarrollo  | 3  | 100%           | Sostenible                           | Básico                                    | 2                       | 50%                | Integra a los ejes curriculares |
| Profundización  | 4  | 50%            | Multidisciplinario, medio ambiente   | Profesional                               | 1                       | 0-100%*            | -                               |
| Consolidación   | 5  | 60%            | Enfoque sostenible                   | Integración                               | 1                       | 0-100%*            | -                               |
| Síntesis  | 5  | 0-100%*        | -                                    | -   | -                       | -                  | -                               |
| <b>Total</b>  |  | <b>46-55%*</b> |                                      | <b>Total</b>                              |                         | <b>12.5-62.5%*</b> |                                 |
| Áreas   |  |                |                                      | Áreas                                     |                         |                    |                                 |
| Área  | Conceptos (fundamentos)                            |                |                                      | Área                                      | Conceptos (fundamentos) |                    |                                 |
| Proyectos   | Sostenible, demandas sociales, multidisciplinario  |                |                                      | Teoría e historia                         | -                       |                    |                                 |
| Teoría, Historia e Investigación  | -  |                |                                      | Metodología                               | -                       |                    |                                 |
| Tecnología  | Sistemas ambientales                               |                |                                      | Taller de diseño                          | -                       |                    |                                 |
| Urbano ambiental  | Medio ambiente, multidisciplinario, sostenibilidad |                |                                      | Sistemas constructivos y estructurales    | -                       |                    |                                 |
| Extensión universitaria   | Trabajo colaborativo, compromiso con la sociedad   |                |                                      | Sistemas sostenibles de acondicionamiento | Sostenible, confort     |                    |                                 |
| Taller integral de arquitectura   | Integra al área urbano ambiental                   |                |                                      | Expresión                                 | -                       |                    |                                 |
| <b>Enfoque</b>  |  |                |                                      | -   |                         |                    |                                 |
| Método interdisciplinario. Perspectiva multi e interdisciplinaria. Integra la perspectiva ambiental, social, científica, técnica, cultural y estética |  |                |                                      | -   |                         |                    |                                 |
| <b>Temas transversales</b>  |  |                |                                      | -   |                         |                    |                                 |
| Sostenibilidad  |  |                |                                      | -   |                         |                    |                                 |

\* En el rango se considera desde que no elijan integrar ningún componente de sostenibilidad hasta que consideren en sus proyectos todos los componentes. Elaboración propia a partir de los Planes de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017; UAM-Azc, 2005).

Tabla 44. Conceptos del plan de estudios relacionados con MA y/o sostenibilidad (continuación).

| UNAM 2017                               |   | UAM  |  |
|---|---|--|--|
| Líneas de interés profesional           |   | Campos formativos  |  |
| LIP                                     | Conceptos   | CP   | Conceptos  |
| Cultura y Conservación del Patrimonio   | -   | Teoría, historia y análisis  | Conocimientos interdisciplinarios,   |
| Gestión en la Producción del Hábitat    | Perspectiva de trato Inter actoral  | Tecnología y administración  | -  |
| Proceso proyectual                      | -   | Diseño, acondicionamiento y rehabilitación de espacios y edificios | Diseño y acondicionamiento del espacio interior  |
| Expresividad arquitectónica             | -   | Expresión y comunicación visual                                    | -  |
| Critica y reflexión                     | Enfoques inter, multi y transdisciplinarios   | Urbanismo y medio ambiente   | Instrumentos para el diseño urbano y ambiental, aplicación en sistemas arquitectura-ciudad-medio ambiente, principios de sostenibilidad, confort y uso eficiente de los recursos. Ecología, sostenibilidad y arquitectura bioclimática |
| Diseño del hábitat y medio ambiente     | Sostenibilidad, respeto al medio ambiente. Aspectos bioclimáticos, ecotecnia y certificaciones de arquitectura sostenible más usados en México y el mundo | Vinculación  | -  |
| Estructuras y tecnologías constructivas | Materiales y procedimientos de reciente creación  |  |  |
| Gerencia de Proyectos                   | Organizaciones inter, multi y transdisciplinarias   |  |  |

Elaboración propia a partir de los Planes de Estudios de la Licenciatura en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017; UAM-Azc, 2005).

En los objetivos de las etapas del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UNAM 2017 se integran explícitamente los conceptos “sostenibilidad”, “sostenible”, “medio ambiente”, “enfoque sostenible”. Además, tiene un enfoque que menciona los conceptos “método interdisciplinario”, “Perspectiva multi e interdisciplinaria” e “Integra la perspectiva ambiental, social, científica, técnica, cultural y estética”. Por último, este tiene temas transversales, uno de ellos es la “sostenibilidad”.

En las áreas del plan de estudios de la UNAM 2017, se mencionan explícitamente los conceptos “sostenible”, “sistemas ambientales”, “medio ambiente”, “multidisciplinario”, “sostenibilidad” y el área de taller integral de arquitectura también integra al área urbano ambiental, donde se abordan los conceptos relacionados. En el caso del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UAM se mencionan los conceptos “sostenible” y “confort” como fundamentos del área de Sistemas sostenibles de acondicionamiento.

En las diversas Líneas de Interés Profesional del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UNAM 2017, se mencionan explícitamente la “perspectiva de trato inter actoral”, los “enfoques inter, multi y transdisciplinarios”, la “sostenibilidad”, el “respeto al medio ambiente”, el abordaje de “aspectos bioclimáticos, ecotecnias y las certificaciones de arquitectura sostenible más usados en México y el mundo” y el trabajo en “organizaciones inter, multi y transdisciplinarias”.

Por su parte, los Campos Formativos del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura de la UAM, se mencionan explícitamente la adquisición de “conocimientos interdisciplinarios”, el “Diseño y acondicionamiento del espacio interior” y el aprendizaje del uso de los “instrumentos para el diseño urbano y ambiental”, la “aplicación en sistemas arquitectura-ciudad-medio ambiente, los principios de sostenibilidad, el confort y el uso eficiente de los recursos”.

#### Programas de las materias

El análisis de los programas de las materias contenidas en los planes de estudio, dio como resultado la contabilización de las materias con contenido relacionado con el medio ambiente y/o la sostenibilidad; asimismo, se calculó el porcentaje de representación de los temas relacionados respecto a los conocimientos obtenidos por una unidad para ambas escuelas, en el semestre para la UNAM, en el trimestre para la UAM (Tabla 45), en el año y por etapa / tronco para ambos (Tabla 46).

Tabla 45. Cantidad de materias con contenido relacionado y porcentaje de representación de estos respecto a los conocimientos obtenidos en el semestre / trimestre.

| Semestre / Trimestre    | UNAM 1999 |             | UNAM 2017            |                         | UAM                  |                        |
|-------------------------|-----------|-------------|----------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
|                         | #         | %           | #                    | %                       | #                    | %                      |
| Primero                 | -         | -           | 2                    | 15%                     | -                    | -                      |
| Segundo                 | -         | -           | 3                    | 29%                     | 2                    | 6%                     |
| Tercero                 | 1         | 14%         | 3                    | 9%                      | 3                    | 24%                    |
| Cuarto                  | 1         | 4%          | 3                    | 7%                      | 3                    | 22%                    |
| Quinto                  | 1         | 2%          | 4                    | 9%                      | 2                    | 20%                    |
| Sexto                   | -         | -           | 0 - 6 <sup>1</sup>   | 9 - 34% <sup>1</sup>    | 2                    | 14%                    |
| Séptimo                 | 1         | 5%          | 0 - 2 <sup>1</sup>   | 0 - 40% <sup>1</sup>    | 2 - 4 <sup>3</sup>   | 8 - 36% <sup>3</sup>   |
| Octavo                  | 1         | 7%          | 0 - 2 <sup>1</sup>   | 0 - 50% <sup>1</sup>    | 3 - 5 <sup>3</sup>   | 29 - 62% <sup>3</sup>  |
| Noveno                  | -         | -           | 0 - 3 <sup>1,2</sup> | 0 - 100% <sup>1,2</sup> | 2 - 4 <sup>3</sup>   | 20 - 70% <sup>3</sup>  |
| Decimo                  | -         | -           | 0 - 1 <sup>1,2</sup> | 0 - 100% <sup>1,2</sup> | 1 - 3 <sup>3</sup>   | 5 - 45% <sup>3</sup>   |
| Onceavo                 | NA        |             | NA                   |                         | 1 - 2 <sup>3,4</sup> | 8 - 50% <sup>3,4</sup> |
| Doceavo                 | NA        |             | NA                   |                         | 0 - 2 <sup>3,4</sup> | 0 - 50% <sup>3,4</sup> |
| <b>Total / promedio</b> | <b>5</b>  | <b>6.4%</b> | <b>17 - 31</b>       | <b>13 - 39.3%</b>       | <b>21 - 41</b>       | <b>15.6 - 36.3%</b>    |

(ver NOTAS Tabla 45 y Tabla 46, en la siguiente página).

Tabla 46. Porcentaje de representación de los temas relacionados respecto a los conocimientos obtenidos en el año y en la etapa / el tronco.

| Año             |                |    | UNAM 1999 |                |                        | UNAM 2017                |             |                     | UAM                     |        |   |
|-----------------|----------------|----|-----------|----------------|------------------------|--------------------------|-------------|---------------------|-------------------------|--------|---|
| Primero         |                |    | 0         |                |                        | 22%                      |             |                     | 10%                     |        |   |
| Segundo         |                |    | 9%        |                |                        | 8%                       |             |                     | 19%                     |        |   |
| Tercero         |                |    | 1%        |                |                        | 9% - 37% <sup>1</sup>    |             |                     | 12 - 56% <sup>3</sup>   |        |   |
| Cuarto          |                |    | 6%        |                |                        | 0% - 45% <sup>1</sup>    |             |                     | 4% - 50% <sup>3,4</sup> |        |   |
| Quinto          |                |    | 0         |                |                        | 0% - 100% <sup>1,2</sup> |             |                     | NA                      |        |   |
| UNAM 1999       |                |    | UNAM 2017 |                |                        |                          |             |                     | UAM                     |        |   |
| Sem             | Etapa          | %  | Sem       | Etapa          | %                      | Sem                      | Etapa       | %                   | Trim                    | Tronco | % |
| 1-2             | Básica         | 0  | 1-2       | Básica         | 22%                    | 1-2                      | General     | 3%                  |                         |        |   |
| 3-4             | Desarrollo     | 9% | 3-4       | Desarrollo     | 8%                     | 3-6                      | Básico      | 20%                 |                         |        |   |
| 5-6             | Profundización | 1% | 5-6       | Profundización | 9%-37% <sup>1</sup>    | 7-10                     | Profesional | 15-53% <sup>3</sup> |                         |        |   |
| 7-8             | Consolidación  | 6% | 7-8       | Consolidación  | 0-45% <sup>1</sup>     | 11-12                    | Integración | 4-50% <sup>4</sup>  |                         |        |   |
| 9-10            | Demostración   | 0  | 9-10      | Síntesis       | 0%-100% <sup>1,2</sup> |                          |             |                     |                         |        |   |
| <b>Promedio</b> |                |    | 3.2%      |                |                        | 7.8-53.4%                |             |                     | 10.5-30.75%             |        |   |

Sem: semestre, Trim: trimestre.

NOTAS Tabla 45 y Tabla 46: 1) A partir de sexto semestre y hasta noveno semestre los estudiantes elegirán una línea de interés profesional, de la cual cursan una materia optativa por semestre, dependiendo de su elección de línea y materias podrán o no revisar temas relacionados; en el rango se considera desde que elijan las materias que no tiene ninguna relación hasta que elijan las que más tiene relación. 2) En los dos últimos semestres los estudiantes realizan su proyecto de titulación, en el rango se considera desde que no elijan integrar ningún componente de sostenibilidad hasta que consideren en su proyecto todos los componentes. 3) A partir del séptimo trimestre, los estudiantes elijen las optativas a cursar, en el rango se considera desde que elijan las materias que no tiene ninguna relación hasta que elijan las que más tiene relación. 4) En los dos últimos dos trimestres los estudiantes realizan su proyecto terminal, en el rango se considera desde que no elijan integrar ningún componente de sostenibilidad hasta que consideren en su proyecto todos los componentes.

Se clasificaron las materias con contenido relacionado en los cinco criterios identificados en el análisis de los modelos de evaluación de arquitectura sostenible, a saber: energía, agua, residuos, materiales y ecología, en este último se incluyen las de transporte, sitio y ecología. La lista de materias que corresponden a cada criterio se encuentra en la Tabla 47, algunas de las materias se repiten debido a que su contenido incluye más de un criterio, por lo que la suma realizada al final de la tabla no es estrictamente aritmética.

El plan de estudios de la UNAM 1999 solo tiene 5 materias obligatorias con contenido relacionado, estas corresponden al criterio de ecología. Respecto a las materias optativas, no se pudo realizar el análisis, debido a que los programas de las materias no se encuentran disponibles, dado que en el cambio del plan de estudios se generaron nuevas materias optativas y se eliminaron otras. Solo hay información disponible de las materias optativas del plan de 2017.

El plan de estudios de la UNAM 2017, tiene materias obligatorias que corresponden a los criterios de energía (cuatro), agua (tres), residuos (una) y ecología (15). Respecto a las optativas, se encuentran materias con contenido que corresponde a los criterios de energía (ocho), agua (cuatro), materiales (una) y ecología (21). En conjunto, las materias obligatorias (17) y optativas

(25) comprenden los cinco criterios identificados. Es el plan que tiene más materias optativas con contenido relacionado de los tres planes analizados, además es el plan de estudios que, en conjunto de las materias obligatorias y optativas, tiene más materias con contenido relacionado. Sin embargo, a pesar de tener más materias optativas con contenido relacionado, los alumnos solo pueden cursar entre cuatro y ocho materias optativas a lo largo de sus estudios de licenciatura, y puede darse el caso de que no elijan cursar ninguna de las que se mencionan en la lista.

El plan de estudios de la UAM-Azc, tiene materias obligatorias que corresponden a todos los criterios de energía (nueve), agua (siete), residuos (dos), materiales (dos) y ecología (16). Respecto a las optativas, tiene materias con contenido que corresponde a todos los criterios de energía (tres), agua (cuatro), residuos (una) materiales (tres) y ecología (siete). El plan de estudios de la UAM-Azc es el que contiene más materias obligatorias con contenido relacionado a los criterios de los tres planes analizados, siendo estas 20 materias obligatorias, además de que tiene 9 optativas con contenido relacionado. Sin embargo, los alumnos deben cursar diez materias optativas a lo largo de sus estudios de licenciatura y pueden elegir no cursar ninguna de las que se mencionan en la lista (Tabla 47).

Tabla 47. Materias obligatorias y optativas con contenido relacionado con medio ambiente y/o sostenibilidad por criterio.

| Criterios    | Materias            | UNAM 1999               |                           | UNAM 2017                |                        | UAM-Azcapotzalco         |                        |
|--------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
|              |                     | #                       | %*                        | #                        | %*                     | #                        | %*                     |
| Energía      | Obligatoria         | 0                       | 0                         | 4                        | 8%                     | 9                        | 15%                    |
| Agua         | Obligatoria         | 0                       | 0                         | 3                        | 6%                     | 7                        | 12%                    |
| Residuos     | Obligatoria         | 0                       | 0                         | 1                        | 2%                     | 2                        | 3%                     |
| Materiales   | Obligatoria         | 0                       | 0                         | 0                        | 0%                     | 2                        | 3%                     |
| Ecología     | Obligatoria         | 5                       | 10.86%                    | 15                       | 30%                    | 16                       | 27%                    |
| <b>Total</b> | <b>Obligatorias</b> | <b>5/46<sup>1</sup></b> | <b>10.86%<sup>2</sup></b> | <b>17/50<sup>1</sup></b> | <b>34%<sup>2</sup></b> | <b>20/60<sup>1</sup></b> | <b>34%<sup>2</sup></b> |

| Criterios    | Materias         | UNAM 1999 | UNAM 2017                 | UAM-Azcapotzalco          |
|--------------|------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
|              |                  | #         | #                         | #                         |
| Energía      | Optativa         | -         | 8                         | 3                         |
| Agua         | Optativa         | -         | 4                         | 4                         |
| Residuos     | Optativa         | -         | 0                         | 1                         |
| Materiales   | Optativa         | -         | 1                         | 3                         |
| Ecología     | Optativa         | -         | 21                        | 7                         |
| <b>Total</b> | <b>Optativas</b> | -         | <b>25 (8)<sup>3</sup></b> | <b>9 (10)<sup>3</sup></b> |

S: semestre, T: trimestre, O: optativa. 1. Total de materias obligatorias en el plan. 2. Respecto al total de materias obligatorias en el plan. 3. Numero de materias optativas que deben cursar durante sus estudios de licenciatura.

De los tres planes de estudio analizados de las dos escuelas de Arquitectura, el plan de la UAM-Azcapotzalco es el que incluye una mayor cantidad de materias con temas relacionados con medio ambiente y/o sostenibilidad, cuatro materias más que el mínimo y 10 materias más que el

máximo del plan UNAM 2017. Además de que el porcentaje mínimo de representación de los conocimientos obtenidos por trimestre es de 15.6%, 2.6 puntos por encima del porcentaje mínimo por semestre del plan de la UNAM 2017, aunque, en el porcentaje máximo la de UNAM 2017 es de 39.3%, 3 puntos por encima del porcentaje máximo por trimestre de la UAM Azcapotzalco, sin embargo, no se puede considerar el porcentaje máximo en la comparación, ya que depende de lo que el estudiante elija.

En el plan de la 2017 UNAM las materias se extienden por los primeros seis semestres, a menos que el estudiante elija las materias optativas que contemplen la temática de medio ambiente y/o sostenibilidad, por lo que los temas se revisarían hasta el noveno semestre, además de que, si este elije incorporar los elementos de sostenibilidad en su proyecto de titulación, también se revisarían en los dos últimos semestres de la Licenciatura. En adición este plan es el que tiene más materias optativas que contemplan a la sostenibilidad en sus programas; sin embargo, los estudiantes solo pueden elegir entre cuatro y ocho materias de una línea por lo que pueden elegir una línea que no tenga ninguna materia con contenido relacionado o una línea de la cual elijan las ocho materias con contenido relacionado. Asimismo, cabe mencionar que, en las materias obligatorias no se contempla el tema de materiales y en las optativas no se contempla el tema de residuos.

En el plan de la UAM-Azc, las materias se extienden por casi todos los trimestres, excepto el primero y el último, a menos que el estudiante elija incorporar los elementos de sostenibilidad en su proyecto terminal, por lo que también se revisarían en los dos últimos trimestres. A pesar de que el plan de la UAM-Azc es el plan de estudios que contempla en mayor medida la temática de sostenibilidad de los planes analizados, este se centra en la arquitectura bioclimática; aunque si se revisan otros temas relacionados con la sostenibilidad, no se profundiza ni se presentan en varias materias, aunque considera todas las categorías evaluadas.

### 3.4. ENCUESTAS PARA ESTUDIANTES

#### Síntesis de la información obtenida en las encuestas a estudiantes

Se encuestaron un total de 113 estudiantes de la licenciatura en Arquitectura, de los cuales 64 se ubican dentro del rango de edad de 17-20 años, 43 personas de 21-24, cinco con 25-28 y uno de más de 42. Del total de estudiantes, 54 son mujeres y 59 hombres (Figura 28).

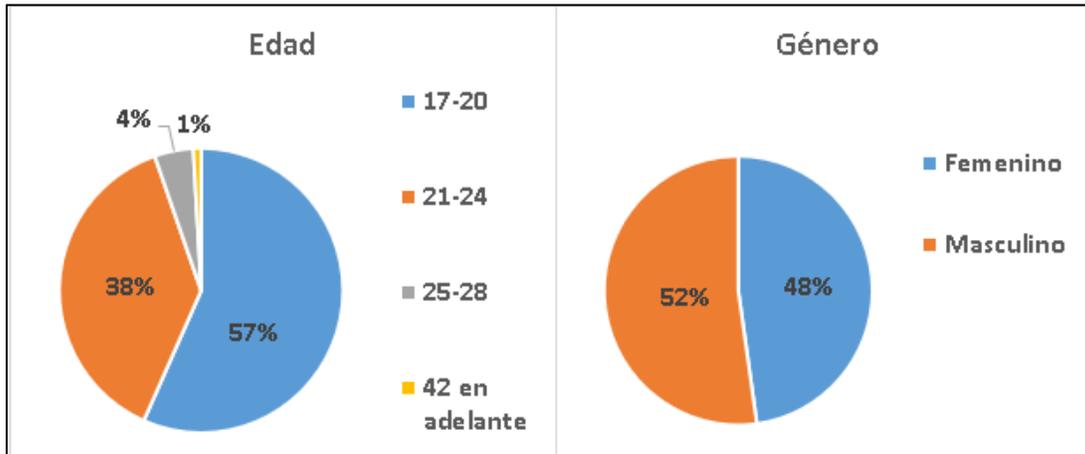


Figura 28. Datos generales de los encuestados, estudiantes de Licenciatura en Arquitectura, pasantes de Arquitecto, licenciados en Arquitectura y estudiantes de posgrado en Arquitectura.

En la Facultad de Arquitectura de la UNAM los encuestados se distribuyen de la siguiente forma; 29 de tercer semestre que corresponden al plan de estudios de 2017, seis de cuarto semestre, 33 de quinto semestre, uno de séptimo semestre, uno de octavo semestre y uno de noveno semestre que corresponden al plan de 1999. De la UAM Azcapotzalco fueron ocho de segundo trimestre, 12 de tercer trimestre, cinco de cuarto trimestre, uno de quinto trimestre, dos de sexto trimestre, 10 de séptimo trimestre, uno de octavo trimestre y tres de noveno semestre (Figura 29).

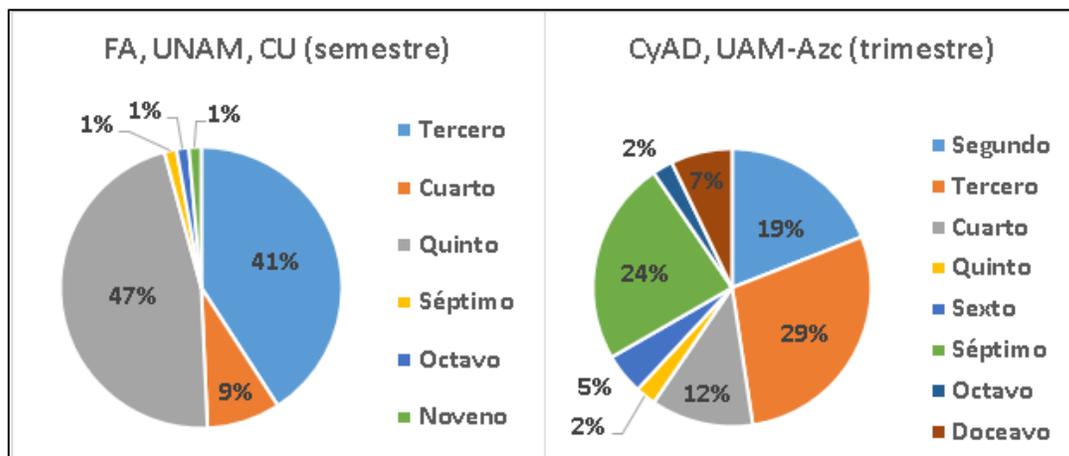


Figura 29. Universidad y semestre/trimestre en el que se encuentran los estudiantes de Licenciatura en Arquitectura encuestados.

