

ARQ. MÓNICA LILIANA
RODRÍGUEZ ARELLANO

NARRATIVAS REGENERATIVAS: EDIFICIOS QUE EDUCAN Y
SENSIBILIZAN A TRAVÉS DEL PROPIO DISEÑO

2022



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**“NARRATIVAS REGENERATIVAS: EDIFICIOS QUE EDUCAN Y
SENSIBILIZAN A TRAVÉS DEL PROPIO DISEÑO”**

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL
DIPLOMA DE LA

MAESTRÍA EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

ARQ. MÓNICA LILIANA RODRÍGUEZ ARELLANO

DIRIGIDO POR:

DR. CARLOS COBREROS RODRÍGUEZ

Santiago de Querétaro, Qro. mayo 2022.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Maestría en Arquitectura

Narrativas regenerativas: edificios que educan y sensibilizan
a través del propio diseño

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestra en Arquitectura

Presenta:

Arq. Mónica Liliana Rodríguez Arellano

Dirigido por:

Dr. Carlos Cobreros Rodríguez

Dr. Carlos Cobreros Rodríguez
Presidente

Dr. Avatar Flores Gutiérrez
Secretario

M.A.S. José Granados Navarro
Vocal

Dra. Reina Isabel Loredo Cansino
Suplente

M.C. Verónica Leyva Picazo
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Mayo 2022
México

**Narrativas regenerativas: edificios que educan y sensibilizan
a través del propio diseño**

Resumen

El planeta está en una crisis ecológica debido al modelo de crecimiento donde no se respetan los límites naturales, es por esto que la arquitectura sustentable ya no es suficiente en esta era geológica conocida como el Antropoceno, se necesita cambiar de paradigma y entender a la arquitectura como un sistema complejo para poder pasar de la visión mecanicista a una cosmovisión ecológica y así poder reconceptualizar las relaciones entre la tecnología humana y los sistemas ecológicos, económicos, sociales, culturales y políticos. El diseño regenerativo basado en la teoría general de sistemas, ayuda con este cambio de paradigma donde los edificios se entienden como entidades sistémicas, sin embargo para dar el salto de lo sostenible a lo regenerativo se necesita aumentar la conciencia y sensibilidad ambiental, mediante la afinidad con la naturaleza es por esto que una de las preguntas que guio la investigación fue: ¿Qué principios y estrategias debe implementar un proyecto arquitectónico para ser educador y generar conciencia y sensibilidad ambiental en los usuarios?. El presente trabajo tiene por objetivo definir los principios y estrategias que guíen a la arquitectura educativa para generar conciencia y sensibilidad ambiental a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza y la educación e inspiración por medio de la demostración. La metodología está basada en análisis de casos de estudio con un propósito exploratorio y con una estrategia combinada de dos fases.

Palabras Clave: diseño regenerativo, pensamiento sistémico, arquitectura educadora regenerativa, conciencia y sensibilidad ambiental, educación e inspiración.

Abstract

The planet is in an ecological crisis due to the growth model where natural limits are not respected, that is why sustainable architecture is no longer enough in this geological era known as the Anthropocene, it is necessary to change the paradigm and understand architecture as a complex system to be able to move from the mechanistic vision to an ecological worldview and thus be able to reconceptualize the relationships between human technology and ecological, economic, social, cultural and political systems. Regenerative design based on general systems theory helps with this paradigm change where buildings are understood as systemic entities, however to make the leap from sustainable to regenerative it is necessary to increase environmental awareness and sensitivity, through affinity with nature, which is why one of the questions that guided the research was: What principles and strategies should an architectural project implement to be an educator and generate environmental awareness and sensitivity in users? The objective of this work is to define the principles and strategies that guide educational architecture to generate environmental awareness and sensitivity based on the idea of regenerative design, biophilic design, access to nature and education and inspiration through demonstration. The methodology is based on the analysis of case studies with an exploratory purpose and with a combined two-phase strategy.

Keywords: regenerative design, system thinking, regenerative educational architecture, environmental awareness and sensitivity, education and inspiration.

Dedicatoria

A mis padres por apoyarme siempre para seguir creciendo.

A Sophie para motivarla a seguir sus estudios.

A Ricardo por apoyarme en las clases y con la tesis.

A todos mis familiares y amigos que creen en mí.

A mis sinodales y docentes por compartir su conocimiento e impulsarme a seguir adelante.

Agradecimientos

A mis sinodales: Dr. Carlos Cobreros, Dr. Avatar Flores, Dra. Reina Loredó, M.A.S José Granados y M.C. Verónica Leyva les agradezco por su tiempo y sus aportaciones a este trabajo, sin ustedes no hubiera sido posible, gracias por su apoyo.

A la Universidad Autónoma de Querétaro por el apoyo en becas en los posgrados.

Al Conacyt por brindarme el apoyo económico para poder realizar esta maestría.

Tabla de Contenidos

Introducción	1
La arquitectura sostenible ya no es suficiente.....	1
Capítulo 1 Generalidades	3
1.1. Conceptos involucrados en la investigación	3
1.2. Justificación	4
1.3. Descripción del problema	5
1.4. Objetivo general de la investigación.....	6
1.4.1. Objetivos específicos	6
Capítulo 2 Marco Teórico	7
Bloque I Desarrollo y arquitectura sostenible.....	7
2.1. Antropoceno e Impacto ambiental	7
2.2. Desarrollo sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	9
2.3. Arquitectura sostenible, normativas y programas para edificación sostenible aplicados en México	11
2.4. Situación actual de la arquitectura sostenible en México	12
Bloque II De lo sostenible a lo regenerativo.....	15
2.5. Cambio de paradigma de lo sostenible a lo regenerativo	15
2.6. Ecología y pensamiento sistémico	16
2.7. Desarrollo regenerativo y culturas regenerativas.....	17
2.8. Buen antropoceno y narrativas regenerativas	19
2.9. Diseño regenerativo	20
2.10. Comparativa entre lo sostenible y lo regenerativo.....	21
2.11. La arquitectura como un sistema complejo	23
2.11.1. Sistemas y subsistemas de la arquitectura regenerativa.....	24
2.11.2. Diagrama complejo.....	26
2.11.3. Diagrama complejo simplificado.....	27
Bloque III Diseño regenerativo y edificios demostrativos	28
2.12. ¿Cómo se han aplicado el desarrollo y diseño regenerativo en otros países?...	28

2.13. Living Building Challenge (LBC)	31
2.14. Conexión con la naturaleza y su relación con la conciencia ambiental y comportamiento proambiental.	34
2.15. Biofilia, educación y edificios demostrativos	37
2.16. Conclusiones de los bloques I, II y III	42
Capítulo 3 Metodología	44
3. Etapa de conceptualización	44
3.1. Etapa 1 Selección de proyectos a comparar.....	44
3.2. Etapa 2 Definición de parámetros a evaluar sobre la aplicación de los principios, elementos y atributos del diseño biofílico	46
3.3. Etapa 3 Desarrollo de rúbrica de evaluación comparativa (fase 1)	48
3.3.1. Elementos del diseño biofílico.....	48
3.3.1.1. Características ambientales.....	48
3.3.1.2. Formas naturales	49
3.3.1.3. Patrones naturales + procesos	49
3.3.1.4. Luz + espacio	50
3.3.1.5. Relaciones basadas en el lugar.....	50
3.3.1.6. Relación evolución humana-naturaleza.....	51
3.3.2. Acceso a la naturaleza.....	52
3.3.3. Educación e inspiración	52
3.4. Etapa 4 Análisis descriptivo comparativo.....	53
3.5. Etapa 5 Desarrollo de cuestionario (fase 2)	53
3.5.1. Instrumento de evaluación	53
3.5.2. Sujetos.....	53
3.5.3. Escalas.....	53
3.5.4. Conceptos cuestionario	54
3.6. Etapa 6 Aplicación de cuestionario.....	56
3.7. Etapa 7 Discusión de los resultados del análisis de casos de estudio	56

3.8. Etapa 8 Establecimiento de principios y estrategias basadas en el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza, la educación y demostración	56
3.9. Etapa 9 Conclusiones finales	57
Capítulo 4 Resultados y discusión del análisis de los casos de estudio.....	58
4.1. Omega Center for Sustainable Living (OCSL).....	58
4.2. Hitchcock Center for the Environment	74
4.3. The Frick Environmental Center	87
4.4. LISD Center for Sustainable Future	102
4.5. Centre for Interactive Research on Sustainability (CIRS).....	109
4.6. RW Kern Center	122
4.7. Universidad del Medio Ambiente (UMA).....	130
4.8. El Humedal	138
4.9. Programa Viva	146
4.10. Resultados de la evaluación comparativa	155
4.11. Conclusiones del análisis de casos.....	161
Capítulo 5 Establecimiento de principios y estrategias para diseñar proyectos regenerativos educadores.....	163
5.1. Principios que pueden aplicarse en el diseño de proyectos regenerativos educadores	163
5.2. Estrategias basadas en el diseño regenerativo	167
5.3. Estrategias basadas en el diseño biofílico y el acceso a la naturaleza	169
5.3.1. Estrategias para el diseño del paisaje y elección del sitio.....	169
5.3.2. Estrategias para el diseño de los edificios.....	170
5.4. Estrategias basadas en la educación, inspiración y demostración	172
5.5. Conclusiones finales	173
Anexo 1.....	177
Anexo 2.....	186
Anexo 3.....	195
Referencias bibliográficas.....	204

Lista de tablas

Tabla 1. Comparativa de lo sostenible y lo regenerativo.....	21
Tabla 2. Criterios de selección de los proyectos a evaluar	45
Tabla 3. Parámetros a evaluar del diseño biofílico	46
Tabla 4. Parámetros a evaluar del acceso a la naturaleza	47
Tabla 5. Parámetros a evaluar de educación e inspiración	48
Tabla 6. Rúbrica de comparación de características ambientales.....	49
Tabla 7. Rúbrica de comparación de formas naturales	49
Tabla 8. Rúbrica de comparación de patrones naturales + procesos	50
Tabla 9. Rúbrica de comparación de luz + espacio	50
Tabla 10. Rúbrica de comparación de relaciones basadas en el lugar	51
Tabla 11. Rúbrica de comparación de la relación evolución humana-naturaleza.....	51
Tabla 12. Rúbrica de comparación del acceso a la naturaleza.....	52
Tabla 13. Rúbrica de comparación de educación e inspiración.....	52
Tabla 14. Ítems del cuestionario con la escala del Diferencial Semántico.....	54
Tabla 15. Ítems del cuestionario	55
Tabla 16. Tabla descriptiva de Características ambientales OCSL	60
Tabla 17. Tabla descriptiva de Formas naturales OCSL	62
Tabla 18. Tabla descriptiva de Patrones naturales + proceso OCSL.....	62
Tabla 19. Tabla descriptiva de Luz + espacio OCSL	64
Tabla 20. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar OCSL.....	65
Tabla 21. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza OCSL	67
Tabla 22. Tabla descriptiva de educación e inspiración OCSL.....	72
Tabla 23. Tabla descriptiva de Características ambientales Hitchcock Center	75
Tabla 24. Tabla descriptiva de Formas naturales Hitchcock Center	77
Tabla 25. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Hitchcock Center	77
Tabla 26. Tabla descriptiva de Luz + espacio Hitchcock Center	79
Tabla 27. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Hitchcock Center.....	79

Tabla 28. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza Hitchcock Center	81
Tabla 29. Tabla de los principios aplicados en Hitchcock Center	85
Tabla 30. Tabla descriptiva de educación e inspiración Hitchcock Center	86
Tabla 31. Tabla descriptiva de Características ambientales Frick Environmental Center	89
Tabla 32. Tabla descriptiva de Formas naturales Frick Environmental Center.....	90
Tabla 33. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Frick Environmental Center.....	91
Tabla 34. Tabla descriptiva de Luz + espacio Frick Environmental Center.....	92
Tabla 35. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Frick Environmental Center	93
Tabla 36. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza Frick Environmental Center	95
Tabla 37. Tabla descriptiva de educación e inspiración Frick Environmental Center	101
Tabla 38. Tabla descriptiva de Características ambientales LISD CSF	103
Tabla 39. Tabla descriptiva de Formas naturales LISD CSF.....	104
Tabla 40. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos LISD CSF	105
Tabla 41. Tabla descriptiva de Luz + espacio LISD CSF	105
Tabla 42. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar LISD CSF	106
Tabla 43. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza LISD CSF.....	107
Tabla 44. Tabla descriptiva de educación e inspiración LISD	108
Tabla 45. Tabla descriptiva de Características ambientales CIRS	110
Tabla 46. Tabla descriptiva de Formas naturales CIRS.....	111
Tabla 47. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos CIRS.....	112
Tabla 48. Tabla descriptiva de Luz + espacio CIRS.....	113
Tabla 49. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar CIRS	114
Tabla 50. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza CIRS.....	115
Tabla 51. Tabla descriptiva de educación e inspiración CIRS	121
Tabla 52. Tabla descriptiva de Características ambientales Kern Center.....	123
Tabla 53. Tabla descriptiva de Formas naturales Kern Center.....	124
Tabla 54. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Kern Center.....	124
Tabla 55. Tabla descriptiva de Luz + espacio Kern Center.....	126

Tabla 56. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Kern Center	127
Tabla 57. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza Kern Center	127
Tabla 58. Tabla descriptiva de Educación e inspiración Kern Center	129
Tabla 59. Tabla descriptiva de Características ambientales UMA	131
Tabla 60. Tabla descriptiva de Formas naturales UMA	132
Tabla 61. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos UMA	132
Tabla 62. Tabla descriptiva de Luz + espacio UMA	133
Tabla 63. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar UMA	134
Tabla 64. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza UMA	135
Tabla 65. Tabla descriptiva de educación e inspiración UMA	137
Tabla 66. Tabla descriptiva de Características ambientales El humedal	139
Tabla 67. Tabla descriptiva de Formas naturales El humedal	140
Tabla 68. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos El humedal	140
Tabla 69. Tabla descriptiva de Luz + espacio El humedal	141
Tabla 70. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar El humedal	142
Tabla 71. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza El humedal	143
Tabla 72. Tabla descriptiva de educación e inspiración El humedal	145
Tabla 73. Tabla descriptiva de Características ambientales Programa VivA	147
Tabla 74. Tabla descriptiva de Formas naturales Programa VivA	148
Tabla 75. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Programa VivA	148
Tabla 76. Tabla descriptiva de Luz + espacio Programa Viva	149
Tabla 77. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Programa VivA	150
Tabla 78. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza	150
Tabla 79. Tabla descriptiva de educación e inspiración	153
Tabla 80. Tabla de elementos del diseño biofílico	155
Tabla 81. Tabla de elementos del acceso a la naturaleza	158
Tabla 82. Tabla de elementos de educación e inspiración	159
Tabla 3. Parámetros a evaluar del diseño biofílico	159
Tabla 5. Parámetros a evaluar de educación e inspiración	161

Lista de figuras

Figura 1. Pilares de diseño sostenible (elaboración propia).	9
Figura 2. Objetivos de desarrollo sostenible (PNUD, 2021).	10
Figura 3. Causas por las cuales la arquitectura sostenible no ha aumentado considerablemente (elaboración propia).	14
Figura 4. Pilares de diseño sostenible. Adaptación del diagrama de Müller (2016).	16
Figura 5. Diagrama del diseño regenerativo aplicado en la arquitectura (elaboración propia). ...	20
Figura 6. Diagrama del sistema regenerativo. Elaboración propia basada en el diagrama de Reed (2007).	22
Figura 7. Diagrama de sistemas y subsistemas de la arquitectura regenerativa (elaboración propia).	24
Figura 8. Diagramas subsistemas de la arquitectura regenerativa (elaboración propia).....	25
Figura 9. Diagrama complejo del sistema de arquitectura regenerativa (elaboración propia).	26
Figura 10. Recorte para delimitar la investigación (elaboración propia).....	27
Figura 11. Pétalos Living Building Challenge (elaboración propia basada en el LBC).	31
Figura 12. Calificación en grados en la escala del Diferencial Semántico.	54
Figura 13. Esquema de la Metodología	57
Figura 14. OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).	59
Figura 15. Plan de sitio. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).....	68
Figura 16. Planta arquitectonica OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).	69
Figura 17. Elevación sur OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010). ..	69
Figura 18. Sección 1 OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).....	70
Figura 19. Sección 2 OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).....	70
Figura 20. Hitchcock Center. Imagen obtenida DesignLAB Architects (s/f).....	75
Figura 21. Planta Hitchcock Center (Design Awards, s/f).....	82
Figura 22. Patio “la guarida” (Design Awards, s/f).	84
Figura 23. Patio “el nido” (Design Awards, s/f).	84
Figura 24. Principios Hitchcock Center (Design Awards, s/f).	85

Figura 25. The Frick Environmental Center. Imagen obtenida de los casos de estudio LBC (Living Future Institute, 2018).....	88
Figura 26. Frick Environmental Center Site plan (Conservancy Pittsburgh Parks, 2015).	97
Figura 27. Fuente Frick Environmental Center (McManus, 2019).	98
Figura 28. Anfiteatro (Conservancy Pittsburgh Parks, 2015).....	98
Figura 29. Fachada norte (McManus, 2019). Figura 30. Fachada sur (McManus, 2019).	99
Figura 31. Fachada norte (Cortesía del despacho BJC).....	99
Figura 32. Fachada sur (Cortesía del despacho BJC).	100
Figura 33. LISD Center for Sustainable Future (Center for a Sustainable Future, 2021).	103
Figura 34. Conjunto LISD Center for Sustainable Future (Cortesía del despacho The Collaborative)	107
Figura 35. Interior LISD Center for Sustainable Future (Cortesía del despacho The Collaborative)	108
Figura 36. The seed house (LISD TV, 2021).....	109
Figura 37. CIRS (Zeballos, 2013).....	110
Figura 38. Diagrama del techo y muro verde (The University of British Columbia, s/f).....	116
Figura 39. Diagrama de luz natural (UBC, s/f).....	117
Figura 40. Diagrama ventilación (UBC, s/f).....	118
Figura 41. Diagrama ventilación (UBC, s/f).....	119
Figura 42. Espacios dentro del CIRS PB. Elaboración propia.	120
Figura 43. Espacios dentro del CIRS PA. Elaboración propia.	121
Figura 44. RW Kern Center (Bruner/Cott architects, 2018).	122
Figura 45. Fachada Kern Center (Bruner/Cott architects, 2018).	128
Figura 46. UMA (Zenteno, 2019).	130
Figura 47. Plantel UMA (Galiana, 2019).....	136
Figura 48. Patio central UMA (Galiana, 2019).....	136
Figura 49. El humedal (ArchDaily, 2018).	138
Figura 50. Planta baja, el humedal (ArchDaily, 2018).	144

Figura 51. Planta baja, el humedal (ArchDaily, 2018).	145
Figura 52. Programa viva (Fotografía propia)	146
Figura 53. Baños secos (Fotografía propia)	151
Figura 54. Vivienda (Fotografía propia) .	151
Figura 55. Calentador solar (Fotografía propia)	151
Figura 56. Chimenea solar (Fotografía propia)	151
Figura 57. Cocina-comedor (Fotografía propia)	152
Figura 58. Salón usos múltiples (Fotografía propia)	152
Figura 59. Exterior cabaña (Fotografía propia)	152
Figura 60. Interior cabaña (Fotografía propia)	152
Figura 61. Huerto (Fotografía propia)	152
Figura 62. Bosque (Fotografía propia)	152
Figura 63. Área para acampar (Fotografía propia)	153
Figura 64. Área para fogatas (Fotografía propia)	153
Figura 65. Elementos del diseño biofílico (elaboración propia).....	155
Figura 66. Acceso a la naturaleza (elaboración propia).....	157
Figura 67. Educación e inspiración (elaboración propia).	158
Figura 68. Principios que pueden aplicarse en el diseño de proyectos regenerativos educadores.	163
Figura 69. Establecimiento de principios y estrategias que pueden aplicarse en el diseño de proyectos regenerativos educadores.	164
Figura 70. Estrategias 01-09. Elaboración propia.....	167
Figura 71. Estrategias 10-16. Elaboración propia.....	168
Figura 72. Estrategias 17-23. Elaboración propia.....	169
Figura 73. Estrategias 24-30. Elaboración propia.....	170
Figura 74. Estrategias 31-37. Elaboración propia.....	171
Figura 75. Estrategias 38-43. Elaboración propia.	172
Figura 76. Estrategias 44-50. Elaboración propia.....	173

Introducción

La arquitectura sostenible ya no es suficiente

Vázquez (2018) expresa que el desarrollo de la sociedad y la industrialización han generado un gran impacto ambiental y daños irreparables en el medio ambiente, este impacto va desde la ocupación de espacios cada vez mayores para las construcciones, hasta la amenazadora sobreexplotación de los bancos de materiales, lo que ocasiona deforestación y pérdida de flora y fauna de la región generando una cadena interminable de situaciones creadas por la demanda y el crecimiento de la población. A causa de esto ya no se puede seguir con el mismo modelo de crecimiento donde no se toman en cuenta los límites naturales.

Cabe señalar que los impactos ambientales se deben a múltiples factores y que la sostenibilidad se aplica en distintas disciplinas, pero en esta tesis se abordará desde la arquitectura. De acuerdo con Digital Bricks (2018) más del 50% de las emisiones que contaminan a nivel mundial provienen del sector de la construcción, en el caso de México, se estima que para el año 2050 se construyan siete millones de viviendas, las cuales podrían emitir alrededor de 25 millones de toneladas de gases efecto invernadero; los procesos de edificación que utilizan combustibles fósiles y la demanda energética son las principales causas de liberación de CO₂, es por esto que el sector de la construcción tiene un gran impacto en el ambiente.

De acuerdo con lo anterior, la demanda de espacios arquitectónicos va a seguir aumentando, por lo tanto, se tienen que diseñar espacios que respondan a las necesidades de la población, pero que también respeten a la naturaleza y generen un menor impacto ambiental. Como expresa Poó Rubio: “[..]el medio construido es parte fundamental del problema, pero también debe serlo de la solución” (2009,p.5).

No obstante, como resultado de la falta de conciencia ambiental y el modelo de crecimiento actual donde no se respetan los límites naturales, se tiene un deterioro progresivo

del medio ambiente, por lo que ya no es suficiente la aplicación del diseño sostenible, sino que se necesita la implementación del diseño regenerativo. Esta implementación es necesaria, ya que como indica Stafford (2018), el futuro de la sostenibilidad radica en la regeneración: donde se busca restaurar y reponer lo que se ha perdido, reconstruir economías y comunidades para prosperar desde lo local hasta lo global, sin embargo, para abordar esto, se necesita colaborar a escala global para repensar los sistemas y reconsiderar la forma en que viven todos los seres vivos.

Así mismo, la escala y la intensidad del impacto ambiental de los humanos ha generado una amplia discusión sobre cómo encontrar vías plausibles de desarrollo que sean más prometedoras para fomentar un futuro mejor en el Antropoceno (Bennett et al., 2016). El Antropoceno es una oportunidad de replantear el comportamiento humano y las bases de un futuro regenerativo más sostenible, esta era desafía a los seres humanos a encontrar nuevas formas de relacionarse con la biósfera que no atenten contra su existencia, pero esto no solo requiere modular el cambio ambiental que acompaña las actividades, sino reinventar la propia naturaleza humana dentro de cada uno de los seres humanos (Zamora et al., 2016), el desarrollo y el diseño regenerativo son la clave para lograr este cambio.

Para ser más específicos, mediante el uso del diseño regenerativo aplicado a la arquitectura y entendiendo la arquitectura como un sistema complejo así como las relaciones entre los elementos que lo integran, se puede plantear un cambio de paradigma para pasar de la visión mecanicista a una cosmovisión ecológica (Plessis, 2012), esta nueva visión ayuda a reconceptualizar las relaciones entre la tecnología humana y los sistemas ecológicos, económicos sociales y políticos, para poder plantear mejores estrategias de diseño.

Por lo que se refiere a esta tesis, **el objetivo es definir los principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico y la educación e inspiración.**

Capítulo 1 Generalidades

1.1. Conceptos involucrados en la investigación

Desarrollo sostenible: es el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades (Pardo, 2015).

Arquitectura sostenible: también llamada arquitectura sustentable, es la que toma en cuenta el impacto que tendrá una edificación en todo su ciclo de vida, además de considerar las condiciones climáticas, la topografía, los materiales que se van a utilizar y trata de conseguir el máximo rendimiento con menor impacto (Broutin, 2010).

Desarrollo regenerativo: expone el potencial de un lugar al conectar los sistemas en el contexto en el que están inmersos, utiliza los recursos para mejorar el bienestar de la sociedad, aportando a la capacidad de los sistemas de soporte necesarios para el crecimiento futuro (Agora, 2019).

Diseño regenerativo: el diseño regenerativo plantea un sistema de tecnologías y estrategias basadas en la comprensión del funcionamiento interno de los ecosistemas, las soluciones apuestan por regenerar en lugar de agotar los sistemas y recursos (Mang & Reed, 2020).

Conciencia ambiental: sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que los individuos utilizan en su relación con el medio ambiente (Rodríguez, 2013).

Educación ambiental: proceso que brinda estrategias y herramientas que llevan a la toma de conciencia ambiental, también incentiva el desarrollo de actitudes pro-ambientales (Rodríguez, 2013).

Sensibilidad ambiental: perspectiva empática hacia el medio ambiente, es la primer variable en la formación de un comportamiento ambientalmente responsable (Hager, 2018).

Arquitectura educadora: Se utilizó este término para referirse a una arquitectura que educa mediante el diseño del edificio o proyecto en términos socio-ambientales.

1.2. Justificación

Por la falta de conciencia ambiental, así como falta de conexión y afinidad con la naturaleza y el modelo de crecimiento actual donde no se respetan los límites naturales, se tiene un deterioro progresivo del medio ambiente, por lo que ya no es suficiente la aplicación del desarrollo sostenible, sino que se necesita la implementación del desarrollo regenerativo.

El desarrollo regenerativo tiene un gran impacto en la arquitectura ya que ha cambiado la antigua definición centrada en el edificio del entorno construido para incluir las relaciones entre edificios, infraestructura y sistemas naturales, así como la cultura, la economía y política de las comunidades. Dado su carácter holístico e integrador hace posible un rol nuevo necesario para los desarrolladores, se puede ver a nivel mundial que los desarrollos que se construyen con este enfoque, sirven no sólo como instrumentos para revertir la ecología y los daños sino también como fuerzas económicas para construir medios de vida sostenibles; además a través del tejido de historias el desarrollo regenerativo se convierte en una fuerza armonizadora dentro de las comunidades y entre las partes interesadas, inspirando nuevos estándares de relación con el lugar y al introducir una visión sistémica y un potencial más amplios, el desarrollador se convierte en un catalizador para la creación de infraestructuras y culturas auto-evolutivas de regeneración (Mang & Reed, 2020).

Por lo que se refiere a la transición social hacia la sostenibilidad, Stephens et al. (2008) sostiene que las instituciones de educación superior pueden ser percibidas como un potencial agente de cambio, ya que tienen potencial para promover la transdisciplinariedad mejorando el compromiso con partes interesadas. Así mismo la transformación de una universidad hacia el desarrollo sostenible requiere un realineamiento de todas sus actividades con un paradigma críticamente reflexivo que apoya la construcción de futuros más sostenibles (Jones, 2013), dado que las conexiones interrelacionadas entre las premisas de la biofilia o la arquitectura relacionada con la naturaleza, la sostenibilidad y el aprendizaje innovador pueden conciliarse dentro de una organización más descentralizada (Abdelaal, 2019). Se debe agregar que no

solo las universidades tienen este potencial, todos los espacios arquitectónicos pueden ser catalizadores potenciadores de cambios en la transición hacia la sostenibilidad.

1.3. Descripción del problema

En las últimas décadas los problemas ambientales han abierto debates alrededor de fenómenos como el calentamiento global, el agujero de la capa de ozono, el agotamiento de los recursos naturales, la extinción masiva de distintas especies y la sobrepoblación, este grupo de fenómenos componen lo que se conoce como «crisis ecológica» (Gómez, 2012).

El planeta está en una crisis ecológica debido al modelo de crecimiento donde no se respetan los límites naturales, es por esto que la arquitectura sustentable ya no es suficiente en esta era geológica conocida como el Antropoceno, se necesita cambiar de paradigma y entender a la arquitectura como un sistema complejo para poder pasar de la visión mecanicista a una cosmovisión ecológica y así poder reconceptualizar las relaciones entre la tecnología humana y los sistemas ecológicos, económicos, sociales, culturales y políticos. El diseño regenerativo basado en la teoría general de sistemas, ayuda con este cambio de paradigma donde los edificios se entienden como entidades sistémicas.

Sin embargo, aunque el enfoque de lo regenerativo está evolucionando y envuelve un espectro más extenso de preocupaciones de sostenibilidad, que se extiende más allá de los aspectos tradicionales del diseño para abordar la naturaleza del pensamiento y la interactividad que se requiere para diseñar y participar en un proceso regenerativo, la transición ecológica a la práctica regenerativa trae algunos desafíos como: el conciliar dos cosmovisiones entre la tecnología y la ecología, otro es la forma en cómo se lleva a la práctica, ya que pocos ingenieros y arquitectos están familiarizados con este enfoque (Mang & Reed, 2020). Además en el contexto mexicano se tienen otros desafíos que no permiten dar el salto de lo sostenible a lo regenerativo, uno de ellos es que se necesita aumentar la conciencia y sensibilidad ambiental, mediante la afinidad con la naturaleza.

Por lo tanto el problema en el que se enfoca esta investigación es el cómo se podría aumentar la conciencia y sensibilidad ambiental mediante un proyecto arquitectónico

educador, de aquí surgió la pregunta principal de esta investigación: **¿Qué principios y estrategias debe implementar un proyecto arquitectónico para ser educador y generar conciencia y sensibilidad ambiental en los usuarios?**

1.4. Objetivo general de la investigación

Definir los principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza y la educación e inspiración.

1.4.1. Objetivos específicos

- Generar un marco teórico de referencia basado en investigación documental y revisión bibliográfica sobre el desarrollo y diseño regenerativo, el diseño biofílico y el contacto y afinidad con la naturaleza.

- Definir parámetros basados en el diseño biofílico, el contacto y afinidad con la naturaleza y en la educación e inspiración por medio del propio edificio para realizar una comparativa entre proyectos arquitectónicos educadores regenerativos que educan por si mismos en términos socio-ambientales.

- Seleccionar algunos proyectos arquitectónicos educadores como estudios de caso para analizar y evaluar cómo la arquitectura regenerativa educadora puede generar proyectos demostrativos y educadores que abonen a una mejor conciencia y sensibilidad ambiental mientras aumentan su afinidad con la naturaleza.

- Definir principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico y la educación e inspiración.

- Llegar a conclusiones finales de cómo la arquitectura puede ayudar a mejorar la conciencia y sensibilidad ambiental a través de proyectos arquitectónicos regenerativos educadores y sobre qué es lo que aporta el diseño biofílico y la afinidad con la naturaleza.

Capítulo 2 Marco Teórico

Bloque I Desarrollo y arquitectura sostenible

2.1. Antropoceno e Impacto ambiental

En el año 2018 se vieron olas de calor en cuatro continentes, incendios forestales en el Ártico y escasez de agua en Sudáfrica, Australia e India; los científicos hablan de una "sexta extinción masiva" de vida silvestre, aves, insectos y vida marina (Stafford et al., 2018) y no cabe duda de que la actividad humana es responsable. Aunque, 195 países firmaron el Acuerdo de París para reducir las emisiones de carbono en 2015, se continúa excediendo los límites de los recursos, se están consumiendo más recursos de los que el planeta puede ofrecer, por este motivo Earth Overshoot Day estableció el primero de agosto como el punto del año en el que se ha usado más de la biocapacidad de la naturaleza de lo que el planeta puede renovar (Stafford et al., 2018).

Por otra parte, el 2030 es la fecha límite para prevenir una catástrofe mundial, según el informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) de la ONU, se está en camino a un aumento de 3 °C, el cual está arriba del máximo de 2 °C divisado por el Acuerdo de París, donde la mayoría de los países del mundo se comprometieron a conservar el crecimiento de la temperatura por debajo de 2 °C y continuar con los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1.5 °C (IPCC, 2018). Es posible disminuir este aumento, pero se necesitan cambios inminentes y a gran escala por parte del gobierno y las personas, para realizar la meta del 1.5 las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) tendrían que reducirse en un 45% para el año 2030 (IPCC, 2018).

Además, como resultado del impacto ambiental y por no respetar los límites naturales del planeta, estamos en una era geológica conocida como el Antropoceno. El Antropoceno es la etapa geológica más reciente de la Tierra, donde los procesos atmosféricos, geológicos, hidrológicos, biosféricos así como otros sistemas de la Tierra están siendo alterados por la actividad antrópica (Ellis, 2013). El Antropoceno se está convirtiendo en un concepto central

en la consideración del cambio global (Cearreta, 2015), existe una creciente evidencia de que las actividades humanas están afectando el funcionamiento de los ecosistemas y amenazando su capacidad de recuperación, esto conlleva riesgos novedosos y amenaza las condiciones planetarias requeridas para que las sociedades humanas prosperen (Steffen et al., 2015).

No obstante, la escala y la intensidad del impacto ambiental de los humanos ha generado una amplia discusión sobre cómo encontrar vías plausibles de desarrollo que sean más prometedoras para fomentar un futuro mejor en el Antropoceno (Bennett et al., 2016). El Antropoceno es una oportunidad de replantear el comportamiento humano y las bases de un futuro regenerativo más sostenible, esta era desafía a los seres humanos a encontrar nuevas formas de relacionarse con la biósfera que no atenten contra su existencia, pero esto no solo requiere modular el cambio ambiental que acompaña las actividades, sino reinventar la propia naturaleza humana dentro de cada uno de los seres humanos (Zamora et al., 2016), el desarrollo y el diseño regenerativo son la clave para lograr este cambio.

Igualmente McDowell (Berkebile et al., 2010) menciona que solo cuando se enfrentan a grandes desafíos, se tiene la oportunidad de pasar de un viejo paradigma de explotación a uno de sostenibilidad y creatividad, pero se necesitan hacer cambios sustanciales en el comportamiento humano para trascender a una sociedad sostenible (Spence & Pidgeon, 2009) y regenerativa.

Lo dicho hasta aquí supone que es necesaria la implementación del desarrollo y diseño regenerativo, sin embargo, aquí surgieron algunas interrogantes ¿cómo dar ese salto necesario de lo sostenible a lo regenerativo, si lo sostenible no se utiliza como debería? y ¿por qué a pesar de tener recursos, herramientas, materiales y manuales la arquitectura sostenible no se utiliza como debería? Para poder responder estas preguntas se analizaron varios conceptos entre ellos el desarrollo sostenible, la arquitectura sostenible, las normativas y certificaciones sostenibles y la situación actual en México de la arquitectura sostenible o sustentable.

2.2. Desarrollo sostenible y Objetivos de Desarrollo Sostenible

El concepto de desarrollo sostenible sigue siendo referencia en debates y es un gran reto al que se enfrenta la sociedad, hay varias definiciones pero una de las más utilizadas es la definición de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la cual lo define como “el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades” (Pardo, 2015), la sostenibilidad (Figura 1) se centra en tres pilares interconectados (Stafford et al., 2018):

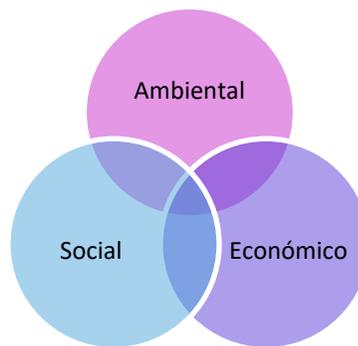


Figura 1. Pilares de diseño sostenible (elaboración propia).

- Ambiental: vivir dentro de los límites de recursos naturales del planeta.
- Social: mantener el bienestar a largo plazo para personas y comunidades.
- Económico: generar un beneficio, pero no a expensas de los otros dos pilares.

La ONU mediante el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) estableció los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en el 2015 se adoptaron con el propósito de acabar con la pobreza, preservar el planeta y asegurarse que todos tengan paz y bienestar para el año 2030 (PNUD, 2021).

Los ODS (Figura 2) son los siguientes (PNUD, 2021): fin de la pobreza, hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, energía factible y no contaminante, trabajo decente y desarrollo económico, industria, innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables, acción por el agua, vida submarina, vida de

ecosistemas terrestres, paz, justicia e instituciones sólidas y por último alianzas para lograr los objetivos.



Figura 2. Objetivos de desarrollo sostenible (PNUD, 2021).

Los objetivos tienen buenas intenciones sin embargo se enfrentan a varios desafíos complejos, que van desde detener el avance de las enfermedades hasta prevenir el conflicto, implican un gran reto porque no se pueden tratar de forma eficiente si son aislados y necesitan la cooperación del gobierno, de los sectores privados, la sociedad y los individuos para cerciorarse que se deje un mejor planeta para las próximas generaciones (PNUD, 2021).

Si se analiza desde una perspectiva crítica para el 2030 es muy probable que no se logren cumplir varios objetivos, una de las fallas es globalizar al desarrollo sostenible debido a que la globalización se basa en dos sinergias que son contrarias: una tiende a la centralización, integración y globalización y la otra tiende hacia la descentralización, fragmentación y localización (Pardo, 2015), es por esto que las estrategias no pueden ser globalizadas, ni deben fragmentarse, otro problema es lograr involucrar a las personas para poder lograr el cambio, el desarrollo regenerativo en una pieza clave en este punto.

2.3. Arquitectura sostenible, normativas y programas para edificación sostenible aplicados en México

La arquitectura sostenible, también llamada arquitectura sustentable, es la que toma en cuenta el impacto que tendrá una edificación en todo su ciclo de vida, además de considerar las condiciones climáticas, la topografía, los materiales que se van a utilizar y trata de conseguir el máximo rendimiento con menor impacto (Broutin, 2010). Las normativas y certificaciones aplicadas en México son las siguientes:

Normativas y certificaciones nacionales (Sánchez, 2014) (Souza, 2020):

1. Programa de Certificación de Edificaciones Sustentables (PCES): el Gobierno de la ciudad de México en el 2008 puso en marcha este programa, el cual tiene como objetivo crear un patrón para evaluar las edificaciones y ofrecer incentivos, como descuentos en el predial, financiamientos en tasas preferenciales así como rapidez en los trámites.

2. NMX-AA-164-SCF1-2013 de Edificación Sustentable: es una norma mexicana, que se aplica de forma voluntaria a nivel nacional, en ella se especifican criterios y requerimientos ambientales mínimos aplicables en edificaciones sostenibles. Se puede aplicar a una o varias fases: ya sea en el diseño, construcción, operación, mantenimiento o demolición, también se puede aplicar en proyectos de remodelación.

3. Sí Se Vive, del Infonavit: este sistema de evaluación de viviendas se creó en el 2012 y tiene como propósito medir la eficiencia de las viviendas mediante el uso de dispositivos ahorrrativos.

Certificaciones internacionales (Sánchez, 2014) (Souza, 2020):

1. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED): es una certificación que evalúa la conducta medioambiental que tendrá una edificación durante su ciclo de vida. El sistema de evaluación consiste en cinco categorías: diseño y Construcción de Edificios, Diseño y Construcción de Interiores, Operación y Mantenimiento en Edificios, Desarrollo de vivienda y Desarrollo de suburbios.

2. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): fue el primer sistema de certificación a nivel mundial en evaluar, clasificar y certificar la sostenibilidad en edificios, sus principales evaluaciones se basan en la energía, la salud y el bienestar, la innovación, el uso de suelo, los materiales, la contaminación, el transporte y desperdicios.

3. Active house: es un sello de calidad para edificios sostenibles, sus principales enfoques son la reducción del uso de recursos durante la construcción y ciclo de vida del edificio, aspectos de confort visual, térmico y acústico, se utiliza en viviendas residenciales.

4. Green Star: evalúa las propiedades sostenibles de un proyecto a través de categorías como la gestión, calidad del ambiente interno, energía, transporte, utilización del agua, materiales, uso de suelo, ecología y emisiones. Tiene cuatro clasificaciones en comunidades, diseño y construcción, interiores y rendimiento.

5. EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) es una evaluación para construcciones, la cual propone una disminución en la cantidad de recursos utilizados en las edificaciones tomando como base estándares locales (BEA, s/f).

6. Living Building Challenge (LBC): es una certificación internacional que tiene un sistema de evaluación riguroso en construcciones sustentables, debido a que busca que cumpla con varios requerimientos, como la energía cero, el tratamiento de los residuos y el agua y 12 meses de operación continua.

