

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Estudios de Postgrados

Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

**PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ECO-TECNOLÓGICAS PARA EDIFICACIONES
COMERCIALES EN OPERACIÓN: CASOS DE ESTUDIO NARANJO MALL Y
PASAJE NARANJO ZONA 4 DE MIXCO.**

Presentada por:

Arq. Katherine Elizabeth Gómez Turcios

Para optar al título de:

Maestra en Ciencias en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

Guatemala, septiembre 2026

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Estudios de Postgrados

Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

**PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ECO-TECNOLÓGICAS PARA EDIFICACIONES
COMERCIALES EN OPERACIÓN: CASOS DE ESTUDIO NARANJO MALL Y
PASAJE NARANJO ZONA 4 DE MIXCO.**

Presentada por:

Arq. Katherine Elizabeth Gómez Turcios

Para optar al título de:

Maestra en Ciencias en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental

"Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del Tema, en el Análisis y Conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala"

Guatemala, septiembre 2026

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS

RECTOR

M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano: Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Vocal II: Msc. Lcda. Ilma Judith Prado Duque

Vocal III: Arqta. Mayra Jeanett Díaz Barillas

Vocal IV: Br. Oscar Alejandro La Guardia Arriola

Vocal V: Br. Laura del Carmen Berganza Pérez

Secretario Académico: Arq. Francisco Ronaldo Herrarte Gonzalez

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano: Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Secretario Académico: Arq. Francisco Ronaldo Herrarte Gonzalez

Asesora: Msc. Rocksanda Marion Hornquist Hurtarte

Examinadora: Msc. Dafné Adriana Acevedo Quintanilla

DEDICATORIA

A Dios: Por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este camino, por brindarme sabiduría, perseverancia y la oportunidad de alcanzar esta meta. A Él encomiendo cada logro obtenido y agradezco por acompañarme en cada etapa de este proceso.

A mi familia: Por ser un pilar fundamental en mi vida, por su amor, apoyo incondicional y por acompañarme en cada desafío y logro. De manera especial, a mi hermano Jorge Luis, por su apoyo y compañía; a mi padre, Carlos Gómez, por sus enseñanzas, esfuerzo y ejemplo; y a mi madre, Rubby Turcios, por su amor, dedicación, comprensión y por estar siempre presente, brindándome la fortaleza necesaria para continuar y alcanzar mis objetivos.

A María Fernanda: Por su cariño, compañía y apoyo durante este proceso. Gracias por estar presente en los momentos importantes, por motivarme a seguir adelante y por compartir conmigo parte de este camino. Su presencia y palabras de aliento fueron significativas para alcanzar esta meta.

A todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este logro fuera posible, para esas personas mi sincero agradecimiento. Cada palabra de apoyo, enseñanza y gesto de confianza formó parte de este recorrido y queda como un recuerdo valioso de esta etapa.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO	2
Delimitación en espacio físico-geográfico	2
Delimitación temporal	2
Delimitación semántica	3
III. ANTECEDENTES	4
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
Pregunta general de investigación	7
Preguntas específicas de investigación.....	7
V. OBJETIVOS.....	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos.....	8
VI. DISEÑO METODOLÓGICO.....	8
Metodología	8
Técnicas de investigación.....	9
CAPÍTULO I.....	11
1.1 Sostenibilidad ambiental y su implementación	11
1.1.1 Qué impulsó la sostenibilidad ambiental en Centroamérica y Guatemala .	12
1.1.2 La cultura y sociedad guatemalteca como dinámica	14
1.1.3 Educación ambiental y el impacto en Guatemala.....	16
1.2 ¿Qué es el medio ambiente?	18
1.2.1 La contaminación ambiental, un problema global.....	20
1.2.2 Tipos de contaminación que afectan a Guatemala.....	22
1.2.3 Marco legal en la sostenibilidad Ambiental guatemalteca	25



1.3	Arquitectura vernácula guatemalteca y características de los materiales ...	27
1.4	Certificaciones internacionales sostenibles a nivel mundial aplicado a edificaciones	30
1.4.1	Green Building Council España GBCe (VERDE)	30
1.4.2	Building Research Establishment Enviromental Assessment Method (BREEAM)	31
1.4.3	Deutche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB	32
1.4.4	Haute Qualité Environnementale HQE.....	33
1.4.5	United States Green Building Council USGBC (LEED)	33
1.5	Agenda K'atun para Guatemala en función de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).....	35
1.6	Casos análogos de edificaciones acreditadas como sostenibles	37
1.7	Certificaciones para Guatemala	39
1.8	Casos de edificaciones acreditadas en Guatemala	40
	CAPÍTULO II	46
2.1	¿Qué se entiende por ecotecnología y cuáles son los antecedentes?	46
2.1.1	Las consideraciones ambientales de la ecotecnología	47
2.1.2	¿Sectores que abarca la ecotecnología?	48
2.1.3	Beneficios y desventajas de aplicar ecotecnología	49
2.2	Tecnologías alternativas en la sostenibilidad ambiental.....	50
2.3	Casos con ecotecnología aplicada.....	52
	CAPÍTULO III	55
3.1	¿Qué se entiende por edificación y la implementación sostenible ambiental?	55
3.2	Edificaciones tradicionales y la problemática ambiental.....	56
3.3	Transformación de edificaciones nuevos y existentes a sostenibles.....	59
3.4	¿Qué son los edificios comerciales?	60



3.4.1	Características de una edificación comercial	61
3.4.2	Edificios comerciales sostenibles Guatemala	62
CAPÍTULO IV		66
4.1	Problemática ambiental en zona 4, Mixco	66
4.2	Naranjo Mall	67
4.2.1	Criterios en categorías LEED aplicados	68
4.2.2	Análisis de criterios identificados de las categorías LEED	69
4.2.3	Análisis de criterios y características ecotecnológicas identificadas	75
4.3	Pasaje Naranjo	75
4.3.1	Criterios en categorías LEED aplicados	76
4.3.2	Análisis de criterios identificados de las categorías LEED	76
4.3.3	Análisis de criterios y características ecotecnológicas identificadas	83
4.4	Comparaciones ambientales de ambos casos	84
4.5	Resultados	85
CAPÍTULO V		90
5.1	Estrategias de ecotecnológica para edificios comerciales existentes	90
5.1.1	Propuesta hídrica	92
5.1.2	Propuesta energética	97
5.1.3	Propuesta de manejo de residuos	101
5.2	Otras consideraciones a incorporar a la ecotecnología	104
5.2.1	Zonas verdes	105
5.2.2	Señalización ambiental	108
5.2.3	Movilidad sostenible	110
5.3	Viabilidad, monitoreo y seguimiento	113
5.4	Beneficios y desventajas con la implementación de la estrategia	113
5.4.1	Beneficios	114

5.4.2 Desventajas	114
VII. CONCLUSIONES	115
VIII. RECOMENDACIONES	117
IX. BIBLIOGRAFÍA	118

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro comparativo	84
Tabla 2. Tabla de ponderación	91
Tabla 3. Resumen eficiencia hídrica	96
Tabla 4. Resumen eficiencia energética	100
Tabla 5. Resumen manejo de residuos	104
Tabla 6. Resumen zonas verdes	108
Tabla 7. Resumen señalización	110
Tabla 8. Resumen movilidad sostenible.....	113

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Mapa municipios de Mixco	2
Figura 2. Oficina Studio Domus.....	41
Figura 3. Oficinas Studio Domus.....	41
Figura 4. Exterior Casa Ecco.....	41
Figura 5. Interior Casa Ecco.....	41
Figura 6. Edificio Forum Zona Viva.....	42
Figura 7. Interior oficinas Forum Zona Viva	42
Figura 8. Exterior Terra Esperanza.....	42
Figura 9. Interior Terra Esperanza	42
Figura 10. Exterior Naranja Mall.....	43
Figura 11. Interior Naranja Mall.....	43

Figura 12. Exterior MARN.....	43
Figura 13. Patio Central MARN	43
Figura 14. Edificio Tera 12 Apartamentos.....	44
Figura 15. Vista exterior aérea Tera 12.....	44
Figura 16. Vista Edificio Torre Reforma.....	52
Figura 17. Interior Torre Reforma.....	52
Figura 18. Exterior Hotel Stadthalle.....	53
Figura 19. Vista interior Hotel Stadthalle	53
Figura 20. Vista edificio One Bryant Park.....	53
Figura 21. Edificio One Bryant Park.....	53
Figura 22. Exterior Plaza Telares.....	63
Figura 23. Vista aérea Plaza Telares	63
Figura 24. Interior Videre.....	64
Figura 25. Exterior Videre	64
Figura 26. Fachada Naranjo Mall.....	67
Figura 27. Área parqueos Naranjo Mall.....	67
Figura 28. Inodoro.....	69
Figura 29. Lavamanos	69
Figura 30. Luminarias generales.....	70
Figura 31. Luminarias food court.....	70
Figura 32. Luz de emergencia.....	70
Figura 33. Tubos led.....	70
Figura 34. Fachada Naranjo Mall.....	71
Figura 35. Ingreso Naranjo Mall.....	71
Figura 36. Contenedor de basura.....	71
Figura 37. Parada de bus.....	72
Figura 38. Gradas ingreso a Naranjo Mall.....	72
Figura 39. Vista parqueo exterior.....	72
Figura 40. Parqueo improvisado	72
Figura 41. Acceso peatonal Naranjo Mall.....	73
Figura 42. Parada transporte público.....	73

Figura 43. Transporte interno.....	73
Figura 44. Parqueo de bicicletas	73
Figura 45. Iluminación Naranjo Mall.....	74
Figura 46. Pasillos Naranjo Mall.....	74
Figura 47. Cobertura forestal 2003.....	74
Figura 48. Construcción Naranjo Mall.....	74
Figura 49. Lavamanos eficiente.....	77
Figura 50. Inodoro eficiente	77
Figura 51. Ingreso Pasaje Naranjo.....	78
Figura 52. Vista exterior Pasaje Naranjo	78
Figura 53. Iluminación general.....	78
Figura 54. Iluminación natural	78
Figura 55. Materiales fachada.....	79
Figura 56. Materiales e instalaciones	79
Figura 57. Basureros clasificados.....	79
Figura 58. Contenedores de reciclaje	79
Figura 59. Espacios de circulación.....	80
Figura 60. Parques.....	80
Figura 61. Vegetación.....	80
Figura 62. Jardineras	80
Figura 63. Caminamientos.....	81
Figura 64. Parqueo de bicicletas	81
Figura 65. Ingreso peatonal.....	81
Figura 66. Parada transporte público.....	81
Figura 67. Caminamientos exteriores.....	82
Figura 68. Voladizos	82
Figura 69. Área Pasaje Naranjo 2003.....	82
Figura 70. Construcción Pasaje Naranjo	82
Figura 71. Artefacto ahorrador.....	93
Figura 72. Llave ahorradora	93
Figura 73. Inodoro eficiente	93

Figura 74. Inodoro ahorrador	93
Figura 75. Purificador de agua	94
Figura 76. Purificador industrial de agua	94
Figura 77. Sistema tratamiento aguas residuales	94
Figura 78. Sistema filtración aguas grises.....	95
Figura 79. Aspersor para riego.....	95
Figura 80. Aspersor automático	95
Figura 81. Captación agua pluvial.....	96
Figura 82. Sistema captación agua pluvial.....	96
Figura 83. Tubo led	98
Figura 84. Focos led	98
Figura 85. Luminaria led de emergencia.....	98
Figura 86. Luminaria de emergencia.....	98
Figura 87. Sección de paneles solares	99
Figura 88. Panel solar.....	99
Figura 89. Aire acondicionado inverter.....	99
Figura 90. Estufa eficiente	100
Figura 91. Refrigerador eficiente	100
Figura 92. Material para compost	102
Figura 93. Compost	102
Figura 94. Materiales reciclables	102
Figura 95. Bioplásticos, cartón y papel	102
Figura 96. Contenedores de reciclaje	103
Figura 97. Separación de residuos.....	103
Figura 98. Charlas manejo de residuos	103
Figura 99. Área clasificación de residuos	103
Figura 100. Máquina recicladora	104
Figura 101. Reciclaje automatizado	104
Figura 102. Muros verdes.....	105
Figura 103. Fachadas verdes	105
Figura 104. Elemento ecológico.....	106

Figura 105. Adoquín ecológico	106
Figura 106. Espacios verdes	106
Figura 107. Interiores con vegetación	106
Figura 108. Áreas exteriores	107
Figura 109. Plazas	107
Figura 110. Plantas para huertos	107
Figura 111. Huertos ecológicos	107
Figura 112. Mupi	109
Figura 113. Valla publicitaria	109
Figura 114. Elemento informativo	109
Figura 115. Señalización ambiental	109
Figura 116. Parqueo de bicicletas	111
Figura 117. Espacio de bicicletas	111
Figura 118. Parqueo motos eléctricas	111
Figura 119. Cargadores para motos eléctricas	111
Figura 120. Parqueo scooter eléctrico	112
Figura 121. Cargadores para scooter eléctrico	112
Figura 122. Parqueo carros eléctricos	112
Figura 123. Cargadores para carro eléctrico	112

I. INTRODUCCIÓN

El tema ambiental tiene sus inicios en el año 1970, cuando se cataloga como crisis ambiental habiéndose acrecentado y tomado mayor relevancia el deterioro ambiental tal y como lo expone Fernando Estenssoro Saavedra, 2007; la crisis ambiental se desarrolla con la Revolución Ambiental, que propicia a celebrar la Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo, 1972.

El sector de la construcción, durante todo el ciclo de vida; desde la extracción de la materia prima hasta la operatividad representa consumo de energía, agua, productor de residuos que conlleva a la emisión de contaminantes. Muchos de los edificios comerciales existentes en Guatemala fueron planificados sin criterios sostenibles, con pocos criterios de sostenibilidad; o bien bajo estándares tradicionales sin ninguna consideración sobre las consecuencias que con el tiempo se presentarían y que estos tendrán un papel importante en la emisión de contaminantes.

La incorporación de conceptos sostenibles derivados de la ecotecnología a edificios comerciales es una congruencia ante la situación ambiental que se está viviendo hoy en día como una respuesta para implementar a edificaciones comerciales en operación sin necesidad de modificar la estructura actual o incurrir en cambios drásticos que lo dificulten la implementación.

Con el presente estudio se busca analizar la implementación de conceptos sostenibles y ecotecnológicos al tener de referencia dos casos elegidos por tener la misma ubicación geográfica, por el crecimiento comercial del área, edificaciones contemporáneas; uno con referencia sostenible y otro no, lo que permite parámetros de comparación, siendo estos: Naranjo Mall y Pasaje Naranjo ubicados en la zona 4 de Mixco, departamento de Guatemala con la finalidad de determinar los beneficios y desventajas ambientales como precedente para otros modelos con similares características. Posterior a la evaluación comparativa, se sugieren estrategias ecotecnológicas que aporten a la implementación en edificios en operación de uso comercial considerando aspectos de energía, agua, residuos, señalización ambiental, movilidad y zonas verdes para transformarse en construcciones sostenibles orientados a la ecotecnología.

II. PLANTEAMIENTO

Delimitación en espacio físico-geográfico

Zona 4 de Mixco, Guatemala. “centro comercial Naranjo Mall y Pasaje Naranjo como: “Propuesta de estrategias ecotecnológicas para edificaciones comerciales”.

La zona 4 de Mixco, específicamente El Naranjo ha tenido un crecimiento en cuanto a la construcción de edificaciones de diferentes usos, principalmente de comercio, tomando en cuenta la vasta extensión territorial, natural que actualmente posee el sector. Pertenecen al Municipio de Mixco del departamento de Guatemala. El municipio es considerado de primera categoría al contar con más de 100,000 habitantes, integrado por 11 zonas conformadas por colonias, aldeas, cantones y cabecera.¹

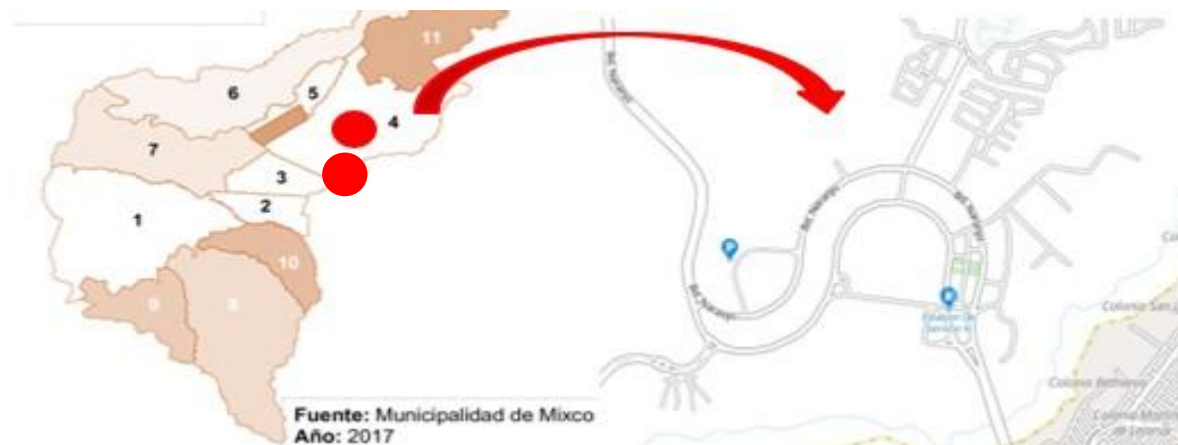


Figura 1. Mapa municipios de Mixco

Fuente: Municipalidad de Mixco. <https://munimixco.gob.gt>

Delimitación temporal

Los edificios Naranjo Mall construido en el año 2015 y 2016 para el edificio Pasaje Naranjo pertenecen al plan maestro llamado CONDADO NARANJO ubicados en el Municipio de Mixco que han obtenido la certificación LEED PLATINUM en el año 2022, acreditados como edificios sostenibles y que permite identificar técnicas ecotecnológicas. Son precedentes de edificios con características ambientales para el tema de estudio, subtema y objeto de estudio, ubicándolos como las primeras construcciones sostenibles

¹ Garzaro, Carlos. «Historia de Mixco.» Guatemala, 06 de Junio de 2016.

con referencia ecotecnológicas en el Municipio de Mixco. Departamento de Guatemala.

El estudio sostenible, el cuidado por el medio ambiente y sus derivados propició la creación de instituciones gubernamentales y no gubernamentales para el cuidado del medio ambiente, sin embargo, a finales de los años 80 se plantean las primeras iniciativas para contrarrestar la alteración ambiental y las consecuencias negativas visibles en parte producto del desarrollo económico y la globalización derivados de la industrialización y el crecimiento de la población, así como sobre explotación de los recursos naturales.²

Delimitación semántica

Los conceptos principales que requieren aclaración y análisis como parte de la interpretación del tema, subtema y objeto de estudio:

- **Sostenibilidad ambiental:** equilibrio generado por la relación armoniosa entre la naturaleza y el ser humano, habiendo una relación entre ambos y garantizando sea permanente, haciéndolo sustentable.³
- **Arquitectura sostenible:** consiste en reducir el impacto ecológico en el proceso constructivo basado en el eficiente manejo de los recursos naturales.
- **Ecotecnología:** técnicas sostenibles de tecnología que busca satisfacer las necesidades del ser humano y al mismo tiempo minimizar el impacto ambiental, implementando medidas amigables con el entorno.⁴
- **Contaminación ambiental:** sustancias nocivas que se encuentran en el entorno ocasionando alteración del medio natural de los seres vivos, provocando una crisis

² ACCIONA. *Desarrollo sostenible*. 2020. https://www.accion.com/es/desarrollo-sostenible/?_adin=02021864894 (último acceso: 02 de Julio de 2023).

³ Fundación WIESE. *¿Qué es la sostenibilidad ambiental y cómo impacta en nuestras vidas?* 01 de Febrero de 2021. <https://www.fundacionwiese.org/blog/es/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-como-impacta-en-nuestras-vidas/> (último acceso: 01 de Julio de 2023).

⁴ Cruz, Jesús Medina. *Aprende Institute*. s.f. <https://aprende.com/blog/oficios/energia-solar/que-son-las-ecotecnologias/> (último acceso: 30 de Junio de 2023).

climática sin control.⁵

- **Edificios sostenibles:** son las edificaciones que buscan lograr un impacto positivo en el medio ambiente, mejorando el entorno en el que se ubican mediante la adopción de medidas alternas que reduzcan y generen el menor daño posible.⁶
- **Reducción:** reducir una situación al estado que se encontraba originalmente, disminuir o minimizar.⁷
- **Estrategias:** Planificación para alcanzar un objetivo, para mejorar un proceso, mediante la eficiencia y optimización de los recursos.

III. ANTECEDENTES

El inicio de los problemas ambientales surge a partir de la sobreexplotación de los recursos naturales, situación que cobró importancia. En la Edad Media, los grandes bosques fueron cambiando su uso para convertirse en agrícola lo que provocó la erosión de la tierra como las primeras crisis en Europa, trayendo consigo pérdidas humanas. Este suceso permitió reconocer la importancia del cuidado y la conservación de la naturaleza local, al comprender que su protección contribuye al bienestar de los seres humanos y de las generaciones venideras. A partir de esta perspectiva, surgieron los primeros conceptos relacionados con la sostenibilidad, entre ellos la descentralización política de las entidades locales, la limitación de la explotación de los recursos naturales, el control del consumo medioambiental, la prioridad de los intereses de la comunidad sobre los individuales y la optimización de los recursos.

En 1987, el desarrollo sostenible adquirió mayor relevancia al promover relaciones armoniosas entre la naturaleza y el ser humano, mediante la búsqueda de un equilibrio entre

⁵ AQUAE Fundación. *¿Qué es la contaminación ambiental?* 08 de Junio de 2023. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/causas-contaminacion-ambiental/> (último acceso: 03 de Julio de 2023).

⁶ SANTANDER. *¿Qué son los edificios sostenibles y cuáles son sus características?* 18 de Noviembre de 2022. <https://www.becas-santander.com/es/blog/edificios-sostenibles.html> (último acceso: 26 de Junio de 2023).

⁷ Merino, Pérez Porto. *Definicion.de*. 09 de Noviembre de 2022. <https://definicion.de/reduccion/> (último acceso: 02 de Julio de 2023).

el crecimiento económico, el bienestar social y la protección del medioambiente. Este enfoque planteó compromisos concretos y acciones orientadas a contrarrestar los efectos adversos de las actividades humanas sobre los recursos naturales, procurando satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias.

Como concepto relacionado con la sostenibilidad, surge la ecotecnología, entendida como la integración de la ecología y la tecnología para favorecer el bienestar y el desarrollo humano sin comprometer la disponibilidad de los recursos naturales. Este enfoque promueve el uso de tecnologías y sistemas que permiten satisfacer las necesidades de la sociedad, reducir el impacto ambiental y aprovechar de manera responsable los recursos, mediante soluciones innovadoras orientadas a la conservación del medioambiente. La sostenibilidad ambiental ha adquirido importancia y aplicación en Guatemala, sin embargo, la implementación o las estrategias de la ecotecnología aún no se han evidenciado o reportado su uso en edificios de comercio en Guatemala.

Guatemala es un país rico en capital natural con gran diversidad ecológica, natural y cultural que se ha puesto en peligro debido a factores como el crecimiento poblacional y económico, sobreexplotación de los recursos, sobre pasando el límite permisible de extracción que se obtiene como resultado negativo cambios en el estado natural de los ecosistemas los cuales a su vez repercuten en problemas de la salud en los seres humanos ocasionado por daños en el aire, recurso hídrico, en el suelo, entre otros. El deterioro acelerado ha obligado a establecer entidades públicas, no gubernamentales, organizaciones en apoyo de la conservación de la naturaleza, para hacer frente al deterioro como (SIGAP) siendo el sistema guatemalteco de áreas protegidas, ya que son áreas de alto valor biológico para su conservación. El interés social por contrarrestar el deterioro ambiental ha sido notorio al implementar medidas con la creación de instituciones que velan por el cuidado ambiental, educación ambiental y consciencia por la población en general, así como la implementación y construcción de edificaciones con tecnología eficiente y sostenible. La ecotecnología como tal, no tiene registros de aplicación en el municipio de Mixco, pero que puede aportar al

desarrollo sostenible del área.⁸ (Sánchez Midence y Victorino Ramírez 2012)

Mixco ha sido uno de los municipios del departamento de Guatemala que cuenta con una importante extensión de áreas naturales y que, al mismo tiempo, ha experimentado un acelerado crecimiento urbano. Esta transformación es evidente en la zona 4, donde se ha desarrollado infraestructura destinada principalmente al comercio y la vivienda. De acuerdo con el manual de organizaciones y funciones de la Alcaldía de Mixco, cuenta con un Departamento de Gestión Ambiental del año 2020 que vela por “conservar la calidad del medio ambiente y recursos naturales, manejo de los desechos y residuos sólidos”.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación ambiental en Guatemala es una situación que ha ido en aumento desde épocas pasadas, presentándose problemas de tierra debido a la ganadería, surgiendo las primeras consecuencias negativas hacia el medio ambiente y quienes implementaron las primeras acciones de sostenibilidad para evitar el daño ambiental y pérdidas humanas. Posteriormente, con la industrialización y el desarrollo económico se desarrollaron otros problemas ambientales que afectan el aire, tierra, agua, situaciones que ponen en riesgo los ecosistemas y la biodiversidad de flora y fauna con la sobre explotación que en la actualidad se perciben impactos severos e irreversibles para los cuales se han planteado iniciativas ambientales para hacer frente al deterioro ambiental ya que las cifras negativas son alarmantes que en un futuro se pone en riesgo la supervivencia de los seres vivos.

Debido a la falta de conciencia al emplear técnicas, materiales y manejo en la construcción de los ambientes internos y externos de las edificaciones ha dado como resultado edificaciones comerciales que generan alta contaminación. Existen a nivel mundial edificios que han empleado sistemas ecológicos como los sellos verdes que buscan aplicar alternativas sostenibles, así también como el uso racional y eficiente de los recursos naturales para

⁸ Sanchez Midence, Luis A., y Liberio Victorino Ramírez. «Guatemala: cultura tradicional y sostenibilidad.» *SciELO* 9, nº 3 (Junio 2012): 17.

disminuir la contaminación ambiental.

En Guatemala el deterioro ambiental ha ido en aumento, identificándose varios de los factores contaminantes como; deterioro de los suelos, contaminación de agua y aire, sobre exploración agrícola y forestal, pérdida de biodiversidad, pobreza, inadecuado manejo de recursos naturales y uno de los generadores negativos al ambiente que son las diferentes construcciones como los diferentes edificios, al no contar con adecuado manejo de los desechos sólidos, de los materiales de construcción, de no considerar eficiencia energética, artefactos ecológicos, materiales biodegradables, entre otros, para reducir los impactos ambientales como; calentamiento global, pérdida de ecosistemas, biodiversidad que afecta al ser humano y su calidad de vida.

El municipio de Mixco presenta un alto nivel de contaminación ambiental, asociado principalmente al manejo inadecuado de los desechos sólidos y al acelerado crecimiento urbano. Esta situación es evidente en varios sectores, especialmente en la zona 4, donde predomina el desarrollo de infraestructura comercial y habitacional. Asimismo, la falta de regulación y control adecuado de la industria de la construcción ha contribuido a la transformación de áreas naturales, provocando la reducción de zonas verdes y la pérdida progresiva de cobertura boscosa y la concentración de tipos de contaminación como; aire, agua, suelo que con el tiempo se agravará.

Pregunta general de investigación

¿Cuáles se consideran estrategias ecotecnológicas aplicables a edificios comerciales de acuerdo a los casos de estudio El Naranjo y Pasaje Naranjo, zona 4 de Mixco?

Preguntas específicas de investigación

¿Qué técnicas ecotecnológicas se aplican en los casos de estudio El Naranjo y Pasaje Naranjo, zona 4 de Mixco?

¿Qué estrategias de ecotecnología y como se pueden implementar a edificios de comercio que ayuden a reducir la contaminación ambiental?

¿Cuáles son los beneficios de aplicar la ecotecnología a los edificios de comercio?

¿Qué tipo de contaminación genera un edificio comercial sin técnicas de ecotecnología?

¿De qué manera aporta realizar una propuesta con conceptos eco tecnológicos aplicable a edificios de comercio?

V. OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar una propuesta de estrategias ecotecnológicas que se puedan aplicar a edificios de comercio, al tener como referencia los casos de estudio Naranjo Mall y Pasaje Naranjo, zona 4 de Mixco para reducir la contaminación ambiental.

Objetivos específicos

- Establecer estrategias ecotecnológicas que se puedan aplicar a edificios de comercio en zona 4 de Mixco.
- Identificar las características ecotecnológicas que aplican los edificios de comercio Naranjo Mall y Pasaje Naranjo.
- Determinar los beneficios ambientales al implementar ecotecnología a edificios de comercio en Zona 4 de Mixco.
- Implementar criterios eco-tecnológicos para reducir la contaminación que genera un edificio sin técnicas ecotecnológicas.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

Metodología

Metodología cualitativa. “Es una forma multidisciplinar de acercarse al conocimiento de la realidad social”.⁹ Estudia los hechos, al analizar el contenido para posteriormente

⁹ Márquez, Andrea. *Ecología verde*. 23 de Noviembre de 2020. <https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-guatemala-3146.html#:~:text=En%20Guatemala%20existe%20una%20fuerte,la%20climatolog%C3%ADa%20de%20la%20zona.> (último acceso: 04 de Julio de 2023).

relacionarlo con la realidad. Es un método analítico para comprender el significado de una situación. Se desarrolla de lo particular a lo general y cuenta con varios campos de investigación: mecanismo de generación de ideas, etapa preliminar para elaborar estudio cuantitativo, ayudar a comprender estudio cuantitativo y mecanismo de recopilación de datos.

El propósito de la metodología cualitativa es recolectar técnicas, teorías para establecer relaciones y significado del objeto de estudio.

Las fases de la investigación cualitativa se clasifican en; fase conceptual formulado de hipótesis y construcción del marco teórico, fase de planeación y diseño se realiza el estudio, fase empírica recolección y preparación de datos para análisis, fase analítica implica el análisis de datos e interpretación de resultados y finalmente fase de difusión que se trasladan las observaciones.

Técnicas de investigación

Las técnicas cualitativas utilizadas en la metodología con enfoque cualitativo:

- **Entrevista:** es una técnica utilizada para establecer explicaciones teóricas, de fuente primaria, que generan veracidad y confiabilidad, por el cual una persona puede desenvolverse mediante la conversación sobre alguna situación actual o anterior.
- **Observación:** vinculada con la concepción visual que se pueda generar de los fenómenos, siendo una tarea minuciosa para lograr obtener los resultados requeridos que pueden ser de forma simple o participante.
- **Grupos focales:** reunión con personas específicas y análisis de contenido con una percepción distinta desde el punto de vista como usuario de una determinada ubicación y situación.¹⁰

¹⁰ Silva, Modesto Sánchez. «Mundo Siglo XXI.» *Revista del centro de investigaciones económicas, administrativas, y sociales del Instituto Politécnico Nacional*, 2005: 7.

CAPÍTULO I

En el siguiente capítulo se busca dar a conocer sobre el término de sostenibilidad y el ambiente relacionado con la situación ambiental en Guatemala, cómo se ha implementado y la comprensión de factores que afectan al ambiente en el contexto guatemalteco como: tipos de contaminación que impactan negativamente al ambiente, la educación ambiental, marco legal ambiental nacional y finalmente adentrar en programas nacionales e internacionales que otorgan reconocimientos al considerarse una edificación como sostenible.