De los encuestados de la FA 42 corresponden al plan de 1999 y 29 al plan de 2017, y 42 al plan de 2005 de la CyAD, en la Tabla 48 a continuación se encuentran los semestres / trimestres en los que se encontraban los estudiantes al ser encuestados.

Tabla 48. Universidad y semestre/trimestre en el que se encuentran los estudiantes de LA encuestados por cada plan analizado.

| Universidad                             | FA, UNAM (1999)   | FA, UNAM (2017)            | CyAD, UAM-Azcapotzalco  |
|---|---|----------------------------|---|
| N                                       | 42  | 29                         | 42  |
| Distribución por Semestres / Trimestres | <p>Cuarto – Noveno</p> <p>UNAM (semestre)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuarto: 14%</li> <li>Quinto: 79%</li> <li>Séptimo: 2%</li> <li>Octavo: 2%</li> <li>Noveno: 3%</li> </ul> | <p>Tercero</p> <p>100%</p> | <p>Segundo – Doceavo</p> <p>CyAD, UAM-Azc (trimestre)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Segundo: 19%</li> <li>Tercero: 29%</li> <li>Cuarto: 7%</li> <li>Quinto: 2%</li> <li>Sexto: 5%</li> <li>Séptimo: 24%</li> <li>Octavo: 2%</li> <li>Doceavo: 12%</li> </ul> |

Se levantó una encuesta que consta de 26 preguntas abiertas y cerradas de diferentes tipos, divididas en 4 secciones: la primera es de datos generales, la segunda de conocimiento sobre medio ambiente y sostenibilidad, la tercera es de la valoración de la importancia de los elementos de sostenibilidad, y la cuarta es sobre el interés de los estudiantes respecto a los temas relacionados, que abarca las materias que han cursado y les gustaría cursar, así como los proyectos en los que han participado. El análisis de los datos de las encuestas se describe a continuación, dividido por las mismas secciones que componen la encuesta.

Con el fin de poder comparar los resultado de las encuestas entre las dos escuelas se dividió la etapa de consolidación en ambos planes de estudios de la UNAM en los dos semestres que la componen, agrupando el séptimo con el área de profundización y el octavo con el área de demostración. Por lo que el área de profundización y consolidación abarca los semestres quinto, sexto y séptimo y el área de consolidación y demostración en el plan de 1999 y consolidación y síntesis en el plan de 2017 abarcan los semestres octavo, noveno y décimo (Tabla 49).

Tabla 49. Distribución de los estudiantes encuestados por etapa/tronco en los tres planes de estudios.

| Etapa  | Plan de estudios |      |           |      | Tronco      | Plan de estudios |      |
|--|------------------|------|-----------|------|-------------|------------------|------|
|  | UNAM 1999        |      | UNAM 2017 |      |             | UAM-Azc          |      |
|  | No.              | %    | No.       | %    |             | No.              | %    |
| Básica   | 0*               | -    | 0         | -    | General     | 8                | 10%  |
| Desarrollo   | 6                | 14%  | 29        | 100% | Básico      | 20               | 47%  |
| Profundización y Consolidación <sup>1</sup>                          | 34               | 81%  | 0*        | -    | Profesional | 11               | 26%  |
| Consolidación y Demostración / Consolidación y Síntesis <sup>2</sup> | 2                | 5%   | 0*        | -    | Integración | 3                | 7%   |
| N  | 42               | 100% | 29        | 100% | N           | 42               | 100% |

Ver notas en página siguiente.

\* No se pudieron encuestar a los alumnos de la etapa básica del plan de la UNAM 1999, debido a que este plan está discontinuado, por la modificación del plan de estudios y la creación del plan de 2017, al igual que en el caso del plan de la UNAM 2017, del que solo se pudieron encuestar a los estudiantes de la etapa de desarrollo, debido a que este es un nuevo plan y solo hay estudiantes de los primeros tres semestres, de los cuales se encuestó a los alumnos de tercer semestre. 1. Abarca los semestres quinto, sexto y séptimo. 2. Abarca los semestres octavo, noveno y décimo. En el plan de 1999 la etapa se llamaba demostración, en el plan de 2017, la etapa toma el nombre de síntesis.

En los análisis de las respuestas a la encuesta, se despreciaron los datos obtenidos de las encuestas del nuevo plan de estudios de la UNAM (2017) para la comparación, debido a que no se pueden comparar con los otros planes, ya que solo se pudo encuestar a un semestre, además de que, al ser nuevo, solo hay alumnos de primero a tercer semestre. Los datos obtenidos de las encuestas de los estudiantes del plan de 2017 se mencionan de manera informativa en algunas preguntas y se pueden encontrar en el Anexo 3.

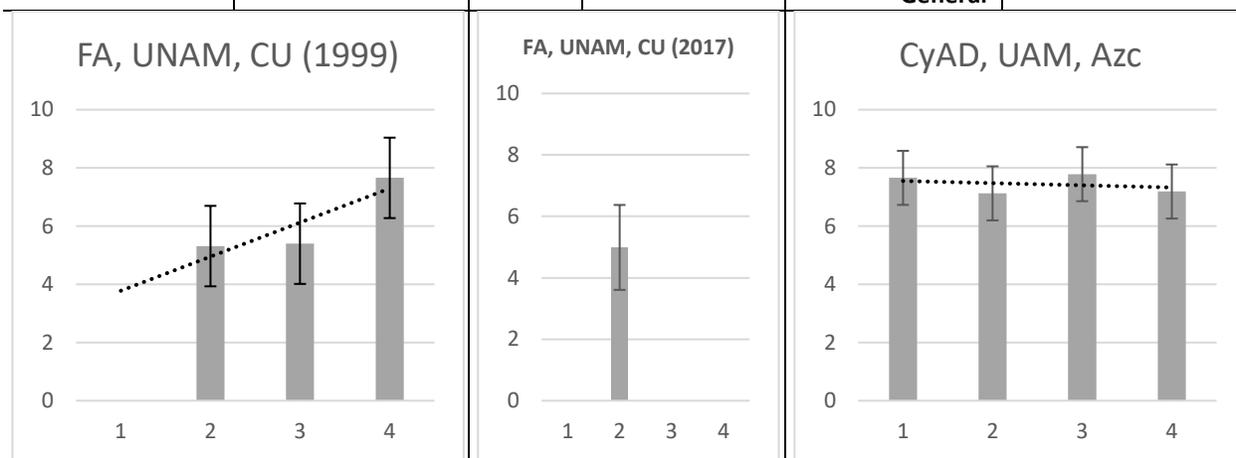
### Conocimiento

Los estudiantes de la UAM-Azc obtuvieron un puntaje mayor en promedio que los de la UNAM del plan 1999, superándolos por 1.9 puntos en la calificación de la sección de conocimiento de la encuesta. En el plan de 1999 de la UNAM el promedio de calificación en la sección de conocimiento de la encuesta aumenta conforme se avanza dentro de los estudios de la licenciatura, de 5.3 en la etapa de desarrollo hasta alcanzar una puntuación de 7.7 en las etapas de consolidación y demostración que abarca los semestres octavo, noveno y décimo de la licenciatura en Arquitectura, de forma que alcanza valores similares a los de la UAM-Azcapotzalco (Tabla 50).

Ningún estudiante encuestado obtuvo calificación de 10 en la sección de conocimiento, la calificación más alta es de 8.8 que corresponde a tres estudiantes de la UAM-Azc, uno de tercer trimestre y dos de séptimo trimestre. En el caso de la UNAM, la calificación más alta fue de 8.1 por un estudiante de noveno semestre (Tabla 50).

Tabla 50. Calificación obtenida por los estudiantes encuestados en la sección de conocimiento, por etapa/tronco.

| Etapas   | FA, UNAM   |                |            |                | Troncos                 | CyAD, UAM-Azc |                |
|--|------------|----------------|------------|----------------|-------------------------|---------------|----------------|
|  | 1999       |                | 2017       |                |                         | Prom.         | Desv. Est.     |
|  | Prom.      | Desv. Est.     | Prom.      | Desv. Est.     |                         |               |                |
| 1. Básica                                      | -          | -              | -          | -              | 1. General              | 7.7           | ±0.7654        |
| 2. Desarrollo                                  | 5.3        | ±1.4114        | 5.0        | ±1.4834        | 2. Básico               | 7.1           | ±1.0369        |
| 3. Profundización Consolidación <sup>1</sup>   | 5.4        | ±1.3265        | -          | -              | 3. Profesional          | 7.8           | ±0.6768        |
| 4. Consolidación y Dem / Síntesis <sup>2</sup> | 7.7        | ±0.662         | -          | -              | 4. Integración          | 7.2           | ±0.8267        |
| <b>Promedio General</b>                        | <b>5.5</b> | <b>±1.3823</b> | <b>5.0</b> | <b>±1.4834</b> | <b>Promedio General</b> | <b>7.4</b>    | <b>±0.9284</b> |



|                              |                      |                  |                      |                   |                      |   |
|------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|---|
| <b>Calificación</b>          | 2.5 – 8.1            |                  | 2.5 – 7.5            |                   | 5.3. – 8.8           |   |
| <b>Calificación más alta</b> | 8.1 (1) <sup>3</sup> | Semestre: Noveno | 7.5 (1) <sup>3</sup> | Semestre: Tercero | 8.8 (3) <sup>3</sup> | Trimestres: tercero (1) <sup>3</sup> y séptimo (2) <sup>3</sup> |

Prom.: promedio. Desv. Est.: desviación estándar. 1. Abarca los semestres quinto, sexto y séptimo. 2. Abarca los semestres octavo, noveno y décimo. 3. Número de estudiantes que obtuvieron dicha calificación.

Se encontró que los estudiantes conocen varios de los temas expuestos, específicamente los que están íntimamente relacionados con su profesión como la arquitectura bioclimática y el confort térmico; sin embargo, se encontró que existe confusión respecto a temas básicos de la sostenibilidad. Se consideró como tema de confusión si el 50% o más de los estudiantes respondieron en forma incorrecta.

En la UNAM los temas de confusión son: materiales sostenibles, análisis de ciclo de vida, energía renovable, captación de agua de lluvia, bienes comunes, pilares de la sostenibilidad y evaluación de arquitectura sostenible. En la UAM los temas de confusión son: análisis de ciclo de vida, captación de agua de lluvia, bienes comunes y sostenibilidad. Adicionalmente, los estudiantes de la UAM tienen conocimientos de la gráfica solar y ecología, más que los de la UNAM, el primer tema debido a que cursan una materia obligatoria en los primeros trimestres (Climatología y Geometría Solar). En la Tabla 51, a continuación, se exponen los temas que se abordaron en la encuesta y el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente las preguntas, divididos por etapa / tronco.

Tabla 51. Porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente las preguntas de la sección de conocimiento de temas de sostenibilidad.

|                                       |           | Porcentaje de alumnos con respuestas correctas |   |   |         | 0-25%  | 25-50%      | 50-75%      | 75-100% |
|---------------------------------------|-----------|--|---|---|---------|--------|-------------|-------------|---------|
|                                       |           | Simbología                                     |   |   |         |        |             |             |         |
| Temas                                 | UNAM 1999 |  |   |   | UAM-Azc |        |             |             |         |
|                                       | Básica    | Desarrollo                                     | Profundización y Consolidación <sup>1</sup> | Consolidación y Demostración <sup>2</sup> | General | Básico | Profesional | Integración |         |
| Gráfica solar                         | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Arquitectura bioclimática             | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Confort térmico                       | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Materiales sostenibles                | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Análisis de ciclo de vida             | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Energía renovable                     | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Ecología                              | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Captación de agua de lluvia           | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Bienes comunes                        | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Sostenibilidad                        | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |
| Evaluación de arquitectura sostenible | -         |  |   |   |         |        |             |             |         |

1. Abarca los semestres quinto, sexto y séptimo. 2. Abarca los semestres octavo, noveno y décimo.

Además, en el caso de la UNAM, en la etapa de profundización y consolidación, específicamente en quinto semestre, se encontró confusión respecto al confort térmico, donde los estudiantes respondieron “aire acondicionado”, a pesar de que es una tecnología con la cual se puede crear el confort térmico en un espacio cerrado, la pregunta era “¿A qué se refiere el confort térmico?” por lo que la respuesta es incorrecta.

Por último, se reconocieron las respuestas “muy completas” a las preguntas abiertas, en las que se mencionan conceptos referentes a lo cuestionado. En el caso de los estudiantes de la UNAM que cursan el plan de estudios de 1999, ninguno de sus respuestas entró en esa categoría. En el caso de la UAM se encontraron varias respuestas dentro de la categoría, que abarcan todos los troncos. En la Tabla 52, a continuación, se encuentran las respuestas dentro de la categoría, con el porcentaje de alumnos que las respondieron de esta manera.

*Tabla 52. Porcentaje de estudiantes que respondieron con “Respuestas muy completas” a los temas planteados (UAM-Azc).*

| <b>UAM-Azc</b>   | <b>General</b> | <b>Básico</b> | <b>Profesional</b> | <b>Integración</b> |
|--|----------------|---------------|--------------------|--------------------|
| ¿Para qué sirve la gráfica solar?  | -              | -             | 10%                | 33%                |
| ¿Qué es la arquitectura bioclimática?  | -              | 42%           | 60%                | 33%                |
| ¿A qué se refiere el confort térmico?  | 25%            | 11%           | 10%                | 33%                |
| ¿En análisis de ciclo de vida, que significa “de la cuna a la tumba”?                | 25%            | 16%           | 50%                | -                  |
| ¿Para qué sirve realizar evaluación de sostenibilidad de un proyecto arquitectónico? | 12.5%          | 5%            | 10%                | -                  |

### **Valoración**

Con el fin de evaluar qué aspectos de la sostenibilidad consideran importantes, se realizaron tres preguntas en la encuesta. Las preguntas y respuestas a estas se describen a continuación.

Se cuestionó qué tan importante, en una escala del 1 al 5, siendo 1 nada importante y 5 muy importante, consideran que existan áreas verdes cerca de la vivienda, a lo que la mayoría en ambas universidades respondió 5 (86% en la UNAM y 83% en la UAM); en el caso de la UNAM 1999 el 5% respondió 4, 3 y 1 respectivamente y en el caso de la UAM, el 17% respondieron 4. Posteriormente se preguntó qué tan importante, en escala del 1 al 5, consideran que haya una temperatura agradable dentro de la vivienda, a lo que la mayoría en ambos casos respondieron 5 (69% en la UNAM 1999 y 83% en la UAM); menos del 17% en ambos casos respondió 4, además, en el caso de la UNAM 1999, el 7% respondieron 3 y 1 respectivamente (Figura 30).

En el caso del plan de la UNAM 2017, la mayoría, en ambos casos respondieron 5 y el resto, el 10 y el 7%, para cada pregunta respectivamente respondieron 4 (ver Anexo 3).

Ambos componentes resultan de gran importancia para el bienestar y la calidad de vida de las personas, ya que la presencia de áreas verdes tiene beneficios sociales, ambientales y económicos

para los habitantes de la zona y la temperatura agradable dentro de la vivienda permite el disfrute de las actividades realizadas al interior de la vivienda.

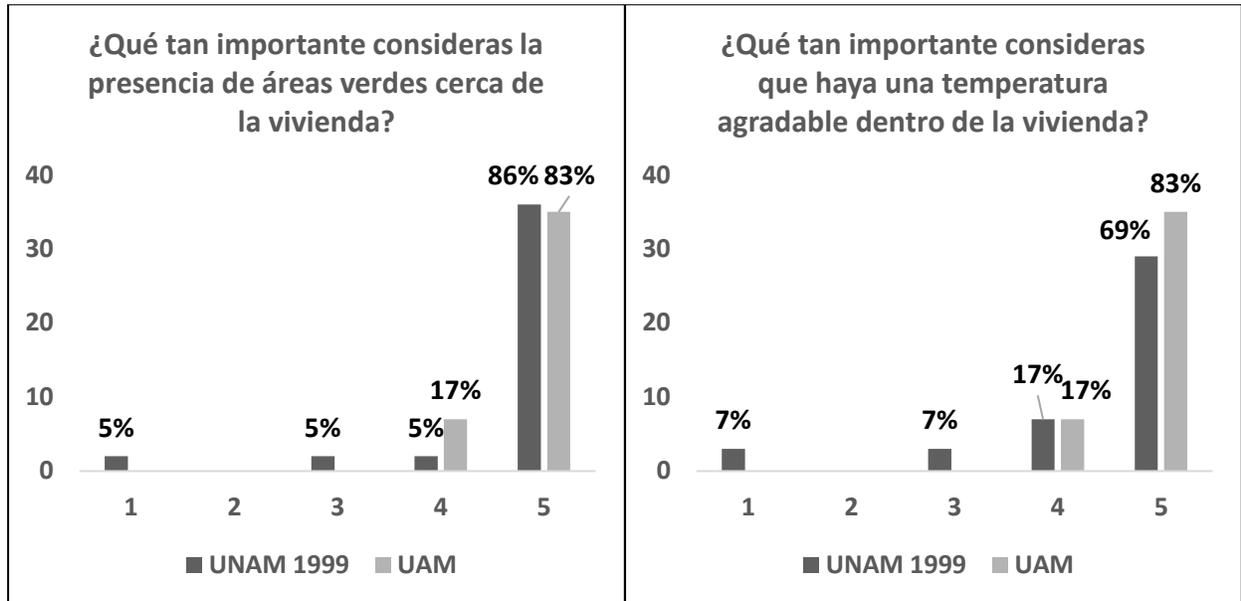


Figura 30. Valoración de la importancia de la presencia de áreas verdes y de una temperatura agradable dentro de la vivienda.

Posteriormente se cuestionó qué tanta aceptación, en escala del 1 al 5, siendo 1 ninguna y 5 totalmente, consideran que las personas tengan del uso de tecnologías sostenibles en las viviendas, a lo que el 26 y 12% respectivamente respondieron 5, el 21 y 26% contestaron 4, el 31 y 52% (siendo mayoría) respondió 3, el 17 y 10% contestó 2 y el 5% de los estudiantes de la UNAM respondieron 1 (Figura 31).

En el caso del plan de la UNAM 2017, las respuestas se distribuyeron de la siguiente manera: el 7% respondió 1, el 21% respondió 2, el 17% respondió 3, el 31% respondió 4 y el 24% respondió 5 (ver Anexo 3).

El que los estudiantes consideren que las técnicas y tecnologías puedan tener poca aceptación por la gente, puede determinar que se limiten al proponer a sus futuros clientes la integración de estas en los inmuebles que diseñen y construyan.

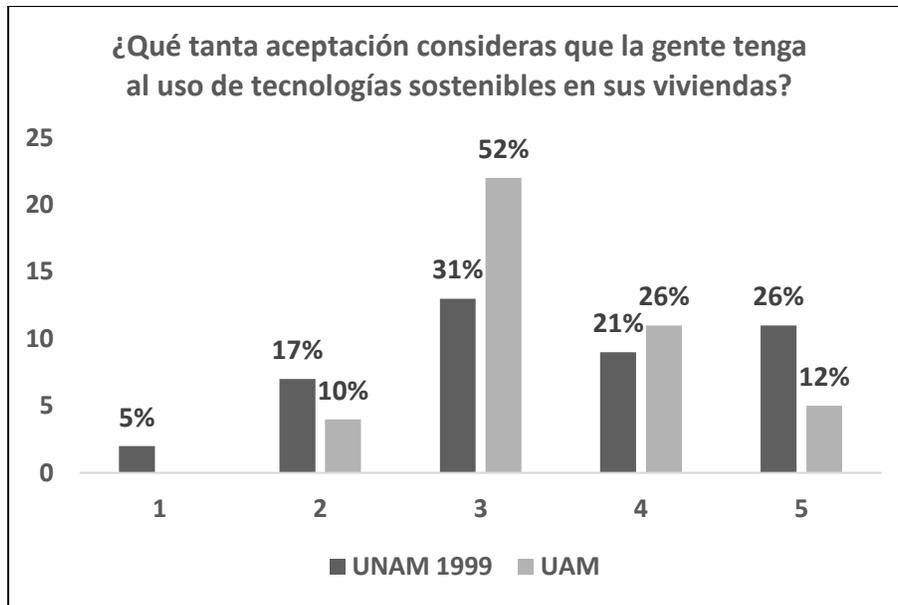


Figura 31. Valoración de aceptación de las tecnologías sostenibles por la gente.

### Interés

Para determinar el interés de los estudiantes de la LA, se integraron cinco preguntas. Las preguntas y respuestas a estas se describen a continuación.

Primero se preguntó si estarían dispuestos a recomendarle a sus clientes el uso de materiales sostenibles en la construcción, así como la integración de técnicas y/o tecnologías sostenibles en el proyecto, a lo que la mayoría respondió que sí lo harían (Figura 32). En el caso de la UNAM, el 5% en ambas preguntas respondieron que “no”, es importante mencionar que fueron los mismos estudiantes los que respondieron “no” en ambas preguntas. En el caso de la UAM, el 5% en la primera pregunta y el 14% en la segunda respondieron “tal vez”, ninguno de ellos respondió “no”.

En el caso del plan de la UNAM 2017, todos los estudiantes respondieron “sí” en la primer pregunta y para la segunda pregunta la mayoría (90%) respondió “sí” y el 10% “no” (ver Anexo 3).

A pesar de lo esperanzador de las respuestas positivas, no se tiene información sobre si realmente estarán dispuestos a proponerlo, aun considerando un posible aumento en los costos y/o complejidad del proyecto.