2.4. Situación actual de la arquitectura sostenible en México

Entre las décadas 1960 y 1970 comenzó a surgir una conciencia de los límites ambientales del planeta (Monteiro et al., 2015) y con esto surgieron los conceptos de sustentabilidad y movimientos ecologistas, pero a pesar de que surgió hace tiempo la arquitectura sustentable en México no ha aumentado significativamente, es decir si hay algunas edificaciones sustentables certificadas y algunos edificios que se diseñan con criterios sustentables, sin embargo son muy pocos si se comparan con el impacto ambiental que tiene la construcción y con el hecho de que es necesario minimizar este impacto.

Respondiendo a la pregunta de ¿por qué a pesar de tener recursos, herramientas, materiales, manuales la arquitectura sostenible no se utiliza como debería? hay distintos motivos por los cuales la arquitectura sostenible no se utiliza en muchas construcciones, una de ellas es que se tiene una deficiencia en cuanto a reglamentos. De acuerdo a Dueñas del Río (2013) México no posee un reglamento a nivel nacional que regule y promueva dentro de un marco legal la edificación sustentable o sostenible, solo se tienen algunas normativas y legislaciones emitidas por organismos y algunas entidades que regulan en materias tales como: agua, desarrollo urbano, ordenamiento ecológico y ambiental, ahorro de energía y participación ciudadana, pero estos no guardan relación entre sí y no sancionan o incentivan al constructor ya que cada una responde a distintos órdenes del gobierno o dependencias federales.

En el 2013 salió la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 de edificación sustentable, sin embargo como aún no es una NOM¹ no es obligatoria muchos no la conocen o no la aplican. Igual se tienen varios programas nacionales que implementan acciones de mitigación y adaptación al sector de la construcción, como la NAMA de vivienda, DUIS, la hipoteca verde de infonavit, entre otros, pero hace falta que estos programas sean obligatorios y más conocidos, también hace falta incentivos.

Además de esta deficiencia de reglamentos y regulación fragmentada, hay un fenómeno de irregularidad en las construcciones en México, se tiene un problema de informalidad por los asentamientos irregulares, ya que se establecen sin documentos legales y se desarrollan fuera de la ley y los planes de desarrollo urbano (Cobrerros et al., 2020). Otra causa es que hay una falta de fuerza laboral calificada, existen pocos profesionistas que diseñan de manera sostenible y los trabajadores del sector de la construcción no siempre reciben la capacitación adecuada (Tazón & Edurne, 2015).

¹NOM se refiere a las Normas Oficiales Mexicanas, las cuales son regulaciones técnicas de observación obligatoria y tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos, estas normas son obligatorias y en ellas se explica su cumplimiento y aplicación (Secretaría de salud, s/f).

Otro problema es que **falta tener más conciencia y sensibilidad ambiental para poder avanzar hacia un futuro más sostenible**. “La cultura juega un papel crucial en el desarrollo de una sustentabilidad total en nuestro país, sobre todo en el ámbito social, económico y político” (Vázquez, 2018, p.38), este punto fue primordial para establecer la dirección de la investigación, ya que, a pesar de que hay diferentes causas por las cuales la arquitectura sostenible no ha aumentado considerablemente (Figura 3), la cultura es un elemento muy importante en el desarrollo y diseño regenerativo.

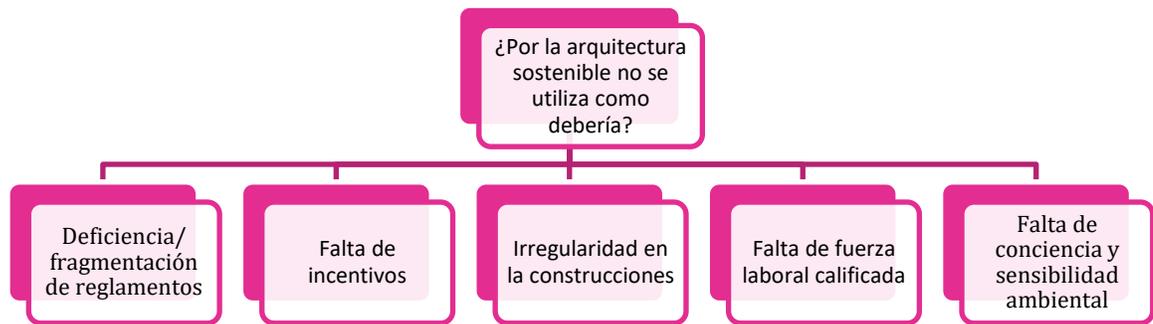


Figura 3. Causas por las cuales la arquitectura sostenible no ha aumentado considerablemente (elaboración propia).

Dicho lo anterior hay diferentes elementos que forman parte de la problemática en distintas dimensiones (política, económica, ecológica, y social) y se deben tener en cuenta para comprender el problema que se desea abordar. No obstante, no se pueden abordar todas las causas por lo que esta investigación se enfocó en cómo se podría aumentar la conciencia y sensibilidad ambiental mediante un proyecto arquitectónico educador, para esto se requiere definir los principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental, los principios se definieron a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico y la educación, estos temas se estudiaron en los bloques II y III.

Bloque II De lo sostenible a lo regenerativo

2.5. Cambio de paradigma de lo sostenible a lo regenerativo

Retomando la pregunta ¿cómo dar ese salto necesario de lo sostenible a lo regenerativo? se necesita un cambio de paradigma para pasar de la sostenibilidad a lo regenerativo; el diseño regenerativo es un enfoque basado en la Teoría General de Sistemas (TGS) orientado a los procesos de diseño (Lyle, 1996) debido a que es un estudio interdisciplinario y tiene principios que son aplicables en cualquier nivel en cualquier campo de la investigación, su aplicación es multidisciplinaria con un enfoque transversal.

A diferencia del desarrollo sostenible, el desarrollo regenerativo (Figura 4) se centra en seis pilares (Müller, 2016):

- Ecológico: la regeneración de los ecosistemas naturales y productivos debe ser la mayor prioridad.
- Social: El desarrollo regenerativo implica regenerar sociedades para que sean funcionales, equitativas, participativas, activas e inclusivas.
- Económico: Se debe regenerar el sistema económico global y buscar una economía justa e incluyente para lograr el bienestar y felicidad de la civilización.
- Político: Se debe promover la transparencia y ética para generar un gobierno participativo donde la sociedad defina el rumbo del desarrollo.
- Cultural: Se debe rescatar la diversidad cultural, potenciando el conocimiento para construir un futuro mejor que esté adaptado desde lo local.
- Espiritual: Es el único que puede generar un proceso de transformación hacia un nuevo paradigma.



Figura 4. Pilares de diseño sostenible. Adaptación del diagrama de Müller (2016).

2.6. Ecología y pensamiento sistémico

La ecología es conocida como el estudio científico interdisciplinario de las condiciones de vida de los organismos que interactúan con el entorno, con la ecología comenzaron a surgir nuevos conceptos y el interés por el medio ambiente; en 1935 Tansley introdujo el concepto de ecosistema refiriéndose al sistema interactivo de los seres vivos y su hábitat para aportar al estudio de la complejidad de la naturaleza y de los seres humanos, Tansley fue uno de los primeros biólogos en formular una visión sistémica de la vida (Mang & Reed, 2020).

Los antecedentes del diseño regenerativo parten desde los primeros fundamentos para la teoría de sistemas y el pensamiento de sistemas introducidos por el biólogo y teórico de sistemas Ludwig Von Bertalanffy (1976), que publicó su Teoría general de sistemas (TGS) y con esto introdujo el concepto de sistemas abiertos, enfatizando la diferencia entre los sistemas físicos y biológicos e introduciendo el pensamiento evolutivo.

Simultáneamente la TGS abrió el camino a una nueva ciencia de la complejidad, el reconocimiento de que los sistemas complejos no pueden entenderse a través del análisis simple condujo a la aparición del pensamiento sistémico y con esto fundó las bases para el desarrollo de la ciencia de los sistemas vivos para el desarrollo de Charles Krone del pensamiento y los sistemas de vida así como su aplicación en los sistemas naturales y los sistemas sociales (Mang & Haggard, 2016). Su trabajo influyó en el modelado y la energía del ecosistema de Howard Odum y este a su vez influyó en el trabajo sobre tecnologías de

diseño regenerativo de John Tillman Lyle, este último postuló el diseño ecosistémico consciente como esencial para un futuro sostenible (Mang & Reed, 2020).

2.7. Desarrollo regenerativo y culturas regenerativas

El siguiente punto trata del papel del desarrollo regenerativo, el cual es determinar los elementos correctos para crear soluciones así como el construir un campo de compromiso y cuidado en el que las partes interesadas avancen como co-creadores y administradores continuos de esas soluciones; el diseño regenerativo plantea un sistema de tecnologías y estrategias basadas en la comprensión del funcionamiento interno de los ecosistemas, las soluciones apuestan por regenerar en lugar de agotar los sistemas y recursos (Mang & Haggard, 2016).

El desarrollo regenerativo expone el potencial de un lugar al conectar los sistemas en el contexto en el que están inmersos, este tejido de conexiones se crea entre múltiples partes interconectadas en un nivel sistémico para crear soluciones que mejoren la calidad de vida de todos los seres vivos, no obstante, hasta que se concilien la naturaleza y la cultura se podrá avanzar y comprender la naturaleza de los seres humanos como parte de la evolución y se podrá empezar a trabajar de manera regenerativa, la regeneración de los ecosistemas puede revertir el calentamiento global y estabilizar el clima (Agora, 2019).

De igual manera, el desarrollo regenerativo utiliza los recursos para mejorar el bienestar de la sociedad, aportando a la capacidad de los sistemas de soporte necesarios para el crecimiento futuro, ya no se habla de no destruir, sino de mejorar, se trata de satisfacer las necesidades humanas pero desarrollando una mejor economía donde se tengan más bosques, más tierras fértiles, corrientes de agua abundantes y limpias y más biodiversidad, el desarrollo regenerativo se crea a partir de la necesidad de cambios a nivel global, debido a que el desarrollo sostenible no ha obtenido los resultados necesarios (Avecilla, 2018).

Como punto de partida, el desarrollo regenerativo comienza con la premisa de que todas las actividades humanas tienen el potencial de alimentar una nueva vida, salud y riqueza en los sistemas ecológicos y sociales, la clave para hacerlo es comprender el contexto socio-

ecológico, el cual es único en cada proyecto o iniciativa, es por esto que centra la identidad ecológica única de cada lugar como el facilitador fundamental de la salud y la prosperidad futura de nuestras comunidades humanas (*Regeneration International*, 2019).

Es necesario recalcar que el desarrollo regenerativo tiene un gran impacto en la arquitectura ya que ha cambiado la antigua definición centrada en el edificio para incluir las relaciones entre edificios, infraestructura y sistemas naturales, así como la cultura, la economía y política de las comunidades, dado su carácter holístico hace posible un rol nuevo necesario para los desarrolladores, ya que al inspirar nuevos estándares de relación con el lugar y al introducir una visión sistémica, el desarrollador se convierte en un catalizador para la creación de infraestructuras y culturas auto-evolutivas de regeneración (Mang & Reed, 2020).

El enfoque de lo regenerativo está evolucionando y envuelve un espectro que se extiende más allá de los aspectos tradicionales del diseño para abordar la naturaleza del pensamiento que se requiere para diseñar y participar en un proceso regenerativo, pero a pesar de que se tiene un interés creciente, la transición ecológica a la práctica regenerativa trae algunos desafíos como el conciliar dos cosmovisiones entre la tecnología y la ecología, otro es la forma en cómo se lleva a la práctica, ya que pocos ingenieros y arquitectos están familiarizados con este enfoque, este nuevo rol está comenzando a surgir en pequeñas escalas y en lugares dispersos, lo que se necesita ahora es traer conciencia e intención de su surgimiento como el nuevo patrón que de forma al campo del desarrollo (Mang & Reed, 2020).

Otro desafío es que hace falta que las personas tengan una mayor afinidad con la naturaleza, más conciencia y sensibilidad ambiental, para poder avanzar hacia culturas regenerativas y un futuro regenerativo, saludable, resiliente y adaptable, que se preocupe por el planeta y por la vida (Wahl, 2016).

De acuerdo a Wahl (2016) la creación de comunidades, empresas, economías y culturas regenerativas puede abrir un futuro muy diferente para la humanidad, puede cambiar la experiencia de la realidad, puede convertir un planeta que está en camino hacia colapso en

un conjunto de sistemas socio-ecológicos que generen una abundancia de recursos renovables, restaurando las funciones vitales de los ecosistemas, fomentando la solidaridad, la cohesión y la resiliencia de la comunidad y al mismo tiempo mitigar el impacto eficazmente y adaptarse al cambio climático. La creación de culturas regenerativas tiene sus raíces en un cambio de verse sólo como individuos, comunidades, naciones y especies separadas para comprender que cada uno de los seres vivos es parte de un todo que está interconectado.

Por otra parte, Christopher Anderson (*Ciudades comunes-2*, 2020) menciona que cuando las personas se enfrentan a un problema complejo, solo se aproximan a una parte de la realidad, ya que los marcos conceptuales que se utilizan en las investigaciones pueden variar, pero mediante el desarrollo regenerativo se pueden integrar las dimensiones sociales y ecológicas para el bienestar humano y la conservación ambiental y se puede tener un diálogo de saberes donde se pueden reconocer las relaciones de poder entre los actores locales y visibilizar las voces ausentes así como sus valores y cosmovisiones.

2.8. Buen Antropoceno y narrativas regenerativas

Hay iniciativas que implementan el uso del diseño regenerativo, un caso es la iniciativa de *Seeds of good anthropocenes*, la cual plantea un cambio fundamental en las relaciones entre humanos y el medio ambiente, así como cambios en los valores, las culturas, las visiones del mundo e incluso el poder y las relaciones de género que influyen en las normas y el comportamiento social. Su objetivo es ayudar a la comunidad global a desarrollar visiones e historias inspiradoras, con el potencial de ser componentes clave de las transformaciones hacia la sostenibilidad (*Seeds of Good Anthropocenes*, 2019).

Las ideas de este proyecto surgen ante la necesidad de explorar opciones para futuros positivos ante la crisis ambiental y un fuerte deseo de comprender cómo se podrían generar transformaciones de sostenibilidad, se recopilan iniciativas o "semillas de un buen Antropoceno" que pueden ayudar a comprender los diferentes componentes de un futuro mejor donde la gente puede reconocer los procesos y desarrollo de iniciativas que

transforman fundamentalmente a los humanos y las relaciones ambientales (Bennett et al., 2016).

Cada vez más personas participan en estrategias para crear un mundo más justo, próspero y ecológicamente diverso, conocido como un "buen Antropoceno", se han recolectado más de 500 semillas en todo el mundo, almacenando información sobre ellas en una base de datos que contiene información de cómo se establecen, crecen, propagan o inspiran los cambios en otras partes, esto es para estudiar la transformación y comprender los patrones detrás de los proyectos e ideas transformadoras (*Seeds of Good Anthropocenes*, 2019).

2.9. Diseño regenerativo

El desarrollo regenerativo se puede aplicar en varios campos, pero en el caso de esta tesis se tomará como base el diseño regenerativo. Uno de los primeros autores que aplicaron el concepto de lo regenerativo fue John Tillman Lyle (1996), el diseño regenerativo apuesta por procesos que restauran, renuevan o revitalizan sus propias fuentes de energía y materiales, con un enfoque de diseño regenerativo aplicado a la arquitectura se puede tener una gestión segura y sostenible de los recursos. En el paradigma de lo sostenible, los ecosistemas que se pierden por el impacto ambiental no son reparados, en cambio los sistemas regenerativos pretenden devolver la vida a los ecosistemas perdidos (Lyle, 1996).

El diseño regenerativo aplicado a la arquitectura entiende a los edificios como entidades sistémicas así como la relación de los seres humanos con su entorno y la relación de flujos de información de energía y materia (Figura 5).

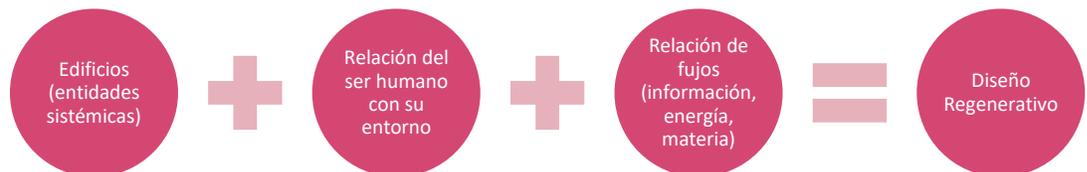


Figura 5. Diagrama del diseño regenerativo aplicado en la arquitectura (elaboración propia).

La implementación del diseño regenerativo es necesaria: el futuro de la sostenibilidad radica en la regeneración: buscando restaurar y reponer lo que se ha perdido, construir

economías y comunidades que prosperen y que también permitan que el planeta prospere (Stafford et al., 2018). Además el diseño regenerativo es un proceso de participación dinámica y retroalimentación que toma en cuenta el cambio continuo en el tiempo (Lyle, 1996).

2.10. Comparativa entre lo sostenible y lo regenerativo

Para ilustrar mejor las diferencias entre lo sostenible y lo regenerativo, en la siguiente tabla (Tabla 1) se comparan los aspectos más importantes de cada uno:

Tabla 1. Comparativa de lo sostenible y lo regenerativo

Sostenible	Regenerativo
Se tiene una visión mecanicista del mundo.	Gira en torno a una visión holística y ecológica del mundo.
Pensamiento reduccionista.	Se basa en un pensamiento sistémico con un enfoque integral y una cosmovisión ecológica.
Usa un modelo fragmentado.	Está basado en la Teoría General de Sistemas, usa modelos de sistemas complejos y comprende las relaciones de los sistemas vivos de forma integral.
Se tiene al hombre sobre la naturaleza.	El hombre y la naturaleza co-evolucionan juntos en un mismo sistema.
Los aspectos sociales, ambientales y económicos se analizan de manera separada.	Los aspectos sociales, culturales, ambientales, económicos, políticos y espirituales están totalmente interrelacionados.
La comunidad debe adaptarse al enfoque elegido para el desarrollo.	Desarrolla el sentido de identidad de la comunidad y respeta el entorno.
Construye con fórmulas de ingeniería para crear infraestructura.	Utiliza las particularidades del lugar como parámetros para determinar las soluciones de diseño apropiadas.
No se consulta a la comunidad o no la involucran.	La contribución de los actores sociales es importante en el proceso de planeación.

Basado en la tabla de Avecilla (2018).

En el siguiente diagrama (Figura 6) se pueden observar dos tipos de sistemas, en un extremo está el sistema degenerativo el cual se basa en un pensamiento fragmentado y reduccionista y en el otro extremo se encuentra el sistema regenerativo en cual se basa en un pensamiento holístico y en los sistemas vivos y complejos, entre estos dos sistemas se encuentran distintas maneras de diseñar.

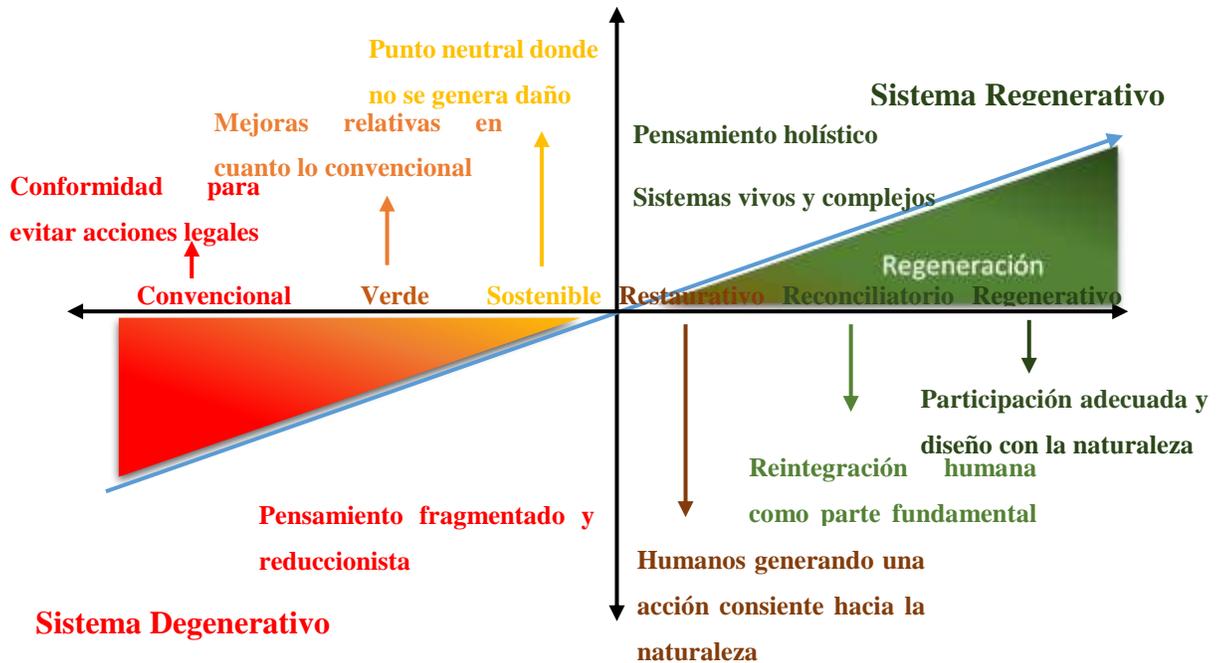


Figura 6. Diagrama del sistema regenerativo. Elaboración propia basada en el diagrama de Reed (2007).

En el sistema degenerativo primero está el sistema de diseño convencional el cual se basa en la conformidad para evitar acciones legales, este es de los más usados y es el que causa mayor impacto ambiental, seguido de este está el diseño verde el cual implica mejoras relativas en cuanto a lo convencional, después está el diseño sostenible que es un punto neutral donde no se genera daño, este es el más conocido y la mayoría de normativas y certificaciones están basadas en él, sin embargo debido al nivel de impacto ambiental se debe pensar en sistemas que van más allá de lo sostenible ya no solo se trata de no hacer daño y dejar de impactar negativamente si no aportar positivamente.

Después del diseño sostenible, se encuentra el diseño restaurativo que trata de que los humanos generen una acción consciente hacia la naturaleza, posteriormente se encuentra el diseño reconciliatorio que consiste en la reintegración humana como parte fundamental y por último está el diseño regenerativo que se basa en la participación adecuada y en el diseño con la naturaleza, tomando en cuenta las relaciones de todos los seres vivos con el medio ambiente.

2.11. La arquitectura como un sistema complejo

Retomando la idea del pensamiento sistémico, para comprender el problema que se desea abordar, se debe entender que la arquitectura es un sistema en el cual todas las partes que lo integran están relacionadas. La arquitectura es un sistema porque como dice el autor Von Bertalanffy: “De uno u otro modo estamos forzados a vérnoslas con complejidades, con «totalidades» o «sistemas», en todos los campos del conocimiento” (1976, p.3). Estos sistemas se entienden como una entidad con límites y con partes interrelacionadas e interdependientes cuya suma es mayor a la suma de sus partes, es por esto que no pueden abordarse desde una perspectiva simplista, tienen que abordarse desde una perspectiva compleja, entendiendo a la complejidad como la describe Morín: “el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” (2001, p.32).

García (2006) explica que cuando se estudia un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación de sus recursos, renovables o no renovables o por la instalación de asentamientos humanos de diversos tipos, como las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura, supone la consideración del conjunto de los elementos que intervienen en tales procesos (como los procesos sociales, económicos y políticos relacionados a ellos), al igual que sus partes o factores que los constituyen, sus interrelaciones y sus interacciones con otros fenómenos o procesos, esto significa que hay que pensar el objeto de estudio como un sistema complejo.

Todas estas observaciones se relacionan también con la pandemia del Covid-19, la cual evidenció que todos somos parte de un ecosistema planetario que está interconectado a pesar

de todos los avances tecnológicos que sostienen las convicciones posmodernas, el impacto de la pandemia puede conducirnos a una reconsideración de la capacidad humana para dejar de dominar las fuerzas de la naturaleza y explotar los recursos que proporciona el ambiente en su propio beneficio (Bosoer & Turzi, 2020). Con esto se puede ver la interconexión entre los sistemas y que es necesario replantear el comportamiento humano y las bases de un futuro regenerativo más sostenible, esto se puede lograr mediante proyectos regenerativos que entiendan la complejidad de los sistemas vivos (*Ciudades Comunes-1*, 2020).

2.11.1. Sistemas y subsistemas de la arquitectura regenerativa

Para analizar las partes que componen el sistema de arquitectura regenerativa, primero se dividió en 3 sistemas generales: arquitectura, impacto ambiental y entorno (Figura 7).

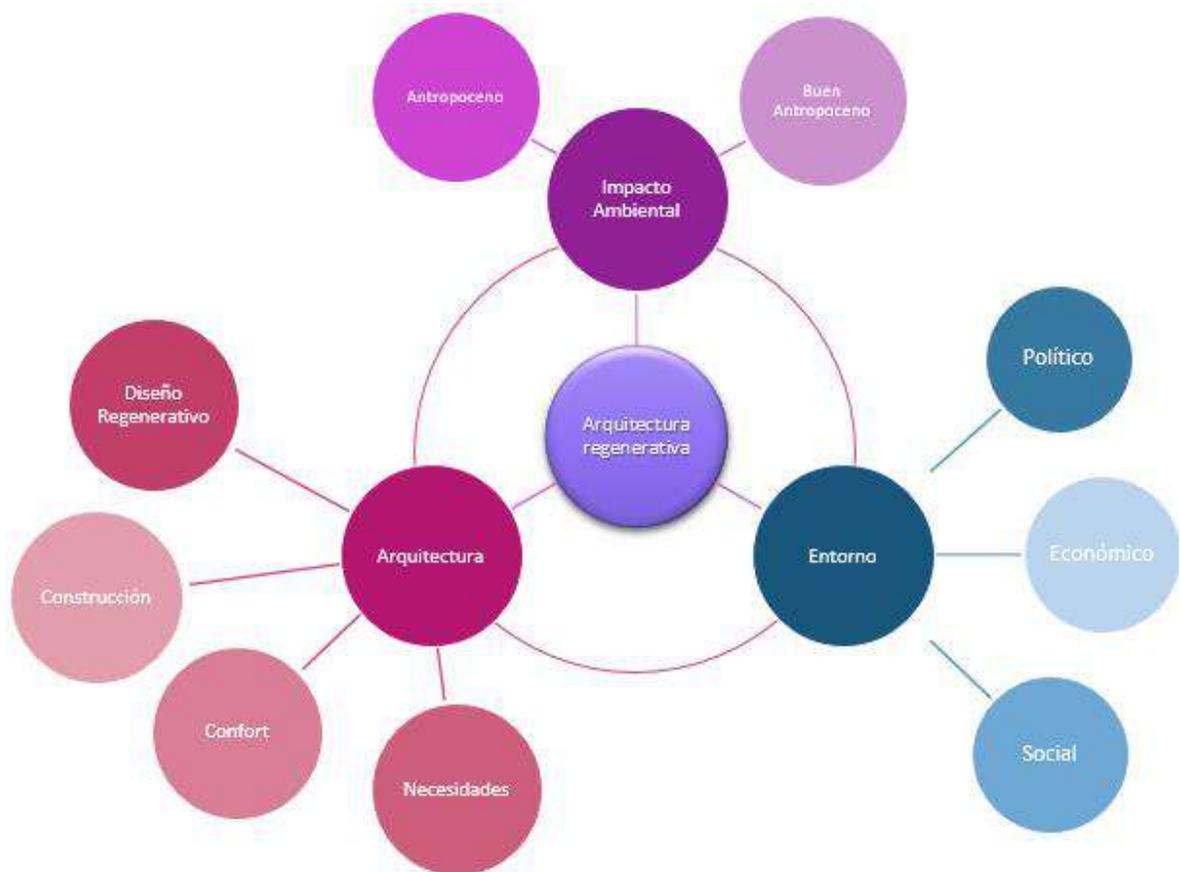


Figura 7. Diagrama de sistemas y subsistemas de la arquitectura regenerativa (elaboración propia).

Sucesivamente cada uno de ellos se subdivide en subsistemas, como se observa a continuación (figura 8):

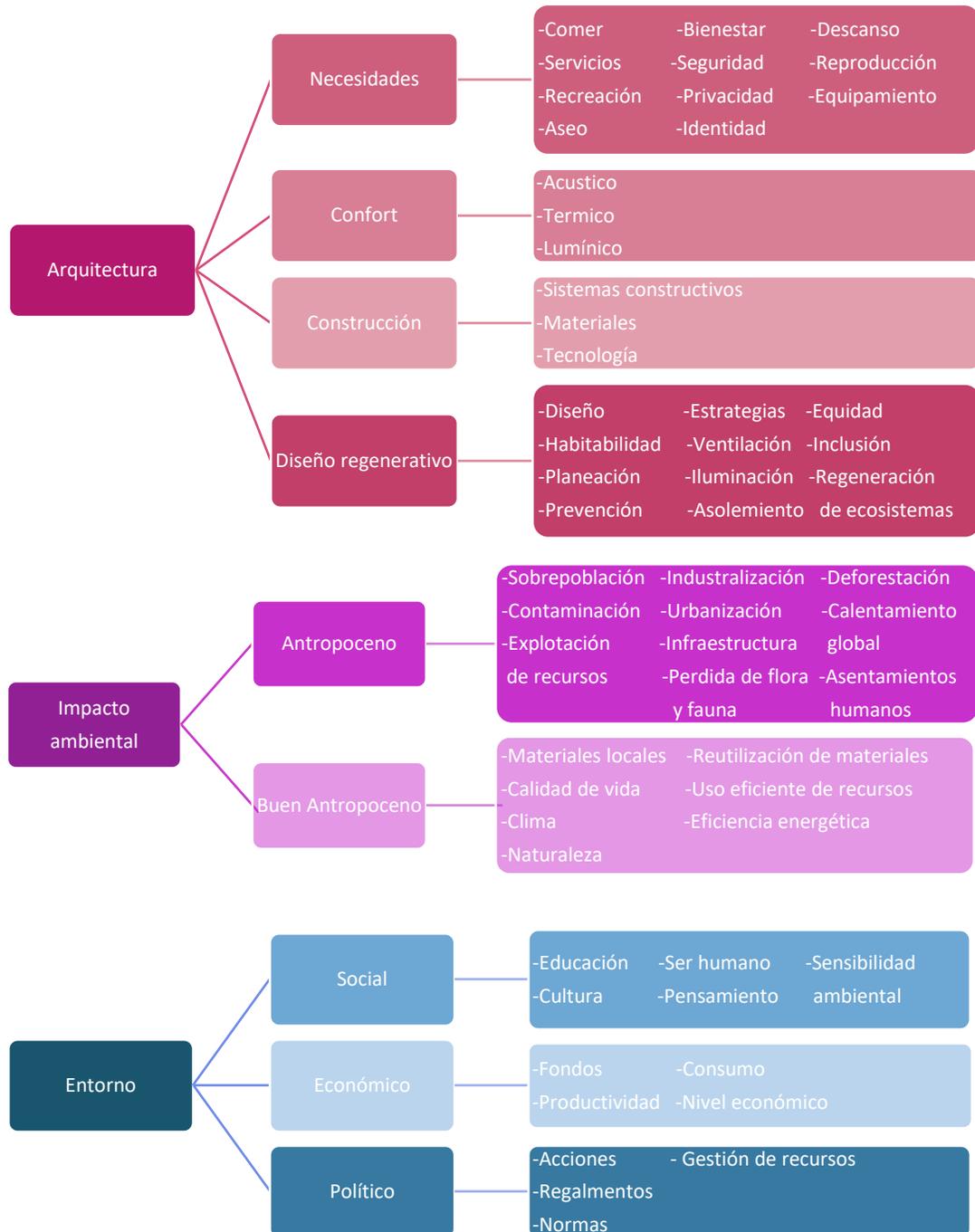


Figura 8. Diagramas subsistemas de la arquitectura regenerativa (elaboración propia).

Para analizar los factores que influyen en el sistema de orden superior, esto es, la arquitectura regenerativa y ver cómo se relacionan, se realizó el siguiente diagrama (Figura 9) en el cual se puede apreciar el tejido de interacciones como el que describe Morin, donde se puede observar como todas las partes del sistema están conectadas de alguna forma.

2.11.2. Diagrama complejo

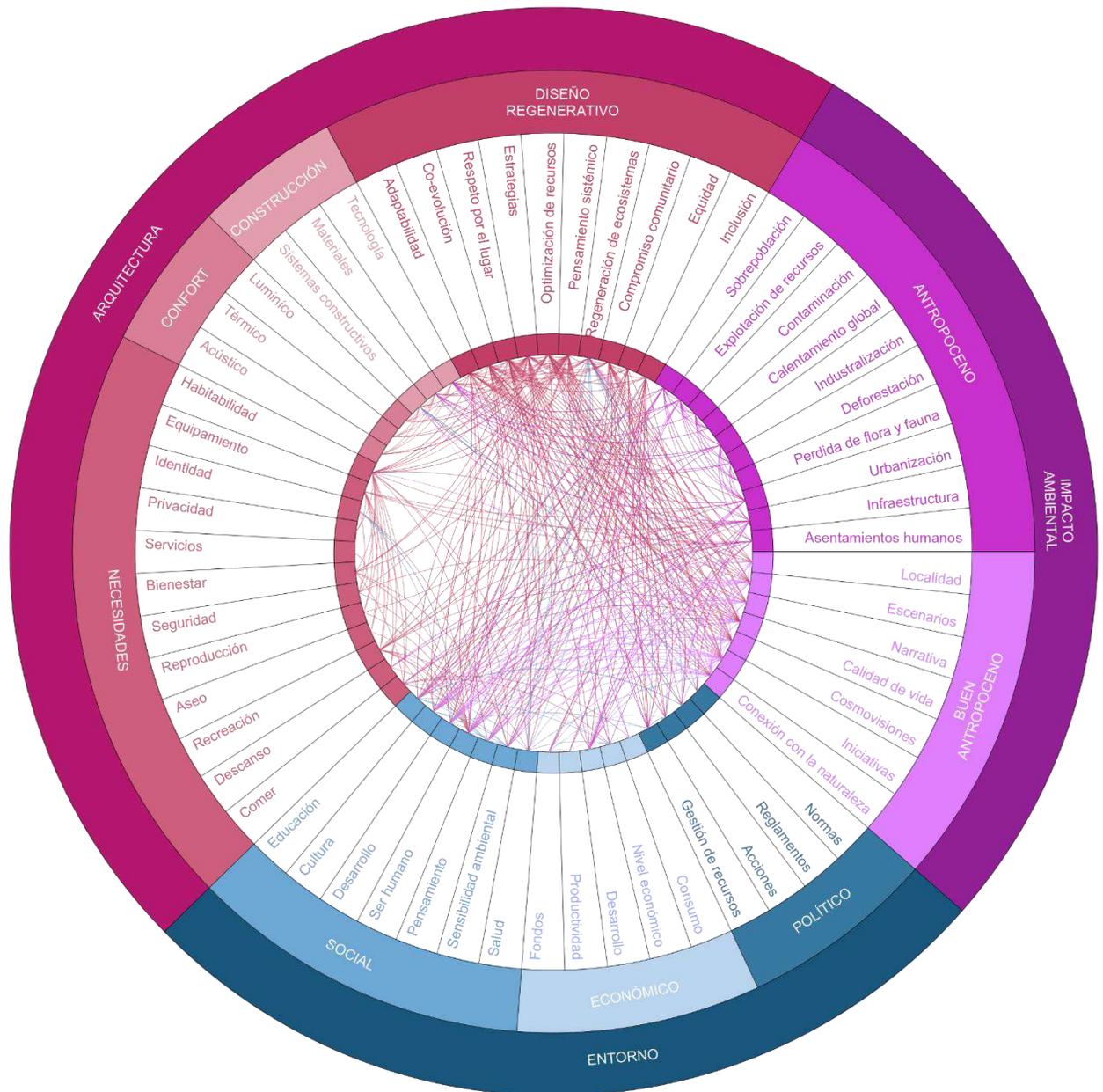


Figura 9. Diagrama complejo del sistema de arquitectura regenerativa (elaboración propia).

No se puede abordar la problemática de una manera simplista, se tienen que tener en cuenta los factores que componen el sistema, sin embargo no se pueden abordar todos en la investigación, como menciona García (2006) la estructura del sistema se compone por límites y por los elementos que están adentro y afuera de estos límites.

En el diagrama (Figura 10) se dejaron fuera el entorno político y económico, debido a que implican un marco jurídico más allá del alcance de esta investigación, igual quedaron fuera de los límites los observables del Antropoceno porque se necesitan hacer cambios a nivel mundial para poder reducir todos esos impactos, sin embargo, el que se dejen fuera no significa que no sean importantes, se tienen que contemplar ya que ayudan a visualizar las relaciones entre las distintas dimensiones que componen el sistema y ayudan a ver otros caminos para llegar a posibles soluciones desde otras áreas de especialidad.

Así mismo, están de color gris los observables que quedan fuera de los límites de la investigación, esto quiere decir que como todo proceso esta investigación es recursiva y más adelante podrían ocuparse estos conceptos ya que todos están interrelacionados. Cabe aclarar que los diagramas y los observables tomados en cuenta podrían variar dependiendo de la perspectiva y los intereses de cada investigador.

Después de analizar los antecedentes y el sistema llamado arquitectura regenerativa así como sus componentes y ver sus relaciones investigó cómo ha sido la aplicación de lo regenerativo en otros países y cómo han ido evolucionando el desarrollo y el diseño regenerativo, también se tomó en cuenta la situación que se vive actualmente por la contingencia y la importancia de la conexión con la naturaleza, la biofilia, la educación y edificios demostrativos.

Bloque III Diseño regenerativo y edificios demostrativos

2.12. ¿Cómo se han aplicado el desarrollo y diseño regenerativo en otros países?

Hay varias instituciones y/o programas que implementan estrategias de desarrollo y diseño regenerativo algunas son las siguientes:

UCI

En Costa Rica el rector de la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI), el Dr. Müller (2016) analizó la situación actual del planeta ante el cambio global y trabajó en un plan de acción donde utiliza el desarrollo regenerativo partiendo de seis pilares: el ecológico, social, cultural, político, económico y espiritual, los cuales se mezclan con un enfoque holístico sistémico, sin embargo mencionó que la dificultad estaba en encontrar profesionistas con las competencias requeridas y por ello se requiere regenerar los sistemas educativos; para implementar el desarrollo regenerativo se requiere de una aproximación holística aplicando una gestión creativa, donde una etapa fundamental es la sensibilización de todos los corresponsables para desarrollar procesos inclusivos.

La UCI desarrolla proyectos con enfoques regenerativos, Costa Rica será el primer HUB a nivel global para el desarrollo regenerativo territorial, en junio del 2018 líderes destacados en regeneración a nivel nacional e internacional se reunieron con el propósito de establecer una estrategia para iniciar la implementación del concepto de Desarrollo Regenerativo a través de una serie de proyectos pilotos en áreas geográficas donde existen las condiciones ideales y el capital humano para liderar el proceso (Pacheco & Veeger, 2018).

REGENESIS INSTITUTE

El Regenesis Institute es una organización que organiza una serie de cursos online y presenciales en diferentes partes del mundo, que presentan y exploran conceptos y marcos de desarrollo regenerativo patentados que Regenesis ha desarrollado y probado en el campo durante las últimas dos décadas (*Regenesis Institute for Regenerative Practice, s/f*).

REGENESIS GROUP

Es una organización que trabaja en el campo del desarrollo regenerativo, con un enfoque sobre el uso de la tierra, el desarrollo comunitario y el entorno construido, tratando de demostrar que la actividad humana puede ser una fuente de salud y regeneración, en lugar de destrucción y degradación, regenesis trabaja a través de los servicios al cliente,

proporcionando el pensamiento fundamental y el apoyo administrativo necesarios para participar en proyectos regenerativos e iniciativas de desarrollo comunitario en todo el mundo, así como a través de programas educativos para profesionales de la arquitectura, la planificación y el desarrollo comunitario (Regenesis Group, s/f).

Su enfoque se basa en la premisa de comprensión profunda y práctica de la dinámica única de un lugar es crítica para la planificación y el desarrollo regenerativo, trabajan desde la historia del lugar en un proceso de diseño integrador y la planeación comunitaria, este enfoque lo han desarrollado durante dos décadas, trabajando con más de 300 proyectos en lugares repartidos en seis continentes (Regenesis Group, s/f).