1.1 Sostenibilidad ambiental y su implementación

La sostenibilidad y sus diferentes conceptos surgieron inicialmente en el año 1987 con el informe de la Comisión Mundial Sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en el que se expresa que es satisfacer las necesidades sin comprometer el futuro, sin embargo, el concepto “sostenibilidad” envuelve conceptos en conjunto más complejos como; el cultural, social, económico que actúan como un todo puesto que para que tenga valor y funcionalidad se debe considerar; disponibilidad de los recursos, capacidad de respuesta ante el cambio, adaptación, detectar cambios y propiciar estabilidad.¹¹

La sostenibilidad ambiental puede determinarse por una acción constante ejercida por el ser humano hacia la naturaleza de forma consciente, de tal manera de que se garantice la supervivencia y la preservación de la naturaleza ante los efectos negativos y crear la responsabilidad humana para ser consecuentes con las acciones sometidas hacia el medio natural en el cual se garantice la estabilidad y equilibrio de ambas partes al tener claras estas premisas:

- Todos los recursos renovables tienen límites.
- La utilización de los recursos no debe ser mayor a su capacidad de regeneración.¹²

¹¹ Flórez-Yepes, Gloria Yaneth. «La educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto colombiano.» *EDUCARE* 19 (septiembre 2015): 12.

¹² Mora, Leonel Vega. «Dimensión ambiental, desarrollo sostenible y sostenibilidad ambiental del desarrollo.» Agosto 2013: 10.

La sostenibilidad tiene como propósito satisfacer las necesidades de las personas para su supervivencia, sin afectar el equilibrio natural, que es la fuente de toda necesidad humana, de modo que se vele por el equilibrio, la eficiencia y lo justo. Tal y como lo establece Omar Arregui Gallegos textualmente “Si bien procede de la preocupación mundial por el medio ambiente, no es un concepto fundamentalmente ambiental, sino que trata de superar la visión del medio ambiente como un aspecto más de la actividad humana que hay que preservar y prevenir”.¹³

La sostenibilidad debe pensarse desde un enfoque local, interno en el cual se explote y aprovechen los procesos al utilizar la tecnología, economía, cultura con la finalidad de encontrar procesos eficientes y eficaces. Son las comunidades y los espacios locales que al fomentar espacios de participación y estrategias que en conjunto se logren alternativas para contrarrestar el deterioro ambiental con repercusiones a nivel global.¹⁴

1.1.1 Qué impulsó la sostenibilidad ambiental en Centroamérica y Guatemala

En el siglo XX surgen las primeras conformaciones de urbanizaciones junto con el desarrollo económico y político, posteriormente se dio la planificación y el desarrollo urbano que desde entonces se desproporcionó el crecimiento poblacional en las áreas urbanas, periurbanas y rurales. A partir de la globalización y la modernización se crean ciudades con servicios básicos que al día de hoy se ha desequilibrado con el crecimiento poblacional teniendo como consecuencia que se centre como el principal de los factores que ha incidido en el deterioro ambiental, ya que aumenta la pobreza, los servicios y recursos no se dan abasto y la calidad de vida empeora.¹⁵

Los países que conforman la región de Centroamérica (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), son países altamente expuestos ante situaciones climáticas

¹³ Gallegos, Omar Arregui. «Sostenibilidad y estudios de impacto ambiental.» *Católica del norte* 18 (mayo 2006).

¹⁴ Ortiz Bosch, Maikel José, y Susel Noemí Alejandre Jiménez. «La dimensión ambiental del desarrollo local desde el paradigma de la sostenibilidad.» *DELOS* 13, n° 37 (Diciembre 2020): 16.

¹⁵ Zeitún, Elsa Lily Caballero. «Centroamérica: gestión urbana para una ciudad democrática, incluyente y sostenible.» *centroamericana de ciencias sociales* 11, n° 2 (2008): 191.

adversas, debido a varios factores, como la ubicación geográfica. Los países centroamericanos se caracterizan por poseer vasta extensión territorial, recursos verdes, diversidad cultural y ecológica que permite implementar estrategias que promuevan el desarrollo sostenible, en beneficio de la naturaleza. Sin embargo, a pesar de las fortalezas ambientales, existen limitantes como infraestructura inadecuada, falta de financiamiento, costos elevados, falta de apoyo gubernamental, desconocimiento del tema que limita la implementación.¹⁶

En Centroamérica se han creado estrategias relacionadas al medio ambiente y la sostenibilidad que dio paso a acuerdos específicos en pro de conservar los recursos, como el Protocolo de Guatemala (Antigua 1993) que, aunque es de carácter comercial vela por la protección del patrimonio nacional, utilización adecuada de los recursos naturales, mejorar el marco legal, promover proyectos de conservación del medio ambiente, por mencionar algunos.

Centroamérica carece de métodos eficaces que permitan la aplicación del desarrollo sostenible, a pesar de que es área con vasta riqueza natural. El crecimiento poblacional ha afectado de tal manera que dificulta el cuidado del uso de los recursos y, al contrario, es un factor que incrementa el deterioro ambiental. En países como Costa Rica, Honduras y Panamá, han establecido estrategias concretas para el cuidado de áreas protegidas, conservación de ecosistemas y el impulsar el ecoturismo.¹⁷

Desde hace algunos años se ha enfocado en la gestión ambiental y a la prevención de los desastres de origen natural, aunque sin cambios significativos, derivado de la planificación de estrategias internas inadecuadas. Efectos ambientales negativos como la deforestación, erosión del suelo, contaminación del agua y aire, explotación de los recursos naturales, de la energía, crecimiento poblacional desproporcionado, inadecuado manejo de los desechos, son

¹⁶ Picado, Oscar Arias. «Sostenibilidad como estrategia de expansión: claves para la internacionalización verde de MIPYMES en Centroamérica.» *rhombus-ulacit* 5, nº 2 (Diciembre 2025).

¹⁷ Palacio, Enrique Rascón. «Áreas protegidas: aproximación a su proyección socio-económica y política en Centroamérica.» *Desarrollo local sostenible* 3, nº 8 (2010).

situaciones que siguen afectando al territorio guatemalteco. A pesar de que el territorio es pequeño, se identifican más de 17 ecorregiones, 22 zonas de vida y alrededor de 20,000 especies de plantas, también posee diversidad de especies domésticas importantes en la economía. Debido a los efectos adversos, es de suma importancia conservar la biodiversidad y recursos que aún se posee, así como la implementación de estrategias y que se involucren organizaciones que promuevan la conservación natural.¹⁸

Como se ha expuesto existen diversas empresas, proyectos y organizaciones dedicadas al desarrollo sostenible del área de Centroamérica, a favor de la conservación, mitigación y recuperación del medio ambiente, así como la preocupación por evitar aumentar el daño impactado hasta ahora mediante la implementación de métodos y estrategias amigables con el entorno. A pesar de lo anterior, criterios como la ecotecnología no se ha aplicado, a pesar de que existen diversos conceptos y herramientas sostenibles que se pueden considerar como ecotecnológicas pues se obtienen beneficios energéticos, hídricos, en el sector de la construcción, por mencionar algunos.

1.1.2 La cultura y sociedad guatemalteca como dinámica

Es importante entender que la cultura es parte de la herencia social y ambiental, Guatemala posee un importante legado heredado por los mayas y que es respuesta a las interacciones y acciones en la actualidad de la sociedad. Dadas las circunstancias y herencias culturales, la realidad se refleja con los pueblos indígenas, que muchos de estos viven en pobreza y muchos de ellos sin tener muchas opciones, recurren a la explotación de los recursos naturales. Existen muchas otras poblaciones indígenas que velan por el buen uso de los recursos naturales. Guatemala siendo un territorio rico en biodiversidad como resultado de ubicación, variaciones fisiográficas y la diversidad cultural, pero que mucha de esta riqueza se ha deteriorado y extinguido, lo que ha obligado al país a crear entidades para proteger los recursos como lo es el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). Estas áreas son espacios de conservación libre de intervención humana, que respeta su forma natural.¹⁹

¹⁸ Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica). «Desafíos de la gestión ambiental.» San Jose, 2003.

¹⁹ Sanchez Midence, Luis A., y Liberio Victorino Ramírez. «Guatemala: cultura tradicional y sostenibilidad.» *SciELO* 9, nº 3 (Junio 2012): 17.

Guatemala desde el año 1980 ha estado en proceso de transformación de la sociedad, para lograr un cambio completo y significativo, se debe hacer énfasis en los problemas de productividad, gobernabilidad y al deterioro tanto social como ambiental. Primeramente, se debe hacer frente a temas como falta de empleo, desintegración social, desigualdad en la distribución de las tierras, niveles bajos de educación que inciden en la sostenibilidad ambiental.²⁰

Según varios estudios y con apoyo del Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (IARNA) se ha establecido que la riqueza natural en Guatemala se está perdiendo, a pesar de los esfuerzos empleados en programas, instituciones, proyectos que buscan darse a conocer y de forma integral lograr un desarrollo sostenible no es suficiente los recursos empleados para conservar esta riqueza natural.²¹

De acuerdo con el autor es importante primero entender que el desarrollo sostenible surge tras la necesidad de comprender el desarrollo económico, pero al mismo tiempo conservar los recursos naturales y que estos se mantengan a lo largo del tiempo ante las actividades humanas. Agrega textualmente “Guatemala no está haciendo esfuerzos suficientes para preservar efectivamente el patrimonio con el que cuenta”.²² La situación ambiental en el país no es atendida adecuadamente, al contrario, por un estudio realizado por la Universidad de Yale, en cuanto al compromiso por la conservación de los países, establece que Guatemala ha retrocedido. Para mejorar esta situación, se debe prestar mayor atención a preservar la cobertura forestal y los bosques.

Algunas de las propuestas que establece el artículo para impactar positivamente en el país adaptables a la ecotecnología son:

1. Promover el turismo local de forma segura y eficaz.
2. A través de las municipalidades dar a conocer y crear espacios adecuados para el

²⁰ Gellert, Gisela. «Dinámicas de la población, patrón de asentamiento y sostenibilidad: el caso de Guatemala.» s.f.

²¹ Salles, Hector Mosquera. «Sostenibilidad del desarrollo en Guatemala en función a las cuentas ambientales.» Tesis de Grado, Guatemala, Guatemala, 2015, 94.

²² Benavides, Jorge. «Desarrollo y medio ambiente.» Boletín, FUNDACION PARA EL DESARROLLO DE GUATEMALA, 2013.

desecho de residuos.

3. Adecuado manejo del recurso hídrico.
4. Recuperación de los bosques, a través de normativas y limitantes para la actividad de extracción.
5. Crear un programa de conservación y restauración de suelos para evitar la erosión de suelos y las actividades desmedidas.
6. Iniciativas para desarrollar y crecer en cuanto a la producción de energía renovable.
7. Reducir la vulnerabilidad socio ambiental, que va enfocado en las personas en riesgo de sufrir por los desastres.

1.1.3 Educación ambiental y el impacto en Guatemala

La educación ambiental surge al existir una preocupación por el medio ambiente y la necesidad de cuidarlo, esto sucede a finales de 1972 lo cual se expone en la conferencia de Estocolmo, Suecia. La conciencia ambiental es un recurso importante hacia la sostenibilidad que permite generar conciencia ante la extracción de los recursos naturales y las consecuencias ante la desmesurada extracción. Importante considerar que se involucren los centros educativos, instituciones y organismos para unir esfuerzos para la implementación de programas, actividades y acciones que sensibilicen los temas acerca de la naturaleza y el medio ambiente.²³

Dentro de la conciencia ambiental, se habla de la ética humana, concepto que ubica a las personas y sociedades con la realidad que se presenta, actitudes y comportamientos con lo que debe ser correcto. Desde la conferencia de Estocolmo, se han llevado a cabo diferentes reuniones en favor de la educación ambiental en países latinoamericanos. Es importante crear sensibilidad sobre los problemas ambientales y desarrollar una actitud positiva que le impulse a prestar atención a estas situaciones para poder tomar medidas, participar en programas y actividades en cuidado del medio ambiente y como se ha recalcado que debe ser integral al considerar el tema ecológico, político, económico, tecnológico, social, cultural que juntos

²³ García, Saul Alejandro. «Educación ambiental para la sustentabilidad, una apuesta desde la pedagogía crítica y sentipensante.»

CoPala 7, nº 14 (Junio 2022): 11.

conforman un todo y no de forma independiente.²⁴

Para Guatemala la educación ambiental es una apuesta hacia la mejora de las condiciones naturales del país, dirigido a estudiantes en proceso de formación a nivel primario principalmente, capaces de adquirir y comprender desde temprana edad los valores ambientales y de conservación que se requieren en una persona para lograr un cambio significativo ante la situación ambiental adversa de hoy en día. Estudiantes comprendidos entre los 6 y 12 años, edad en las que la conducta y la psicología adquiere comprensión de la vida como el valor e importancia por la naturaleza. Ante estos antecedentes, en la historia de educación ambiental en Guatemala, se han creado e incorporado al pensum escolar programas de educación ambiental, impulsado principalmente por el ente rector, el Ministerio de educación.²⁵

Se habla de la educación ambiental en centros educativos, sin embargo, no solamente está dirigido a estudiantes, sino a la población en general para que esté mejor informada, y esto involucra a las empresas, medios de comunicación, instituciones gubernamentales y no gubernamentales de tal manera que se pueda difundir la información a fin de lograr protección del medio ambiente. Tal y como el autor hace énfasis: «la educación constituye un proceso permanente de formación».²⁶

Otro concepto que define la educación ambiental a uno integral es la educación para el desarrollo sostenible, es un proceso en conjunto con los factores; social, económico, cultural, natural y la educación. La educación es fundamental pues desde las aulas a edades tempranas se puede inculcar y formar la conciencia global que con el desarrollo y con constantes conocimientos se crea el cambio, sin embargo, para que esto suceda se debe contar con líderes

²⁴ Teitelbaum, Alejandro. *El papel de la educación ambiental en América Latina*. 1978.

²⁵ Monzón, Dora Leonor Cerna. «La educación ambiental y la transmisión de valores en el proceso formativo del niño en edad escolar.» Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2005, 71.

²⁶ Gaudiano, Edgar González. «Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y El Caribe.» *Trópicos en Educación Ambiental*, n° 3 (Junio 2001): 18.

comprometidos ante un cambio positivo hacia la naturaleza.²⁷

La situación ambiental se entiende como la capacidad de tomar conciencia en la relación entre el hombre y la naturaleza, los problemas y causas derivado de la interacción entre ambos. El desarrollo constante de las prácticas de valores y actitudes que promuevan una transformación positiva hacia la naturaleza, con la participación activa de los habitantes mediante programas educativos que busquen conservación y uso apropiado del patrimonio natural de Guatemala.

En Guatemala existen instituciones gubernamentales que velan por el desarrollo de programas para fortalecer la educación ambiental, con el fin de promover el desarrollo sostenible y la conservación natural como: Ministerio de Educación, MARN y CONAP, como algunas de las instituciones.²⁸

1.2 ¿Qué es el medio ambiente?

Definido idealmente como medio natural, que envuelve los componentes ambientales como los seres vivos. Elementos específicos como aire, temperatura, suelo, plantas, animales, microorganismos quienes en conjunto conforman el medio ambiente. Al hablar sobre el medio, se debe incluir a los procesos creados por el ser humano; como medio construido, que afectan y se relacionan entre sí. Los procesos y elementos del medio son importantes ya que proveen al ser humano de ciclos vitales como aprovisionamiento, regulación, de apoyo y culturales.

El medio ambiente se perturba al presentarse una situación que altera su estado natural, debido a acciones humanas, que han soportado los ecosistemas cambios drásticos, con acontecimientos como industrialización, crecimiento poblacional y extracción desmedida de los recursos naturales, acciones que han puesto en riesgo estos aspectos que conforman el medio natural. Los ecosistemas se pueden recuperar y así lo han hecho por muchos años, sin embargo, la capacidad de regeneración

²⁷ Méndez, Maira Virginia Gómez. «Los retos de la educación para el desarrollo sostenible en Guatemala.» *CUNZAC* 5, n° 2 (Julio 2022): 8.

²⁸ Lam, Juan Carlos Adolfo Calderón. «Campaña de educación ambiental y divulgación para la conservación del pinabete 2016.» Proyecto de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2016, 118.

puede demorarse o como está sucediendo actualmente, dejar de hacerlo.

La degradación del medio ambiente es provocada por el ser humano, con actividades como la tala de bosques, eliminación de barreras naturales y daños del suelo que tiene como resultado los desastres llamados “naturales”.²⁹

Otro tema del medio ambiente importante es la unidad de la ecología que estudia lo inerte, biótico y conducta del ser humano. Derivado de la importancia que tiene el medio, esta disciplina ha abarcado otras ciencias. UNESCO define al medio ambiente como “conjunto de relaciones fundamentales que existen entre el mundo material y el mundo construido o los sistemas sociales o institucionales creados para atender a las exigencias del hombre. Es la relación directa entre el hombre y su interacción social; la contaminación que está ligada al problema ambiental, por impulso del hombre.”³⁰

Los seres humanos son el centro de todo problema ambiental, irónicamente, se tiene derecho a la vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza con responsabilidad sobre las actividades ejercidas que no afecten al medio ambiente, aunque lo actuado demuestre lo contrario.³¹

La relación población-medio ambiente es importante para comprender la dinámica que se desarrolla y que permita determinar que, a mayor población, el deterioro ambiental aumenta para el caso de países subdesarrollados, en el caso de los países desarrollados la industrialización es el aspecto que determina el deterioro del medio ambiente. Para determinar el consumo sobre el medio ambiente, se mide con la “huella ecológica”, que es justamente el crecimiento poblacional y el consumo de los recursos naturales que lo afecta. Se establece que las acciones del ser humano hacia el ambiente, modifica el estado de los recursos naturales.³²

²⁹ International Recovery Platform. «Documento de apoyo medio ambiente.» Investigación, PNUD, s.f., 38.

³⁰ Hernández, Ana Jesús. *Medio ambiente y desarrollo*. Santo Domingo: Centro Cultural Poveda, 1996.

³¹ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guardianes ecológicos*. GUATEMALA, s.f.

³² Universidad Rafael Landívar. *Perfil ambiental de Guatemala*. Guatemala, 2004.

La situación ambiental para América Latina y el Caribe está en deterioro, siendo una región con alta riqueza natural que, a pesar de esfuerzos realizados, el deterioro es inminente. Se establece que en 1970 inicia el traslado de industrias hacia América Latina, causante de contaminación ambiental y represión de la economía local.³³

En el caso de Guatemala, en lo que a medio ambiente concierne, se establece en el marco legal la LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE que establece textualmente en los siguientes artículos:

- **Artículo 1.** “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente”.
- **Artículo 7.** “Se prohíbe la introducción al país, por cualquier vía, de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales, tratados o no, así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales, que contengan sustancias que puedan infectar, contaminar y/o degradar al medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes, incluyendo entre él las mezclas o combinaciones químicas, restos de metales pesados, residuos de materiales radiactivos, ácidos y álcalis no determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas y hongos zoo y fitopatógenos”.³⁴

El ente rector a cargo de velar por la protección del medio ambiente en Guatemala es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).³⁵

1.2.1 La contaminación ambiental, un problema global

La presencia de elementos en el ambiente que afecten la salud de las personas, que ponga en

³³ Naciones Unidas, CEPAL. *La tragedia ambiental de América Latina y El Caribe*. Santiago, 2020.

³⁴ Congreso de la República de Guatemala. «Decreto Número 68-86.» 13. Guatemala, s.f.

³⁵ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guardianes ecológicos*. GUATEMALA, s.f.

—. *Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos*. Guatemala, 2007.

riesgo el bienestar de la población o que perjudique el bienestar animal y vegetal dentro o fuera de un espacio, alterando las condiciones naturales se cataloga como contaminación ambiental. Las acciones humanas que continúan ejerciendo sobre la naturaleza, de acuerdo a sus necesidades, provoca daño irreversible al medio ambiente. El crecimiento poblacional y la incursión de la tecnología son factores adicionales directos que contaminan. La contaminación se puede generar de forma natural o por actividades producidas por el ser humano; algunas de las cuales son de uso diario, las actividades que afectan mayormente son: procesos industriales, comerciales, agrícolas, domésticos. Las fuentes que se ven afectadas por la contaminación es el agua, aire y suelo.

Como algunos de los tipos de contaminación se puede mencionar la contaminación hídrica; que es la incorporación a los cuerpos de agua productos químicos, residuos industriales y otros elementos extraños. Contaminación del suelo, de igual manera son cuerpos extraños y desechos no degradables, toxinas que afectan a plantas, animales y a las personas. Finalmente, la contaminación del aire que son gases tóxicos que se encuentran en el aire.

Hablando de la contaminación ambiental, se puede desglosar en: química, radiactiva, térmica, acústica, lumínica, visual que son producidos por inadecuado manejo de desechos sólidos domésticos e industriales, químicos excesivos en la agricultura, tala de árboles, quema de siembra, monóxido de carbono producido por los vehículos y desagües de aguas negras a cuerpos de agua.³⁶

La globalización y el desarrollo económico resultan beneficiosos para la sociedad, aunque, sin ser conscientes del daño que esto genera. La relación contaminación y salud son cada vez más directas debido al impacto negativo. Países en desarrollo como Guatemala, son más vulnerables a cambios climáticos producto de la contaminación y propensos a causar enfermedades a largo plazo; superficiales, de vista, pulmones, etc.³⁷

La contaminación se produce al sobrepasar los niveles permitidos de sustancias en el ambiente, capaces de procesar por los seres que componen el medio ambiente. La naturaleza por si sola se

³⁶ Orellana, Jorge A. «Contaminación.» 27. 2005.

³⁷ Marcos, Francisco Vargas. «La contaminación ambiental como factor determinante de la salud.» *SciELO* 79, n° 2 (Abril 2005):

regenera y recupera los ciclos naturales, sin embargo, por actividades antropogénicas han frenado el proceso natural.

Los contaminantes se pueden clasificar en primarios que son los que ingresan directamente como resultado de fenómenos naturales o las actividades producidas por el hombre; resultado de las reacciones químicas que provienen de los contaminantes primarios. Sumado a estos factores, se debe considerar aspectos que influyen en la contaminación:

1. Geografía y clima: determinan el proceso de contaminación influenciado por la concentración y tiempo de exposición.
2. Estaciones climáticas: de índole natural, los fenómenos naturales con las partículas características dependiendo el clima como radiación solar o la lluvia producen químicos dañinos.
3. Medio ambiente construido: acciones llevadas a cabo por el ser humano precedido por el desarrollo urbano y poblacional descontrolado, causante de diversos tipos de contaminación.³⁸

1.2.2 Tipos de contaminación que afectan a Guatemala

Como se ha descrito anteriormente, la contaminación ambiental está determinada por el aspecto ambiental y social que como resultado repercuten en la naturaleza y son nocivos para la salud de los seres vivos.³⁹ Depende de las acciones humanas, así es el nivel de daño que se tendrá en el ambiente, desde la extracción para la transformación en alimentos hasta los desechos como producto de todas las actividades humanas que se llevan a cabo, creando sustancias líquidas, sólidas y gaseosas dañinas.

Los principales problemas ambientales que se pueden identificar a nivel Latinoamericano, específicamente para Guatemala son: contaminación hídrica, acumulación de residuos sólidos, contaminación atmosférica, deforestación, sobreexplotación y cambio de uso de suelo, pérdida de

³⁸ Sepulveda Ruiz, Lucia, y Casa De la Paz. *La contaminación ambiental, antecedentes, actividades y noticias*. Santiago, 1999.

³⁹ IARNA. «Situación ambiental en Guatemala.» INVESTIGACION, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, GUATEMALA, 2019, 48.

biodiversidad y cambio climático.⁴⁰

- **Contaminación hídrica:** la regulación del recurso corresponde al MARN y representa un problema grave para el país, para lo cual no existe identificación cuantitativa sino cualitativa, realizadas principalmente al Lago de Atitlán y de Amatitlán, en cuanto al resto de cuerpos de agua, por parte del INSIVUMEH se están empleando acciones en recopilar datos de la calidad de agua en diferentes áreas del país, esfuerzos que se han limitado a la costa sur. No existe regulación para la perforación de pozos, el crecimiento poblacional no cubre la demanda y factores como riego, la industria y uso para vertidos son los mayores contaminantes. La contaminación por químicos está relacionado a la industria y a la agricultura; factores de mayor impacto negativo.⁴¹
- **Residuos sólidos:** el crecimiento poblacional y la comercialización ha generado una gran cantidad de desechos producto de los hogares e industria que la disposición final es a los vertederos autorizados, al problema se suma la falta de cultura de reducción, reutilización y reciclaje que puede contrarrestar esta situación adversa.⁴²
- **Contaminación Atmosférica:** los materiales de combustión generados por los residuos depositados en los basureros han ocasionado incendios los cuales emiten gases, partículas dañinas como uno de los factores. Otro importante es la emisión provocada por los vehículos y las industrias como principales causantes de la mala calidad del aire, sumado el crecimiento población que genera mayor contaminación del aire. Finalmente, los incendios forestales y agrícolas que son producto de las actividades humanas. De Centro América, Guatemala tiene el aire más contaminado.⁴³
- **Deforestación:** la cobertura de bosque se ha reducido considerablemente, debido a los factores como la deforestación y crecimiento poblacional. La deforestación está generada

⁴⁰ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guardianes ecológicos*. GUATEMALA, s.f.

⁴¹ Universidad Rafael Landívar. «Situación del recurso hídrico en Guatemala.» Documento técnico, Guatemala, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, Guatemala, 2005.

⁴² Rodríguez, Jaqueline. «Análisis de la generación de desechos sólidos en Guatemala.» *DEBATE*, Septiembre 2023: 12.

⁴³ Dávila, Marco Vinicio Mejía. «La peligrosa contaminación del aire.» *ANALISIS DE LA REALIDAD NACIONAL*, octubre 2024:

por las actividades de ganadería y agricultura pues estas actividades representan estabilidad e ingreso económico. Otra causa importante, es la expansión de la infraestructura urbana en departamentos de Guatemala, Escuintla y Petén. La extracción de leña para consumo doméstico y los incendios forestales.⁴⁴

- **Sobreexplotación de los recursos naturales:** la flora y fauna se encuentran en peligro extinción, al destruir sus hábitats como bosques, lagos y ríos. La cacería y extracción desmedida. Los químicos se pueden esparcir a las fuentes y contaminar las especies que los habitan.⁴⁵
- **Cambio del uso de suelo:** las áreas deforestadas son utilizadas principalmente para cultivos y para la ganadería. El cambio de uso de suelo, también aplicado para actividades domésticas, de trabajo o para actividades ilícitas.⁴⁶
- **Pérdida de biodiversidad:** se refiere a la pérdida de especies, ecosistemas y sus hábitats. La causa de esta situación es por acciones antropogénicas; deforestación, contaminación, cambio climático, sobreexplotación de los recursos naturales y la introducción de especies invasoras. La pérdida de biodiversidad afecta la supervivencia de toda especie, incluyendo a los seres humanos.⁴⁷
- **Cambio climático:** es el estado del clima identificable que altera la composición de la atmósfera y afecta a todas las personas. El cambio climático afecta la salud y limita el acceso al agua, alimentos y a la tierra. La temperatura a nivel mundial sufrió un incremento de 1 grado en promedio y se prevé que continúe el aumento.⁴⁸

⁴⁴ Banco Interamericano de Desarrollo. *Estrategia nacional para el abordaje de la deforestación y degradación de los bosques en Guatemala*. Guatemala, s.f.

⁴⁵ Universidad de San Carlos de Guatemala. «Dependencia y deterioro ambiental: el caso de Guatemala.» Boletín, Guatemala, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Ciudad de Guatemala, 1991, 26.

⁴⁶ Castellanos, Edwin, Danai Fernández, Margarita Vies, y Alma Quilo. «Análisis de cambios de uso de la tierra, causas de la deforestación y emisiones de carbono en Guatemala.» Investigación, Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, 2014, 19.

⁴⁷ «Deforestación y pérdida de biodiversidad.» Investigación, Quetzaltenango, USAC, Quetzaltenango, 2025, 56.

⁴⁸ Hernández, Aridane. «Cambio climático en Guatemala. Efectos y consecuencias en la niñez y la adolescencia.» Guatemala, UNICEF, Guatemala, 2012, 55.

De acuerdo con el marco legal, mediante el Decreto 68-86 se establece la LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, en el cual ordena a instituciones y a la población en general a ... “propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico”.⁴⁹

1.2.3 Marco legal en la sostenibilidad Ambiental guatemalteca

De acuerdo con el marco legal de Guatemala, La Política Nacional de Educación Ambiental (Acuerdo Gubernativo 791-2003), en el cual se establecen las acciones a ejecutar por los entes rectores vinculados al tema ambiental: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Educación (MINEDUC), Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), INAB, CONAP, Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), Ministerio de Energía y Minas (MEM), como los encargados de gestionar los procesos referentes al medio ambiente. Dentro del marco conceptual Ambiental de SEGEPLAN se enfatiza la participación ciudadana y el apoyo de las instituciones como los actores principales para la implementación. La educación ambiental debe ser congruente con la realidad que se vive para generar cambios culturales y facilitar comprender los problemas ambientales y así lograr compromiso y sensibilidad de todos los involucrados. Para lograr los objetivos de crear conciencia ambiental se requiere: personal capacitador, cooperación y organización institucional, participación ciudadana y planificación local.⁵⁰

Dentro del marco legal para Guatemala, la Ley de Educación Ambiental tiene como objetivo incluir de forma permanente la educación ambiental en los ciclos de estudio para promover el desarrollo sostenible y establecer conductas en función de la conservación del medio ambiente.⁵¹

⁴⁹ Marin, Byron Haroldo Contreras. «Marco conceptual ambiental.» CONSULTORIA AMBIENTAL, SEGEPLAN, GUATEMALA, 2005, 62.

⁵⁰ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guardianes ecológicos*. GUATEMALA, s.f.

⁵¹ Centro nacional de análisis y documentación judicial. *Ley de educación ambiental*. GUATEMALA, 2010.

El Marco Legal Ambiental en Guatemala está sustentado por diversas leyes y Reglamentos, liderado por la Constitución Política de la Republica de Guatemala 1985, específicamente en el Decreto No. 68-86 (Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente). Las entidades gubernamentales encargadas de regir la cuestión ambiental de acuerdos a sus competencias, las más importantes se detallan a continuación:

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN):

- Reglamento de Requisitos Mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas Acuerdo Gubernativo No.60-89.
- Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Acuerdo Gubernativo No.186-2001
- Acuerdo Gubernativo 13-04-2005 Listado Taxativo Final de Proyectos, Obras, industrias o actividades

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB):

- Ley Forestal (Decreto Legislativo No.101-96 del Congreso de la Republica).
- Reglamento de la Ley Forestal, Resolución 4.23.97 de la Junta Directiva del Instituto Nacional de Bosques INAB

CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (CONAP):

- Ley de Áreas Protegidas (Decreto Legislativo No.4-89 del Congreso de la Republica).
- Reglamento de la Ley de Áreas Protegidas, Acuerdo Gubernativo No.759-90.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN (MAGA):

- Acuerdo Gubernativo 23-2003. Reglamento de Evaluación Control y Seguimiento Ambiental.
- Acuerdo Gubernativo No.278-98 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (MINEDUC):

- Ley de Educación Nacional, Decreto Legislativo No.12-91 del Congreso de la Republica.