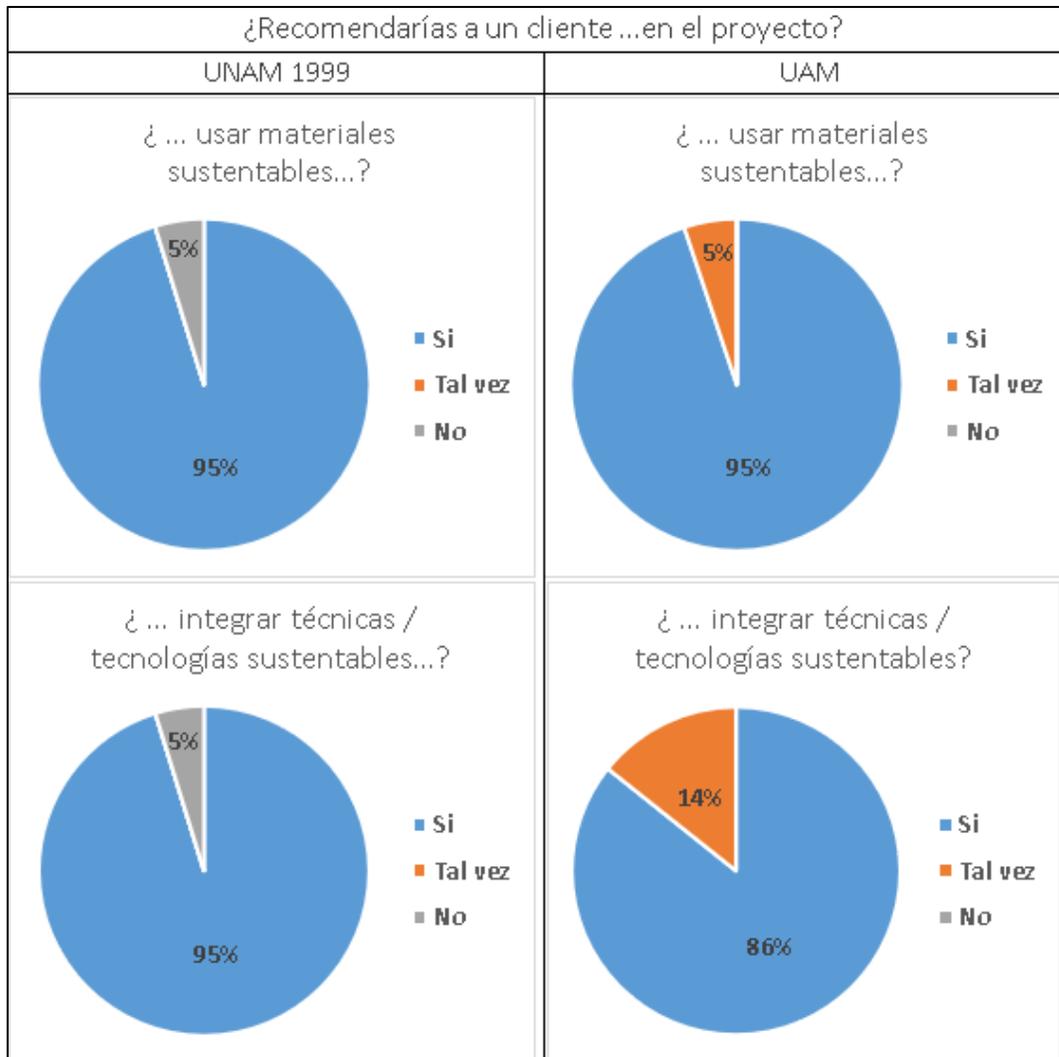


Figura 32. Interés de recomendación a los clientes sobre el uso de materiales, técnicas y tecnologías de sostenibilidad para los proyectos.

Posteriormente, se les cuestionó si dentro de sus estudios de Licenciatura habían cursado alguna materia relacionada con sostenibilidad, a lo que más de la mitad dijeron que si, 69% en la UNAM 1999 y 55% en la UAM. Posteriormente se les cuestionó sobre su interés en cursar alguna materia relacionada con sostenibilidad, a lo que la mayoría dijeron que si les interesaba, 74 y 90% respectivamente, en el caso de la UNAM 1999, el 7% dijo que “tal vez” y el 19% que “no”; el 10% restante de los estudiantes de la UAM dijo que tal vez (Figura 33).

Es importante mencionar que en la UNAM 1999 el 66% de los que respondieron que han tomado alguna materia relacionada dijeron que les interesa cursar otra(s) y que el 24% de los que han cursado materias con contenido relacionado dijeron que no les interesaría cursar otra(s). Además de que el 92% de los que dijeron que no han cursado materias relacionadas, respondieron que si les interesaría cursar alguna(s) y el 8% que no les interesaría cursar materias relacionadas.

Adicionalmente, en la UAM el 90% de los que respondieron que han tomado alguna materia relacionada dijeron que les interesa cursar otra(s) y el 10% restante que tal vez les interesaría cursar otra(s). Además de que el 89% de los que dijeron que no han cursado materias relacionadas, respondieron que si les interesaría cursar alguna(s) y el 11% restante que tal vez.

En el caso de la UNAM 2017, donde todos los estudiantes han cursado por lo menos dos materias relacionadas con la sostenibilidad (Sistemas Ambientales I y II, en primer y segundo semestre, respectivamente), solo el 90% respondieron haber cursado materias relacionadas, el 10% restante, probablemente no considera que las materias estén relacionadas con la sostenibilidad, o puede ser que durante el curso no se hayan revisado los temas correspondientes. Adicionalmente, el 81% de los que dijeron haber cursado materias relacionadas, mencionaron que si les interesaría cursar otra(s), el 19% restante, que tal vez. Por último, el 67% de los que dijeron no haber cursado materias relacionadas mencionaron que si les interesaría cursar otra(s) y el 33% (1 encuestado) restante que no les interesa (ver Anexo 3).

Los estudiantes encuestados del plan de la UNAM 1999 que respondieron haber cursado materias relacionadas con sostenibilidad, mencionaron algunas de las materias que se identificaron en el análisis de las cartas temáticas como que tienen contenido relacionado, entre ellas se mencionaron las de arquitectura urbano ambiental y diseño urbano ambiental. Además, aludieron a materias que no se identificaron como que tuvieran contenido relacionado, como son las de proyectos, construcción, teoría arquitectónica, extensión, instalaciones, entre otras. Sin embargo, esto no se refleja en su conocimiento de los temas de sostenibilidad cuestionados en la primer parte de la encuesta.

En el caso de la UAM, los estudiantes que respondieron haber cursado materias relacionadas con sostenibilidad, mencionaron algunas de las materias que se identificaron en el análisis de las cartas temáticas como que tienen contenido relacionado; entre ellas se mencionaron las de climatología y geometría solar, diseño arquitectónico, bioclimática, confort higrotérmico y confort lumínico y acústico, arquitectura y vegetación, entre otras, además de algunas optativas como azoteas verdes y diseño de jardines, entre otras.

Algunos de los estudiantes del plan de la UNAM 1999 mencionaron que no han cursado materias relacionadas con sostenibilidad debido a que los trámites para cursar materias en otras carreras, aun dentro de la UNAM, es muy complicado. Lo anterior se relaciona con la falta de flexibilidad del plan de estudios que supuestamente se resuelve en el rediseño y modificación del plan realizado en 2017.

A todos los que respondieron que si o tal vez, se les pregunto qué materia le interesaría cursar, a lo que, la mayoría de los estudiantes de ambas instituciones, 77 y 61% respectivamente, dijeron que les interesa cursar materias relacionadas con arquitectura sostenible, en esta categoría se incluyeron las respuestas de arquitectura bioclimática y diseño bioclimático; el 9% en la UAM dijo

que le interesan materias con contenido relacionado a las ecotecnologías, al 15 y 9% respectivamente le interesan las materias relacionadas con materiales, como materiales sostenibles y renovables, el 17% de los estudiantes de la UAM menciona materias relacionadas al uso de energías renovables y eficiencia energética y el 8 y 4% respectivamente tienen interés por la sostenibilidad (Figura 33).

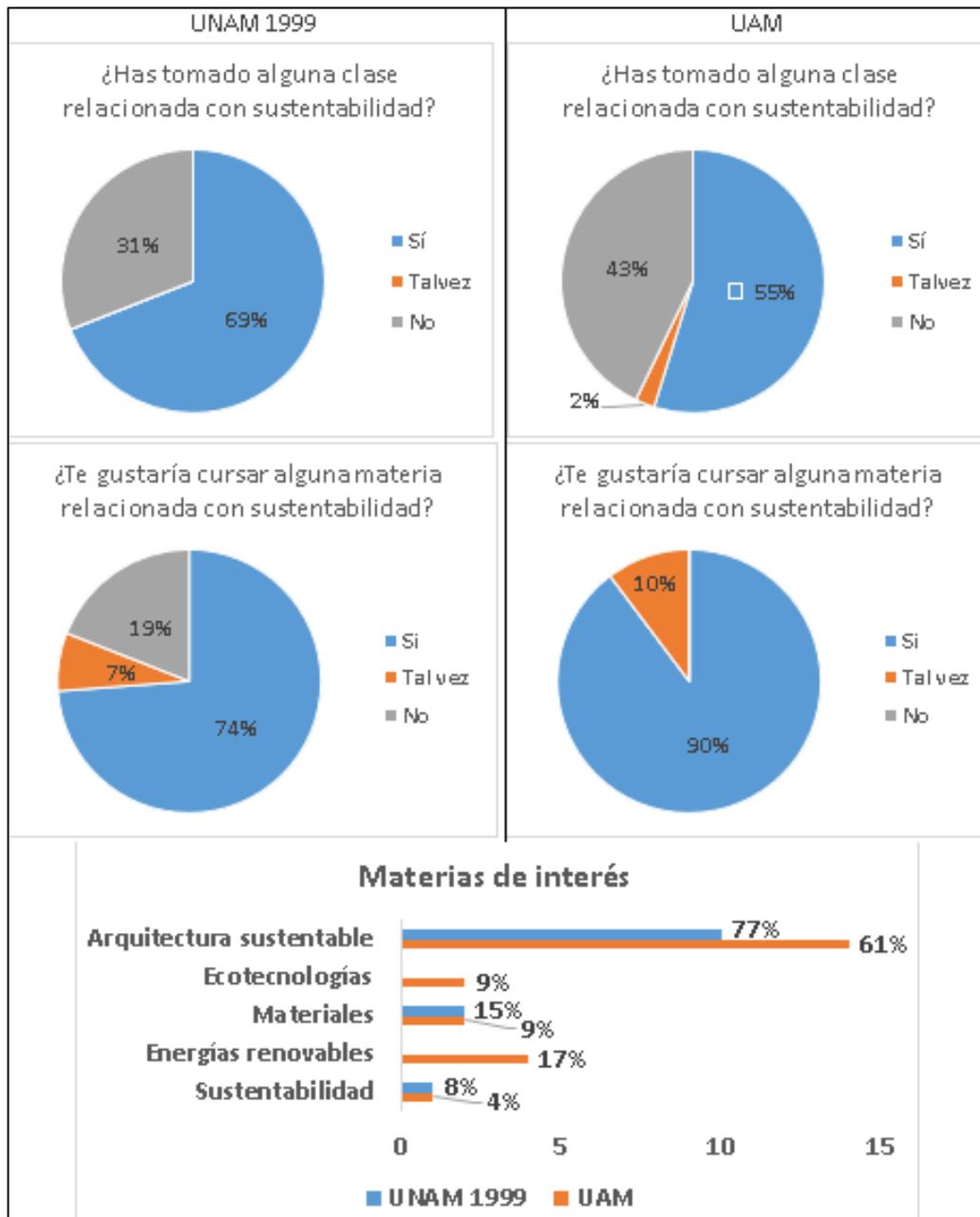


Figura 33. Interés por cursar materias relacionadas con sostenibilidad por parte de los encuestados.

Por último, se les preguntó si han participado en proyectos que involucren temas de sostenibilidad, a lo que el 60% en ambas escuelas respondieron que no, el 31 y 38% que sí y 9 y 2% que tal vez. La respuesta “tal vez” se consideró como positiva, ya que se pensó que podrían

considerar que no era un proyecto de sostenibilidad, pero en realidad si, aunque involucrara un acercamiento ligero, por lo que a los que respondieron “sí” y “tal vez” se les preguntó de qué se trataban los proyectos en los que habían participado; en su mayoría señalan proyectos de arquitectura sostenible, 73 y 75%, respectivamente, aunque consideran que se abordó la sostenibilidad de manera superficial; el 9 y 19% respectivamente mencionaron haber participado en proyectos de ecotecnologías; el 9 y 6% en proyectos de materiales, que incluyen diseño y producción de materiales, sostenibles y reciclaje de materiales y el 9% de los estudiantes de la UNAM 1999 dijeron que participaron en proyectos de energías renovables (Figura 34).

En el caso del plan de la UNAM 2017, el 38% dijeron haber participado en proyectos que involucra el tema de sostenibilidad, el 21% que tal vez y el 41% que no. Entre los temas de los proyectos se mencionaron dos que coinciden con los mencionados en los otros planes de estudio, como son la arquitectura sostenible y los materiales como el uso de estructuras recicladas.

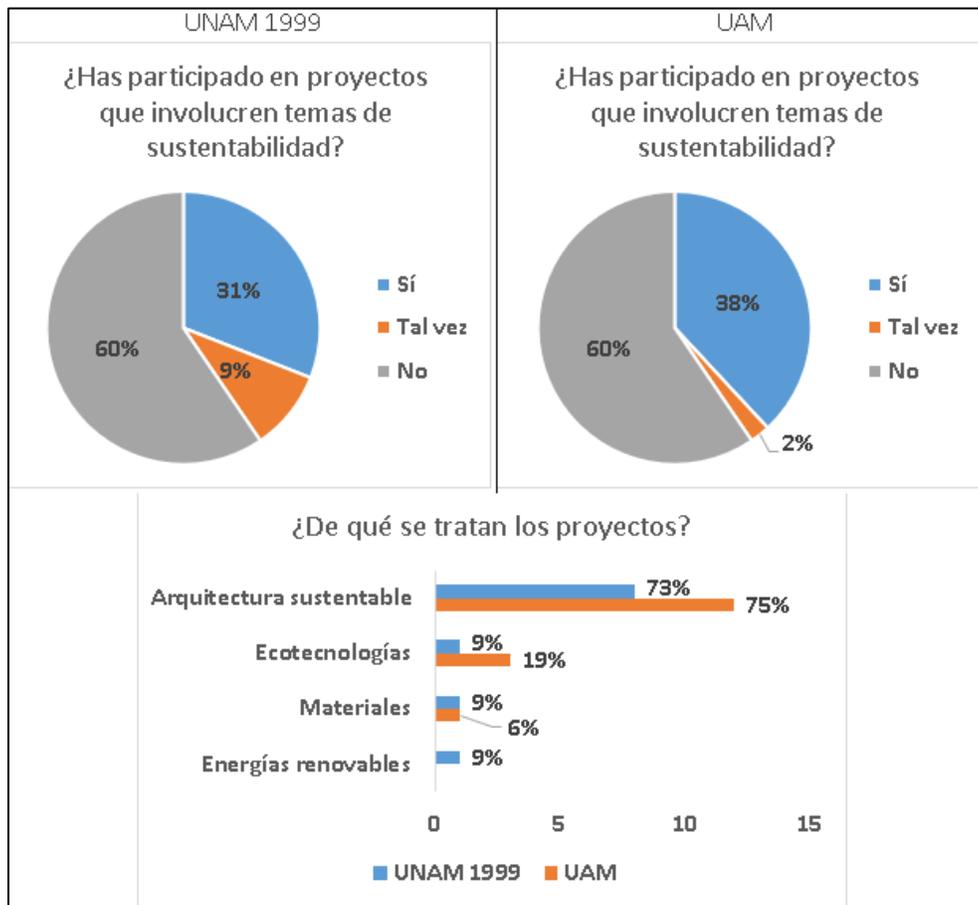


Figura 34. Participación en proyectos de sostenibilidad por parte los estudiantes encuestados.

### 3.5. ENTREVISTAS A PROFESORES Y AUTORIDADES

#### a) Autoridades de coordinación

- Facultad de Arquitectura, UNAM, CU.

Se realizó una entrevista a la coordinadora de un taller de la FA quien, además, imparte dos materias de taller en la Licenciatura que, en principio, no abarcan temas relacionados con sostenibilidad; sin embargo, explicó que ella imparte los temas que considera que los alumnos deben revisar, entre estos se incluyen temas relacionados con medio ambiente y/o sostenibilidad; además, comentó que insta a los profesores a su cargo para incluir temas relacionados en sus cursos.

Adicionalmente, se entrevistó a la coordinadora del área urbano-ambiental de la Licenciatura en Arquitectura, ya que esta es el área donde se imparten la mayor cantidad de contenidos relacionados con la sostenibilidad en la Licenciatura.

Por último, se entrevistó a la coordinadora de la Licenciatura en Arquitectura del Paisaje quien, además, imparte dos materias en el primer año de las Licenciaturas en Arquitectura y Arquitectura del Paisaje, debido a que en ambos planes de estudios se cuenta con los llamados “conocimientos compartidos” en el primer año, por lo que se cursan las mismas materias en las dos licenciaturas.

Las dos últimas coordinadoras mencionadas participaron en el proyecto de Modificación del Plan de Estudios 2017.

- División de Ciencias y Artes para el Diseño, UAM-Azc.

Se entrevistó a la coordinadora de la Licenciatura en Arquitectura quien, además, es profesora de la licenciatura.

#### b) Profesores

- Facultad de Arquitectura, UNAM, CU.

Se entrevistó a dos profesores de la Licenciatura en Arquitectura.

El primero participó en el proyecto CASA UNAM como asesor académico, el cual concursó en el decatlón solar 2014 en Versalles, Francia, y que configura un ejemplo de vivienda sostenible para la CDMX. Además, este profesor imparte materias en la Licenciatura, que no abarcan temas relacionados con la sostenibilidad. El profesor expresó que no considera necesaria la integración de la temática de sostenibilidad en la carrera, ya que él considera más importante el tema de accesibilidad, enfocado a contar con accesos correspondientes para las personas con capacidades diferentes a los edificios, que la temática de la sostenibilidad.

La segunda imparte varias materias, siendo estas las que más se relacionan con el medio ambiente y la sostenibilidad; sin embargo, comenta que considera que a las materias les falta contenido relacionado ya que estas solo abarcan temas básicos y el porcentaje de representación de los conocimientos obtenidos en la materia es bajo. Además, participó en el proyecto de modificación del Plan de Estudios 2017.

- División de Ciencias y Artes para el Diseño, UAM-Azc.

Se entrevistó a un profesor de la Licenciatura en Arquitectura, quien imparte materias que en el programa tienen temas relacionados con la sostenibilidad, además de otras que formalmente no incluyen estos temas; sin embargo, comenta que trata de impartir ciertos conocimientos que considera que los estudiantes deben tener para su práctica profesional, lo que incluye a la temática de medio ambiente y sostenibilidad.

#### Síntesis de la información obtenida en las entrevistas

- Postura oficial de la institución ante la sostenibilidad

Ambas escuelas incorporan la perspectiva de sostenibilidad como política institucional a través de los programas de sostenibilidad (PUES de la UNAM y PIHASU de la UAM-Azc.). Asimismo, asignan presupuesto para proyectos de sostenibilidad, lo que adicionalmente se relaciona con la creación de laboratorios de investigación respecto al tema. Por último, cuentan con sistemas de gestión ambiental, contenidos en los programas de sostenibilidad de las Instituciones de Educación Superior.

- Transversalidad de la sostenibilidad en los planes de estudio

En la FA, UNAM, CU, la Sostenibilidad es uno de los temas transversales de los planes de estudio, por lo que la coordinación de la carrera ha solicitado a todos sus profesores que integren una tabla en el programa de las materias que imparten en la que se debe especificar como es que la asignatura incorpora los cuatro temas transversales, lo que aún está en proceso de revisión. El plan de estudios de la licenciatura en arquitectura se alinea con los perfiles de la UNESCO que integran la sostenibilidad en la arquitectura.

En la FA existe un posgrado en el que se revisan los temas de Sostenibilidad, además de que la Facultad forma parte del Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad.

- Proyectos académicos que abordan la sostenibilidad

Los laboratorios de investigación consideran temas relacionados con la sostenibilidad en sus investigaciones de manera multi e interdisciplinaria. Además, en la UNAM existe el concurso de tesis de desarrollo sustentable y se imparten seminarios respecto al tema de sostenibilidad.

- Espacios para actividades académicas relacionadas con la Sostenibilidad

En ambas escuelas existen laboratorios de investigación que contemplan los temas de sostenibilidad en sus investigaciones; además en la FA recientemente se creó el laboratorio de Entornos Sostenibles que, aunque no se ha inaugurado formalmente, ya se encuentra en operación, además del laboratorio de movilidad e infraestructura verde.

- Redes o convenios con entidades académicas relacionadas con la Sostenibilidad

Ambas escuelas participan en investigaciones en conjunto con otras entidades académicas dentro y fuera de la UNAM en temas de investigación relacionadas con la sostenibilidad.

- Actualización docente en temas de Sostenibilidad

Con la incorporación de los temas transversales al plan de estudios de la FA se estableció que los profesores deberían tomar cursos de actualización en dichos temas; adicionalmente se han impartido cursos para los docentes sobre los temas que abarcan las materias nuevas como son las de Sistemas Ambientales I y II. Cabe señalar también que se puede dar el caso de que, aunque se haya modificado el nombre y contenido de la asignatura, si ésta sigue siendo impartida por el mismo profesor, los temas incorporados no necesariamente son considerados en el desarrollo de la asignatura.

- Incorporación de la temática de Sostenibilidad en asignaturas

En la FA con la modificación del plan de estudios, específicamente la incorporación de la sostenibilidad como tema transversal, se ha integrado el tema en las asignaturas obligatorias y optativas, además de que existe una línea de interés profesional enfocada a la sostenibilidad. En el caso de la CyAD, debido a que se pretende que el plan de estudios de arquitectura se alinee con el perfil profesional de la UNESCO, se ha integrado la sostenibilidad en las materias que no la contemplaban.

- Flexibilidad del plan de estudios para atender la temática de Sostenibilidad

Los alumnos de todas las carreras de ambas escuelas pueden cursar materias de otros planes de estudio; los entrevistados declaran que los estudiantes suelen cursar materias que forman parte de otros planes de estudio como optativas; sin embargo, pueden existir factores por los que esto no se cumpla, como que las materias que desean cursar se encuentren sin cupo, que los créditos no tengan el mismo valor, que las materias que les interesan se impartan en otras unidades de la misma universidad, entre otros.

En ambas escuelas, los planes de estudio fueron modificados en 2017 y se encuentran bajo revisión por parte de las coordinaciones de las Licenciaturas en arquitectura, que prevén modificaciones próximamente, en el caso de la UNAM para que se incorporen los cuatro temas

transversales en todas las materias del plan de estudios y en caso de la UAM para que se alinee con los perfiles profesionales de la UNESCO.

### 3.6. PROBLEMAS Y VALORES IDENTIFICADOS

A partir del análisis de la información recabada, se identificaron los problemas y valores respecto al tema de sostenibilidad en la Licenciatura en Arquitectura, en ambas escuelas, los cuales se presentan en la Tabla 53.