THE INTERNATIONAL LIVING FUTURE INSTITUTE

En esta organización se identifican escenarios positivos futuros para la arquitectura y la comunidad de diseñadores y fabricantes desde alcances demostrables, trabajan para mejorar el futuro "educando, estableciendo estándares, investigando y creando herramientas y programas innovadores" (*International Living Future Institute*, 2021).

El ILFI constituye una red global, dentro de la red existe la sección ILFI Latinoamérica y El Caribe, donde se trabaja desde el tema de la educación, la capacitación formación y el desarrollo de unos estándares base de referencia para guiar el diseño regenerativo en diferentes escalas, la edificación con el Living Building Challenge, la comunidad con el Living Community Challenge, la del producto con el Living Product Challenge y ahora la de alimentación con el Living Food Challenge (*International Living Future Institute*, 2021).

Haciendo uso de estrategias de diseño regenerativo, en el 2006 creó el programa internacional de certificación de edificios Living Building Challenge (LBC) el cual fomenta construir edificios regenerativos, autosuficientes y saludables aplicables en cualquier proyecto en el mundo. Los proyectos deben integrar la cultura local, los elementos biofílicos y la belleza para fomentar las conexiones comunitarias y naturales. En su página de internet (*Living Building Challenge Case Studies*, 2021) tienen un apartado de casos de estudio,

donde se encuentran todos los proyectos certificados y explican cuáles estrategias se implementan en los edificios.

2.13. Living Building Challenge (LBC)

Después de investigar, analizar y comparar diferentes certificaciones, la investigación se centró en el Living Building Challenge (LBC) porque es una de las certificaciones más completas en cuanto eficiencia energética además de que plantea estrategias que retoman la conexión con la naturaleza, educación, la cultura y el lugar, como se mencionó anteriormente la educación y la cultura desempeñan un papel importante en la difusión del entendimiento de que todos somos participantes en un entorno físico y sistema vivo interconectado (Wahl, 2016), además, esta certificación entiende a los edificios como entidades sistémicas y su relación con el medio ambiente y el ser humano.

El LBC consta de siete categorías de rendimiento o pétalos: lugar, agua, energía, salud+felicidad, materiales y equidad y belleza (Figura 11).

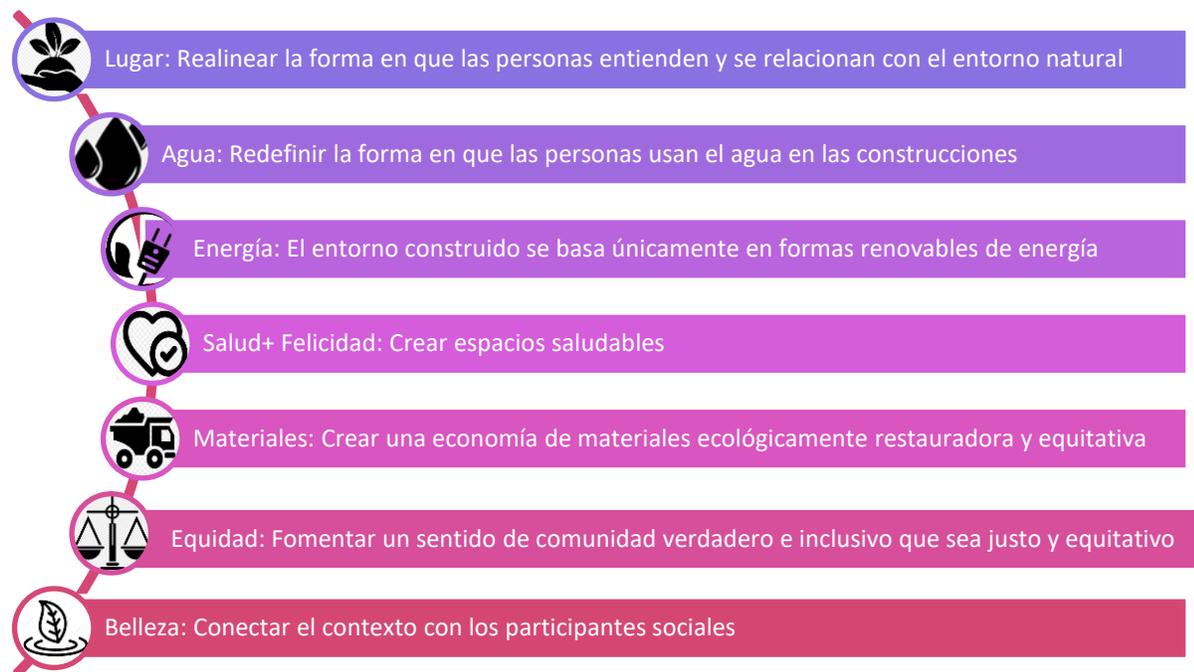


Figura 11. Pétalos Living Building Challenge (elaboración propia basada en el LBC).

El Living Building Challenge (2019) se centra en los edificios y es una herramienta unificada para el pensamiento sistémico, que permite imaginar un futuro ecológicamente restaurador, proporciona un marco para el diseño, la construcción y la relación simbiótica entre las personas y la naturaleza. Las categorías o pétalos y sus intenciones son los siguientes (International Living Future Institute, 2019):

1. Pétalo lugar: su intención es realinear la forma en que las personas entienden y se relacionan con el entorno natural que los sustenta, el entorno construido por el hombre debe volver a conectarse con la profunda historia del lugar y las características únicas que se encuentran en cada comunidad para que la historia pueda ser honrada, protegida y mejorada; es aceptable que las personas construyan cómo proteger y restaurar un lugar una vez que se ha desarrollado y cómo alentar la creación de comunidades que una vez más se basen en el peatón en lugar del automóvil.

2. Pétalo de agua: su intención es redefinir la forma en que las personas usan el agua en las construcciones para que el agua sea respetada como un recurso precioso. La escasez de agua potable se está convirtiendo rápidamente en un problema grave, ya que muchos países de todo el mundo enfrentan una grave escasez y comprometen la calidad del agua, además los impactos del cambio climático, los patrones de uso del agua altamente insostenibles y la disminución continua de los principales acuíferos auguran problemas importantes en el futuro.

3. Pétalo de energía: su propósito es señalar una nueva era de diseño, en la que el entorno construido se base únicamente en formas renovables de energía y opere durante todo el año de una manera segura y libre de contaminación. Además, tiene como objetivo priorizar las reducciones y la optimización antes de que se apliquen soluciones tecnológicas para eliminar el gasto de energía, recursos y dinero. La mayoría de la energía generada hoy proviene de fuentes altamente contaminantes y desestabilizadoras, como carbón, gas, petróleo y energía nuclear. La hidroelectricidad a gran escala da como resultado daños generalizados a los ecosistemas. La quema de madera, basura o pellets libera partículas y dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera y filtra los suministros locales de biomasa

cosechada de manera sostenible mientras priva al suelo del reciclaje de nutrientes que tanto se necesita.

4. Pétalo Salud + Felicidad: su intención es enfocarse en las condiciones ambientales más importantes que deben estar presentes para crear espacios saludables, en lugar de abordar todas las formas potenciales en que un ambiente interior podría verse comprometido. Muchos desarrollos proporcionan condiciones deficientes para la salud y la productividad y el potencial humano se ve muy disminuido en estos lugares. Al centrar la atención en las principales vías de salud, se crean entornos diseñados para optimizar el bienestar de las personas.

5. Pétalo de materiales: su intención es ayudar a crear una economía de materiales que no sea tóxica sino ecológicamente restauradora, transparente y socialmente equitativa. A lo largo de su ciclo de vida, los materiales de construcción son responsables de muchos problemas ambientales incluidas enfermedades personales, pérdida de hábitat y especies, contaminación y agotamiento de recursos.

6. Pétalo de equidad: su propósito es transformar los desarrollos para fomentar un sentido de comunidad verdadero e inclusivo que sea justo y equitativo, independientemente de la edad, la clase, la raza, el género o la orientación sexual de un individuo. Una sociedad que abraza a todos los sectores de la humanidad y permite la dignidad de igualdad de acceso y trato justo es una civilización en la mejor posición para tomar decisiones que protejan y restauren el entorno natural que nos sostiene a todos.

7. Pétalo de belleza: su intención principal es conectar el contexto con los participantes sociales, este pétalo se divide en dos imperativos: el de belleza y biofilia que contiene 4 estrategias, las cuales son la inclusión de elementos naturales, patrones naturales, inclusión cultural y metas y contexto y el segundo imperativo es el de educación e inspiración, el cual contiene 5 estrategias que son guías educacionales, acceso público anual, simbología informativa, dominio web y un experto incluido.

El Living Building Challenge, como herramienta metodológica, busca crear diseños que conecten a las personas con la naturaleza y con todos los demás sistemas. Durante la investigación se planea evaluar proyectos que se enfoquen principalmente en los pétalos 4 (Salud + Felicidad) y 7 (belleza), ya que en estos apartados se habla de cómo utilizar las condiciones y las limitaciones actuales para diseñar mejores espacios habitables con ayuda de la conexión con la naturaleza y por medio de la educación e inspiración.

2.14. Conexión con la naturaleza y su relación con la conciencia ambiental y comportamiento proambiental.

La tasa de urbanización sin precedentes a nivel mundial se asocia con una disminución del acceso a entornos naturales, distanciando a las personas más de la naturaleza, según algunos informes la cantidad de tiempo que se pasa dentro de los edificios, es hasta el 90%; la vida urbana se asocia con aumento de las enfermedades relacionadas con el estrés, un factor que contribuye a esto es la falta de acceso a la naturaleza en el entorno construido (Yin et al., 2018). La urbanización amenaza la biodiversidad y las oportunidades de las personas para interactuar con la naturaleza, esta progresiva desconexión del mundo natural es profundamente preocupante ya que afecta la salud, el bienestar, las actitudes y los comportamientos humanos hacia la naturaleza (Colléony et al., 2019).

Por otra parte, puede decirse que los problemas ambientales tienen su origen en los modos de vida, la organización social y el comportamiento humano (Corraliza & Collado, 2019). Los problemas ambientales como los mencionados en la introducción de esta tesis, en particular el cambio climático, constituyen un ejemplo de lo que se aborda en la Psicología Ambiental, donde se menciona que no existe una solución solamente técnica a la crisis ecológica actual y las estrategias de intervención frente a los retos ambientales, se requieren promover cambios en las actitudes y comportamientos ecológicos personales y colectivos (Huertas & Corraliza, 2017).

Por tanto es importante retomar la conexión que se ha perdido con la naturaleza, ya que para poder lograr tener una cultura regenerativa que ayude en el cambio de paradigma se necesita aumentar la sensibilidad y conciencia ambiental en las personas y está comprobado

que la conexión con la naturaleza puede aumentar la sensibilidad y conciencia ambiental, investigaciones recientes han descubierto que cuanto más tiempo se pasa en la naturaleza, más aumenta el comportamiento proambiental durante infancia (Cheng & Monroe, 2012) y en la edad adulta (Hinds & Sparks, 2008; Thompson et al., 2008).

Cabe destacar que el concepto de conexión con la naturaleza es un rasgo multidimensional que se considera importante para desarrollar una conservación positiva de comportamientos proambientales y el fortalecimiento de la conexión de las personas con la naturaleza (Hughes et al., 2018). El término conexión con la naturaleza se utiliza con frecuencia para describir aspectos de la actitud hacia la naturaleza, principalmente representando el afecto positivo de la relación humano-naturaleza junto con el cognoscitivo y los componentes conductuales (Cheng & Monroe, 2012; Kals & Müller, 2012; Kals et al., 1999; Tam, 2013a). De igual manera la conexión con la naturaleza se debe entender como un proceso que incluye interacciones entre individuos y entidades así como el contexto social y cultural y los resultados de nuevas habilidades, conocimientos o cambios de comportamiento (Prévot et al., 2018).

Ahora bien, aunque la relación entre pasar tiempo en la naturaleza y comportarse de manera ecológica parece que depende de varios factores (Collado et al., 2014), varios investigadores (Hinds & Sparks, 2008; Mayer & Frantz, 2004; Chawla & Cushing, 2007; Tam, 2013b) coinciden en que el contacto con la naturaleza trae experiencias positivas y agradables para las personas y que debe ser fomentado como una forma de mejorar el proambientalismo. Así mismo la frecuencia de la exposición a la naturaleza tiene un efecto directo sobre el comportamiento ecológico y un efecto indirecto mediado por actitudes ambientales similares (Wells & Lekies, 2006).

Por otro lado el contacto diario con la naturaleza se considera un componente esencial para forjar y reforzar sentimientos favorables hacia la naturaleza (Kellert, 2002; Chawla, 2006) ya que incluso en este mundo de rápida urbanización, todavía hay muchas oportunidades para volver a conectar a los niños (Soga & Gaston, 2016) y adultos con la naturaleza, considerando que retomar la conexión con la naturaleza es un paso fundamental

hacia la construcción de una sociedad sostenible (Soga et al., 2016). Es por esto que educar y proporcionar experiencias en la naturaleza a los niños y adultos es de suma importancia (Prévot et al., 2018).

Se debe agregar que la conexión con la naturaleza tiene beneficios ambientales, psicológicos, sociales, culturales y económicos (Corraliza & Collado, 2019; Colléony et al., 2019). Para ser más específicos algunos estudios han comprobado que la experiencia de vivir en un entorno natural puede reducir el efecto de eventos estresantes (Corraliza & Collado, 2011), así mismo en los adultos, estos beneficios incluyen mejoras en el estado de ánimo (Bratman et al., 2015; Hartig et al., 2003) y resultados positivos de salud física (Kardan et al., 2017).

Cabe señalar que hasta la fecha, la mayoría de los estudios que exploran las experiencias con la naturaleza se han centrado en el impacto del contacto con la naturaleza durante la infancia en las actitudes ambientales en la edad adulta; estos estudios demuestran que la exposición infantil a la naturaleza es un fuerte predictor del tipo de lugares naturales visitados, las creencias y el compromiso ambiental en la edad adulta. Sin embargo, la relación con la naturaleza y el conocimiento ambiental se desarrollan a lo largo de la vida de un individuo y no solamente durante la infancia (Colléony et al., 2019).

Desde otro punto de vista, la crisis que se vive hoy en día con el COVID-19 da pauta para ver las relaciones entre la crisis sanitaria, la crisis climática y ecológica y deja ver como expresa Eduard Müller (Ciudades Comunes, 2020) que la naturaleza no necesita a los seres humanos, los seres humanos son los que necesitan de ella, sin embargo se han desconectado de ella y se necesita retomar esa conexión para evitar un colapso planetario. Müller dice que todos pueden aportar algo y que mediante el trabajo colectivo se puede mostrar el camino que lleve a aplicar el desarrollo regenerativo y dejar de impactar negativamente.

Para finalizar, el psicólogo ambiental Corraliza (2019) explica que la actividad cerebral se ha forjado en conexión con la naturaleza y que hace falta dotar la ciudad de más espacios verdes, es decir que se necesita de una naturaleza urbana para un buen funcionamiento psicológico. Además afirma que el mejor programa de concienciación ambiental es el

contacto con la naturaleza, esto está basado en estudios que ha realizado en entornos urbanos y naturales, con programas de concienciación ambiental donde el factor que más influye es el estar en un espacio natural. Dicho brevemente, la relación con la naturaleza es muy importante y necesaria ya que el comportamiento proambiental aumenta con la conexión con la naturaleza (Jones, 2013).

2.15. Biofilia, educación y edificios demostrativos

El siguiente aspecto trata de la biofilia y su relación con la educación, en 1984, Wilson estableció los fundamentos teóricos de este movimiento donde hipotetizó que los humanos tienden a buscar la conexión con la naturaleza y otras formas de vida (Keaulana et al., 2021), buscamos representar la naturaleza y definirla en nosotros mismos con el contexto real en el que vivimos (Hutchins, 2012). La biofilia es la "afiliación emocional innata de los seres humanos con otros organismos vivos" (Wilson, 1990).

El término Biofilia, proviene del término griego Philos y Bios (Ramzy, 2015) que significa amor y describe los sentimientos de conexión con la naturaleza durante un período de exploración e inmersión en el mundo natural (Söderlund, 2019). Esta atracción hacia la naturaleza nos inspira a seguir evolucionando y nos permite adquirir nuestros sentidos humanos, desarrollar ciertos comportamientos sociales e incluso crear estructuras éticas que se derivan íntimamente de nuestras relaciones con otros seres vivos (Kellert & Wilson, 1993).

Los sentimientos de conexión con la naturaleza fueron mencionados por primera vez por el psicólogo Erich Fromm en la década de 1970, como un sentir "esencial para la salud mental humana y en ese apego encontramos lo que es vital" (Fromm, 2010). Wilson, junto con Kellert popularizó el término a inicios de los 90 para definir esa afiliación emocional innata (Kellert & Wilson, 1993), su teoría conecta con otras que buscan la restauración, conciencia del medio ambiente, paisajes primitivos, ritmos circadianos, ecología profunda, entre otras, que buscan revivir o regenerar la relación directa con la naturaleza (Naess, 1973; Orians & Heerwagen, 1992; Appleton, 1996; Mayer & Frantz, 2004; Swart et al., 2001; Wahl, 2016; Weber, 2019; Patke et al., 2020).

Se debe agregar que la relación con la naturaleza puede guiar gradualmente al individuo hacia una "transformación interior" y es probable que surja la adquisición de una cosmovisión biofílica (Cooper, 2012) además de que existe una necesidad de contacto con lo natural que genera emoción, significado y compasión que proporcionan la conexión con lo vivo (Lumber et al., 2017). Esta búsqueda toca la acción ética de nuestra persona y del mismo modo la trascendencia colectiva para reencontrarse con la naturaleza y así formar parte de ella, adentrándonos a una etapa que permite un cambio fundamental en el entendimiento con la naturaleza (Weber, 2019). Este cambio cultural, es evidente hoy en día ya que las iniciativas de ecología profunda (Naess, 1973), restauración (Swart et al., 2001), sostenibilidad (Edwards, 2010) y regeneración (Wahl, 2016) lo han venido conformando.

En cuanto a la arquitectura, los arquitectos utilizaron el principio de biofilia para guiar sus diseños, llamando a este enfoque, diseño biofílico. El diseño biofílico introduce componentes naturales en los espacios para promover el bienestar emocional y físico, algunos ejemplos son: la exposición al sol, agua, vistas naturales a través de las ventanas o techos y cuartos de invernadero donde las plantas dominan y restauran la calidad del aire mientras que proporcionan un refugio forestal interior (Jones, 2013).

Cabe señalar que la salud y el bienestar dependen de que los entornos construidos promuevan el contacto con elementos naturales (Corraliza & Collado, 2011). Particularmente las escuelas e instituciones educativas juegan un papel importante en la promoción de conexiones con la naturaleza, la tierra y el medio ambiente (Keaulana et al., 2021). Es por esto que las escuelas deben incluir entornos naturales en su diseño para garantizar que los beneficios lleguen a los jóvenes, los resultados que favorecen el uso de la naturaleza, pueden promover la atención, el rendimiento cognitivo, el estado de ánimo (Norwood et al., 2019) y mejorar la concentración, autodisciplina y estrés fisiológico (Schweitzer & Gionfra, 2018).

Para comprender mejor, existen dos teorías clave que identifican los mecanismos mediante los cuales los beneficios académicos pueden producirse a través de los efectos de la naturaleza. La primera es la teoría de la reducción del estrés (Ulrich et al., 1991) según esta teoría, la exposición a la naturaleza urbana ofrece oportunidades para recuperarse del

estrés. Los defensores de esta teoría argumentan que esta preferencia por la naturaleza puede explicar parte de la reducción del estrés y la mejora del estado de ánimo después de interacciones con entornos naturales y esto puede mejorar el rendimiento cognitivo (Meidenbauer et al., 2019). La segunda teoría es la teoría de la restauración de la atención (Kaplan, 1995) la cual sugiere que la exposición a la naturaleza facilita la recuperación de la fatiga mental es decir, permite la restauración de atención.

Además mejorar el acceso a la educación basada en la naturaleza, puede brindar múltiples beneficios a los ciudadanos, en términos sociales, puede mejorar la reintegración de las minorías, facilitando la participación comunitaria, en términos económicos, el acceso a la naturaleza proporciona infraestructura y genera posibilidades de empleo, así mismo, promueve la biofilia y la administración ecológica entre los ciudadanos, incluyendo hábitos de consumo y movilidad, que a su vez refuerzan la resiliencia de comunidades y poblaciones enteras permitiendo establecer objetivos más amplios para la sostenibilidad; con respecto a la educación, la naturaleza puede desempeñar un papel único proporcionando beneficios a nivel individual, comunitario y global (Schweitzer & Gionfra, 2018).

Por otra parte existen numerosas investigaciones que sugieren que fomentar la biofilia es una de las formas de fomentar la conciencia ecológica, valores positivos y comportamientos ambientales hacia el medio ambiente, pero también hacia la formación de una persona ecológicamente responsable, un ciudadano sostenible y la implementación exitosa de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en las Instituciones educativas y la comunidad (Anđić & Tatalović Vorkapić, 2019). A su vez Wilson (1984) sugiere que la evolución biológica se puede considerar como una historia o narrativa significativa para el desafío de sostenibilidad en ambientes educativos, su propósito de traducir la evolución biológica en forma de narrativa es para inspirar la conexión con la naturaleza y permitir un redescubrimiento del sentido de cuidado y responsabilidad por la diversidad de la vida (Jones, 2013).

En cuanto a la transición social hacia la sostenibilidad, Stephens et al. (2008) sostiene que las instituciones de la educación superior pueden ser percibidas como un potencial agente

de cambio. Como resultado de estas ideas surge la metáfora de Universidad Biofílica, una universidad que restablece la afinidad emocional con el entorno natural, la implicación de la introducción de la naturaleza humana y la narrativa evolutiva de la metáfora de la Universidad Biofílica, podría proporcionar al desafío de la sostenibilidad un sentido dual y colectivo, a su vez esta metáfora ofrece ver el desafío de la sostenibilidad de manera diferente, de modo que los actores puedan reflexionar y promulgar una mayor conexión biocultural entre lo social, físico y el entorno natural del campus (Jones, 2013).

Acorde con Stephens et al. (2008) hay cuatro categorías de percepciones sobre cómo las instituciones de educación superior pueden contribuir a la transición hacia la sostenibilidad: a) la educación superior puede modelar prácticas sostenibles para la sociedad, b) la educación puede enseñar a los estudiantes las habilidades de integración, síntesis y pensamiento sistémico y cómo afrontar con problemas complejos, c) la educación puede llevar a cabo prácticas inspiradas en el uso de investigaciones basadas en problemas reales que tienen como objetivo abordar los retos de sostenibilidad a los que se enfrenta la sociedad y d) el potencial de las instituciones de educación superior puede influir en el resto de la sociedad mejorando los alcances, la participación e interacciones más allá de los profesores, el personal y los estudiantes afiliados a la institución.

Así mismo la transformación de una universidad hacia el desarrollo sostenible requiere un realineamiento de todas sus actividades con un paradigma críticamente reflexivo que apoye la construcción de futuros más sostenibles (Jones, 2013), dado que las conexiones interrelacionadas entre las premisas de la biofilia o la arquitectura relacionada con la naturaleza, la sostenibilidad y el aprendizaje innovador pueden conciliarse dentro de una organización más descentralizada (Abdelaal, 2019). Se debe agregar que no solo las universidades tienen este potencial, todos los espacios, principalmente los espacios públicos, pueden ser catalizadores potenciadores de cambios.

De acuerdo a Wahl (2016) todos pueden iniciar una transformación cultural y sembrar patrones de regeneración que lleven a reexaminar la relación entre la naturaleza y la cultura prestando atención al efecto de las acciones en múltiples escalas interconectadas y

desarrollando una perspectiva participativa de los sistemas vivos donde la educación desempeña un papel importante en la difusión del entendimiento de que todos son participantes en un entorno físico interconectado con los procesos químicos, biológicos, ecológicos, sociales y psicológicos.

Así, por ejemplo, por medio de la arquitectura un edificio puede ser un catalizador de cambio, como en el caso del edificio CIRS (Centre for Interactive Research on Sustainability) este edificio fue diseñado para exhibir sistemas sostenibles y ser 'neto positivo' de siete formas ya que toma varias consideraciones ambientales en: ahorro de energía, agua, conservación de recursos, salud y bienestar, operaciones y mantenimiento de edificios, así como en educación y difusión continua, ya que además de exhibir sistemas sostenibles educa a los visitantes a través de un manual técnico y un sitio web que ayuda a difundir más información con lecciones aprendidas; gracias a todo esto el proceso de creación de CIRS ha cambiado la visión de la UBC para su campus y su papel como institución; los resultados del CIRS están ayudando a que el mundo avance hacia un mejor futuro (Perkins, s/f).

Con respecto a este punto, también está demostrado que estar en un edificio sostenible puede provocar un comportamiento ambientalmente sostenible (Wu et al., 2013). Wu demuestra que el entorno puede tener un impacto profundo y positivo en el comportamiento humano y sugiere una oportunidad de investigación que une la psicología con el diseño para comprender cómo el entorno humano puede diseñarse y utilizarse como una herramienta para fomentar un comportamiento proambiental.

De igual modo observar la naturaleza puede proporcionar nuevos conocimientos y nuevas interpretaciones de las condiciones existentes, se ha demostrado que el paisaje como plataforma educativa ha dado lugar a nuevos conocimientos y se ha utilizado como plataforma para el desarrollo holístico, sistémico, cognitivo y ecológico siendo un agente eficaz de integración en la pedagogía y la educación para la sostenibilidad (EfS) (Whitbread, 2015).

En definitiva, el estar en contacto con la naturaleza fomenta el bienestar físico, emocional y mental, es por esto que el diseño biofílico está siendo más reconocido ya que las

organizaciones buscan hacer espacios que contribuyan a mejorar el bienestar para los usuarios (Stafford et al., 2018). Además, la pandemia nos obliga a repensar nuestro comportamiento y nos impulsa a acelerar el paso hacia un escenario comprometido con el medio ambiente y las personas (Fernández et al., 2020) donde la arquitectura juega un papel muy importante.

2.16. Conclusiones de los bloques I, II y III

En resumen, el antropoceno -entendido como la era geológica más reciente de la Tierra, donde los procesos atmosféricos, geológicos, hidrológicos, biosféricos así como otros sistemas de la Tierra están siendo alterados por la actividad antrópica- aparece como resultado del impacto ambiental por no respetar los límites naturales del planeta, pero es una oportunidad de replantear el comportamiento humano y las bases de un futuro regenerativo sostenible, donde se tienen que encontrar nuevas formas de relacionarse con el entorno y diseñar nuevos modelos de desarrollo en el arquitectura que implementen estrategias regenerativas y aporten impactos positivos para la naturaleza.

Es necesario recalcar que el diseño regenerativo tiene un gran impacto en la arquitectura ya que ha cambiado la antigua definición centrada en el edificio para incluir las relaciones entre edificios, infraestructura y sistemas naturales, así como la cultura, la economía y política de las comunidades, dado su carácter holístico hace posible un rol nuevo necesario para los desarrolladores, ya que al inspirar nuevos estándares de relación con el lugar y al introducir una visión sistémica, el desarrollador se convierte en un catalizador para la creación de infraestructuras y culturas auto-evolutivas de regeneración (Mang & Reed, 2020).

Aunque el enfoque de lo regenerativo está evolucionando y envuelve un espectro que se extiende más allá de los aspectos tradicionales del diseño para abordar la naturaleza del pensamiento que se requiere para diseñar y participar en un proceso regenerativo, este nuevo rol está comenzando a surgir en pequeñas escalas y en lugares dispersos, así que lo se necesita ahora es traer conciencia e intención de su surgimiento como el nuevo patrón que de forma al campo del desarrollo (Mang & Reed, 2020).

Sin embargo aunque es necesaria la implementación del diseño regenerativo, nos encontramos con algunas interrogantes ¿cómo dar ese salto necesario de lo sostenible a lo regenerativo, si lo sostenible no se utiliza como debería? y ¿por qué a pesar de tener recursos, herramientas, materiales y manuales la arquitectura sostenible no se utiliza como debería?. Durante la investigación se encontraron varias causas, una de ellas es que se tiene una deficiencia en reglamentos, de acuerdo a Dueñas del Río (2013) México no posee un reglamento a nivel nacional que regule y promueva la edificación sustentable o sostenible, solo se tienen algunas normativas y legislaciones que no guardan relación entre sí y no sancionan o incentivan al constructor.

Además de esta deficiencia de reglamentos y regulación fragmentada, hay un fenómeno de irregularidad en las construcciones en México (Cobrerros et al., 2020), así como una falta de fuerza laboral calificada (Tazón & Edurne, 2015). Otro motivo es la falta de conciencia y sensibilidad ambiental, este punto fue primordial para establecer la dirección de la investigación, ya que, a pesar de que hay diferentes causas por las cuales la arquitectura sostenible no ha aumentado considerablemente en México, la conciencia y sensibilidad ambiental están ligadas con la cultura y el lugar y son elementos importantes en el diseño regenerativo dado que es necesario que las personas tengan una mayor afinidad con la naturaleza para poder avanzar hacia culturas regenerativas y un futuro regenerativo, saludable, resiliente y adaptable, que se preocupe por el planeta y por la vida (Wahl, 2016).

De ahí que esta investigación se enfocó en cómo se podría aumentar la conciencia y sensibilidad ambiental mediante un proyecto arquitectónico educador, es por esto que el objeto de la tesis se centró en definir los principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico y la educación e inspiración. Los principios se definieron a partir de lo investigado en el marco teórico y para definir las estrategias se analizaron casos de estudio de proyectos arquitectónicos educadores que aplican estrategias de sostenibilidad regenerativa y que funcionan como edificios demostrativos donde mediante la educación y el acceso con la naturaleza, promueven y difunden la aplicación de estrategias relacionadas con el cuidado del medio ambiente.

Capítulo 3 Metodología

3. Etapa de conceptualización

En la etapa de conceptualización se realizó la investigación documental, la cual se basó en la búsqueda, revisión y análisis de fuentes bibliográficas para la realización del marco teórico y referencial abarcado en los capítulos 1 y 2, durante esta etapa se formularon las preguntas que guiaron la investigación.

Se analizó la información recopilada para estudiar las dimensiones y los componentes que integran el problema desde una perspectiva compleja y se realizaron diagramas que ayudaron a entender el desarrollo regenerativo, el diseño regenerativo y el sistema de arquitectura regenerativa así como los elementos que lo componen donde se muestran las relaciones entre las dimensiones social, económica, cultural y política; esto ayudó a definir los alcances de la investigación.

La metodología está basada en análisis de casos de estudio con un propósito exploratorio y con una estrategia combinada de dos fases. La investigación tiene un alcance correlacional, los estudios correlacionales pretenden determinar cómo se relacionan o vinculan diversos conceptos, variables o características entre sí (Groat & Wang, 2013).

3.1. Etapa 1 Selección de proyectos a comparar

En esta etapa se seleccionaron proyectos sostenibles y regenerativos en América con certificación LBC y LEED, la elección de estos proyectos se basó en que tenían que ser proyectos educativos como universidades, centros de investigación o lugares donde se imparten talleres educativos además de contar con los imperativos de biofilia, acceso a la naturaleza, educación e inspiración.

Otro de los criterios en la selección de proyectos fue el nivel de certificación (se escogieron proyectos con el nivel máximo de certificación). En el caso de la certificación LBC, los proyectos deben cumplir una serie de requisitos de desempeño durante un mínimo

de 12 meses de ocupación continua. Los siguientes son los tipos de certificación en el LBC (*Certificación LBC, s/f*):

- Living Building Certification (máxima certificación)
- Core Green Building Certification
- Petal Certification
- Zero Energy Certification

En cuanto a la certificación LEED se distinguen cuatro tipos de certificación energética diferentes que se otorgan en función de los créditos asignados o puntuación obtenida para cada edificio, son los siguientes (*Modelo de certificación LEED edificios sostenibles, s/f*):

- LEED Platinum (Platino): para edificios que obtienen 80 o más puntos.
- LEED Gold (oro): para edificios que obtienen entre 60 y 79 puntos.
- LEED Silver (plata): para edificios que consiguen en la franja de 50 a 59 puntos.
- LEED Certified (Certificado): para edificios que obtienen entre el 40 y el 49 puntos.

Tabla 2. Criterios de selección de los proyectos a evaluar

Ubicación	Tipo de proyecto	Imperativos	Nivel de certificación
América	Universidades Centros de investigación Lugares que imparten talleres educativos relacionados con la naturaleza.	Biofilia Acceso a la naturaleza Educación e inspiración.	Living Building Certification (LBC) LEED Platino (LEED)

Dentro de la información que se requería de los proyectos, se investigó: ubicación, descripción, tipo de proyecto, contacto (correo), tipos de pétalos (en caso de ser proyectos LBC), nivel de certificación, planos, diagramas y fotos.

3.2. Etapa 2 Definición de parámetros a evaluar sobre la aplicación de los principios, elementos y atributos del diseño biofílico

En esta etapa se definieron los parámetros a evaluar, estos parámetros están basados en los elementos de diseño biofílico (tabla 3) establecidos por Keller (Kellert et al., 2008), el acceso a la naturaleza y educación e inspiración (tabla 4), de acuerdo a la certificación Living Building Challenge. También se tomaron en cuenta algunos parámetros de la certificación LEED relacionados con la educación y la naturaleza.

Tabla 3. Parámetros a evaluar del diseño biofílico

Elementos del diseño biofílico		
Características ambientales	Formas naturales	Patrones naturales + procesos
<ul style="list-style-type: none"> • Color • Agua • Aire ✓ Ventilación natural ✓ Plantas • Animales • Materiales naturales • Vistas ✓ Fachadas verdes • Geología + Paisaje • Hábitats + ecosistemas • Fuego 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivos botánicos • Árboles como soportes • Motivos animales • Cascarón + espiral • Formas de huevo, ovaladas y tubulares • Arcos, bóvedas, cúpulas • Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos • Simulación de características naturales • Biomorfia* • Geomorfología • Biomimetismo* 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad sensorial • Riqueza de información • La edad, el cambio y la pátina del tiempo • Crecimiento + florecimiento • Punto focal central • Totalidades estampadas • Espacios delimitados • Series vinculadas + cadenas • Integración de partes a totalidades • Contrastes complementarios • Equilibrio dinámico + tensión • Fractales • Razones + escalas organizadas jerárquicamente
Luz + espacio	Relaciones basadas en el lugar	Relación evolución humana - naturaleza
<ul style="list-style-type: none"> • Luz natural 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conexión geográfica al lugar 	<ul style="list-style-type: none"> • Prospecto + refugio • Orden + complejidad

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Luz filtrada + difusa • Luz + sombra • Luz reflejada • Piscinas de luz • Luz cálida • Luz como forma + forma • Amplitud • Variabilidad espacial • Espacio como forma + forma • Armonía espacial • Espacio interiores-exteriores | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conexión ecológica al lugar ✓ Conexión cultural al lugar ✓ Materiales autóctonos • Orientación del paisaje ✓ Características del paisaje que definen la forma del edificio ✓ Integración de cultura + ecología ✓ Espíritu de lugar • Evitando la falta de lugar | <ul style="list-style-type: none"> • Curiosidad + tentación • Seguridad + protección • Dominio + control • Afecto + apego • Exploración + descubrimiento • Información + cognición • Miedo + asombro • Reverencia + espiritualidad |
|---|--|--|

-
- Los parámetros en color negro, son los que se evaluaron en la fase 1 (rúbrica comparativa)
 - Los parámetros en color rosa son los que se evaluaron en la fase 2 (cuestionario)
 - ✓ Los parámetros en color azul son los que se evaluaron en ambas fases

*El diseño biomórfico es una tendencia que parte de la utilización de formas y estructuras de los organismos vivos, es un elemento de inspiración para el diseño (Sánchez-Cascado, 2016)

*El biomimetismo es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración, aplica soluciones originarias de la naturaleza en forma de principios biológicos o biomateriales a problemas humanos (*Biomimética*, 2021).

Tabla 4. Parámetros a evaluar del acceso a la naturaleza

Acceso a la naturaleza

- Frecuencia de las interacciones con la naturaleza en el interior.
 - Frecuencia de las interacciones con la naturaleza en el exterior.
 - ✓ Conexión directa entre la naturaleza y los habitantes.
 - Paisajismo interior.
 - Paisajismo exterior.
 - Beneficios para la salud (efectos en la productividad de las personas, su creatividad y su capacidad para contrarrestar el estrés).
 - Beneficios de la luz del día, el aire fresco y el acceso a la naturaleza.
 - ✓ Conexión directa entre la naturaleza y los habitantes.
-
- Los parámetros en color negro, son los que se evaluaron en la fase 1 (rúbrica comparativa)
 - Los parámetros en color rosa son los que se evaluaron en la fase 2 (cuestionario)
 - ✓ Los parámetros en color azul son los que se evaluaron en ambas fases

Tabla 5. Parámetros a evaluar de educación e inspiración

Educación e inspiración
<ul style="list-style-type: none">✓ Jornada anual de puertas abiertas al público.✓ Copia del Manual de Operaciones y Mantenimiento.✓ Folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto.✓ Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto.✓ Sitio web educativo sobre el proyecto.✓ Integrar las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela.

✓ Los parámetros en color azul son los que se evaluaron en ambas fases

3.3. Etapa 3 Desarrollo de rúbrica de evaluación comparativa (fase 1)

En esta fase se estableció una rúbrica de evaluación comparativa basada en los parámetros definidos en la etapa 2 para poder realizar una comparación entre proyectos sostenibles y regenerativos.

3.3.1. Elementos del diseño biofílico

Para esta sección se establecieron 6 rúbricas de comparación, tomando en cuenta las características del imperativo de biofilia en la certificación Living Building Challenge. Se dividieron en puntuaciones de 1 al 5 (siendo 1 la puntuación más baja y 5 la puntuación más alta).

3.3.1.1. Características ambientales

Para comparar las características ambientales de los edificios (tabla 6), se tienen 12 parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en características ambientales (tabla 3).

Tabla 6. Rúbrica de comparación de características ambientales

Características ambientales				
1	2	3	4	5
Si no contiene ninguno de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en características ambientales.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en características ambientales	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en características ambientales.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en características ambientales.	Si contiene todos los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en características ambientales.

3.3.1.2. Formas naturales

Para comparar las formas naturales de los edificios (tabla 7), se tienen 11 parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en formas naturales (tabla 3).

Tabla 7. Rúbrica de comparación de formas naturales

Formas naturales				
1	2	3	4	5
Si no contiene ninguno de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en formas naturales.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en formas naturales.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en formas naturales.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en formas naturales.	Si contiene todos los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en formas naturales.

3.3.1.3. Patrones naturales + procesos

Para comparar los patrones naturales + procesos de los edificios (tabla 8), se tienen 13 parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en patrones naturales + procesos (tabla 3).

Tabla 8. Rúbrica de comparación de patrones naturales + procesos

Patrones naturales + procesos				
1	2	3	4	5
Si no contiene ninguno de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en patrones naturales + procesos.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en patrones naturales + procesos.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en patrones naturales + procesos.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en patrones naturales + procesos.	Si contiene todos los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en patrones naturales + procesos.

3.3.1.4. Luz + espacio

Para comparar la luz + espacio de los edificios (tabla 9), se tienen 13 parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en luz + espacio (tabla 3).

Tabla 9. Rúbrica de comparación de luz + espacio

Luz + espacio				
1	2	3	4	5
Si no contiene ninguno de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en luz + espacio.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en luz + espacio.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en luz + espacio.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en luz + espacio.	Si contiene todos los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en luz + espacio.

3.3.1.5. Relaciones basadas en el lugar

Para comparar las relaciones basadas en el lugar (tabla 10), se tienen 10 parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados relaciones basadas en el lugar (tabla 3).

Tabla 10. Rúbrica de comparación de relaciones basadas en el lugar

Relaciones basadas en el lugar				
1	2	3	4	5
Si no contiene ninguno de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en relaciones basadas en el lugar.	Si contiene al menos parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en relaciones basadas en el lugar.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en relaciones basadas en el lugar.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en relaciones basadas en el lugar.	Si contiene todos los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en relaciones basadas en el lugar.

3.3.1.6. Relación evolución humana-naturaleza

Para comparar la relación evolución humana-naturaleza (tabla 11), se tienen 10 parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en la relación evolución humana-naturaleza (tabla 3).

Tabla 11. Rúbrica de comparación de la relación evolución humana-naturaleza

Relación evolución humana-naturaleza				
1	2	3	4	5
Si no contiene ninguno de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en la relación evolución humana-naturaleza.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en la relación evolución humana-naturaleza.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en la relación evolución humana-naturaleza.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en la relación evolución humana-naturaleza.	Si contiene todos los parámetros de la lista de elementos de diseño biofílico enfocados en la relación evolución humana-naturaleza.