- Ley de Fomento de la Educación Ambiental, Decreto Legislativo No.74-96 del Congreso de la Republica.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL (MSPAS):

- Código de Salud, Decreto Legislativo No. 90-97 del Congreso de la Republica.
- Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Acuerdo Gubernativo No.115-99.
- Manual de Organización y Funciones de la Dirección General de Regulación y Vigilancia y Control de la Salud y sus dependencias, Acuerdo Ministerial No. SP-M-1200-99.

INSTITUTO GUATEMALTECO DE TURISMO (INGUAT):

- Ley Orgánica del INGUAT, Decreto Legislativo No. 1701 del Congreso de la Republica.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (MEM):

- Reglamento Interno de la Unidad Administrativa para el Control Ambiental, Ministerio de Energía y Minas.

MUNICIPALIDADES:

- Código Municipal (Decreto Legislativo No.12-2002).
(Marin 2005)

1.3 Arquitectura vernácula guatemalteca y características de los materiales

El método constructivo vernáculo posee características importantes sobresalientes que, aunque en su tiempo de aplicación no existían términos de sostenibilidad o en búsqueda del bienestar ambiental, se puede catalogar hoy en día como sostenible. Resaltan particularidades a considerar en la construcción moderna y sobre todo en la conservación y cuidado del medio ambiente que actualmente dichos conceptos son empleados en metodologías sostenibles; la mano de obra local, el uso de materiales locales, tipología con base al contexto local; se pueden considerar actualmente como conceptos sostenibles que se replican en la arquitectura moderna y sobre todo en cuanto a la sostenibilidad ambiental.

La arquitectura vernácula se entiende como los espacios utilizados para el desarrollo de actividades cuyas características representan la región, que están condicionados por la cultura,

historia, religión, economía, tecnología, lo ambiental y el desarrollo social; la creación de espacios que aún no se desarrollaban por profesionales de la arquitectura “Arquitectos”. Ampliando la definición; es la expresión histórica que responde al medio que lo comprende, específicamente conformado por elementos estructurales, de forma y materiales de construcción, la cual evoluciona de acuerdo a la evolución de la cultura, adquiriendo los valores tradicionales de las sociedades. Algunas de las características importantes que identifica la arquitectura vernácula son:

- Conocimiento informal, no existe profesional en la concepción del diseño y de la edificación.
- Métodos constructivos que son adquiridos por actores de la sociedad.
- Aplicación de técnicas tradicionales, locales y materiales del lugar.
- Respeto por tipología, escala, volumen, morfología.

La arquitectura vernácula representa el modo de vida cotidiano de las sociedades y forma parte del valor patrimonial.⁵²

El término vernáculo proviene del latín *vernaculus* que significa: doméstico, nativo, de nuestra casa o país, por tal razón su peculiaridad es que se adapta con el tiempo y de acuerdo a las necesidades y dinámicas de las sociedades en un área específica según sus tradiciones. Se identifican las edificaciones con materiales locales, mano de obra del lugar y el sistema constructivo artesanal, con poca influencia moderna como se hace en la actualidad pero que evolucionan tanto materiales como técnicas de acuerdo a la transformación de la sociedad.⁵³

Los procesos de formación de la arquitectura vernácula son entendidas como sabiduría tradicional que se considera patrimonio en riesgo debido a factores sociales, económicos y de la sociedad actual. Guatemala, un país característico por su riqueza cultural precolombina se caracteriza por las técnicas vernáculas en las viviendas definidas por el uso de adobe que

⁵² Góngora, José Francisco Sánchez. «Arquitectura vernácula de la isla de Flores.» TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, 2005, 150.

⁵³ Carrera, María Isabel Molina. «Análisis de la arquitectura vernácula en el casco urbano de San Juan Comalapa, Chimaltenango.» TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, 2011, 127.

erróneamente ha sido ligado a la pobreza y desmeritada en su composición material. Al indagar sobre esta arquitectura, se debe reflexionar sobre la arquitectura moderna que debe optar conceptos de la arquitectura vernácula para las nuevas edificaciones con sentido de pertenencia e identificación social. Para el desarrollo sostenible aporta una serie de beneficios ambientales que garantizan una adecuada calidad de vida de las personas.⁵⁴

El valor educativo hacia la arquitectura vernácula es importante para salvaguardarla. En Guatemala, la arquitectura vernácula está influenciada por el clima, el acceso a los recursos naturales y ubicación geográfica que poco se conserva en la actualidad.⁵⁵

Este tipo de viviendas se puede ubicar mayormente en las zonas rurales, construidas por habitantes locales a un bajo costo y que podrían identificarse como sostenible, pues cumple con los factores; social, económico y ambiental. El impacto de la arquitectura moderna ha influenciado negativamente, al ser desvalorizada la arquitectura vernácula guatemalteca que ha llevado a abandonarlas.⁵⁶

La base de los materiales que caracterizan la arquitectura vernácula en Guatemala se centra en el adobe, formado por barro arcilloso utilizado para la construcción de muros. En el periodo hispánico se utilizó junto con la piedra y ladrillo de barro. Se conserva en algunas áreas, las edificaciones a base de adobe y techos de palma como sistema constructivo del siglo XX y más adelante, derivado de los terremotos las técnicas y materiales fueron evolucionando al enfrentarse a una serie de problemas con el material principal utilizado; el adobe pues genera desconfianza, asociado a pobreza y la necesidad de reconstruir la ciudad.⁵⁷

⁵⁴ Ramírez, América Alonso. «Técnicas vernáculas en el diseño habitacional del siglo XXI. El caso del adobe en el altiplano de Guatemala.» *SIE*, mayo 2023: 13.

⁵⁵ Cibrian, Francisco Bran. «Análisis de la vivienda vernácula: Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.» Tesis de Grado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala, 2006, 76.

⁵⁶ Corrales Blanco, Juan C, Ana P. Pineda Iriarte, y Cecilia C. Salazar Rodríguez. «Revalorización de la arquitectura vernácula.» *LIMAQ*, n° 7 (Junio 2021): 26.

⁵⁷ Morales, I., N. Ramírez, y E. Andrade. «Experiencia didáctica para el estudio y valoración de la arquitectura vernácula guatemalteca.» *Diseño Arquitectónico, Urbano, Historia y Patrimonio Cultural*, 2024: 4.

1.4 Certificaciones internacionales sostenibles a nivel mundial aplicado a edificaciones

Las certificaciones son acreditaciones de forma voluntaria, manejadas por instituciones que evalúan los aspectos sostenibles de las edificaciones en cuanto a aspectos ambientales, económicos y de salud que garantizan la eficiencia y rentabilidad para otorgar el aval sostenible. A nivel internacional existen diferentes certificaciones, dentro de las más importantes se pueden mencionar: VERDE (España), LEED de Estados Unidos, BREEAM método creado en Reino Unido, DGNB de Alemania, HQE de Francia, Green Star (Australia), CASBEE (Japón).

El sector de la construcción es un aspecto que ha afectado directamente y a altos niveles de contaminación ambiental, logrando con estas alternativas ambientales, medir, ordenar y adecuar el concepto para minimizar el impacto ambiental. A continuación, se describe brevemente la función de las certificaciones más importantes a nivel global:

1.4.1 Green Building Council España GBCe (VERDE)

Entidad que se fundó en 2009 en España a partir de Green Building Council España (GBCe), por su fecha de implementación sólo cuenta con 59 edificios certificados y 2 en proceso. Se basa en la reducción del impacto ambiental y ciclo de vida del proyecto. Al considerar la normativa española y tipología local evita que se duplique o que se replique fuera de España. Dentro de las categorías de certificación está el residencial, de equipamientos y polígonos o parques logísticos y se valora por medio de hojas; cero hojas, una hoja, dos hojas, tres hojas, cuatro hojas, cinco hojas.

Las categorías que se evalúan son:

- **Parcelamiento y emplazamiento:** califica el uso local del transporte y de áreas con vegetación, reducción de islas de calor y de contaminación lumínica.
- **Energía y atmósfera:** considera el consumo de energía al operar la edificación, así como la producción y traslado de los materiales, eficiencia energética global.
- **Recursos naturales:** tiene como objetivo la reducción del consumo de agua potable, propiciar el reciclaje y reutilización al emplear materiales de menor impacto.
- **Ambiente interior:** referente a la calidad interior, acústica y lumínica. Es proporcionar bienestar del usuario mediante eliminación de contaminantes en el aire, uso correcto y aislamiento del sonido junto con una adecuada iluminación.

- **Sociedad y economía:** mejorar acceso al edificio con espacios que brinden descanso y calidad de los usuarios.
- **Calidad de la edificación:** valora la eficiencia en cuanto al uso de los espacios, control de los sistemas empleados y un adecuado mantenimiento.⁵⁸

Metodología adquirida del sistema de los Estados Unidos, adaptada a España que se basa en los mismos ejes principales con terminología y características propias de España, con especificaciones propias que impiden que sea replicado en otros países. Lo que destaca y hace único es la normativa española principalmente para la calificación en la categoría energética que, aunque es una entidad independiente, valora la aplicación de las normativas españolas.

1.4.2 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)

Desarrollado en Reino Unido. Dirigido especialmente a edificios nuevos enfocado en la planificación, diseño, construcción y operación del mismo y evalúa urbanismo, vivienda, a medida, en uso y nueva construcción. La ponderación se basa en los siguientes rangos: sin clasificar, correcto, bueno, muy bueno, excelente y excepcional.

Las categorías que considera son:

- **Gestión:** establece los lineamientos para utilizar climatización y la correcta gestión de los residuos generados. Valora la creación de políticas ambientales entre el arrendatario y el propietario.
- **Salud y bienestar:** enfocado en la salud y confort del usuario. La calidad del aire interior, espacios adecuados con adecuado confort lumínico, térmico y acústico
- **Energía:** la categoría con mayor importancia. Analiza la eficiencia energética junto con los sistemas y artefactos implementados en cuanto a consumo y utilización.
- **Materiales:** diseño enfocado en la durabilidad de materiales, mecanismos de

⁵⁸ González, Pablo Sánchez-Bayo. «Certificaciones sostenibles. Soluciones locales a un reto global.» TESIS, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021, 59.

mantenimiento y los impactos generados durante el ciclo de vida y su utilización.

- **Residuos:** es la gestión desde los residuos generados por la construcción hasta los generados en la operatividad del edificio.
- **Innovación:** cualquier proceso o tecnología aplicado a mejorar la eficiencia del diseño, construcción, funcionamiento, mantenimiento o demolición.⁵⁹

Entidad del Reino Unido, independiente al gobierno, que al igual de las demás certificaciones, tiene un rango, tipologías y categorías a evaluar. Su objetivo es evitar la aparición de contaminación ambiental de los nuevos edificios y mejorar los impactos durante la vida útil del edificio, aunque evalúa diferentes tipos de construcciones. Para el estudio al considerar nuevas edificaciones pueden aplicarse ciertos criterios de las diferentes categorías de acuerdo al contexto guatemalteco.

1.4.3 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB

Sistema de certificación creado en 2007 en Alemania, certificación voluntaria que se basa principalmente en la evaluación integrada del aspecto económico, ambiental y el confort de los usuarios. La evaluación corresponde a edificios y áreas urbanas durante todo el ciclo de vida. Puede implementarse fuera de Alemania, como Austria, Suiza, Dinamarca y España, aplicándose a los criterios climáticos propios de cada país. Busca cumplir con las características de seguridad, sociedad, empleados, socios y clima los cuales son aplicables a edificios nuevos, existentes, interiores y áreas urbanas.

Las distinciones que se pueden obtener son: bronce, plata, oro y platino con base a las siguientes categorías:

- Calidad ambiental
- Aspectos económicos
- Aspectos socioculturales y funcionales
- Calidad técnica

⁵⁹ Saint-Gobain. *Manual de certificaciones de edificios sostenibles LEED, BREEAM, VERDE Y WELL*. Madrid, 2023.

- Calidad en el proceso
- Calidad del emplazamiento⁶⁰

Se ha replicado en diferentes países de Europa y los principios son similares al resto de certificaciones que, dependiendo de la categoría y la realidad de cada país, como Guatemala se pueden aplicar para obtener edificaciones sostenibles.

1.4.4 Haute Qualité Environnementale HQE

Sistema de certificación sostenible aplicable a edificaciones de origen francés, el cual tiene sus inicios hace más de 20 años y que promueve reconocimiento y formación de profesionales y la certificación HQE. La certificación está relacionada con los ODS y se puede implementar a todo tipo de construcción, en uso y para planificación urbana. La aplicación abarca cuatro grandes temas de evaluación; energía, medioambiente, salud y confort.⁶¹

Cualquier tipo de edificación puede optar a esta certificación y accesible a ser aplicable fuera de Francia, lo que permite tener criterios y categorías flexibles y adaptables a Guatemala.

1.4.5 United States Green Building Council USGBC (LEED)

USGBC es una entidad de los Estados Unidos que surge en 1993, precursora de esta iniciativa a nivel mundial sin fines de lucro cuyo propósito es incentivar la construcción de edificaciones sostenibles, es decir, que se adapten a su entorno y sean responsables con el medioambiente, mediante prácticas que reduzcan el impacto ambiental de las construcciones actuales. Dentro de la organización existe una variedad de funciones que desarrolla, siendo las certificaciones LEED de la más importante. LEED es la evaluación de varios factores directos e indirectos que se relacionan con la construcción de tal manera que sean lo más amigable posible, es reducir la contaminación ambiental. Se basa en un “check list” que evalúa una serie de aspectos:⁶²

⁶⁰ TK elevadores S.L.U. «Go Green.» Madrid, 2021, 6.

⁶¹TECNALIA. «La certificación sostenible HQE.» s.f.
https://www.bioeconomic.es/Ponencias/BIMBREEAMSebastian/junio%20Presentacion%20HQE-TECNALIA_comp.pdf (último acceso: Septiembre de 2025).

⁶² U.S. Green Building Council. *U.S. Green Building Council*. 1996. <https://www.usgbc.org/leed> (último acceso: Septiembre de 2025).

Sitios sostenibles, eficiencia de agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad interior en el ambiente, localización y transporte. De acuerdo a la evaluación sobre estos aspectos y los puntos obtenidos se puede lograr diferentes categorías de certificación; LEED CERTIFICATE, LEED SILVER, LEED GOLD o LEED PLATINUM.⁶³

Para que una edificación pueda aplicar a ser sostenible, se deben establecer y evaluar ciertos criterios si se considera la certificación LEED según el USGBC, y que para este caso en específico son aspectos que pueden aplicar a conceptos eco-tecnológicos por la optimización e implementación de tecnologías:

- **Parcelas sostenibles:** considera la integración de la construcción con relación al contexto local, es decir, lograr la adaptación con la naturaleza, paisaje, vegetación sin afectar las disposiciones naturales del área, la conservación y áreas naturales reconstruidas en el proceso de la edificación.
- **Eficiencia de uso de agua:** importante desde el proceso de construcción hasta la operatividad. El uso eficiente e inteligente, la eficiencia con que se utiliza este recurso, uso responsable del agua mediante la recolección, traslado y reciclado. Criterio que se puede aprovechar al reciclado del agua, siembra de flora local e instalación de ecotecnología para eficiencia hídrica, implementado de artefactos en sanitarios y de cocina.
- **Energía y atmósfera:** engloba desde la construcción hasta el diseño eficiente, uso adecuado de la energía y sistemas eco-tecnológicos de iluminación. El tipo de materiales de acuerdo al clima, la orientación, ventilación natural, idealmente sistemas naturales o de optimización con sistemas energéticos que reduzcan el consumo y la eficiencia de los mismos.
- **Materiales y recursos:** se evalúa el ciclo completo de los materiales utilizados en el

2025).

⁶³ ECONOVA institute of architecture and engineering. *ECONOVA institute of architecture and engineering*. s.f. <https://econova-institute.com/categorias-certificacion-leed/> (último acceso: Septiembre de 2025).

proceso de construcción, desde la extracción, elaboración, distribución, transporte y uso. Valora el aprovechamiento de estos, incluyendo el impacto que tienen en la salud del ser humano.

- **Calidad ambiental interior:** es la sensación interna en cada uno de los espacios que percibe el usuario. Se refiere a calidad del aire interior, iluminación y ventilación natural, los sonidos y la visual. Lograr la comodidad de las personas al desarrollar actividades internas el tiempo que permanezcan en él con el fin de reducir enfermedades y la productividad de los trabajadores.
- **Localización y transporte:** engloba la sociedad y el entorno, la capacidad de adherirse a estos dos factores, evitar gastos urbanos y de conexión adicionales. La facilidad de acceder mediante transporte alternativo como bicicleta, a pie, transporte público, entre otros.
- **Innovación:** la integración de todos los aspectos anteriores, con el uso de nuevas tecnologías (ecotecnologías) innovadoras y que efficienten el rendimiento final del edificio.⁶⁴

Primer sistema de certificación originaria de los Estados Unidos con mayor reconocimiento mundial, con criterios estandarizados que trabaja de forma independiente y que puede ser utilizado por cualquier país. Guatemala ha utilizado este sistema, del cual ha obtenido certificaciones LEED para edificaciones.

1.5 Agenda K'atun para Guatemala en función de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Los objetivos de desarrollo sostenible ODS, son un conjunto de 17 objetivos integrales, que se basan en la igualdad de las personas y proteger el planeta. Se llevaron a cabo en el año 2015 y 193 países adquirieron el compromiso a cumplirse en el año 2030. Busca crear sociedades sostenibles.

⁶⁴ González, Pablo Sánchez-Bayo. «Certificaciones sostenibles. Soluciones locales a un reto global.» TESIS, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021, 59.

Concernientes al cuidado del medio ambiente se pueden destacar:

- **Agua limpia y saneamiento:** las personas deben tener acceso al agua, saneamiento y gestión sostenible. Elemento vital para el desarrollo integral de las sociedades.
- **Energía asequible y no contaminante:** acceso a la energía de forma sostenible, con transformación de energía tradicional a renovable para reducir la contaminación.
- **Industria, innovación e infraestructura:** crear edificaciones que propicien el desarrollo, que sean inclusivas y, sobre todo, sostenibles para reducir desempleo y mejorar la calidad de vida.
- **Ciudades y comunidades sostenibles:** ciudades seguras y resilientes para mejorar la calidad de vida, del suelo y frenar efectos negativos que causen desastres de origen natural.
- **Producción y consumo responsable:** uso consciente y eficiente de los recursos naturales, reducción de desperdicios y desechos.
- **Acción por el clima:** medidas que ayuden a combatir el cambio climático en el que se involucren las entidades públicas, privadas, la academia, la ciencia y la sociedad civil.
- **Vida submarina:** el recurso marino debe cuidarse mediante el uso racional y sostenible de tal manera que se reduzca la contaminación y se restauren los ecosistemas marinos.
- **Vida de ecosistemas terrestres:** adecuado uso de los bosques para frenar la desertificación, degradación del suelo y pérdida de biodiversidad.⁶⁵

Guatemala, en función de los ODS busca cumplir con los objetivos, por consiguiente, se planteó el Plan Nacional de Desarrollo K'atun 2032, que establece claras bases para transformar el desarrollo en los próximos años. Se establecieron 10 prioridades y 16 estrategias que implementan los ODS en el territorio nacional. El órgano encargado de velar por el cumplimiento de estos objetivos es el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (CONADUR) (SEGEPLAN 2023)

Las prioridades enfocadas al medio ambiente; acceso al agua y gestión de los recursos naturales, valor económico de los recursos naturales.

⁶⁵ Asociación nacional de universidades e instituciones de educación superior. «Objetivos de desarrollo sostenible.» s.f., 39.

- **Acceso al agua y gestión de los recursos naturales:** este objetivo vela por el uso sostenible de los recursos naturales, conservación y recuperación de estos dentro y fuera de áreas protegidas. Abarca la adecuada gestión del riesgo y cambio climático que a su vez se divide en:
 1. bosque y biodiversidad, indicador que según el análisis muestra retroceso. Se ha evidenciado deterioro en la cobertura forestal, cambios de uso de suelo, incendios forestales.
 2. recursos hídricos, el avance obtenido es moderado, se muestra que aún no hay un adecuado manejo ni control de cuerpos de agua y la poca eficiencia del uso de agua.
 3. energía renovable y tecnología limpia, poco avance se establece para este indicador, debido al consumo de combustibles fósiles, emisión de gases efecto invernadero, sin embargo, se reporta 66.84% de energía renovable en el país.
 4. cambio climático y gestión de riesgo, existen limitaciones que se atribuyen a la vulnerabilidad, desigualdad, gobernanza y prevención al riesgo de desastres.

Como generalidades se incrementó los bosques con manejo sostenible, se redujo un 0.60% de deforestación, aumento el acceso al agua potable, saneamiento mejorado y aumento de superficie de ecosistemas relacionados con agua.

- Valor económico de los recursos naturales: busca incorporar la biodiversidad en estrategias de desarrollo para garantizar conservación y uso sostenible.⁶⁶

1.6 Casos análogos de edificaciones acreditadas como sostenibles

La construcción es uno de los sectores que afecta negativamente al medio ambiente dado al proceso constructivo y los materiales empleados. El crecimiento poblacional requiere mayor demanda de edificaciones con tendencia a ser desarrollos en vertical. Este patrón se replica a nivel mundial, siendo importante evaluar, analizar y entender construcciones sostenibles similares desarrollados en diferentes partes del mundo, como un ejemplo a tomar

⁶⁶ SEGEPLAN. *ODS en Guatemala IV. Revisión voluntaria*. SEGEPLAN. Guatemala: SEGEPLAN, 2023.

para los nuevos y/o edificios existentes en mejora del medio ambiente.

Colombia posee edificaciones sostenibles de diferentes usos; de comercio, vivienda, oficinas con certificación LEED debido al ahorro energético, hídrico y por su diseño. Y al igual que muchos países de Latinoamérica, aún no hay suficiente conciencia ambiental ni el desarrollo sostenible esperado. Algunos de los casos en Colombia son:

- **Edificio multinacional Terpel:** se caracteriza por los grandes ventanales y curvas a base de madera. Uso de materiales expuestos y reciclables, paneles solares de yeso con material reciclado, cubierta verde y programas de ahorro de agua y energía.
- **Embajada de Ecuador en Colombia:** uso de colores neutros, cubierta verde y debido a su diseño interior se logra confort interno, también cuenta con sistemas de ahorro energético.
- **Centro cultural Julio Mario Santo Domingo:** ubicado en la capital de Colombia; cuidado por la vegetación que lo rodea, ahorro de agua y energía debido al aprovechamiento de luz natural, uso de materiales locales.⁶⁷

Otro ejemplo de edificaciones sostenibles es Panamá, país centroamericano que posee certificaciones de diferentes categorías que se muestran a continuación:

- **Torre MMG:** edificio con una cantidad sobresaliente de beneficios que lo acreditaron con la categoría LEED GOLD debido al ahorro en un 30% de agua potable, 12% en energía, 10% en materiales equivalente a contenido reciclado, 86% con vistas hacia el exterior, 77% de iluminación natural, espacio para vehículos y bicicletas, diseño innovador y adecuación regional.
- **Tierras del este:** edificio con espacios específicos para vehículos eficientes y bicicletas. Reducción en energía, agua y desechos con uso de materiales reciclados,

⁶⁷ Castañeda, Carlos Alberto Torres. «Construcciones sostenibles y certificaciones LEED en Colombia.» FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, Bogotá, 2017, 110.

uso de materiales de baja emisión, se percibe adecuada calidad ambiental interior y diseño innovador adecuado a la región.

- **El Dorado:** los beneficios identificados que lo acreditó con certificación leed; integración del diseño y adecuación regional. Reducción considerable en energía, agua y desecho de materiales, así como el uso de materiales reciclado, uso de materiales de baja emisión, confort interno, reducción en efecto de calor y control de erosión, espacio específico para vehículos eficientes y bicicletas.⁶⁸

1.7 Certificaciones para Guatemala

La organización internacional que promueve edificaciones sostenibles a nivel mundial: WORDLGBC, se crea para Guatemala la organización sin fines de lucro GUATEMALA GREEN BUILDING COUNCIL y que también forma parte de esta red internacional que promueve el desarrollo sostenible. El objetivo es transformar el mercado guatemalteco de la construcción para que sean socialmente responsables y factibles económicamente.⁶⁹ Las certificaciones aplicables a Guatemala:

- **LEED:** es el sistema de certificación mayor reconocido en el mundo, ofrece beneficios sociales y en el medio ambiente al evaluar los aspectos de salud, eficiencia y costo efectivo. Consta de diferentes tipos para evaluación como diseño y construcción, diseño interior y operación y mantenimiento del edificio ya sea para desarrollo residencial, de ciudades o vecindarios. Derivado de los aspectos, se puede acumular según la eficiencia adquirida en cada uno que al sumarse se puede obtener diferente certificación: Certificado, Plata, Oro o platino.⁷⁰
- **EDGE:** herramienta de fácil aplicación, que se utiliza para transformar edificios

⁶⁸ Ruesga, Pablo, y Eva Orgaz. «Edificios de alto desempeño en Panamá.» Investigación, Panama, s.f., 144.

⁶⁹ GGBC. *Guatemala Green Building Council*. 2024. <https://www.guatemalagbc.org/quienes-somos/> (último acceso: Septiembre de 2025).

⁷⁰ U.S. Green Building Council. *U.S. Green Building Council*. 1996. <https://www.usgbc.org/leed> (último acceso: Septiembre de 2025).

nuevos o existentes a eficientes. Es un software gratuito que ayuda en la predicción de ahorro energético, agua y carbono incorporado a los materiales. Se requiere un 20% de ahorro para obtener el reconocimiento.⁷¹

- **CASA:** sistema de certificación voluntario enfocado al sector vivienda en Guatemala creado por Guatemala Green Building Council para mejorar el diseño con prácticas amigables ambientalmente y sea factible económicamente.⁷²

1.8 Casos de edificaciones acreditadas en Guatemala

Guatemala en los últimos años se ha posicionado con la construcción de arquitectura sostenible, al aplicar prácticas y conceptos amigables con el medio ambiente.⁷³

Existen varias construcciones en Guatemala, las cuales velan por crear espacios sostenibles, con el fin de no aumentar el daño al medio ambiente, mediante el aprovechamiento de materiales, topografía, etc. Estos edificios cuentan con diferentes certificaciones; EDGE, CASA, CERTIFICACIÓN LEED.⁷⁴

Algunos de los edificios identificados con alguna certificación son los siguientes:

- **Studio Domus:** una firma de arquitectos que se especializa en el diseño de construcciones verticales y a su diseño interior. Se fundó en el año 2002 y en el 2014 fue reconocido por USGBC, como construcción sostenible (Studio Domus s.f.) al contar con espacios basados en la tecnología, el 75% de sus espacios tiene iluminación natural, el 90% de las áreas con vista hacia el exterior y mejora del 40% en cuanto al uso de agua potable.

⁷¹ EDGE. *EDGE*. 2025. <https://edge.gbci.org/home?language=es> (último acceso: Septiembre de 2025).

⁷² CASA Guatemala. *CASA Guatemala*. 2025. <https://casagt.org/que-es-casa/> (último acceso: Septiembre de 2025).

⁷³ Soto, Kevin Josué Duarte. «Arquitectura sostenible en Guatemala.» Investigación, UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ, GUATEMALA, 2021, 15.

⁷⁴ Samayoa, Christa. *Proyectos que cuentan con certificación ambiental en Guatemala*. 6 de Junio de 2017. <https://www.guatemala.com/guias/cultura/proyectos-que-cuentan-con-certificacion-ambiental-en-guatemala/> (último acceso: Septiembre de 2025).



Figura 2. Oficina Studio Domus

Fuente: página Studio Domus, www.studiodomus.com



Figura 3. Oficinas Studio Domus

Fuente: página Studio Domus, www.studiodomus.com

- **Casa Ecco:** vivienda ubicada en las cercanías de Antigua Guatemala; construcción que su principal característica son sus espacios fabricados con contenedores. Las diferentes áreas tienen la peculiaridad que son grandes espacios con ventanales por los cuales ingresa la iluminación natural y las vistas hacia los volcanes se fusionan con el diseño. Factores que lo convierten en sostenible; el material considerado como reciclable, agua climatizada por energía solar, sistema de captación de agua de lluvia, paneles fotovoltaicos e iluminación LED.⁷⁵



Figura 4. Exterior Casa Ecco

Fuente: página Calameo, www.calameo.com



Figura 5. Interior Casa Ecco

Fuente: página Calameo, www.calameo.com

- **Forum Zona 10:** ubicado en una de las áreas más comerciales y transitadas en la Ciudad de Guatemala. Edificio empresarial/comercial que por su construcción se le otorgó Certificación LEED Silver Core and Shell, dado a que se logra ventilación cruzada, elevadores inteligentes y de bajo consumo energético, iluminación

⁷⁵ Soto, Kevin Josué Duarte. «Arquitectura sostenible en Guatemala.» Investigación, UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ, GUATEMALA, 2021, 15.

inteligente (ecotecnología) y eficiente, sistema de aire acondicionado por medio de agua.⁷⁶



Figura 6. Edificio Forum Zona Viva
Fuente: página Zona viva, www.forumzonaviva.com/



Figura 7. Interior oficinas Forum Zona Viva
Fuente: página Zona viva, www.forumzonaviva.com/

- **Terra Esperanza:** catalogado como APART-HOTEL, una combinación de apartamentos y hotel, además de incluir oficinas, eventos y locales de comercio. En cuanto a sostenibilidad utiliza equipos motorizados logrando un ahorro en energía de 20%, para el uso de agua se obtiene un 40% de ahorro y finalmente un 50% en ahorro de aguas residuales.

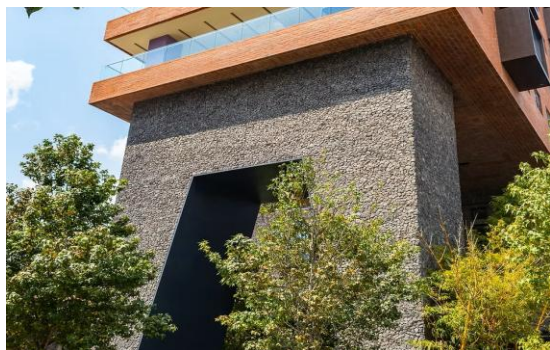


Figura 8. Exterior Terra Esperanza
Fuente: página Terra Esperanza, www.terraesperanza.com.



Figura 9. Interior Terra Esperanza
Fuente: página Terra Esperanza, www.terraesperanza.com.

- **Naranjo Mall:** con certificación LEED, construcción de uso comercial que cumple con estándares de calidad y eficiencia como: espacios amplios con áreas de vegetación, espacios adecuados por los cuales ingresa ventilación natural, sistemas

⁷⁶ Soto, Kevin Josué Duarte. «Arquitectura sostenible en Guatemala.» Investigación, UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ, GUATEMALA, 2021, 15.

tecnológicos LED, reutilización de aguas y optimización del agua al utilizar artefactos sanitarios, como algunas de las características sostenibles implementadas.⁷⁷



Figura 10. Exterior Naranjo Mall
Fuente: página Naranjo Mall, <https://naranjomall.com.gt/>



Figura 11. Interior Naranjo Mall
Fuente: página Naranjo Mall, <https://naranjomall.com.gt/>

- **Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales:** edificación relativamente nueva en el tema sostenible, ya que en el año 2021 obtuvo la certificación EDGE. Establece ahorro energético e hídrico en un 20%, cuenta con prácticas preventivas y ambientales por el personal, manejo adecuado interno de los desechos sólidos y líquidos, impulsa programas relacionados a la productividad y sostenibilidad del país.⁷⁸



Figura 12. Exterior MARN
Fuente: página MARN, <https://www.marn.gob.gt/>



Figura 13. Patio Central MARN
Fuente: página MARN, <https://www.marn.gob.gt/>

⁷⁷ Soto, Kevin Josué Duarte. «Arquitectura sostenible en Guatemala.» Investigación, UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ, GUATEMALA, 2021, 15.