*Tabla 53. Problemas y valores identificados en la Licenciatura en Arquitectura de la FA, UNAM y la CyAD, UAM-AZC.*

| <b>Valores</b>  | <b>FA, UNAM, CU</b>   | <b>CyAD, UAM, Azc</b>   |
|---|---|---|
| Indicadores COMPLEXUS   | Consideran los propuesto en los indicadores COMPLEXUS sobre identidad institucional, la mayoría de los indicadores de educación, de investigación y extensión.                              | Consideran los propuesto en los indicadores COMPLEXUS sobre identidad institucional, la mitad de los de educación, de investigación y extensión.  |
| Programa institucional de sostenibilidad  | Implementación del programa ECOPuma, después el PUMA y actualmente el PUES  | Implementación del programa PIHASU  |
| Integración de la sostenibilidad en los planes de estudio   | La sostenibilidad es un tema transversal en los planes de estudio de la FA<br>El plan de estudios de la licenciatura en arquitectura del paisaje está basado en conceptos de medio ambiente | El plan de estudios de arquitectura se basa en el perfil internacional de la UNESCO, que integra la sostenibilidad en la arquitectura   |
| Conocimiento sobre la temática de sostenibilidad  | Los estudiantes tienen un conocimiento medio (promedio 5.5 en el plan de 1999 y 5.0 en el plan de 2017) respecto a los temas de sostenibilidad.   | Los estudiantes tienen un conocimiento medio alto (promedio 7.4) respecto a los temas de sostenibilidad   |
| Valoración de la importancia de componentes de sostenibilidad en sus proyectos  | La mayoría de los estudiantes consideran muy importante la presencia de áreas verdes y de una temperatura agradable en la vivienda  |   |
| Interés en recomendar a sus futuros clientes la integración de técnicas y tecnologías de sostenibilidad a los proyectos | La mayoría de los estudiantes presentan interés de recomendar a sus clientes la integración de componentes de sustentabilidad a sus proyectos futuros                                       |   |
| Interés en cursar materias relacionadas con sostenibilidad  | La mayoría de los estudiantes declaran interés respecto a tomar cursos / materias relacionadas con la sostenibilidad  | La mayoría de los estudiantes declaran interés respecto a tomar cursos / materias relacionadas con la sostenibilidad<br>Una gran parte de los estudiantes eligen campo formativo el de urbanismo y medio ambiente |

|  |   |
|--|---|
| Disposición de autoridades para la integración de la sostenibilidad en los planes de estudio | Las autoridades entrevistadas declaran interés respecto a la incorporación de la temática de sostenibilidad en los planes de estudio de las licenciaturas que se imparten en las escuelas |
| Integración de los temas relacionados con sostenibilidad en sus materias                     | Algunos profesores integran temas relacionados, aunque no se encuentren en el plan de estudios  |

| <b>Problemas</b>   | <b>FA, UNAM, CU</b>   | <b>CyAD, UAM, Azc</b>   |
|--|---|---|
| Indicadores COMPLEXUS  | Solo consideran un indicador de vinculación que es el de Participación en redes universitarias, con organismos gubernamentales y de la sociedad civil, con programas en medio ambiente y sostenibilidad |   |
| Integración de la sostenibilidad en los planes de estudio                              | Los temas relacionados representan alrededor de 15% del conocimiento adquirido al semestre  | Los temas relacionados representan alrededor de 13% del conocimiento adquirido al trimestre |
| Conocimiento sobre la temática de sostenibilidad                                       | Confusión sobre temas básicos de sostenibilidad   | Confusión sobre temas básicos de sostenibilidad   |
| Valoración de la aceptación de los componentes de sostenibilidad por parte de la gente | La mayoría de los estudiantes consideran que la aceptación por parte de la gente respecto a los componentes de sostenibilidad es media  |   |
| Integración de los temas relacionados con sostenibilidad en sus materias               | Un profesor entrevistado no considera necesaria la enseñanza de estos temas   | -   |

## CAPÍTULO 4

### 4. Propuestas

#### 4.1. Propuesta para integrar la sostenibilidad en la dimensión institucional de las escuelas de arquitectura

Debido a que las escuelas han hecho esfuerzo para integrar la sostenibilidad en sus prácticas, se proponen puntos específicos para mejorar esta integración, que se enlistan a continuación:

| Criterios                   | Áreas  |
|-----------------------------|--|
| <b>Educación</b>            | Generación de programas educativos en temáticas ambientales y de sostenibilidad<br>Participación de profesores y estudiantes en proyectos de educación ambiental no formal   |
| <b>Investigación</b>        | Inclusión de estudiantes en los proyectos de investigación<br>Planteamiento de líneas de investigación respecto a la sostenibilidad para futuras investigaciones<br>Vincular las investigaciones de los laboratorios con las licenciaturas que se imparten |
| <b>Extensión y Difusión</b> | Programas de extensión en problemáticas prioritarias de ambiente y sostenibilidad  |
| <b>Vinculación</b>          | Incluir programas de servicio social y prácticas profesionales en temas de medio ambiente y sostenibilidad<br>Que los profesores y coordinadores propongan que, en los intercambios, los estudiantes cursen materias relacionadas con la sostenibilidad    |

#### 4.2. Propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura

- DISEÑO

##### Objetivos de la propuesta

El objetivo fundamental es que se revisen los temas relacionados con el medio ambiente y a sostenibilidad a lo largo de todo el plan de estudios, para que los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura tengan los conocimientos mínimos necesarios sobre sostenibilidad en inmuebles para ser aplicados en los proyectos arquitectónicos que realicen.

Se pretende la modificación parcial de la enseñanza de los temas de sostenibilidad en Arquitectura, de manera que se aborden los temas relevantes, además de orientar el

fortalecimiento de las capacidades y habilidades de los futuros profesionistas de los sectores de la arquitectura, la construcción y el urbanismo respecto a la sostenibilidad.

Como objetivo secundario se contempla la capacitación y actualización de los profesores de la Licenciatura en Arquitectura respecto a los temas relacionados con la sostenibilidad en la arquitectura, en relación con los objetivos de la modificación parcial, además de que se considera necesaria la implementación de un método para realizar monitoreo respecto al cumplimiento de la impartición de los temas en las materias de la Licenciatura.

### Estrategia

Será necesario analizar las asignaturas donde podrían insertarse los temas de sostenibilidad, por lo que se podrán crear y actualizar programas para las asignaturas de los planes de estudio y sugerir bibliografía complementaria para la incorporación de los temas de sostenibilidad.

Con el fin de cumplir con los objetivos, se plantea la difusión del tema mediante jornadas informativas y formativas para los profesores de las materias que se relacionan con sostenibilidad, en las que se muestre la importancia de los temas planteados y se establezca una forma de incorporarlos a las asignaturas que imparten. Al considerar la libertad de cátedra como eje del funcionamiento de la docencia universitaria, será necesario plantear una metodología de actuación directa y personalizada para los profesores de las asignaturas. Se plantea la posibilidad de contratar nuevos profesores para que enseñen las asignaturas para las que no se cuenta con expertos en las escuelas de arquitectura, que pueden provenir de otras escuelas, como la de ingeniería.

Considerando las estrategias propuestas en el Plan de Ambientalización del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Universidad Politécnica de Cataluña (López de Asiain Alberich, 2005) se plantean los siguientes puntos a considerar:

| <b>Estrategia</b>   | <b>Descripción</b>   |
|---|--|
| Modificación de los programas de las materias                             | A través de la creación de guías-apuntes sobre sostenibilidad que sirvan para la impartición de los temas considerados                                   |
| Personal asesor y coordinador para la modificación curricular             | Integración de expertos en los temas en la modificación curricular que participen en la generación y modificación de los programas de las materias       |
| Personal de apoyo   | Contratación de profesores expertos en los temas para que impartan asignaturas y/o apoyen a los profesores de las materias en la generación del material |
| Profesores de las asignaturas   | Incluir en el perfil del profesorado el conocimiento de temas ambientales y las aptitudes para desarrollar dichos temas                                  |
| Cursos y conferencias específicas   | Dirigidas a profesores y estudiantes   |
| Integrar a los estudiantes en la investigación de temas de sostenibilidad | Generar programas de trabajo de investigación para que los estudiantes participen  |

|   |  |
|---|--|
| Integrar programas de servicio social y prácticas profesionales relacionadas con sostenibilidad | Con el fin de que los estudiantes participen en proyectos que involucren a la sostenibilidad                               |
| Establecer convenios para desarrollo de temas de sostenibilidad                                 | Que los investigadores, profesores y alumnos participen en proyectos de sostenibilidad en conjunto con otras instituciones |

Debido a la existencia de los programas institucionales de sostenibilidad con la que cuentan ambas universidades, se propone que estos se vinculen con las escuelas de arquitectura para asesorar a los profesores y/o apoyar en la creación del material de apoyo para la impartición de los temas de sostenibilidad en sus materias.

Se propone que se genere una forma de apoyo entre diversas escuelas de las universidades en las que participen expertos en las temáticas de sostenibilidad para su incorporación en los programas de las materias. Además de que los profesores de otras escuelas puedan brindar apoyo en la impartición de las asignaturas específicamente en los temas de sostenibilidad.

Se propone la realización de jornadas interdisciplinarias dirigidas a profesores y estudiantes en los que se traten los temas de sostenibilidad, que pueden ser coordinadas por los programas institucionales de sostenibilidad de las universidades. Además, se propone que se involucre a los estudiantes en las investigaciones respecto a la sostenibilidad y que estos les cuenten como servicio social o prácticas profesionales.

- DESARROLLO

#### Estructura

La estructura de la propuesta se dividirá en niveles de dificultad y por temas. Los niveles serán teórico, teórico-práctico y práctico, que se ubicarán a lo largo del plan de estudios, con el objetivo de que en todas las etapas se revisen los temas relacionados. Las áreas que lo componen son el medio ambiente y la sostenibilidad y los componentes de sostenibilidad en inmuebles, que se divide en cinco criterios: energía, agua, residuos, materiales y ecología compuestos por temas que se revisarán en cada nivel con variación en la complejidad, como se muestra en la Figura 35.

| Criterios   | Indicadores | Teórico | Teórico - Práctico | Práctico |
|---|-------------|---------|--------------------|----------|
|  |             | →       | →                  | →        |
|  |             | →       | →                  | →        |
|  |             | →       | →                  | →        |
|  |             | →       | →                  | →        |
|  |             | →       | →                  | →        |

Figura 35. Estructura de la propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura.

## Temas

La propuesta se compone de los temas generales que se consideran mínimos para que los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura conozcan sobre sostenibilidad en los inmuebles, con el objetivo de que los apliquen en sus futuros proyectos arquitectónicos. Varios de los temas que se proponen en la propuesta se obtuvieron de la revisión de los planes de estudio de la Licenciatura en Arquitectura de la FA, CU, UNAM y de la CyAD, UAM, Azc, el resto de los temas se contemplan debido a su relevancia en la literatura. Los temas que componen cada área se encuentran en la Tabla 54.

Tabla 54. Temas que componen la propuesta para integrar la sostenibilidad en los planes de estudio de las escuelas de arquitectura.

| Crterios   | Áreas                                  | Teórica  | Teórica – Práctico  | Práctico  |
|------------|--|--|---|---|
| Energía    | <b>Problemática del uso de energía</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Huella de carbono</li> <li>Contaminación atmosférica relacionada al uso de energía en inmuebles</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Normatividad del área de ventanas</li> <li>Normatividad concerniente</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>  |
|            | <b>Uso de energía en inmuebles</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia energética</li> <li>Uso eficiente de energía en inmuebles</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuentes de consumo energético convencionales y alternativas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Principios de climatización pasiva</li> <li>Confort higrotérmico</li> <li>Confort lumínico</li> <li>Estrategias de diseño bioclimático</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Integración de tecnologías de energías renovables a un proyecto arquitectónico</li> <li>Integración de los principios de climatización pasiva a un proyecto</li> <li>Diseño de un sistema de interconexión a la red</li> </ul> |
| Agua       | <b>Problemática del agua</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Crisis hídrica actual y huella hídrica</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Normatividad concerniente</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>  |
|            | <b>Captación de agua de lluvia</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de Captación de agua de lluvia para abastecimiento</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculos para un sistema de captación de agua de lluvia</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño e integración de sistemas de captación de agua de lluvia a un proyecto arquitectónico</li> </ul>  |
|            | <b>Uso eficiente de agua</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso eficiente de agua en inmuebles</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tecnologías para el uso eficiente de agua en las inmuebles</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de un sistema de uso eficiente del agua para un proyecto arquitectónico</li> </ul>  |
|            | <b>Aguas residuales</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de separación y tratamiento de aguas grises y negras</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cálculos para un sistema de tratamiento de aguas grises y negras</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Integración de sistemas de separación y tratamiento de aguas grises y negras a un proyecto arquitectónico</li> </ul>   |
| Residuos   | <b>Residuos de construcción</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos sólidos urbanos en el proyecto y construcción arquitectónica</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planes de manejo de residuos de construcción</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de un plan de manejo de residuos de construcción para un proyecto arquitectónico</li> </ul>   |
|            | <b>RSU</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos sólidos urbanos en el uso de los inmuebles</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planes de manejo de residuos sólidos urbanos</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para un proyecto arquitectónico</li> </ul>   |
| Materiales | <b>Materiales sostenibles</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiales sostenibles para la construcción (ejemplos)</li> <li>Normatividad concerniente</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Producción de materiales sostenibles</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Integración de materiales de bajo impacto a un proyecto arquitectónico</li> </ul>  |
|            | <b>ACV de los materiales</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>ACV de los materiales (definiciones, características, etc.)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de un análisis de Ciclo de vida de los materiales</li> </ul>   |   |

| <b>Criterios</b> | <b>Áreas</b>   | <b>Teórica</b>   | <b>Teórica – Práctico</b>   | <b>Práctico</b>   |
|------------------|--|--|---|---|
| <b>Ecología</b>  | <b>Biodiversidad</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación de la biodiversidad</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturación</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de Naturación a un proyecto arquitectónico</li> </ul>  |
|                  | <b>Infraestructura verde</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios de funcionamiento de los ecosistemas urbanos</li> <li>• Sistemas ambientales, sociales, urbanos y económicos de las infraestructuras</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos y estrategias de integración entre ecosistemas y estructuras urbanas</li> <li>• Criterios para el diseño de infraestructura verde y espacio público</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e integración de infraestructura verde a un diseño arquitectónico</li> </ul>                          |
|                  | <b>Transporte</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilidad y transporte urbano sostenible</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios y principios de diseño de movilidad sostenible</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e integración de redes de movilidad a un proyecto</li> </ul>  |
|                  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles</li> <li>• Modelos de evaluación de proyectos arquitectónicos sostenibles</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normatividad urbano-arquitectónica</li> <li>• Instrumentos de normatividad vigente</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de un modelo de evaluación a un proyecto arquitectónico de acuerdo con la normatividad</li> </ul> |
|                  | <b>Sostenibilidad y calidad de vida</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño actual como ciencia transdisciplinaria</li> <li>• Diseño como sistema integrador</li> <li>• Posturas epistémicas: enfoque ambientalista del diseño</li> <li>• Fundamentos de la sostenibilidad bajo un enfoque sistémico</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de vida y bienestar</li> <li>• Impactos socio ambientales y urbanos de la producción del objeto arquitectónico</li> <li>• Contaminación relacionada con la industria de la construcción</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades sostenibles</li> </ul>   |
|                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio ambiente y sostenibilidad: contaminación ambiental, cambio climático, diseño sostenible</li> <li>• Análisis de sitio de los factores naturales para el diseño sostenible</li> <li>• Análisis climático para el diseño urbano y arquitectónico</li> <li>• Geometría solar y diseño de dispositivos de control solar</li> <li>• Principios del diseño bioclimático</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos urbanos como parte de un ecosistema (suelo, Agua, Clima, Topografía, Geología, Vegetación)</li> <li>• Criterios de diseño sostenible del diseño urbano</li> <li>• Evaluación económica ambiental en el diseño urbano arquitectónico</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Factibilidad económica ambiental en el diseño sostenible</li> </ul>  |   |

## CAPÍTULO 5

### 5. Discusión y Conclusiones

#### 5.1. DISCUSIÓN

##### **Modelos de Evaluación de Arquitectura Sustentable**

Los modelos de evaluación de arquitectura sustentable permiten la realización de buenas prácticas que podrán ayudar a mitigar los problemas generados por la construcción y la urbanización (Orellana Valdez, *et al.*, 2015). En el análisis de los modelos se encontró coincidencias en varios de los criterios analizados, específicamente en los de energía, agua, ecología, calidad de vida y sustentabilidad en general; sin embargo, no todos los modelos consideran indicadores de los criterios de residuos, materiales, movilización y transporte. Se encontró que todos los modelos analizados consideran algunos temas que se han desarrollado ampliamente, como son la energía solar, la arquitectura bioclimática, captación de agua pluvial, la conservación de la biodiversidad, entre otros. También se identificaron temas que no son considerados en algunos de los modelos, a pesar de ser de gran importancia, como son los de residuos y materiales de construcción.

##### **Dimensión Institucional de las Escuelas de Arquitectura**

Ambas escuelas tienen laboratorios de investigación que integran la temática de la sostenibilidad en sus investigaciones. Además, contemplan poco más de la mitad de lo propuesto en los indicadores COMPLEXUS; en la FA, CU, UNAM se contempla un indicador más que la CyAD, UAM-Azc, este es el de “Planes de estudio especializados en temáticas ambientales y de sostenibilidad”, ya que cuenta con la licenciatura en Arquitectura del Paisaje.

Ambas escuelas cuentan con un Programa Institucional de Sustentabilidad; sin embargo, el plan de la UAM, Azcapotzalco no considera en su programa las áreas naturales protegidas, la administración electrónica, el consumo responsable y la construcción sostenible.

##### **Dimensión de la Estructura Formal del Currículo (Licenciatura en Arquitectura)**

- **FA, UNAM, CU**

En el plan de 2017 el concepto de sustentabilidad se menciona explícitamente en el plan de estudios, como uno de los cuatro temas transversales de este, además de que existen objetivos y fundamentos orientados a la sustentabilidad. La sustentabilidad se establece como parte de los objetivos de cuatro de las cinco etapas del plan de estudios, con excepción de la etapa de síntesis, además, es parte de los fundamentos del área urbano-ambiental; sin embargo, las materias que abarcan contenido relacionado con el medio ambiente y/o la sustentabilidad se ubican en casi todas las áreas con excepción de la de proyectos, aunque se considera que podría incluirse en la

realización de los proyectos si el profesor y/o los estudiantes lo propusieran. Además, en el área de proyectos se menciona a la sustentabilidad como uno de los fundamentos.

En el plan de 1999 las materias con contenido relacionado a la sustentabilidad representan el 10.87% de las materias obligatorias. En el plan de 2017, las materias con contenido relacionado con la sustentabilidad representan el 34% de las materias obligatorias. Por lo que se puede decir que, con la modificación del plan de estudios, aumentó considerablemente el número de materias con contenido temático de la sustentabilidad en las materias obligatorias. Sin embargo, el porcentaje de conocimientos que representaban los temas de sustentabilidad en una de las materias del plan 1999 (Arquitectura, ambiente y ciudad I) se redujo con la modificación del programa de las materias y el cambio de nombre (Sistemas Urbano-Arquitectónicos I).

Las materias que tienen contenido relacionado con la sustentabilidad pueden abarcar desde primer semestre hasta el sexto o desde el primero hasta el décimo, dependiendo de la Línea de Interés Profesional y las materias optativas que el estudiante elija.

Respecto a las materias optativas, en el plan de 2017, corresponden a ocho líneas de interés profesional, solo seis de esas líneas consideran los temas relacionados con sustentabilidad, desde una materia (Cultura y Conservación del Patrimonio) hasta ocho materias (Diseño del Hábitat y Medio Ambiente). Los alumnos deben elegir una línea y cursar cuatro materias que correspondan a ésta, sin posibilidad de elegir materias optativas de otras líneas; sin embargo, los que eligen la trayectoria final que consta de cursar otras cuatro materias podrán elegir las de cualquier línea, por lo que podrían elegir materias con contenido relacionado a la sustentabilidad.

En este plan de estudios se estipula que “A partir de sexto semestre se ofrece la posibilidad de elegir asignaturas de otras licenciaturas ya seas de la FA, de otras facultades, campus o instituciones, siempre y cuando los créditos serán equivalentes”, por lo que los alumnos pueden elegir cursar materias que tengan relación con la sustentabilidad fuera de su plan de estudios; sin embargo, no todas las carreras tienen el mismo número de créditos en sus materias, por lo que se puede dificultar este proceso de formación dentro de la institución. Además, los alumnos comentan que no han tomado materias de otras carreras debido a las complicaciones en los trámites requeridos para cursar materias fuera del plan.

- **CyAD, UAM-Azc**

Los diversos planes de la UAM, Azcapotzalco fueron modificados hace casi 15 años, donde uno de los objetivos era incluir al medio ambiente, específicamente en el plan de la Licenciatura en Arquitectura, modificado en 2005, se incorporaron temas relacionados con la arquitectura bioclimática, entre otros.

De las seis áreas que comprenden el plan de estudios, solo se menciona a la sustentabilidad como uno de los fundamentos del área de Sistemas sustentables de acondicionamiento.

Los temas relacionados con la sustentabilidad se encuentran en cinco de las siete áreas que componen el plan, además de que abarcan casi todos los trimestres, con excepción del primero y del último, con posibilidades de ser incorporado en éste si el alumno decide incluir la sustentabilidad en su proyecto terminal. Solo en dos materias obligatorias, una de tercero y una de cuarto trimestre (Climatología y Geometría Solar y Confort higrotérmico), sucede que todos los temas que se revisan tienen relación con la sustentabilidad. Las materias con contenido relacionado con la sustentabilidad representan el 33% de las materias obligatorias.

Los estudiantes deberán elegir uno de los seis campos formativos, de los que solo en el de Urbanismo y Medio Ambiente se menciona al medio ambiente y la sustentabilidad en su descripción y a la sustentabilidad en sus líneas temáticas. Sin embargo, se mencionan conceptos relacionados con la sustentabilidad en tres de los campos, incluyendo al de Urbanismo y Medio Ambiente. Solo nueve materias optativas, de las que los programas se encuentran en la página de internet, tienen contenido relacionado con la sustentabilidad; en siete de ellas todo el temario se relaciona con sustentabilidad y las otras dos, alrededor de la mitad del temario tiene contenido relacionado con sustentabilidad.

- **Comparación de planes de estudio y programas de las materias**

El plan de estudios que contiene más materias obligatorias con contenido relacionado con sustentabilidad es el de la UAM-Azc. Sin embargo, la diferencia en el número de materias obligatorias con contenido relacionado es mínima entre el plan de la UAM-Azc y el de la UNAM 2017, ya que representa un porcentaje similar respecto al número total de materias obligatorias en cada plan (33 y 34%, respectivamente).

Las materias obligatorias con contenido relacionado con la sustentabilidad en el plan de estudios de la UAM-Azc, abarcan todos los temas analizados (energía, agua, residuos, materiales y ecología), con una mayor cantidad de materias en el criterio de ecología al igual que el plan de la UNAM 2017; sin embargo, este último no incluye materias con contenido del tema de materiales. Por lo que se puede considerar que los estudiantes de la UNAM no obtendrán los conocimientos del área de materiales.