3.3.2. Acceso a la naturaleza

Para esta sección se estableció una rúbrica de comparación (tabla 12), tomando en cuenta las características del imperativo de acceso a la naturaleza en la certificación Living Building Challenge. Para el análisis comparativo se tomaron en cuenta los ocho parámetros de la tabla 4.

Tabla 12. Rúbrica de comparación del acceso a la naturaleza

Acceso a la naturaleza				
1	2	3	4	5
Si no contiene ningún parámetro de la lista de acceso a la naturaleza.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de acceso a la naturaleza.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de acceso a la naturaleza.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de acceso a la naturaleza.	Si contiene todos los parámetros de la lista de acceso a la naturaleza.

3.3.3. Educación e inspiración

Para esta sección se estableció una rúbrica de comparación (tabla 13), tomando en cuenta las características del imperativo de educación e inspiración en la certificación Living Building Challenge y LEED. Para el análisis comparativo se tomaron en cuenta los seis parámetros de la tabla 5.

Tabla 13. Rúbrica de comparación de educación e inspiración

Educación e inspiración				
1	2	3	4	5
Si no contiene ningún parámetro de la lista de educación e inspiración.	Si contiene al menos 1 parámetro de la lista de educación e inspiración.	Si contiene más de 1 parámetro de la lista de educación e inspiración.	Si contiene la mitad de los parámetros de la lista de educación e inspiración.	Si contiene todos los parámetros de la lista de educación e inspiración.

3.4. Etapa 4 Análisis descriptivo comparativo

En esta etapa se describió cada caso de estudio, los parámetros se compararon en base a los criterios/parámetros definidos en la etapa 3, la información se analizó mediante tablas, gráficas y diagramas, el análisis descriptivo comparativo se realizó mediante observaciones de fotos, diagramas, planos y descripciones obtenidas de los proyectos sostenibles y regenerativos (esta etapa se ve a detalle en el capítulo 4).

3.5. Etapa 5 Desarrollo de cuestionario (fase 2)

3.5.1. Instrumento de evaluación

La medición está basada en el método de Diferencial Semántico (DS) (Osgood et al., 1957) en la cual se construye una escala bipolar y se centra en el concepto o la percepción que tiene un individuo hacia algo.

En esta medición los conceptos juzgados fueron evaluados por los diseñadores y/o responsables de los proyectos y se dividieron en cuatro temas:

1. Características ambientales
2. Relaciones basadas en el lugar
3. Acceso a la naturaleza
4. Educación e inspiración

3.5.2. Sujetos

La elección de las personas a las que se les aplicó el cuestionario estuvo definida por los diseñadores y/o responsables de los proyectos que se evaluaron.

3.5.3. Escalas

Las actitudes tienen propiedades en relación a una dirección positiva o negativa y una intensidad alta o baja (Hernández Sampieri et al., 2014). Bajo esta premisa, la escala consiste en calificar gradualmente en relación con los adjetivos positivos y negativos. Para el diseño del cuestionario se utilizó la escala del Diferencial Semántico (DS).

La escala del Diferencial Semántico consiste en una serie de adjetivos bipolares extremos que el sujeto califica reflejando su actitud en mayor medida. Normalmente se establecen grados impares para mejor ajuste a las curvas de normalidad (Osgood et al., 1957), en este caso se establecieron cinco posibilidades de respuesta (figura 12).

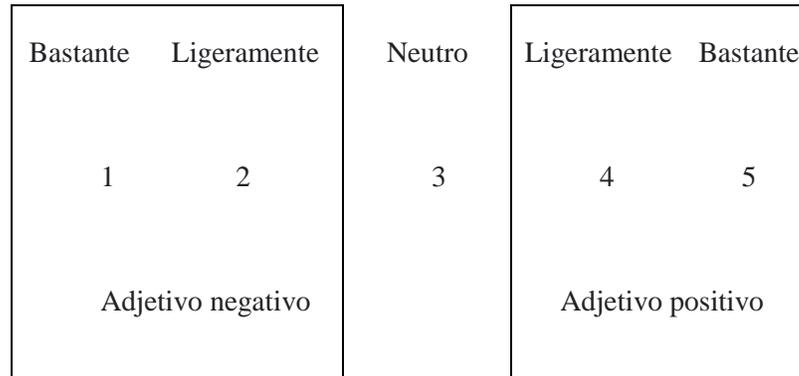


Figura 12. Calificación en grados en la escala del Diferencial Semántico.

3.5.4. Conceptos cuestionario

Después de definir las escalas se determinaron qué adjetivos bipolares y conceptos podrían ser utilizados en relación con los temas seleccionados. El cuestionario está conformado por 13 ítems en la escala DS (tabla 14) y 19 preguntas (tabla 15), los conceptos están basados en los parámetros definidos en la etapa 2.

Tabla 14. Ítems del cuestionario con la escala del Diferencial Semántico

Dimensión	No.	Concepto	Adjetivo bipolar
Características ambientales	01	La ventilación natural del proyecto es	Abundante-escasa
	02	La presencia de elementos naturales como plantas o árboles es	Abundante-escasa Mala-buena
	03	La iluminación natural del proyecto es	Abundante-escasa
	04	La presencia de animales es	Abundante-escaso
	05	El uso de fachadas verdes es	Abundante-escaso
	06	El uso de materiales naturales en el proyecto es	
Relaciones basadas en el lugar	07	La conexión con la geografía del lugar es	Mala-buena
	08	La conexión con los rasgos históricos del lugar es	Abundante-escasa
	09	La conexión ecología del lugar es	Abundante-escasa

	10	La conexión con la identidad cultural del lugar es	Abundante-escasa
	11	El uso de materiales autóctonos de la región en el proyecto es	Abundante-escaso
Acceso a la naturaleza	12	El paisajismo interior es	Abundante-escaso
	13	El paisajismo exterior es	Abundante-escaso

Tabla 15. Ítems del cuestionario

Dimensión	Preguntas	Opciones
Relaciones basadas en el lugar	¿Las características del paisaje definen la forma del edificio?	Si /No
Relaciones basadas en el lugar	¿Hay una integración entre el edificio, la cultura y la ecología del lugar?	Si /No
Relaciones basadas en el lugar	¿El proyecto tiene en cuenta el espíritu del lugar?	Si /No
Acceso a la naturaleza	¿El proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el interior?	Si /No
Acceso a la naturaleza	¿Cómo el proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el interior?	Libre
Acceso a la naturaleza	¿El proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el exterior?	Si /No
Acceso a la naturaleza	¿Cómo el proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el exterior?	Libre
Acceso a la naturaleza	¿Hay una conexión directa entre la naturaleza y los habitantes?	Si /No
Acceso a la naturaleza	¿El proyecto ofrece los beneficios de la luz del día?	
Acceso a la naturaleza	¿El proyecto ofrece los beneficios de aire fresco?	Si /No
Acceso a la naturaleza	¿El proyecto proporciona a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio?	Si /No
Educación e inspiración	¿El proyecto ofrece una jornada anual de puertas abiertas al público?	Si /No

Educación e inspiración	¿El proyecto ofrece una copia del manual de operaciones y mantenimiento?	Si /No
Educación e inspiración	¿El proyecto ofrece un folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto?	Si /No
Educación e inspiración	¿El proyecto tiene letreros interpretativos que enseñan a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto?	Si /No
Educación e inspiración	¿El proyecto tiene un sitio web educativo donde se expliquen las características de diseño sostenible/regenerativo?	Si /No
Educación e inspiración	¿El proyecto integra las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela/proyecto?	Si /No
Educación e inspiración	¿Considera que el proyecto es demostrativo en cuanto a que visibiliza los sistemas ambientales sostenibles o los sistemas de la gestión sostenible?	Si /No
	¿Cómo el proyecto visibiliza los sistemas ambientales sostenibles o los sistemas de la gestión sostenible?	Libre

3.6. Etapa 6 Aplicación de cuestionario

Los cuestionarios se aplicaron de forma digital, a través de google forms, fueron voluntarios y los resultados complementaron las observaciones de los casos de estudio.

3.7. Etapa 7 Discusión de los resultados del análisis de casos de estudio

Al final del análisis de casos se tiene un apartado con los resultados y con los aspectos que no están contemplados en las tablas anteriores, principalmente los relacionados con la educación y demostración y se encuentran las conclusiones parciales.

3.8. Etapa 8 Establecimiento de principios y estrategias basadas en el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza, la educación y demostración

Esta etapa se abordó en el capítulo 5, después de la discusión de los resultados del análisis de casos de estudio, se establecieron principios y estrategias basadas en el diseño

biofílico, el acceso a la naturaleza, la educación y demostración que se pueden aplicar en edificios educadores.

3.9. Etapa 9 Conclusiones finales

En esta etapa se elaboraron las conclusiones finales de cómo la arquitectura puede ayudar a mejorar la conciencia y sensibilidad ambiental a través de proyectos arquitectónicos regenerativos educadores y sobre qué es lo que aporta el diseño biofílico y la afinidad con la naturaleza. Para finalizar a continuación se muestra un esquema resumido de la metodología (figura 13):

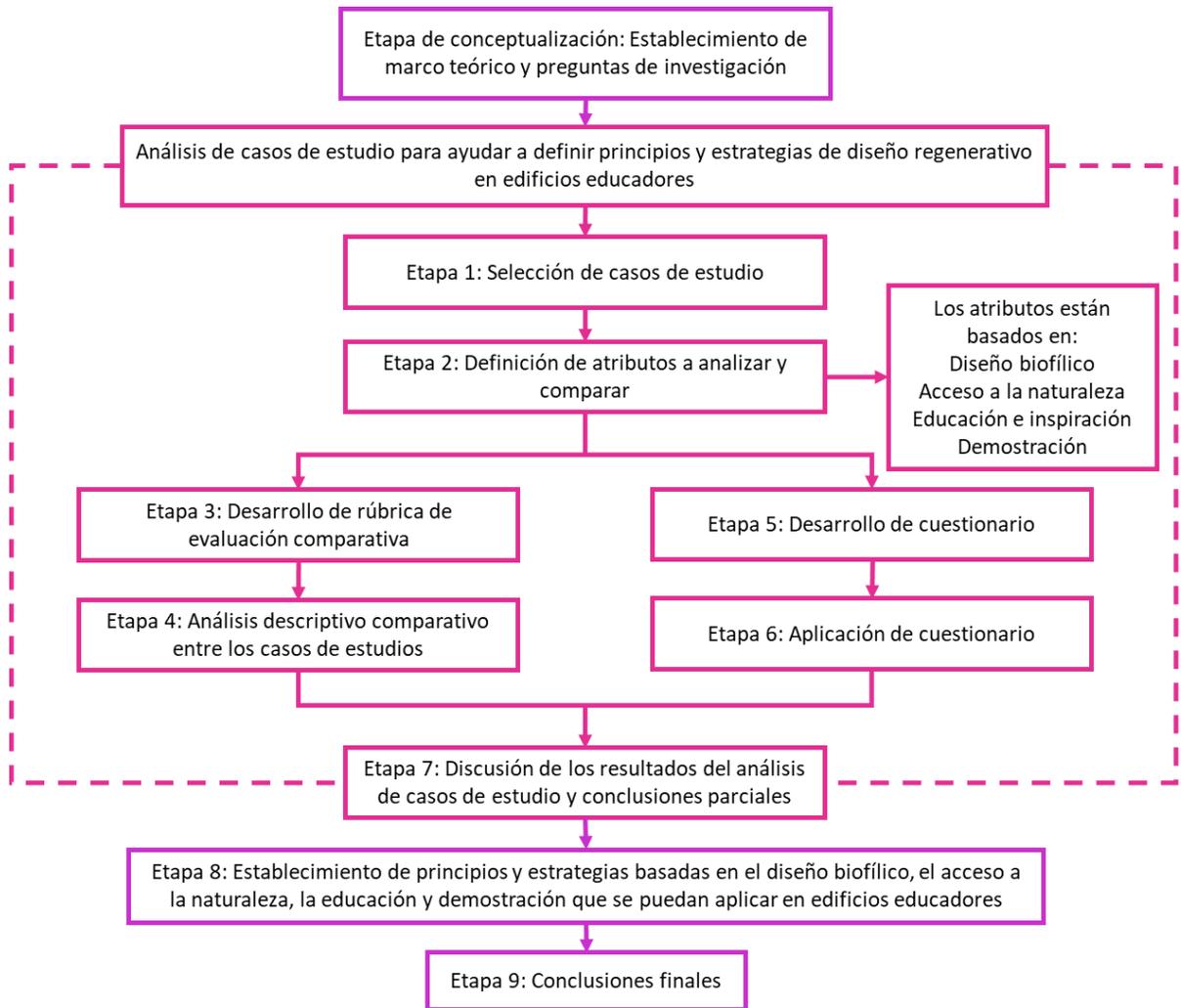


Figura 13. Esquema de la Metodología

Capítulo 4 Resultados y discusión del análisis de los casos de estudio

Casos de estudio diseño regenerativo a nivel América

En este apartado se analizaron casos de estudios a nivel América para ver qué estrategias de educación, demostración y conexión con la naturaleza pueden ayudar a crear una mayor conciencia y sensibilidad ambiental. Los proyectos que se analizaron fueron:

- The Omega Center for Sustainable Living (OCSL)
- Hitchcock Center for the Environment
- The Frick Environmental Center
- LISD Center for Sustainable Future
- Centre for Interactive Research on Sustainability (CIRS)
- RW Kern Center
- La universidad del Medio Ambiente (UMA)
- El humedal
- Programa Viva

4.1. Omega Center for Sustainable Living (OCSL)

Ubicación: Rhinebeck, Nueva York, EE. UU.

Steve McDowell (Berkebile et al., 2010) expresa que the Omega Center es un edificio vivo ya que cosecha su propia energía, limpia su agua, devuelve más recursos de lo que usa e imita la naturaleza, también menciona que la naturaleza es un participante activo y comprometido en el edificio, por ejemplo la luz del sol, las plantas, el suelo y las bacterias eliminan las impurezas y los sólidos para crear agua limpia; el sol aporta toda la energía para operar el edificio y las instalaciones a través paneles fotovoltaicos.

En Omega, se encuentran personas apasionadas por el cambio positivo: personas que co-crean un futuro más esperanzador a través de elecciones cotidianas y formas más conscientes de relacionarse entre sí y con el mundo, por lo que su misión es ser un recurso para ese futuro (Berkebile et al., 2010). El OSCL cuenta con dos certificaciones: Living Building Challenge Certification y LEED Platinum.



Figura 14. OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron del archivo de Flow cortesía de McDowell (Berkebile et al., 2010).

Tabla 16. Tabla descriptiva de Características ambientales OCSL

Características ambientales



(Berkebile et al., 2010)

Agua: El agua es el corazón y el alma del proyecto, en el Omega Center for Sustainable Living (OCSL) el agua es reutilizada y es un organismo que da la forma de estructura del edificio a sus humedales y jardines, las lagunas están diseñadas para limpiar el agua a través de procesos naturales, además el agua del edificio alimenta las plantas y otros sistemas vivos del paisaje (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Color, Ventilación natural, Vistas: La iluminación natural, la ventilación natural y las vistas se consiguen mediante un sistema de seguimiento operable, fijo y solar (Berkebile et al., 2010).

Se proporcionan ventanas operables en cada espacio ocupado para la salud y el disfrute de los huéspedes, además de formar parte de la estrategia pasiva de calefacción y refrigeración del edificio (Berkebile et al., 2010).

En cuanto al color son pocos los espacios que usan pintura, la mayoría de los espacios usa el color natural de los materiales.



(Berkebile et al., 2010)

Aire: Las ventanas ventilan todos los espacios, las ventanas operables integradas en la fachada permiten la entrada de ventilación natural para ayudar en expulsar el aire caliente del edificio canalizando las brisas del sur que se enfrían por moverse sobre los humedales (Berkebile et al., 2010).



Plantas: La forma del edificio evoluciona en gran medida de la necesidad de servir a las plantas, haciendo el trabajo de tratamiento de aguas residuales en la Eco Machine™, así como para proporcionar un lugar acogedor y cómodo para quienes usan o visitan el edificio (Berkebile et al., 2010).

Como parte del proceso de reciclaje / tratamiento de aguas residuales, el agua pasa a través de cuatro celdas de humedales y se libera gradualmente en el subsuelo en las áreas al norte del edificio (Berkebile et al., 2010).



Animales, hábitats + ecosistemas: La paleta diversa de las plantas perennes proporciona un hábitat para una variedad de aves e insectos beneficiosos como parte del paisaje general (Berkebile et al., 2010).

(Berkebile et al., 2010)



Materiales naturales: En la construcción se aprovechó la reutilización de materiales como madera, los materiales procedían de almacenes, escuelas, edificios de oficinas y otros proyectos (Berkebile et al., 2010).

La fachada tiene un revestimiento hecho de madera de ciprés recuperada, este sistema de pared permite que la piel del edificio "respire" y elimina la necesidad de pintar, en cuanto a acabados interiores, la selección para el OCSL fue reducir o eliminar todos los acabados interiores siempre que sea posible (Berkebile et al., 2010).

(Berkebile et al., 2010)



Geología + Paisaje: El edificio y el sitio están integrados como un solo sistema, el paisaje produce un microclima de aire limpio y los dos están conectados visualmente por la transparencia de cada espacio interior (Berkebile et al., 2010).

(Berkebile et al., 2010)

Tabla 17. Tabla descriptiva de Formas naturales OCSL

Formas naturales



(Berkebile et al., 2010)

Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos: El diseño del edificio se basa principalmente en líneas rectas.

Biomimetismo, biomorfia: El modelo de diseño es la naturaleza: las hermosas flores, plantas, el sol, la tierra y los microorganismos en funcionamiento en todo el mundo que están reciclando intrínsecamente el agua para su reutilización (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.

Tabla 18. Tabla descriptiva de Patrones naturales + proceso OCSL

Patrones naturales + procesos



(Berkebile et al., 2010)

Riqueza de información, la edad, el cambio y la pátina del tiempo: Es un edificio que funciona un organismo vivo, el proyecto te recuerda que todo, toda la vida, está en constante cambio, siempre transformándose de una cosa a otra (Berkebile et al., 2010).

El lado sur del edificio es un gran muro de ventanas, lo que permite una transición perfecta entre lagunas de la Eco MachineTM en el interior con los humedales al aire libre, al bosque y al lago más allá de los límites del OCSL, los visitantes se encuentran en medio de todos los organismos naturales que están limpiando el entorno (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

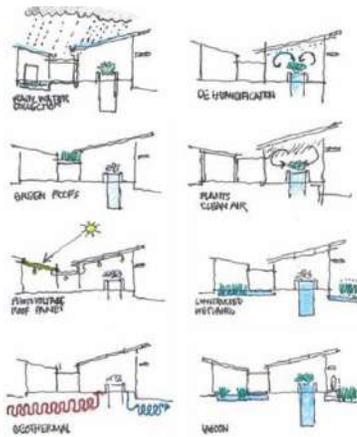
Espacios delimitados, espacios de transición, contrastes complementarios, variabilidad sensorial: La forma del edificio y el trabajo de diseño del proyecto hace que la experiencia se convierta en el de atravesar, tanto física como experimentalmente, una serie de capas que se convierten en la articulación de un camino desde el campus de OCSL hasta el borde del lago, paralelo al camino el agua que toma del campus, regresa al suelo y finalmente al lago (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Punto focal central, crecimiento + florecimiento: Al principio del proceso de diseño del OCSL, el equipo tomó en cuenta el calor, la temperatura, la energía y la humedad incorporadas el invierno o el verano, todo eso los llevó a soluciones simples y elegantes en la arquitectura, el paisaje, la estructura, la iluminación y otras capas de la instalación (Berkebile et al., 2010).

El techo inclinado del edificio proporciona un lugar para los paneles fotovoltaicos, permite la ventilación cruzada y proporciona luz del sol a las plantas que crecen en las lagunas, en verano se limita la luz solar y el calor en el invernadero, equilibrando la comodidad sin comprometer la productividad de las plantas. La solución fue un vidrio alto en el sur para recoger la luz del sol durante el invierno y el verano y una pared norte más baja, los tragaluces sobre las lagunas apuntan con precisión a la energía solar radiación a las plantas de abajo (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Integración de partes a totalidades: La forma en que se abordó el proceso de diseño en Omega fue reconocer las capas que componen cualquier edificio para poder explorar la mejor manera de integrar esas capas en el edificio de forma apropiada teniendo un alto rendimiento, cuando se comprenden las oportunidades inherentes a cada capa o sistema, se puede crear un diseño que integre cada capa en un todo (Berkebile et al., 2010).

El objetivo es crear un edificio (campus o comunidad) que está en equilibrio: para un rendimiento óptimo, interconectividad y apoyo a la misión de su propietario (Berkebile et al., 2010).

Tabla 19. Tabla descriptiva de Luz + espacio OCSL

Luz + espacio



(Berkebile et al., 2010)

Luz natural: El vestíbulo está iluminado con luz natural que entra a través de un triforio (Berkebile et al., 2010).

Amplitud, variabilidad espacial: El diseño del edificio difumina la línea entre interiores y los espacios al aire libre, el estudio de yoga se encuentra junto a un Aula exterior cubierta para ampliar su superficie útil (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Luz como forma, espacio como forma: El OCSL se compone de dos espacios principales, el salón y el aula Eco Machine™, el aula apoya muchos programas en el campus, incluido el yoga, la Eco Machine™ tiene una función importante: aprovecha la luz del sol, fomenta las plantas acuáticas que son fundamental para limpiar y recuperar el agua y alberga las lagunas celulares que procesan y purificar el agua (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Luz reflejada, luz cálida: Durante los meses de verano el diseño ayuda a aplanar la cantidad de luz que cae sobre las superficies de las plantas con el fin de minimizar el calor absorbido por el espacio, por el contrario, durante los meses fríos del año, la cantidad de luz que se deja penetrar en el edificio aumenta (Berkebile et al., 2010).

La envolvente se maximiza para calentar o ayudar a calentar el espacio similar a la forma en que el edificio mide la luz de las plantas (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Luz filtrada + difusa: El equipo buscó optimizar el acceso y controlar los impactos negativos de la luz solar que ingresa al edificio, esto se hizo creando una huella de edificio estrecha que corre a lo largo de un acceso primario este-oeste; la fachada sur es la principal fuente de luz del día, con menor cantidad de vidrio en el norte, este y al oeste, todo en consonancia con las funciones del edificio (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Luz + sombra: La sala Eco Machine™ -que alberga dos grandes lagunas de plantas que son un componente de las aguas residuales- necesita de luz solar para optimizar el crecimiento de las plantas; algunas consideraciones tomadas en cuenta fueron: la ubicación, el tamaño y las características del acristalamiento en estas habitaciones para optimizar el calor y la luz disponible del sol, esto se combinó con detalles en los voladizos del techo y las marquesinas al sur (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Armonía espacial, espacios interiores-exteriores: El proyecto tiene una armonía dentro y fuera del edificio, los espacios interiores tienen relación con los espacios exteriores mediante jardines o caminos.

Tabla 20 Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar OCSL

Relaciones basadas en el lugar



(Berkebile et al., 2010)

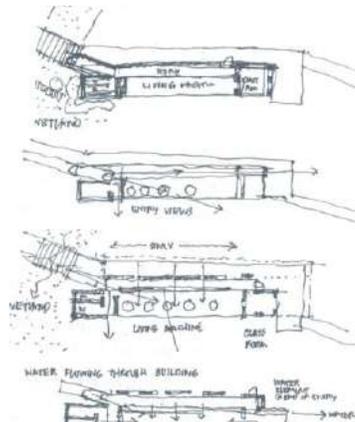
Conexión geográfica del lugar: Todo el campus del Instituto Omega descansa sobre la ladera de una colina, el diseño del proyecto se realizó tomando en cuenta todas las características geográficas y ambientales del lugar (Berkebile et al., 2010).

Además de esta ubicación consciente del edificio en la tierra, se hizo todo lo posible para proteger dos especies, la tortuga de Blanding y la rana grillo del norte de ser afectados por el edificio y su construcción (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Evitando la falta de lugar: La selección de este sitio permitió a Omega transformar una parte degradada del campus en una amenidad reparadora que trata naturalmente a todas las aguas residuales del campus (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Características del paisaje que definen la forma del edificio:

La ubicación del edificio en el sitio proviene de un deseo para vincular el santuario en el borde oeste del campus con este nuevo edificio, el uso de agua en ambos lugares hace que la conexión sea funcional y simbólica y aunque los dos edificios no están directamente vinculados, forman los extremos de un eje que atraviesa el campus (Berkebile et al., 2010).

Orientación del paisaje: La orientación del edificio proviene tanto de este eje primario del campus, así como una respuesta a la optimización solar, la orientación al edificio, en este caso, un largo eje este-oeste permite un mayor control sobre el acceso a la luz solar y ganancia de calor (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Conexión ecológica del lugar: El sitio era un estacionamiento de grava y los restos de un vertedero de un uso anterior, estaba casi desprovisto de biodiversidad saludable sobre el suelo, en contraste el nuevo paisaje es todo lo contrario, los automóviles y los residuos se han sustituido por plantas nativas de raíces profundas, un sistema de agua saludable, aves, insectos y otras especies y el sitio está libre de pesticidas y toxinas (Berkebile et al., 2010).

Integración de cultura + ecología: El diseño del paisaje es regenerativo de la ecología del sitio nativo, didáctico en forma, holística en función y compone paisajes inspiradores dentro del contexto ecológico y cultural del campus (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Materiales autóctonos: La expresión arquitectónica de los materiales es de sencillez y transparencia y está fuertemente influenciado por los colores y texturas de la región, la estrategia es hacer que el edificio funcione como fondo o lente a través de la cual la Eco Machine™ y el entorno el paisaje se puede ver y comprender (Berkebile et al., 2010).

Se respetaron los límites de radio de los materiales dentro del Living Building Challenge (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar, espíritu del lugar: Omega se fundó en 1977 en un momento en que la salud holística, la investigación psicológica, la música, la meditación y nuevas formas de práctica espiritual apenas estaban comenzando en la cultura estadounidense (Berkebile et al., 2010).

Su misión era: buscar las estrategias más eficaces e inspiradoras así como las tradiciones que pueden ayudar a las personas a aportar más significado y vitalidad en sus vidas, desde entonces, Omega se ha convertido en el sistema holístico más grande del país, en el centro de aprendizaje cada año asisten más de 20.000 personas a talleres, retiros y conferencias en su campus de 195 acres en el campo de Rhinebeck, Nueva York (Berkebile et al., 2010).

Si bien Omega ha crecido, la misión sigue siendo la misma. Omega no está alineado con ningún método de curación o tradición espiritual en particular. Los programas presentan todas las tradiciones de sabiduría del mundo y están comprometidos a ofrecer a las personas la oportunidad de explorar sus propios caminos hacia una mejor salud, crecimiento personal y paz interior (Berkebile et al., 2010).

Tabla 21. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza OCSL

Relación evolución humana-naturaleza



(Berkebile et al., 2010)

Exploración + descubrimiento: El Omega Center es una facultad calificada e inspiradora que imparte: talleres, capacitaciones y conferencias que nutren el cuerpo, la mente y el alma y que honran el aprendizaje y el crecimiento personal, donde te conviertes en parte de una comunidad creciente de personas que trabajan juntas para mejorar el futuro (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Afecto + apego: Se da a través de experiencias educativas innovadoras que despiertan lo mejor en el espíritu humano, Omega proporciona esperanza y sanación a las personas y la sociedad, la experiencia del entorno físico en el campus refleja muchos aspectos (Berkebile et al., 2010).



(Berkebile et al., 2010)

Orden + complejidad: En edificios realizando funciones complejas y potencialmente intensivas en energía, como limpiar el agua, la integración es incluso más importante, el OCSL es la esencia de la integración: la estructura es el esqueleto del edificio; el éxito del edificio y el mismo proceso utilizado para crearlo, depende del éxito y el desempeño de cada parte del sistema, creando un ciclo de interdependencia tan brillante y pedagógico como la naturaleza misma (Berkebile et al., 2010).

ACCESO A LA NATURALEZA

Para entender cómo funciona el acceso a la naturaleza se analizaron las plantas y diagramas proporcionados por McDowell (Berkebile et al., 2010).



Plan de sitio

1. Tanques Sépticos (por debajo del nivel del suelo).
 2. Tanque anaeróbico (por debajo del nivel).
 3. Humedales
 4. Lagunas aireadas.
 5. Filtro de arena.
 6. Dispersión del subsuelo (debajo del estacionamiento).
 7. Jardines lluviosos.
 8. Cisterna de agua de lluvia.
 9. Sala Mecánica y Eléctrica.
 10. Laboratorio de aprendizaje.
 11. Restauración de bosques.
- Edificio Omega

Figura 15. Plan de sitio. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).

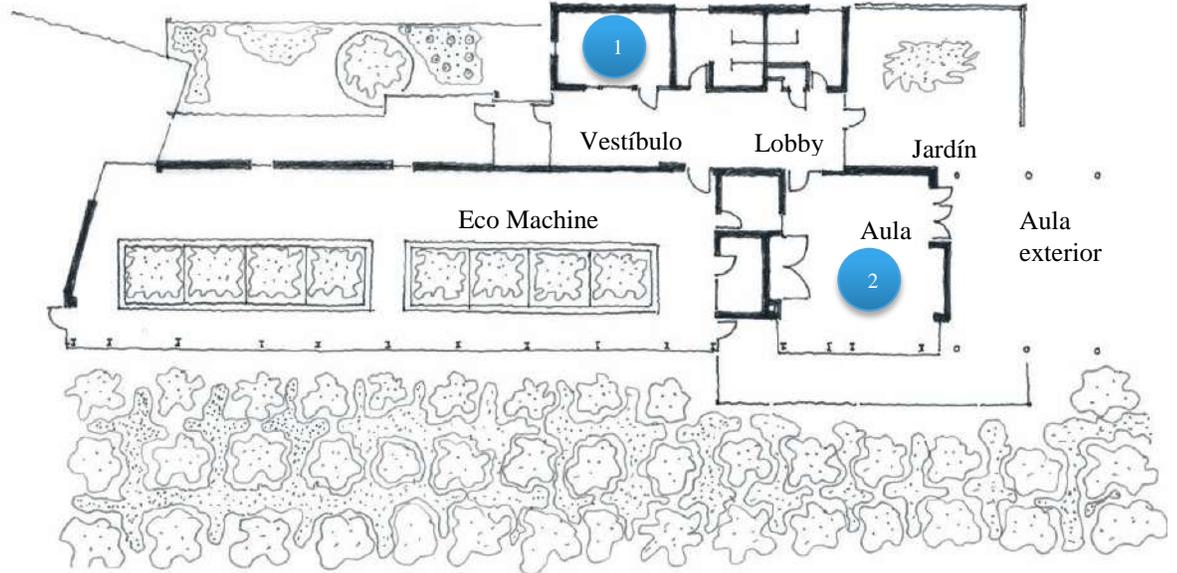


Figura 16. Planta arquitectónica OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).

1.Sala mecánica y eléctrica: Aquí están ubicados los inversores para el sistema fotovoltaico, el sistema de agua de lluvia y el equipo para la Eco Machine™. Para apoyar el carácter pedagógico del proyecto, las ventanas entre esta sala y el Lobby exponen el funcionamiento interno del sistemas de construcción (Berkebile et al., 2010).

2.Laboratorio de aprendizaje: Esta parte del aula proporciona un lugar para los visitantes (todos son considerados estudiantes) para realizar pruebas y experimentos en el agua (Berkebile et al., 2010).



Figura 17. Elevación sur OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebile et al., 2010).

En la planta y fachada se puede apreciar cómo conecta los espacios interiores con la naturaleza de manera directa (contacto directo con la vegetación) e indirecta (por medio de ventanas). A continuación se muestran unas secciones del edificio:



Figura 18. Sección 1 OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebille et al., 2010).

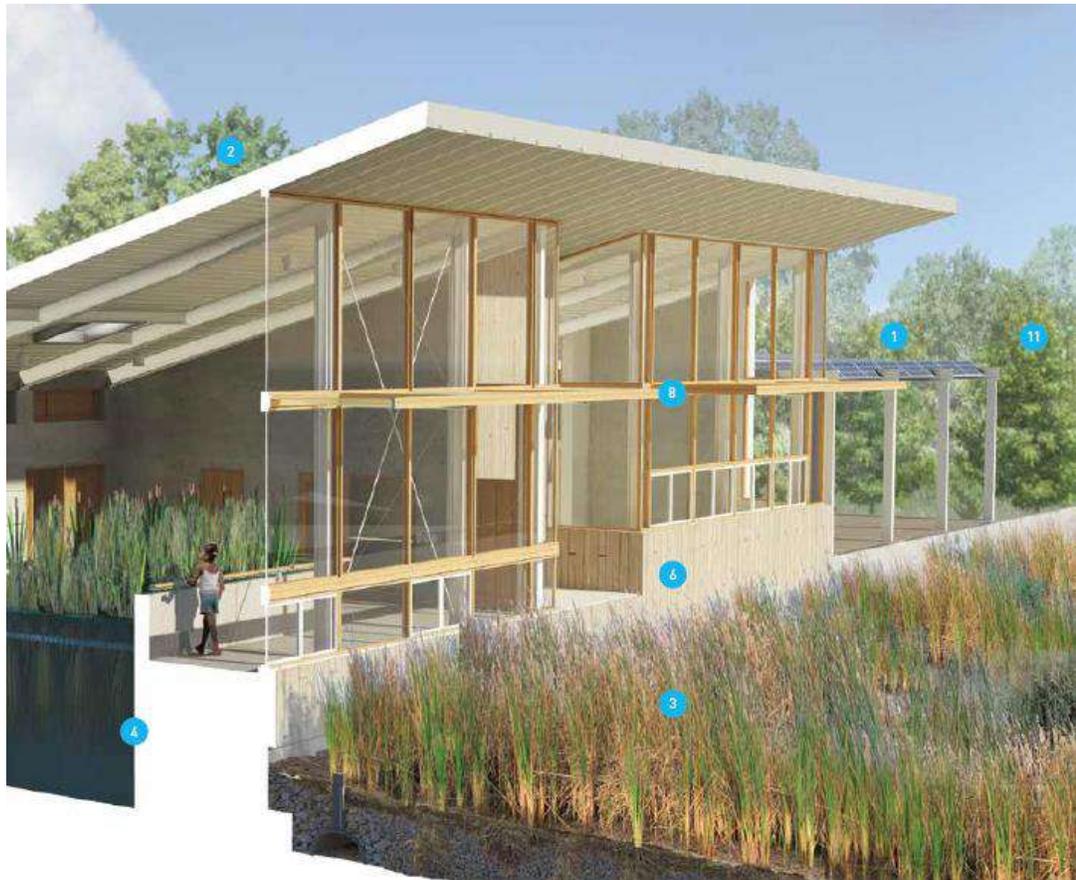


Figura 19. Sección 2 OSCL. Imagen obtenida del archivo de Flow (Berkebille et al., 2010).

1. Colectores Fotovoltaicos: estratégicamente ubicados en toda la instalación, los colectores fotovoltaicos proporcionan electricidad a todos los edificios.
2. Techo de metal: hecho de metal reciclado, las propiedades reflectantes mantienen los espacios interiores más frescos y mitigan el efecto de “isla de calor”.
3. Humedales: aquí el agua fluye a través de la estructura de las raíces de las plantas de los humedales. Las plantas eliminan los nitratos y reducen el Oxígeno Biológico y los sólidos en suspensión en el agua.
4. Lagunas aireadas: aquí las plantas de humedales están suspendidas en una laguna aireada, donde las raíces de las plantas actúan como un hábitat para poblaciones microbianas que limpian el agua.
5. Techo verde: este sistema de techo viviente proporciona un aislamiento térmico adicional.
6. Revestimiento de madera contra la lluvia: hecho de madera de ciprés recuperada, este sistema de pared permite que el edificio pueda "respirar" y elimina la necesidad de pintar.
7. Tragaluces de seguimiento solar: maximizan la luz solar disponible para las plantas y personas que trabajan en el invernadero.
8. Parasol: el parasol tiene dos propósitos. Primero, funciona para hacer rebotar la luz solar en el techo del invernadero, distribuyendo uniformemente la luz. En segundo lugar, protege la parte inferior de la pared de la ventana de la exposición solar directa durante el verano.
9. Sala mecánica y eléctrica: aquí se encuentran los inversores del sistema fotovoltaico y el equipo para la Eco Machine™ y la recolección del agua de lluvia.
10. Acabados interiores: siempre que sea posible, los materiales estructurales y otros elementos del edificio están expuestos con especial cuidado para hacer que estos elementos sean menos atractivos. Se utilizaron materiales y reciclados para el proyecto.
11. Restauración de bosques: los proyectos futuros restaurarán los bosques que rodean el OCSL y en otros lugares del campus a su estado natural.

Para finalizar, a continuación se presentan imágenes (Berkebile et al., 2010) que muestran cómo se aborda la conexión entre el medio natural y el construido.



Se puede concluir que el proyecto cumple con todos los parámetros a evaluar en el apartado de acceso a la naturaleza los cuales son, conexión directa entre la naturaleza y los habitantes, paisajismo interior, paisajismo exterior y proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio.

Tabla 22. Tabla descriptiva de educación e inspiración OCSL

Educación, inspiración y demostración



(Berkebile et al., 2010)

Jornada anual de puertas abiertas al público: Para una perspectiva más práctica, se han proporcionado recorridos por el sitio durante toda la construcción y desde la finalización de la construcción, toda la instalación ha estado abierta al público durante todo el año (Berkebile et al., 2010).



(Berkebille et al., 2010)

Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto: se proporcionó señalización en todo el campus que rastrea el progreso y el impacto de la OCSL, rastrea el flujo de agua desde el inodoro hasta el lago y atado a la señalización dentro de cada baño de visitas, proporciona información sobre la conservación del agua y la calidad del agua (Berkebille et al., 2010).

Hay señalización adicional en todo el OCSL donde se comparte información sobre materiales no tóxicos y otras características clave del edificio.

Sitio web educativo sobre el proyecto: El Instituto Omega mantiene un sitio web con información sobre el diseño, construcción y operación del OCSL en: www.eomega.org/omega/about/ocsl/



(Berkebille et al., 2010)

Copia del manual de operaciones y mantenimiento, folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto: Tienen en formato escrito, un folleto sencillo que describe el edificio, el diseño y las características ambientales están disponibles para todos los visitantes (Berkebille et al., 2010).

Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: La visión y los valores del Instituto se da en forma de un paisaje y edificio que sirve al campus tanto funcional y pedagógicamente.

En el análisis se observa que el OCSL cumple con todos los parámetros a evaluar en el apartado de evaluación, sin embargo va más allá de ellos ya que actúa como una herramienta pedagógica en la enseñanza del diseño y la construcción sostenible. Omega y el equipo de diseño adoptó el Living Building Challenge como guía hacia la consecución de una verdadera sostenibilidad en el diseño y construcción de las instalaciones, los talleres educativos están diseñados en torno a la ecología, el impacto del sistema de filtración, así como una profunda relación con el agua (Berkebille et al., 2010), además Omega invita a:

- Los niños de la escuela de la zona para aprender sobre la purificación del agua y a composición de los humedales durante excursiones y clases presenciales;

- Que los estudiantes universitarios utilicen las instalaciones como un laboratorio ecológico, como una alternativa de modelado soluciones de tratamiento de aguas residuales;
- Los visitantes de las comunidades circundantes para ver un modelo de trabajo que demuestra los esfuerzos mejorados del tratamiento de aguas residuales.

Cada elemento del sitio y del edificio se ve con un potencial pedagógico, de manera que está diseñado para reforzar una experiencia educativa e inspiradora para todos los que visitan y trabajan en Omega, el tema del agua se comunica en la programación educativa, mientras que utiliza elementos del sitio como demostraciones, simultáneamente, sugiere una relación entre lo construido y el ambiente natural (Berkebile et al., 2010).

Desde el diseño inicial, se incluyeron espacios de aula interiores en el programa de construcción, esta educación comienza con el diseño de la instalación donde los sistemas de construcción se hacen transparentes; en el tratamiento del agua, el tren está expuesto en todas partes, así mismo el sistema estructural, así como la captación solar y de agua de lluvia están expuestos en la forma del edificio (Berkebile et al., 2010).

4.2. Hitchcock Center for the Environment

Ubicación: Amherst, Massachusetts, EE. UU.

De acuerdo a DesignLAB Architects (s/f) el Centro Hitchcock para el Medio Ambiente terminó recientemente la construcción de una nueva instalación en Amherst, Massachusetts, el edificio ofrece aulas mejoradas, un centro de recursos con exhibiciones en vivo y herramientas de aprendizaje interactivas y un estudio abierto para el equipo de educadores.