⁷⁸ Granda, César. LEAF. *Sostenibilidad para todos*. 17 de Junio de 2023. <https://leafatam.com/blog/10-edificios-verdes-en-guatemala/> (último acceso: Septiembre de 2025).

- **Tera 12 Apartamentos:** torre de apartamentos ubicada en la Ciudad de Guatemala y se ha acreditado como pre certificado EDGE debido a la incorporación de tecnología que promueve el ahorro de energía y agua, ahorro de energía con el uso de materiales de construcción.⁷⁹



Figura 14. Edificio Tera 12 Apartamentos
Fuente: página Tera 12, <https://blog.corporacionbi.com/>



Figura 15. Vista exterior aérea Tera 12
Fuente: página Tera 12, <https://blog.corporacionbi.com/>

- **Citibank Na Sucursal Guatemala:** edificio con reconocimiento LEED ORO al lograr ahorrar 40% en el consumo de agua, 15% en ahorro energético y una adecuada gestión de los residuos de la construcción del edificio.

⁷⁹ Granda, César. *LEAF. Sostenibilidad para todos*. 17 de Junio de 2023. <https://leafatam.com/blog/10-edificios-verdes-en-guatemala/> (último acceso: Septiembre de 2025).

CAPÍTULO II

En el siguiente capítulo se aborda el tema central de la investigación: la ecotecnología. Se presenta su concepto, evolución y principales componentes, así como los beneficios y las posibles desventajas asociados con su implementación. Asimismo, con el propósito de facilitar la comprensión del término y su aplicación en el ámbito de la construcción sostenible, se presentan casos análogos de edificaciones internacionales que incorporan soluciones ecotecnológicas.

2.1 ¿Qué se entiende por ecotecnología y cuáles son los antecedentes?

La ecotecnología, es un concepto que ha adoptado variaciones en el significado como eco-adaptativo, que se utiliza para términos de la arquitectura, siendo una adaptación entre herramientas con apoyo de la tecnología y la naturaleza; una combinación entre una alternativa amigable con el medio ambiente para tener como resultado un bajo impacto negativo al entorno, que no sume al deterioro acelerado en la actualidad.⁸⁰

La ecotecnología surge a partir de la importancia que adquiere la preocupación ambiental entre 1960 y 1970. Desde diferentes puntos de vista, se puede entender y aplicar para el ámbito económico-industrial como para el aspecto social y natural. La ecotecnología puede aplicarse desde pequeña hasta gran escala, que se enfoca en tecnologías con procesos conscientes con el medio ambiente que involucra la relación del ser humano con el entorno como parte de la sostenibilidad como bien define el autor “los diferentes dispositivos, métodos y procesos que brindan beneficios sociales y económicos a sus usuarios en armonía con el ambiente y con referencia a un contexto socio-ecológico específico”.⁸¹ Adicionalmente, se debe considerar las tecnologías para bienestar humano y estas adecuarlas al contexto local lo que convierte a esta herramienta en una posible opción que contribuya a la construcción, saneamiento, electricidad, agua potable, medio ambiente. La adecuación de esta innovadora tecnología se contribuye a generar impactos positivos para la sociedad y la naturaleza.

⁸⁰ Ruiz, Cecilia E. Sandoval. «Sistema eco-adaptativo integrado en elementos arquitectónicos con tecnología sostenible.» *Electronica cientifica Perspectiva*, Enero 2015: 4.

⁸¹ Ortiz Moreno, Jorge Adrián, Sandra Luz Malagón García, y Omar Raúl Masera Cerutti. «Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur global.» *DOSSIER* 3, n° 7 (Diciembre 2015): 2-21.

Dentro de la ecotecnología o tecnologías sostenibles se pueden englobar factores generales como el ahorro energético, gestión del agua y materiales de construcción sostenibles que se transforma para mitigar la contaminación en el medio ambiente, mejorar la calidad de las personas y visualmente edificaciones que formen parte del entorno como un todo.

La pobreza, desigualdad social, hambruna, contaminación, inequidad social como algunos de los precedentes en la actualidad, producto de la sobre explotación de los recursos naturales. La crisis ambiental es de carácter urgente a nivel, local, nacional y mundial, cada uno con sus particularidades que ha generado desastres provocados de origen natural. La importancia de la tecnología en la ecología, para generación de nuevos métodos entre el proceso natural y la tecnología. Se debe identificar la clase de tecnología que se aplique, puesto que muchas de estas son generadoras de contaminantes y, en vez de ayudar al ambiente se conviertan en productoras de degradación ambiental. También, se debe considerar que sean adaptables al contexto nacional, como Guatemala, un país en vía de desarrollo para que se acoplen a las necesidades locales.

Algunas de las ecotecnologías aplicables al medio ambiente son: sistemas eficientes de captación pluvial o de riego, dispositivos energéticos ahorradores, técnicas para recuperación de suelos, entre otros. La aplicación de este método ha sido principalmente de uso doméstico.⁸²

2.1.1 Las consideraciones ambientales de la ecotecnología

Al considerarse que es una herramienta con el propósito de disminuir o evitar la contaminación ambiental se puede concluir que es una respuesta ante el modo actual de industrialización y al inadecuado manejo de los recursos. Se caracteriza por reconocer los impactos ambientales y socio económicos, buscando alternativas a la tecnología convencional que lo define como: “Dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio ecológico específico”. Los beneficios se muestran en ahorro de agua, aire acondicionado, energía, electrodomésticos, iluminación, agricultura y silvicultura como algunos de los beneficios.⁸³

⁸² Gavito, Mayra E., y otros. «Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México.» *Mexicana de Biodiversidad*, Septiembre 2017: 11.

⁸³ Fundación DECYR. Diálogo entre ciencia y religión. *Nociones clave para una ecología integral*. 2024.

En la ecotecnología se engloba los dispositivos, métodos y procesos que brindan beneficios sociales y económicos a los habitantes. Se deben considerar criterios básicos para su funcionamiento como: priorización de tecnologías para satisfacción del ser humano y adecuación de la tecnología a contextos locales. Con la ecotecnología se permite acceder a toda la población y satisfacer las necesidades básicas satisfaciendo el aspecto ambiental, social, económico, así también, la adecuación de las tecnologías a las condiciones del lugar.

Otra consideración de la tecnología dirigida hacia un modelo sostenible en el que se disminuyan las desigualdades, fomentar la participación ciudadana, acoplarse al contexto y fusionarse con las técnicas locales. Algunos ejemplos de esta herramienta aplicada: materiales de construcción ecológicos, biofertilizantes, huertos familiares, mingitorios secos, biofiltros, aprovechamiento agua de lluvia, calentadores solares, paneles fotovoltaicos.

La ecotecnología está presente en toda actividad que se realice y que se define como artefactos que permiten realizar actividades de forma eficiente. Esta tecnología busca y se caracteriza por ser accesible, enfocado a las necesidades y contextos locales, amigables con el medio ambiente, promueve el uso de recursos locales, generador de empleo, diseñado y adaptado por procesos participativos entre locales y científicos.⁸⁴

Estas consideraciones convierten a la ecotecnología en formas de ingeniería ecológica que reducen el daño hacia la naturaleza y satisfacen las necesidades del ser humano con estrategias que minimicen el impacto negativo hacia el medio ambiente.⁸⁵

2.1.2 ¿Sectores que abarca la ecotecnología?

De acuerdo con las consideraciones establecidas, estas se pueden agrupar en sectores de: energía, agua y residuos. Al clasificarse en sectores permite establecer necesidades básicas que a su vez se pueden implementar a través de los sistemas y/o tecnología se pueden utilizar artefactos como parte de la ecotecnología.

⁸⁴ Pulgarín, Katherine Yuliet Pulgarín. «Énfasis en gestión sanitaria y ambiental.» Medellín, 2018. 110.

⁸⁵ FUNDESYRAM. *Ecotecnologías para el manejo apropiado del suelo, agua, cultivos, animales, casas, comunidades y energías*, mayo 2025. Vol. Boletín 170, 51. 2025.

Energía: la ecotecnología incorporada a la energía, aporta a combatir el cambio climático al optar por sistemas y artefactos ahorradores puesto que la generación de energía convencional proviene de hidroeléctricas con el aprovechamiento del agua, quema de combustibles fósiles y por biomasa como los principales en Guatemala.

Agua: el acceso a agua entubada en Guatemala aún es limitada para cierto grupo de la población, situación que provoca impactos negativos al medio ambiente al acceder al recurso a través de fuentes de agua.

Manejo de residuos: con la implementación de ecotecnología, los residuos pueden aprovecharse en biofertilizantes y otros sistemas naturales que favorece a la reducción en la contaminación, ahorro económico, ahorro de recursos y emisiones.⁸⁶

Construcción y vivienda: se basa en las técnicas, materiales y procesos considerado en el ciclo de vida de la edificación. Como uno de los sectores de mayor generación de contaminantes, es importante la extracción, selección y uso de los materiales en las construcciones, de ser más amigables con el entorno.⁸⁷

2.1.3 Beneficios y desventajas de aplicar ecotecnología

Tal y como lo han establecido varios autores, la demanda de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del ser humano ha sobrepasado el límite y ha puesto en riesgo la capacidad de los mismos para regenerarse y proveer a las necesidades humanas. En cuanto al desarrollo del ser humano, desde la extracción del recurso primario hasta su desecho final arraiga consecuencias negativas para la conservación del medio ambiente. En ese sentido, la tecnología puede ser un recurso que favorezca a la conservación del medio ambiente.⁸⁸

⁸⁶ Instituto internacional de recursos renovables A. C. México. *Análisis de ecotecnologías aplicables al contexto económico, político, social y ambiental de las entidades federativas*. México, 2019.

⁸⁷ Constructora-Inmobiliaria. *Ecotecnologías en la construcción: Construyendo un futuro más verde*. 2024. <https://cmginmobiliaria.com/ecotecnologias-en-la-construccion-construyendo-un-futuro-mas-verde/> (último acceso: 3 de noviembre de 2025).

⁸⁸ Carrión, José Faustino Sánchez. *ECOTECNOLOGIA: ventajas y desventajas de la tecnología en el medio ambiente*. 2020. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion/talleres-de->

Al utilizar los avances de la tecnología permite incorporar al desarrollo de las actividades humanas procesos y artefactos que faciliten el desarrollo con un menor impacto negativo al medio ambiente. Como todo proceso nuevo y diferente, existe la posibilidad de identificarse pros y contras durante la implementación. Dentro de las ventajas se destacan:

-Aporta beneficios económicos a largo plazo, requiere menor mantenimiento, disminución de la contaminación.

Como algunos de las desventajas:

-Altos costos para la implementación, incertidumbre sobre impactos en el rendimiento, desconocimiento de la tecnología.⁸⁹

Además de los aportes a nivel ambiental, favorece a la reducción de la contaminación para crear sociedades sostenibles, aporta a la generación de empleo, al cumplimiento de normativas ambientales locales, mejora de eficiencia y optimización en los recursos y procesos.⁹⁰

Los beneficios que se pueden obtener de los artefactos desarrollados por la ecotecnología se destacan los aspectos sociales y ambientales. Es una alternativa que se puede incluir en los diferentes contextos sociales-culturales, que satisface las necesidades humanas y de carácter auto suficiente como recurso tecnológico que no se agota.⁹¹

2.2 Tecnologías alternativas en la sostenibilidad ambiental

La incorporación de tecnologías también llamadas limpias, sostenibles, alternativas como

artes/ecotecnologia-ventajas-y-desventajas-de-la-tecnologia-en-el-medio-ambiente/133764671 (último acceso: Octubre de 2025).

⁸⁹ Guzmán, Yuridia Janeth Jiménez. *La ecotecnología*. s.f. <https://la-ecotecnologia.neocities.org/> (último acceso: Octubre de 2025).

⁹⁰ Earth & Life University. *Beneficios de implementar las ecotecnologías en las empresas*. 2022. <https://earthuniversity.edu.mx/beneficios-de-implementar-las-ecotecnologias-en-las-empresas/> (último acceso: Octubre de 2025).

⁹¹ Zamora, Daniel Tagle. «Beneficios asociados al uso de ecotecnica en comunidades rurales de Guanajuato, México.» *Iberoamericana de Economía y Ecología* 33, n° 1 (2020): 21.

algunos de los términos empleados que enfatizan buscar soluciones a las actividades humanas. Cada una de estas alternativas deben ser estudiadas y evaluadas detenidamente con el propósito de no obtener resultados negativos al aplicarlos. El objetivo que debe predominar en estas tecnologías para el desarrollo sostenible, es como la obtención de los recursos debe ser menor o igual a la producida, los residuos emitidos deben ser capaces de absorberse por la naturaleza. Las repercusiones que puede generar se deben prever antes de aplicar alguna de estas tecnologías para que no resulten contraproducentes llevarlas a cabo y haya un costo adicional por incorporarlas.

Realizar evaluación de impacto ambiental previo a tomar una decisión puede definir los beneficios o daños que estas tecnologías representen.⁹²

Con los avances tecnológicos se ha podido transformar el mundo de hoy en día, en muchas ocasiones bajo costos ambientales, aunque evidentemente ha representado avances para el desarrollo humano.⁹³

Si el sistema productivo actual tiene como eje principal la tecnología, es importante que esta sea apropiada ya que si se analiza en la actualidad las tecnologías no están en armonía con el entorno; los materiales y procesos son artificiales, no renovables que, al contrario, dañan el medio ambiente.

El autor asevera que el problema de la contaminación se debe al crecimiento poblacional que se debe controlar, ya que a mayor población mayor consumo no importando que las tecnologías sean las más limpias y menos contaminantes, pero está claro que todas las que se apliquen son contaminadoras. El bienestar tecnológico debe estar combinado por lo social, económico, político y cultural. Los procesos productivos lineales deben cambiar a procesos cíclicos que permitan al ser humano aprender de la naturaleza.⁹⁴

La tecnología evalúa la generación, adopción, implementación y monitoreo, así como la ecotecnología que implica procesos, elementos y artefactos para el desarrollo humano y el bienestar

⁹² Asociación de profesores amigos de la ciencia. «Tecnologías para la sostenibilidad.» *EUREKA* 3, nº 3 (2006): 4.

⁹³ Garduño, K. Martínez. «La tecnología como un nuevo escenario en el desarrollo sustentable.» *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías* 12 (2024): 12.

⁹⁴ Villaplana, Álvaro Carvajal. «Tecnologías para el desarrollo sostenible.» *UCR* 56, nº 144 (2017): 14.

ambiental, otras tecnologías limpias y alternativas buscan ser autosuficientes. La presencia de la tecnología en la sociedad es inminente y creciente, causante de contaminar el medio ambiente, sin embargo, para lograr el equilibrio ambiental y combatir los efectos adversos se requiere de la tecnología, logrando resultados con un proceso integral con profesionales comprometidos en realizar cambios sociales-ambientales.⁹⁵

2.3 Casos con ecotecnología aplicada

Alrededor del mundo existen edificaciones destacadas por ser catalogadas como sostenibles, en los cuales se ha aplicado la ecotecnología para eficientizar su uso, optimizar los recursos y la obtención de equilibrio entre el ser humano y el medio ambiente. Algunos ejemplos con esta tecnología están:

- **Torre Reforma (Ciudad de México, México):** edificio de uso mixto. Uno de los edificios más altos del país, que ha obtenido la categoría LEED PLATINO. Resalta el uso de la ecotecnología al emplear gradas mecánicas y ascensores de bajo consumo energético, cuenta con planta de tratamiento y recicla el total del agua de lluvia y residuales con reuso en los servicios sanitarios.⁹⁶



Figura 16. Vista Edificio Torre Reforma
Fuente: página Torre Reforma, www.group.schindler.com/



Figura 17. Interior Torre Reforma
Fuente: página Torre Reforma, www.group.schindler.com/

- **Hotel Stadthalle (Viena, Austria):** edificio hotelero, es reconocido por el balance energético cero, es decir, de las fuentes renovables es capaz de abastecer para todas las necesidades energéticas del edificio. Dentro de los sistemas eco-tecnológicos en cuanto a la eficiencia

⁹⁵ E. Gavito, Mayra, y otros. «Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México.» *Biodiversidad*, n° 88 (Septiembre 2017): 11.

⁹⁶ Schindler Management Ltd. *Torre Reforma – A forward-thinking masterpiece Mexico City, Mexico* . 03 de Octubre de 2024.
<https://group.schindler.com/en/media/stories/torre-reforma-a-forward-thinking-masterpiece.html> (último acceso: Octubre de 2025).

energética y de agua; paneles solares, paneles fotovoltaicos bomba de calor de agua.⁹⁷



Figura 18. Exterior Hotel Stadthalle
Fuente: hotel Stadthalle, <https://inarquia.es/>



Figura 19. Vista interior Hotel Stadthalle
Fuente: exterior Hotel Stadthalle, <https://inarquia.es/>

- **One Bryant Park (Nueva York, Estados Unidos):** considerado como uno de los más eficientes y ecológicos con categoría LEED PLATINUM, puesto que se caracteriza por la eficiencia energética, hídrica y de materiales. El diseño concebido para crear un lugar de trabajo de calidad, con aprovechamiento de luz y viento natural. Los materiales empleados son amigables con el entorno, el 87% es material es reciclado, incluyendo el concreto, ventanería que optimiza la iluminación natural, sistema de recolección de agua de lluvia y de reciclaje para aguas residuales, optimización y eficiencia del agua como algunos de los procesos y elementos aplicados en la ecotecnología.⁹⁸



Figura 20. Vista edificio One Bryant Park
Fuente: página edificio One Bryant, www.cookfox.com



Figura 21. Edificio One Bryant Park
Fuente: página edificio One Bryant, www.cookfox.com

⁹⁷ INARQUIA. *Hotel Stadthalle, el hotel consumo 0 de energía de Viena*. 2011. <https://inarquia.es/edificio/hotel-stadthall-consumo-cero-energia-viena/> (último acceso: Octubre de 2025).

⁹⁸ WIKI ARQUITECTURA. *Torre del Bank of America*. 2025. <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/torre-del-bank-of-america/> (último acceso: Octubre de 2025).

CAPÍTULO III

El siguiente capítulo presenta los conceptos relacionados con las edificaciones comerciales, los cuales se vinculan con la ecotecnología y constituyen dos de los temas principales de esta investigación. Se aborda el concepto y las características de las edificaciones comerciales tradicionales, así como el impacto negativo que pueden generar en el medioambiente. Asimismo, se analiza la transformación de este tipo de infraestructura hacia modelos sostenibles, mediante la incorporación de estrategias y soluciones orientadas a reducir su impacto ambiental.

3.1 ¿Qué se entiende por edificación y la implementación sostenible ambiental?

El mayor consumo en las edificaciones registrado es el energético y por tal motivo es recomendable y óptimo pensar en criterios sostenibles a incluir en las edificaciones. La incorporación sostenible ha tenido un mayor impulso debido a las soluciones que se obtienen a largo plazo, así como, la disminución negativa hacia el medio ambiente.

Previo a iniciar con algún proyecto, es importante llevar a cabo una evaluación y análisis de varios aspectos que más adelante tendrá resultados positivos o negativos como; el entorno en el cual se construirá, la actividad, los recursos a necesitar para minimizar los desperdicios. El impacto que se genere al medio ambiente depende de la población, uso de los recursos y la tecnología, que de estos el tercero es el determinante al considerar una edificación. Para la implementación sostenible se requiere de nuevos diseños y metodologías.⁹⁹

El desarrollo del medio construido a fin de garantizar la sostenibilidad en las construcciones para las futuras generaciones mediante la viabilidad económica, social y ambiental e intervención gubernamental con el propósito de que se cumplan los requerimientos de forma integral. Las edificaciones que son creaciones del hombre con un propósito específico, estructuras permanentes de las cuales se debe estudiar el ciclo de vida, implica que desde la fase de planificación y el diseño se contemple la durabilidad con transformación y adoptar conceptos de sostenibilidad en todas las etapas de la concepción del mismo y el contexto local como un elemento principal, antes que incorporar tendencias o características internacionales que contrasten con la realidad nacional y

⁹⁹ Osma Pinto, Germán Alfonso, y Gabriel Ordóñez Plata. «Desarrollo sostenible en edificaciones.» *UIS Ingenierías* 9, n° 1 (Mayo 2010): 19.

generen impacto negativo a nivel social y ambiental.¹⁰⁰

Previo a definir una edificación como sostenible es necesario tener claros ciertos criterios que se deben incluir para lograr el propósito de aplicación con prácticas sostenibles. El ciclo de vida de las edificaciones inicia con la extracción del recurso que posteriormente atraviesa un proceso industrial para obtener el material final. El transporte es un servicio que interviene durante todo el ciclo para transportar materiales, maquinaria y recurso humano. La concepción inicial del diseño, debe cumplir con los lineamientos y requisitos en función del aprovechamiento y mejora del edificio, incluyendo la fase de construcción. La parte final de operación y mantenimiento abarca un período de tiempo más extenso, que depende de la cantidad, tiempo de uso y la operación de los equipos incorporados.¹⁰¹

De acuerdo con el autor la mitad de los recursos extraídos no son renovables, el sector de la construcción consume el 40% del uso mundial en piedra, arena y grava. Por tal razón, las acciones empleadas en esos procesos deben ser modificados; la reducción en los desechos, en el consumo energético y extracción de la materia prima como algunas de las acciones a llevar a cabo. En cifras claras, indica que el sector de la construcción contribuye negativamente en un 23% de contaminación atmosférica, 40% contaminación hídrica y 50% en residuos hacia vertederos. Agregado a esto, genera contaminación lumínica, acústica, a la flora y fauna. En tal sentido, concluye que las prácticas tradicionales de la construcción son altamente contaminantes, siendo cada vez necesario implementar procesos amigables con el entorno para reducir los impactos negativos a través de alternativas tecnológicas.¹⁰²

3.2 Edificaciones tradicionales y la problemática ambiental

El desarrollo del ser humano ha llevado a la necesidad de crear espacios para recreación, convivencia, trabajo que se convierte en inevitable el impacto negativo al medio ambiente por la

¹⁰⁰ Acosta, Domingo, y Alfredo Cilento Sarli. «Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo.» *Tecnología y Construcción* 21 (noviembre 2005): 16.

¹⁰¹ Campuzano, Catalina Velasco. «Criterios de sostenibilidad para edificaciones -Ciclo de Vida-» Guía Técnica, Políticas de Desarrollo Urbano y Territorial-SPDUT, s.f., 85.

¹⁰² CMIC. «La industria de la construcción hacia el desarrollo sustentable.» camara mexicana de la industria de la construcción, Ciudad de México, 2023, 14.

construcción, uso y la disposición final en algunos casos con la demolición. En datos del autor, estima que, de los residuos de las construcciones, únicamente el 28% es reutilizable. La obtención de los materiales para la construcción de los edificios, emplea una alta cantidad de energía que es la principal causante de la contaminación, por encima de la operatividad en sí de la edificación que depende de varios factores externos. A través de estudios y consultorías a expertos se ha determinado que los edificios son consumidores de energía y emisores de contaminantes asociados a la fase de construcción más no en su operatividad, situación que el ciclo de vida si analiza ese aspecto y se complementa con la sostenibilidad que lo engloba. Por tal razón enfatiza la importancia de considerar tecnologías amigables con el medio ambiente, involucrar la sostenibilidad desde el diseño y aplicar las premisas de la arquitectura; ventilación, orientación, climatización. El cambio y la mejora de las edificaciones les concierne a propietarios, profesionales en el tema y la administración pública para avanzar en el cambio de edificios sostenibles, estableciendo una guía de buenas prácticas que abarca incentivos, normativas, condiciones medioambientales, entre otros.¹⁰³

En palabras de los autores el sector de la construcción es el mayor consumidor de recursos naturales que provoca alta contaminación atmosférica.¹⁰⁴ Muchas de las edificaciones manejan contaminantes en el interior que afecta la salud de los usuarios, aunque estos sean imperceptibles. De forma general, se puede indicar que la afectación de la construcción de edificios afecta desde el suelo, aire, agua, flora, fauna que ocurren en el proceso de construcción. Importante mencionar que las personas que trabajan en el área de la construcción están propensos a sufrir las consecuencias al estar expuestos a contaminantes que se generan en el proceso de la construcción; inhalación de polvo, manejo de material particulado, de materiales riesgosos, sin las medidas sanitarias ni personal para un manejo adecuado, que afecta directamente a la salud de los trabajadores, así como del medio ambiente. El autor plantea uso de materiales locales, incluir sistemas de control para temperatura interior de los ambientes y evitar uso de materiales que emitan sustancias nocivas después de instalados sobre todo en el interior de los ambientes. Se hace énfasis

¹⁰³ Lecuona Neumann, Antonio, Marcelo Izquierdo Millán, y Pedro A. Rodríguez Aumente. «Investigación e impacto ambiental de los edificios. La energía.» *Informes de la Construcción* 57, n° 498 (Agosto 2005): 15.

¹⁰⁴ Bautista Gordillo, Juan David, y Nelson Fabian Loaiza Elizalde. «Impactos de la construcción sostenible y tradicional a nivel ambiental.» *Boletín Semillas Ambientales* 12, n° 1 (2018): 10.

en la implementación de materiales reciclados que abarca el método de fabricación, el transporte de estos.¹⁰⁵

El uso de materiales prefabricados o sintéticos se han introducido al sector para facilidad de los procesos constructivos y el ahorro de los costos, sin embargo, se ha determinado que dañan el medio ambiente. Por tal motivo, en países como Canadá y Estados Unidos ya se utilizan materiales con contenido reciclaje, que contienen especificaciones que certifican la calidad y el reciclaje, situación que no sucede en el resto de los países.¹⁰⁶

Aunque los materiales más utilizados para las construcciones como acero, madera y concreto, estos impactan negativamente sobre el medio ambiente. El uso debería ser medido y equilibrado, ya que claramente para el desarrollo se requiere de edificaciones y el ser humano depende de la naturaleza. En países menos desarrollados, no es claro el daño que produce en las personas y su uso sigue empleándose de forma desmedida sin ser conscientes de las afectaciones a la salud. Aunque está claro que no se puede prescindir del uso de estos materiales, pero si se puede incorporar materiales menos dañinos tanto para las personas como para el medio ambiente.¹⁰⁷

De acuerdo con los autores, los edificios según su entorno consumen entre el 20% y el 50% de los recursos y como se ha establecido la alta contaminación producida por estos, en todo el ciclo de vida, la sostenibilidad en las edificaciones no es una opción sino una necesidad por el agotamiento de los recursos y el daño que estos producen.¹⁰⁸ Como está claro, para el proceso de construcción se debe cumplir con ciertas etapas que acá se exponen como parte importante que aporta para las buenas prácticas de construcción y sostenibles; estudios geotécnicos, estructurales, diseño arquitectónico, por mencionar algunos, los cuales contemplen alternativas sostenibles. La

¹⁰⁵ Moreno, Ligia María Vélez. «Construcciones sostenibles, impactos ambientales.» *NODO* 14, n° 27 (Agosto 2019): 10.

¹⁰⁶ Moreno, Silverio Hernández. «Emisiones contaminantes de materiales de construcción en el interior de los edificios. Caso de los tableros de yeso.» *Ciencia Ergo Sum* 14, n° 3 (Abril 2007): 7.

¹⁰⁷ Águila, Idalberto. «Impacto ambiental de la producción y uso de materiales de construcción.» Investigación, Universidad Central de Venezuela, 2013.

¹⁰⁸ Loaiza Elizalde, Nelson Fabián, y Juan David Bautista Gordillo. «Características de la construcción sostenible y la construcción tradicional.» *Boletín semillas ambientales* 11, n° 2 (2017): 15.

implementación de construcción sostenible implica un incremento económico de entre 10% y 15% más que una construcción tradicional, pero con beneficios a largo plazo y reducción de consumo energético y de agua de hasta el 50%.

3.3 Transformación de edificaciones nuevos y existentes a sostenibles

La interacción humana requiere de espacios contruidos como edificios de diferentes usos, que se ha descontrolado, ha convertido en los asentamientos humanos en áreas vulnerables en riesgo de sufrir desastres de origen natural provocados por el ser humano. La contaminación generada por todo el ciclo que conlleva una edificación, ahora bien, se debe analizar las causas para poder enfrentarlas de forma sostenible, para garantizar la vida de las generaciones futuras. El cambio a una vida sostenible, en este caso con la arquitectura debe estar impulsada más por los beneficios que se obtienen que por el miedo a las adversidades que se han desatado. La ciencia, de la mano con la tecnología, la planificación y el diseño son fundamentales para entender los procesos y modificar aspectos que se han estado replicando con resultados negativos para transformarse a resultados positivos ambientalmente.¹⁰⁹

Estrategias sostenibles como cambio en las construcciones tradicionales genera un aporte importante para el medio ambiente y las personas que forman parte del proceso de construcción y en la parte operativa. Como algunas de las ventajas que se adquieren al implementar estrategias sostenibles están; reducción en costos operativos, disminución de la contaminación energética, hídrica, en desechos, estética visual y comodidad térmica, mejora la calidad del aire, aumento de la productividad laboral y de la salud.¹¹⁰

Como bien se ha establecido, la dinámica de las personas requiere de espacios tangibles para la interacción, es decir, para actividades cotidianas, de recreación, de trabajo, pero también se necesita de los recursos naturales. Más que una necesidad es responsabilidad en la actualidad incorporar la tecnología en las edificaciones para contar con una calidad de vida adecuada y conservar los recursos que aún se poseen. Algunas características específicas para incorporar la sostenibilidad

¹⁰⁹ Acosta, Domingo. «Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias.» *DEARQ*, n° 4 (2009): 11.

¹¹⁰ Monroy, Jorge Mario Susunaga. «Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario.» Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2014, 55.

son: planificación y administración de lo que se tiene y lo que se busca, eficiencia y responsabilidad de las acciones, uso responsable y consciente de los recursos naturales, desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente como la ecotecnología y promover la autosuficiencia local con la participación de la ciudadanía, uso de materiales reciclables, buscar elementos de fácil transporte y de bajo mantenimiento, como algunas premisas importantes.¹¹¹

La construcción de edificaciones sostenibles representa un costo elevado en comparación de una construcción tradicional que no ha incorporado conceptos sostenibles, con retorno a largo plazo por medio de la vida útil del bien y en la disminución del uso de recursos que representa un beneficio económico. Adicionalmente, está diseñado en función de los aspectos de ahorro energético, de agua por medio de buenas prácticas de reciclaje e implementación de tecnología alternativa, que no se considera en la edificación tradicional.¹¹²

3.4 ¿Qué son los edificios comerciales?

El comercio, según lo indica (Ríos 2018) es una actividad para venta, uso o intercambio de productos o servicios, al entender que el ser humano es social por la naturaleza que ha creado dinámicas de convivencia y relación, dando como necesidad la mejora de las condiciones de vida, es decir, de vivienda, ocio, vestimenta. Los espacios cerrados como parte de la interacción de las personas, para propiciar el intercambio social y comercial.

Como lo establece el autor, según La Asociación Española de Centros Comerciales (AECC) define a las edificaciones comerciales como establecimientos independientes, planificado y desarrollado para entidades tomando en cuenta criterios de unidad, tamaño, servicios, actividades que se relacionan con su entorno que dispone de una imagen permanente y gestión urbana. Marcados por la ciudad y al contexto urbano con actividades de ocio, entretenimiento y de comercio. Se pueden clasificar los edificios comerciales en abiertos y cerrados.¹¹³

¹¹¹ Roblero Hernández, Doribel, y Raúl González Herrera. «Sistemas de construcción sostenibles. Concepciones teórico-históricas.» s.f., 5.