El plan de estudios de la UNAM 2017 es el que contiene más materias optativas con contenido relacionado con la sustentabilidad; sin embargo, esto no garantiza que los alumnos obtengan los conocimientos de sustentabilidad, debido a que estos eligen una línea de interés profesional que puede o no ofrecer materias que tengan temas de sustentabilidad. A pesar de que solo nueve de las materias optativas ofrecidas por la UAM tienen contenido relacionado con sustentabilidad, los estudiantes podrían elegir estas materias y obtener el conocimiento relativo a aquélla.

## **Encuestas para estudiantes**

- **Conocimiento**

En promedio, los estudiantes de la UAM-Azc obtuvieron un mayor puntaje que los de la UNAM; sin embargo, el promedio de calificación de los estudiantes de la UNAM va en aumento conforme se avanza en la Licenciatura y el de los de la UAM es similar en las diversas etapas de su trayecto formativo. Además, la calificación más alta obtenida en la sección de conocimiento corresponde a tres estudiantes de la UAM-Azc.

Los temas que los estudiantes respondieron correctamente son los que son enseñados en las materias de la licenciatura, específicamente en las materias obligatorias, como es el caso de los estudiantes de la UAM-Azc que respondieron correctamente la pregunta sobre la gráfica solar debido a que ellos cursan una materia obligatoria sobre el tema en el primer año. Sobre los tópicos que los estudiantes no respondieron correctamente, la mayoría de estos no se tocan durante la Licenciatura o, en algunos casos, se ven en los niveles medio y avanzado, por lo que los estudiantes de los primeros años no los conocen todavía; por su parte, de los que se consideran en las materias optativas que, por ser de elección, pueden o no ser cursadas por los estudiantes, por lo que podrían o no ver dichos temas.

- **Valoración**

La mayoría de los estudiantes respondieron que considera muy importante la integración de los componentes de sustentabilidad sobre los que fueron interrogados. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes declara que consideran que la aceptación de las técnicas / tecnologías de sustentabilidad en la arquitectura son medianamente aceptados por la gente, lo que podría limitar que en su futura práctica profesional como arquitectos propongan su integración en los proyectos.

- **Interés**

A pesar de que la mayoría de los estudiantes de la UNAM afirman haber cursado materias con contenido relacionado con la sustentabilidad, esto no se refleja en su conocimiento sobre los temas cuestionados, ya que la calificación obtenida por estos es, en promedio de 5.5 (sobre 10).

La mayoría de los estudiantes de ambas escuelas declaran tener interés por cursar materias relacionadas con la sustentabilidad.

## **Entrevista a profesores y autoridades**

La sostenibilidad se aborda en las actividades académicas de ambas universidades. Además, se han hecho esfuerzos respecto a la implementación de medidas sobre la sostenibilidad en las escuelas de arquitectura. Los profesores declaran que integran la sostenibilidad en sus materias en la medida de lo posible.

## **Propuestas para integrar la sostenibilidad en las escuelas de arquitectura**

La implementación de las propuestas requiere de un trabajo conjunto entre los diferentes niveles de administración de las escuelas de arquitectura, además de la participación de los profesores que imparten materias en estas, debido a que se requiere de una modificación en la forma de coordinar y enseñar los contenidos de las asignaturas para poder integrar la temática de la sostenibilidad en los programas y planes de estudio de las licenciaturas en arquitectura.

### **5.2. CONCLUSIONES**

Los modelos de evaluación de arquitectura sostenible proponen una forma de evaluar la integración de los componentes de sostenibilidad en los proyectos arquitectónicos; la integración de dichos componentes puede generar una mitigación de la contaminación causada por los inmuebles, además de suscitar un ahorro económico respecto al pago de los servicios. Por lo anterior, se propone que lo considerado por los modelos de evaluación pueda servir como base para la generación de contenidos temáticos en las licenciaturas en arquitectura.

Al considerar la información obtenida en los análisis realizados en la presente investigación, se puede concluir que ambas escuelas han realizado esfuerzos para integrar a la sostenibilidad en sus prácticas; sin embargo, se requiere realizar medidas más profundas con el fin de que la sostenibilidad sea parte de la formación de los estudiantes de las licenciaturas, ya que la educación para la sostenibilidad no es excluyente para ningún campo del conocimiento, por lo que es primordial integrar la transdisciplina con el fin de comprender mejor la complejidad de la problemática de la sostenibilidad.

Debido a lo anterior se generó una propuesta para integrar a la sostenibilidad en los planes de estudio de arquitectura, mediante la inclusión de la temática de sostenibilidad en las materias que se imparten, además de fomentar las investigaciones que abarquen el tema, con la inclusión de estudiantes en la realización de estas, como parte de proyectos de servicio social o incitarlos a realizar prácticas profesionales en el tema. La incorporación de la temática de la sostenibilidad de manera teórica y práctica en la licenciatura en arquitectura se relaciona directamente con los objetivos de la Década para la Enseñanza de la Sostenibilidad (2004 – 2014).

La implementación de las propuestas tiene como objetivo incidir en el aumento de los conocimientos obtenidos y las habilidades desarrolladas respecto a la sostenibilidad por los estudiantes de Arquitectura lo que se espera que, a corto y mediano plazo, ayude a la modificación tanto de su percepción y como de la población en general sobre la implementación de técnicas y tecnologías sostenibles en los inmuebles y, a mediano y largo plazo, lleve a incrementar su incorporación. Por lo tanto, se espera que las propuestas incidan positivamente en el bienestar social y la calidad de vida de la población.

La realización de la presente investigación me permitió visualizar los esfuerzos que se han hecho y se están haciendo por parte de las universidades y los actores involucrados para la integración de la sostenibilidad en los currículos universitarios, sin embargo, considero que se pueden realizar más acciones que tengan un mayor impacto en esta integración. Por lo que se propone que se realice un plan de acción en el que se prioricen las adecuaciones necesarias para la integración de la sostenibilidad en los planes de estudio de las licenciaturas en arquitectura.

Las propuestas derivadas del presente estudio complementarían la información existente y se recomienda ampliamente que se integren a las propuestas de modificación de planes de estudio en las escuelas de arquitectura.

Se considera necesario la realización de análisis posteriores, con el fin de generar los objetivos a cumplir en las modificaciones de los planes de estudio. Además de que esto permitiría contemplar la evolución de los planes a través del tiempo, ya que el presente trabajo corresponde a una escala espacial y temporal específica.

Es necesario realizar investigaciones respecto a que impactos tendría la modificación de los planes de estudio de las licenciaturas involucradas en la construcción y desarrollo urbano a largo plazo sobre la modificación de las prácticas arquitectónicas.

Además, se propone realizar una medición a los 5 años o cuando se gradué la primer generación a partir de que las modificaciones se implementen para comparar los resultados de dicha implementación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (2015). *Infraestructura verde : una vida mejor mediante soluciones naturales*. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/downloads/9d6981999e4f46f99612b6226509c641/1527156406/infraestructura-verde-una-vida-mejor.pdf>
- Alvarez García, G. (2013). Energía en Edificaciones. *Revista Mexicana de Física*, 59(October), 44–51.
- Amérian. (2015). Sustentabilidad. Retrieved from <https://www.amerian.com/blog.php>
- Arrevol. (2017). 7 materiales para la construcción sostenible. Retrieved from <https://www.arrevol.com/blog/7-materiales-para-una-arquitectura-sostenible>
- Arzate Pérez, M. (2008). *Modelo de Evaluación sustentable para la Arquitectura en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Arzate Pérez, M. (2013). Evaluación para la arquitectura sustentable. In *Diseño y evaluación de edificios sustentables: ciclo nuevas prácticas profesionales*. México D.F.: UAM, AECID, UB, UNAM.
- Arzate Pérez, M. (2016). ARTEBES. Retrieved from <https://elementobinario.wordpress.com/artebes/>
- Arzate Pérez, M., & Arzate Pérez, G. (2018). Evaluación ambiental en Instituciones de Educación Superior en México, Caso de estudio: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa. *Habitat III*.
- Asociación Autónoma del Personal Académico de la UNAM. (2018). Estatuto del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Legislación Académico – Laboral Universitaria*.
- Astier, M., & González, C. (2008). El Proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. In SAEA (Ed.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (pp. 13–22). España.
- Astier, M., López-Ridaura, S., Pérez, E., & Masera, O. (2000). *El Marco de evaluación MESMIS y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región purhépecha*. (A. C. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Ed.). México.
- Baño Nieva, A., & Vigil-Escalera del Pozo, A. (2005). *Guía de Construcción Sostenible* (Paralelo E). Retrieved from <https://es.scribd.com/document/28555172/Guia-de-Construccion-Sostenible>
- Barrón Tirado, M. C. (2009). Docencia universitaria y competencias didácticas. *Perfiles Educativos*, 31(125), 76–87.
- Bartl, K. (2014). El análisis de ciclo de vida en el sector de construcción. *Civilizate*, 4, 46–48.
- Bourguet Ortiz, V. J., Casados Prior, J. A., Mireles Vázquez, V. H., Gonzales Soberanis, E. M., Hansen Rodríguez, M. P., Buenfil Rodríguez, M. O., & Cervantes Quintana, M. T. (2003).

*Manual para el uso eficiente y racional del agua ¡Utiliza sólo la necesaria!* México: IMTA Coordinación de Tecnología Hidráulica.

Bravo Mercado, M. T. (2003). "Importancia de incorporar la Dimensión ambiental a la educación superior." *Agua y Desarrollo Sustentable*, 1–4.

Bravo Mercado, M. T. (2005). Promoviendo el cambio ambiental, experiencia de una estrategia de intervención en el currículum institucional de la educación superior en México. In *Alternativas metodológicas en intervención curricular en educación superior* (pp. 1–29).

Bravo Mercado, M. T. (2012). La UNAM y sus procesos de ambientalización curricular. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17, 1119–1146.

Briones Fontcuberta, M. (2010). La arquitectura sostenible: nuevas iniciativas en el uso. Retrieved from <http://www.galenusrevista.com/La-arquitectura-sostenible.html>

Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. *United Nations Commission*, 4(1), 300. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>

Cervantes Abarca, A., & Ramírez Alférez, A. (2016). LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE (Normatividad en México), (Departamento de procesos y técnicas de realización), 18.

CGII. (2017). *Anuario Estadístico*.

Chacalo Hilú, A. (2012). El Cuidado de los Árboles en Ambientes Urbanos, 1–32. Retrieved from [http://www.organicaeditores.mx/biblioteca/parques2012/contenido/0\\_ContDesc\\_Chacalo.pdf](http://www.organicaeditores.mx/biblioteca/parques2012/contenido/0_ContDesc_Chacalo.pdf)

Chan López, D. (2010). Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social. Caso: la vivienda de interés social en la ciudad de Mexicali, Baja California. México. *Octubre*, 16.

Chávez, A. (2010). El Manejo De Residuos En México, 1–5.

Comisión Europea. (2010). *Una infraestructura verde*. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green\\_infra/es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/green_infra/es.pdf)

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2017). Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética -Edificaciones-. Retrieved April 1, 2019, from <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-en-eficiencia-energetica-edificaciones>

COMPLEXUS. (2013). *Indicadores para medir la contribucion de las Instituciones de Educación Superior a la Sustentabilidad*. Guanajuato: Universidad de Guanajuato. Retrieved from <https://www.uv.mx/cosustenta/files/2014/03/ComplexusIndicadores.pdf>

COMPLEXUS. (2014). Declaratoria.

CONAVI. (2008). Criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales en México.

CONAVI. (2016). Vivienda Sustentable en México. La NAMA como parte de la transformación del sector vivienda.

CONAVI. (2017). Vivienda Sustentable. Retrieved from

- <http://www.conavi.gob.mx/gobmx/viviendasustentable/>
- Construmática. (n.d.). Residuos Generados en las Obras de Construcción. Retrieved from [https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construcción](https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcción)
- Contreras, I. (1995). ¿Qué aportes ofrece la investigación más reciente sobre aprendizaje para fundamentar nuevas estrategias didácticas? *Revista Educación*, 1, 7–16.
- Cornejo, C. (2016). Sostenibilidad, arquitectura y evaluación. *Boletín Del Centro de Investigación de La Creatividad UCAL*, 1, 10–16.
- Cortese, A. D., & Hattan, A. S. (2010). Research and Solutions: Education for Sustainability as the Mission of Higher Education. *Sustainability The Journal of Record*, 3, 48.52. <https://doi.org/10.1089>
- De Alba, A. (1993). *El Currículum universitario de cara al nuevo milenio* (2a ed.). México D.F.
- De Garrido, L. (2010). *Definición de arquitectura sostenible* (Vol. 29).
- DGPL, & UNAM. (2017). Series Estadísticas por entidad académica. Retrieved June 11, 2018, from [http://www.estadistica.unam.mx/reportesinstitucionales/reporte\\_patotal.php?cve\\_dep=001](http://www.estadistica.unam.mx/reportesinstitucionales/reporte_patotal.php?cve_dep=001)
- Diputación de Barcelona. (2010). *Guía del usuario. El ahorro de agua doméstica*. Barcelona.
- Domínguez, L. Á., & Soria, F. J. (2004). *Pautas de diseño para una arquitectura sostenible*. Barcelona: Editions UPC.
- DuPuis, E. M., & Ball, T. (2013). How not what: teaching sustainability as process. *Sustainability : Science, Practice and Policy*, 9(1), 64–75. <https://doi.org/10.1080/15487733.2013.11908108>
- Estatuto del Personal Académico de la UNAM. (1975). Estatuto del Personal Académico de la UNAM.
- Facultad de Arquitectura. (2017). *Proyecto de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura Tomo I*. Mexico. Retrieved from <http://colegiodebibliotecologia.filos.unam.mx/files/2014/07/tomo-I-junio.pdf>
- Facultad de Arquitectura. (2018). Facultad de Arquitectura. Retrieved June 11, 2018, from <http://arquitectura.unam.mx/>
- Facultad de Arquitectura. (2019). Laboratorios. Retrieved May 15, 2019, from <https://arquitectura.unam.mx/laboratorios.html>
- Florian, M. (2010). *2. materiales de construcción*. UDLA.
- Galicia-Gallardo, A. P. (2015). *Evaluación de la sustentabilidad en el manejo de un agroecosistema de jamaica orgánica (Hibiscus sabdariffa) en la organización no gubernamental Xuajin Me'Phaa en el estado de Guerrero*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García Orozco, J. H. (1982). EL reuso y sus implicaciones. *Transferencia*. Retrieved from <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/Transferencia52/eli4-52.html>

- GBCI. (2018). Green Business Certification Inc. Retrieved June 8, 2018, from <http://www.gbci.org/>
- Geli de Ciurana, A. M., Junyent Pubill, M., & Arbat Bau, E. (2003). AMBIENTALIZACION CURRICULAR DE LOS ESTUDIOS SUPERIORES. Retrieved from <http://www0.unsl.edu.ar/~geo/p-geoambiental/geo/justiaces.php>
- Gobierno de la República. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. *Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki*, 183. Retrieved from <http://pnd.gob.mx/>
- González-Gaudiano, É. (2014). Atisbando el desarrollo conceptual de la educación ambiental en México, (September 2014). <https://doi.org/10.19136/hs.a2n1.455>
- González-Yñigo, M. G., & Méndez-Ramírez, J. J. (2018). La política de vivienda sustentable en México producto de las transformaciones del Estado Benefactor al Estado Neoliberal . Caso Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para el Trabajador en México 2006-2015 The sustainable housing policy in Mexico pr. *Quivera*, 71–84.
- Green Infranet. (2019). ¿ Qué es la infraestructura verde ? Retrieved January 5, 2019, from <http://www.greeninfranet.org/index.php?page=que-es-la-infraestructura-verde>
- Gutiérrez Barba, B. E., & Martínez Rodríguez, M. C. (2009). Dimensiones de sustentabilidad en las instituciones de educación superior. Propuesta para un centro de investigación. *Revista de La Educación Superior*, XXXVIII(152), 113–124.
- Henry, P. (1995). *Modelos de investigación*. Valencia.
- Hernandez Moreno, S. (2008). Diseño sustentable de materiales de construccion; caso del concreto de matriz de cemento Pórtland. *Ciencia Ergo Sum*, 15(3), 306–310.
- Hernández Moreno, S. (2008). El diseño sustentable como herramienta para el desarrollo de la arquitectura y edificación en México. *Acta Universitaria*, 18(2), 18–23.
- Hernández Prezzi, C. (2007). *Un Vitruvio Ecológico. Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sustentable*. (G. Gili, Ed.) (1st ed.).
- Imbach, A., Dudley, E., Ortiz, N., & Sánchez, H. (1997). Mapeo analítico, reflexivo y participativo de la sustentabilidad, MARPS. In U. Unión Mundial para la Naturaleza (Ed.), *Programa de estrategias para la sostenibilidad. Serie de herramientas para la sostenibilidad*.
- INEGI. (2010). Construcción. Retrieved January 4, 2019, from <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx>
- Jamilette, P. (2004). Uso , reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda. *Universidad Rafael Landívar*, 64.
- Kaineg, R., Kraft, G., Seifried, R., Neuhaus, W., HeikoStörkel;, Ebel, W., ... SEMARNAT; (2012). NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros, 67.
- Kaufman, A. (1996). *Modelación* (Tomo I). Barcelona: CECSA.
- López de Asiain Alberich, M. (2005). *La Formación Medioambiental del Arquitecto. Hacia un Programa de Docencia Basado en la Arquitectura y el Medioambiente*. Universidad

- Politécnica de Cataluña. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es//servlet/exttes?codigo=6654%5Cnhttp://dialnet.unirioja.es//servlet/tesis?codigo=6654&orden=0&info=link>
- López Zárate, R. (2014). *Informe de actividades del Rector*. Retrieved from <http://coplan.azc.uam.mx/webdocumentos/informes/Informe2014.pdf>
- Macedo, B. (2005). El concepto de sostenibilidad. *Oficina Regional de Educación Para América Latina y El Caribe-UNESCO*, 4.
- Maldonado Guerrero, S., Ortega Cervantes, S. M., & González Ruíz, O. (2011). *Captación, filtración y clarificación de agua pluvial*. Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán.
- Mariñelarena, A. (2006). *Manual de autoconstrucción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias*. Argentina: FREPLATA.
- Martínez Barrera, G., Hernández Zaragoza, J. B., López Lara, T., & Menchaca Campos, C. (2015). *Materiales sustentables y reciclados en la construcción*. (Omniencia, Ed.) (1st ed.). Monographs. <https://doi.org/B-8093-2015>
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS*. (A. C. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Ed.). México.
- Mendoza Ojeda, G. (2012). DF, desperdicio y escasez en el Día Mundial del Agua. Retrieved July 27, 2018, from <http://www.reporte.com.mx/df-desperdicio-y-escasez-en-el-dia-mundial-del-agua#view-1>
- Merino, L. (2014). *Las energías renovables*. Energy Management Agency.
- Miller, J. (1998). *The psychology mathematical*. Princeton.
- Moreno Sánchez, J. U. (2010). La vivienda sustentable en México, 23–32.
- Naredo, J. M. (1998). Sobre el rumbo del mundo. In *Pensamiento crítico vs Pensamiento único*. Madrid: Debate.
- Nárvaez, A. (2000). *Arquitectura y Desarrollo Sustentable*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Nieto Caraveo, L. M. (2007). Discusión sobre cambio curricular desde una perspectiva procesual y deliberativa. In P. y V. S. A. de C.V. (Ed.), *Alternativas metodológicas en intervención curricular en educación superior2* (primera, pp. 91–116). México D.F.
- OMS, & OPS. (2009). Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. *Guías Técnicas Sobre Saneamiento, Agua y Salud (OMS/OPS)*, (9), 1–4. Retrieved from <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/9-Usodomestico.pdf>
- ONU. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Retrieved from <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/69/L.85>
- ONU. (2016). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 56. <https://doi.org/978-92-1-058261-2>
- Orellana Valdez, D., Quesada Molina, F., López Catalán, M., Guillem Mena, V., & Serrano, A.

- (2015). Urbanismo sustentable y los métodos de evaluación. *Estudios Sobre Arte Actual*, 3. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5184349&orden=0&info=link%5Cnhttp://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5184349.pdf%5Cnhttp://dialnet.unirioja.es/servlet/exitart?codigo=5184349>
- Paz Pérez, C. A. (2011). *Sustentabilidad en la vivienda en serie y su impacto socio-económico, estudio de caso: fraccionamiento vida, general Escobedo, Nuevo León*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Pérez, M. (2016). La Educación Universitaria Para La Sostenibilidad Arquitectónica: Caso Ecuador. *European Scientific Journal*, 7881(May), 287–296. Retrieved from <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/7408/7136>
- Pérez Rebolledo, H. (2011). *Ahorro y uso eficiente de la energía : Alternativas para la reducción del consumo residencial en tarifas DAC*. INEEL.
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. In *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 27–81).
- Pretty, J. (2007). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 363, 447–465.
- Quintero Soto, M. L. (2019). *Importancia de la Salud y la Educación Ambiental en Jóvenes Universitarios*. (P. M. Ángel, Ed.) (Primera). México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Red Universitaria de Talloires. (2005). Declaración de talloires, Declaración de Talloires. Retrieved from <https://talloiresnetwork.tufts.edu/wp-content/uploads/DECLARACIONDETALLOIRES.pdf>
- Rocuts, A., Jiménez Herrero, L. M., & Navarrete P., M. (2009). Interpretaciones visuales de la sostenibilidad: Enfoques comparados y presentación de un Modelo Integral para la toma de decisiones. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 1–22. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/177364637/Rocuts-Et-Al-Enfoques-Comparados>
- Rodríguez, A. E., & Flores Hernández, A. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(55), 1173–1199.
- Sánchez Gasca, C., & Niño Sulkowska, M. (2017). *¿Qué es y qué beneficios se obtienen con la edificación sustentable?* México: SEMARNAT.
- Sarandón, J. S. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In E. C. Americanas (Ed.), *Agroecología. El Camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 393–414).
- Sarandón, J. S., & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 19–28.
- Schiller, S., Gomes da Silva, V., Goijberg, N., & Treviño, C. (2003). Edificación sustentable: Consideraciones para la calificación del habitat construido en el contexto regional

- latinoamericano. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 7, 13–18.
- SE. (2013). Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable - Criterios y requerimientos ambientales mínimos, 158.
- SEDEMA-GDF. (2008). Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables -PCES-. *Gaceta Oficial Del Distrito Federal.*, 90.
- SEDEMA. (2015). Norma Ambiental Para El Distrito Federal Nadf-024-Ambt-2013, Que Establece Los Criterios Y Especificaciones Técnicas Bajo Los Cuales Se Deberá Realizar La Separación, Clasificación, Recolección Selectiva Y Almacenamiento De Los Residuos Del Distrito Feder, 22–43.
- SEMARNAT. (2003). Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos. *Diario Oficial de La Federación*, 10–37. Retrieved from [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LPGGIR\\_orig\\_08oct03.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LPGGIR_orig_08oct03.pdf)
- SEMARNAT. (2017). Criterios para el manejo de los residuos de construcción y demolición generados por el sismo del 19 de septiembre para los estados de México, Morelos, Puebla y Ciudad de México, 0–7. Retrieved from [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LPGGIR\\_orig\\_08oct03.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LPGGIR_orig_08oct03.pdf)
- Sigarreta Almira, J. M., & Laborde, J. M. (2000). Revista digital matemática educación e internet. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 4(1). Retrieved from <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/matematica/article/view/2300/2091>
- Solis, A. (2008). El impacto de la actividad universitaria sobre el medio ambiente. *Revista Eureka Sobre La Enseñanza y La Divulgación de La Ciencia*, 26. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92050309>
- Solución Pluvial. (2015). Isla Urbana. Retrieved from <http://islaurbana.org/>
- Sostenibilidad. (n.d.). ARQUITECTURA SOSTENIBLE ¿QUÉ MATERIALES USA? Retrieved January 4, 2019, from <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/materiales-sostenibles-construccion/>
- Spangenberg, J. H. (2011). Sustainability science: a review, an analysis and some empirical lessons. *Environmental Conservation*, 38(03), 275–287. <https://doi.org/10.1017/S0376892911000270>
- Sterling, R. (2009). *Sustainable Education. Re-visioning Learning an Change*. Devon, Reino Unido: Green Books.
- Studer, I. (2019). Infraestructura verde para la seguridad hídrica. Retrieved January 5, 2019, from <https://www.forbes.com.mx/infraestructura-verde-esencial-para-la-seguridad-hidrica/>
- Taylor, P. (2008). El currículo de la Educación Superior para el desarrollo humano y social, 06, 89–101.
- Tommasino, H. (2005). Sustentabilidad rural: desacuerdos y controversias. In *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp. 137–161).