La misión del Centro Hitchcock es enseñar conocimientos sobre el medio ambiente en todas las etapas del desarrollo humano y buscar soluciones sostenibles mediante el estudio de los sistemas naturales, Hitchcock considera que este edificio es una oportunidad para abogar por mejores prácticas de construcción, al mismo tiempo que demuestra principios sostenibles a todos los estudiantes y visitantes (DesignLAB Architects, s/f). El edificio cuenta con la certificación Living Building Challenge.



Figura 20. Hitchcock Center. Imagen obtenida de DesignLAB Architects (s/f).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron del despacho que diseño el edificio: DesignLAB Architects (s/f), del caso de estudio Hitchcock Center for the Environment del Living Future Institute (2019), de la página Hitchcock Center (s/f) y de Design Awards (s/f).

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 23. Tabla descriptiva de Características ambientales Hitchcock Center

Características ambientales



(Hitchcock Center, s/f)

Agua: Toda el agua utilizada en el edificio se obtiene de la lluvia, se recolecta en un tanque subterráneo, el agua para tomar es tratada y esterilizada; como una línea divisoria de aguas, los techos del edificio están diseñados para capturar el agua de lluvia (Hitchcock Center, s/f).



(DesignLAB Architects, s/f)

Color, vistas: El tiempo que se pasa en el interior está destinado a crear aprecio por la naturaleza y por el tiempo que se pasa al aire libre, el diseño y la planificación en torno al tamaño y la ubicación de las ventanas se optimizaron para respaldar este objetivo, además de estar optimizadas para la orientación solar, las ventanas están ubicadas para resaltar las vistas del jardín polinizador y la pared verde adyacente al edificio (Living Future Institute, 2019).



(Living Future Institute, 2019)

Aire, ventilación natural, vistas: La calidad del aire interior saludable está asegurada mediante el uso de materiales no tóxicos y ventiladores de recuperación de energía. Más de 50 ventanas operables brindan acceso a aire fresco, luz natural y vistas a la naturaleza (Hitchcock Center, s/f).

El sistema de gestión del edificio monitorea la temperatura y la humedad exterior para determinar cuándo las condiciones son óptimas para la ventilación directa al exterior mediante las ventanas operables del edificio (Living Future Institute, 2019).



(DesignLAB Architects, s/f)

Plantas, animales, hábitats + ecosistemas: Todas las áreas perturbadas por la construcción se replantaron con árboles y arbustos, nativos, el paisaje apoya a las especies de aves nativas y polinizadores y promueve la resiliencia y una mayor biodiversidad (Hitchcock Center, s/f).



(DesignLAB Architects, s/f)

Materiales naturales: El edificio está construido principalmente con materiales no tóxicos y todos los desechos de la construcción se reciclaron o se reutilizaron en el sitio, la madera es el material dominante (Hitchcock Center, s/f).



(Living Future Institute, 2019)

Fachadas verdes: La pantalla natural de vegetación da al edificio sombra en verano y calienta el edificio en el invierno (Hitchcock Center, s/f).

Geología + Paisaje: El diseño del paisaje se basa en el uso de la forma del edificio para crear dos espacios de juego al aire libre, los dos espacios, “la guarida” y “el nido”, tienen el tamaño para albergar dos aulas de niños en cada espacio (Living Future Institute, 2019).

Tabla 24. Tabla descriptiva de Formas naturales Hitchcock Center

Formas naturales



(Living Future Institute, 2019)

Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos: El diseño se basa en formas que resisten líneas rectas.

Biomimetismo, biomorfia: Uno de los principios utilizados que se basa el diseño de Hitchcock es que la naturaleza se adapta a la función. Emular la belleza de la naturaleza en todo el edificio eleva el espíritu y saca lo mejor de cada persona (Hitchcock Center, s/f).



(DesignLAB Architects, s/f)

Motivos animales: En las ventanas del edificio hay siluetas de aves nativas que conectan con la belleza de los organismos vivientes del ecosistema (Hitchcock Center, s/f).

Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.

Tabla 25. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Hitchcock Center

Patrones naturales + procesos



(DesignLAB Architects, s/f)

Punto focal central, crecimiento + florecimiento: El Centro Hitchcock para el Medio Ambiente se basa en la idea de promover la alfabetización ambiental en estudiantes de todas las edades, este fue el principio fundamental para el diseño del edificio, creando aulas, oficinas y espacios de aprendizaje con vistas directas y acceso al exterior en todo momento (Living Future Institute, 2019).



(Design Awards, s/f)

Espacios delimitados, riqueza de información: El ala sur del edificio alberga el centro de visitantes y la entrada principal al edificio, el centro de visitantes se centra en los principios observados de la naturaleza, el ala norte incluye las tres aulas principales del centro y se centra en los principios naturales aplicados (Living Future Institute, 2019).



Nest Courtyard
(Design Awards, s/f)

Espacios de transición: El “nido” (Nest Courtyard) está ubicado en la parte superior del campo de heno y sirve como vista pública del edificio y entrada principal, su exposición al sur proporciona un espacio soleado y seco que cuenta con una cubierta y un dosel de madera, destacando las vistas hacia Holyoke Range y proporciona un hábitat para que prosperen especies secas y alberga el jardín polinizador (Living Future Institute, 2019).



Den Courtyard
(Design Awards, s/f)

La “guarida” (Den Courtyard) está rodeada de árboles y un humedal al norte, su exposición al norte y su dosel están atravesados por rocas del paisaje y caminos de polvo de piedra y proporciona ejemplos de especies que prosperan en espacios sombreados / húmedos y sirve como umbral para el sistema de senderos forestales que alberga muchas más lecciones de alfabetización ambiental (Living Future Institute, 2019).



(Design Awards, s/f)

Integración de partes a totalidades: El diseño del Hitchcock Center promueve una mentalidad basada en el lugar que utiliza el pensamiento sistémico para ilustrar la naturaleza, el edificio se esfuerza por funcionar como un organismo propio, en el que logra la homeostasis a través del compromiso activo con sus ocupantes (Living Future Institute, 2019).



(Living Future Institute, 2019)

Razones + escalas organizadas jerárquicamente: El centro se diseñó pensando en los espacios a escala humana en todo momento, con especial atención a los beneficios de los espacios diseñados para niños, las almohadas grandes facilitan sentarse en el piso y los espacios están diseñados no solo para sentarse sino también para acostarse, trepar, gatear y participar en todas las formas, escalas y tamaños (Living Future Institute, 2019).



(Living Future Institute, 2019)

Contrastes complementarios, variabilidad sensorial: En el centro Hitchcock, el diseño de los espacios interiores y exteriores presenta elementos para promover la interacción humana, en el exterior, hay una serie de bancos de troncos, rescatados del trabajo en el sitio durante la construcción, que sirven como lugares para sentarse, hablar, trepar, saltar o colgarse, estos elementos simples tienen un tamaño específico alrededor de las dimensiones humanas en su ancho y alto, invitando a la interacción con la intención más simple (Living Future Institute, 2019).

Tabla 26. Tabla descriptiva de Luz + espacio Hitchcock Center

Luz + espacio



(DesignLAB Architects, s/f)

Luz natural: Uno de los principios de los que se basó el diseño del edificio fue que la naturaleza funciona con la luz solar, así como las plantas prosperan y crecen en presencia de la luz solar, el bienestar humano prospera y crece con la luz solar (Hitchcock Center, s/f).

Luz filtrada + difusa: Se eligieron ventanas más pequeñas y altas orientadas al norte para mitigar la exposición solar, sin dejar de proporcionar acceso a la luz del día (Living Future Institute, 2019).



(Living Future Institute, 2019)

Luz como forma, luz + sombra, luz cálida, amplitud: Los paneles solares convierten la energía del sol para alimentar el edificio y la fachada sur provee radiación solar para calentar el edificio en invierno (Hitchcock Center, s/f).

Las ventanas y la forma del edificio están diseñadas para que la luz natural ilumine los espacios el mayor tiempo.



(DesignLAB Architects, s/f)

Armonía espacial, espacios interiores-exteriores, espacio como forma: El borde de la terraza en el patio del “nido” se encuentra sobre el paisaje para crear un lugar para sentarse, en el interior el rincón de lectura en el centro de visitantes está alineado con una estantería baja que funciona como una repisa para sentarse, con una fila de cubículos de almacenamiento en el pasillo norte que realizan la misma función (Living Future Institute, 2019).

Tabla 27. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Hitchcock Center

Relaciones basadas en el lugar



(Design Awards, s/f)

Orientación del paisaje: La orientación y las relaciones con el entorno exterior fueron determinantes clave en el diseño del edificio, las ventanas orientadas al sur con pantallas vegetales aprovechan los beneficios estacionales de la ganancia solar (Living Future Institute, 2019). La orientación este-oeste del edificio maximiza la luz del sol del sur y la ventilación natural de patrones del viento noroeste y sureste (Design Awards, s/f).



(Living Future Institute, 2019)

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar: Fundado en 1962, la misión del Centro Hitchcock para el Medio Ambiente es fomentar una mayor conciencia y comprensión del medio ambiente y desarrollar ciudadanos con conocimientos medioambientales (Hitchcock Center, s/f).

El edificio de energía, agua y desechos netos cero, construido con materiales no tóxicos y de origen responsable, es una nueva y poderosa herramienta de enseñanza que respalda un enfoque renovado para lograr la alfabetización ambiental en el siglo XXI (Hitchcock Center, s/f).



(Hitchcock Center for the Environment, s/f)

Conexión ecológica del lugar: Se necesita apreciar la belleza de la naturaleza para inspirar a las personas a ser mejores, el espacio fue diseñado incluyendo elementos de la naturaleza que mejoran la conexión con la naturaleza (Hitchcock Center, s/f).

Integración de cultura + ecología: La diversidad biológica y cultural es una fuente de fortaleza y resiliencia para ecosistemas y comunidades saludables, por eso están comprometidos a proporcionar programas de educación ambiental accesible y asequible para personas de todas las edades que buscan un mayor conocimiento, comprensión y acción ambiental en apoyo de un futuro más ecológicamente restaurador y socialmente justo (Hitchcock Center, s/f).



(Hitchcock Center for the Environment, s/f)

Conexión geográfica del lugar, características del paisaje que definen la forma del edificio: El edificio está ubicado en el umbral entre un campo de heno activo y un huerto remanente, un impulsor programático principal fue la necesidad de dos espacios al aire libre protegidos y separados para apoyar el juego independiente, a partir de esto, surgieron los patios Den y Nest, creados al mover dos alas del edificio para formar dos microclimas distintos que ofrecen oportunidades de aprendizaje únicas (Living Future Institute, 2019).



(Hitchcock Center, s/f)

Materiales autóctonos: Uno de los principios en que se basó el diseño del edificio es que la naturaleza exige la experiencia local, es por eso que el uso de productos y servicios locales fomenta una comunidad sólida y sostenible, el 75% de los materiales utilizados en la construcción se obtuvieron en un radio de 1000 km (Hitchcock Center, s/f).



(Hitchcock Center, s/f)

Evitando la falta de lugar: Los seres vivos necesitan estar en sintonía y responder a su entorno, por este motivo cada aspecto del diseño del edificio forma parte del valle y de la comunidad (Hitchcock Center, s/f).

Espíritu del lugar: Emular la belleza de la naturaleza en todo el edificio eleva el espíritu y saca lo mejor de cada persona y de la humanidad (Hitchcock Center, s/f).

Tabla 28. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza Hitchcock Center

Relación evolución humana -naturaleza



(Design Awards, s/f)

Exploración + descubrimiento: Los patios al aire libre, los senderos naturales, los jardines y las áreas de juegos naturales para niños promueven la observación, la exploración y la reconexión con el mundo natural a través de las estaciones (Hitchcock Center, s/f).



(Hitchcock Center for the Environment, s/f)

Información + cognición: A través del Plan Maestro de Lugares de Juego y Aprendizaje en la Naturaleza del Centro Hitchcock, los terrenos se están mejorando aún más para crear jardines de enseñanza nuevos y atractivos, senderos naturales interpretativos y accesibles y áreas de juego en la naturaleza (Hitchcock Center, s/f).



(DesignLAB Architects, s/f)

Curiosidad + tentación: El sistema de descarga fue diseñado para aumentar la apreciación y comprensión de la lluvia como una parte necesaria y cautivadora del ciclo del agua; centrado en la idea de crear cuencas hidrográficas en todas las escalas, el sistema de descarga también crea un momento fascinante de observación para los niños, haciendo que la lluvia sea emocionante, con cada tormenta, los estudiantes se apresuran para ver los primeros tanques de descarga llenarse de agua y observar el cambio del agua recolectada a medida que el primer sistema de descarga cumple su función (Living Future Institute, 2019).

ACCESO A LA NATURALEZA

El proyecto conecta el paisaje con la arquitectura a través de dos patios característicos: el nido y la guarida, junto con varios jardines, pabellones de enseñanza y sistemas de senderos, los caminos y los jardines son accesibles a todos los visitantes (Living Future Institute, 2019).

A través del Plan Maestro de lugares de juego y aprendizaje en la naturaleza del Centro Hitchcock, los terrenos se están mejorando para crear jardines de enseñanza nuevos y atractivos, senderos naturales interpretativos y accesibles y áreas de juego en la naturaleza, la salud y el bienestar se lograron a través de una perfecta continuidad entre el edificio y la naturaleza, además el proyecto buscó enseñar principios ambientales a través de la arquitectura, reforzados por materialidad saludable a través de los espacios interiores (Living Future Institute, 2019).

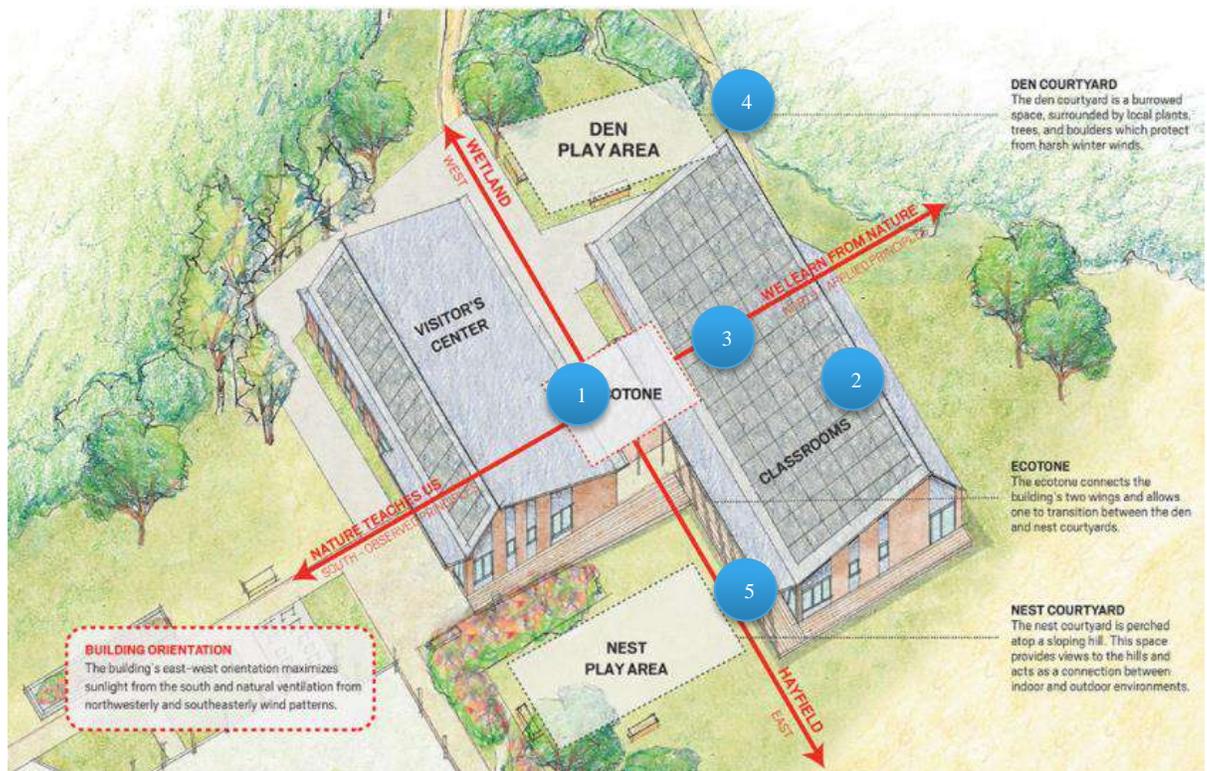


Figura 21. Planta Hitchcock Center (Design Awards, s/f).

Cada aspecto del diseño del edificio se realizó con un enfoque en la relación de los seres humanos y el entorno, cuatro cuadrantes divididos axialmente se movieron para dar forma a los dos edificios y los dos patios con distintos microclimas, el ecotone al centro sirve como una transición entre elementos programáticos y desde los principios obtenidos de la naturaleza. (Design Awards, s/f). En la imagen anterior (figura 21) se puede apreciar cómo funcionan los espacios y el acceso a la naturaleza.

1.El ala sur del edificio alberga el centro de visitantes y la entrada principal al edificio, en el centro de visitantes hay un mural en la pared que identifica los seis principios de todos los sistemas naturales; luego, se hace referencia a esos principios en una serie de exhibiciones en todo el centro que incluyen tres exhibiciones de animales vivos, un escritorio de naturalistas y vistas a los microhábitats.

2.El ala norte incluye las tres aulas principales del centro y se centra en los principios naturales aplicados, contiene un gráfico de pared que ilustra cómo los seis principios de los sistemas naturales se manifiestan en el edificio, además hay un panel de control del edificio diseñado a medida supervisa el rendimiento de esos sistemas en tiempo real.

3.En el centro del edificio está el Ecotone, el cual conecta los dos edificios y permite una transición entre los patios: la “guarida” (Den) y el nido (Nest). En este espacio, los visitantes pasan de los principios observados de la naturaleza a los principios aplicados y de los microclimas del patio del nido al patio del estudio. También es el centro del edificio como una línea divisoria de aguas, que sirve como el valle literal entre las dos estructuras de techo inclinadas donde se recoge el agua en el edificio, dentro de este espacio, las tuberías codificadas por colores muestran el paso del agua a través del sistema.

4.Escondido en el bosque, la guarida proporciona un espacio para jugar libremente, está diseñado como un hábitat para especies que prosperan en espacios sombreados / húmedos y sirve como umbral para el sistema de senderos forestales que alberga muchas más lecciones de alfabetización ambiental. Está rodeado de árboles y plantas locales que ayudan a proteger de los vientos en invierno y proporciona una entrada al bosque.



Figura 22. Patio “la guarida” (Design Awards, s/f).

5.El patio nido (Nest) está en lo alto de una colina inclinada. Este espacio proporciona vistas a las colinas y actúa como conexión entre ambientes interiores y exteriores, su exposición al sur proporciona un espacio soleado y seco que cuenta con una cubierta y un dosel de madera, destacando las vistas hacia Holyoke Range y proporciona un hábitat para que prosperen especies ligeras / secas y alberga el jardín polinizador del Centro.



Figura 23. Patio “el nido” (Design Awards, s/f).

El proyecto cumple con todos los parámetros a evaluar en el apartado de acceso a la naturaleza los cuales son, conexión directa entre la naturaleza y los habitantes, paisajismo interior, paisajismo exterior y proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio. La siguiente figura (24) explica los principios en los que se basa el diseño del edificio.

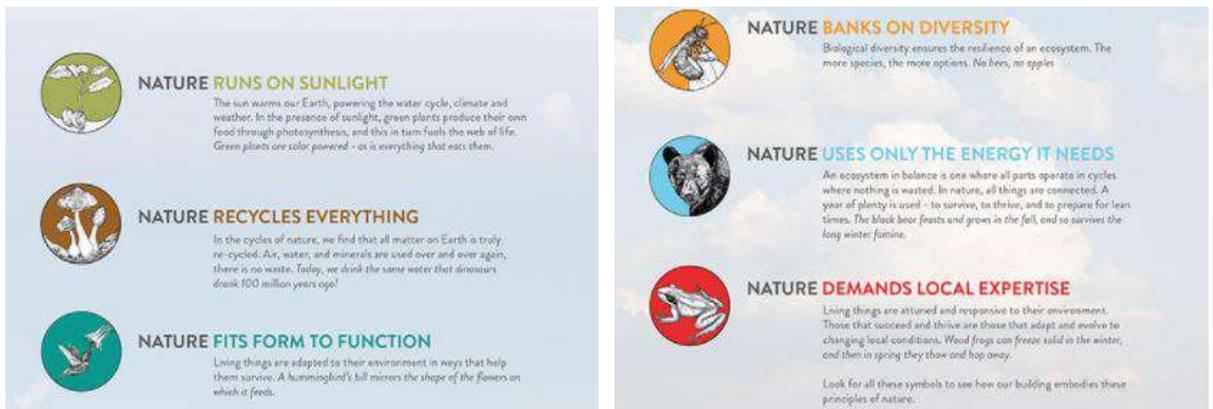


Figura 24. Principios Hitchcock Center (Design Awards, s/f).

Lo interesante es que estos principios podrían aplicarse a otros proyectos adecuándolos a su contexto, los principios aplicados en el diseño podrían traducirse de la siguiente manera:

Tabla 29. Tabla de los principios aplicados en Hitchcock Center

Principios de la naturaleza	Aplicados en el diseño
La naturaleza funciona con la luz solar	El edificio toma la energía que necesita para operar del sol, mediante el uso de celdas solares e iluminación natural.
La naturaleza recicla todo	El edificio usa materiales reciclados para su construcción.
La naturaleza se adapta a la función	El diseño del edificio toma en cuenta la naturaleza y se adapta a ella.
La naturaleza apuesta por la diversidad	El diseño debe ser inclusivo y tener diversidad.
La naturaleza utiliza solo la energía que necesita	La luz natural entra a todos los espacios el mayor tiempo posible.
La naturaleza exige experiencia local	Los materiales locales y naturales deben incluirse en el proyecto.

Elaboración propia basada en los principios aplicados en Hitchcock Center.

Tabla 30. Tabla descriptiva de educación e inspiración Hitchcock Center

Educación, inspiración y demostración



(Hitchcock Center for the Environment, s/f)

Jornada anual de puertas abiertas al público: Las instalaciones están abiertas al público todo el año.



Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto: En las paredes y puertas hay señalización donde se comparte información sobre materiales el funcionamiento y otras características clave del edificio.

A través de exhibiciones y letreros se resaltan los principios observados y aplicados de la naturaleza en todo el edificio.



(Hitchcock Center, s/f).

Sitio web educativo sobre el proyecto: El Centro Hitchcock mantiene un sitio web con información sobre el diseño, construcción y operación del edificio en: <https://hitchcock.hellobeacon.com/living-building/mode/kiosk/> y <https://www.hitchcockcenter.org/our-living-building-project/>



(Hitchcock Center, s/f)

Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: El equipo de diseño trabajó en colaboración con los educadores del Centro Hitchcock para desarrollar espacios que respalden el plan de estudios y la pedagogía del Centro, los planes de estudio del Centro ayudaron a aprovechar el diseño como una herramienta para el cambio social y la promoción ambiental (Living Future Institute, 2019).

Las estrategias como el pensamiento sistémico, el sentido del lugar y las escalas de impacto se integraron en el sitio a través de jardines de enseñanza y espacios de juego, el edificio en sí mismo sirve como un laboratorio viviente donde los estudiantes discuten y buscan sistemas de construcción para comprender los ciclos de energía, agua y desechos (Living Future Institute, 2019).

El Centro Hitchcock conecta a las personas con la naturaleza y fomenta un vínculo emocional más profundo con el mundo natural que sostiene a todos y ayuda a desarrollar una comunidad que comprende las conexiones entre la salud humana, los ecosistemas y las economías, los programas educativos ofrecen un enfoque particular en los niños, que viven en un mundo de desafíos ambientales (Shea, s/f).

Su marco educativo se centra en cinco fundamentos (Shea, s/f):

- Comprender los principios de la ecología
- Valorar el lugar
- Promover la resiliencia
- Demostrar sostenibilidad en el entorno construido
- Educar para la ciudadanía activa

El Centro Hitchcock para el Medio Ambiente se basa en la idea de promover la alfabetización ambiental en estudiantes de todas las edades, este también fue el principio fundamental para el diseño del edificio, creando aulas, oficinas y espacios de aprendizaje con vistas directas y acceso al exterior en todo momento, se priorizaron los elementos biofílicos del diseño hasta la realización (Living Future Institute, 2019).

La experiencia educativa en el Centro Hitchcock es principalmente una experiencia al aire libre, las clases están diseñadas en torno al tiempo que se pasa al aire libre, como tal, cada aula está diseñada con acceso directo al aire libre para que las clases puedan entrar y salir sin problemas, sin interrumpir otras clases o causar una interrupción prolongada del tiempo de enseñanza (Living Future Institute, 2019).

4.3. The Frick Environmental Center

Ubicación: Pittsburgh, PA

The Frick Environmental Center es un edificio viviente dedicado a la educación ambiental experimental, la nueva instalación y su sitio de acres actúan como una puerta de entrada al Frick Park de Pittsburgh y encarnan el vecindario ideal a la naturaleza, que sirvió

de inspiración para la formación del Parque hace más de 90 años (Living Future Institute, 2018).

El Centro ejemplifica la equidad, el aprendizaje experiencial y el compromiso público, el proyecto está diseñado para ser acogedor e inclusivo para todos, el Centro es una empresa conjunta entre la Ciudad de Pittsburgh y Pittsburgh Parks Conservancy y demuestra la misión de restaurar los parques deteriorados de la Ciudad y restablecer un ciclo de administración (Living Future Institute, 2018). Cuenta con las certificaciones Living Building Challenge y LEED Platinum.

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron del caso de estudio Frick Environmental Center (Living Future Institute, 2018), del archivo de Conservancy Pittsburgh Parks (2015), de información proporcionada por el despacho que diseñó el proyecto: Bohlin Cywinski Jackson y de su página de internet (BCJ, s/f).



Figura 25. The Frick Environmental Center. Imagen obtenida de los casos de estudio LBC (Living Future Institute, 2018).

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 31. Tabla descriptiva de Características ambientales Frick Environmental Center

Características ambientales



(Conservancy Pittsburgh Parks, 2015)

Agua: El Centro se define por su celebración del agua, durante las tormentas, una cortina de agua cae en cascada desde la azotea del edificio y se dirige a través de un barranco, que luego desemboca en los humedales que se encuentran debajo. (Living Future Institute, 2018).

El Centro está diseñado para capturar y almacenar suficiente agua de lluvia para compensar todo su uso de agua potable y no potable el flujo de agua del sitio preserva y restaura la ecología del parque (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Aire, ventilación natural, vistas: The Frick Environmental Center trae los beneficios biofílicos del aire libre, todas las áreas tienen luz natural, vistas de la naturaleza y acceso al aire fresco proporcionado por ventanas operables del piso al techo, el sistema de ventilación natural proporciona un medio de acondicionamiento del edificio e incluye numerosos paneles en todo el edificio con luces rojas y verdes para notificar a los ocupantes cuándo es óptimo abrir o cerrar ventanas (Living Future Institute, 2018).

La cocina y la sala de manualidades, tienen ventanas a las habitaciones exteriores que les permiten compartir vistas del parque y los pasillos, las ventanas en las aulas y el espacio de oficina permiten un acceso equitativo a las vistas panorámicas, además la sala de estar pública, las aulas y el pasillo principal tienen luz natural, vistas y ventilación natural (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Plantas, animales: El diseño del nuevo sitio incluye praderas, bosques abiertos, bosques densos y humedales que apoyan la biodiversidad y la restauración de hábitats para polinizadores, mamíferos, reptiles, insectos y aves, se plantaron especies nativas o adaptativas resistentes para emular la biodiversidad de los ecosistemas y su capacidad para resistir enfermedades comunes, además de las nuevas plantaciones, varios árboles nativos sanos y existentes fueron protegidos y preservados durante la construcción y desde entonces se han aclimatado a su entorno mejorado (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Materiales naturales, color: El uso extensivo de madera en el exterior, el interior y el mobiliario del edificio le da una sensación natural, en el edificio se utilizaron materiales de origen natural y regional como: concreto, aluminio, acero, piedra y revestimiento de acacia negra (Living Future Institute, 2018).



(BCJ, s/f)

Geología + Paisaje: El edificio y el sitio están integrados como un solo sistema, el paisaje produce un microclima de aire limpio y los dos están conectados, el diseño del edificio respeta y se adapta a la geología del lugar.

Tabla 32. Tabla descriptiva de Formas naturales Frick Environmental Center

Formas naturales



Cortesía del despacho BJC

Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos, formas de huevo, ovaladas y tubulares: El diseño se basa en formas que resisten líneas rectas pero también utiliza muros curvos.



(Conservancy Pittsburgh Parks, 2015)

Biomimetismo, biomorfia: Las formas y materiales seleccionados para el proyecto reflejan la belleza del parque circundante y están destinados a fomentar una conexión profunda entre los visitantes y la naturaleza (Living Future Institute, 2018).

Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.

Tabla 33. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Frick Environmental Center

Patrones naturales + procesos



(Living Future Institute, 2018)

Punto focal central, Crecimiento + florecimiento: El nuevo centro establece un lugar para que las personas y la naturaleza se conecten a través del edificio, los visitantes se acercan al Frick Environmental Center a través de pasarelas históricas que fueron restauradas como parte del proyecto, una vez dentro de las aulas y la sala de estar pública, las ventanas verticales conectan a los visitantes con vistas inspiradoras del dosel del bosque; el Frick Center brinda una experiencia multisensorial que orienta a las personas en el paisaje y las prepara para explorar los arroyos, bosques, barrancos y colinas de Frick Park (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Espacios de transición: Las transiciones entre espacios interiores y exteriores se suavizan mediante el uso de puentes colgantes y vestíbulos en el edificio, el paisaje y la construcción hacen una transición sutil, de lo formal a lo natural, de lo intencional a lo orgánico; el sitio hace que la gente pase gradualmente del estrés de la ciudad a la tranquilidad de la naturaleza, estas elecciones invocan la conciencia de una manera que también es orgánica y sutil (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Totalidades estampadas: Los artistas locales, crearon obras de arte públicas permanentes para el Centro, lo que realzó la profundidad y la riqueza del proyecto, se reutilizaron los árboles talados durante la construcción para los muebles del Centro y la recepción principal; se crearon puertas ornamentales de metal para los puentes de entrada y las puertas de entrada, también diseñaron una característica de agua topográfica de arenisca integral para el escurrimiento de aguas pluviales, estableciendo un oasis urbano para que los visitantes de todas las edades jueguen bajo la lluvia (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Riqueza de información, razones + escalas organizadas jerárquicamente: El Centro está diseñado exclusivamente para la escala humana y está ubicado para aprovechar las oportunidades de aprendizaje, con un enfoque en la accesibilidad para todos; cerrado al tráfico vehicular dentro del parque, las aceras anchas y la señalización promueven el paso de los peatones, la escala de las estructuras, tanto históricas como nuevas, honra la del paisaje circundante (Living Future Institute, 2018).

El edificio de tres pisos está ubicado en una pendiente existente, el puente de la galería conduce hacia el edificio con un arco suave que se aleja del camino pavimentado del vecindario hacia los caminos arbolados circundantes del parque, las puertas de entrada para niños infunden de manera divertida el orgullo de ser dueños de los muchos niños que visitan (Living Future Institute, 2018).



(BCJ, s/f)

Integración de partes a totalidades: El Frick Environmental Center es un ecosistema vivo para la educación ambiental, que inspira a los visitantes a explorar el mundo natural y al mismo tiempo les pide que se enfrenten al impacto de la humanidad en un entorno dinámico, uno del que todos son parte, pero del que inherentemente están distanciados (Living Future Institute, 2018).

Tabla 34. Tabla descriptiva de Luz + espacio Frick Environmental Center

Luz + espacio



(Living Future Institute, 2018)

Luz natural, luz como forma: La torre de escaleras iluminada por el día con contrahuellas perforadas invita a los visitantes a renunciar al ascensor y subir las escaleras, el acceso a la luz del día es abundante dentro del Centro, cada espacio de trabajo y área habitualmente ocupada tiene luz natural, vistas a la naturaleza, ventanas que se abren y aire fresco (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Amplitud, variabilidad espacial: Los espacios en el edificio han sido diseñados para ser acogedores, ofreciendo una gran cantidad de asientos, ventanas del piso al techo, adaptaciones de accesibilidad y características solicitadas por la comunidad (Living Future Institute, 2018).

La orientación deliberada del edificio facilita la creación de espacios con funciones variadas, las actividades de aprendizaje y de grupo se llevan a cabo en las aulas orientadas al sur y los espacios de transición están ubicados en el lado norte del edificio; la luz es utilizada para energizar, crear movimiento y enfocar la atención cada espacio (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Armonía espacial, luz cálida: Dentro del edificio, el límite interior-exterior se ve disminuido por la abundante luz natural, aire puro y vistas al aire libre, la simetría entre la estructura y el paisaje promueve la armonía (Living Future Institute, 2018).

Luz + sombra: El llamativo patrón vertical de ventanas en el lado del bosque del edificio proyecta una danza de luces y sombras a través de los espacios, la orientación sur asegura que estas sombras cambien a lo largo del día y durante todo el año, (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Espacios interiores–exteriores, espacio como forma: Los espacios interiores-exteriores, como el aula al aire libre, el balcón y el porche, permiten a los empleados interactuar con la naturaleza; mientras que el pasillo principal curvado y revestido de vidrio alienta visualmente a los visitantes a seguir moviéndose a través del edificio y de regreso a la naturaleza, la sala de estar se siente como una plataforma de casa en un árbol, con ventanas de altura completa que difuminan las líneas entre la pared y el bosque (Living Future Institute, 2018).

Tabla 35. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Frick Environmental Center

Relaciones basadas en el lugar



(BCJ, s/f)

Orientación del paisaje: Desde un punto de vista arquitectónico, las estrategias de diseño pasivo incluyen la orientación del edificio para aprovechar las brisas de verano y el sol de invierno, creando una masa de edificio condensada, diseñando grandes voladizos de techo para minimizar la ganancia solar y empleando un sistema de ventilación natural como el medio principal de acondicionamiento del edificio (Living Future Institute, 2018).



(BCJ, s/f)

Conexión geográfica del lugar: Ubicado dentro del Frick Park de 644 acres, el Centro representa un pequeño enclave rodeado por un vasto bosque, el proyecto está ubicado dentro de las extensiones de un antiguo centro educativo abandonado, removido en 2014 para la construcción de la nueva instalación (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Materiales autóctonos: El equipo desarrolló un enfoque reglamentado, primero, el proceso de cumplimiento de la Lista Roja y el Abastecimiento a Distancia se describió en diagramas de flujo detallados, estandarizando el enfoque de cada producto. Estos productos de origen natural y regional: concreto, aluminio, acero, piedra y revestimiento de acacia negra, ejemplifican la simplicidad y durabilidad y están diseñados para resistir naturalmente con el tiempo (Living Future Institute, 2018).



Cortesía del despacho BJC

Características del paisaje que definen la forma del edificio: La forma del edificio se define por la relación entre el vecindario en el lado norte y el bosque en el lado sur, la pendiente del techo del edificio promueve la recolección de agua de lluvia y brinda una oportunidad única para que el público observe e interactúe con la precipitación que fluye, las ventanas verticales en el lado del bosque enmarcan las vistas de los árboles y crean largas sombras en los pisos que se mueven con la hora del día y las estaciones, estas ventanas largas y altas, con diferentes anchos y bandas alternas de revestimiento vertical de madera de algarrobo negro, imitan el bosque (Living Future Institute, 2018).



Cortesía del despacho BJC

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar: El nuevo edificio ocupa el sitio del antiguo centro natural, que fue destruido por un incendio en 2002, en los años siguientes, se dirigió una serie de ejercicios de visión comunitaria, que finalmente brindaron una oportunidad para redefinir el propósito del Centro e inspiraron la decisión de perseguir el desafío del edificio vivo (Living Future Institute, 2018).

Durante todas las fases de planificación, diseño y construcción se llevó a cabo la participación y alcance comunitario, que continúa en funcionamiento, el proyecto se basa en una historia de diseño al restaurar y mejorar muchas de las características históricas originales del sitio, incluidas las puertas de entrada así como una fuente, que formaban parte del plan maestro original; finalmente, el diseño general del sitio celebra las filosofías importantes del proyecto: una apreciación de la historia y una adopción de nuevas tecnologías (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Conexión ecológica del lugar, integración de cultura + ecología: Mantenido por una pequeña fuerza de trabajo voluntario, el paisaje está diseñado para adoptar la sucesión natural (Living Future Institute, 2018)

Desde prados hasta bosques abiertos y humedales, cada área de plantación conserva su hábitat particular dentro del ecosistema diverso más grande, lo que ayuda a promover el aprendizaje experimental que es fundamental para la misión del Centro, el Centro fortalece el vínculo entre los seres humanos y la naturaleza, situado en un parque verde, el sitio está lleno de plantas y animales y ofrece abundantes oportunidades para interactuar con el parque (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Evitando la falta de lugar: Los parques públicos encarnan la equidad social en todas las escalas, los parques de Pittsburgh son gratuitos para todos, independientemente de su edad, origen o clase socioeconómica, el Centro, ubicado dentro del Frick Park, se esfuerza por ser universalmente aceptado y no discriminatorio (Living Future Institute, 2018).

Espíritu de lugar: Con ese espíritu, todos son bienvenidos a experimentar la naturaleza en el sitio como lo deseen, desde relajarse en el anfiteatro, degustar un tomate maduro recién recogido del huerto, hasta embarcarse en un estimulante paseo con sus mascotas (Living Future Institute, 2018).

Tabla 36. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza Frick Environmental Center

Relación evolución humana -naturaleza



Cortesía del despacho BJC

Perspectiva + refugio: La perspectiva elevada del Frick Center permite que las personas se sientan como si estuvieran en el borde de la colina boscosa, donde pueden sentirse protegidas sin tener las vistas oscurecidas, la sala de estar y las aulas públicas del Centro brindan un refugio de los elementos y ofrecen lugares inspiradores para sentarse, leer y reflexionar mientras disfrutan de la perspectiva o la vista amplia, del bosque y el jardín que se encuentra debajo (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Curiosidad + tentación: El Frick Environmental Center fue concebido como una herramienta de aprendizaje, por lo que expone y destaca los sistemas que tratan el agua y los desechos, la integración de estas estrategias sostenibles con el arte público despierta curiosidad sobre los procesos naturales y las conexiones visuales entre el edificio y el bosque y los jardines exteriores invitan a la gente a contemplar la ecología de Frick Park, las puertas del tamaño de los niños y las características interactivas los invita a mirar, escuchar y explorar (Living Future Institute, 2018).



(Conservancy Pittsburgh Parks, 2015)

Exploración + descubrimiento, afecto + apego, asombro: La experiencia del edificio está destinada a promover el asombro, la curiosidad y el amor por el mundo natural, el diseño biofílico en el sitio resalta la belleza integral al mostrar los sistemas naturales de una manera interactiva y abreviada, como el velo de agua que cae del techo y serpentea a través del “Rain Ravine”, al mostrar deliberadamente los procesos naturales de manera condensada, simplificada y accesible (Living Future Institute, 2018).



(Conservancy Pittsburgh Parks, 2015)

Orden + complejidad, reverencia + espiritualidad, seguridad + protección: Más allá de la belleza física que impregna el proyecto, una manifestación más fundamental de la belleza se encuentra en el compromiso continuo con la preservación y apreciación de la naturaleza a través de la educación ambiental, a través de la educación, el cuidado y la compasión por las diversas plantas y animales que se encuentran en Frick Park se inculcan en las generaciones futuras, ya que un lugar hermoso es aquel donde se respetan los recursos de la naturaleza y todas las personas son bienvenidas (Living Future Institute, 2018).