¹¹² Chamorro González, Candy, Lizet Vanesa Hoepfner Gutiérrez, Catalina Montaña Gallego, y Ivonne Victoria Ríos Londoño. «Procesos de gestión: edificios sostenibles vs. edificios tradicionales.» *Activos* 17, n° 2 (Julio 2019): 20.

¹¹³ Castro, Emilio López de. «El marketing y la reconfiguración de las estructuras comerciales: los centros comerciales.» *Colección*

También se define como las estructuras para uso de negocios, de acuerdo a los autores, la concepción de centro comercial surge en el siglo XX en los Estados Unidos, con el desarrollo económico, social y cultural que con el tiempo ha variado su concepción inicial. Se visualizaban como construcciones sencillas que cumplía con los estándares de la clase media como un lugar de entretenimiento y comercio. Estos espacios están catalogados como recintos abiertos a todo el público, de carácter privado que pretenden recrear los espacios abiertos con las actividades que se llevaban a cabo en la antigüedad.¹¹⁴

El centro comercial se vuelve independiente a las tradiciones urbanas y se ubica en las afueras de la ciudad, con considerable aumento vehicular por la cercanía a vías principales y altamente transitadas. Actualmente, los centros comerciales son un punto céntrico del territorio, un lugar concurrido para relacionarse. La dinámica que manejan estos espacios se ha condicionado por la selección de los usuarios, que se convierte en barreras para cierto grupo de población que no se acopla a la selección y desarrollo que se genera dentro de este tipo de edificios. Se entiende como la busca para alejarse del caos, de la inseguridad para encontrar un alivio, seguridad y relación en estos espacios cerrados.¹¹⁵

3.4.1 Características de una edificación comercial

Para el desarrollo de un proyecto comercial, se deben tomar en cuenta criterios específicos que determinan el uso determinado; debe tener acceso al transporte y no dificultar su circulación, utilizar recursos eficientes en bienestar del usuario, necesidades acopladas al sector que se ubica. Adicionalmente, para el desarrollo técnico se deben cumplir con normas específicas, planimetría, criterios de diseño propios de una edificación comercial.¹¹⁶

El diseño comercial es importante para el desarrollo económico, ya que forma parte de las

Mediterráneo Económico, n° 11 (s.f.): 26.

¹¹⁴ Cruz, Lourdes, y Franco González. «Los centros comerciales y su evolución hacia un espacio público/privado en el siglo XX: plaza Universidad (1968-1969), Plaza Satélite (1970-1971) y Perisur (1979-1980).» *SciELO Analytics* 12, n° 24 (Diciembre 2021): 22.

¹¹⁵ Cano, Federico Medina. «El centro comercial: una burbuja de cristal.» *Universidad Pontificia Bolivariana* 9, n° 8 (Diciembre 1998): 32.

¹¹⁶ Metro de Santiago. «Manual de diseño y construcción de espacios comerciales; Metro de Santiago.» s.f.

actividades sociales de las personas y al considerar una edificación de este tipo se requiere evaluar el entorno. El análisis permite influir con el desarrollo y las actividades a establecerse, por lo que aspectos como interacciones, tecnología, clima, economía, mercado son esenciales para impulsar adecuadamente a la construcción y lo que se genere dentro del mismo.

Factor social y cultural: no se tiene control total de estas situaciones, derivado de que son comportamientos y costumbres arraigados de la sociedad que no se pueden modificar, y en cambio, se debe adaptar a esto. No obstante, se debe fomentar el compromiso y la responsabilidad social con el hecho de los productos y materiales empleados para ser responsables con el medio ambiente y evitar la contaminación.

Clima: es importante tomar en cuenta por la orientación y ubicación, además de los materiales a utilizar para el interior y exterior que evitan el deterioro, la contaminación y el bienestar de la calidad interior para los usuarios, empleados y demás personal que se encuentre dentro del recinto comercial.

Análisis específico: enfocado hacia el mercado del sector, que determina el tipo de productos y tiendas a colocarse, con base a las características del público a quién será dirigido y el análisis comercial.¹¹⁷

3.4.2 Edificios comerciales sostenibles Guatemala

En Guatemala, las construcciones comerciales propician la dinámica comercial mediante la creación de empleo al concentrarse diferentes servicios. El concepto principal a considerar en una edificación sostenible, es la relación amigable del ser humano con el medio ambiente, para garantizar la relación entre ambos, evitando la contaminación al medio ambiente. Dentro de estos ejemplos se pueden mencionar:

- **Plaza Telares:** centro comercial ubicado en Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Edificación que aplica prácticas sostenibles que lo llevó a obtener la certificación LEED GOLD en

¹¹⁷ Villalmanzo, Carla Sánchez. «Diseño de un espacio comercial.» Informe de grado, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2017,

categoría Core and Shell que otorga el U.S. Green Building Council a construcciones enfocados en los recursos naturales, la experiencia y eficiencia energética. Dentro de las aplicaciones de sostenibilidad que se reconocieron se debe al buen desempeño durante el proceso de construcción, uso eficiente de los recursos naturales.¹¹⁸

Los beneficios obtenidos se garantizan con el confort de los espacios interiores, el aprovechamiento de la ventilación e iluminación natural. La ubicación, áreas de vegetación y generación de empleo local. En eficiencia y aprovechamiento energético e hídrico pues cuenta con paneles solares y artefactos eficientes.¹¹⁹



Figura 22. Exterior Plaza Telares

Fuente: página Plaza Telares, <https://www.plazatelares.com/>



Figura 23. Vista aérea Plaza Telares

Fuente: página Plaza Telares, <https://www.plazatelares.com/>

- **Videre:** edificio comercial ubicado en la Zona 15 de la Ciudad de Guatemala, Guatemala, al cual se le otorgó el reconocimiento LEED GOLD, uno de los niveles más altos que se concede a construcciones consideradas sostenibles por el U.S. Green Building Council. Los logros obtenidos que le valieron para obtener el reconocimiento sostenible se deben a espacios verdes y naturales, eficiencia energética, a la innovación y el cuidado local.

Específicamente, la aplicación sostenible se basa en; uso de luminarias LED y sistemas energéticos que optimizan el uso y reducen el consumo como los paneles solares, instalación de

¹¹⁸ Quinto Poder. *Quinto poder. La revolución de internet*. 2 de MARZO de 2025. <https://quintopoder.com.gt/2025/03/02/plaza-telares-recibe-certificacion-leed-gold-por-su-diseno-y-construccion-sostenible/> (último acceso: OCTUBRE de 2025).

¹¹⁹ Emisoras Unidas. *Emisoras Unidas*. 26 de FEBRERO de 2025. <https://emisorasunidas.com/empresas/2025/02/26/plaza-telares-certificacion-leed-gold/> (último acceso: OCTUBRE de 2025).

artefactos eficientes con el agua, uso de materiales reciclados, estacionamientos amplios y acceso para bicicletas, sistemas de ventilación que satisfacen los ambientes interiores en saludables para los usuarios y empleados. Este tipo de tecnología sostenible ha obtenido beneficios ambientales y económicos que se traducen a:

- Ahorro acumulado de Q94,904.76
- Ahorro mensual económico de Q10,544.97
- Reducción de CO₂ que representa el equivalente a plantar 44 árboles.¹²⁰



Figura 24. Interior Videre
Fuente: página Plaza Telares, <https://www.guatemalahoy.co>



Figura 25. Exterior Videre
Fuente: página Plaza Telares, <https://www.guatemalahoy.co>

¹²⁰ Guatemala Hoy. *Guatemala Hoy*. 13 de 10 de 2025. <https://www.guatemalahoy.co/videre-el-centro-comercial-que-obtiene-la-certificacion-leed-gold-y-se-consolida-como-icono-de-sostenibilidad-en-guatemala/> (último acceso: Octubre de 2025).

CAPÍTULO IV

En el siguiente capítulo se aborda sobre la problemática actual de la zona 4 de Mixco, locación de los centros comerciales Naranjo Mall y Pasaje Naranjo los cuales forman parte del análisis de este capítulo, mismo realizado acerca de los criterios sostenibles implementados que se han identificado mediante inspección visual, investigación y encuestas, para posteriormente identificar los criterios ecotecnológicos que conforman parte del diagnóstico realizado el cual permite más adelante realizar una propuesta de estrategias ecotecnológicas.

4.1 Problemática ambiental en zona 4, Mixco

De acuerdo con el plan de desarrollo municipal 2017, el municipio de Mixco presenta una serie de problemas ambientales que afectan al territorio mixqueño. El inadecuado manejo del recurso hídrico; la explotación y contaminación de las fuentes que se evidencia con en la pérdida del nivel del manto freático que ha causado escasez. Manejo inadecuado de desechos sólidos, aguas residuales y pluviales, no existe un manejo de los desechos sólidos, no tienen una adecuada clasificación y disposición final que afecta no sólo al ambiente como los cuerpos de agua sino a la salud de las personas. Además, las aguas residuales no tienen un tratamiento ni desfogue adecuado.

El municipio de Mixco cuenta con 4 plantas de tratamiento en funcionamiento, aunque la mayoría del sistema de alcantarillado no conecta a una planta de tratamiento.¹²¹ Existen registros de que la contaminación atmosférica en el municipio de Mixco es alta, con nivel de contaminación no saludable debido a partículas que se suspenden en el aire, transmitidos por los contaminantes tóxicos de los vehículos, que afecta la calidad del aire y a la salud de las personas.¹²²

○ Naranjo Mall y Pasaje Naranjo; impacto en el desarrollo comercial

La construcción de Centros Comerciales como Naranjo Mall y Pasaje Naranjo, han impulsado la economía del área; ya que han aportado en gran medida a la generación de empleo directo e

¹²¹ SEGEPLAN. *ODS en Guatemala IV. Revisión voluntaria*. SEGEPLAN. Guatemala: SEGEPLAN, 2023.

¹²² Águila, José Pablo del. *Tránsito vehicular dispara contaminación del aire en universidades*. 12 de MAYO de 2025.

<https://www.plazapublica.com.gt/ambiente/reportaje/transito-vehicular-dispara-contaminacion-del-aire-en-universidades> (último acceso: 12 de noviembre de 2025).

indirecto desde la construcción hasta la operación o puesta de funcionamiento de los mismos.

○ **Análisis comparativo de los casos de estudio**

Con la información recopilada por medio de una fase de análisis visual por medio de visitas de campo y análisis bibliográfico de ambos centros comerciales, se puede realizar un análisis comparativo para determinar las diferencias e identificar los conceptos de sostenibilidad implementados y observados, así como la obtención de información propiamente de ecotecnología que puede ser utilizada como propuesta a otros centros de comercio. A continuación, se desarrolla el análisis de cada uno de los edificios para culminar con una síntesis de ambos casos.

4.2 Naranjo Mall

El centro comercial Naranjo Mall está ubicado sobre el Boulevard El Naranjo, zona 4, Mixco, Guatemala. Colinda hacia el norte con el puente El Naranjo que une la zona 4 de Mixco con El Periférico hacia la zona 1, Guatemala, hacia el sur conecta con las diferentes áreas y residenciales de la zona 4 de Mixco como Tulam Tzu, Bosques de San Nicolás, así como zona 11 de Mixco y zona 19 de Guatemala. Forma parte del plan maestro Condado Naranjo. Dirigido a la población como un espacio para realizar actividades de compras y entretenimiento; con opciones de tiendas, restaurantes, entretenimiento, plaza financiera y cuenta con más de 1,600 parqueos.

Cuenta con 62 mil metros cuadrados de construcción desarrollado por la empresa Spectrum y con obtención a la Certificación LEED, Core & Shell, otorgado en el año 2017 por la organización independiente U.S. Green Building Council, que tiene como resultado y sobresaliente en el aspecto de contar con sistemas de última tecnología para garantizar el cuidado, ahorro y eficiencia de los recursos naturales.



Figura 26. Fachada Naranjo Mall
Fuente: propia, fachada principal, hacia el norte.



Figura 27. Área parqueos Naranjo Mall
Fuente: propia, fachada principal, hacia el sur.

○ **Certificación LEED otorgada:**

La certificación que LEED otorgó al centro comercial Naranjo Mall fue la de “CERTIFICADO”, esta certificación corresponde a través de un check list, se establece puntuación a cada uno de los criterios según la categoría, con un valor de entre 44-49 puntos para la categoría certificado que corresponde para este caso.

4.2.1 Criterios en categorías LEED aplicados

LEED consta de ocho categorías que ya se han descrito anteriormente, siendo: Eficiencia en el uso del agua, parcelas sostenibles, materiales y recursos, prioridad regional, energía y atmósfera, calidad ambiental interior, innovación, localización y transporte. El centro comercial Naranjo Mall aplicó en las siguientes categorías:

-Eficiencia en el uso del agua: reducción en agua potable para irrigación de vegetación en un 47% al contar con plantas endémicas y nativas. Instalación de artefactos eficientes y ahorradores que ha obtenido un ahorro de agua del 35%. Cuenta con planta de tratamiento.

-Energía y atmósfera: sistema de distribución eléctrica bajo estándar estadounidense ASHRAE 90.1.2007 que logra mayor eficiencia energética. Instalación de luminarias tipo LED, automatización con sensores de ocupación y presencia, y ahorro por medio de la iluminación natural que reduce el consumo de energía artificial.

-Materiales y recursos: sistema de reciclaje con compromiso de todos los involucrados comerciales. Estaciones de reciclaje en áreas comunes y pasillos del centro comercial para uso de los usuarios.

-Parcelas sostenibles: en proceso de construcción del proyecto, se creó un programa para minimizar la contaminación y efectos negativos al espacio público y alrededores. Además, el 98% de las superficies son reflectivas con el fin de minimizar islas de calor.

-Localización y transporte: contempla 124 estacionamientos para bicicletas e integra paradas de bus para promover el transporte alternativo y estilo de vida saludable de las personas.

-Calidad ambiental interior: construcción y diseño de espacios interiores que aseguran el bienestar interno de las personas.¹²³

4.2.2 Análisis de criterios identificados de las categorías LEED

De acuerdo con la visita de inspección visual realizada en el centro comercial para identificar criterios sostenibles, según la obtención LEED acreditada al Naranjo Mall, se detalla para cada categoría según lo perceptible lo siguiente:

-Eficiencia en el uso del agua: área ubicada en el segundo nivel del edificio, cercano al área financiera. Igualmente, en el tercer nivel, específicamente área de FOOD COURT, se ubican los servicios sanitarios, incluyendo sanitarios para niños. El ahorro se evidencia a través de los artefactos sanitarios ahorradores para lavamanos e inodoros.

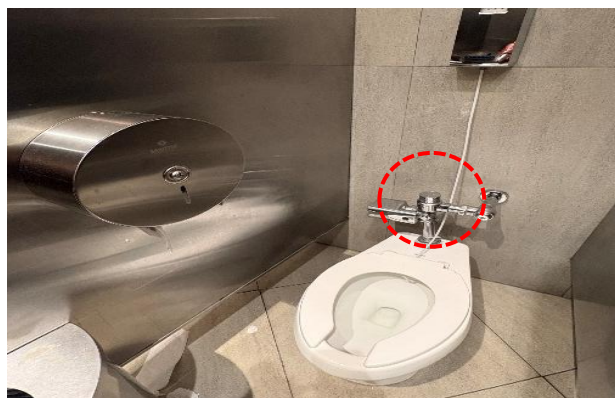


Figura 28. Inodoro

Fuente: propia

Inodoro: Con sistema de push, de una sola acción, ahorradores y eficientes.



Figura 29. Lavamanos

Fuente: propia

Lavamanos: Funcionamiento con sensores de acercamiento para lavado y secado de manos.

La irrigación de las áreas de vegetación en el interior y exterior no se puede establecer en cuanto si existe ahorro de agua. El tratamiento del agua y el sistema de tubería para aguas residuales y pluviales se determina mediante la limpieza del agua utilizada dentro del edificio por medio de la planta de tratamiento para desfogue final a los cuerpos de agua reduciendo la contaminación.

¹²³ SPECTRUM. *Naranjo Mall recibe la certificación LEED y reafirma su compromiso con el medio ambiente.* s.f.
<https://spectrum.com.gt/naranjo-certificacion-leed.html> (último acceso: 7 de Noviembre de 2025).

-Energía y atmósfera: como objetivo de esta categoría, sustituir energías contaminantes a energías ahorradoras y eficientes. Tanto las áreas comunes como los locales cuentan con una serie de luminarias según producto y servicio de cada local. De acuerdo con la temporada navideña que incluye la decoración y la publicidad en ciertos locales, se evidencia que la energía producida se incrementa. El edificio incluye sistema de energía renovable por medio de paneles solares ubicados en la losa final. La iluminación natural en el techo que permite el ingreso ayuda a reducir el consumo energético.



Figura 30. Luminarias generales

Fuente: propia

Luminarias generales: Variedad de luz, diferentes luminarias e intensidades en áreas comunes.



Figura 31. Luminarias food court

Fuente: propia

Luminarias food court: Variación en luminarias, iluminación cálida con luz amarilla en área de mesas



Figura 32. Luz de emergencia

Fuente: propia

Luz emergencia: Sistema de emergencia en caso de falta de energía eléctrica.



Figura 33. Tubos led

Fuente: propia

Tubos led: Luminarias ahorradoras, tipo tubos led en área de sótano.

-Materiales y recursos: los materiales implementados en el proceso de construcción del edificio no son perceptibles ni cuantificables en cuanto al bienestar o daño causado. Algunos de los materiales principales observados se encuentran el concreto con diferentes revestimientos que, por estética, diferenciación de espacios como; fachaleta de piedra, material plástico en las columnas y material ACM de colores en las fachadas del edificio. Los desechos generados por los comercios y los visitantes deben clasificar a través de estaciones de reciclaje que se ubican en distintos puntos de las áreas interiores y exteriores del centro comercial.

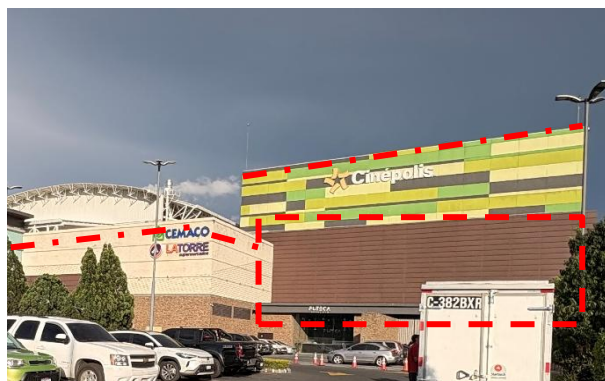


Figura 34. Fachada Naranjo Mall
Fuente: propia



Figura 35. Ingreso Naranjo Mall
Fuente: propia

Materiales: Recubrimientos de ACM de colores, fachaleta de ladrillo y concreto en fachada de edificio.

Materiales: Estructura metálica y columnas redondas con recubrimiento material plástico.



Figura 36. Contenedor de basura
Fuente: propia

Desechos: Contenedores para clasificación de desechos en ORGÁNICOS Y RECICLABLES.

-Parcelas sostenibles: criterios como uso óptimo y adecuado de los materiales durante la construcción no se pueden establecer, aunque de acuerdo con la categoría si se puede identificar aspectos como la ubicación accesible y céntrica, paradas de buses públicos. En áreas exteriores e interiores el uso excesivo de pavimento específicamente para áreas de parqueo reduce considerablemente la superficie permeable.



Figura 37. Parada de bus

Fuente: propia

Paradas de bus: Parada de transporte público sobre vía principal que conecta con centro comercial.

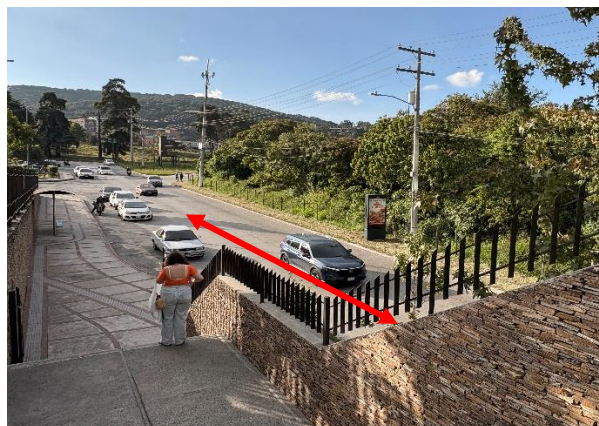


Figura 38. Gradas ingreso a Naranjo Mall

Fuente: propia

Ubicación: La ubicación céntrica, sobre vía principal de El Naranjo.



Figura 39. Vista parqueo exterior

Fuente: propia

Parqueos: Exteriores y en área de sótano con pavimento que reduce área permeable.



Figura 40. Parqueo improvisado

Fuente: propia

Parqueos: Improvisación de parqueos con piedrín debido a la alta demanda.

-Localización y transporte: en ambos accesos hacia el edificio se ubican estaciones para bicicletas, bahía de estacionamiento para carros, buses, taxis y paradas de bus. También cuenta con

ingreso peatonal.



Figura 41. Acceso peatonal Naranjo Mall
Fuente: propia

Accesos: Ingresos peatonales por medio de módulo de gradas con conexión directa a parada de bus.



Figura 42. Parada transporte público
Fuente: propia

Transporte: Paradas de transporte público, bahía para parada de vehículos particulares.



Figura 43. Transporte interno
Fuente: propia

Transporte: Vehículos para movilización interna dentro del centro comercial.



Figura 44. Parqueo de bicicletas
Fuente: propia

Bicicletas: Estación de bicicletas como fomento de transporte alternativo, el cual no se utiliza.

-Calidad ambiental interior: categoría que no es posible medirse sin los instrumentos adecuados que permiten evaluar esta categoría. Por medio de la percepción de los ocupantes se puede establecer como un criterio relativo de la calidad interna; la iluminación, ventilación y confort dentro del edificio los cuales se perciben como aceptables.

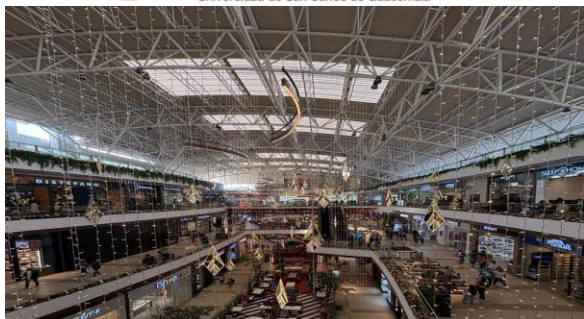


Figura 45. Iluminación Naranjo Mall
Fuente: propia

Confort interno: A pesar de la cantidad de elementos visuales, los ocupantes lo perciben como confort aceptable.

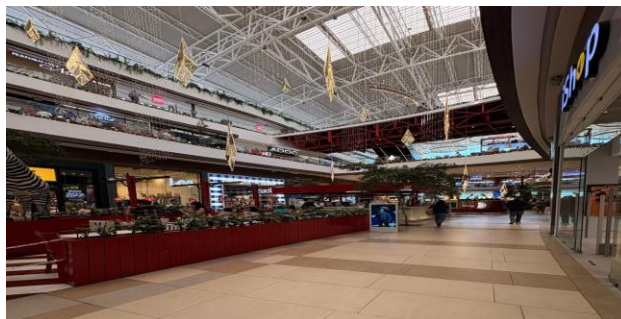


Figura 46. Pasillos Naranjo Mall
Fuente: propia

Confort interno: Pasillos, iluminación natural y ventilación permiten que la sensación interna se perciba como aceptable.

-Zonas verdes: criterio que no abarca la evaluación de aspectos sostenibles, sin embargo, es un factor importante ya que para la construcción del centro comercial Naranjo Mall se perdió bosque desmedidamente, aproximadamente 43,370m² de construcción reemplazó el área natural, lo que contraría con el concepto de sostenibilidad y con las certificaciones como este caso, LEED. No existe registros cuantificables de la cantidad de área perdida para el sector de El Naranjo, pero en las imágenes se puede determinar visualmente del 2003 a la fecha la evolución en cuanto a la tala de árboles.



Figura 47. Cobertura forestal 2003
Fuente: google earth

Áreas verdes: Para el año 2003 la cobertura forestal era basta, se extendía por el bulevar El Naranjo.



Figura 48. Construcción Naranjo Mall
Fuente: google earth

Construcción: En la actualidad la cantidad de construcciones refleja la pérdida de bosque por la tala desmedida. Área construida de 43.370m² aproximado.

El análisis y evaluación que se realizó en el centro comercial se deriva de la percepción visual profesional; ya que, a pesar del acercamiento con la administración del lugar, no fue efectiva una reunión presencial o virtual en la que se pudiera solicitar información técnica de soporte que confirme las prácticas sostenibles o medidas de mitigación y/o compensación que se implementen en el Comercial.

4.2.3 Análisis de criterios y características ecotecnológicas identificadas

Como bien se ha estudiado, la eco tecnología es el aprovechamiento de la tecnología en bienestar de la naturaleza y abarca principalmente los sectores de energía, agua, manejo de residuos y la construcción. Para este caso de estudio, a través del análisis LEED, permite establecer los criterios de ecotecnología aplicados en el centro comercial Naranjo Mall, habiendo identificado las siguientes:

- **Energía:** luminarias de luz cálida y blanca con sistema LED que favorecen al ahorro energético y al confort interno de los ambientes. Sistema de aproximación y tiempo que evita el consumo innecesario. Sistema de distribución y ahorro de energía por medio de paneles solares instalados en losa del edificio que reduce el consumo de energía convencional.
- **Agua:** artefactos en área de servicios sanitarios (inodoros y lavamanos) ahorradores con sistema de push y temporizador que evita el exceso del agua, planta de tratamiento.
- **Manejo de residuos:** con respecto al manejo de los residuos, el centro comercial cuenta con recipientes que permiten la separación de residuos en orgánico y reciclables, facilitando en la disposición final la reutilización de residuos y/o reciclaje dependiendo los residuos que se generen.

4.3 Pasaje Naranjo

Pasaje Naranjo es un centro comercial ubicado sobre el Boulevard El Naranjo, zona 4, Mixco, Guatemala. Colinda hacia el norte con el puente El Naranjo que une la zona 4 de Mixco con El Periférico hacia la zona 1, Guatemala, hacia el sur conecta con las diferentes áreas y residenciales de la zona 4 de Mixco como Tulam Tzu, Bosques de San Nicolás, así como zona 11 de Mixco y zona 19 de Guatemala. Forma parte del plan maestro Condado Naranjo. Desarrollado por ARCOS, establecido como un centro comercial, de conveniencia y está dirigido a la población establecida en Condado Naranjo y cuenta con más de 25 opciones de supermercado, restaurante, tiendas y

gimnasio y alrededor de 225 parques.

Luego de la investigación bibliográfica, se pudo constatar que actualmente el centro comercial no cuenta con una certificación LEED avalada y otorgada por U.S. Green Building Council, sin embargo, forma parte del Plan Maestro de Condado Naranjo el cual obtuvo la certificación LEED PLATINUM para comunidades, lo que contempla y convierte a Pasaje Naranjo en una edificación con características ambientales sostenibles que no considera otro tipo de edificación comercial.

- **Certificación LEED otorgada**

Específicamente este caso de estudio no ha obtenido certificación LEED, pero como se ha indicado anteriormente pertenece al Plan Maestro Condado Naranjo el cual si cuenta con categoría LEED PLATINUM, formando parte de las consideraciones ambientales sostenibles implementadas en el Plan Maestro. Por tal motivo, se tomará en cuenta los criterios tomados para el caso de Estudio Naranjo Mall.

4.3.1 Criterios en categorías LEED aplicados

Todas las certificaciones que se puede otorgar constan de las mismas ocho categorías que ya se han descrito anteriormente, siendo: eficiencia en el uso del agua, parcelas sostenibles, materiales y recursos, prioridad regional, energía y atmósfera, calidad ambiental interior, innovación, localización y transporte. El centro comercial Pasaje Naranjo propiamente no cuenta oficialmente con alguna certificación LEED, por lo que no es posible establecer la asignación a alguna categoría.

4.3.2 Análisis de criterios identificados de las categorías LEED

De acuerdo con la visita de inspección visual realizada en el centro comercial para identificar criterios sostenibles, tomando como base las categorías de las certificaciones LEED y el caso de estudio Naranjo Mall, ya que Pasaje Naranjo no posee ninguna certificación, no obstante, implementa características en bienestar del medio ambiente, de lo cual se obtuvo lo siguiente:

-Eficiencia en el uso del agua: dos módulos conforman el centro comercial con concepto de plaza, con área de servicios sanitarios para cada módulo. El ahorro que se identifica puntualmente es en los artefactos en área de Servicios Sanitarios; los lavamanos cuentan con sistema de activación por acercamiento tanto para lavado como secado de manos. Los inodoros funcionan con sistema de

“push” a una sola descarga y presión que evita realizar más descargas innecesarias. El tratamiento del agua y el sistema de tubería para aguas residuales y pluviales se determina mediante la limpieza del agua utilizada dentro del edificio por medio de la planta de tratamiento para desfogue final a los cuerpos de agua reduciendo la contaminación.



Figura 49. Lavamanos eficiente
Fuente: propia

Lavamanos: Acción mediante sensor de presencia, tanto para lavado como secado de manos.



Figura 50. Inodoro eficiente
Fuente: propia

Inodoro: Funcionamiento para accionar a una solo descarga, bajo presión.

-Energía y atmósfera: como objetivo de esta categoría, sustituir energías contaminantes a una ahorradora y eficiente. En áreas comunes interiores y exteriores, así como dentro de los locales, utilizan luminarias ahorradoras tipo LED. Las losas a diferentes alturas permiten el ingreso de ventilación e iluminación natural, al igual que las cubiertas con material traslúcido para el ingreso de la luz natural. Cuenta con energía alternativa, a través de la instalación de 177 paneles solares con un ahorro aproximado de 37 toneladas de CO₂ al año, que equivale a sembrar 1,529 árboles. Luminarias colgantes de tubos con luz blanca y sistema LED que favorecen al ahorro energético y al confort interno de los ambientes. Para áreas comunes y mayormente transitas la iluminación es fija, mientras que, en Servicios Sanitarios, son tipo ojos de buey con encendido por medio de presencia. Sistema de distribución y ahorro de energía por medio de paneles solares instalados en las losas de ambas alas que favorece a la reducción de CO₂ al año.



Figura 51. Ingreso Pasaje Naranjo
Fuente: propia

Iluminación: De noche se evidencian luminarias en bolardeos y ojos de buey en techo para áreas exteriores de parqueo y pasillo.



Figura 52. Vista exterior Pasaje Naranjo
Fuente: propia

Decoración: En época navideña el consumo energético incrementa al ubicarse más luminarias de diferente tipo.

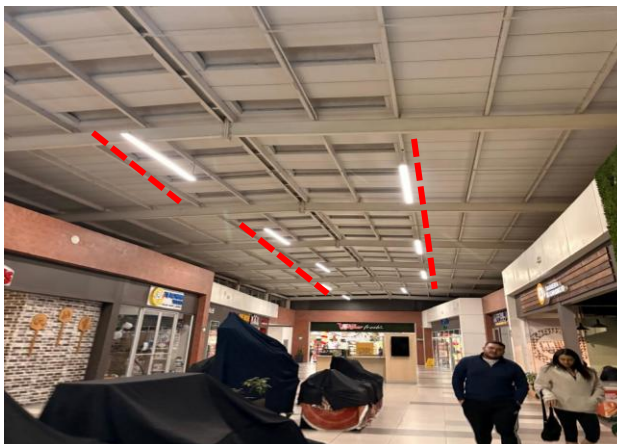


Figura 53. Iluminación general
Fuente: propia

Luminarias: En el interior de las áreas comunes, existen lámparas colgantes tipo tubo led.