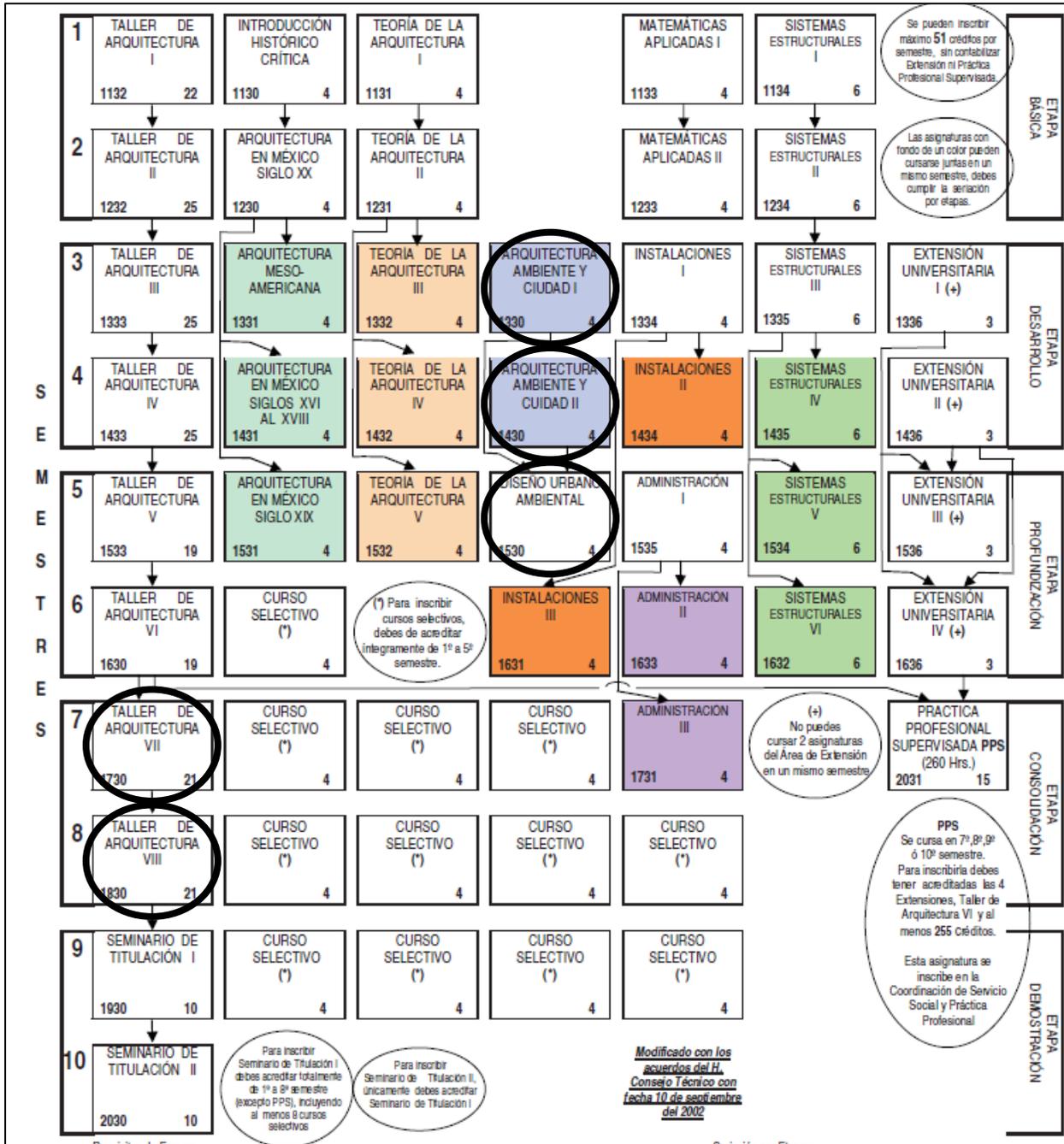
- UAM-Azc. (2005). *Plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura*. México.
- UAM-Azc. (2009). Plan institucional hacia la sustentabilidad unidad Azcapotzalco, 5, 1–63. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- UAM-Azc. (2018). Laboratorios de Investigación. Retrieved May 10, 2019, from <http://www.cyad.azc.uam.mx/laboratorios.php>
- UNAM. (2016). Sustentabilidad UNAM. Retrieved March 1, 2019, from <https://sustentabilidad.unam.mx/sustentabilidad-unam.php>
- USGBC. (2018). LEED. Retrieved June 6, 2018, from <https://new.usgbc.org/leed>
- Usón Guardiola, E. (2004). *Dimensiones de la sostenibilidad*. (Univer, Ed.), *Edicions virtuals UPC* (UPC).
- Valdelamar, J. (2017, August 3). México, el quinto país que más consume agua. *El Financiero*. Retrieved from <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-el-quinto-pais-que-mas-consume-agua>
- Wadel, G. (2017). *Sostenibilitat en l'edificació. La importància dels materials a la construcció*. Retrieved from [https://www.apabcn.cat/documentacio/areatecnica/PDFS\\_SHAREPOINT/Presentacions/SOSTENIBILITAT-15-07-2017/GERARDO-WADEL.PDF](https://www.apabcn.cat/documentacio/areatecnica/PDFS_SHAREPOINT/Presentacions/SOSTENIBILITAT-15-07-2017/GERARDO-WADEL.PDF)
- World Green Building Council. (2013). *The Business Case for Green Building*. Retrieved from <http://www.worldgbc.org/activities/business-case/>

## ANEXOS

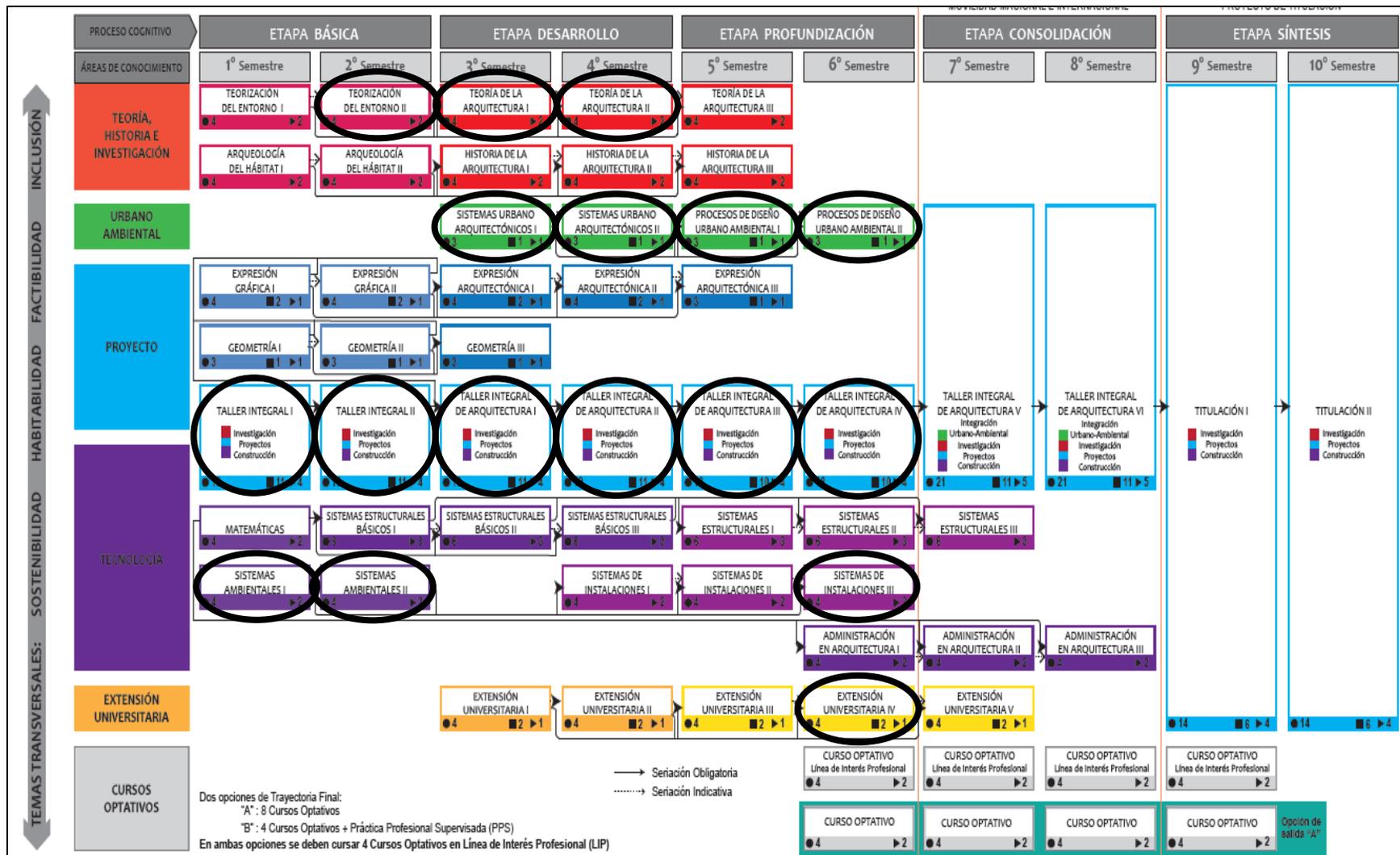
### 1. Planes de estudio

En estos se identifican con óvalos negros las materias que incluyen contenidos relacionados a medio ambiente y/o sostenibilidad, según el programa oficial de estas.

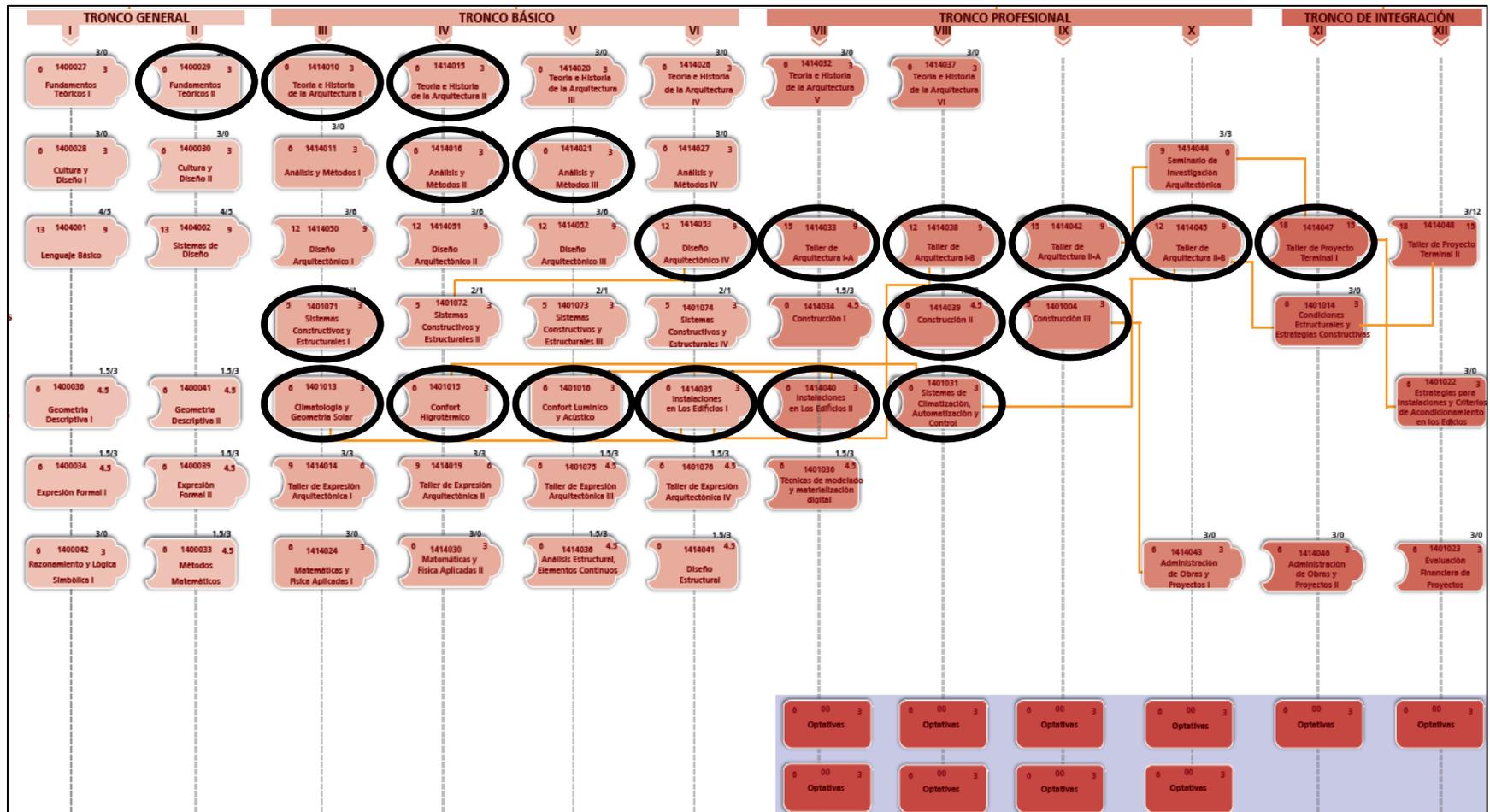
#### a) Plan de estudios de Arquitectura FA-UNAM (1999)



b) Plan de estudios de Arquitectura FA-UNAM (2017)



c) Plan de estudios de Arquitectura CyAD-UAM Azcapotzalco



Materias obligatorias y optativas con contenido relacionado con medio ambiente y/ o sostenibilidad por criterio.

| Criterios                           | UNAM 1999 |                                | UNAM 2017   |   | UAM   |    |
|-------------------------------------|-----------|--------------------------------|---|---|---|----|
|                                     | Materia   | S                              | Materia   | S | Materia   | T  |
| Energía                             | -         | -                              | Sistemas Urbano-Arquitectónicos II                          | 4 | Climatología y Geometría Solar                          | 3  |
|                                     |           |                                | Procesos de Diseño Urbano Ambiental I                       | 5 | Confort higrotérmico                                    | 4  |
|                                     |           |                                | Procesos de Diseño Urbano Ambiental II                      | 6 | Confort lumínico y acústico                             | 5  |
|                                     |           |                                | Sistemas de instalaciones III                               | 6 | Instalaciones en los edificios I                        | 6  |
|                                     |           |                                | Análisis Crítico de Diseño Urbano Arquitectónico Sostenible | 0 | Instalaciones en los edificios II                       | 7  |
|                                     |           |                                | Impacto ambiental y urbano del objeto arquitectónico        | 0 | Sistemas de climatización, automatización y control     | 8  |
|                                     |           |                                | Diseño de alumbrado arquitectónico                          | 0 | Taller de arquitectura I-B                              | 8  |
|                                     |           |                                | Geometría solar   | 0 | Construcción 3  | 9  |
|                                     |           |                                | Estrategias básicas de iluminación                          | 0 | Proyecto terminal I                                     | 11 |
|                                     |           |                                | Acondicionamiento del aire en la arquitectura               | 0 | Arquitectura y urbanismo sostenible en el nuevo milenio | 0  |
|                                     |           |                                | Diseño hidrosanitario arquitectónico                        | 0 | Diseño sostenible y ecotecnologías                      | 0  |
| Diseño eléctrico en la arquitectura | 0         | Desarrollo sostenible y diseño | 0   |   |   |    |
| Agua                                | -         | -                              | Sistemas Urbano-Arquitectónicos II                          | 4 | Climatología y Geometría Solar                          | 3  |
|                                     |           |                                | Procesos de Diseño Urbano Ambiental I                       | 5 | Instalaciones en los edificios I                        | 6  |
|                                     |           |                                | Taller Integral de Arquitectura IV                          | 6 | Instalaciones en los edificios II                       | 7  |
|                                     |           |                                | El caso de la arquitectura sostenible                       | 0 | Taller de arquitectura I-B                              | 8  |
|                                     |           |                                | Impacto ambiental y urbano del objeto arquitectónico        | 0 | Sistemas de climatización, automatización y control     | 8  |
|                                     |           |                                | Tratamiento sanitario arquitectónico                        | 0 | Construcción 3  | 9  |
|                                     |           |                                | Diseño hidrosanitario arquitectónico                        | 0 | Proyecto terminal I                                     | 11 |
|                                     |           |                                |   |   | Arquitectura y urbanismo sostenible en el nuevo milenio | 0  |
|                                     |           |                                |   |   | Diseño sostenible y ecotecnologías                      | 0  |
|                                     |           |                                |   |   | Seminario de urbanismo internacional                    | 0  |
|                                     |           | Desarrollo sostenible y diseño | 0   |   |   |    |
| Residuos                            | -         | -                              | Sistemas Urbano-Arquitectónicos II                          | 4 | Construcción II   | 8  |
|                                     |           |                                |   |   | Construcción 3  | 9  |
|                                     |           |                                |   |   | Desarrollo sostenible y diseño                          | 0  |

| Criterios  | UNAM 1999                          |  | UNAM 2017                                    |   | UAM                                      |    |
|------------|------------------------------------|--|--|---|--|----|
|            | Materia                            | S  | Materia                                      | S   | Materia                                  | T  |
| Materiales | -                                  | -  | El caso de la arquitectura sostenible        | 0   | Construcción II                          | 8  |
|            |                                    |  |  |   | Construcción 3                           | 9  |
|            |                                    |  |  |   | Taller de prácticas de construcción      | 0  |
|            |                                    |  |  |   | Laboratorio de proyectos                 | 0  |
|            |                                    |  |  |   | Desarrollo sostenible y diseño           | 0  |
| Ecología   | Arquitectura, ambiente y ciudad I  | 3  | Taller integral I                            | 1   | Fundamentos teóricos del diseño II       | 2  |
|            |                                    |  | Sistemas ambientales I                       | 1   | Teoría e historia de la arquitectura I   | 3  |
|            | Arquitectura, ambiente y ciudad II | 4  | Teorización del Entorno II                   | 2   | Sistemas constructivos y estructurales I | 3  |
|            |                                    |  | Taller Integral II                           | 2   | Climatología y Geometría Solar           | 3  |
|            | Diseño urbano ambiental            | 5  | Sistemas Ambientales II                      | 2   | Teoría e historia de la arquitectura II  | 4  |
|            | Taller de Arquitectura VII         | 7  | Teoría de la Arquitectura I                  | 3   | Análisis y métodos II                    | 4  |
|            | Taller de Arquitectura VIII        | 8  | Sistemas Urbano Arquitectónicos I            | 3   | Análisis y métodos III                   | 5  |
|            |                                    |  | Taller Integral de Arquitectura I            | 3   | Diseño arquitectónico IV                 | 6  |
|            |                                    |  | Taller Integral de Arquitectura II           | 4   | Instalaciones en los edificios I         | 6  |
|            |                                    |  | Teoría de la arquitectura III                | 4   | Taller de arquitectura I-A               | 7  |
|            |                                    |  | Procesos de Diseño Urbano Ambiental I        | 5   | Taller de arquitectura I-B               | 8  |
|            |                                    |  | Taller Integral de Arquitectura III          | 5   | Construcción II                          | 8  |
|            |                                    |  | Procesos de Diseño Urbano Ambiental II       | 6   | Taller de arquitectura II-A              | 9  |
|            |                                    |  | Taller Integral de Arquitectura IV           | 6   | Construcción III                         | 9  |
|            |                                    |  | Extensión Universitaria IV                   | 6   | Taller de arquitectura II-B              | 10 |
|            |                                    |  | Neuroarquitectura Psicoarquitectura          | 0   | Proyecto terminal I                      | 11 |
|            |                                    |  | Periferias urbanas, oportunidades y desafíos | 0   | Arquitectura y vegetación                | 0  |
|            |                                    |  | Arquitectura, Ética y Derecho                | 0   | Diseño sostenible y ecotecnologías       | 0  |
|            |                                    |  | Pensamiento crítico en la arquitectura       | 0   | Seminario de urbanismo internacional     | 0  |
|            |                                    |  | Hacia la Transdisciplina en Arquitectura     | 0   | Diseño y construcción de vivienda social | 0  |
|            |                                    | Manejo y Sostenibilidad Integral de la Arquitectura Patrimonial, la Gestión del Patrimonio | 0  | Desarrollo sostenible y diseño                          | 0  |    |
|            |                                    | Bioarquitectura  | 0  | Arquitectura y urbanismo sostenible en el nuevo milenio | 0  |    |
|            |                                    | El caso de la arquitectura sostenible  | 0  |   |  |    |
|            |                                    | La vegetación y la sostenibilidad urbana   | 0  |   |  |    |

| Criterios         | UNAM 1999           |          |                  |          | UNAM 2017  |           |                  |           | UAM                 |           |                  |          |
|-------------------|---------------------|----------|------------------|----------|--|-----------|------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|----------|
|                   | Materia             |          |                  | S        | Materia  |           |                  | S         | Materia             |           |                  | T        |
|                   |                     |          |                  |          | Análisis Crítico de Diseño Urbano Arquitectónico Sostenible          |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Movilidad urbana Sostenible y diseño                                 |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Diseño de infraestructura verde                                      |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Impacto ambiental y urbano del objeto arquitectónico                 |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Diseño, Ecología y Resiliencia Urbana                                |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Diseño de Alumbrado Arquitectónico                                   |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Geometría Solar  |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Técnicas mixtas de representación                                    |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Estrategias básicas de iluminación                                   |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Derechos Humanos de las Organizaciones Sociales en lo Arquitectónico |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Gestión de Grandes Proyectos Arquitectónicos                         |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Intervenciones Arquitectónicas en Proyectos de Regeneración Urbana   |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Acondicionamiento del Aire en la Arquitectura                        |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Tratamiento Sanitario Arquitectónico                                 |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Diseño Hidrosanitario Arquitectónico                                 |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
|                   |                     |          |                  |          | Diseño Eléctrico en la Arquitectura                                  |           |                  | 0         |                     |           |                  |          |
| <b>Energía</b>    | Obligatorias        | -        | Optativas        | -        | Obligatorias   | 4         | Optativas        | 8         | Obligatorias        | 9         | Optativas        | 3        |
| <b>Agua</b>       | Obligatorias        | -        | Optativas        | -        | Obligatorias   | 3         | Optativas        | 4         | Obligatorias        | 7         | Optativas        | 4        |
| <b>Residuos</b>   | Obligatorias        | -        | Optativas        | -        | Obligatorias   | 1         | Optativas        | 0         | Obligatorias        | 2         | Optativas        | 1        |
| <b>Materiales</b> | Obligatorias        | -        | Optativas        | -        | Obligatorias   | 0         | Optativas        | 1         | Obligatorias        | 2         | Optativas        | 3        |
| <b>Ecología</b>   | Obligatorias        | 5        | Optativas        | -        | Obligatorias   | 15        | Optativas        | 21        | Obligatorias        | 16        | Optativas        | 7        |
| <b>Total</b>      | <b>Obligatorias</b> | <b>5</b> | <b>Optativas</b> | <b>-</b> | <b>Obligatorias</b>  | <b>17</b> | <b>Optativas</b> | <b>25</b> | <b>Obligatorias</b> | <b>20</b> | <b>Optativas</b> | <b>9</b> |

NOTA: El total de las materias obligatorias y optativas no es una suma de las materias por criterio, debido a que estas pueden repetirse en dos o más criterios. Elaboración propia a partir de los planes de estudio de las Licenciaturas en Arquitectura (Facultad de Arquitectura, 2017; UAM-Azc, 2005).