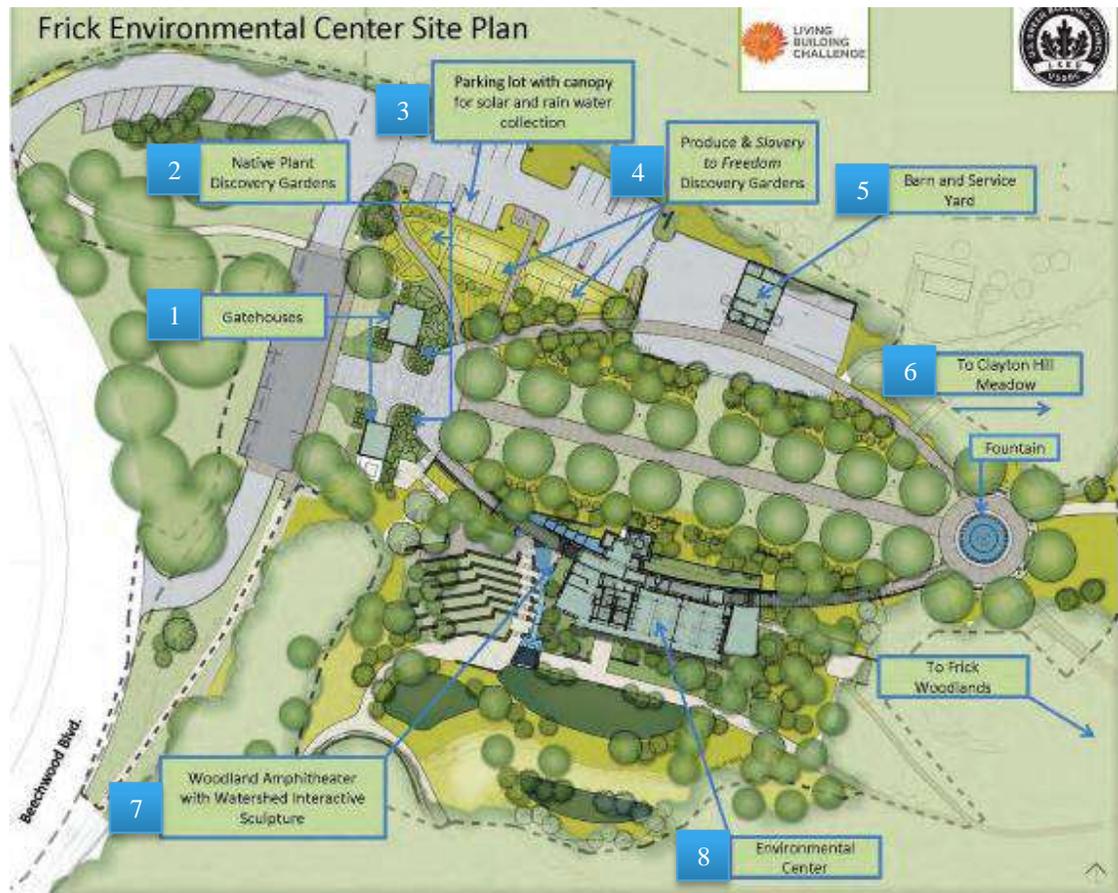


Figura 26. Frick Environmental Center Site plan (Conservancy Pittsburgh Parks, 2015).

1. Estacionamiento con marquesina para captación solar y pluvial

2. Jardines de descubrimiento: El jardín “De la esclavitud a la libertad” es una exhibición etnobotánica que reconoce la importante voz de la cultura afroamericana en la narrativa en evolución del ambientalismo. El jardín cuenta con una serie de plantas y está estrechamente relacionado con otros programas educativos en el lugar. El jardín de demostración agrícola permite a los visitantes del parque ingresar a una experiencia cultural inmersiva, donde los usuarios están invitados a conocer el impacto que tuvo la jardinería a pequeña escala en el sentido de agencia y soberanía de los pueblos oprimidos. El huerto es un símbolo de la libertad económica que la agricultura y el conocimiento de la naturaleza pueden proporcionar (Living Future Institute, 2018).

3.Patio de servicio

4.Fuente



Figura 27. Fuente Frick Environmental Center (McManus, 2019).

5.Anfiteatro: El anfiteatro construido en la ladera cumple uno de los sueños de la comunidad local, durante el proceso de planeación la comunidad quería un anfiteatro que pudiera albergar programas, conciertos y lecturas en la naturaleza (Conservancy Pittsburgh Parks, 2015).



Figura 28. Anfiteatro (Conservancy Pittsburgh Parks, 2015).

6.Environmental Center: Situado en el umbral entre los vecindarios y el parque arbolado, el sitio del Frick Environmental Center se mezcla con el paisaje circundante. La forma de los diversos componentes del proyecto se han seleccionado intencionalmente para respetar su entorno, tanto construido como natural. Situada dentro de la ladera, la fachada norte del edificio de tres pisos se encuentra en una posición baja dentro del paisaje, rindiendo homenaje a la escala de las puertas de entrada históricas y las viviendas vecinas. El edificio se abre hacia el sur en tres dramáticos pisos, proporcionando un faro para los visitantes del parque, pero mezclando el material y la forma con el bosque circundante (Living Future Institute, 2018).



Figura 29. Fachada norte (McManus, 2019).



Figura 30. Fachada sur (McManus, 2019).

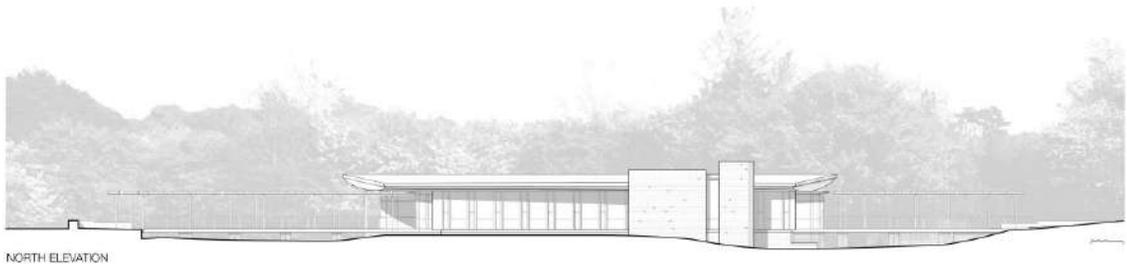


Figura 31. Fachada norte (Cortesía del despacho BJC).

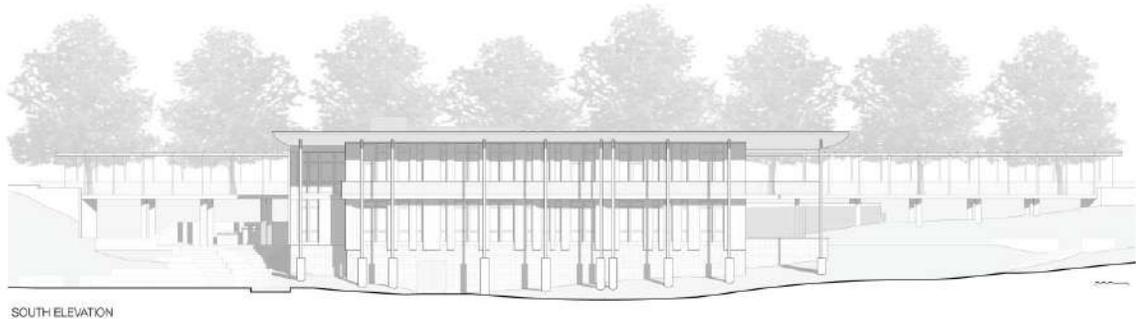


Figura 32. Fachada sur (Cortesía del despacho BJC).

El edificio está ubicado en una pendiente existente y protegido por un techo simple que descansa sobre esbeltas columnas, la belleza del Centro inspira y pide a los visitantes que lidien con el impacto de nuestra humanidad en un ecosistema natural dinámico, uno del que somos parte, pero del que estamos inherentemente distanciados y proporciona el escenario para el discurso público sobre este delicado equilibrio (Living Future Institute, 2018).

Ya sean niños jugando en el anfiteatro al aire libre o una reunión de vecinos disfrutando de las vistas al parque desde la sala de estar del edificio, el Centro les da la bienvenida a todos para participar con un Edificio Viviente y sumergirse en este refugio urbano natural (Living Future Institute, 2018).

En conclusión el proyecto cumple con todos los parámetros a evaluar en el apartado de acceso a la naturaleza los cuales son, conexión directa entre la naturaleza y los habitantes, paisajismo interior, paisajismo exterior y proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio.

Tabla 37. Tabla descriptiva de educación e inspiración Frick Environmental Center

Educación, inspiración y demostración



(Conservancy Pittsburgh Parks, 2015)

Jornada anual de puertas abiertas al público: Pittsburgh Parks Conservancy es un apasionado de la educación ambiental y este compromiso se manifiesta en todos los aspectos del Frick Environmental Center (Living Future Institute, 2018).

Dado que el proyecto es un edificio público y de entrada gratuita que funciona los siete días de la semana, las personas pueden visitar y explorar la mayor parte del sitio durante el horario del parque (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Copia del manual de operaciones y mantenimiento, folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto: Para los usuarios habituales del edificio, incluido el personal educativo de Pittsburgh Parks Conservancy que opera fuera del Centro y los empleados de mantenimiento de la Ciudad y Conservancy, se ha escrito un Manual de Operaciones que informa cómo operar el edificio, un folleto más conciso está disponible para el personal y los visitantes que interactúan con los sistemas a nivel de usuario (Living Future Institute, 2018).



(Living Future Institute, 2018)

Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto, sitio web educativo sobre el proyecto: Se ha instalado señalización interpretativa en las ubicaciones de los edificios en el interior y el exterior, se incluye un recorrido virtual en el sitio web de The Nature Conservancy y un tablero público con datos de operación del edificio en tiempo real y material educativo que brinda una experiencia educativa (Living Future Institute, 2018).



(Conservancy Pittsburgh Parks, 2015)

Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: Los programas educativos utilizan todo el parque como aula, sin embargo, el sitio y el edificio también brindan oportunidades educativas, los conceptos de diseño se han presentado a los visitantes a través de recorridos, presentaciones y programas y el sitio se ha diseñado con enfoques educativos específicos en muchas capacidades descritas a lo largo de esta narrativa del estudio de caso, con el nuevo Frick Environmental Center surge el potencial para expandir y diversificar los programas educativos, lo que permite que Pittsburgh Parks Conservancy inspire y eduque a más personas (Living Future Institute, 2018).

El edificio contiene en el primer nivel: un cuarto mecánico/eléctrico, un almacenamiento de bicicletas y un almacén; en segundo nivel se encuentran el vestíbulo, el lobby, la cocina, una oficina abierta, una sala de conferencias, soporte de oficina (almacenamiento/copias), la recepción, un almacenamiento de artesanías, un cuarto mecánico/eléctrico y baños. Finalmente en el tercer nivel se encuentran una galería, una sala de estar, baños y dos salones de clases que pueden combinarse para albergar 115 estudiantes, también cuenta con un aula exterior que puede usarse como un salón adicional o para eventos.

El edificio y el sitio circundante actúan como ecosistemas tanto para la educación inmersiva al aire libre como para las lecciones prácticas sobre sostenibilidad, las estrategias de diseño biofílico utilizadas en todo el proyecto atraen y protegen, empujando suavemente a los visitantes del parque desde los vecindarios adyacentes hacia el corazón del parque (Living Future Institute, 2018).

Usando arte para inspirar, se diseñó una escultura llamada Falls Ravine para ilustrar el significado del agua de la región y del mundo, la pieza se activa con el agua de lluvia que flota en el techo del edificio y a través de una serie de túneles que llega a la terraza, la escultura crea una cuenca en miniatura evocando a la geología del parque y dando a los visitantes un sentido de los patrones del movimiento del agua a través del parque, además el centro ofrece gran variedad de programas para la comunidad, las asociaciones con escuelas locales son el corazón de los programas, ofrecen distintos programas dependiendo de las edades de los visitantes, también hay programas para niños, familias y adultos como campamentos de verano (Conservancy Pittsburgh Parks, 2015).

4.4. LISD Center for Sustainable Future

Ubicación: Michigan, EE.UU.

Como el primer edificio escolar con certificación LEED Platinum y energía neta cero de Michigan, el Centro para un futuro sostenible (CSF) del Distrito Escolar Intermedio de Lenawee (LISD) ofrece a los estudiantes de todas las edades oportunidades de aprendizaje práctico a través del desarrollo de productos, la demostración y la investigación activa. en las

áreas agricultura sostenible y la producción de energía alternativa (*Center for a Sustainable Future*, 2021).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron del despacho que diseño el proyecto: The Collaborative, de LISD Center for a Sustainable Future Tour (LISD TV, 2021) y del sitio web (*Center for a Sustainable Future*, 2021).

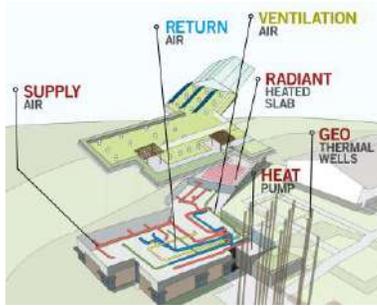


Figura 33. LISD Center for Sustainable Future (*Center for a Sustainable Future*, 2021).

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 38. Tabla descriptiva de Características ambientales LISD CSF

Características ambientales	
	<p>Agua: El sistema de captación de agua de lluvia del LISD CSF utiliza el agua de lluvia recolectada del techo de la escuela para regar las parcelas de demostración y otras plantaciones, en épocas de escasas precipitaciones, el sistema se complementa con el sistema de agua potable de pozo (<i>Center for a Sustainable Future</i>, 2021).</p>
<p>Cortesía del despacho The Collaborative</p>	



Cortesía del despacho The Collaborative

Aire, ventilación natural: Las temperaturas se controlan mediante sensores de ocupación en cada aula para minimizar el uso de energía cuando los espacios están desocupado, el invernadero y los vestíbulos de la escuela cuentan con sistemas de calefacción por suelo radiante que utilizan tuberías de agua caliente incrustadas en el suelo de concreto (*Center for a Sustainable Future*, 2021).



(LISD TV, 2021)

Plantas, animales: El proyecto tiene un espacio en el exterior para animales como: vacas, gallinas, pavos, ovejas en los pastizales. En el interior tiene peces que ayudan. Tiene vegetación en el interior y el exterior, cuenta con un techo verde para regular la temperatura al interior.



Cortesía del despacho The Collaborative

Geología + Paisaje: El proyecto respeta la geología y el paisaje.

Materiales naturales, color, vistas: En la construcción del edificio se utilizaron materiales naturales, el edificio cuenta con vistas hacia la naturaleza.

Tabla 39. Tabla descriptiva de Formas naturales LISD CSF

Formas naturales



Cortesía del despacho The Collaborative

Formas que resisten líneas rectas: El diseño del proyecto se basa en líneas rectas.

Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.

Tabla 40. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos LISD CSF

Patrones naturales + procesos



(LISD TV, 2021)

Punto focal central, Crecimiento + florecimiento: El proyecto se diseñó con estrategias que ayudan a reducir el uso de agua y de electricidad así como los gases de efecto invernadero; además aprovecha toda la luz natural posible mediante tubos solares incrustados en el techo para iluminar los espacios y con esto reducir el uso de luminarias.



(LISD TV, 2021)

Espacios de transición, riqueza de información: El proyecto está diseñado para enseñar a los estudiantes estrategias de sustentabilidad en los diferentes espacios, por ejemplo, hay un aula de horticultura dentro del invernadero, donde los estudiantes trabajan y aprenden al mismo tiempo.

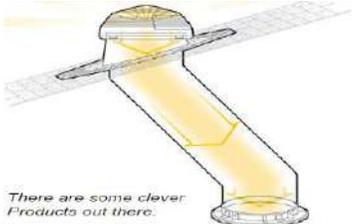
Tabla 41. Tabla descriptiva de Luz + espacio LISD CSF

Luz + espacio



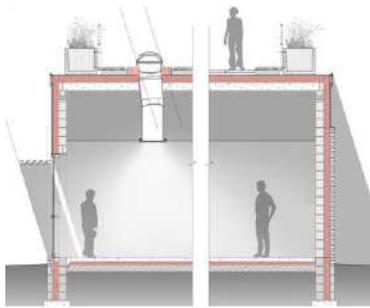
Luz natural: El LISD CSF tiene un sistema de generación fotovoltaica que consta de paneles solares montados en el suelo y en el techo. El sistema abastece todas las necesidades eléctricas del edificio (*Center for a Sustainable Future, 2021*).

Los tubos solares proporcionan una cantidad equilibrada de luz natural al interior de la escuela, cada tubo solar consta de una cúpula de plástico que se asienta en el techo del edificio y un tubo reflectante que lleva la luz al interior, el tubo que transporta la luz está hecho de material reflectante y se puede doblar para llevar la luz al espacio de abajo (*Center for a Sustainable Future, 2021*).



*There are some clever
Products out there.*

Cortesía del despacho The Collaborative



Cortesía del despacho The Collaborative

Luz cálida, luz como forma: Las ventanas proporcionan luz natural, pero debido a que son menos eficientes que otros métodos de iluminación utilizados, son principalmente para vistas al aire libre, el edificio utiliza todos los accesorios de iluminación LED que se atenúan automáticamente para ahorrar energía cuando la luz natural es suficiente (*Center for a Sustainable Future, 2021*).



Cortesía del despacho The Collaborative

Amplitud, armonía espacial, espacios interiores–exteriores, espacio como forma: Los espacios interiores se relacionan con los espacios exteriores creando una armonía espacial, la amplitud de cada espacio depende de su función. El invernadero es un espacio amplio que funciona con la luz del sol.

Tabla 42. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar LISD CSF

Relaciones basadas en el lugar



Cortesía del despacho The Collaborative

Orientación del paisaje, características del paisaje que definen la forma del edificio: La orientación de la estructura de la escuela se beneficia de un talud de tierra, que la protege de los vientos invernales del noroeste mientras se abre a las oportunidades solares pasivas orientadas al sur, los parasoles protegen las ventanas del sol de verano, pero permiten que los ángulos del sol de invierno entren al edificio (*Center for a Sustainable Future, 2021*).



Cortesía del despacho The Collaborative

Materiales autóctonos: El edificio utilizó materiales de la región en su construcción.

Tabla 43. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza LISD CSF

Relación evolución humana-naturaleza	
 <p>Cortesía del despacho The Collaborative</p>	<p>Exploración + descubrimiento, información + cognición: A los estudiantes se les presentan conceptos de sostenibilidad relevantes para sus programas como: construir suelos saludables, conservar y proteger el agua, preservar la biodiversidad y la seguridad alimentaria, proteger la salud humana y el medio ambiente, se anima a los estudiantes a pensar críticamente sobre estas opciones, evaluando cuidadosamente las prácticas energéticas y agrícolas (<i>Center for a Sustainable Future</i>, 2021).</p>

ACCESO A LA NATURALEZA

El LISD CSF modela las mejores prácticas para el diseño de sitios y edificios ecológicamente responsables, los sistemas sostenibles incluyen un panel solar, jardín de lluvia, parcelas de demostración (1), sistema de enfriamiento y calefacción geotérmica, techo vegetal (2) y tanque de recolección de agua de lluvia (*Center for a Sustainable Future*, 2021).



Figura 34. Conjunto LISD Center for Sustainable Future (Cortesía del despacho The Collaborative)

El sitio alberga dos estructuras, un edificio de mantenimiento / almacenamiento (3) y un invernadero (4), que fueron construidos en 2001. El campus también alberga un edificio de aulas de vanguardia (5) de energía neta que se completó en junio de 2013 (*Center for a Sustainable Future*, 2021).



Figura 35. Interior LISD Center for Sustainable Future (Cortesía del despacho The Collaborative)

Tabla 44. Tabla descriptiva de educación e inspiración LISD

Educación, inspiración y demostración

	<p>Sitio web educativo sobre el proyecto: El proyecto tiene un sitio web que explica sus características.</p>
<p>(LISD TV, 2021)</p>	
	<p>Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: Como escuela de energía neta cero, LISD CSF sirve como una herramienta educativa para los programas del LISD TECH Center y los programas de educación ambiental de Stubnitz, los estudiantes obtienen experiencia del mundo real en la gestión, mantenimiento y evaluación de sistemas de automatización de edificios.</p>
<p>Cortesía del despacho The Collaborative</p>	

El proyecto fomenta la educación por medio de la demostración. por ejemplo, tener todos los componentes de control del clima en un invernadero brinda una oportunidad para que los estudiantes trabajen con los diferentes sistemas y realicen experimentos de ciencias

de las plantas durante todo el año, incluido cómo cultivar alimentos durante todo el año (*Center for a Sustainable Future*, 2021).

Así mismo, el proyecto tiene un impacto curricular de varias maneras, por ejemplo:

- La diversidad de ecosistemas, la cantidad de acres cultivables y el equipo agrícola conecta a los estudiantes con la naturaleza y la experiencia agrícola del mundo real.
- Los sistemas de conservación de agua brindan experiencia en recolectar y reutilizar agua de lluvia, experimentar con plantas nativas para reducir la erosión del suelo y diseños de paisajes para capturar y recargar los suministros de agua subterránea.
- Los sistemas fotovoltaicos y geotérmicos brindan a los estudiantes la experiencia de trabajar con estos sistemas de energía renovable cada vez más comunes. La recopilación de datos en tiempo real informa la instrucción sobre energías alternativas y técnicas de construcción ecológica.

Dentro del proyecto se encuentra una casa sustentable demostrativa (the seed house), la cual construyó para que las personas observaran los diferentes tipos de estrategias utilizadas, cabe mencionar que la casa se construyó con la ayuda de los estudiantes.



Figura 36. The seed house (LISD TV, 2021).

4.5. Centre for Interactive Research on Sustainability (CIRS)

Ubicación: Vancouver, Canadá

Con certificación LEED Platinum, el Centro de Investigación Interactiva sobre Sostenibilidad (CIRS) fue diseñado para exhibir sistemas sostenibles y operar como un

"laboratorio vivo" que al mismo tiempo, funciona como un catalizador del cambio donde estudiantes e investigadores prueban diseños y tecnologías para avanzar en la comprensión de construcción sostenible y prácticas comunitarias (Perkins & Will, s/f). La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron de Perkins & Will (Perkins & Will, s/f), Zeballos (Zeballos, 2013), de Reckermann (2014) y The University of British Columbia (UBC, s/f).

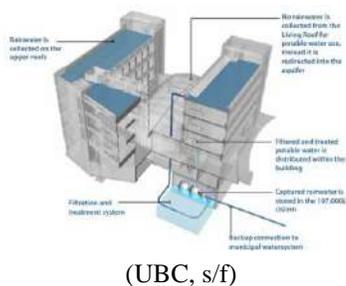


Figura 37. CIRS (Zeballos, 2013).

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 45. Tabla descriptiva de Características ambientales CIRS

Características ambientales



Agua: El total del agua que consume el edificio es recolectada de la lluvia (Zeballos, 2013). El CIRS fue diseñado para recuperar las aguas residuales del edificio, tratarlas en el sitio y reutilizarlas para la descarga de inodoros y el riego dentro del edificio, el Sistema Acuático Solar es un sistema diseñado ecológicamente basado en procesos existentes en la naturaleza que consumen desechos biológicos humanos para producir agua limpia (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Aire, ventilación natural, vistas: El atrio brinda ventilación natural sin necesidad de sistemas de aire acondicionado, utilizando el efecto chimenea para circular el aire por convección (Zeballos, 2013). El edificio utiliza estrategias de ventilación natural, ventanas operables, ventilación cruzada y ventilación mecánica para satisfacer las diferentes necesidades y requisitos de los espacios y los habitantes (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Plantas, animales: La pared y el techo verde son parte de la exhibición visual del edificio de los sistemas de construcción ecológicamente integrados, además de realizar una multitud de servicios ecológicos, el techo verde es una parte importante de la estrategia de gestión del agua del edificio y está diseñado con plantas nativas que proporcionan hábitat para animales e insectos locales (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Materiales naturales, color: Para su construcción no se utilizó concreto ni acero estructural, reduciendo la huella ambiental, la principal estrategia para lograr un diseño con balance positivo de CO2 fue el uso masivo de madera tanto en la estructura como en acabados y mobiliario, así mismo, brinda un ambiente de calidez al edificio, no sólo en términos climáticos sino también psicológicos (Zeballos, 2013).



(Zeballos, 2013)

Fachadas verdes: La fachada presenta unos paneles que acogen vegetación estacional llamada “pared viva”, que brinda sombra durante el verano y permite el paso del calor solar en el invierno (Zeballos, 2013).

Tabla 46. Tabla descriptiva de Formas naturales CIRS

Formas naturales



(Zeballos, 2013)

Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos: El diseño se basa en formas que resisten líneas rectas.

Biomimetismo, biomorfia: Las formas y materiales seleccionados para el proyecto reflejan la belleza edificio.

Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.

Tabla 47. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos CIRS

Patrones naturales + procesos



(Zeballos, 2013)

Punto focal central, Crecimiento + florecimiento: Los objetivos y metas del proyecto CIRS se crearon para mantener la visión del proyecto y acelerar la adopción de prácticas de construcción y desarrollo sostenibles, se definieron tres categorías de objetivos al considerar el diseño del edificio: (1) tener un impacto positivo neto en la salud del ecosistema, (2) proporcionar un entorno social y biofísicamente saludable para la habitación humana, (3) integrar el desempeño del edificio con los habitantes del edificio (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

La edad, el cambio y la pátina del tiempo: El proyecto estuvo influenciado por las experiencias de diferentes socios académicos, administrativos y de la industria, quienes trabajaron para cerrar la brecha entre las condiciones actuales del tiempo y las capacidades y tecnologías de diseño sustentable actualizadas (UBC, s/f).



(UBC, s/f)

Riqueza de información, razones + escalas organizadas jerárquicamente: El corazón del proceso de diseño fue una serie de pláticas de sostenibilidad que abordaron tanto el diseño conceptual como las cuestiones técnicas de la proyecto, las pláticas estaban organizadas por tema: principios de diseño, tratamiento y reutilización de agua, iluminación natural y protección solar y modelado de energía, cada una de ellas involucró a representantes del equipo de diseño, partes interesadas de la UBC, investigadores académicos, expertos externos y la industria (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Integración de partes a totalidades: El equipo del proyecto utilizó un proceso de diseño integrado (IDP) facilitado por el modelado de información de construcción (BIM) para ayudar en el desarrollo del diseño y para solicitar aportes de una amplia gama de interesados y expertos del proyecto. el corazón del proceso de diseño fue una serie de charlas de sostenibilidad que abordaron tanto el diseño conceptual de alto nivel como los problemas técnicos del proyecto (UBC, s/f).

Tabla 48. Tabla descriptiva de Luz + espacio CIRS

Luz + espacio



(Zeballos, 2013)

Luz natural, luz como forma, luz + sombra: Al interior, el edificio se organiza en torno a un gran atrio, que le brinda iluminación natural al interior (Zeballos, 2013). Al mismo tiempo el diseño del edificio permite un juego de luz y sombras.

Uno de los objetivos originales del proyecto CIRS era crear un edificio con luz natural al 100%, la orientación y programación del edificio reflejan directamente las oportunidades de luz natural del sitio y las variadas necesidades de iluminación en todo el edificio, la estrategia de iluminación natural se complementa con una variedad de estrategias de iluminación artificial, según el uso y las necesidades de iluminación del espacio (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Armonía espacial, luz cálida: En la planta baja se ubica un auditorio naturalmente iluminado por una claraboya lateral que se encuentra junto al jardín interior, el jardín se ubica sobre el techo del auditorio (Zeballos, 2013).



(Giermann, s/f)

Amplitud, Variabilidad espacial: La estructura fue diseñada para crear una placa de piso abierta sin columnas para flexibilidad de uso y arreglos interiores, así como para permitir grandes aberturas en las paredes que maximizan la luz del día y las vistas (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Espacios interiores–exteriores, espacio como forma: Otro elemento notorio en la fachada son los paneles fotovoltaicos en las fachadas este y sur que permite cubrir parte de la demanda energética del edificio, el resto es recolectado del exceso energético de un edificio cercano y convertido en energía en una pequeña central geotérmica (Zeballos, 2013).

Tabla 49. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar CIRS

Relaciones basadas en el lugar



(Zeballos, 2013)

Orientación del paisaje, conexión geográfica del lugar: Se examinaron varios criterios al considerar la ubicación del sitio, incluido el uso de la tierra a largo plazo y los planes de desarrollo para el campus, las sinergias con otras instituciones e infraestructura del campus y el deseo de presentar proyectos que demuestren el compromiso de la Universidad con la sostenibilidad (UBC, s/f).



(UBC, s/f)

Características del paisaje que definen la forma del edificio: Para su diseño se consideraron las condiciones del sitio, el microclima, el contexto, la accesibilidad del sitio y el campus, el programa de construcción, la comodidad de los habitantes, la circulación y la construcción, además, el diseño tenía que hacer un uso eficiente del espacio y tenía que ser flexible para adaptarse a diferentes inquilinos, habitantes y usuarios a lo largo de su vida (UBC, s/f).



(UBC, s/f)

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar: El edificio CIRS fue diseñado como un “laboratorio viviente” que permite investigar el diseño y la tecnología de edificios sostenibles actuales y futuros, así como el impacto de las acciones de los habitantes, la investigación se basa en políticas efectivas, participación cívica y toma de decisiones grupales combinadas con tecnologías avanzadas de visualización y simulación capaces de comunicar datos a través de varios medios (UBC, s/f).



(UBC, s/f)

Conexión ecológica del lugar, integración de cultura + ecología: La visión de CIRS era desarrollar el edificio más ecológico de América del Norte y acelerar la adopción de prácticas de construcción y desarrollo urbano sostenibles, se eligieron plantas nativas para mejorar el hábitat para insectos, aves y animales locales para incrementar la diversidad ecológica en el campus y hacer que las personas tengan un mayor contacto con el medio ambiente (UBC, s/f).

La Iniciativa de Apoyo a la Investigación Indígena fue creada para permitir la investigación colaborativa con comunidades e investigadores universitarios para transformar la cultura institucional en la UBC para ayudar a capacitar a los investigadores sobre cómo participar adecuadamente en la investigación colaborativa con las comunidades (UBC, s/f).



(Zeballos, 2013)

Materiales autóctonos: Construido con madera maciza, el CIRS tiene un diseño estructural simple compuesto por una combinación de elementos de madera laminada prefabricada, madera dimensional, madera contrachapada y concreto, durante el diseño de CIRS, se consideraron los impactos ecológicos y en la salud humana de los materiales de construcción, así como la expresión visual y táctil de esos materiales, junto con los requisitos de costo, durabilidad y mantenimiento (UBC, s/f).

Tabla 50. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza CIRS

Relación evolución humana -naturaleza



(Zeballos, 2013)

Exploración + descubrimiento, asombro: El edificio es atravesado diagonalmente por una senda que recoge el trazo de un antiguo camino preexistente, esto permite separar a la esquina como un triángulo acristalado, que a la vez que da ligereza a la composición del edificio y alberga un biofiltro acuático solar, éste consta de una serie de tanques con plantas que absorben y procesan naturalmente los desechos generados en los baños del edificio, el agua procesada sirve para la pared viva y el jardín interior (Zeballos, 2013).



(Giermann, s/f)

Información + cognición: El Centro de Investigación Interactiva sobre Sostenibilidad (CIRS) es un edificio sostenible y de alto rendimiento reconocido internacionalmente, que sirve como laboratorio vivo para la investigación y la innovación, fue diseñado para servir como un catalizador para el avance de las prácticas y políticas de construcción sostenible y desarrollo urbano (UBC, s/f).

ACCESO A LA NATURALEZA

De acuerdo a una encuesta realizada por Reckermann (2014) varios usuarios del CIRS comentaron que los elementos naturales influyeron en su bienestar, el CIRS es un edificio con estructura de madera, por lo tanto, tiene la naturaleza incorporada y cuenta con

características naturales, como el techo y la pared verde, las ventanas grandes y la iluminación natural, probablemente contribuyan al bienestar de los habitantes.

Además se eligieron estrategias de paisaje y plantas nativas con el fin de mejorar el hábitat para insectos, aves y animales locales con el objetivo de incrementar la diversidad ecológica en el campus y hacer que las personas tengan un mayor contacto con el medio ambiente y las ecologías complejas, así mismo el proyecto combina la belleza y función, el paisaje es un hermoso ejemplo de un sistema natural funcional que proporciona múltiples servicios para el sitio y el proyecto, incluidos la gestión agua y la creación del hábitat e ilustra una alternativa sostenible diferente a las estrategias convencionales (UBC, s/f), los siguientes diagramas ilustran el uso de algunas estrategias (figuras 38, 39, 40 y 41).

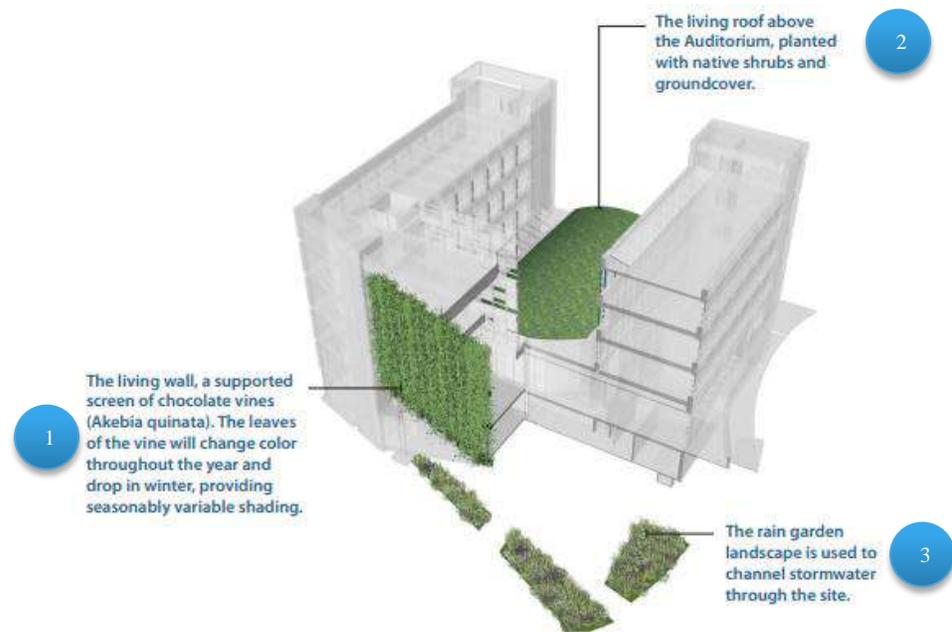


Figura 38. Diagrama del techo y muro verde (The University of British Columbia, s/f).

1. La pared verde, está compuesta de enredaderas de chocolate. Las hojas cambian de color durante todo el año y caen en invierno, proporcionando un sombreado variable estacionalmente.
2. El techo verde arriba del auditorio cuenta con arbustos nativos y cobertura del suelo.

3. El paisaje del jardín de lluvia es usado como un canal de aguas pluviales a través del sitio.

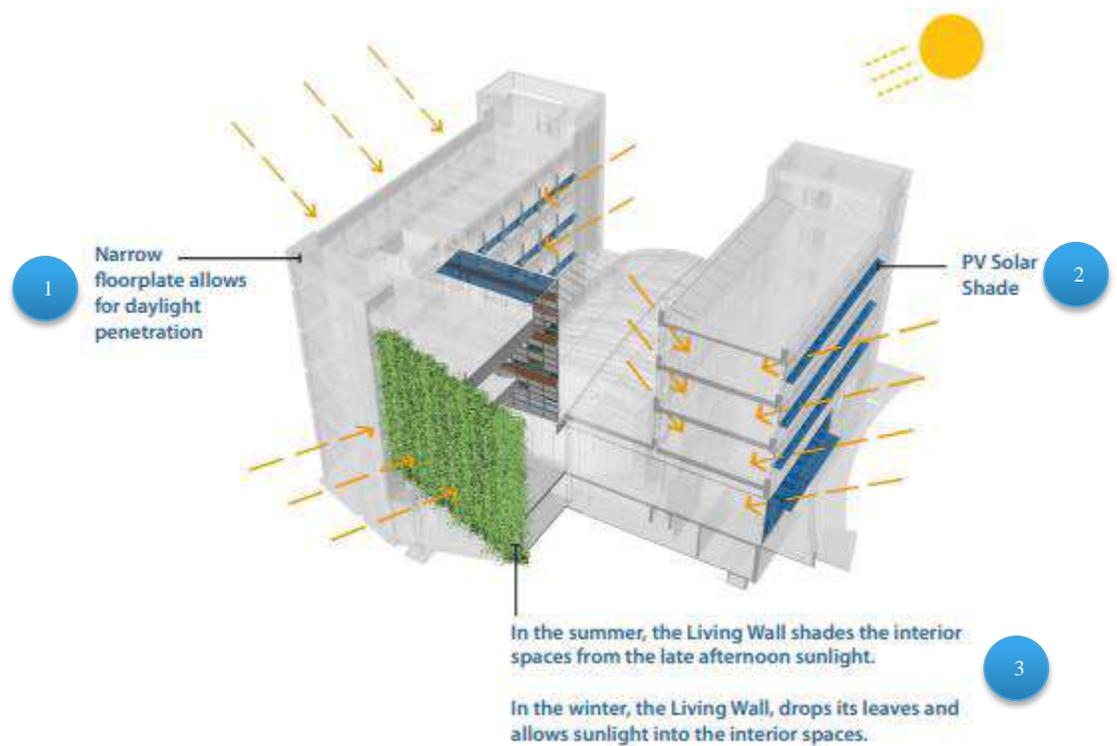


Figura 39. Diagrama de luz natural (UBC, s/f)

1. La placa de piso permite para la penetración de la luz del día.
2. Sombra solar fotovoltaica.
3. En verano, la pared verde da sombra al interior y luz en la tarde. En el invierno, el muro verde, deja caer sus hojas y permite la entrada de luz solar a los espacios interiores.

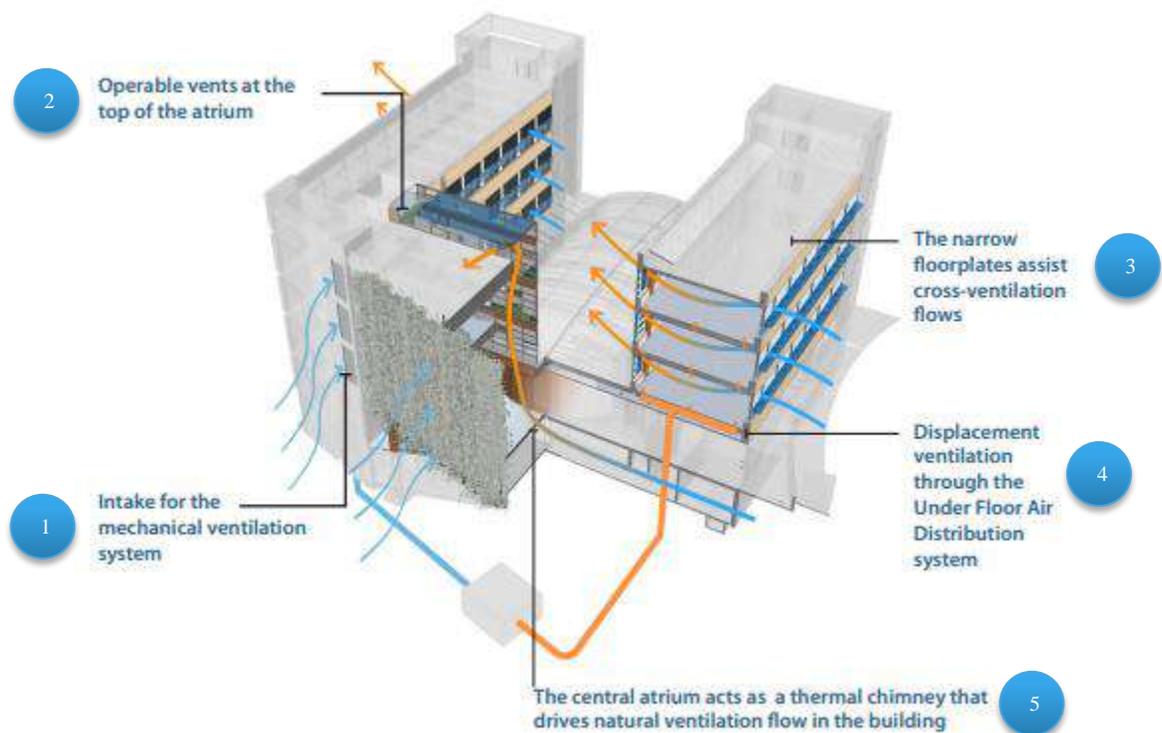


Figura 40. Diagrama ventilación (UBC, s/f)

1. Ingesta para el sistema de ventilación mecánica.
2. Ventilaciones operables en el parte superior del atrio.
3. Las placas de piso ayudan a que la ventilación cruzada fluya.
4. Desplazamiento de ventilación a través del sistema de distribución de aire bajo el suelo.
5. El atrio central actúa como chimenea térmica que impulsa el flujo de ventilación natural en el edificio.