Figura 54. Iluminación natural
Fuente: propia

Iluminación: El diseño y combinación de materiales permite el ingreso de iluminación natural.

-Materiales y recursos: los materiales implementados en el proceso de construcción del edificio no son perceptibles ni cuantificables en cuanto al bienestar o daño causado. Algunos de los materiales principales observados se encuentran el concreto y estructuras metálicas con recubrimientos que diferencian los espacios como la fachaleta de ladrillo. Los desechos se manejan a través de estaciones con separación para orgánico e inorgánico ubicados en el interior y exterior

de las áreas comunes, adicionalmente se ubica una estación completa para separación de los distintos desechos, que incluye los desechos electrónicos.

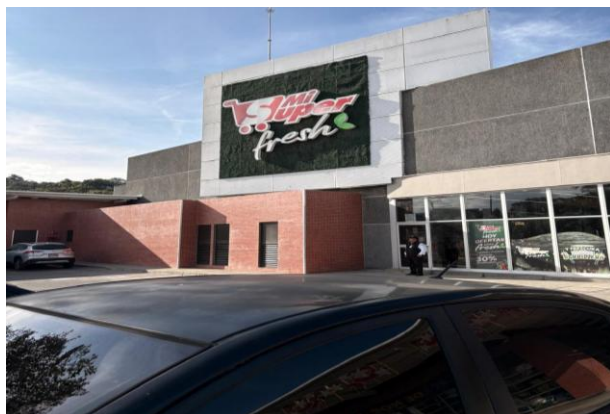


Figura 55. Materiales fachada
Fuente: propia

Materiales: Predominan en la fachada frontal fachaleta de ladrillo, concreto y estructura metálica.

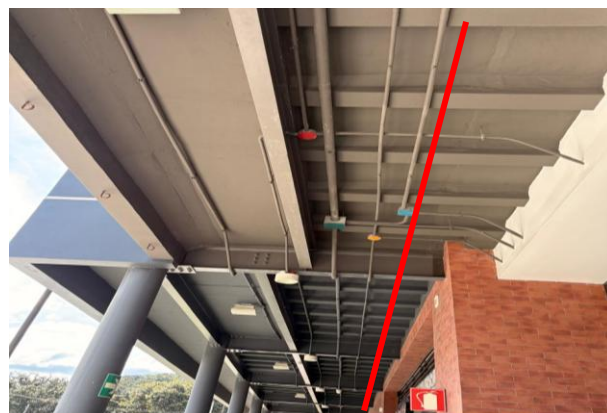


Figura 56. Materiales e instalaciones
Fuente: propia

Materiales: Estructura metálica sobre pasillo de parqueos y se evidencian diferentes instalaciones.



Figura 57. Basureros clasificados
Fuente: propia

Basureros: Ubicados en áreas comunes en el interior y exterior de los módulos con información para una adecuada clasificación de los desechos.



Figura 58. Contenedores de reciclaje
Fuente: propia

Contenedores: Espacio destinado para clasificar cada uno de los desechos, incluyendo el desecho electrónico.

-Parcelas sostenibles: el concepto del centro comercial, con dos módulos y espacios abiertos destinados para parqueos que da acceso a ambos módulos, además, permite contar con espacios verdes y favorece al confort interno, ventilación e iluminación natural que brinda a ambos edificios. Aunque el uso de concreto para parqueo de vehículos es extenso con relación a los módulos y los espacios de vegetación.



Figura 59. Espacios de circulación

Fuente: propia



Figura 60. Parqueos

Fuente: propia

Espacios: Áreas abiertas entre módulos que favorece a la iluminación y ventilación natural hacia los módulos.

Parqueos: Área de estacionamiento de vehículos, espacio totalmente de concreto, lo que disminuye área permeable.



Figura 61. Vegetación

Fuente: propia



Figura 62. Jardineras

Fuente: propia

Vegetación: Área de vegetación en espacios de parqueos.

Jardineras: En área de pasillo se extienden jardineras como espacios verdes y de barrera.

-Localización y transporte: sobre el boulevard principal, se encuentran paradas de transporte público, está ubicado en un área céntrica que conecta con diferentes comercios lo que permite tener parqueo para bicicletas y ciclovía en área exterior que conecta a los residenciales aledaños. Existen ingreso para vehículos particulares, para el peatón y rampas para personas con capacidades diferentes.



Figura 63. Caminamientos
Fuente: propia

Accesos: Espacio de parqueo combina escalones de concreto con vegetación y señalética informativa para cuidado de las áreas.



Figura 64. Parqueo de bicicletas
Fuente: propia

Bicicletas: Estacionamiento para bicicletas, conectado por ciclovía hacia residenciales e interior de módulos comerciales.



Figura 65. Ingreso peatonal
Fuente: propia

Ingreso peatonal: Sobre el boulevard principal, El Naranjo, se ubican accesos peatonales hacia el centro comercial.



Figura 66. Parada transporte público
Fuente: propia

Parada de bus: Transporte público circula sobre vía principal y parada de usuarios con acceso hacia centro comercial.

-Calidad ambiental interior: categoría que no es posible medirse sin los instrumentos específicos que evalúan este aspecto. Favorece la característica del centro comercial, al ubicarse espacios abiertos en los laterales, se obtiene el ingreso de ventilación e iluminación natural, permitiendo un ambiente favorable, aunque no medible para determinar si efectivamente es adecuado.



Figura 67. Caminamientos exteriores
Fuente: propia



Figura 68. Voladizos
Fuente: propia

Pasillos: Los espacios abiertos entre cada módulo proporciona un espacio natural de ventilación e iluminación que genera confort.

Voladizos: La estructura metálica y techo a diferentes alturas permite ingreso natural de iluminación y ventilación.

-Zonas verdes: criterio que no está dentro de la evaluación de aspectos sostenibles, sin embargo, es un factor importante ya que, en las nuevas construcciones comerciales, como lo fue Pasaje Naranjo, hubo pérdida considerable de bosques, áreas verdes y que expone lo contrario al concepto de sostenibilidad. El área cuantificable de la cantidad de área perdida para la construcción de este edificio fue aproximadamente de 31,385m², en las imágenes se puede observar que desde al año 2003 a la fecha la pérdida de bosque es alarmante.



Figura 69. Área Pasaje Naranjo 2003
Fuente: google earth



Figura 70. Construcción Pasaje Naranjo
Fuente: google earth

Áreas verdes: En el año 2003, refleja que la cantidad de bosque para esa zona era abundante, lo contrario en la actualidad.

Construcción: La construcción del centro comercial representó un área de 31, 385m² aproximadamente, cantidad de bosque perdido.

El análisis y evaluación que se realizó en el centro comercial deriva de la percepción visual profesional; ya que, a pesar del acercamiento con la administración del lugar, no fue efectiva una reunión presencial o virtual en la que se pudiera solicitar información técnica de soporte que confirme las prácticas sostenibles o medidas de mitigación y/o compensación que se implementen en el Comercial, esto por motivo de que la administración maneja los datos con mucha reserva.

4.3.3 Análisis de criterios y características ecotecnológicas identificadas

Como se ha indicado en la presente investigación, la ecotecnología es el aprovechamiento de la tecnología en bienestar de la naturaleza que abarca principalmente los sectores de energía, agua, manejo de residuos y la construcción. A partir del análisis desarrollado con referencia de las categorías LEED, permite establecer los criterios aplicables o que se adaptan al concepto de la ecotecnología aplicados para el centro comercial Pasaje Naranjo, habiendo identificado las siguientes:

- **Energía:** luminarias colgantes de tubos con luz blanca y sistema LED que favorecen al ahorro energético y al confort interno de los ambientes. Para áreas comunes y mayormente transitas la iluminación es fija, mientras que, en servicios sanitarios, son tipo ojos de buey con encendido por medio de presencia. Sistema de distribución y ahorro de energía por medio de paneles solares instalados en las losas de ambas alas que favorece a la reducción de CO₂ al año.
- **Agua:** el ahorro que se identifica puntualmente es en los artefactos en área de Servicios Sanitarios; los lavamanos cuentan con sistema de activación por acercamiento tanto para lavado como secado de manos. Los inodoros funcionan con sistema de “push” con una sola descarga y presión que evita realizar más descargas innecesarias, planta de tratamiento.
- **Manejo de residuos:** con respecto al manejo de los residuos, el centro comercial cuenta con recipientes que permiten la separación de residuos en orgánico, inorgánicos y reciclables, facilitando en la disposición final la reutilización de residuos y/o reciclaje dependiendo los residuos que se generen.

4.4 Comparaciones ambientales de ambos casos

Tabla 1. Cuadro comparativo

CUADRO COMPARATIVO		
CRITERIO	NARANJO MALL	PASAJE NARANJO
CERTIFICACIÓN SOSTENIBLE	Certificación LEED CS CERTIFIED, otorgado en el año 2018 por USGBC.	No posee certificación sostenible, pero si posee prácticas sostenibles.
Energía	Luminarias tipo LED en áreas comunes. Espacios de menor ocupación con sensores de presencia, paneles solares en techo. Aprovechamiento de iluminación natural. Mayor consumo energético.	Luminarias tipo LED en áreas comunes. Espacios de menor ocupación con sensores de presencia, paneles solares en techo. Aprovechamiento de iluminación natural. Menor consumo energético
Agua	Identificación de artefactos ahorradores. Lavamanos con sistema de acercamiento e inodoros con botón de una sola descarga. Planta de tratamiento	Identificación de artefactos ahorradores. Lavamanos con sistema de acercamiento e inodoros con botón de una sola descarga. Planta de tratamiento
Vegetación	Jardineras y macetas en el interior, en el exterior jardineras en área de parqueo. Sin áreas verdes específicas.	Jardineras y macetas en el interior, en el exterior jardinerización, amplias jardineras en área de parqueo y espacios abiertos. Mayor contacto con la naturaleza y espacios de vegetación.
Sitio y entorno	Ubicado sobre Boulevard El Naranjo, nexo a varios comercios y zona residencial en un entorno verde que en la actualidad ha disminuido considerablemente.	Ubicado sobre Boulevard El Naranjo, nexo a varios comercios y zona residencial en un entorno verde que en la actualidad ha disminuido considerablemente. Conexión directa peatonal y transporte alternativo con las residencias.
Manejo de desechos	Disposición de recipientes que permiten a las personas depositar los residuos según el material; orgánicos y reciclables los cuales se ubican en áreas comunes.	Distintos recipientes, ubicados en áreas comunes para facilitar la clasificación final de los desechos que se producen dentro del centro comercial; orgánico, inorgánico y reciclable que permite una separación específica.

LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE	La ubicación permite acceder por medio de bahía al transporte público y/o taxis, vehículos privados y bicicletas. Internamente existen vehículos para transporte de los usuarios. No cuenta con ciclovías.	La ubicación permite acceder al transporte público, vehículos privados y bicicletas. Existe ciclovía en área de parqueos que condice hacia residencial aledaño.
RELACIÓN USUARIO/EDIFICIO	Por percepción y encuestas; es un espacio cerrado, con ambiente familiar, sin embargo, se percibe cierta contaminación; visual y auditiva.	Espacio tipo plaza, de carácter familiar, visual y auditivamente más limpio, tranquilo, que percibe mayor contacto con la naturaleza.
ACCESOS	Con acceso para peatón; por medio de gradas, vehicular; garitas de acceso, bicicletas; estación para resguardo y para personas con capacidades especiales; por medio de rampas y elevador.	Con acceso para peatón; por medio de gradas, vehicular; garitas de acceso, bicicletas; estación para resguardo y para personas con capacidades especiales; por medio de rampas. Accesos directos, al ser en su mayoría de un nivel.
SEÑALÉTICA	En sótanos y áreas exteriores se ubica señalización de prevención, información y emergencia, vertical y horizontal.	En áreas exteriores se ubica señalización de prevención, información y emergencia. En espacios de parqueos se encuentra señalización informativa y educativa.
ZONAS VERDES	Pérdida total de bosques, zonas verdes, vegetación para construcción del edificio.	Pérdida total de bosques, zonas verdes, vegetación para construcción del edificio.

Fuente: elaboración propia

4.5 Resultados

A través de la inspección visual profesional realizada en ambos centros comerciales en diferentes horarios; Naranjo Mall y Pasaje Naranjo, permitió identificar lo siguiente:

- Naranjo Mall aplica criterios sostenibles de acuerdo a la certificación internacional obtenida: LEED CERTIFICATED, a diferencia de Pasaje Naranjo, aunque no posee alguna certificación ambiental, si desarrolla prácticas sostenibles al formar parte de un Plan Maestro llamado CONDADO NARANJO el cual posee acreditación LEED PLATINUM para vecindario.
- El aumento del consumo energético para la temporada de fin de año en el Naranjo Mall es evidente con la decoración a base de luminarias que se contraponen con el sistema de

ahorro, además de no garantizarse que todas las luminarias contengan características de ahorro.

- Las áreas de vegetación son escasas, predominan las macetas y jardineras que las convierte en espacios poco naturales. Pasaje Naranjo aplica de mejor forma el concepto al ubicarse mayores espacios de grama, y jardineras longitudinales en área de parqueo.
- La ubicación de ambos centros comerciales es céntrica. En cuanto al entorno, si se considera desde el punto comercial está en crecimiento y referente a la sostenibilidad ha disminuido puesto que las áreas verdes se están perdiendo por darle prioridad a nuevas edificaciones.
- La clasificación de los desechos en Naranjo Mall es “orgánicos y reciclables”; por lo que, si no informa y educa a las personas para un correcto uso no se considera adecuada; Pasaje Naranjo cuenta con botes para diferentes clasificaciones y una breve descripción para informar al público, de igual manera cuenta con un área específica con todos los contenedores de diferentes clasificaciones, por lo que se considera una mejor clasificación de los residuos que la de Naranjo Mall.
- Ambos tienen accesos peatonales, vehiculares, en bicicleta y paradas para transporte público, sin embargo, acceder peatonalmente o por medio de bicicleta se dificulta debido a la falta de ciclovías en las vías principales y la falta de espacios para la circulación del peatón hacia los centros comerciales, aunque en Pasaje Naranjo si se ubica una ciclovía que conecta el centro comercial con los residenciales aledaños. Asimismo, debido a los factores anteriores, los parqueos para bicicletas no son ocupados.
- La señalética de tipo informativa, educativa o de emergencia es escasa en Comercial Naranjo Mall, para Pasaje Naranjo se evidencia mayor presencia de rotulación en áreas de vegetación, estaciones de reciclaje.
- Con los resultados obtenidos se demuestra que una edificación con certificación sostenible no siempre garantiza un adecuado manejo de los recursos a diferencia de otro que sin obtener certificación pero que si maneja prácticas sostenibles puede ser más eficiente ambientalmente.

- Se debe evaluar si realmente este tipo de programas de certificaciones sostenibles son viables y no atentan contra la sostenibilidad en si misma del entorno para llevar a cabo una construcción que reflejaría y diera como resultado lo contrario incluso se implementen criterios dentro del mismo como sostenibles, ya previamente habiendo dañado el entorno natural.
- Para las nuevas construcciones que integren el concepto de sostenibilidad se debe complementar la naturaleza con el edificio para no sacrificar la parte natural, como bosques, que evidentemente demuestra lo contrario al concepto de sostenibilidad que se el propósito a aplicar con este tipo de construcciones.

Se realizó una serie de preguntas, a través de una encuesta a una serie de personas que se encontraba de visita por los Centros Comerciales. Alrededor de 30 encuestas realizadas, 15 realizadas en Naranjo Mall y 15 en Pasaje Naranjo, de las cuales se obtuvo la siguiente información:

- El 80% de los encuestados, en su mayoría mujeres, indicaron que frecuentan los Centros Comerciales más de dos veces al mes por motivo de entretenimiento y compras.
- El 50% de las personas encuestadas indicó que no tiene conocimiento sobre el tema de sostenibilidad o las buenas prácticas ambientales, mientras que el otro 50% indicó que, si tiene algún conocimiento sobre sostenibilidad, además lo relacionan directamente con la clasificación de los desechos.
- En cuanto a la satisfacción al frecuentar los Centros Comerciales, un 50% de los entrevistados manifestó sentirse en Pasaje Naranjo como un ambiente más cómodo y tranquilo.
- En cuanto al conocimiento sobre las prácticas sostenibles aplicadas a ambos centros comerciales, el 50% indicó afirmativamente y asociarlo a la clasificación de los desechos y a la vegetación, macetas y jardinería en general.
- Sobre la publicidad acerca del manejo sostenible ubicada en cada uno de los Centros Comerciales, el 100% indicó no encontrar en centro comercial Naranjo Mall, mientras que el 100% si afirmó encontrar en Pasaje Naranjo.
- El 100% de las personas cree importante frecuentar un centro comercial que contemple

prácticas sostenibles a uno que no y que un centro comercial puede contaminar si no aplica prácticas sostenibles en mayor medida a uno que no y esto pueda incidir en la salud de las personas.

- No se tuvo respuesta favorable tanto de la administración de Pasaje Naranjo como de Naranjo Mall para obtener información directa sobre los mecanismos y acciones implementadas en cuanto a la sostenibilidad de cada uno de los edificios.

CAPÍTULO V

En el capítulo final abarca sobre la estrategia eco-tecnológica hacia edificios comerciales existentes, el cual abarca los aspectos ecotecnológicos principales con criterios a implementarse en este tipo de edificaciones y, además, una propuesta de nuevos criterios que se pueden establecer como ecotecnológicos a incorporarse de la misma manera a estas edificaciones. Finalmente, esta estrategia describe la etapa de monitoreo y seguimiento, así como las ventajas y desventajas al llevar a cabo esta estrategia.

5.1 Estrategias de ecotecnológica para edificios comerciales existentes

En la actualidad, las nuevas construcciones en general consideran criterios sostenibles desde la planificación hasta su funcionamiento y esto a raíz de algunos factores como: mayor conciencia ambiental, aumento de contaminación que afecta en la salud de las personas, normativas ambientales como requisito, educación ambiental, necesidad del bienestar social, entre otros. Por tal motivo, se considera de mayor importancia que los edificios comerciales existentes a pesar de contar con algunas características ecotecnológicas, establezcan cambios o mejoras e introduzcan conceptos ecotecnológicos de los cuales posiblemente no hubo tanta importancia al tema ambiental como lo es hoy en día. Adicionalmente, derivado del análisis realizado, la ecotecnología se enfoca en la energía, el agua, la construcción y el manejo de los residuos; por lo que es importante agregar criterios de ecotecnología como: la movilidad sostenible, la señalización orientada al tema ambiental y la implementación de zonas verdes debido a las necesidades que presenta el ser humano y a las circunstancias negativas ambientales que han obligado a reforzar con medidas que garanticen el bienestar humano y ambiental que en esta presente investigación se desarrollará por medio de una propuesta eco-tecnológica hacia edificios comerciales existentes.

De los métodos sostenibles expuestos, se ha evidenciado que establecen la implementación de criterios a edificaciones por medio de evaluación de aspectos sostenibles los cuales ponderan para determinar si globalmente el proyecto se cataloga como sostenible.

Para el presente estudio se busca proponer una serie de sistemas y artefactos eficientes, con menor impacto negativo hacia el medio ambiente que se pueden sustituir en edificaciones existentes para mejorar el rendimiento. El sistema de implementación funciona de la siguiente

manera; dentro de las seis categorías (agua, energía, residuos, señalización ambiental, zonas verdes y movilidad sostenible) se despliegan una serie de criterios (sistemas y artefactos); para cada categoría se debe cumplir con un mínimo de criterios para posicionar al proyecto en Nivel A, B o C. Finalmente, el cumplimiento mínimo requerido en cada categoría da una sumatoria total de puntos con equivalencia en porcentaje para cada nivel, siendo la siguiente y según se detalla en el cuadro adjunto:

NIVEL A: Aplica ALTO como proyecto eco-tecnológico = 135 puntos equivalente al 81%

NIVEL B: Aplica MEDIO como proyecto eco-tecnológico = 70 puntos equivalente al 54%

NIVEL C: Cumple MÍNIMO, se debe reevaluar = 45 puntos equivalente al 35%

Tabla 2. Tabla de ponderación

CATEGORÍA	CRITERIO	CANTIDAD PUNTOS	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C
Hídrica	1.Grifos ahorradores 2. Inodoro con sistema ahorrador 3. Filtros purificadores de agua 4. Sistema de tratamiento para aguas residuales 5. Aspersores para riego 6. Sistema de captación agua pluvial para reuso	5 puntos por criterio. Total de 30 puntos posibles.	Mínimo requerido: 5 criterios 25 puntos	Mínimo requerido: 3 criterios 15 puntos	Mínimo requerido: 2 criterios 10 puntos
Energía	1.Luminarias eficientes 2. Luces de emergencia 3. Paneles solares 4.Aire acondicionado 5.Equipos de cocina eficientes	5 puntos por criterio. Total de 25 puntos posibles.	4 criterios 20 puntos	3 criterios 15 puntos	2 criterios 10 puntos
Residuos	1.Compost 2.Materiales para productos y alimentos 3.Contenedores de reciclaje 4.Máquinas recicladoras 5.Área de clasificación	5 puntos por criterio. Total de 25 puntos posibles.	4 criterios 20 puntos	2 criterios 10 puntos	1 criterio 5 puntos
Zonas verdes	1.Muros verdes 2. Adoquín ecológico 3.Vegetación natural 4. Huertos ecológicos 5.Zonas verdes	5 puntos por criterio. Total de 25 puntos posibles.	4 criterios 20 puntos	3 criterios 15 puntos	2 criterios 10 puntos

Señalización ambiental	1.Mupis 2.Señalización ambiental	5 puntos por criterio. Total de 10 puntos posibles.	2 criterios 10 puntos	1 criterio 5 puntos	1 criterio 5 puntos
Movilidad sostenible	1.Espacio para Bicicletas 2.Espacio de Motocicleta eléctrica 3. Espacio para Scooter eléctrico 4.Espacio para Carro eléctrico	5 puntos por criterio. Total de 20 puntos posibles.	3 criterios 15 puntos	2 criterios 10 puntos	1 criterio 5 puntos
TOTAL PUNTOS:		135 – 100%	110 – 81%	70 - 54%	45-35%

Fuente: elaboración propia

Establecidos los criterios y previamente señalados los conceptos eco-tecnológicos a analizar, se detalla a continuación cada una de las estrategias a considerar en edificios comerciales existentes:

5.1.1 Propuesta hídrica

Criterio que debe considerarse debido a la escasez del recurso y a las dificultades de acceso, condicionadas en parte por la contaminación de las fuentes de abastecimiento, lo que limita la capacidad de satisfacer las necesidades de la población. Ante esta situación, las nuevas medidas se orientan al ahorro y uso eficiente del agua, su aprovechamiento, conservación de la calidad y control de la contaminación. Para ello, se propone la incorporación de sistemas y dispositivos que permitan optimizar el consumo y mejorar la eficiencia en el uso del recurso dentro de las edificaciones comerciales existentes. Al incorporar los criterios sugeridos para la estrategia hídrica se puede obtener un ahorro económico aproximado de hasta el 40%.

La presente propuesta busca incorporar o sustituir ya sea sistemas o artefactos orientados hacia el adecuado manejo hídrico que se utiliza tanto en los locales que forman parte del centro comercial, así como por los usuarios y de forma general del centro comercial que se describen a continuación:

- ❖ Los locales que forman parte del centro comercial que pueden estar compuestos por venta de servicio, producto o alimentación en los cuales puede incluir espacios con sanitarios y cocinas indispensables del recurso hídrico. Los servicios sanitarios que son indispensables para el usuario en cuanto al uso de inodoros y lavamanos para lo cual se sugiere aplicar la siguiente ecotecnología:

-Grifos ahorradores: los centros comerciales existentes que no cuenten con este tipo de artefactos en área de sanitarios, deberán cambiar los existentes por este tipo de grifos ahorradores que se incorporan al lavamanos que, al hacer uso de este, por medio de presión por tiempo fluye el líquido

con más potencia y menor cantidad para realizar con mayor rapidez las actividades. Otro sistema para la eficiencia es por medio de aproximación hacia el elemento que expulsa el líquido, lo que evita el desperdicio de agua al cortar el flujo instantáneamente al no detectar movimiento.

*Las imágenes que se presentan son ilustrativas más no representativas.



Figura 71. Artefacto ahorrador

Fuente: página room diseño, <https://roomdiseno.com/>

Llave ahorradora con accesorios que permiten adaptarse a un lavamanos tradicional.



Figura 72. Llave ahorradora

Fuente: propia

Artefacto que funciona por aproximación, para evitar desperdicio de agua.

-Inodoro ahorrador (ecológico): se deberán evaluar los inodoros actuales y sustituirlos por inodoros ahorradores con sistema a presión “push” que diferencia los sólidos y líquidos, funciona a una sola descarga, con mayor potencia y requiere de menor cantidad de agua.



Figura 73. Inodoro eficiente

Fuente: propia

Sistema a presión que cumple su función con una sola descarga; logra mayor presión y menor consumo de agua.



Figura 74. Inodoro ahorrador

Fuente: página desatascos, Barcelona, <https://desatascosecodes.com>

Botón con división de líquido y sólidos según el uso así es la cantidad de agua, mayor control.

-Filtros purificadores de agua: se deberá incorporar artefacto eco-tecnológico a la llave existente de lavatrastos, mismos que se ubican en los ambientes que ofrecen alimentos y que aporta en

reducción del consumo de agua y costos, ya que el sistema que posee purifica el agua para consumo humano. Estos equipos se encuentran en diferentes dimensiones, diseños, capacidades según se requiera para cada caso específico y de fácil instalación a la llave de lavatrastos existente.



Figura 75. Purificador de agua

Fuente: página de productos, <https://es.made-in-china.com>

Unidades adaptables a chorros de cocina que convierte el agua del sistema general en agua para consumo humano.



Figura 76. Purificador industrial de agua

Fuente: página Hidromaster, <https://hidromaster.com.gt>

Equipos de fácil instalación, con variedad de diseños y propósitos que reduce costo adicional para compra de agua potable.

- ❖ El manejo integral que debe generar un centro comercial principalmente con la disposición final del agua y el aprovechamiento del agua de lluvia es importante para lograr cuidado del recurso y lograr ahorro económico para lo cual se sugiere la siguiente ecotecnología:

-Sistema de tratamiento de aguas residuales: La edificación existente debe contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales, de no contar con uno se deberá realizar una evaluación a través de especialistas en el tema para determinar según factores como cantidad de personas, circulación, para establecer el tipo de sistema a implementar.

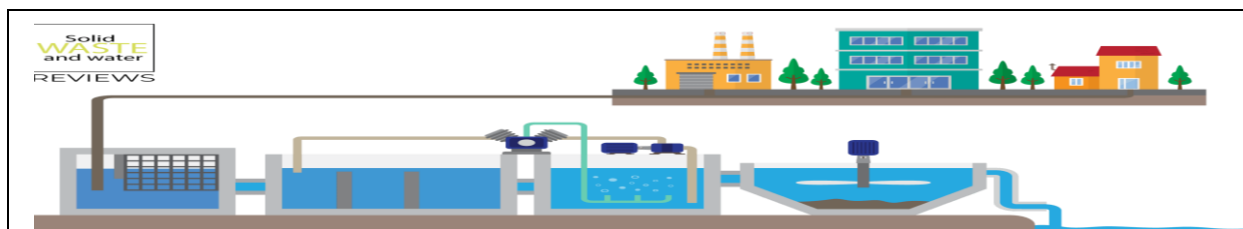


Figura 77. Sistema tratamiento aguas residuales

Fuente: página de ilustraciones, <https://www.istockphoto.com>

Diseño dependerá de la evaluación realizada por un especialista para establecer dimensiones y tipo de sistema a requerir el centro comercial.

-Sistema de filtración aguas grises: sistema a introducir como un criterio hídrico para lo cual se debe construir un elemento con sistema para el tratamiento de las aguas grises; es decir, proveniente de las áreas que manejan jabón que posterior al tratamiento dentro de la unidad estas aguas pueden reutilizarse para riego y/o retornarse a los suelos filtrantes.

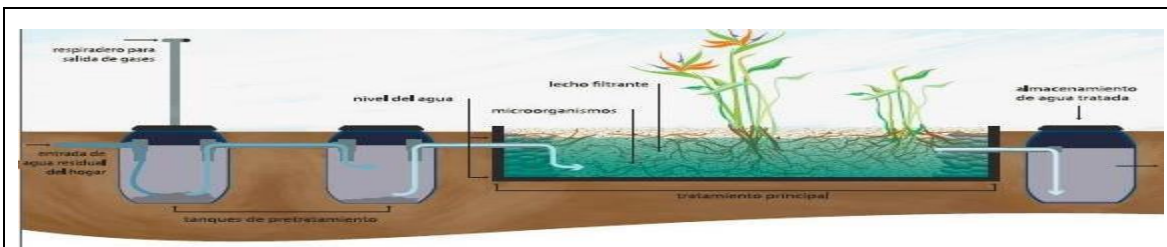


Figura 78. Sistema filtración aguas grises

Fuente: página de ingeniería, <https://www.isf.es>

Sistema con características similares a la fosa séptica, a diferencia de esta que es únicamente para aguas grises.

-Aspersores para riego: los centros comerciales existentes que no posean dispositivos automatizados y ahorradores para riego deben incluir este tipo de dispositivos con instalación en áreas verdes y jardines de los cuales existen diferentes tipos y tamaños que se acoplan según dimensiones del área. Los dispositivos con sistema de automatización de tiempo y horario se efectúan y el sistema de riego se realiza con presión en forma de cortina de agua, siendo más eficientes.



Figura 79. Aspersor para riego

Fuente: página de home depot, <https://blog.homedepot.com.mx>

Artefacto que se adhiere a superficie natural con sistema de temporizador para riego automático.



Figura 80. Aspersor automático

Fuente: página de marcas y compras, <https://www.ubuy.gt>

Según dimensiones, diseño y tipo de vegetación, así es el dispositivo a instalarse.

-Sistema de captación agua pluvial: si no existe un método específico que se especialice en la captación del agua pluvial, será necesario reestructurar las instalaciones sanitarias para utilización del agua captada para uso en inodoros e irrigación de áreas verdes; estos cambios se pueden hacer progresivamente ya que al incorporarse se obtiene ahorro de agua y aprovecharlo es canalizarla para irrigación. La disposición final puede ser a las áreas mencionadas o puede ser almacenada por cisternas o tanques para posterior uso.



Figura 81. Captación agua pluvial

Fuente: página construex, <https://www.construex.gt>

Sistema de captación de agua de lluvia por medio de tubería directamente hacia áreas con vegetación o elemento de almacenaje.



Figura 82. Sistema captación agua pluvial

Fuente: página de sistema estadístico, <https://siesco.conavi.gob.mx>

Canales que pueden ser incorporados en techos de las edificaciones para reutilizar en áreas verdes.