## 2. Encuesta Estudiantes de Licenciatura en Arquitectura (con respuestas)

|  |   |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|--|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| Sexo                                   |   |  |                                     | Edad                                |   |                         |                          |                   |
| Universidad                            |   |  |                                     | Sede                                |   |                         |                          |                   |
| Carrera                                |   |  |                                     | Posgrado (si aplica)                |   |                         |                          |                   |
| Estudiante                             |   | Semestre   |                                     | Egresado                            |   | Titulado                |                          |                   |
| <b>Medio Ambiente y Sostenibilidad</b> |   |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 1                                      | ¿Para qué sirve la gráfica solar? <b>Proyección que expone el movimiento del Sol respecto a la latitud</b>  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 2                                      | Marca la opción que corresponda a la latitud tiene la CDMX  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | 19.3039  | <input type="checkbox"/>            | 20.0500                             | <input type="checkbox"/>                          | 18.85444                |                          |                   |
| 3                                      | ¿Qué es la arquitectura bioclimática? <b>Diseño de inmuebles teniendo en cuenta condiciones las climáticas, aprovechando los recursos disponibles para disminuir los impactos</b>             |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 4                                      | ¿A qué se refiere el confort térmico? <b>Sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado</b>  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 5                                      | De la siguiente lista, selecciona las características que no corresponden a los materiales sostenibles  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input type="checkbox"/>  | Que consuman poca energía en su ciclo de vida            |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Que no requieran de poca agua para su producción         |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Que provengan de fuentes no renovables                   |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input type="checkbox"/>  | Que sus materiales no provengan de ecosistemas sensibles |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| <input type="checkbox"/>               | Que posean un porcentaje de materiales reciclados   |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 6                                      | Menciona 3 materiales sostenibles de construcción   |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 7                                      | De la siguiente lista, selecciona las etapas que correspondan al análisis de ciclo de vida  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input type="checkbox"/>  | Extracción   | <input type="checkbox"/>            | Validación                          | <input checked="" type="checkbox"/>               | Distribución            | <input type="checkbox"/> | Reciclaje         |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Diseño   | <input type="checkbox"/>            | Producción                          | <input type="checkbox"/>                          | Uso                     | <input type="checkbox"/> | Disposición final |
| 8                                      | ¿En análisis de ciclo de vida, que significa “de la cuna a la tumba”? <b>Analizar los impactos de un producto o servicio desde la extracción de los materiales hasta la disposición final</b> |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 9                                      | Menciona 5 fuentes de energía renovable <b>Solar, Eólica, Mareomotriz, Geotérmica, Hidráulica, Biomasa, Oceanográfica</b>   |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 10                                     | De la siguiente lista, selecciona las tecnologías que producen energía renovable  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Panel fotovoltaico                                       | <input type="checkbox"/>            |                                     | <input type="checkbox"/>                          | Mega hidroeléctrico     |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Calentador solar de agua                                 | <input type="checkbox"/>            |                                     | <input checked="" type="checkbox"/>               | Mini hidroeléctrica     |                          |                   |
|  | <input type="checkbox"/>  | Fisión nuclear   | <input type="checkbox"/>            |                                     | <input checked="" type="checkbox"/>               | Plantas de cogeneración |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Turbina eólica   | <input type="checkbox"/>            |                                     | <input checked="" type="checkbox"/>               | Biodigestor             |                          |                   |
| 11                                     | Menciona 3 efectos positivos de que haya un árbol cerca de una vivienda   |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
| 12                                     | De la siguiente lista, elige los datos necesarios para calcular el tamaño de una cisterna para captación de agua de lluvia  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Precipitación de la zona                                 |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | Número de habitantes de la vivienda               |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Superficie de captación                                  |                                     | <input checked="" type="checkbox"/> | Coeficiente de escorrentía del material del techo |                         |                          |                   |
|  | <input type="checkbox"/>  | Consumo per cápita de agua al año                        |                                     | <input type="checkbox"/>            | Demanda de agua                                   |                         |                          |                   |
|  | <input type="checkbox"/>  | Consumo familiar de agua al año                          |                                     | <input type="checkbox"/>            |   |                         |                          |                   |
| 13                                     | De la siguiente lista, elige los que consideres bienes comunes  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Espacio publico  | <input checked="" type="checkbox"/> | Aire                                | <input checked="" type="checkbox"/>               | Bosques                 |                          |                   |
|  | <input checked="" type="checkbox"/>   | Bienestar térmico  | <input checked="" type="checkbox"/> | Agua                                | <input type="checkbox"/>                          |                         |                          |                   |
| 14                                     | ¿Cuáles son los 3 pilares de la sostenibilidad? <b>Ambiental, Económico y Social</b>  |  |                                     |                                     |   |                         |                          |                   |

|    |   |
|----|---|
| 15 | ¿Para qué sirve realizar evaluación de sostenibilidad de un proyecto arquitectónico? <b>Para analizar e implementar materiales y tecnologías sostenibles en los inmuebles, además, las certificaciones pueden darle un valor agregado a la construcción</b> |
| 16 | Menciona 2 certificaciones de arquitectura sostenible   |

| Bienestar y Calidad de Vida |  |
|-----------------------------|--|
|-----------------------------|--|

|    |  |  |    |  |    |           |   |  |   |  |   |
|----|--|--|----|--|----|-----------|---|--|---|--|---|
| 17 | En la escala del 1 al 5, siendo 1 nada y 5 totalmente, ¿Cuánto consideras que afecta negativamente a la calidad de vida la ausencia de áreas verdes en las ciudades? |  | 1  |  | 2  |           | 3 |  | 4 |  | 5 |
| 18 | En la escala del 1 al 5, siendo 1 nada importante y 5 completamente importante, ¿Cuál es la importancia de que haya una temperatura agradable dentro de la vivienda? |  | 1  |  | 2  |           | 3 |  | 4 |  | 5 |
| 19 | En la escala del 1 al 5, siendo 1 ninguna y 5 totalmente, ¿Qué tanta aceptación consideras que la gente tenga al uso de tecnologías sostenibles en sus viviendas?    |  | 1  |  | 2  |           | 3 |  | 4 |  | 5 |
| 20 | ¿Si tuvieras un cliente que te solicita le diseñes una casa, le propondrías que se usen materiales sostenibles en su construcción?                                   |  | Si |  | No | ¿Por qué? |   |  |   |  |   |
| 21 | Siguiendo con el mismo caso, ¿le propondrías la integración de técnicas y tecnologías sostenibles?   |  | Si |  | No | ¿Por qué? |   |  |   |  |   |

| Materias Sostenibilidad |  |
|-------------------------|--|
|-------------------------|--|

|    |  |    |           |    |            |  |  |
|----|--|----|-----------|----|------------|--|--|
| 22 | ¿Dentro de tus estudios has tomado alguna clase que tenga que ver con sostenibilidad?  |    |           | Si | ¿Cuál(es)? |  |  |
|    |  | No | ¿Por qué? |    |            |  |  |
|    | ¿Estas han sido dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Arquitectura o dentro del plan de estudios de otra Licenciatura? |    |           |    |            |  |  |
| 23 | ¿Te gustaría cursar alguna?  |    |           | Si | ¿Cuál(es)? |  |  |
|    |  | No | ¿Por qué? |    |            |  |  |
|    |  |    |           |    |            |  |  |

| Proyectos Sostenibilidad |  |
|--------------------------|--|
|--------------------------|--|

|    |   |                                     |  |    |  |                                     |  |         |
|----|---|-------------------------------------|--|----|--|-------------------------------------|--|---------|
| 24 | ¿Has participado en proyectos que involucren temas de sostenibilidad?   |                                     |  | Si |  | No                                  |  | Tal vez |
| 25 | ¿Los proyectos que involucran temas de sostenibilidad en los que has participado han sido dentro o fuera de la carrera? |                                     |  |    |  |                                     |  |         |
|    |   | Parte de un proyecto de una materia |  |    |  | En proyecto fuera de la Universidad |  |         |
|    |   | En un laboratorio de la Universidad |  |    |  | Dentro del trabajo profesional      |  |         |
|    |   | Con algún profesor de la carrera    |  |    |  | Otro                                |  |         |
| 26 | ¿De qué se tratan o trataron los proyectos de sostenibilidad en los que has participado?                                |                                     |  |    |  |                                     |  |         |

### 3. Respuestas a las encuestas

Se dividió la encuesta en 4 secciones, estas son, datos generales, conocimiento, valoración e interés, las respuestas a las preguntas se presentan a continuación.

#### Conocimiento

Dentro de la encuesta se incluyeron 16 preguntas con el objetivo de revisar los conocimientos que los estudiantes tienen sobre los temas de medio ambiente y sostenibilidad relacionados con la arquitectura, las preguntas correspondían a los temas generales de sostenibilidad. En esta parte, se pusieron calificaciones a las respuestas, considerando un “10” cuando es correcta y un “0” cuando es incorrecta o no contestada, además de “5” en las preguntas abiertas que se encontraban incompletas, posteriormente se calculó el rango y el promedio de la calificación de los encuestados de cada plan de estudios. Las calificaciones de la parte de conocimiento de la encuesta se encuentran en un rango de 2.5 a 8.8, con un promedio de 5.5 en la FA de 1999, 5.0 en la Fa del 2017 y 7.4 en la CyAD. Por lo anterior, se podría decir que los estudiantes de la UAM tienen una mejor calificación que los ambos planes de estudios de la UNAM, además de que estos tienen calificaciones más altas que los de la UNAM.

En la pregunta 1, “¿Para qué sirve la gráfica solar?” se encontró que, la mayoría de los estudiantes de los tres planes, contestaron correctamente. Además de que dos estudiante de la UAM, Azcapotzalco respondió la pregunta de manera muy completa, ya que incluye conceptos como el confort lumínico y térmico que se puede lograr en los inmuebles al incluir en el diseño el análisis de las gráficas solares y a los sistemas pasivos.

En la pregunta 2, “¿Qué latitud tiene la Ciudad de México?”, para la que la respuesta es 19.3039, la mayoría de los estudiantes de la FA de 1999 y de la CyAD respondieron correctamente, 71% y 95% respectivamente; din embargo, en el caso de la FA de 2017, el 55% respondieron incorrectamente. Esto último se puede relacionar con que estos se encuentran en tercer semestre y según el plan de estudios aún no han visto los temas de climatología solar, que incluyen la realización y el análisis de las gráficas solares y se podría considerar que los estudiantes que respondieron correctamente (45%) pudieron haber revisado el tema en alguna materia que en su programa formal no lo incluye, pero los profesores podrían haberlo impartido debido a la relación con los temas de la clase.

En la pregunta 3, “¿Qué es la arquitectura bioclimática?”, la mayoría de los estudiantes de los tres planes de estudios contestaron correctamente, donde los estudiantes obtuvieron, en promedio, un 69% “correcta” y 10% “media” y un 21% “incorrecta” en la FA de 1999, 58% “correcta”, 21%, “media” y 21% “incorrecta” y los de la CyAD fueron los que, en promedio, contestaron más estudiantes correctamente a la pregunta, representando el 92% y el 8% con una respuesta “media”. Además de que varios de los estudiantes respondieron a la pregunta de manera muy completa, siendo estos el 10% de la FA de 1999 y de 2017 y el 23% de la CyAD.

En la pregunta 4, “¿A qué se refiere el confort térmico?”, la mayoría de los estudiantes de los tres planes de estudios contestaron correctamente, donde los estudiantes obtuvieron, en promedio, un 74% “correcta” y 2% “media” y un 24% “incorrecta” en la FA de 1999, 69% “correcta”, 28%, “media” y 3% “incorrecta” y los de la CyAD fueron los que, en promedio, contestaron más estudiantes correctamente a la pregunta, representando el 92% y el 8% con una respuesta “media”. Además de que varios de los estudiantes contestaron la pregunta de manera muy completa, 10%, 7% y 13%, respectivamente. Sin embargo, el 7% de los estudiantes de la FA de 1999 confundieron el concepto con el aire acondicionado, que, en sí, puede brindar confort térmico en un inmueble, pero no es la única manera de conseguirlo.

En la pregunta 5, “Características que no corresponden a los materiales sostenibles”, la mayoría de los estudiantes de la FA de ambos planes (1999 y 2017) contestaron de forma “media” y un porcentaje importante, 40% y 41%, respectivamente contestaron correctamente. En el caso de la CyAD, el 51% de los estudiantes contestaron de manera “correcta”, el 46% “media” y solo el 3% de manera “incorrecta”.

En la pregunta 6, “Menciona 3 materiales sostenibles de construcción”, se solicitó que brindaran ejemplos, para lo que se consideró como respuesta “correcta” a los que mencionaron 3 ejemplos, “media” a los que dieron 1 o 2 ejemplos e “incorrecta” a los que no contestaron con ningún ejemplo. En el plan de 1999, la mayoría de los estudiantes (69%), contestaron correctamente, el 14% “media” y 17% no brindaron ningún ejemplo. En el plan de 2017, el 27% respondieron correctamente, el 21% “media” y la mayoría de los estudiantes (52%) no colocaron ninguna respuesta. En el caso de la CyAD, la mayoría de los estudiantes (97%) contestaron la pregunta de manera “correcta” y el 3% “media”.

En la pregunta 7, “¿Cuáles de las siguientes etapas no corresponden al ciclo de vida de un producto?”, se consideró como “correcta” a las respuestas que seleccionaron las 2 etapas de las opciones que se propusieron, como “media” a las respuestas que incluían 1 de las 2 etapas de las opciones e “incorrecta” a las que no seleccionaron ninguna de las opciones correctas. Mas del 50% de los estudiantes de los tres planes eligieron una de opciones correctas y un poco más del 40% de los estudiantes de los tres planes no eligieron ninguna de las opciones correctas.

En la pregunta 8, “¿En análisis de ciclo de vida, que significa “de la cuna a la tumba”?”, la mayoría de los estudiantes de los dos planes de la UNAM respondieron de manera incorrecta a la pregunta, lo que se podría relacionar con que en ninguno de los programas de las materias que han cursado incluyen el tema de análisis de ciclo de vida. En el caso de la CyAD, el 51% de los estudiantes respondieron correctamente, el 5% “media” y el 44% de manera incorrecta. Además de que el 26% de los estudiantes encuestados de la CyAD brindaron respuestas muy completas.

En la pregunta 9, “Menciona 5 fuentes de energía renovable”, se solicitó que brindaran ejemplos, para lo que se consideró como respuesta “correcta” a los que mencionaron 5 ejemplos, “media”

a los que dieron entre 1 y 4 ejemplos e “incorrecta” a los que no contestaron con ningún ejemplo. En el plan de la FA 1999, el 29% de los estudiantes contestaron de manera correcta, el 59% contestó “media” y el 12% de manera incorrecta. En el plan de 2017, el 48% de los estudiantes respondieron correctamente, el 45% de estos contestó de manera “media” y el 7% contestó de manera incorrecta. En el caso de la CyAD, el 77% de los estudiantes respondió de manera correcta, el 20% “media” y el 3% de forma incorrecta.

En la pregunta 10, “tecnologías que producen energía renovable”, se consideró como “correcta” a las respuestas que seleccionaron las 6 tecnologías de las opciones que se propusieron, como “media” a las respuestas que incluían entre 2 y 5 de las 6 opciones correctas e “incorrecta” a las que seleccionaron 1 o ninguna de las opciones correctas. La menor parte de los estudiantes respondieron la pregunta correctamente, siendo estos 2% y 5%, respectivamente, por lo que casi todos los estudiantes de los dos planes de la UNAM respondieron “media”, 98% y 95%, respectivamente. En el caso de la CyAD todos los estudiantes respondieron la pregunta de forma “media”. En esta pregunta hubo confusiones respecto a que estos consideraron las centrales mega hidroeléctricas como renovables y en menor proporción a la fisión nuclear de la misma forma, aclarando en un caso que existe debate al respecto; sin embargo, la fisión nuclear no se considera como una energía renovable, pero si “verde” o “sin residuos”.

En la pregunta 11, “Menciona 3 efectos positivos de que haya un árbol cerca de una vivienda”, se solicitó que brindaran ejemplos, para lo que se consideró como respuesta “correcta” a los que mencionaron 3 efectos, “media” a los que dieron 1 o 2 ejemplos e “incorrecta” a los que no contestaron con ningún efecto. La mayoría de los estudiantes de la FA de 1999 respondieron correctamente, el 17% “media” y el 14% no brindaron ninguna respuesta. Poco menos de la mitad de los estudiantes de la FA de 2017 (48%) contestaron de manera correcta, el 45% “media” y el 7% de forma incorrecta, además, el 3% de los estudiantes respondieron la pregunta de forma muy completa, incluyendo conceptos de climatización natural. En el caso de la CyAD, todos los estudiantes respondieron correctamente.

En la pregunta 12, “Datos necesarios para calcular el tamaño de una cisterna para captación de agua de lluvia”, se consideró como “correcta” a las respuestas que seleccionaron las 4 opciones de las que se propusieron, como “media” a las respuestas que incluían entre 2 y 3 de las opciones correctas e “incorrecta” a las que seleccionaron 1 o ninguna de las opciones correctas. A lo que la mayoría de los estudiantes de la FA de ambos planes respondieron correctamente, siendo estos el 95% y el 90% respectivamente y 5% y 10% de manera incorrecta. En el caso de la CyAD, todos los estudiantes respondieron correctamente.

En la pregunta 13, “Elige los que consideres como bienes comunes”, se pusieron 5 opciones, todas correctas, se consideró como “correcta” a las respuestas que seleccionaron las 5 opciones, como “media” a las respuestas que incluían entre 2 y 4 de las 5 opciones e “incorrecta” a las que

seleccionaron 1 o ninguna de las opciones correctas. La menor parte de los estudiantes, 17% para los dos planes de la FA y el 18% para los de la CyAD respondieron de manera correcta. La mayoría de los estudiantes encuestados respondieron de forma “media”, siendo 83% para los dos planes de la FA y 82% de la CyAD.

En la pregunta 14, “¿Cuáles son los tres pilares de la sostenibilidad?”, se solicitó que respondieran los tres pilares, para lo que se consideró como respuesta “correcta” a los que mencionaron los 3 pilares, “media” a los que dieron 1 o 2 pilares e “incorrecta” a los que no contestaron ninguno o los confundieron con otro como “reusar, reutilizar y reciclar”. En la FA de 1999, la menor parte de los estudiantes respondieron de manera correcta, siendo estos 88% y 12% de forma incorrecta. En la FA de 2017 el 24% de los estudiantes respondieron de forma correcta, el 7% “media” y el 69% de manera incorrecta. En el caso de la CyAD, la mayoría (59%), respondió de manera correcta, el 5% “media” y el 36% de forma incorrecta.

En la pregunta 15, “¿Para qué sirve realizar una evaluación de sostenibilidad en un proyecto arquitectónico?”. La mayoría de los estudiantes de la FA de 1999 respondieron correctamente, el 7% “media” y el 33% de forma incorrecta, el 48% de los estudiantes de 2017 respondieron correctamente, el 17% “media” y el 35% de forma incorrecta y el 82% de los estudiantes de la CyAD respondieron de forma correcta, el 15% “media” y el 3% de manera incorrecta. Además, el 3% de los estudiantes de la CyAD respondieron de forma muy completa, incluyendo su opinión al respecto, “hacer un análisis de la sostenibilidad de un proyecto es lo que define un buen diseño y sirve para la estabilidad climática ya que nos permite ser más agradables hacia nuestro medio ambiente y para ver que tanto estamos impactando al mismo”.

En la pregunta 16, “Menciona 2 certificaciones de arquitectura sostenible”, se solicitó que brindaran 2 ejemplos, para lo que se consideró como respuesta “correcta” a los que mencionaron los 3 ejemplos, “media” a los que dieron 1 ejemplo e “incorrecta” a los que no contestaron ninguno. En el plan de la FA de 1999, el 17% respondieron correctamente, el 24% “media” y el 59% de forma incorrecta. En el plan de la Fa de 2017, el 3% respondieron de manera correcta, el 21% “media” y el 76% de forma incorrecta. En el caso de la CyAD, el 49% respondieron correctamente, el 28% de forma “media” y el 23% de manera incorrecta. Además de que varios de los estudiantes mencionaron algunas de las certificaciones nacionales, el 7% de la FA de 1999 y el 18% de la CyAD, siendo estas PCES, la NMX-AA-164, de arquitectura sostenible y la NOM-0033-SEMARNAT-1997; sin embargo, esta última no es una certificación de arquitectura sostenible.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las respuestas de las preguntas de la encuesta clasificadas en “correcta” cuando esta contestada de manera correcta, “media” cuando se presenta la idea, pero no se encuentra la respuesta completa e “incorrecta” cuando esta no se encuentra contestada correctamente o cuando fue dejada en blanco. Los resultados se encuentran divididos en los tres planes de estudios analizados.