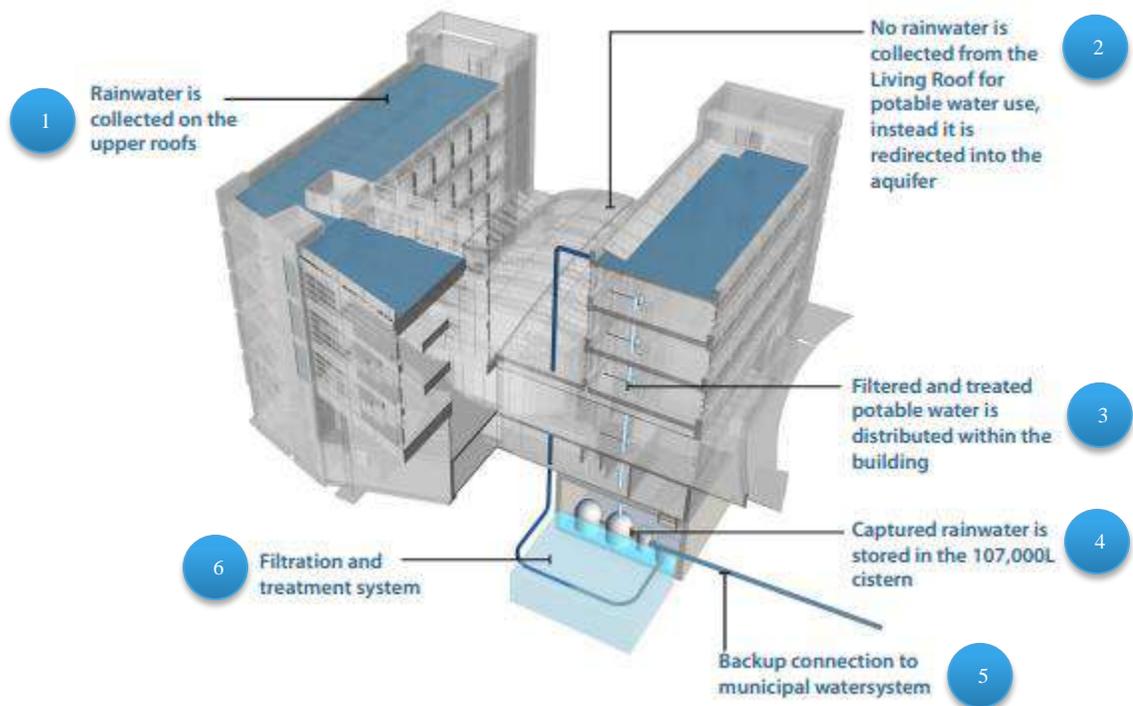


Figura 41. Diagrama ventilación (UBC, s/f)

1. El agua de lluvia se recolecta en los techos superiores.
2. No se recolecta agua de lluvia en el techo verde para agua potable, en cambio es redirigida al acuífero.
3. El agua potable filtrada y tratada, se distribuye dentro del edificio.
4. El agua de lluvia es almacenada en una cisterna de 107,000L.
5. Conexión de respaldo a sistema de agua municipal.
6. Filtración y sistema de tratamiento.

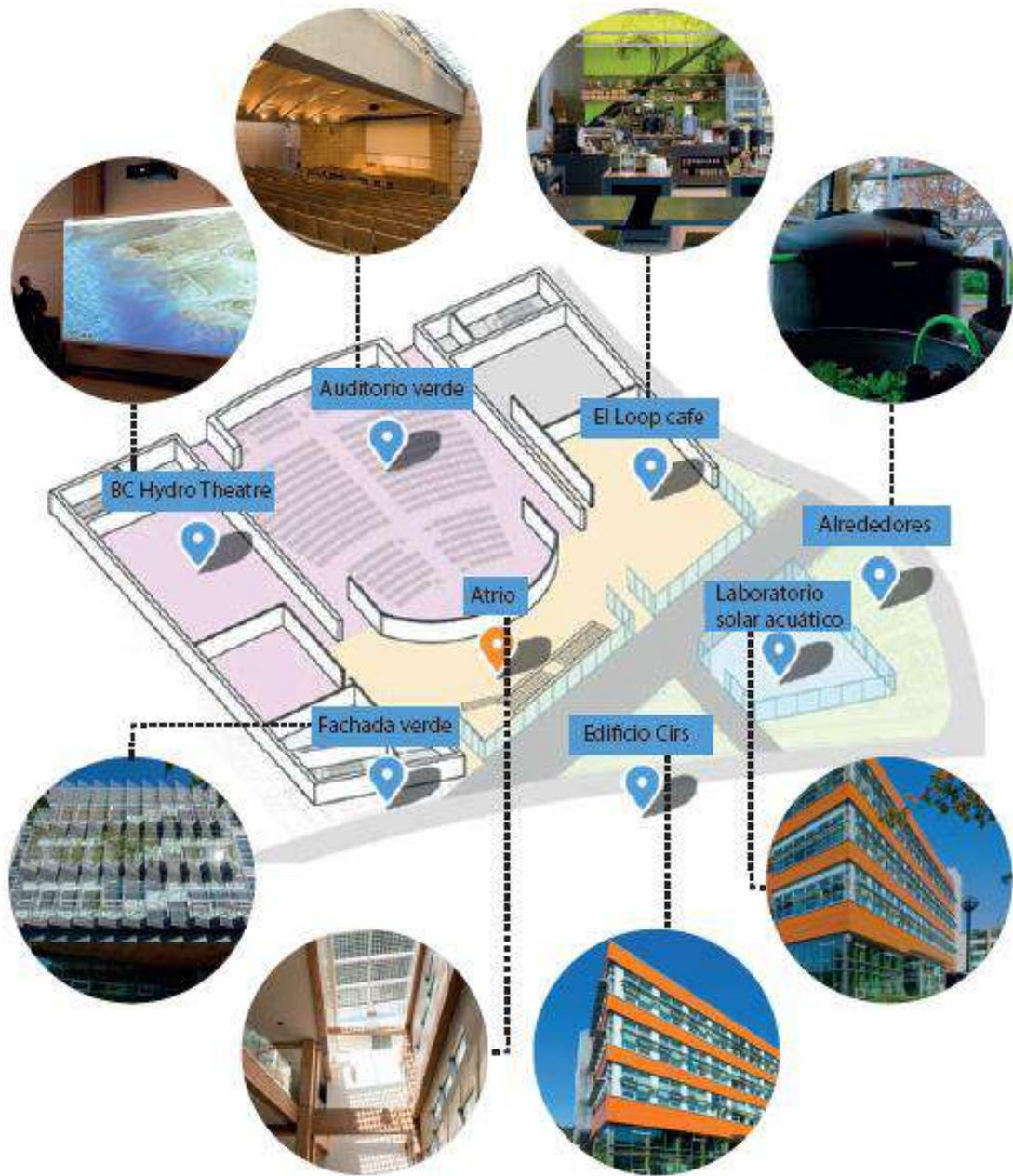


Figura 42. Espacios dentro del CIRS PB. Elaboración propia.

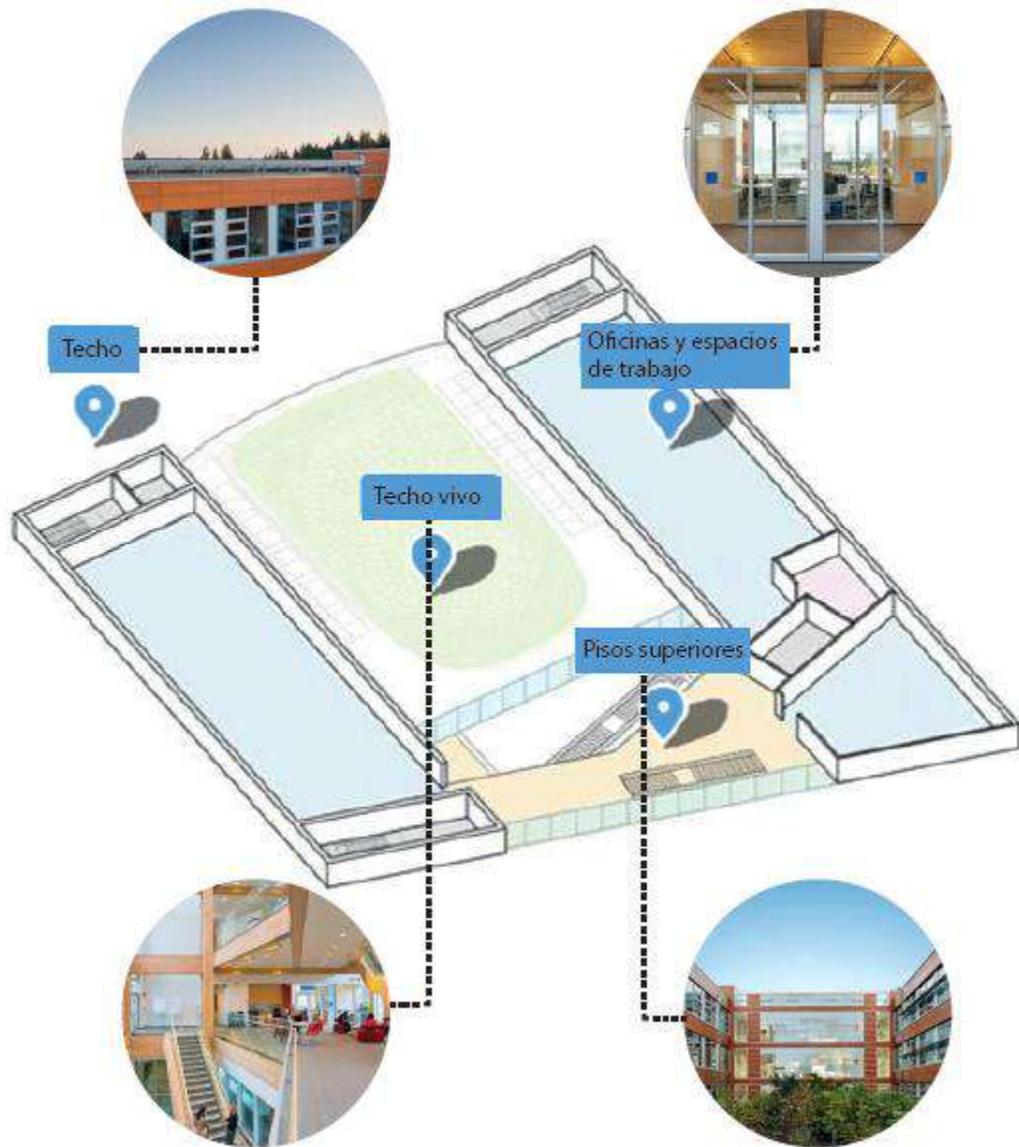
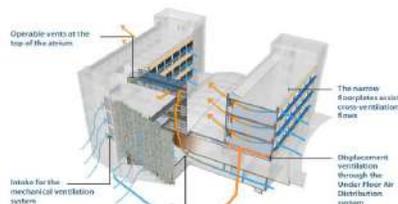


Figura 43. Espacios dentro del CIRS PA. Elaboración propia.

Tabla 51. Tabla descriptiva de educación e inspiración CIRS

Educación, inspiración y demostración



Copia del manual de operaciones y mantenimiento, folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto, sitio web educativo sobre el proyecto: Cuenta con un manual técnico y un sitio web (www.cirs.ubc.ca) para difundir más información, con lecciones actualizaciones aprendidas y datos de rendimiento reales del proyecto (Perkins, s/f).



(UBC, s/f)

Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: CIRS difunde práctica de diseño sostenible, conocimiento y experiencia ampliamente, el edificio fue diseñado para albergar y apoyar a un grupo diverso de investigadores, al tiempo que proporciona datos e infraestructura para respaldar proyectos de investigación colaborativa (Perkins, s/f).

El proceso de creación de CIRS ha cambiado la visión de la UBC para su campus y su papel como institución; los resultados de CIRS están ayudando a mover el mundo hacia un mejor futuro sostenible (Perkins, s/f).

4.6. RW Kern Center

Ubicación: Hampshire College, Amherst, Massachusetts, EE. UU.



Figura 44. RW Kern Center (Bruner/Cott architects, 2018).

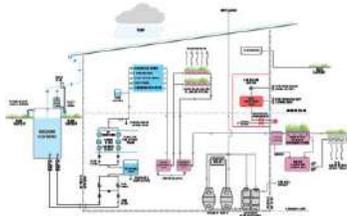
Ubicado en el campus de Hampshire College, el RW Kern Center es una instalación multipropósito destinada a incorporar el diseño sostenible con una visión futura: generar su propia energía, capturar y tratar su propia agua y procesar y reciclar su desperdicio, el edificio incluye aulas, oficinas, un café comunitario y una galería y sirve como un punto de entrada principal al campus, fue diseñado para involucrar a los estudiantes, proporcionar un espacio comunitario y mostrar el compromiso de Hampshire con la sostenibilidad (Bruner/Cott architects, 2018).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron de información proporcionada por el despacho Bruner/Cott architects (2018).

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 52. Tabla descriptiva de Características ambientales Kern Center

Características ambientales



(Bruner/Cott architects, 2018)

Agua: El Kern Center fue construido con un sistema de recolección de agua de lluvia, diseñado para abastecer el 100% de las demandas de agua (potable y no potable) para el proyecto; emplea un sistema de agua neto positivo, que captura, trata y elimina toda su agua en el sitio (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Aire, ventilación natural, vistas: El Kern Center está diseñado para aprovechar la ventilación natural cuando sea posible y la placa de piso estrecha permite una ventilación natural cruzada cuando las condiciones exteriores lo permiten, el edificio está orientado para enmarcar las vistas significativas del área circundante, además el diseño utiliza ventanas y aberturas más grandes para enmarcar y enfatizar una jerarquía de vistas (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Plantas, animales: El paisaje del lugar que rodea el Kern Center incluye especies nativas que emulan el ecosistema originario, la pradera conserva la vegetación nativo y crea una comunidad de plantas donde es fácil de mantener y apoyar una variedad de vida silvestre: mamíferos, mariposas, polinizadores y aves (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Integración de partes a totalidades: El Kern Center es el resultado de un proceso de diseño inclusivo integrador en el que la universidad y el equipo de diseño colaboraron para solidificar los objetivos, la misión y las estrategias del proyecto; Hampshire quería un edificio que encarnara y transmitiera valores, perteneciera a su contexto y fomentara la comunidad, la colaboración y la conversación además de fomentar la pasión por el aprendizaje que inspire a los estudiantes a contribuir al conocimiento, la justicia y el cambio positivo en el mundo (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Razones + escalas organizadas jerárquicamente: El Kern Center es la puerta de entrada a Hampshire College, un espacio común y de reunión pública para la interacción entre todos los miembros de la comunidad, su diseño devolvió a las personas y la naturaleza al centro del campus y creó un lugar centrado en peatones para estudiantes y visitantes (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Riqueza de información: Una serie de rompecabezas incorporados al edificio estimula la exploración, a primera vista, las letras talladas en los peldaños de las escaleras proporcionan un interés visual, pero un examen y una reflexión minuciosos arrojan un mensaje sobre la intención del edificio; estas capas de complejidad imitan la experiencia de la naturaleza: cuanto más tiempo permaneces en el edificio y más aprendes sobre él, más se revelan sus patrones y procesos (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Espacios delimitados, contrastes complementarios: Varios caminos se cruzan en el edificio y la transición del campus exterior al patio se ve facilitada por las vistas a través de la parte central acristalada que delimita los espacios (Bruner/Cott architects, 2018), el espacio construido y el natural forman un contraste complementario.



(Bruner/Cott architects, 2018)

Variabilidad sensorial: Al dar forma al entorno de Kern, el equipo buscó involucrar múltiples sentidos, donde los visitantes pueden ver la luz del sol que entra por las ventanas, pueden notar el olor a tierra de las plantas y suelo o sentir la madera del barandal mientras suben las escaleras, incluso el sentido del tiempo cuando los grandes ventanales enmarcan el paso de las estaciones y la luz del sol que se mueve sobre el suelo marca las horas (Bruner/Cott architects, 2018).

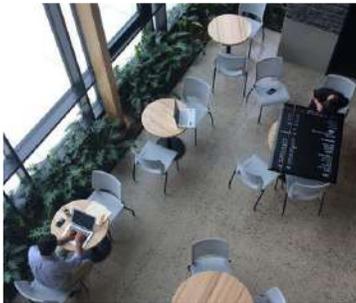
Tabla 55. Tabla descriptiva de Luz + espacio Kern Center

Luz + espacio



(Bruner/Cott architects, 2018)

Luz natural, luz como forma, luz + sombra: Las persianas venecianas exteriores están diseñadas para reducir la cantidad de calor solar que entra el edificio a través de las ventanas; estas cortinas están controladas por una estación que optimiza el ángulo del sol, las cortinas interiores instaladas en el muro cortina y en la parte inferior de las ventanas de la oficina permiten a los usuarios controlar la luz directa y crear un espacio equilibrado y bien iluminado (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Armonía espacial, luz cálida: Las ventanas altas permiten que el edificio esté completamente iluminado, lo que reduce la dependencia de luz artificial, las ventanas de triple acristalamiento aisladas ayudan a minimizar la pérdida de calor a través de la envolvente del edificio (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Amplitud, variabilidad espacial: El diseño del Kern Center es accesible, flexible y adaptable, además el paisaje invita a la gente a estar alrededor del edificio, no solo dentro de él (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Espacios interiores–exteriores, espacio como forma: En el centro del espacio común, las entradas opuestas de vidrio crean una conexión visual a través del edificio, los bordes de las áreas de asientos centrales colindan con jardineras de interior donde la pared acristalada se encuentra con el suelo; los pisos interiores y exteriores son de concreto, esta continuidad difumina la línea entre el interior y el exterior, mientras que el cambio de material implica una transición de la naturaleza a la cultura (Bruner/Cott architects, 2018).

Tabla 56. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Kern Center

Relaciones basadas en el lugar



(Bruner/Cott architects, 2018)

Orientación del paisaje, conexión geográfica del lugar: La orientación este-oeste para captar energía solar e iluminación y permite que el techo sobresaliente de profundidad y sombra (Bruner/Cott architects, 2018).

Características del paisaje que definen la forma del edificio: La fachada imita el paisaje natural (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Conexión ecológica del lugar, conexión cultural del lugar, integración de cultura + ecología: Uno de los principales objetivos del proyecto era que el Kern Center transmitiera los valores de Hampshire College y ayudara a contar la historia de una comunidad intelectual única, progresista y experimentada donde los visitantes y ocupantes comprendieran pudieran inspirarse para aplicar lo que han aprendido al entorno construido (Bruner/Cott architects, 2018).



(Bruner/Cott architects, 2018)

Materiales autóctonos: Los materiales para el Kern Center fueron elegidos para presentar materiales locales, la piedra y madera hacen referencia del paisaje rocoso de Massachusetts y vinculan el edificio a su entorno, los tableros de madera y la base del mostrador del café, están hechos de robles maduros talados en el sitio y molidos cerca, estos materiales ofrecen una conexión visual innata a la tierra y un sentido de lugar más significativo (Bruner/Cott architects, 2018).

Tabla 57. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza Kern Center

Relación evolución humana -naturaleza



(Bruner/Cott architects, 2018)

Exploración + descubrimiento, información + cognición: El diseño del Kern Center invita al descubrimiento, la estructura y los sistemas expuestos permiten a los visitantes ver los componentes principales del edificio y explorar el edificio para aprender más, las tuberías de agua, los conductos y los cables expuestos revelan el funcionamiento interno del edificio que a menudo se oculta en la construcción tradicional (Bruner/Cott architects, 2018).

ACCESO A LA NATURALEZA

Ubicado en el centro del campus rural de Hampshire, que a su vez se encuentra en el corazón de un bosque, el Kern Center fue diseñado para aprovechar la belleza natural de su sitio, los espacios cuentan con vistas que permiten a los ocupantes el acceso visual a los árboles y la pradera, en contraste, las dos paredes de cristal del sureste (figura 45) ofrecen un panorama del paisaje circundante, creando un espacio que se siente inspirador, especial e inmerso en su entorno, el Kern Center permite que los ocupantes se sientan asombrados, reconfortados y conectados con la naturaleza que los rodea (Bruner/Cott architects, 2018).

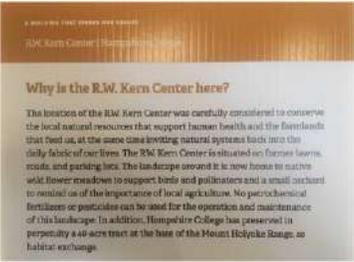


Figura 45. Fachada Kern Center (Bruner/Cott architects, 2018).

El paisaje invita a la gente a estar alrededor del edificio, no solo dentro de él, los estudiantes y profesores de Hampshire disfrutaban de estar al aire libre, los espacios en el paisaje alrededor del edificio son igualmente importantes para la construcción de la

comunidad y permitir que los futuros estudiantes experimenten el aire libre es una parte importante de la experiencia de Hampshire (Bruner/Cott architects, 2018).

Tabla 58. Tabla descriptiva de Educación e inspiración Kern Center

Educación, inspiración y demostración	
 <p>(Bruner/Cott architects, 2018)</p>	<p>Jornada anual de puertas abiertas al público: el proyecto cuenta con una Jornada anual de puertas abiertas al público.</p> <p>Sitio web educativo sobre el proyecto: el proyecto cuenta con un sitio web que explica su funcionamiento.</p> <p>Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto: El proyecto cuenta con letreros informativos.</p>
 <p>(Bruner/Cott architects, 2018)</p>	<p>Integrar las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: El edificio se ha integrado en los planes de estudio, incluidos cursos de ingeniería, biología y justicia social; el proyecto Kern demuestra el compromiso de Hampshire con la sostenibilidad ambiental, la acción liderada por la comunidad y el aprendizaje práctico (Bruner/Cott architects, 2018).</p>

Uno de los objetivos era que el Kern Center fuera un lugar de aprendizaje e interacción, para que todos sus usuarios pudieran comprender la función, los valores y el propósito del edificio y dejarse inspirar por sus lecciones, esto ayudó en la incorporación de sistemas constructivos en elementos públicos, por ejemplo, el sistema de aguas grises se diseñó para que la filtración y el procesamiento se llevaran a cabo en el sótano o en el exterior, pero el equipo eligió emplear jardineras de interior para que los usuarios pudieran participar en el proceso de filtración de agua y disfrutar de las plantas en el edificio todo el año, de esta manera, el equipo aprovechó una función para convertirla en una característica de belleza natural y descubrimiento (Bruner/Cott architects, 2018).

4.7. Universidad del Medio Ambiente (UMA)

Ubicación: Valle de Bravo, México



Figura 46. UMA (Zenteno, 2019).

La universidad se fundó para abordar los desafíos ambientales que se viven en América Latina y ofrece maestrías, talleres, diplomados y servicios de consultoría enfocados en la sustentabilidad y la regeneración socioambiental; el campus es completamente regenerativo debido a que produce cero aguas residuales, cultiva sus propios alimentos y está rodeado por un bosque comestible en crecimiento, además la universidad ha implementado características ecológicas que conservan los recursos naturales (Zenteno, 2019).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron de EDGE Buildings (2020), glocal (2014), Zenteno (2019) y Galiana (2019).

Tabla 59. Tabla descriptiva de Características ambientales UMA

Características ambientales	
 <p>(Zenteno, 2019)</p>	<p>Agua: La obtención de agua pluvial forma un ciclo cerrado de uso del agua donde ésta se toma y luego se devuelve al ambiente (glocal, 2014). En el edificio se utilizan inodoros de una sola descarga urinarios y grifos con uso eficiente del agua, un sistema de recolección de agua de lluvia, paisajismo con uso eficiente del agua y un sistema de tratamiento y reciclaje de aguas negras (EDGE Buildings, 2020).</p>
 <p>(Zenteno, 2019)</p>	<p>Aire, ventilación natural: La universidad cuenta con ventilación natural en las aulas, colectores solares de agua caliente que satisfacen la demanda de agua caliente y paneles solares, para reducir su uso de energía más de la mitad (Zenteno, 2019).</p> <p>Hábitats + ecosistemas: El proyecto crea un hábitat en el que el ser humano puedan convivir de manera armónica con la naturaleza (Zenteno, 2019).</p>
 <p>(Zenteno, 2019)</p>	<p>Plantas, animales: El tejado verde devuelve un área tomada para la construcción y aporta un aislamiento térmico. El edificio está dentro de un predio de 9 hectáreas que en su mayoría se dedican a la plantación de un bosque comestible resiliente (glocal, 2014), donde se recolectan y clasifican semillas, además conviven especies vegetales muy diversas, así como animales (Galiana, 2019).</p>
 <p>(glocal, 2014)</p>	<p>Materiales naturales, color: El sistema constructivo incorpora materiales naturales locales, los ladrillos de adobe se producen mediante presión con tierra y cal, son degradables y se unen sin necesidad de uso de morteros, los sobrantes se pulverizaron para hacer el revestimiento de los muros con una mezcla de arena, estiércol y paja (glocal, 2014).</p>
 <p>(Galiana, 2019)</p>	<p>Geología + Paisaje, vistas: El proyecto se adapta a la geología del paisaje, cuenta con vistas hacia un lago y el bosque.</p> <p>Fachadas verdes: Las columnas y el techo tienen vegetación. Las cubiertas verdes proporcionan un aislamiento térmico eficiente que, sumado a la protección de los huecos con los voladizos de las cubiertas y a la ventilación natural cruzada, permite prescindir del uso de sistemas artificiales de climatización (Galiana, 2019).</p>

Tabla 60. Tabla descriptiva de Formas naturales UMA

Formas naturales	
 <p>(Zenteno, 2019)</p>	<p>Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos: El diseño se basa en formas que resisten líneas rectas.</p>
 <p>(Galiana, 2019)</p>	<p>Biomimetismo, biomorfia: Los materiales seleccionados para el proyecto reflejan la belleza del proyecto y están destinados a fomentar una conexión profunda entre los visitantes y la naturaleza.</p> <p>Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.</p>

Tabla 61. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos UMA

Patrones naturales + procesos	
 <p>(Galiana, 2019)</p>	<p>Espacios de transición, espacios delimitados: La Universidad tiene espacios delimitados con muros o con la vegetación. Los espacios de transición se dan mediante el contraste del interior con el exterior, algo semejante ocurre entre el espacio construido y la naturaleza.</p>
 <p>(Galiana, 2019)</p>	<p>Punto focal central, crecimiento + florecimiento: El edificio genera una arquitectura en función del ser humano y no sólo incorpora criterios de diseño bioclimático y antropometría para el aprendizaje sino también optimiza las condiciones del entorno de acuerdo con la misión de la sustentabilidad y la regeneración. En síntesis, se trató de hacer un edificio integrado a la naturaleza y a la comunidad, viendo a la arquitectura como un sistema integral y complejo más allá de la solución formal (glocal, 2014).</p>



(Galiana, 2019)

Riqueza de información, la edad, el cambio y la pátina del tiempo: Su propuesta incluye encontrar especies productivas en la comunidad “para crear una red en sucesión que cuente la historia de la regeneración del sitio a través del tiempo, amplificando los ritmos, las dinámicas y relaciones saludables que se manifiestan en la naturaleza y las personas que habitan la comunidad” (Zenteno, 2019).



(Galiana, 2019)

Integración de partes a totalidades: La construcción del plantel de la UMA parte de procesos innovadores de co-diseño, es decir, que los proyectos se hacen basados en un diseño colectivo o en conjunto entre los diferentes integrantes de la comunidad y la universidad, de manera interdisciplinaria, participativa y enriquecedora. En el co-diseño de la universidad participaron biólogos, campesinos, abogados, antropólogos, arquitectos, vecinos, administradores (Zenteno, 2019).

Tabla 62. Tabla descriptiva de Luz + espacio UMA

Luz + espacio



(Galiana, 2019)

Luz natural, luz como forma: La UMA permite la entrada de luz natural mediante las ventanas y puertas.



(Galiana, 2019)

Armonía espacial, luz cálida: Además de la iluminación natural, también se utiliza iluminación LED generada en su totalidad por paneles fotovoltaicos (glocal, 2014).

Luz + sombra: Los pergolados protegen del sol y al mismo tiempo se puede apreciar el contraste entre la luz y la sombra.



(Galiana, 2019)

Espacios interiores–exteriores, espacio como forma, amplitud, variabilidad espacial: Los espacios interiores se relacionan con los espacios exteriores a través de patios y terrazas.

Tabla 63. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar UMA

Relaciones basadas en el lugar



(Galiana, 2019)

Conexión geográfica del lugar, orientación del paisaje, características del paisaje que definen la forma del edificio: El edificio surge dentro de un predio de 9 hectáreas que en su mayoría se dedican a la plantación de un bosque comestible resiliente, que pretende ser un modelo replicable para la comunidad aledaña (glocal, 2014).

El edificio solo ocupa una pequeña parte del terreno, el cual se destina en su mayoría a la plantación de un bosque comestible y un vivero (Galiana, 2019).



(Galiana, 2019)

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar: La Universidad del Medio Ambiente, ubicada en una pequeña comunidad, en Valle de Bravo, Estado de México, “fue la primera Universidad en América Latina en apostar por la arquitectura regenerativa, basada en la construcción sostenible, integrada en la naturaleza y la comunidad, como propuesta educativa del siglo XXI para contribuir a solucionar la crisis socioambiental” (Galiana, 2019).



(Galiana, 2019)

Conexión ecológica del lugar, integración de cultura + ecología: El edificio ocupa una pequeña parte de la extensión del terreno, el cual se destina en su gran mayoría a la plantación de un bosque comestible y un vivero, donde se recolectan y clasifican semillas, donde conviven especies vegetales muy diversas, así como animales, todo un modelo replicable para la comunidad (Galiana, 2019).



(Galiana, 2019)

Materiales autóctonos: El sistema constructivo incorpora materiales naturales locales y de bajo impacto ecológico, tanto en su obtención y fabricación como en el ciclo de vida (glocal, 2014).



(Galiana, 2019)

Evitando la falta de lugar, espíritu de lugar: En el proyecto existe una interesante combinación de tecnologías tanto avanzadas como tradicionales, para el manejo de agua, energía, alimentos y desechos. El sitio honra y fomenta la presencia y convivio de elementos más allá de los humanos como el sol, el agua, la tierra, el viento y la biodiversidad. Se pretende que la UMA sea un lugar inspirador que permita imaginar un futuro regenerativo y diverso (Zenteno, 2019).

Tabla 64. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza UMA

Relación evolución humana -naturaleza



(Galiana, 2019)

Exploración + descubrimiento, afecto + apego, asombro, curiosidad + tentación: El diseño de la universidad consiste en un bosque comestible, espacios de aprendizaje y la regeneración de servicios ambientales. El proceso genera lugares que invitan a los visitantes al descubrimiento y el aprendizaje, algunos de estos lugares fomentan la observación y la reflexión, otros deleitan con olores, colores y sabores, simultáneamente otros invitan al juego y la interacción con otras especies, otros están diseñados como experiencias y/o instrumentos de medición que amplifican las experiencias (Zenteno, 2019).

ACCESO A LA NATURALEZA

El complejo comprende 2 edificaciones, un plantel principal (figura 47) y otro de servicios, que constan en total de 8 aulas, un laboratorio, una biblioteca, una cafetería y una casa de huéspedes. Además, cuenta con espacios de relación social al aire libre, como el patio central del edificio principal (figura 48) o la terraza exterior del bloque de servicios (Galiana, 2019).



Figura 47. Plantel UMA (Galiana, 2019).



Figura 48. Patio central UMA (Galiana, 2019).

Teniendo en cuenta que la naturaleza juega un papel importante en el proyecto, la universidad cumple con todos los parámetros a evaluar en el apartado de acceso a la naturaleza los cuales son: conexión directa entre la naturaleza y los habitantes, paisajismo interior, paisajismo exterior y proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el

exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio.

Tabla 65. Tabla descriptiva de educación e inspiración UMA

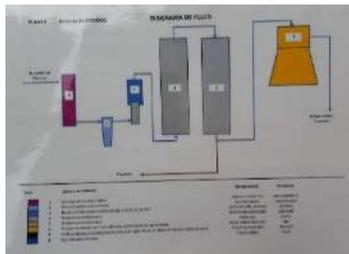
Educación e inspiración y demostración



(Zenteno, 2019)

Jornada anual de puertas abiertas al público: Algunos días al año hacen una jornada de “casa abierta” para que asistan las personas interesadas en cursar alguna de las carreras que ofrece la UMA.

Sitio web educativo sobre el proyecto: La UMA cuenta con un sitio web con información acerca de la universidad.



(Cortesía Dr. Cobreros)

Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto: Dentro de la UMA hay letreros que explican a los visitantes el funcionamiento de las ecotecnias aplicadas en el proyecto.



(Galiana, 2019)

Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: Nuestra intención es construir un plantel que muestre cómo una intervención arquitectónica se convierte en un vehículo de regeneración para su comunidad y su cuenca. (Zenteno, 2019).

El enfoque pedagógico de la universidad consiste en la generación de un aprendizaje perdurable basado en el análisis del contexto y las necesidades particulares de los proyectos y temas de estudio. Acorde con su enfoque, “la enseñanza se basa en proyectos prácticos para la resolución de problemas así como en la construcción de una comunidad de diálogo, impulsando el pensamiento creativo y crítico y la sensibilización basada en principios filosóficos de empatía y solidaridad” (glocal, 2014).

Así mismo los planes de estudio para todos los programas que se ofrecen se basan una visión sistémica donde todos los contenidos están interconectados, ya que cuentan con

retroalimentación de todas las áreas dentro de un proceso de co-diseño. Por otra parte el propósito de la formación de los alumnos es generar en cada uno un agente de cambio (glocal, 2014).

La UMA es una iniciativa “pionera en Latinoamérica que pretende formar profesionales en un tema que cada vez se hace más necesario: la conservación y regeneración del medio” (glocal, 2014). Actualmente, la universidad cuenta con una licenciatura, siete maestrías, cinco especialidades y seis cursos (Zenteno, 2019).

4.8. El Humedal

Ubicación: Valle de Bravo, México

“El Humedal es un proyecto dedicado al estudio del medio ambiente. Este proyecto pretende replantear la relación del ser humano con su entorno natural de manera que sea recíproca en todos aspectos” (ArchDaily, 2018).



Figura 49. El humedal (ArchDaily, 2018).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron de El Humedal (2019) y ArchDaily (2018) además se visitó el proyecto.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 66. Tabla descriptiva de Características ambientales El humedal

Características ambientales



(El Humedal, 2019)

Agua: El humedal es parte de una comunidad responsable con el uso y tratamiento de agua en Valle de Bravo, el humedal trata de compartir y sensibilizar de una manera práctica y visual a través de recorridos. Su experiencia les ha permitido visualizar, desde una pequeña escala un problema que existe en todo el país y en el mundo, su trabajo los ha vinculado con otras instituciones, abriendo las puertas a nuevos proyectos que podrían implementarse en otros lugares, considerando que el modelo que usan puede ser replicable en otros espacios (El Humedal, 2019).



(ArchDaily, 2018)

Aire, ventilación natural, vistas: El proyecto cuenta con un sistema de ventilación natural, también cuenta con vistas que dan hacia la vegetación natural del lugar.



(ArchDaily, 2018)

Plantas, animales: El proyecto cuenta con distintos tipos de plantas dentro del humedal que ayudan a purificar el agua, además cuenta con un huerto y árboles frutales, tienen áreas donde cultivan vegetación especial para que puedan consumir los insectos.



(ArchDaily, 2018)

Materiales naturales, color: Todos los materiales son de origen natural y fueron escogidos por sus propiedades térmicas y plásticas, todos los materiales están tratados con productos que no dañan al medio ambiente ni al ser humano (ArchDaily, 2018).



(El Humedal, 2019)

Geología + Paisaje, hábitats + ecosistemas: El paisaje produce un microclima de aire limpio donde el edificio y la naturaleza están conectados, al mismo tiempo permite la creación de ecosistemas para algunos animales como los insectos.

Tabla 67. Tabla descriptiva de Formas naturales El humedal

Formas naturales



(ArchDaily, 2018)

Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos, formas de huevo, ovaladas y tubulares: El diseño se basa en formas que resisten líneas rectas.



(ArchDaily, 2018)

Biomimetismo, biomorfia: Las formas y materiales seleccionados para el proyecto reflejan la belleza de la naturaleza y fomentan una conexión profunda entre los visitantes y la naturaleza.

Tabla 68. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos El humedal

Patrones naturales + procesos



(Fotografía propia)

Punto focal central, crecimiento + florecimiento: El proyecto fue diseñado bajo los principios de "no-waste" y "net-zero", de manera que el centro aprovecha y genera el 100% de los recursos que utiliza y al utilizarlos, lo hace en un ciclo cerrado (ArchDaily, 2018).



(Fotografía propia)

Variabilidad sensorial, contrastes complementarios, la edad, el cambio y la pátina del tiempo: El proyecto permite experimentar una variedad sensorial gracias a la vegetación natural, al mismo tiempo el edificio y la naturaleza se complementan como un todo, tomando en cuenta el cambio.



(Fotografía propia)

Espacios delimitados: Los espacios están delimitados por la arquitectura del proyecto, pero también por la naturaleza.

Riqueza de información: En el centro de investigación se documentan, analizan y procesan productos provenientes del bosque y huerto con el objetivo de dar a conocer todos los productos para consumo humano provenientes de estas fuentes de recursos (ArchDaily, 2018).



(ArchDaily, 2018)

Integración de partes a totalidades: Todo lo que hacen en el humedal desafía el modelo de pensamiento que ha generado los problemas ambientales que se enfrentan actualmente, lo hacen demostrando que es posible intervenir en los procesos ecológicos del ecosistema para maximizar la salud y la biodiversidad, la intervención del ser humano en estos procesos le permite reconectarse con la naturaleza y como resultado puede replantear su relación con el entorno (El Humedal, 2019).

Tabla 69. Tabla descriptiva de Luz + espacio El humedal

Luz + espacio



(ArchDaily, 2018)

Luz natural, luz como forma: El espacio está diseñado para aprovechar la luz natural en los espacios, además la luz natural se utiliza en los distintos tipos de vegetación que se encuentran en el lugar.



(ArchDaily, 2018)

Armonía espacial, luz cálida: La luz cálida que entra en los espacios permite la armonía espacial.

Luz + sombra: La forma del edificio y su orientación permiten la entrada de la luz y la creación de sombras.



(ArchDaily, 2018)

Espacios interiores–exteriores, espacio como forma, espacios de transición: Los espacios interiores y exteriores están relacionados mediante espacios de transición como pasillos y caminos dentro de la naturaleza.

Amplitud: La amplitud de los espacios se logra mediante la altura.

Tabla 70. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar El humedal

Relaciones basadas en el lugar



(Fotografía propia)

Características del paisaje que definen la forma del edificio, orientación del paisaje: Cuando se diseñó el proyecto se tomó en cuenta la orientación del pasaje tanto para la construcción como para el de tipo de vegetación que se plantó en el lugar (el bosque, el huerto y las cactáceas).



(Fotografía propia)

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar: Antes en este lugar había unas canchas de tenis de arcilla, con el tiempo el Humedal tomo su propia forma e identidad, quienes participan en el proyecto han sido testigos de su proceso y al mismo tiempo, de que los ecosistemas apuestan por la vida si las condiciones son propicias, se puede decir que el lugar pudo regenerarse (El Humedal, 2019).



(Fotografía propia)

Conexión ecológica del lugar, espíritu de lugar: El propósito del proyecto es demostrar que la naturaleza puede regenerarse y que un proyecto puede ser sostenible aplicando algunas estrategias, la vegetación es nativa del lugar.



(ArchDaily, 2018)

Materiales autóctonos: El diseño arquitectónico está basado en la arquitectura de la región, todos los materiales son de origen natural y fueron escogidos por sus propiedades térmicas y plásticas (ArchDaily, 2018).

Tabla 71. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza El humedal

Relación evolución humana -naturaleza



(Fotografía propia)

Información + cognición: El proyecto puede visitarse, en la visita explican el funcionamiento y propósito del proyecto.

ACCESO A LA NATURALEZA

En las plantas se puede apreciar como la naturaleza se relaciona con la arquitectura, la planta baja (figura 50) contiene los siguientes espacios:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| 1.Cuarto de máquinas | 7.Puente |
| 2.Bodega de almacenamiento | 8.Humedal |
| 3.Baños | 9.Huerto |
| 4.Árboles frutales | 10.Composta |
| 5.Semillero | 11.Invernadero |
| 6.Bodega de herramientas | |



Figura 50. Planta baja, el humedal (ArchDaily, 2018).