Tabla 3. Resumen eficiencia hídrica

EFICIENCIA HÍDRICA	<u>ESTRATEGIA ECO-TECNOLÓGICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>BENEFICIO</u>	<u>SUSTITUTO</u>	<u>APLICA/NO APLICA</u>
	Grifos ahorradores	Accesorio incorporado al lavamanos.	Mayor potencia, menor consumo	Llave convencional.	SÍ/NO
	Inodoro ahorrador	Artefacto con sistema de una sola acción y diferenciación de descargas.	Mayor potencia, menor consumo.	Inodoro convencional.	SÍ/NO
	Filtro purificador de agua	Equipo que se incorpora a lavatrastos.	Evita gastos adicionales en agua potable.	Incorporación de un nuevo sistema si no lo hay.	SÍ /NO
	Sistema de tratamiento de aguas residuales	Sistema subterráneo fabricado según especificaciones del centro comercial.	Elimina la contaminación para convertirla en reutilizable.	Incorporación de un nuevo sistema si no lo hay.	SÍ /NO

Filtración aguas grises	Sistema subterráneo fabricado según especificaciones del centro comercial.	Elimina la contaminación para convertirla en reutilizable.	Incorporación de un nuevo sistema si no lo hay.	SI/NO
Aspersores para riego	Elementos automatizados y especializados para un riego eficiente.	Funciona de forma eficiente y evita desperdicio de agua.	Mangueras, aspersores no ahorradores, etc.	SI/NO
Sistema captación pluvial	Sistema adecuado para captar, almacenar y distribuir agua de lluvia.	Ahorro de recurso hídrico por aprovechamiento de agua de lluvia.	Incorporación de un nuevo sistema si no lo hay.	SI/NO

Fuente: elaboración propia

5.1.2 Propuesta energética

Durante todo el ciclo de vida de una edificación se consume energía que, si se utiliza de forma irresponsable, podría impactar negativamente al medio ambiente, por tal motivo, se debe recurrir a alternativas ecotecnológicas que consideren sistemas y artefactos que sustituyan la energía convencional por la ecotecnología para disminuir el impacto ambiental negativo que se produce al no utilizarlas. Al incorporar los criterios sugeridos para la estrategia energética se puede obtener un ahorro económico de hasta el 30%.

La presente propuesta pretende incorporar o sustituir sistemas convencionales por artefactos orientados a energías renovables, eficientes y ahorradoras debido a que el consumo en los Centros Comerciales, tanto en el interior como en el exterior de estos consumen fuertes cantidades de energía:

- ❖ Los locales, pasillos, área de parqueos, áreas comunes que conforman el centro comercial, dependen totalmente del consumo de energía para el funcionamiento. Dado que es una necesidad se proponen diferentes alternativas aplicadas con la ecotecnología para minimizar el impacto ambiental por energía, que se exponen a continuación:

-Luminarias: la sustitución de las luminarias convencionales por luminarias ahorradoras, eficientes y con sistema led se debe realizar para ser considerada ecotecnología. Este sistema proporciona mayor intensidad, duración, evitan emisión de calor con opción de variedad de diseños a incorporarse en todo el centro comercial. Adicionalmente incluir luminarias con sistema de presencia tipo LED para activarse con el movimiento en espacios menos concurridos.

*Las imágenes que se presentan son ilustrativas más no representativas.



Figura 83. Tubo led

Fuente: página de lámparas, <https://megalamparas.com.gt>

Elemento con sistema LED que se puede ubicar por variedad de diseño, tamaño y especificaciones; como los tubos led.



Figura 84. Focos led

Fuente: página eco luz, <https://www.ecoluzled.com/>

Focos con variedad de diseño que se caracterizan por el sistema LED y su incorporación se puede realizar a cualquier espacio.

-Luces de emergencia: Si el centro comercial no cuenta con luminarias de emergencia con sistema LED y de presencia para activarse con el movimiento o en casos especiales que se requieran activar este tipo de sistema con el fin de evitar el consumo energético innecesario, para lo cual se deben incorporar este tipo de luminarias.



Figura 85. Luminaria led de emergencia

Fuente: página Steren, <https://www.steren.com.gt>

Luminarias con sistema LED, ahorradoras y eficientes a ubicarse en áreas específicas que se activan ante alguna eventualidad.



Figura 86. Luminaria de emergencia

Fuente: página Sylvania, <https://sylvania-colombia.com>

Según necesidades del centro comercial se puede elegir entre diseño, tamaño, intensidad, entre otras características.

-Paneles solares: si el centro comercial no ha incorporado energía renovable como la solar, se deben incorporar paneles solares para sustituir la energía convencional existente y transformarse en un sistema sostenible ecotecnológico. El funcionamiento se genera por medio de instalación en techos con la orientación adecuada que favorece a la captación de energía proveniente del sol, transformación y distribución de la energía dentro de la edificación. Este tipo de energía puede ser incorporado a artefactos específicos para producción de energía como luminarias urbanas, calentadores, estufas, aires acondicionados, entre otros.



Figura 87. Sección de paneles solares

Fuente: página eco luz,
<https://www.iberdrolamexico.com>

Elemento de forma rectangular, ubicado sobre superficies capaz de captar la energía solar.



Figura 88. Panel solar

Fuente: página de iluminación, <https://neowatts.mx>

La cantidad de paneles y la orientación depende de la evaluación y necesidad del centro comercial.

-Aire acondicionado: por medio de la evaluación a los sistemas actuales de aire acondicionado que tenga el centro comercial para determinar si son ecotecnológicos, de lo contrario, se deben sustituir por equipos eficientes, ahorradores que a su vez se sugiere instalarse en áreas imprescindibles, aunque existen opciones eficientes, inevitablemente el consumo de aire acondicionado es alto. El uso de sistema INVERTER e incorporación de paneles solares para disminuir el consumo energético y lograr la climatización buscada es una opción sostenible. Además de que sean artefactos ahorradores de energía, debe ser indispensable que cuenten con refrigerantes naturales, HFO o HC los cuales tienen cero agotamiento de la capa de ozono y bajo o cero potencial de calentamiento global, que va a depender del refrigerante a utilizar.



Figura 89. Aire acondicionado inverter

Fuente: página de marca Haier, <https://haierla.com>

Equipo para instalarse únicamente en espacios imprescindibles de este sistema, el cual puede variar en tamaño, diseño y ubicación según necesidades del espacio.

-Equipos de cocina eficientes: los locales que se dedican a la venta de alimentos son espacios que dependen totalmente de aparatos para la producción de alimentos como estufa, refrigeradora, hornos, lavavajillas, entre otros. Si los aparatos existentes no son modernos con sistemas

tecnológicos que ayudan al ahorro energético estos se deben sustituir por los eficientes que tienen incorporado el sistema INVERTER el cual evita subidas de energía, maneja temperaturas y tiene ciclos estables, lo que lo convierte en una opción ecotecnológica; así como refrigerantes que no deterioren la capa de ozono.



Figura 90. Estufa eficiente

Fuente: página de marca LG, <https://www.lg.com>

Algunas de las unidades como opción en locales de alimentación son las estufas eléctricas, siendo estas eficientes, ahorradoras y brindan mayor seguridad al evitar el uso de gas propano.



Figura 91. Refrigerador eficiente

Fuente: página de electrónica, <https://electronicapanamericana.com>

Como opción para almacenamiento de alimentos en locales de comida se puede sustituir por refrigeradores modernos, eficientes con sistema INVERTER.

Tabla 4. Resumen eficiencia energética

EFICIENCIA ENERGÉTICA	<u>ESTRATEGIA ECO-TECNOLÓGICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>BENEFICIO</u>	<u>SUSTITUTO</u>	<u>APLICA/N O APLICA</u>
	Luminarias	Luminarias con sistemas eficientes, tipo LED.	Mayor duración, menor emisión de calor, menor consumo energético.	Luminarias tradicionales como incandescentes y halógenas.	SÍ/NO
	Luces de emergencia	Luminarias ubicadas en espacios específicos con sistema LED.	Menor consumo energético y menor emisión de calor.	Luces convencionales, no ahorradoras.	SÍ/NO
	Paneles solares	Piezas rectangulares que se pueden instalar en área exterior que recibe luz solar.	Disminución en costos, fuente renovable, amigable al medio ambiente.	Electricidad convencional.	SÍ/NO
	Aire acondicionado	Aparatos en áreas específicas con sistema ahorrador y refrigerantes que no dañen la capa de ozono.	Menor costo y menor consumo de energía.	Equipos desactualizados, sin sistema eficiente.	SÍ/NO
	Equipos de cocina eficientes	Aparatos de cocina modernos, con sistemas eficientes como estufa eléctrica, refrigerador con sistema INVERTER y que	Menor costo y menor consumo de energía, compatible con el medio ambiente.	Equipos desactualizados, sin sistema eficiente.	SÍ/NO

		no dañen la capa de ozono.			
--	--	----------------------------	--	--	--

Fuente: elaboración propia

5.1.3 Propuesta de manejo de residuos

El manejo de los residuos constituye uno de los criterios que evalúa la ecotecnología, debido a que comprende las acciones relacionadas con la gestión, clasificación, aprovechamiento y disposición adecuada de los desechos generados por los productos y alimentos. En el centro comercial se observa la generación de diversos tipos de residuos derivados de las actividades comerciales, especialmente en el área de alimentos, donde se producen desechos orgánicos, envases, empaques y otros materiales. Al incorporar los criterios sugeridos para la estrategia del manejo residual se puede obtener un ahorro económico de hasta el 50%.

- ❖ Para esta categoría, se pretende lograr que los materiales de los productos y de los alimentos sean biodegradables, material certificado como reciclable para que estos puedan ser utilizados para compost o que se puedan incluir en un proceso de reciclaje. Todo producto o alimento que se encuentre en el centro comercial debe estar identificado como un material biodegradable o como reciclable. Todas las personas que laboren dentro del centro comercial deben estar capacitadas para identificar y clasificar adecuadamente los materiales. Para los comensales se deben incluir contenedores específicos, correctamente identificados y detallados para una debida separación, como se sugiere con la siguiente ecotecnología:

-Compost: es preciso que si el centro comercial no ha incluido procesos naturales de abono para las áreas de vegetación, para lograr el criterio ecotecnológico debe incorporar proceso de compost que, con el adecuado manejo, ciertos desechos provenientes de los residuos generados por los alimentos dentro del centro comercial se pueden transformar en disposición final como abono para áreas con vegetación, y así evitar recurrir en costos adicionales y sustancias como fertilizantes que sean contaminantes.

*Las imágenes que se presentan son ilustrativas más no representativas.



Figura 92. Material para compost

Fuente: página limpieza de Málaga,
<https://www.delacocinaalahuerta.es>

Algunos residuos como los provenientes de frutas y verduras se pueden convertir en abono natural.



Figura 93. Compost

Fuente: página contexto ganadero,
<https://www.modafinipils.com>

El proceso final de los residuos se convierte en abono natural para brindar nutrientes a las plantas.

-Materiales para productos y alimentos: si los empaques utilizados en el centro comercial no están certificados como ambientalmente sostenibles, para aplicar a una estrategia ecotecnológica deben sustituir los materiales actuales por materiales certificados, reciclables permitidos para envoltorio de cualquier producto o alimento que se comercialice dentro de la edificación, siendo algunos de estos: cartón, papel reciclado, madera certificada, bambú, corcho, bioplásticos, vidrio reciclado. El centro comercial deberá promover a usuarios y proveedores mediante incentivos y permitir a los pequeños y medianos comercios un uso de reciclables del 50% o proveerles de cierta cantidad de material permitido.



Figura 94. Materiales reciclables

Fuente: página Magnific, <https://www.magnific.com/>

Materiales no amigables con el medio ambiente se deben sustituir por los reciclables, biodegradables.



Figura 95. Bioplásticos, cartón y papel

Fuente: página Magnific, <https://www.magnific.com/>

Bioplásticos, cartón y papel reciclado son una opción de materiales permitidos dentro de un centro comercial.

-Contenedores de reciclaje: en Guatemala existió el Acuerdo Gubernativo 164-2021, el cual obligaba a clasificar los desechos en tres categorías, aunque el mismo para el año 2026 fue declarado por la Corte de Constitucionalidad como un reglamento inconstitucional y ordenó que se expulsara del ordenamiento jurídico guatemalteco. Para la presente estrategia eco-tecnológica se propone la siguiente adecuación: clasificación de los residuos tanto por los usuarios como por los trabajadores de todas las áreas que se ubican en el centro comercial. Derivado de los materiales

sugeridos, se debe iniciar la implementación por colocar contenedores para clasificar en; orgánico, vidrio, plástico y no reciclable. Cada uno con la descripción del material para asegurar una correcta separación.



Figura 96. Contenedores de reciclaje

Fuente: página Magnific, <https://www.magnific.com/>

Contenedores a ubicarse en puntos esenciales como área de comida, pensados para los usuarios, proveedores y trabajadores del centro comercial.



Figura 97. Separación de residuos

Fuente: página Magnific, <https://www.magnific.com/>

El color de los contenedores debe identificar por el tipo de desecho, junto con una breve descripción para mejor comprensión.

-Área de clasificación: el centro comercial debe establecer un espacio destinado para realizar una clasificación de todos los desechos producidos dentro del centro comercial, previo a la disposición final. Esta actividad puede favorecer económicamente por la venta de los materiales reciclados; adicionalmente se puede implementar tours guiados a los visitantes sobre el proceso de reciclaje para crear conciencia ambiental y lograr que estos realicen una adecuada separación en los contenedores.



Figura 98. Charlas manejo de residuos

Fuente: página de Prensa Libre, <https://www.prensalibre.com>

Charlas y tours guiados sobre el manejo de los desechos, desde origen hasta disposición final.



Figura 99. Área clasificación de residuos

Fuente: página guatemalteca de noticias, <https://agn.gt>

Área creada para realizar la clasificación de todos los desechos provenientes de los contenedores y demás desechos producidos en el centro comercial.

-Máquinas recicladoras: si actualmente el centro comercial no posee máquinas para reciclar, se deben instalar estos equipos; su uso es por medio de la recepción de materiales que podría ser para este caso la implementación por envases de plástico; se contribuye con el medio ambiente y el usuario recibe un beneficio lo que permite incentivar a las personas con este tipo de reciclaje

automatizado.



Figura 100. Máquina recicladora

Fuente: página de tecnologías, <https://www.plastico.com>

Máquinas con ubicación en puntos específicos para clasificación inicialmente del plástico.



Figura 101. Reciclaje automatizado

Fuente: página de Guatemala, <https://www.guatemala.com>

Promover el uso de este tipo de reciclaje puede fomentarse por incentivos para los usuarios.

Tabla 5. Resumen manejo de residuos

MANEJO DE RESIDUOS	<u>ESTRATEGIA ECO-TECNOLOGICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>BENEFICIO</u>	<u>SUSTITUTO</u>	<u>APLICA/N O APLICA</u>
	Compost	Área exterior para realizar proceso natural para transformar en abono.	Mejora los suelos, mejora la calidad de las plantas, evita uso de químicos.	Incorporación de un espacio para compost si no lo hay.	SI/NO
	Materiales para productos y alimentos	Uso de materiales catalogados como biodegradables o reciclables.	Conservación de los recursos naturales, reducción en producción y menor contaminación.	Cambio de materiales si no cumplen con los actuales.	SI/NO
	Contenedores de reciclaje	Recipiente con clasificación; orgánico, vidrio, plástico y no reciclable para separar los desechos generados dentro del edificio.	Facilitar la clasificación y disposición final, genera conciencia ambiental, mejor higiene.	Incorporación de contenedores si no los hay.	SI/NO
	Área de clasificación	Espacio para trabajadores del centro comercial que clasifican todos los desechos generados en la edificación.	Facilitar la clasificación y disposición final, genera conciencia ambiental, mejor higiene.	Incorporación de un espacio si no lo hay.	SI/NO
	Máquinas recicladoras	Aparatos que receptionan y recicla el material plástico de forma automática.	Eficiencia en manejo de residuos, promueve incentivos y conciencia ambiental.	Incorporación de máquinas si no las hay.	SI/NO

Fuente: elaboración propia

5.2 Otras consideraciones a incorporar a la ecotecnología

Aunque los conceptos que destacan en la ecotecnología son; el agua, la energía y el manejo de residuos; se propone incorporar además de los conceptos de la ecotecnología, la vegetación, señalización ambiental y movilidad; esto derivado de que es importante pensar en sistemas apoyados por la tecnología en cuanto a la seguridad y movilidad de las personas; así como, la

vegetación que es un recurso natural que al integrarse aporta bienestar, confort a las edificaciones y aísla el sonido; ambientalmente mejora calidad del aire, reduce efecto de calor, fomenta la biodiversidad como algunos de los beneficios. A continuación, se presenta el desarrollo de estos conceptos como propuesta adicional a implementar con la ecotecnología:

5.2.1 Zonas verdes

Criterio que se ha identificado que no abarca la ecotecnología, no obstante, en la presente investigación se ha determinado como un aspecto importante a incorporar dentro de la ecotecnología ya que favorece al bienestar ambiental y al confort de las personas dentro de un espacio comercial. Como parte de la estrategia se deberá considerar lo siguiente:

- ❖ La integración de espacios verdes que están conformados por plantas, jardineras, grama, macetas, plazas, parques; tanto para el interior o en el exterior; espacio que se puede aprovechar con áreas de recreación de contacto con la naturaleza son una opción económica y amigable con el medio ambiente para mitigar el calor, disminuir áreas impermeables y generar climas adecuados para el desarrollo de las actividades al aire libre y en el interior por medio de estrategias ecotecnológicas que se proponen de la siguiente manera:

-Muros verdes: los edificios existentes que no hayan incorporado vegetación en sus paredes interiores o exteriores deben implementar la instalación de vegetación natural de plantas nativas con sistema adecuado para adaptarse en muros de las edificaciones; estas plantas crean su propio hábitat y aportan grandes beneficios al ser humano al brindar protección y aislamiento del ruido, regular el calor hacia los ambientes interiores, mejora la calidad del aire y visualmente favorece a la estética del edificio.

*Las imágenes que se presentan son ilustrativas más no representativas.



Figura 102. Muros verdes

Fuente: página grupo Haro, <https://www.grupoharbo.com>

Plantas que de acuerdo con el estudio se enlazan en los muros del edificio como parte del bienestar.



Figura 103. Fachadas verdes

Fuente: página Archdaily, <https://www.archdaily.mx/>

Diferentes diseños pueden crearse con variación de plantas para beneficio ambiental y del ser humano.

-Adoquín ecológico: los materiales que no permitan filtración de agua como asfalto o concreto y formen parte de áreas como parqueos del centro comercial deberán para entrar como una estrategia eco-tecnológica, sustituir por adoquín ecológico, elemento constructivo con diferentes diseños y tamaños, tipo bloque con el detalle de tener vacíos para permitir el crecimiento de la grama y evitar suelos impermeables, mitiga calor, permite vegetación y filtración. Material para considerarse en áreas de parqueos exteriores para disminuir el uso de otros materiales sellantes que afectan al medio ambiente.



Figura 104. Elemento ecológico

Fuente: página de adoquín ecológico, <http://adoquinecológico.blogspot.com/p/instalacion>

Ayuda a que el suelo no sea totalmente impermeable y permite crecimiento de grama.



Figura 105. Adoquín ecológico

Fuente: página de acabados constructivos, <https://debarroyconcreto.com>

Los diseños y tamaños del elemento pueden variar y pueden colocarse en área de parqueos.

-Vegetación: los centros comerciales existentes deben considerar para incluir como propuesta eco-tecnológica la incorporación de especies nativas, grama, arbustos y árboles como áreas jardinizadas, jardineras, macetas en interior y exterior para generar confort en el interior de los espacios, proporcionan sombra, brindan protección natural, disminuyen la radiación solar y crean espacios visuales adecuados, principalmente con vegetación para corredores verdes lineales o circulares.



Figura 106. Espacios verdes

Fuente: página de paisaje urbano, <https://comafors.org>

En espacios interiores y exteriores que se adapte vegetación como arbustos y árboles y plantas nativas.



Figura 107. Interiores con vegetación

Fuente: página de paisaje urbano, <https://comafors.org>

La vegetación con especies nativas puede formar parte de un espacio para brindar protección, bienestar y reducción de costos en mantenimiento.

-Zonas verdes: espacios exteriores que deben existir para establecer como criterio ecotecnológico; superficie de interacción entre el ser humano y la naturaleza, con diferente tipo de flora como la introducción de vegetación nativa y naturalizada de bajo mantenimiento a incorporar áreas de diferentes usos que distinga las actividades interiores de las exteriores en armonía con la naturaleza con plazas, caminamientos, parques, mobiliario, etc.



Figura 108. Áreas exteriores

Fuente: página Magnific, <https://www.magnific.com/>

Área de varios componentes para crear un espacio exterior de interacción naturaleza y ser humano.



Figura 109. Plazas

Fuente: página Universidad Galileo, <https://www.galileo.edu>

Espacios cubiertos de diferente vegetación a incorporar caminamientos, mobiliario, etc.

-Huertos ecológicos: para incorporar como estrategia ecotecnológica, el edificio debe establecer un área exterior como cultivo de diferentes plantas con varios propósitos; abastecer a locales de alimentos y evitar traslados por alimento, educacional y bienestar ambiental.



Figura 110. Plantas para huertos

Fuente: página aepla, <https://blog.aepla.es>

Espacio que puede ser delimitado por el tipo de cultivos; verduras, hortalizas, legumbres, etc.



Figura 111. Huertos ecológicos

Fuente: página de nutrición inteligente, <https://defeder.es/la-revolucion-de-la-agricultura-urbana/>

Área seleccionada para cultivos que puede proveer a los locales de alimentación del edificio.

Tabla 6. Resumen zonas verdes

ZONAS VERDES	<u>ESTRATEGIA ECO-TECNOLÓGICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>BENEFICIO</u>	<u>SUSTITUTO</u>	<u>APLICA/N O APLICA</u>
	Muros verdes	Vegetación de origen local a integrar en muros de edificio.	Aislamiento del ruido, regular el calor hacia los ambientes interiores, mejora calidad del aire.	Incorporación del sistema si no lo hay.	SÍ/NO
	Adoquín ecológico	Material ecológico a colocar en áreas exteriores.	Favorece el crecimiento de grama, evita suelos impermeables, mitiga calor.	Cambio de materiales impermeables.	SÍ/NO
	Vegetación	Plantas nativas, árboles, arbustos y otras especies en áreas exteriores e interiores.	Da sombra, brinda protección natural, disminuye radiación solar y de mantenimiento.	Incorporación de estos elementos naturales si no los tienen.	SÍ/NO
	Zonas verdes	Áreas amplias exteriores para interacción entre las personas y naturaleza con actividades al aire libre.	Bienestar al ser humano y al ambiente mitiga el ruido y reduce contaminación del aire.	Incorporación del área verde si no lo hay.	SÍ/NO
	Huertos ecológicos	Espacio adecuado, pensado para cultivo de diferentes tipos de plantas a proveer a locales de comida y como tema educativo.	Disminución de energía por traslados, productos naturales y como tema educativo.	Incorporación de un espacio para huerto si no lo hay.	SÍ/NO

Fuente: elaboración propia

5.2.2 Señalización ambiental

Criterio que no está identificado dentro de la evaluación de aspectos ecotecnológicos, aun así, considerado como una propuesta a implementarse debido a que puede vincularse al factor ambiental de forma indirecta; el medio en que los mensajes se pueden transmitir, la conciencia ambiental e incentivos que pueden manejarse por medio de señalética digital e interactiva, informativa como una opción para involucrar a las personas. Con estos elementos de rotulación como parte de la propuesta ecotecnológica puede aportar a informar a las personas y crear conciencia ambiental dentro del edificio como fuera de una forma interactiva, siendo estos los componentes:

-Mupis: unidades verticales que deben implementarse en el exterior y alrededor del centro comercial como una estrategia ecotecnológica, a colocar en puntos clave los cuales presentan

información interactiva sobre reciclaje, para difundir información ambiental y educativa como un método indirecto para llegar a las personas y se logre un cambio general ambiental y en cuanto a la separación de los desechos en los contenedores ubicados en el centro comercial.

*Las imágenes que se presentan son ilustrativas más no representativas.



Figura 112. Mupi

Fuente: página ABG media, <https://publicidad-y-medios.com>

Elementos interactivos con mensajes ambientales ubicados en espacio exterior, visibles.



Figura 113. Valla publicitaria

Fuente: página digital, <https://espiraldigital.es/mupis-publicitarios/>

Unidades que pueden colocarse sobre paradas de bus anexas al centro comercial con información para los transeúntes.

-Señalización ambiental: propuesta eco-tecnológica que debe establecer el centro comercial, estos son rótulos de material reciclado los cuales se deben colocar en áreas internas y externas, o sobre elementos específicos para informar sobre aspectos orientados al tema ambiental, seguridad, reciclaje y para crear conciencia que deben ser mensajes claros, cortos e ilustrativos.



Figura 114. Elemento informativo

Fuente: página Instagram, <https://www.instagram.com/p/DQUfkQXkfMe/>

Señalización vertical tanto en interior como en exterior del centro comercial con diferente información educativa, preventiva y seguridad ambiental.



Figura 115. Señalización ambiental

Fuente: página MOPC Paraguay, <https://x.com/mopcp Paraguay/>

Elementos de material reciclado con material claro y gráfico para los usuarios como fomento a la conciencia ambiental.

Tabla 7. Resumen señalización

SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	<u>ESTRATEGIA ECO- TECNOLÓGICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>BENEFICIO</u>	<u>SUSTITUTO</u>	<u>APLICA/N O APLICA</u>
	Mupies	Unidades verticales en exterior, que presenta información ambiental interactiva.	Brinda información educativa y ambiental a las personas para crear conciencia ambiental.	Incorporación de estas unidades si no las hay.	SI/NO
	Señalización ambiental	Rótulos de material reciclado ubicados en interior y exterior para promover diferente tipo de información.	Brinda información educativa y ambiental a las personas para crear conciencia ambiental.	Incorporación de señalización si no la tiene.	SI/NO

Fuente: elaboración propia

5.2.3 Movilidad sostenible

Los medios de movilización hacia un centro comercial son de suma importancia debido a la contaminación que los vehículos convencionales emiten y que en la actualidad existen otras alternativas tecnológicas menos contaminantes como el transporte eléctrico; para esto es necesario los aspectos que estos vehículos requieren al ingresar a un centro comercial siendo: factores parqueo, circulación y accesos. Para este caso de estudio se propone inicialmente que el centro comercial realice una evaluación del tema eléctrico para readecuar las instalaciones que se requieren para los espacios destinados a parqueos con los tipos de cargadores según el medio de transporte los cuales pueden generarse con energía renovable y posteriormente realizar este cambio de forma gradual para establecer como una medida ecotecnológica.

Tanto para los usuarios como para los empleados se proponen espacios adaptados para albergar los diferentes medios de transporte como: bicicleta, motocicleta eléctrica, scooter, carro eléctrico y de acceso peatonal. El uso de estos medios de movilización brinda mejoras ambientales como evitar emisiones al aire, reduce energía al no utilizar gasolina, ahorro económico y el Decreto 40-2022 genera incentivos en cuanto al IVA y matrícula, adicionalmente el centro comercial puede brindar otro incentivo a las personas que accedan con alguno de estos vehículos y que a continuación se describen los elementos a implementar según el vehículo:

-Bicicleta: se debe considerar dentro de los parqueos del centro comercial un espacio para adecuar portabicicletas, necesario realizar una evaluación para determinar la cantidad, el diseño y la ubicación. La administración del centro comercial debe fomentar el uso de este transporte

alternativo mediante incentivos de uso como eximir la cuota de parqueo u obtención de descuentos en próximos ingresos.

*Las imágenes que se presentan son ilustrativas más no representativas.



Figura 116. Parqueo de bicicletas

Fuente: página dreamstime, <https://es.dreamstime.com/>

Espacio en área visible y accesible para la cantidad evaluada de portabicicletas requeridas para el centro comercial.



Figura 117. Espacio de bicicletas

Fuente: página Wikimedia, <https://es.wikipedia.org>

El diseño, capacidad y ubicación pueden variar según las necesidades de cada centro comercial.

-Motocicleta eléctrica: para esta alternativa de transporte, como parte de la estrategia eco-tecnológica se debe construir un área específicamente para motocicletas eléctricas que cuenten con sistema que el mismo sea alimentado por medio de energía solar que a su vez distribuya energía que permita cargar este tipo de vehículo. Con este transporte se disminuye el consumo energético no renovable.



Figura 118. Parqueo motos eléctricas

Fuente: página Istock, <https://www.istockphoto.com>

Existen diferentes diseños y tipo de motocicletas con el sistema de conectarse a un cargador para recargar.



Figura 119. Cargadores para motos eléctricas

Fuente: página Istock, <https://www.istockphoto.com>

Se debe evaluar según necesidades del centro comercial para determinar la cantidad de parqueos y cargadores.

-Scooter eléctrico: el tipo de transporte alternativo de dimensiones pequeñas, que requiere poco espacio para estacionarse y poco utilizado, sin embargo, en la actualidad en el contexto nacional ha aumentado su uso por lo que como estrategia eco-tecnológica se debe contemplar área para

estacionar y que este cuente con sistema para cargar en caso de necesitarlo. El fomento de este tipo de transporte favorece a la reducción de contaminación ambiental, disminución del consumo energético al no requerirla.



Figura 120. Parqueo scooter eléctrico

Fuente: página de cargadores, <https://seedia.city/>

Tipo de transporte menos utilizado, es una unidad de dimensiones pequeñas, y además es una opción para considerar y a fomentar su uso mediante incentivos.



Figura 121. Cargadores para scooter eléctrico

Fuente: página de cargadores, <https://seedia.city/>

La cantidad de cargadores y espacios para parqueo de scooter eléctricos es menor a las demás opciones del transporte alternativo.

-Carro eléctrico: de las alternativas de transporte con más implementación en el territorio guatemalteco, tiene la capacidad que puede recorrer grandes distancias, es un transporte seguro que no necesita energía ya que se desplaza de forma eléctrica. Este transporte tiene la ventaja que existen diferentes incentivos al adquirir un vehículo como este según el Decreto 40-2022. Necesita como estrategia ecotecnológica parqueos similares a los convencionales y adicionalmente estaciones de carga que instalar el Centro Comercial.



Figura 122. Parqueo carros eléctricos

Fuente: página noticias RCN, <https://www.noticiasrcn.com>

Transporte alternativo con cargador diferenciado a los demás tipos de transporte.



Figura 123. Cargadores para carro eléctrico

Fuente: página de Instagram, <https://www.instagram.com/p/CfE2ORyO3qB/>

Las unidades de cargas y espacios para parqueo de carros eléctricos se deben evaluar.

Tabla 8. Resumen movilidad sostenible

MOVILIDAD SOSTENIBLE	<u>ESTRATEGIA ECO-TECNOLÓGICA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>BENEFICIO</u>	<u>SUSTITUTO</u>	<u>APLICA/N O APLICA</u>
	Bicicletas	Espacio de estacionamiento para ubicar porta bicicletas.	Evita emisión de contaminantes en el aire, reducción consumo energético.	Incorporación del espacio para portabicicletas si no lo hay.	SI/NO
	Motocicleta eléctrica	Espacio para estacionamiento de motocicletas eléctricas con opción para cargar el vehículo.	Evita emisión de contaminantes en el aire, reducción consumo energético.	Incorporación de espacio y cargadores si no lo hay.	SI/NO
	Scooter eléctrico	Espacio para estacionamiento de scooter eléctrico con opción para cargar el vehículo.	Evita emisión de contaminantes en el aire, reducción consumo energético.	Incorporación de espacio y cargadores si no lo hay.	SI/NO
	Carro eléctrico	Espacio para estacionamiento de carro eléctrico con opción para cargar el vehículo.	Evita emisión de contaminantes en el aire, reducción consumo energético.	Incorporación de espacio y cargadores si no lo hay.	SI/NO

Fuente: elaboración propia

5.3 Viabilidad, monitoreo y seguimiento

Inicialmente se debe realizar un estudio con todas las características convencionales a las cuales se sustituirá por la ecotecnología para evaluar con valores certeros las alternativas antes propuestas, detectar deficiencias actuales y establecer los aspectos que reflejan consumos excesivos y costos elevados que se deberán atender.