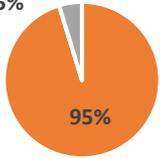
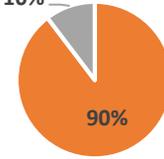
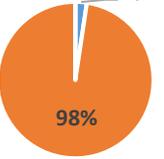
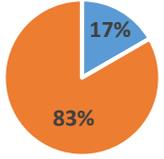
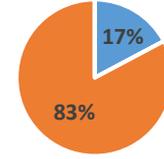
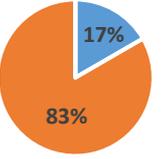
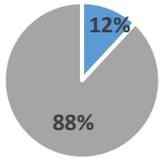
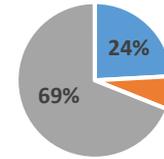
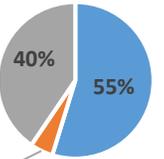
Respuestas a las encuestas (Conocimiento).

| Universidad  |  | FA, UNAM (1999)  | FA, UNAM (2017)  | CyAD, UAM-Azacapozalco                                   |
|--------------|--|--|--|--|
| Calificación | Rango  | <p>2.5 – 8.1</p> <p>Calificación</p>                     | <p>2.5 – 7.5</p> <p>Calificación</p>                     | <p>5.3 – 8.8</p> <p>Calificación</p>                     |
|              | Promedio   | 5.5  | 5.0  | 7.4  |
| 1            | ¿Para qué sirve la gráfica solar?                  | <p>Pregunta 1</p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p>Pregunta 1</p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p>Pregunta 1</p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|              | Muy completas <sup>1</sup>                         | -  | -  | 2 (6%)   |
| 2            | ¿Qué latitud tiene la Ciudad de México?<br>19.3039 | <p>Pregunta 2</p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p>Pregunta 2</p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p>Pregunta 2</p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |

| Universidad |  | FA, UNAM (1999)   | FA, UNAM (2017)   | CyAD, UAM-Azacapatzalco   |
|-------------|--|---|---|---|
| 3           | ¿Qué es la arquitectura bioclimática?                            | <p><b>Pregunta 3</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 3</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 3</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|             | <b>Muy completas<sup>1</sup></b>                                 | 4 (10%)   | 3 (10%)   | 10 (26%)  |
| 4           | ¿A qué se refiere el confort térmico?                            | <p><b>Pregunta 4</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 4</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 4</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|             | <b>Muy completas<sup>1</sup></b>                                 | 4 (10%)   | 2 (7%)  | 6 (16%)   |
|             | <b>Confusión<sup>2</sup></b>                                     | 3 (7%) Aire acondicionado                                       | -   | -   |
| 5           | Características que no corresponden a los materiales sostenibles | <p><b>Pregunta 5</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 5</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 5</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |

| Universidad |   | FA, UNAM (1999)   | FA, UNAM (2017)   | CyAD, UAM-Azcapotzalco  |
|-------------|---|---|---|---|
| 6           | Menciona 3 materiales sostenibles de construcción                                 | <p><b>Pregunta 6</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 6</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 6</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
| 7           | ¿Cuáles de las siguientes etapas no corresponden al ciclo de vida de un producto? | <p><b>Pregunta 7</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 7</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 7</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
| 8           | ¿En análisis de ciclo de vida, que significa “de la cuna a la tumba”?             | <p><b>Pregunta 8</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 8</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 8</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|             | Muy completas <sup>1</sup>  | -   | -   | 10 (26%)  |

| Universidad |   | FA, UNAM (1999)  | FA, UNAM (2017)  | CyAD, UAM-Azcapotzalco   |
|-------------|---|--|--|--|
| 9           | Menciona 5 fuentes de energía renovable                                 | <p><b>Pregunta 9</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  | <p><b>Pregunta 9</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  | <p><b>Pregunta 9</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  |
| 10          | Tecnologías que producen energía renovable                              | <p><b>Pregunta 10</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 10</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 10</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
| 11          | Menciona 3 efectos positivos de que haya un árbol cerca de una vivienda | <p><b>Pregunta 11</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 11</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 11</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|             | Muy completas <sup>1</sup>  | -  | 1 (3%)   | -  |

| Universidad |  | FA, UNAM (1999)   | FA, UNAM (2017)   | CyAD, UAM-Azcapotzalco  |
|-------------|--|---|---|---|
| 12          | <p>Datos necesarios para calcular el tamaño de una cisterna para captación de agua de lluvia</p> | <p><b>Pregunta 12</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  | <p><b>Pregunta 12</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  | <p><b>Pregunta 12</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  |
| 13          | <p>Elige los que consideres como bienes comunes</p>  | <p><b>Pregunta 13</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  | <p><b>Pregunta 13</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  | <p><b>Pregunta 13</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p>  |
| 14          | <p>¿Cuáles son los tres pilares de la sostenibilidad?</p>  | <p><b>Pregunta 14</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 14</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 14</b></p>  <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |

| Universidad |  | FA, UNAM (1999)  | FA, UNAM (2017)  | CyAD, UAM-Azacapozalco   |
|-------------|--|--|--|--|
| 15          | ¿Para qué sirve realizar una evaluación de sostenibilidad en un proyecto arquitectónico? | <p><b>Pregunta 15</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 15</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 15</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|             | Muy completas <sup>1</sup>   | -  | -  | 1 (3%)   |
| 16          | Menciona 2 certificaciones de arquitectura sostenible                                    | <p><b>Pregunta 16</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 16</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> | <p><b>Pregunta 16</b></p> <p>■ Correcta ■ Media ■ Incorrecta</p> |
|             | Muy completas <sup>1</sup>   | -  | 2 (7%)   | 7 (18%)  |

1. Respuestas muy completas, 2. Confusión con tecnología.

## Valoración

Con el fin de evaluar qué aspectos de la sostenibilidad consideran importantes, se realizaron 4 preguntas en la encuesta. Las preguntas y respuestas a estas se describen a continuación. Las respuestas a las preguntas de encuentran desglosadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

En la pregunta 17 se cuestionó que tan importante, en una escala del 1 al 5, siendo 1 nada importante y 5 muy importante, consideran que existan áreas verdes cerca de la vivienda, a lo que la mayoría en los tres planes respondió 5, siendo 86% para la FA de 1999, 90% de la FA de 2017 y 82% de la CyAD y pocos de los estudiantes respondieron 4, 5%, 10% y 18%, respectivamente, además, el 5% de los estudiantes de la FA de 1999 respondieron 1 y 3. En la pregunta 18 se preguntó qué tan importante, en escala del 1 al 5, consideran que haya una temperatura agradable dentro de la vivienda, a lo que la mayoría en los tres planes respondieron 5, el 17%, 7% y 15%, respectivamente de los encuestados contestaron 4, en el caso de la FA de 1999 el 7% respondió 3 y el 7% respondió 1. Ambos componentes resultan de gran importancia para el bienestar y la calidad de vida de las personas, ya que la presencia de áreas verdes tiene beneficios sociales, ambientales y económicos para los habitantes de la zona y la temperatura agradable dentro de la vivienda permite el disfrute de las actividades realizadas al interior de la vivienda.

Posteriormente, en la pregunta 19 se cuestionó qué tanta aceptación, en escala del 1 al 5, siendo 1 ninguna y 5 totalmente, consideran que las personas tengan del uso de tecnologías sostenibles en las viviendas, para lo que las respuestas se distribuyeron por toda la gama de opciones. Aunque el mayor porcentaje de los estudiantes de la FA de 1999 (31%) respondieron 3, de la FA de 2017 (31%) respondieron 4 y de la CyAD (56%) respondieron 3. El que los estudiantes consideren que las técnicas y tecnologías puedan tener poca aceptación por la gente, puede determinar que se limiten al proponer a sus futuros clientes la integración de estas en los inmuebles que diseñen y construyan.

| Universidad  | FA, UNAM (1999)  | FA, UNAM (2017) | CyAD, UAM-Azcapotzalco |     |     |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
|--|--|-----------------|------------------------|-----|-----|---|---|------------|----|-----|-----|-----|-----|--|------------|---|---|---|---|---|------------|----|-----|-----|-----|-----|--|------------|---|---|---|---|---|------------|----|-----|-----|-----|-----|
| <p>17</p> <p>¿Qué tan importante consideras que haya áreas verdes cerca en las ciudades?</p>                             | <p>Áreas verdes cerca en las ciudades</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>5%</td><td>0%</td><td>5%</td><td>5%</td><td>86%</td></tr> </table>                                | Valoración      | 1                      | 2   | 3   | 4 | 5 | Porcentaje | 5% | 0%  | 5%  | 5%  | 86% | <p>Áreas verdes cerca en las ciudades</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>10%</td><td>90%</td></tr> </table>                               | Valoración | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Porcentaje | 0% | 0%  | 0%  | 10% | 90% | <p>Áreas verdes cerca en las ciudades</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>17%</td><td>83%</td></tr> </table>                               | Valoración | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Porcentaje | 0% | 0%  | 0%  | 17% | 83% |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 5%   | 0%              | 5%                     | 5%  | 86% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 0%   | 0%              | 0%                     | 10% | 90% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 0%   | 0%              | 0%                     | 17% | 83% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| <p>18</p> <p>¿Qué tan importante consideras que haya una temperatura agradable dentro de la vivienda?</p>                | <p>Temperatura agradable dentro de la vivienda</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>7%</td><td>0%</td><td>7%</td><td>17%</td><td>69%</td></tr> </table>                      | Valoración      | 1                      | 2   | 3   | 4 | 5 | Porcentaje | 7% | 0%  | 7%  | 17% | 69% | <p>Temperatura agradable dentro de la vivienda</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>7%</td><td>93%</td></tr> </table>                       | Valoración | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Porcentaje | 0% | 0%  | 0%  | 7%  | 93% | <p>Temperatura agradable dentro de la vivienda</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>0%</td><td>0%</td><td>0%</td><td>17%</td><td>83%</td></tr> </table>                      | Valoración | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Porcentaje | 0% | 0%  | 0%  | 17% | 83% |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 7%   | 0%              | 7%                     | 17% | 69% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 0%   | 0%              | 0%                     | 7%  | 93% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 0%   | 0%              | 0%                     | 17% | 83% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| <p>19</p> <p>¿Qué tanta aceptación consideras que la gente tenga al uso de tecnologías sostenibles en sus viviendas?</p> | <p>Aceptación del uso de tecnologías sostenibles en las viviendas</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>5%</td><td>17%</td><td>31%</td><td>21%</td><td>26%</td></tr> </table> | Valoración      | 1                      | 2   | 3   | 4 | 5 | Porcentaje | 5% | 17% | 31% | 21% | 26% | <p>Aceptación del uso de tecnologías sostenibles en las viviendas</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>7%</td><td>21%</td><td>17%</td><td>31%</td><td>24%</td></tr> </table> | Valoración | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Porcentaje | 7% | 21% | 17% | 31% | 24% | <p>Aceptación del uso de tecnologías sostenibles en las viviendas</p> <table border="1"> <tr><th>Valoración</th><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><th>Porcentaje</th><td>0%</td><td>10%</td><td>52%</td><td>26%</td><td>12%</td></tr> </table> | Valoración | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Porcentaje | 0% | 10% | 52% | 26% | 12% |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 5%   | 17%             | 31%                    | 21% | 26% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 7%   | 21%             | 17%                    | 31% | 24% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Valoración   | 1  | 2               | 3                      | 4   | 5   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |
| Porcentaje   | 0%   | 10%             | 52%                    | 26% | 12% |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |  |            |   |   |   |   |   |            |    |     |     |     |     |

## Interés

Para determinar el interés de los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura, se integraron 7 preguntas en la encuesta orientadas a este fin. Las preguntas y respuestas a estas se describen a continuación. Las respuestas a las preguntas de encuentran desglosadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

En la pregunta 20 se cuestionó si estarían dispuestos a recomendarle a sus clientes el uso de materiales sostenibles en la construcción para lo que la mayoría respondió que sí lo harían, en el caso de la FA de 1999 un 95% dijeron que si y el 5% que no, en el plan de la FA de 2017 todos dijeron que si, en la CyAD el 95% dijeron que si y el 5% que tal vez. Además, en la pregunta 21 se cuestionó si estarían dispuestos a recomendarle a sus clientes la integración de técnicas y/o tecnologías sostenibles en el proyecto, a lo que la mayoría respondió que sí, de la FA de 1999 el 95% respondió si y el 5% respondió no, de la FA de 2017 el 90% respondió si y el 10% tal vez y de la CyAD, el 85% respondió si y el 15% tal vez. Es importante considerar que el 5% que respondió no a ambas preguntas fueron los mismos estudiantes. A pesar de lo esperanzador de las respuestas positivas, no se tiene información sobre si realmente lo harán, considerando un aumento en los costos y/o complejidad.

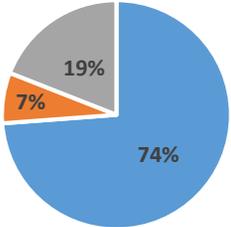
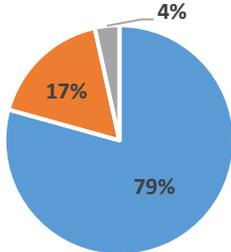
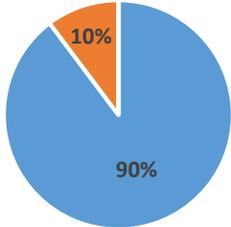
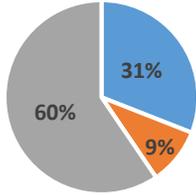
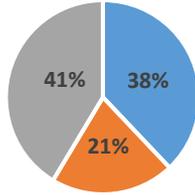
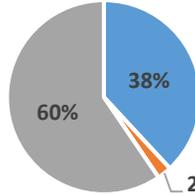
En la pregunta 22 se les cuestionó si dentro de sus estudios de Licenciatura han cursado alguna materia relacionada con sostenibilidad, a lo que la mayoría de la FA de 1999 y 2017 respondieron si y el 31% y el 10% que no, en el caso de la CyAD, el 51% respondió que sí, el 3% tal vez y 46% que no, posteriormente se les cuestionó que materias habían cursado para lo que se mencionaron las materias de proyectos, sostenibilidad, arquitectura sostenible, ambiente, construcción, investigación, teoría arquitectónica y extensión para los de la FA de 1999, las materias de materiales, sostenibilidad, arquitectura sostenible y sistemas ambientales en la FA de 2017 y materiales, sostenibilidad, arquitectura sostenible y climatología solar en la CyAD. Es importante mencionar que algunos de los estudiantes de la FA de 1999 mencionaron que en las materias como proyectos, construcción, investigación, teoría arquitectónica y extensión revisaron la temática del medio ambiente y/o sostenibilidad, aunque formalmente puedan o no incluirla.

En la pregunta 23 se les cuestionó sobre su interés en cursar alguna materia relacionada con sostenibilidad, a lo que la mayoría dijeron que si y el resto que tal vez, solo en el caso de la FA de 1999, el 5% respondieron que no. Se mencionaron las materias relacionadas con materiales, sostenibilidad y arquitectura sostenible. Es importante mencionar que la mayoría de los que respondieron que han tomado alguna materia relacionada dijeron que les interesa cursar otra(s).

En la pregunta 24, se les cuestionó si han participado en proyectos que involucren temas de sostenibilidad, a lo que, en la FA de 1999, el 31% dijeron que si, el 9% que tal vez y el 60% que no, en la FA de 2017 el 38% dijeron que si, el 21% dijeron que tal vez y el 41% que no y de la CyAD el 36% dijeron que si, el 6% que tal vez y el 61% que no, la respuesta “tal vez” se consideró como

positiva, ya que se pensó que podrían considerar que no era un proyecto de sostenibilidad, aunque involucrara un acercamiento ligero, por lo que en la pregunta 26 se les cuestionó de que se trataban los proyectos, siendo estos en su mayoría de arquitectura sostenible, aunque consideran que se abordó la sostenibilidad de manera superficial, algunos de materiales, otros de infraestructura verde y algunos de reciclaje de agua en la vivienda. Por último, en la pregunta 25, se cuestionó si estos habían sido desarrollados dentro o fuera de la carrera a lo que la mayoría respondió que fueron dentro de la carrera, como parte de un proyecto de una materia, en un laboratorio de la Universidad o con algún profesor de la carrera y algunas fuera de la universidad siendo parte de un proyecto fuera de la Universidad o dentro del trabajo profesional.

| Universidad     |  | FA, UNAM (1999)   | FA, UNAM (2017)  | CyAD, UAM-Azcapotzalco   |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
|-----------------|--|---|--|--|----|----------------|---|----|-----------------|----|-----|--|------------|---|----|----------------|---|----|-----------------|---|----|--|------------|---|----|----------------|---|----|-----------------|----|-----|
| 20              | ¿Si tuvieras un cliente que te solicita le diseñes una casa, le propondrías que se usen materiales sostenibles en su construcción? | <p><b>Uso de materiales sostenibles</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>  | <p><b>Uso de materiales sostenibles</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>                     | <p><b>Uso de materiales sostenibles</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>                     |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| 21              | Siguiendo con el mismo caso, ¿le propondrías la integración de técnicas y tecnologías sostenibles?                                 | <p><b>Integración de técnicas y tecnologías sostenibles</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>  | <p><b>Integración de técnicas y tecnologías sostenibles</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p> | <p><b>Integración de técnicas y tecnologías sostenibles</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p> |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| 22              | ¿Dentro de tus estudios has tomado alguna clase de tu carrera u otra carrera o entidad que tenga que ver con sostenibilidad?       | <p><b>Materias relacionadas</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>  | <p><b>Materias relacionadas</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>                             | <p><b>Materias relacionadas</b></p> <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>                             |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
|                 | ¿Cuál o cuáles materias has cursado?   | <table border="1"> <tr><td>Proyectos</td><td>2</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Sostenibilidad</td><td>3</td><td>9%</td></tr> <tr><td>Arq. sostenible</td><td>22</td><td>65%</td></tr> </table> | Proyectos  | 2  | 6% | Sostenibilidad | 3 | 9% | Arq. sostenible | 22 | 65% | <table border="1"> <tr><td>Materiales</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>Sostenibilidad</td><td>0</td><td>0%</td></tr> <tr><td>Arq. sostenible</td><td>1</td><td>4%</td></tr> </table> | Materiales | 0 | 0% | Sostenibilidad | 0 | 0% | Arq. sostenible | 1 | 4% | <table border="1"> <tr><td>Materiales</td><td>1</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Sostenibilidad</td><td>3</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Arq. sostenible</td><td>20</td><td>51%</td></tr> </table> | Materiales | 1 | 3% | Sostenibilidad | 3 | 8% | Arq. sostenible | 20 | 51% |
| Proyectos       | 2  | 6%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Sostenibilidad  | 3  | 9%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Arq. sostenible | 22   | 65%   |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Materiales      | 0  | 0%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Sostenibilidad  | 0  | 0%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Arq. sostenible | 1  | 4%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Materiales      | 1  | 3%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Sostenibilidad  | 3  | 8%  |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |
| Arq. sostenible | 20   | 51%   |  |  |    |                |   |    |                 |    |     |  |            |   |    |                |   |    |                 |   |    |  |            |   |    |                |   |    |                 |    |     |

| Universidad |   | FA, UNAM (1999)   |     | FA, UNAM (2017)   |                      | CyAD, UAM-Azcapotzalco  |                    |            |     |
|-------------|---|---|-----|---|----------------------|---|--------------------|------------|-----|
|             |   | Ambiente  | 2   | 6%  | Sistemas ambientales | 24  | 96%                |            |     |
|             |   | Construcción  | 2   | 6%  |                      |   | Climatología solar | 15         | 38% |
|             |   | Investigación   | 1   | 3%  |                      |   |                    |            |     |
|             |   | Teoría arquitectónica   | 1   | 3%  |                      |   |                    |            |     |
|             |   | Extensión   | 1   | 3%  |                      |   |                    |            |     |
| 23          | ¿Te gustaría cursar alguna materia relacionada con sostenibilidad?    | <p>¿Te gustaría cursar alguna?</p>  <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p> |     | <p>¿Te gustaría cursar alguna?</p>  <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p> |                      | <p>¿Te gustaría cursar alguna?</p>  <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p> |                    |            |     |
|             | ¿Cuál o cuáles materias te gustaría cursar?                           | Materiales  | 3   | 20%   | Materiales           | 0   | 0%                 | Materiales | 0   |
|             | Sostenibilidad  | 1   | 7%  | Sostenibilidad  | 0                    | 0%  | Sostenibilidad     | 0          | 0%  |
|             | Arq. sostenible   | 11  | 73% | Arq. sostenible   | 5                    | 100%  | Arq. sostenible    | 1          | 4%  |
| 24          | ¿Has participado en proyectos que involucren temas de sostenibilidad? | <p>Proyectos sostenibilidad</p>  <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>   |     | <p>Proyectos sostenibilidad</p>  <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>   |                      | <p>Proyectos sostenibilidad</p>  <p>■ Sí ■ Tal Vez ■ No</p>   |                    |            |     |

| Universidad |  | FA, UNAM (1999)   | FA, UNAM (2017)  | CyAD, UAM-Azcapotzalco   |
|-------------|--|---|--|--|
| 25          | ¿Los proyectos que involucran temas de sostenibilidad en los que has participado han sido dentro o fuera de la carrera?  | <p>Dentro o fuera de la carrera</p> <p>6%<br/>94%</p> <p>■ Dentro ■ Fuera</p>                                       | <p>Dentro o fuera de la carrera</p> <p>6%<br/>94%</p> <p>■ Dentro ■ Fuera</p>  | <p>Dentro o fuera de la carrera</p> <p>24%<br/>76%</p> <p>■ Dentro ■ Fuera</p>                                       |
| 26          | <p>¿De qué se tratan o trataron los proyectos de sostenibilidad en los que has participado?</p> <p>1. Materiales<br/>2. Infraestructura verde<br/>3. Arquitectura Sostenible<br/>4. Agua</p> | <p>¿De que se tratan los proyectos?</p> <p>10<br/>8<br/>6<br/>4<br/>2<br/>0</p> <p>8% 23% 62% 8%</p> <p>1 2 3 4</p> | <p>¿De que se trataron los proyectos?</p> <p>10<br/>8<br/>6<br/>4<br/>2<br/>0</p> <p>9% 9% 82% 0%</p> <p>1 2 3 4</p> | <p>¿De que se tratan los proyectos?</p> <p>10<br/>8<br/>6<br/>4<br/>2<br/>0</p> <p>14% 7% 64% 14%</p> <p>1 2 3 4</p> |