Cualquier método por implementarse requiere de un proceso de monitoreo por un período de tiempo para evaluar el funcionamiento. Las propuestas de ecotecnología pretenden ser viables, sin embargo, algunas conllevan mayor análisis para incorporarlas que otras y que en su totalidad requieren de un monitoreo y seguimiento sobre el funcionamiento y los resultados obtenidos. En cuanto al seguimiento es necesario realizar mantenimiento general y de forma periódica para obtener los resultados buscados.

5.4 Beneficios y desventajas con la implementación de la estrategia

Como todo cambio que se incorpora a una edificación existente, presenta cambios que deben adaptarse, lo que conlleva a presentar resultados negativos y positivos, como lo es en este caso se

enlistan los beneficios y desventajas identificados al incorporar ecotecnología.

5.4.1 Beneficios

- No requiere modificación estructural de la edificación existente.
- El cambio se puede implementar de forma gradual.
- Mejora el confort y la calidad de tiempo invertido dentro de la edificación comercial; tanto de los usuarios como del personal que labora en el mismo.
- Cumple con prácticas sostenibles lo que favorece a posicionar positivamente el edificio comercial ante el mercado.
- No se necesita poseer una certificación “verde” nacional o internacional para obtener beneficios ambientales y ser eficiente.
- Brinda beneficios económicos y ambientales desde el momento de su implementación.

5.4.2 Desventajas

- Negativa para implementar criterios sostenibles de ecotecnología debido al desconocimiento del tema.
- Alto costo que dificulte incorporar sistemas o adquirir artefactos con orientación sostenible eco-tecnológica.

VII. CONCLUSIONES

- Los criterios ecotecnológicos identificados aplicables a centros comerciales Naranjo Mall y Pasaje Naranjo son; agua, energía y manejo de residuos.
- De acuerdo con el diagnóstico realizado a los centros comerciales Naranjo Mall y Pasaje Naranjo se determinó la importancia de incorporar nuevos aspectos eco-tecnológicos como; señalización ambiental, zonas verdes y movilidad sostenible.
- La implementación de conceptos relacionados con la ecotecnología en las edificaciones genera diversos beneficios, entre los que destacan la reducción del consumo de agua y energía, la disminución de emisiones contaminantes y la conservación de los recursos naturales. Estas acciones contribuyen a mejorar las condiciones ambientales y, al mismo tiempo, permiten reducir los costos asociados con las distintas etapas de la edificación, desde su construcción hasta su operación y mantenimiento. Asimismo, favorecen el bienestar y la calidad de vida de las personas que utilizan estos espacios.
- Al implementar criterios ecotecnológicos a edificios comerciales existentes se logra la incorporación de sistemas y artefactos eficientes que favorecen a la reducción del consumo energético, hídrico que evita el gasto económico elevado e innecesario, también, se reduce la contaminación ambiental y se logra mejor confort del ser humano dentro de la edificación.
- Obtener una certificación sostenible no garantiza que esta vaya acorde a la realidad, puesto que se debe en la fase de construcción considerar el medio e integrarse con la naturaleza para evitar la pérdida de bosque y no sacrificar el entorno por obtener otro que no está acorde a la sostenibilidad buscada.
- Propuesta de estrategias ecotecnológicas son alternativas para edificaciones existentes que busquen cambios positivos económicos y hacia el medio ambiente.
- La escasa conciencia ambiental de las personas y falta de conocimiento de la ecotecnología en el sector de la construcción ha limitado su implementación.
- El centro comercial Naranjo Mall es un ejemplo de certificación ambiental LEED que no es necesariamente 100% sostenible, que presenta deficiencias ambientales, a diferencia del centro comercial Pasaje Naranjo que no posee alguna acreditación sostenible que emplea prácticas

sostenibles funcionales y eficientes. Se demuestra que no necesariamente lo certificado es lo sostenible o lo mejor.

- Cada proyecto en específico debe evaluarse para identificar y determinar cuáles de las propuestas ecotecnológicas son viables según características de la edificación tomando en cuenta el entorno.

VIII. RECOMENDACIONES

- A las entidades gubernamentales, como las municipalidades, responsables de otorgar las licencias de construcción, así como a las instituciones privadas que velan por la conservación de la naturaleza, organizaciones no gubernamentales (ONG), organismos internacionales, empresas recicladoras y otras empresas privadas, se les recomienda involucrarse en el desarrollo e implementación de estrategias de sostenibilidad. Su participación debe promover el establecimiento de requisitos que permitan incorporar, desde la concepción del proyecto hasta su operación, criterios sostenibles orientados a la aplicación de la ecotecnología.
- Las instituciones gubernamentales enfocadas al área ambiental como el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, INAB, CONAP, deben implementar y velar por las normativas nacionales que exijan que toda edificación comercial deba cumplir con requisitos sostenibles para autorizar la ejecución de nuevos proyectos.
- Desarrollar programas de capacitación técnica dirigido a profesionales y tomadores de decisiones en cuanto al uso eficiente de los recursos y la aplicación de estas estrategias, además de crear campañas informativas en centros educativos para crear conciencia principalmente desde la niñez sobre temas ambientales y así generar interés.
- Las edificaciones de comercio existentes pueden generar cambios positivos al medio ambiente con cambios parciales, significativos sostenibles orientados a la ecotecnología.
- El presente estudio se enfoca en edificios de comercio, sin embargo, puede ser aplicado a viviendas, centros educativos, hospitales, es decir, a cualquier tipo de edificación.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ACCIONA. *Desarrollo sostenible*. 2020. https://www.accion.com/es/development-sustainable/?_adin=02021864894 (último acceso: 02 de Julio de 2023).
- Acosta, Domingo. «Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias.» *DEARQ*, n° 4 (2009): 11.
- Acosta, Domingo, y Alfredo Cilento Sarli. «Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo.» *Tecnología y Construcción* 21 (noviembre 2005): 16.
- Águila, Idalberto. «Impacto ambiental de la producción y uso de materiales de construcción.» Investigación, Universidad Central de Venezuela, 2013.
- Águila, José Pablo del. *Tránsito vehicular dispara contaminación del aire en universidades*. 12 de MAYO de 2025. <https://www.plazapublica.com.gt/ambiente/reportaje/transito-vehicular-dispara-contaminacion-del-aire-en-universidades> (último acceso: 12 de noviembre de 2025).
- AQUAE Fundación. *¿Qué es la contaminación ambiental?* 08 de Junio de 2023. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/causas-contaminacion-ambiental/> (último acceso: 03 de Julio de 2023).
- Asociación de profesores amigos de la ciencia. «Tecnologías para la sostenibilidad.» *EUREKA* 3, n° 3 (2006): 4.
- Asociación nacional de universidades e instituciones de educación superior. «Objetivos de desarrollo sostenible.» s.f., 39.
- Banco Interamericano de Desarrollo. *Estrategia nacional para el abordaje de la deforestación y degradación de los bosques en Guatemala*. Guatemala, s.f.
- Banco mundial. *Cinco cosas que debe saber acerca de la sostenibilidad y la inclusión social*. 02 de Septiembre de 2020. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/09/02/five-things-about-social-sustainability-and-inclusion#:~:text=La%20sostenibilidad%20social%20tambi%C3%A9n%20se,y%20promover%20la%20prosperidad%20compartida.> (último acceso: 6 de Julio de 2023).
- Bautista Gordillo, Juan David, y Nelson Fabian Loaiza Elizalde. «Impactos de la construcción sostenible y tradicional a nivel ambiental.» *Boletín Semillas Ambientales* 12, n° 1 (2018): 10.
- Benavides, Jorge. «Desarrollo y medio ambiente.» *Boletín, FUNDACION PARA EL*

DESARROLLO DE GUATEMALA, 2013.

- Campuzano, Catalina Velasco. «Criterios de sostenibilidad para edificaciones -Ciclo de Vida-.»
Guía Técnica, Políticas de Desarrollo Urbano y Territorial-SPDUT, s.f., 85.
- Cano, Federico Medina. «El centro comercial: una burbuja de cristal.» *Universidad Pontificia Bolivariana* 9, n° 8 (Diciembre 1998): 32.
- Carrera, María Isabel Molina. «Análisis de la arquitectura vernácula en el casco urbano de San Juan Comalapa, Chimaltenango.» TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, 2011, 127.
- Carrión, José Faustino Sánchez. *ECOTECNOLOGIA: ventajas y vesventajas de la tecnología en el medio ambiente*. 2020. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion/talleres-de-artes/ecotecnologia-ventajas-y-desventajas-de-la-tecnologia-en-el-medio-ambiente/133764671> (último acceso: Octubre de 2025).
- CASA Guatemala. *CASA Guatemala*. 2025. <https://casagt.org/que-es-casa/> (último acceso: Septiembre de 2025).
- Castañeda, Carlos Alberto Torres. «Construcciones sostenibles y certificaciones LEED en Colombia.» FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA, Bogotá, 2017, 110.
- Castellanos, Edwin, Danai Fernández, Margarita Vies, y Alma Quilo. «Análisis de cambios de uso de la tierra, causas de la deforestación y emisiones de carbono en Guatemala.» Investigación, Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, 2014, 19.
- Castro, Emilio López de. «El marketing y la reconfiguración de las estructuras comerciales: los centros comerciales.» *Colección Mediterráneo Económico*, n° 11 (s.f.): 26.
- Centro nacional de análisis y documentación judicial. *Ley de educación ambiental*. GUATEMALA, 2010.
- Chamorro González, Candy, Lizet Vanesa Hoepfner Gutiérrez, Catalina Montaña Gallego, y Ivonne Victoria Ríos Londoño. «Procesos de gestión: edificios sostenibles vs. edificios tradicionales.» *Activos* 17, n° 2 (Julio 2019): 20.
- Cibrian, Francisco Bran. «Análisis de la vivienda vernácula: Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango.» Tesis de Grado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala, 2006, 76.
- CMIC. «La industria de la construcción hacia el desarrollo sustentable.» camara mexicana de la industria de la construcción, Ciudad de México, 2023, 14.
- Congreso de la República de Guatemala. «Decreto Número 68-86.» 13. Guatemala, s.f.

- Consejo Nacional de Rectores (Costa Rica). «Desafíos de la gestión ambiental.» San Jose, 2003.
- Constructora-Inmobiliaria. *Ecotecnologías en la construcción: Construyendo un futuro más verde*. 2024. <https://cmginmobiliaria.com/ecotecnologias-en-la-construccion-construyendo-un-futuro-mas-verde/> (último acceso: 3 de noviembre de 2025).
- Corrales Blanco, Juan C, Ana P. Pineda Iriarte, y Cecilia C. Salazar Rodríguez. «Revalorización de la arquitectura vernácula.» *LIMAQ*, nº 7 (Junio 2021): 26.
- Cruz, Jesús Medina. *Aprende Institute*. s.f. <https://aprende.com/blog/oficios/energia-solar/que-son-las-ecotecnologias/> (último acceso: 30 de Junio de 2023).
- Cruz, Lourdes, y Franco González. «Los centros comerciales y su evolución hacia un espacio público/privado en el siglo XX: plaza Universidad (1968-1969), Plaza Satélite (1970-1971) y Perisur (1979-1980).» *SciELO Analytics* 12, nº 24 (Diciembre 2021): 22.
- Dávila, Marco Vinicio Mejía. «La peligrosa contaminación del aire.» *ANALISIS DE LA REALIDAD NACIONAL*, octubre 2024: 17.
- «Deforestación y pérdida de biodiversidad.» Investigación, Quetzaltenango, USAC, Quetzaltenango, 2025, 56.
- E. Gavito, Mayra, y otros. «Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México.» *Biodiversidad*, nº 88 (Septiembre 2017): 11.
- Earth & Life University. *Beneficios de implementar las ecotecnologías en las empresas*. 2022. <https://earthuniversity.edu.mx/beneficios-de-implementar-las-ecotecnologias-en-las-empresas/> (último acceso: Octubre de 2025).
- ECONOVA institute of architecture and engineering. *ECONOVA institute of architecture and engineering*. s.f. <https://econova-institute.com/categorias-certificacion-leed/> (último acceso: Septiembre de 2025).
- EDGE. *EDGE*. 2025. <https://edge.gbci.org/home?language=es> (último acceso: Septiembre de 2025).
- ElSalvador.com. *ElSalvador.com*. 08 de Marzo de 2015. <https://historico.elsalvador.com/historico/158631/naranja-mall-una-mezcla-de-tiendas-de-moda-y-entretenimiento.html> (último acceso: 05 de Julio de 2023).
- Emisoras Unidas. *Emisoras Unidas*. 26 de FEBRERO de 2025. <https://emisorasunidas.com/empresas/2025/02/26/plaza-telares-certificacion-leed-gold/> (último acceso: OCTUBRE de 2025).

- Flórez-Yepes, Gloria Yaneth. «La educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto colombiano.» *EDUCARE* 19 (septiembre 2015): 12.
- Fundación DECYR. Diálogo entre ciencia y religión. *Nociones clave para una ecología integral*. 2024.
- Fundación WIESE. ¿Qué es la sostenibilidad ambiental y cómo impacta en nuestras vidas? 01 de Febrero de 2021. <https://www.fundacionwiese.org/blog/es/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-como-impacta-en-nuestras-vidas/> (último acceso: 01 de Julio de 2023).
- FUNDESYRAM. *Ecotecnologías para el manejo apropiado del suelo, agua, cultivos, animales, casas, comunidades y energías*, mayo 2025. Vol. Boletín 170, 51. 2025.
- Gallegos, Omar Arregui. «Sostenibilidad y estudios de impacto ambiental.» *Católica del norte* 18 (mayo 2006).
- García, Saul Alejandro. «Educación ambiental para la sustentabilidad, una apuesta desde la pedagogía crítica y sentipensante.» *CoPala* 7, nº 14 (Junio 2022): 11.
- Garduño, K. Martinez. «La tecnología como un nuevo escenario en el desarrollo sustentable.» *Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías* 12 (2024): 12.
- Garrido, Ana Gabriela. *ResearchGate*. Junio de 2019.
https://www.researchgate.net/figure/Figura-No-12-Tema-Mapa-de-Mixco-con-sus-zonas_fig2_342448021 (último acceso: 30 de Julio de 2023).
- Garzaro, Carlos. «Historia de Mixco.» Guatemala, 06 de Junio de 2016.
- Gaudiano, Edgar González. «Otra lectura a la historia de la educación ambiental en América Latina y El Caribe.» *Trópicos en Educación Ambiental*, nº 3 (Junio 2001): 18.
- Gavito, Mayra E., y otros. «Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México.» *Mexicana de Biodiversidad*, Septiembre 2017: 11.
- Gellert, Gisela. «Dinámicas de la población, patrón de asentamiento y sostenibilidad: el caso de Guatemala.» s.f.
- GGBC. *Guatemala Green Building Council*. 2024. <https://www.guatemalagbc.org/quienes-somos/> (último acceso: Septiembre de 2025).
- Góngora, José Francisco Sánchez. «Arquitectura vernácula de la isla de Flores.» TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, GUATEMALA, 2005, 150.
- González, Pablo Sánchez-Bayo. «Certificaciones sostenibles. Soluciones locales a un reto

- global.» TESIS, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021, 59.
- Granda, César. *LEAF. Sostenibilidad para todos*. 17 de Junio de 2023.
<https://leaflatam.com/blog/10-edificios-verdes-en-guatemala/> (último acceso: Septiembre de 2025).
- Guatemala Hoy. *Guatemala Hoy*. 13 de 10 de 2025. <https://www.guatemalahoy.co/verdere-el-centro-comercial-que-obtiene-la-certificacion-leed-gold-y-se-consolida-como-icno-de-sostenibilidad-en-guatemala/> (último acceso: Octubre de 2025).
- Guzmán, Yuridia Janeth Jiménez. *La ecotecnología*. s.f. <https://la-ecotecnologia.neocities.org/> (último acceso: Octubre de 2025).
- Hernández, Ana Jesús. *Medio ambiente y desarrollo*. Santo Domingo: Centro Cultural Poveda, 1996.
- Hernández, Aridane. «Cambio climático en Guatemala. Efectos y consecuencias en la niñez y la adolescencia.» Guatemala, UNICEF, Guatemala, 2012, 55.
- IARNA. «Situación ambiental en Guatemala.» INVESTIGACION, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR, GUATEMALA, 2019, 48.
- INARQUIA. *Hotel Stadthalle, el hotel consumo 0 de energía de Viena*. 2011.
<https://inarquia.es/edificio/hotel-stadthall-consumo-cero-energia-viena/> (último acceso: Octubre de 2025).
- Instituto internacional de recursos renovables A. C. México. *Análisis de ecotecnologías aplicables al contexto económico, político, social y ambiental de las entidades federativas*. México, 2019.
- International Recovery Platform. «Documento de apoyo medio ambiente.» Investigación, PNUD, s.f., 38.
- Lam, Juan Carlos Adolfo Calderón. «Campaña de educación ambiental y divulgación para la conservación del pinabete 2016.» Proyecto de Graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2016, 118.
- Lecuona Neumann, Antonio, Marcelo Izquierdo Millán, y Pedro A. Rodríguez Aumente. «Investigación e impacto ambiental de los edificios. La energía.» *Informes de la Construcción* 57, nº 498 (Agosto 2005): 15.
- Loaiza Elizalde, Nelson Fabián, y Juan David Bautista Gordillo. «Características de la construcción sostenible y la construcción tradicional.» *Boletín semillas ambientales* 11, nº

2 (2017): 15.

Marcos, Francisco Vargas. «La contaminación ambiental como factor determinante de la salud.»

SciELO 79, n° 2 (Abril 2005): 11.

Marín, Byron Haroldo Contreras. «Marco conceptual ambiental.» CONSULTORIA

AMBIENTAL, SEGEPLAN, GUATEMALA, 2005, 62.

Márquez, Andrea. *Ecología verde*. 23 de Noviembre de 2020.

[https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-guatemala-](https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-guatemala-3146.html#:~:text=En%20Guatemala%20existe%20una%20fuerte,la%20climatolog%C3%ADa%20de%20la%20zona)

[3146.html#:~:text=En%20Guatemala%20existe%20una%20fuerte,la%20climatolog%C3%ADa%20de%20la%20zona](https://www.ecologiaverde.com/problemas-ambientales-en-guatemala-3146.html#:~:text=En%20Guatemala%20existe%20una%20fuerte,la%20climatolog%C3%ADa%20de%20la%20zona). (último acceso: 04 de Julio de 2023).

Méndez, Maira Virginia Gómez. «Los retos de la educación para el desarrollo sostenible en

Guatemala.» *CUNZAC* 5, n° 2 (Julio 2022): 8.

Merino, Pérez Porto. *Definicion.de*. 09 de Noviembre de 2022. <https://definicion.de/reduccion/>

(último acceso: 02 de Julio de 2023).

Metro de Santiago. «Manual de diseño y construcción de espacios comerciales; Metro de

Santiago.» s.f.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Guardianes ecológicos*. GUATEMALA, s.f.

—. *Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos*. Guatemala, 2007.

—. *Política nacional de educación ambiental*. GUATEMALA, s.f.

—. *Política nacional de educación ambiental en Guatemala*. GUATEMALA, 2017.

Ministerio del Ambiente. *Declaración de río sobre el medio ambiente y el desarrollo*. s.f.

Monroy, Jorge Mario Susunaga. «Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de

viviendas de interés social y prioritario.» Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2014, 55.

Monzón, Dora Leonor Cerna. «La educación ambiental y la transmisión de valores en el proceso

formativo del niño en edad escolar.» Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2005, 71.

Mora, Leonel Vega. «Dimensión ambiental, desarrollo sostenible y sostenibilidad ambiental del

desarrollo.» Agosto 2013: 10.

Morales, I., N. Ramírez, y E. Andrade. «Experiencia didáctica para el estudio y valoración de la

arquitectura vernácula guatemalteca.» *Diseño Arquitectónico, Urbano, Historia y*

Patrimonio Cultural, 2024: 4.

Moreno, Ligia María Vélez. «Construcciones sostenibles, impactos ambientales.» *NODO* 14, n° 27 (Agosto 2019): 10.

Moreno, Silverio Hernández. «Emisiones contaminantes de materiales de construcción en el interior de los edificios. Caso de los tableros de yeso.» *Ciencia Ergo Sum* 14, n° 3 (Abril 2007): 7.

Naciones Unidas, CEPAL. *La tragedia ambiental de América Latina y El Caribe*. Santiago, 2020.

Orellana, Jorge A. «Contaminación.» 27. 2005.

Ortiz Bosch, Maikel José, y Susel Noemí Alejandre Jiménez. «La dimensión ambiental del desarrollo local desde el paradigma de la sostenibilidad.» *DELOS* 13, n° 37 (Diciembre 2020): 16.

Ortiz Moreno, Jorge Adrián, Sandra Luz Malagón García, y Omar Raúl Masera Cerutti. «Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur global.» *DOSSIER* 3, n° 7 (Diciembre 2015): 2-21.

Osma Pinto, Germán Alfonso, y Gabriel Ordóñez Plata. «Desarrollo sostenible en edificaciones.» *UIS Ingenierías* 9, n° 1 (Mayo 2010): 19.

Palacio, Enrique Rascón. «Áreas protegidas: aproximación a su proyección socio-económica y política en Centroamérica.» *Desarrollo local sostenible* 3, n° 8 (2010).

Picado, Oscar Arias. «Sostenibilidad como estrategia de expansión: claves para la internacionalización verde de MIPYMES en Centroamérica.» *rhombus-ulacit* 5, n° 2 (Diciembre 2025).

Pulgarín, Katherine Yuliet Pulgarín. «Énfasis en gestión sanitaria y ambiental.» Medellín, 2018. 110.

Punto Guate. *Inauguran la edificación sostenible Crece II Un proyecto de Calidad Inmobiliaria*. 2022. <https://www.puntoguate.com/2016/11/inauguran-la-edificacion-sostenible.html> (último acceso: 05 de Julio de 2023).

Quinto Poder. *Quinto poder. La revolución de internet*. 2 de MARZO de 2025. <https://quintopoder.com.gt/2025/03/02/plaza-telares-recibe-certificacion-leed-gold-por-su-diseno-y-construccion-sostenible/> (último acceso: OCTUBRE de 2025).

Ramírez, América Alonso. «Técnicas vernáculas en el diseño habitacional del siglo XXI. El caso

- del adobe en el altiplano de Guatemala.» *SIE*, mayo 2023: 13.
- Ricchieri, Pablo. «Desarrollo Sostenible.» En *Desarrollo sustentable*. s.f.
- Ríos, Edgar Rolando Manrique. «Diseño comercial. Contexto, percepción y usuario.»
Publicación de posgrado, Universidad del ISTMO, 2018, 101.
- Roblero Hernández, Doribel, y Raúl González Herrera. «Sistemas de construcción sostenibles.
Concepciones teórico-históricas.» s.f., 5.
- Rodríguez, Jaqueline. «Análisis de la generación de desechos sólidos en Guatemala.» *DEBATE*,
Septiembre 2023: 12.
- Ruesga, Pablo, y Eva Orgaz. «Edificios de alto desempeño en Panamá.» *Investigacion*, Panama,
s.f., 144.
- Ruiz, Cecilia E. Sandoval. «Sistema eco-adaptativo integrado en elementos arquitectónicos con
tecnología sostenible.» *Electronica cientifica Perspectiva*, Enero 2015: 4.
- Saint-Gobain. *Manual de certificaciones de edificios sostenibles LEED, BREEAM, VERDE Y
WELL*. Madrid, 2023.
- Salles, Hector Mosquera. «Sostenibilidad del desarrollo en Guatemala en función a las cuentas
ambientales.» Tesis de Grado, Guatemala, Guatemala, 2015, 94.
- Samayoa, Christa. *Proyectos que cuentan con certificación ambiental en Guatemala*. 6 de Junio
de 2017. [https://www.guatemala.com/guias/cultura/proyectos-que-cuentan-con-
certificacion-ambiental-en-guatemala/](https://www.guatemala.com/guias/cultura/proyectos-que-cuentan-con-certificacion-ambiental-en-guatemala/) (último acceso: Septiembre de 2025).
- Sanchez Midence, Luis A., y Liberio Victorino Ramírez. «Guatemala: cultura tradicional y
sostenibilidad.» *SciELO* 9, n° 3 (Junio 2012): 17.
- Sánchez Midence, Luis A., y Liberio Victorino Ramírez. «Guatemala: cultura tradicional y
sostenibilidad.» *ScieLO* 9, n° 3 (Agosto 2012): 17.
- Sandra Roperio Portillo. *Ecología Verde*. 11 de Febrero de 2020.
<https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-contaminantes-ambientales-2477.html> (último
acceso: 04 de Julio de 2023).
- SANTANDER. *¿Qué son los edificios sostenibles y cuáles son sus características?* 18 de
Noviembre de 2022. <https://www.becas-santander.com/es/blog/edificios-sostenibles.html>
(último acceso: 26 de Junio de 2023).
- Schindler Management Ltd. *Torre Reforma – A forward-thinking masterpiece Mexico City,
Mexico*. 03 de Octubre de 2024. <https://group.schindler.com/en/media/stories/torre->

- reforma-a-forward-thinking-masterpiece.html (último acceso: Octubre de 2025).
- . *Torre Reforma – A forward-thinking masterpiece Mexico City, Mexico*. Octubre de 2024.
- SEGEPLAN. *ODS en Guatemala IV. Revisión voluntaria*. SEGEPLAN. Guatemala: SEGEPLAN, 2023.
- . *Plan de desarrollo municipal con enfoque territorial 2032*. Mixco, 2017.
- Sepulveda Ruiz, Lucia, y Casa De la Paz. *La contaminación ambiental, antedecentes, actividades y noticias*. Santiago, 1999.
- Silva, Modesto Sánchez. «Mundo Siglo XXI.» *Revista del centro de investigaciones económicas, administrativas, y sociales del Instituto Politécnico Nacional*, 2005: 7.
- Soto, Kevin Josué Duarte. «Arquitectura sostenible en Guatemala.» Investigación, UNIVERSIDAD MARIANO GÁLVEZ, GUATEMALA, 2021, 15.
- SPECTRUM. *Naranjo Mall recibe la certificación LEED y reafirma su compromiso con el medio ambiente*. s.f. <https://spectrum.com.gt/naranjo-certificacion-leed.html> (último acceso: 7 de Noviembre de 2025).
- Studio Domus. *Studio Domus*. s.f. <https://www.studiodomus.com/studio> (último acceso: Septiembre de 2025).
- TECNALIA. «La certificación sostenible HQE.» s.f. https://www.bioeconomic.es/Ponencias/BIMBREEAMSebastian/junio%20Presentacion%20HQE-TECNALIA_comp.pdf (último acceso: Septiembre de 2025).
- Teitelbaum, Alejandro. *El papel de la educación ambiental en América Latina*. 1978.
- TK elevadores S.L.U. «Go Green.» Madrid, 2021, 6.
- Trans Dinamic. *¿Qué es un edificio comercial y su utilidad?* 15 de Junio de 2021. <https://transdinamic.com/que-saber-sobre-los-edificios-comerciales/> (último acceso: 05 de Junio de 2023).
- Trans Sabater. *Ventajas e inconvenientes de la ecotecnología. ¿Pueden cambiar nuestra manera de vivir?* 03 de Enero de 2022. <https://trans-sabater.com/2022/01/03/ventajas-e-inconvenientes-de-la-eco-tecnologia-pueden-cambiar-nuestra-manera-de-vivir/> (último acceso: 04 de Julio de 2023).
- U.S. Green Building Council. *U.S. Green Building Council*. 1996. <https://www.usgbc.org/leed> (último acceso: Septiembre de 2025).
- Universidad de San Carlos de Guatemala. «Dependencia y deterioro ambiental: el caso de

- Guatemala.» Boletín, Guatemala, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, Ciudad de Guatemala, 1991, 26.
- Universidad Rafael Landívar. *Perfil ambiental de Guatemala*. Guatemala, 2004.
- Universidad Rafael Landívar. «Situación del recurso hídrico en Guatemala.» Documento técnico, Guatemala, UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, Guatemala, 2005.
- Villalmanzo, Carla Sánchez. «Diseño de un espacio comercial.» Informe de grado, Universidad de Valladolid, Valladolid, 2017, 118.
- Villaplana, Álvaro Carvajal. «Tecnologías para el desarrollo sostenible.» *UCR* 56, nº 144 (2017): 14.
- WIKI ARQUITECTURA. *Torre del Bank of America*. 2025.
<https://es.wikiarquitectura.com/edificio/torre-del-bank-of-america/> (último acceso: Octubre de 2025).
- Zamora, Daniel Tagle. «Beneficios asociados al uso de ecotécnicas en comunidades rurales de Guanajuato, México.» *Iberoamericana de Economía y Ecología* 33, nº 1 (2020): 21.
- Zeitún, Elsa Lily Caballero. «Centroamérica: gestión urbana para una ciudad democrática, incluyente y sostenible.» *centroamericana de ciencias sociales* 11, nº 2 (2008): 191.

Lilian Patricia Guzmán Ramírez

Licenciada en Letras por la USAC
Colegiada activa 7596

patricia.guzman2014@gmail.com
Cel.: 55652717

Guatemala, 25 de agosto de 2026

Arquitecto

Sergio Francisco Castillo Bonini

Decano

Facultad de Arquitectura

Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado señor Decano:

Por este medio, atentamente, hago de su conocimiento que he realizado la revisión de estilo, ortografía y redacción del proyecto de graduación: **"PROPUESTA DE ESTRATEGIAS ECO-TECNOLÓGICAS PARA EDIFICACIONES COMERCIALES EN OPERACIÓN: CASOS DE ESTUDIO NARANJO MALL Y PASAJE NARANJO ZONA 4 DE MIXCO"** de la estudiante de la Maestría en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental **Katherine Elizabeth Gómez Turcios**, quien se identifica con carné **202290258**, de la Escuela de Estudios de Postgrados de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala previamente a conferírsele el título de Maestra en Diseño, Planificación y Manejo Ambiental.

Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta cumple con la calidad técnica y científica requerida.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,

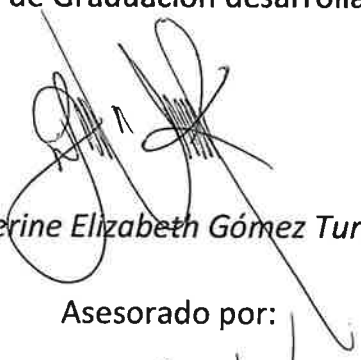
Lilian Patricia Guzmán Ramírez
LCDA. EN LETRAS
COLEGIADA No. 7596



Lic. Lilian Patricia Guzmán Ramírez
Licenciada en Letras
Colegiada 7596

***“Propuesta de estrategias eco-tecnológicas para edificaciones comerciales en
operación: Casos de estudio Naranjo Mall y Pasaje Naranjo zona 4 de Mixco”***

Proyecto de Graduación desarrollado por:



Katherine Elizabeth Gómez Turcios

Asesorado por:



M.Sc. Rocksanda Marjón Hornquist Hurtarte



M.Sc. Dafné Adriana Acevedo Quintanilla

Imprímase:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini

Decano