La planta alta (figura 51) contiene los siguientes espacios:

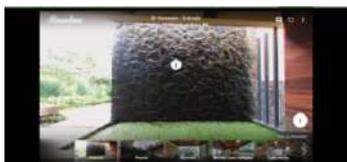
- 12.Oficina
- 13.Comedor
- 14.Terraza
- 15.Piscina natural
- 16.Laboratorio



Figura 51. Planta baja, el humedal (ArchDaily, 2018).

Tabla 72. Tabla descriptiva de educación e inspiración El humedal

Educación e inspiración



(El Humedal, 2019)

Sitio web educativo sobre el proyecto: El proyecto tiene un sitio web con un tour virtual y apartados que explican lo que se realiza dentro del proyecto.

A pesar de ser un proyecto sostenible que podría funcionar como un ejemplo de proyecto educador, no es accesible a cualquier persona ya que pide un pago elevado para ser visitado y no acepta a cualquier persona (solo acepta estudiantes y profesionistas), esto impide que el proyecto pueda tener un mayor impacto social y ayudar a su contexto inmediato. Un punto clave para que un proyecto pueda ser educador es que el proyecto sea accesible para cualquier persona sin importar su estatus social u ocupación. Este proyecto tiene potencial para ser un catalizador de cambio, sin embargo para poder serlo debería compartir su funcionamiento (estrategias) y lo que produce (agua y alimentos) con la comunidad de Valle de Bravo.

4.9. Programa Viva

Ubicación: Valle de Bravo



Figura 52. Programa viva (Fotografía propia)

Viva es un centro demostrativo de tecnologías donde sus visitantes pueden experimentar y aprender sobre el uso de 16 ecotecnias y diferentes tipos de construcción

sustentable como: sistema de cosecha del agua pluvial, paneles solares, calentador solar, bici generadores, bombas manuales de agua, construcción con tierra, construcción con madera; el proyecto está dentro de un terreno de 22 hectáreas de bosque en Mesa Rica, Valle de Bravo (*Programa Viva*, 2021).

La información y así como las imágenes que se utilizaron para el siguiente análisis se obtuvieron de Programa Viva (2021) y de una visita al sitio.

ELEMENTOS DEL DISEÑO BIOFÍLICO

Tabla 73. Tabla descriptiva de Características ambientales Programa Viva

Características ambientales	
	<p>Agua: Es un recurso importante en el proyecto, el agua se recolecta de la lluvia, se purifica y se utiliza, además el tienen sistemas para reciclar y reutilizar el agua en los baños.</p> <p>Plantas, animales: El proyecto se encuentra dentro de un bosque por lo que está rodeado de flora y fauna.</p>
	<p>Aire, ventilación natural, vistas: Todos los espacios cuentan con ventilación natural y tienen vistas hacia la naturaleza.</p> <p>Materiales naturales, color: Todos los materiales utilizados en el proyecto son naturales y se reciclan, algunos materiales son madera, piedra, bloque de tierra compactada para dar color a los materiales usan barro y pigmentos naturales.</p>
	<p>Fuego: Dentro del lugar hay espacios para acampar y prender fogatas.</p> <p>Geología + Paisaje, hábitats + ecosistemas: El proyecto se adapta y respeta la geología y el paisaje y propicia los hábitats y ecosistemas.</p>

Tabla 74. Tabla descriptiva de Formas naturales Programa VivA

Formas naturales



(Fotografía propia)

Biomimetismo, biomorfia: Las formas y materiales seleccionados para el proyecto reflejan la belleza del proyecto y fomentan una conexión profunda entre los visitantes y la naturaleza.

Geomorfología: El proyecto respeta la geomorfología del lugar y se adapta a ella.



(Fotografía propia)

Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos: El diseño se basa en formas que resisten líneas rectas, los techos son inclinados para la recolección de agua.

Árboles como soportes, simulación de características naturales: Algunos espacios utilizan los árboles como soportes, los barandales de las terrazas están hechos de ramas de árboles.

Tabla 75. Tabla descriptiva de Patrones naturales + procesos Programa VivA

Patrones naturales + procesos



(Fotografía propia)

Punto focal central, crecimiento + florecimiento: En el programa Viva fomentan el uso de sistemas constructivos de bajo impacto ambiental, las técnicas de auto construcción y el aprovechamiento de agua y energía a través de la implementación de tecnología limpia, privilegiando los recursos renovables y la relación armónica de la vivienda en su entorno social y natural (*Programa VivA*, 2021).



(Fotografía propia)

Espacios de transición: Los espacios de transición se dan entre el espacio construido y la naturaleza

Totalidades estampadas: Los materiales y el diseño cambian en cada una de las cabañas.

Integración de partes a totalidades: El proyecto y la naturaleza están integradas y funcionan como un todo.



(Fotografía propia)

Riqueza de información, variabilidad sensorial, la edad, el cambio y la pátina del tiempo: El centro demostrativo permite experimentar varias sensaciones al mismo tiempo que educa a sus visitantes mediante el contacto con la naturaleza y las ecotecnias.

Tabla 76. Tabla descriptiva de Luz + espacio Programa Viva

Luz + espacio



(Fotografía propia)

Luz natural, luz como forma, luz + sombra: El diseño de los espacios permite la entrada de luz natural mediante ventanales.

Amplitud, variabilidad espacial: Los espacios comunes son amplios y permiten la variabilidad espacial.



(Fotografía propia)

Armonía espacial, luz cálida: La luz cálida fomenta la armonía espacial.

Espacios interiores–exteriores, espacio como forma: Los espacios interiores-exteriores se relacionan de manera armoniosa.

Tabla 77. Tabla descriptiva de Relaciones basadas en el lugar Programa Viva

Relaciones basadas en el lugar



(Fotografía propia)

Orientación del paisaje, conexión geográfica del lugar, características del paisaje que definen la forma del edificio:

El proyecto se realizó tomando en cuenta la orientación del paisaje para optimizar el uso de las ecotecnias.



(Fotografía propia)

Conexión histórica del lugar, conexión cultural del lugar, conexión ecológica del lugar, integración de cultura + ecología:

Programa Viva se creó en 2009, con la creencia en la regeneración del entorno, a partir del equilibrio entre el ser humano y la naturaleza, para transitar a modelos de vida sostenibles, por esto fomentan el uso de sistemas constructivos de bajo impacto ambiental privilegiando los recursos renovables y la relación armónica de la vivienda en su entorno social y natural por eso crearon un centro demostrativo en donde se puede experimentar el funcionamiento de 16 ecotecnias y diferentes sistemas constructivos (*Programa Viva*, 2021).



(Fotografía propia)

Materiales autóctonos: Los materiales utilizados son materiales de la región.

Evitando la falta de lugar, espíritu de lugar: El proyecto realza el espíritu del lugar y fomenta el cuidado del medio ambiente y el interés en el contacto con la naturaleza.

Tabla 78. Tabla descriptiva de Relación evolución humana-naturaleza

Relación evolución humana -naturaleza



(Fotografía propia)

Perspectiva + refugio, seguridad + protección: Las cabañas que están en el centro demostrativo brindan un refugio dentro de la naturaleza.

Exploración + descubrimiento, curiosidad + tentación, afecto + apego, asombro: El centro demostrativo fomenta la exploración y el descubrimiento, junto con el parque todo el proyecto impulsa la curiosidad, el apego y el asombro

ACCESO A LA NATURALEZA

Al entrar al centro demostrativo se encuentran los baños secos (figura 53) estos baños sirven para crear composta, después se encuentra una vivienda (figura 54) que sirve como ejemplo para enseñar el funcionamiento de algunas ecotecnias como: la captación de agua pluvial y el sistema manual para la subida de agua al tinaco, el tratamiento de aguas residuales, chimenea de extracción de aire en la cocina, calentador solar (figura 55), chimenea solar (figura 56).



Figura 53. Baños secos (Fotografía propia)



Figura 54. Vivienda (Fotografía propia)



Figura 55. Calentador solar (Fotografía propia)



Figura 56. Chimenea solar (Fotografía propia)

Otros espacios del centro, son la cocina-comedor (figura 57) y el salón de usos múltiples (figura 58). Las cabañas (figuras 59 y 60) aparte de brindar protección y un espacio para pasar la noche enseñan sobre el ahorro del agua y distintos sistemas constructivos.



Figura 57. Cocina-comedor (Fotografía propia)



Figura 58. Salón usos múltiples (Fotografía propia)



Figura 59. Exterior cabaña (Fotografía propia)



Figura 60. Interior cabaña (Fotografía propia)

El proyecto cuenta con un huerto (figura 61) y un bosque de árboles frutales (figura 62) también hay un área para acampar (figura 63) y hacer fogatas (figura 64).



Figura 61. Huerto (Fotografía propia)



Figura 62. Bosque (Fotografía propia)



Figura 63. Área para acampar (Fotografía propia)



Figura 64. Área para fogatas (Fotografía propia)

El proyecto cumple con todos los parámetros a evaluar en el apartado de acceso a la naturaleza los cuales son, conexión directa entre la naturaleza y los habitantes, paisajismo interior, paisajismo exterior y proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio.

Tabla 79. Tabla descriptiva de educación e inspiración

Educación, inspiración y demostración	
 <p>(Fotografía propia)</p>	<p>Jornada anual de puertas abiertas al público: El proyecto puede visitarse en cualquier época del año.</p> <p>Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto, sitio web educativo sobre el proyecto: Dentro del centro demostrativo hay letreros que enseñan sobre el funcionamiento de las ecotecnias aplicadas, también tienen un sitio web que explica todo lo que hace el programa Viva.</p>
 <p>(Fotografía propia)</p>	<p>Integración de las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela: El proyecto no es una escuela, sin embargo integran las instalaciones sostenibles con la misión demostrativa del proyecto.</p>

En Programa Viva, creen en la regeneración del entorno, a partir del equilibrio entre el ser humano y la naturaleza, para transitar a modelos de vida sostenible, por este motivo

fomentan el uso de sistemas constructivos de bajo impacto ambiental privilegiando los recursos renovables y la relación armónica de la vivienda en su entorno social y natural (*Programa VivA*, 2021) y cuenta con los siguientes programas:

Centro cultural comunitario: funciona como punto de encuentro de la comunidad, en donde niñas, niños y jóvenes aprenden nuevas habilidades y realizan talleres que fomentan el cuidado del medio ambiente.

Tu Casa Viva: es un proyecto colaborativo con las comunidades que impulsan el mejoramiento de vivienda y construcción de viviendas ambientales en donde se integran ecotecnias y sistemas de construcción de bajo impacto ambiental.

Experiencias Viva: aquí se puede compartir con los visitantes la experiencia de un modelo de vida sostenible a través de 16 ecotecnias y diferentes sistemas constructivos de bajo impacto ambiental.

Diseño, asesoría y talleres: en este apartado investigan, analizan y comparten sus conocimientos y experiencia en construcción de viviendas ambientales, en donde integran ecotecnias y sistemas de construcción de bajo impacto ambiental.

VivArium: es un vivero que tiene como objetivo regenerar la genética de los bosques para promover su conservación.

4.10. Resultados de la evaluación comparativa

RESULTADOS DISEÑO BIOFÍLICO

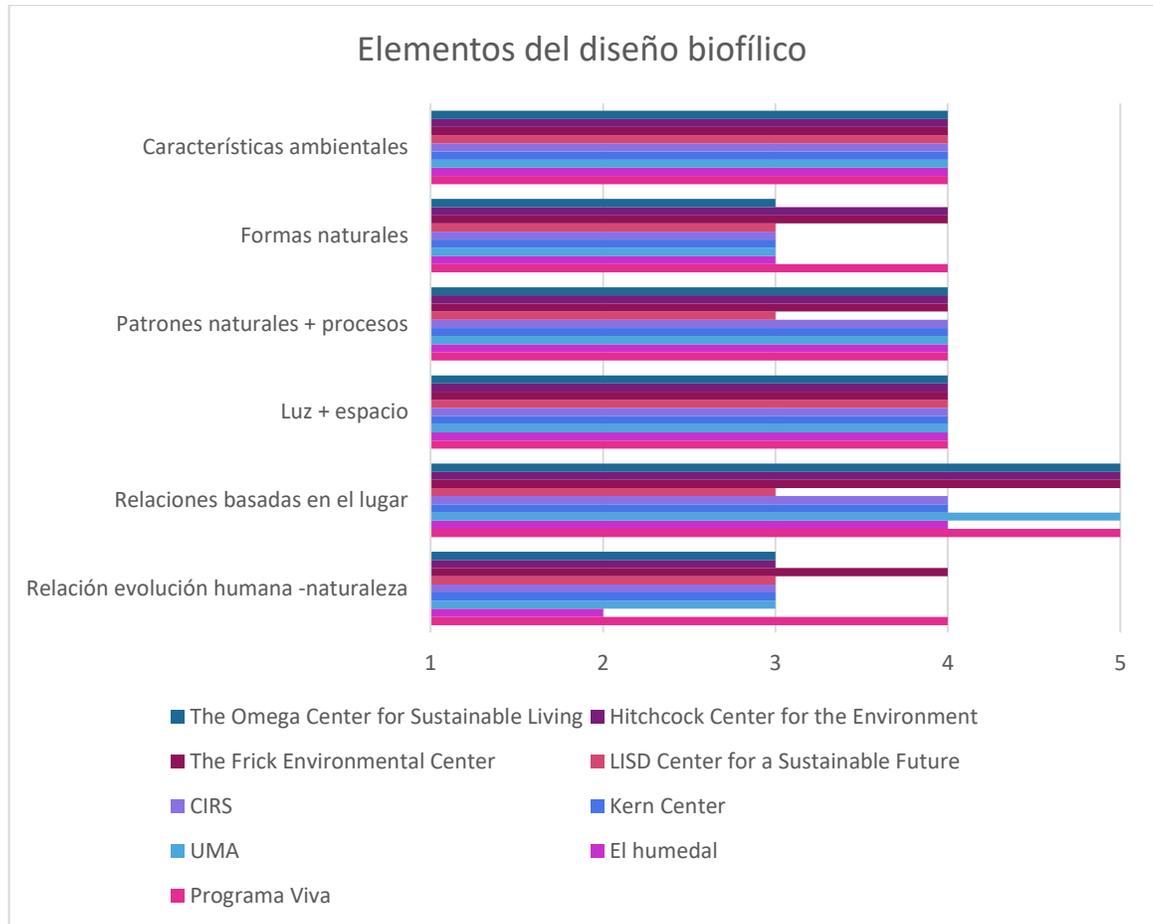


Figura 65. Elementos del diseño biofílico (elaboración propia).

En la siguiente tabla se muestran los elementos presentes y ausentes del diseño biofílico de los proyectos analizados:

Tabla 80. Tabla de elementos del diseño biofílico

	Elementos presentes	Elementos ausentes
Características ambientales	Color, agua, ventilación natural, materiales naturales, plantas, vistas, fachadas verdes, geología + paisaje, hábitats + ecosistemas	Fuego

Formas naturales	Biomimetismo, formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos , motivos animales, árboles como soportes, simulación de características naturales	Arcos, bóvedas, cúpulas, formas de huevo, ovaladas y tubulares, cascarón + espiral, geomorfología
Patrones naturales + procesos	Variabilidad sensorial, riqueza de información , la edad, el cambio y la pátina del tiempo, punto focal central, integración de partes a totalidades , contrastes complementarios, equilibrio dinámico + tensión	Series vinculadas + cadenas, fractales
Luz + espacio	Luz natural, luz cálida, variabilidad espacial, amplitud, armonía espacial , luz + sombra, luz filtrada + difusa, espacio interior-exterior, luz reflejada	Piscinas de luz
Relaciones basadas en el lugar	Conexión geográfica al lugar, conexión ecológica al lugar, conexión cultural al lugar, materiales autóctonos, orientación del paisaje, integración de cultura + ecología , evita la falta de lugar, espíritu del lugar	
Relación evolución humana-naturaleza	Orden + complejidad, curiosidad + tentación, información + cognición, exploración + descubrimiento , afecto + apego, prospecto + refugio	Dominio + control, miedo, reverencia + espiritualidad

Resultados de la evaluación de los elementos del diseño biofílico (figura 66) (tabla 80):

Características ambientales: todos los proyectos tuvieron más de la mitad de los parámetros, a la mayoría les faltó uno o dos parámetros (fuego o fachadas verdes), los elementos más utilizados fueron: color, agua, ventilación natural, materiales naturales, plantas y vistas.

Formas naturales: dentro de los parámetros que no estuvieron presentes en los proyectos se encuentran cascarón + espiral, formas de huevo, ovaladas y tubulares y arcos, bóvedas, cúpulas y los más utilizados fueron biomimetismo y formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos.

Patrones naturales + procesos: dentro de los parámetros que no estuvieron presentes en los proyectos se encuentran series vinculadas + cadenas y fractales, los más utilizados fueron variabilidad sensorial, riqueza de información e integración de partes a totalidades.

Luz + espacio: el parámetro que no tuvo ningún proyecto fue piscinas de luz, los más utilizados fueron luz natural, luz cálida, variabilidad espacial, amplitud y armonía espacial.

Relaciones basadas en el lugar: los elementos más utilizados fueron conexión geográfica al lugar, conexión ecológica al lugar, conexión cultural al lugar, materiales autóctonos, orientación del paisaje e integración de cultura + ecología.

Relación evolución humana – naturaleza: los elementos más utilizados fueron orden + complejidad, curiosidad + tentación, información + cognición, exploración + descubrimiento y los elementos ausentes fueron dominio + control, miedo, reverencia + espiritualidad.

RESULTADOS ACCESO A LA NATURALEZA

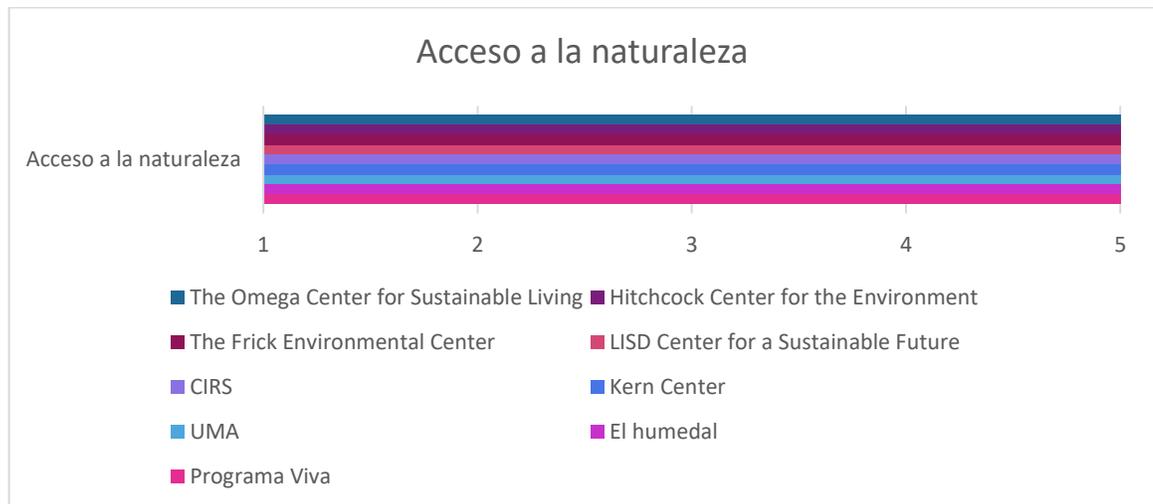


Figura 66. Acceso a la naturaleza (elaboración propia).

Resultados de la evaluación del acceso a la naturaleza (figura 66) (tabla 81):

Todos los proyectos cumplen con todos los parámetros de acceso a la naturaleza, los más utilizados fueron: conexión directa entre la naturaleza y los habitantes, paisajismo interior, paisajismo exterior y proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el

exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio.

Tabla 81. Tabla de elementos del acceso a la naturaleza

Elementos presentes	
Acceso a la naturaleza	Frecuencia de las interacciones con la naturaleza en el interior
	Frecuencia de las interacciones con la naturaleza en el exterior
Conexión directa entre la naturaleza y los habitantes	
Paisajismo interior, paisajismo exterior	
Beneficios para la salud, beneficios de la luz del día, el aire fresco y el acceso a la naturaleza	
Proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio	

RESULTADOS EDUCACIÓN E INSPIRACIÓN

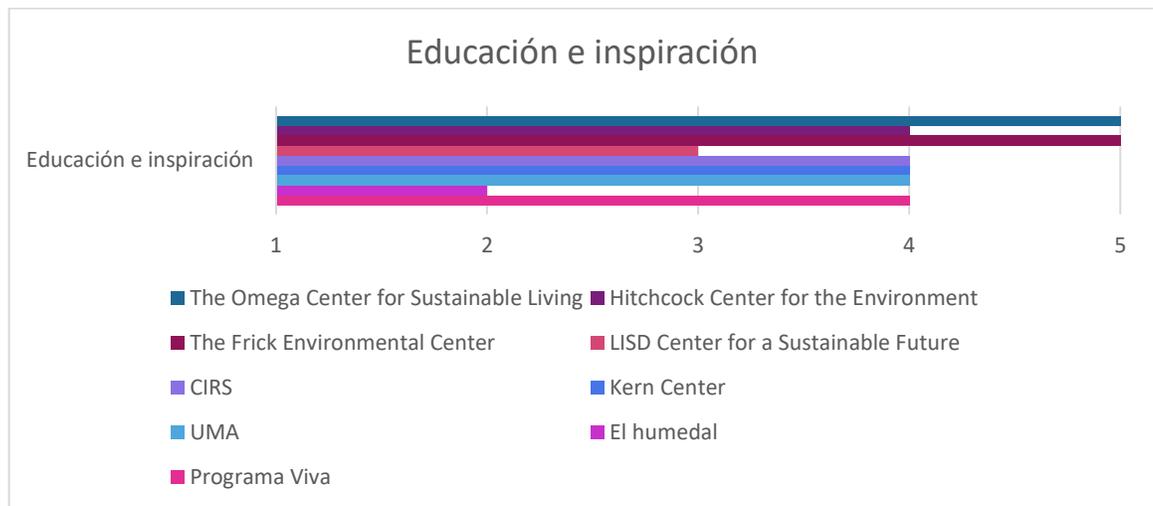


Figura 67. Educación e inspiración (elaboración propia).

Resultados de la evaluación de educación e inspiración (figura 67) (tabla 82):

Los elementos más utilizados fueron: letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto y la integración de las características sostenibles de

la instalación con la misión del proyecto y los ausentes copia del Manual de Operaciones y Mantenimiento y folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto.

Tabla 82. Tabla de elementos de educación e inspiración

	Elementos presentes	Elementos ausentes
Educación e inspiración	<p>Jornada anual de puertas abiertas al público</p> <p>Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto.</p> <p>Sitio web educativo sobre el proyecto.</p> <p>Integrar las características sostenibles de la instalación con la misión del proyecto.</p>	<p>Copia del Manual de Operaciones y Mantenimiento.</p> <p>Folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto.</p>

Retomando la tabla 3 de parámetros a evaluar del diseño biofílico, ninguno de los proyectos utiliza, miedo, dominio o control, por lo que estos elementos podrían quitarse de la lista (color rojo), además hay algunos parámetros que se repiten pero podrían combinarse (color morado) como la conexión ecológica al lugar y la conexión cultural al lugar con integración de cultura + ecología, así como aire y ventilación natural.

Tabla 3. Parámetros a evaluar del diseño biofílico

Elementos del diseño biofílico		
Características ambientales	Formas naturales	Patrones naturales + procesos
<ul style="list-style-type: none"> • Color • Agua • Aire • Ventilación natural • Plantas • Animales • Materiales naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivos botánicos • Árboles como soportes • Motivos animales • Cascarón + espiral • Formas de huevo, ovaladas y tubulares 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad sensorial • Riqueza de información • La edad, el cambio y la pátina del tiempo • Crecimiento + florecimiento • Punto focal central • Totalidades estampadas • Espacios delimitados

- Vistas
- Fachadas verdes
- Geología + Paisaje
- Hábitats + ecosistemas
- Fuego
- Arcos, bóvedas, cúpulas
- Formas que resisten líneas rectas + ángulos rectos
- Geomorfología
- Simulación de características naturales
- Biomorfia*
- Biomimetismo*
- Series vinculadas + cadenas
- Contrastes complementarios
- Equilibrio dinámico + tensión
- Fractales
- Razones + escalas organizadas jerárquicamente

Luz + espacio	Relaciones basadas en el lugar	Relación evolución humana - naturaleza
<ul style="list-style-type: none"> • Luz natural • Luz filtrada + difusa • Luz + sombra • Luz reflejada • Piscinas de luz • Luz cálida • Luz como forma + forma • Amplitud • Variabilidad espacial • Espacio como forma + forma • Armonía espacial • Espacio interiores-exteriores 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión geográfica al lugar • Conexión ecológica al lugar • Conexión cultural al lugar • Materiales autóctonos • Orientación del paisaje • Características del paisaje que definen la forma del edificio • Integración de cultura + ecología • Espíritu de lugar • Evitando la falta de lugar 	<ul style="list-style-type: none"> • Prospecto + refugio • Orden + complejidad • Curiosidad + tentación • Seguridad + protección • Dominio + control • Afecto + apego • Exploración + descubrimiento • Información + cognición • Miedo + asombro • Reverencia + espiritualidad

- Los parámetros en color rojo podrían eliminarse
- Los parámetros en color morado podrían combinarse

En cuanto a la tabla 5 de parámetros a evaluar de educación e inspiración, los parámetros que tienen más impacto en la función del edificio como educador son: un folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto y letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto, sin embargo es necesario añadir más parámetros que refuercen la educación por medio de la demostración.

Tabla 5. Parámetros a evaluar de educación e inspiración

Educación e inspiración
<ul style="list-style-type: none">• Jornada anual de puertas abiertas al público.• Copia del Manual de Operaciones y Mantenimiento• Folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto.• Letreros interpretativos que enseñen a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto.• Sitio web educativo sobre el proyecto.• Integrar las características sostenibles de la instalación con la misión del proyecto.• El edificio debe funcionar como un elemento que eduque mediante la demostración, una forma es mediante la visibilización de las ecotecnias.• El proyecto debe tener espacios destinados para talleres donde se enseñen el funcionamiento y aplicación de ecotecnias.• El proyecto debe ser inclusivo.
<hr/> <ul style="list-style-type: none">• Los parámetros en color rojo podrían omitirse• Los parámetros en color rosa podrían añadirse

4.11. Conclusiones del análisis de casos

La mayoría de los casos analizados tienen similitudes en cuanto a la manera en que abordan el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza, la educación e inspiración y la demostración, algunas son las siguientes:

- La naturaleza es una parte muy importante dentro de los proyectos, la mayoría de los espacios están conectados con la naturaleza ya sea mediante jardines que conectan el interior con el exterior o mediante vegetación interior o ventanas que dan hacia un paisaje natural.
- Tienen talleres que involucran el contacto con la naturaleza, en estos talleres hacen actividades relacionadas con el cuidado a la naturaleza, como el cultivo y cuidado de los jardines, algunos tienen huertos donde dan cursos.
- Las aulas tanto interiores como exteriores forman parte del programa arquitectónico.
- El edificio funciona como un elemento que educa mediante la demostración, por ejemplo las instalaciones de sistemas como los de recolección de agua, purificación del agua, tratamiento del agua son visibles para los usuarios, además hay señalética que explica el funcionamiento de los sistemas.

Cabe mencionar los proyectos son organizaciones sin fines de lucro y algunos piden un pequeño donativo para poder ayudar a mantener los proyectos, sin embargo uno de los proyectos visitados pide un pago más elevado y no acepta a cualquier persona, esto impide que el proyecto pueda tener un mayor impacto social y ayudar a su contexto inmediato. Un punto clave para que un proyecto pueda ser educador es que el proyecto sea accesible para cualquier persona sin importar su estatus social u ocupación.

Retomando la pregunta principal de esta investigación ¿Qué principios y estrategias debe implementar un proyecto arquitectónico para ser educador y generar conciencia y sensibilidad ambiental en los usuarios? con el análisis casos y la revisión bibliográfica se trataron de establecer (en el capítulo 5) principios y estrategias generales que ayudan a que los proyectos puedan funcionar como educadores catalizadores de un cambio en la generación de conciencia y sensibilidad ambiental en los usuarios.

Capítulo 5 Establecimiento de principios y estrategias para diseñar proyectos regenerativos educadores

5.1. Principios que pueden aplicarse en el diseño de proyectos regenerativos educadores

El objetivo de esta tesis fue definir los principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental, estos principios y estrategias están enfocadas en los aspectos que se abordaron en esta investigación: diseño regenerativo, diseño biofílico, acceso a la naturaleza, educación e inspiración por medio de la demostración y se obtuvieron como resultado del análisis de casos y de la revisión bibliográfica. Los principios se muestran a continuación (figura 68):

- 1.Hay un compromiso repetido y sostenido con la naturaleza.
- 2.Toma a la naturaleza como modelo.
- 3.Retoma la reconexión con la naturaleza.
- 4.Conserva y regenera el medio ambiente.
- 5.Se enfoca en las adaptaciones al mundo natural desde la evolución del humano que promocionan salud y bienestar.
- 6.Alienta y motiva un vínculo emocional con el lugar.
- 7.Respeta el lugar y la cultura.
- 8.Utiliza elementos de diseño biofílico.
- 9.Promueve una interacción positiva entre la gente y la naturaleza y motiva un sentido de vínculo y responsabilidad entre humanos y naturaleza como una sola comunidad.
- 10.Promueve y refuerza soluciones arquitectónicas interconectadas e integradas basadas en el diseño holístico y el pensamiento sistémico.
- 11.Los edificios funcionan como recursos educativos demostrativos.

Figura 68. Principios que pueden aplicarse en el diseño de proyectos regenerativos educadores.

Después del establecimiento de principios, se definieron 50 estrategias, las cuales se dividen en: estrategias basadas en el diseño regenerativo, estrategias basadas en el diseño biofílico y el acceso a la naturaleza y estrategias basadas en la educación, inspiración y demostración (figura 69).

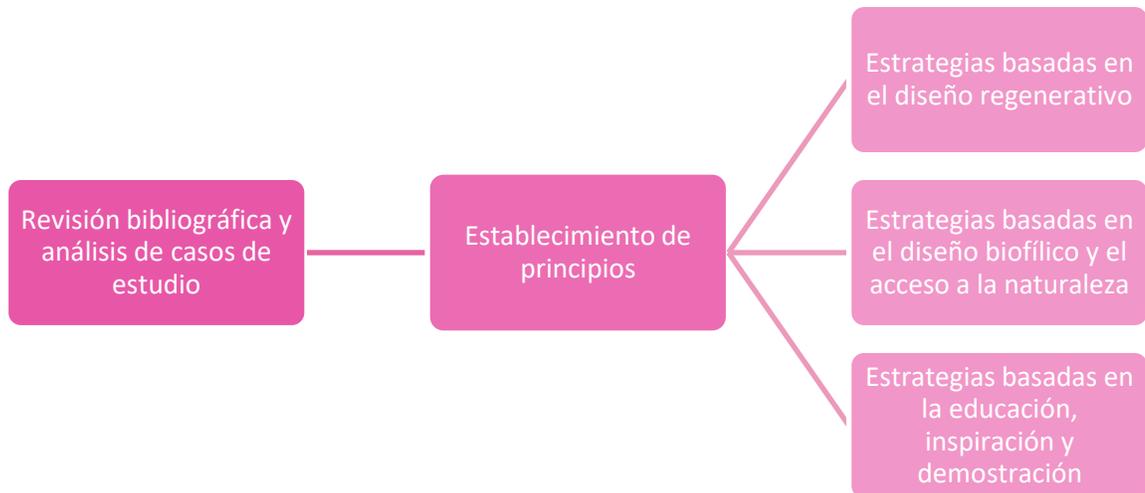


Figura 69. Establecimiento de principios y estrategias que pueden aplicarse en el diseño de proyectos regenerativos educadores.

A continuación se muestra un índice con las estrategias, simultáneamente se encuentran las estrategias con una breve descripción.

Índice de estrategias

5.2. Estrategias basadas en el diseño regenerativo.....	167
01.Elección de un sitio destacado	167
02.Documentación de las condiciones del lugar	167
03.Búsqueda de sinergias	167
04.Integración del proyecto con el contexto	167
05.Integración de todas las partes interesadas en el proceso de diseño	167
06.Diseño del proyecto de forma integral	167
07.Fomento de las relaciones basadas en el lugar	167
08.Aplicación de soluciones multifuncionales.....	167
09.Preservación y mejora del lugar donde estará el proyecto	167
10. Uso de soluciones locales.....	168
11.Generación de conexión persona-naturaleza.....	168
12.Interacción interior-exterior	168
13.Integración de los patrones naturales con los procesos de diseño.....	168
14.Fomento de movilidad no motorizada.....	168
15.Diseño de espacios accesibles	168
16.Inclusión de elementos naturales.....	168
5.3. Estrategias basadas en el diseño biofílico y el acceso a la naturaleza	169
5.3.1.Estrategias para el diseño del paisaje y elección del sitio	169
17.Diseño de caminos y espacios de transición	169
18.Diseño de paisajes naturales.....	169
19.Aumento de la vegetación en el proyecto	169
20.Uso de plantas nativas y especializadas	169
21.Pensar en la adaptación a la variación.....	169
22.Facilitación de un hábitat para vida silvestre	169
23.Uso de soluciones pequeñas y naturales	169
5.3.2.Estrategias para el diseño de los edificios	170
24.Resolver los diseños de interiores con estrategias de ventilación.....	170

25. Uso de ventanas operables y ventilación mejorada.....	170
26. Equilibrio entre la privacidad acústica y la ventilación	170
27. Diseño de los espacios con estrategias de iluminación	170
28. Introducción de luz natural	170
29. Diseño de la estructura en conjunto con la iluminación natural	170
30. Uso de luz diurna y la variabilidad de la iluminación.....	170
31. Pensar en la adaptabilidad de iluminación y sombreado.....	171
32. Consideración de los impactos y las alternativas para las opciones de sombreado.....	171
33. Generación de vistas al exterior	171
34. Diseño de los espacios con patrones inspirados en la naturaleza.....	171
35. Uso de materiales naturales en la construcción.....	171
36. Uso de colores naturales.....	171
37. Uso de soluciones pasivas	171
5.4. Estrategias basadas en la educación, inspiración y demostración.....	172
38. Fomento de la diversidad	172
39. Rescate e inclusión de la cultura	172
40. Uso de la recolección de agua para la demostración y educación	172
41. Facilitación de la interacción de los habitantes con los sistemas del edificio	172
42. Fomento de la participación de la comunidad.....	172
43. Integración de las características sostenibles y regenerativas del edificio con la misión del proyecto.....	172
44. Colocación de letreros que enseñen sobre del proyecto.....	173
45. Creación de comunidad.....	173
46. Diseño de espacios flexibles	173
47. Creación de talleres	173
48. Aplicación de estrategias en edificios públicos.....	173
49. Creación de guías educativas.....	173
50. Creación de sitio WEB	173

5.2. Estrategias basadas en el diseño regenerativo

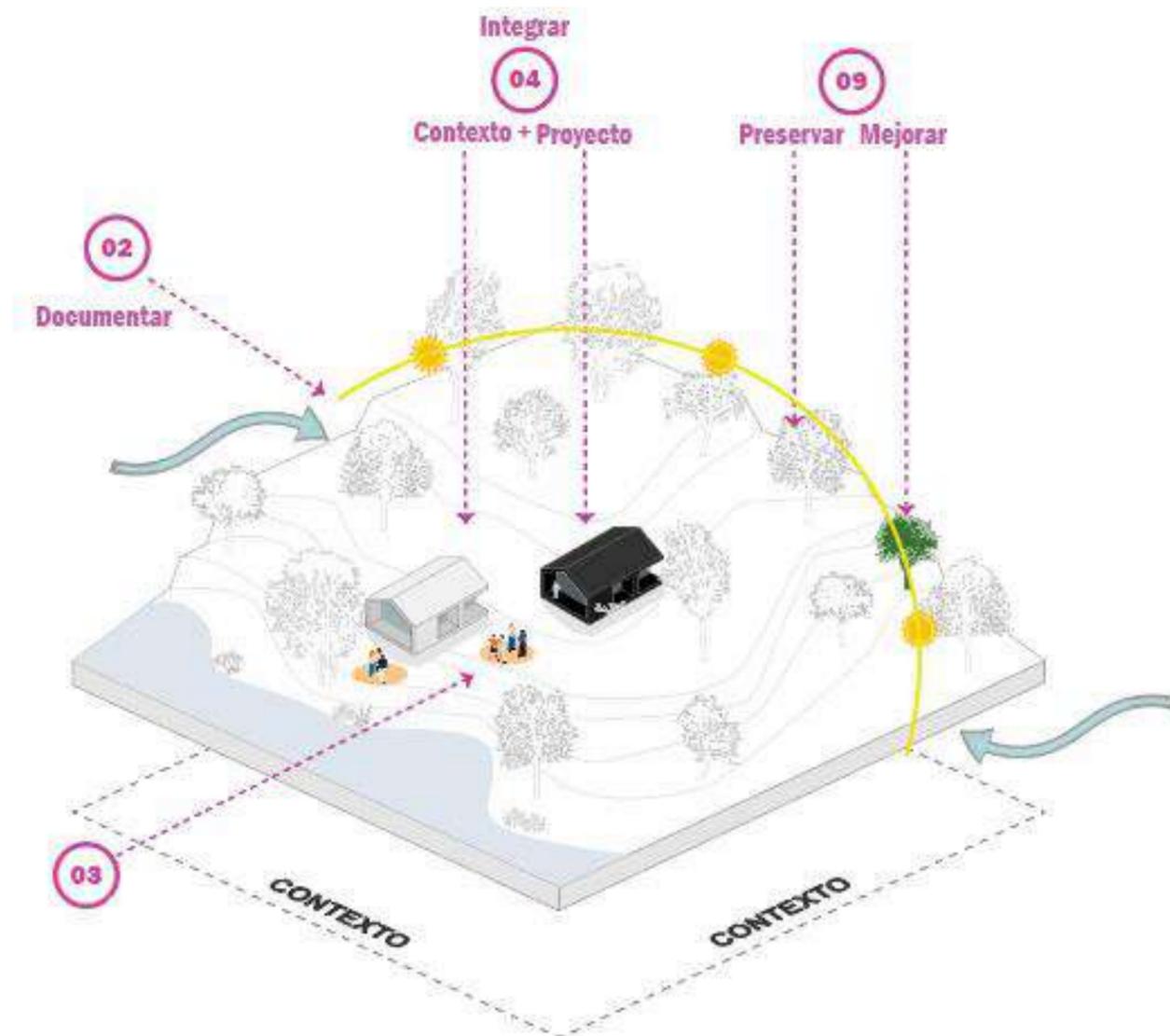


Figura 70. Estrategias 01-09. Elaboración propia.

01. Elección de un sitio destacado: Los proyectos que aspiran a ser catalizadores del cambio deben situarse en ubicaciones destacadas para maximizar la exposición del proyecto y sus logros a la población cercana (UBC, s/f).

02. Documentación de las condiciones del lugar: Los proyectistas deben de documentar las condiciones del lugar antes del inicio de los trabajos, se debe de diseñar tomando en cuenta el paisaje para que emule la funcionalidad del proyecto con su entorno (International Living Future Institute, 2019).

03. Búsqueda de sinergias: Buscar colaboraciones con programas, funciones y servicios cercanos (UBC, s/f).

04. Integración del proyecto con el contexto: Se debe pensar más allá de los límites del sitio (contexto) y combinar los requisitos de programación arquitectónica para intensificar la función del proyecto (UBC, s/f).

05. Integración de todas las partes interesadas en el proceso de diseño: El proceso de diseño debe ser parte de un proceso de co-creación donde todas las partes interesadas deben estar involucradas en las diferentes etapas del proyecto.

06. Diseño del proyecto de forma integral: Para diseñar un proyecto regenerativo se debe pensar en que todas las partes que componen el proyecto (edificios, paisaje, contexto, cultura, usuarios) son parte de un sistema donde todas las partes deben formar parte de un todo y deben funcionar en conjunto.

07. Aplicación de soluciones multifuncionales: Se deben buscar oportunidades para utilizar una solución de diseño para abordar múltiples problemas y para crear sistemas de construcción multifuncionales (UBC, s/f).

08. Fomento de las relaciones basadas en el lugar: el proyecto debe tener una conexión histórica con el lugar, así como una conexión cultural y ecológica con el lugar, para motivar los vínculos emocionales del lugar con la comunidad y los usuarios que visiten el proyecto.

09. Preservación y mejora del lugar donde estará el proyecto: Limitar las intervenciones en el terreno para preservar lo existente y orientar la intervención para el beneficio del lugar (International Living Future Institute, 2019).

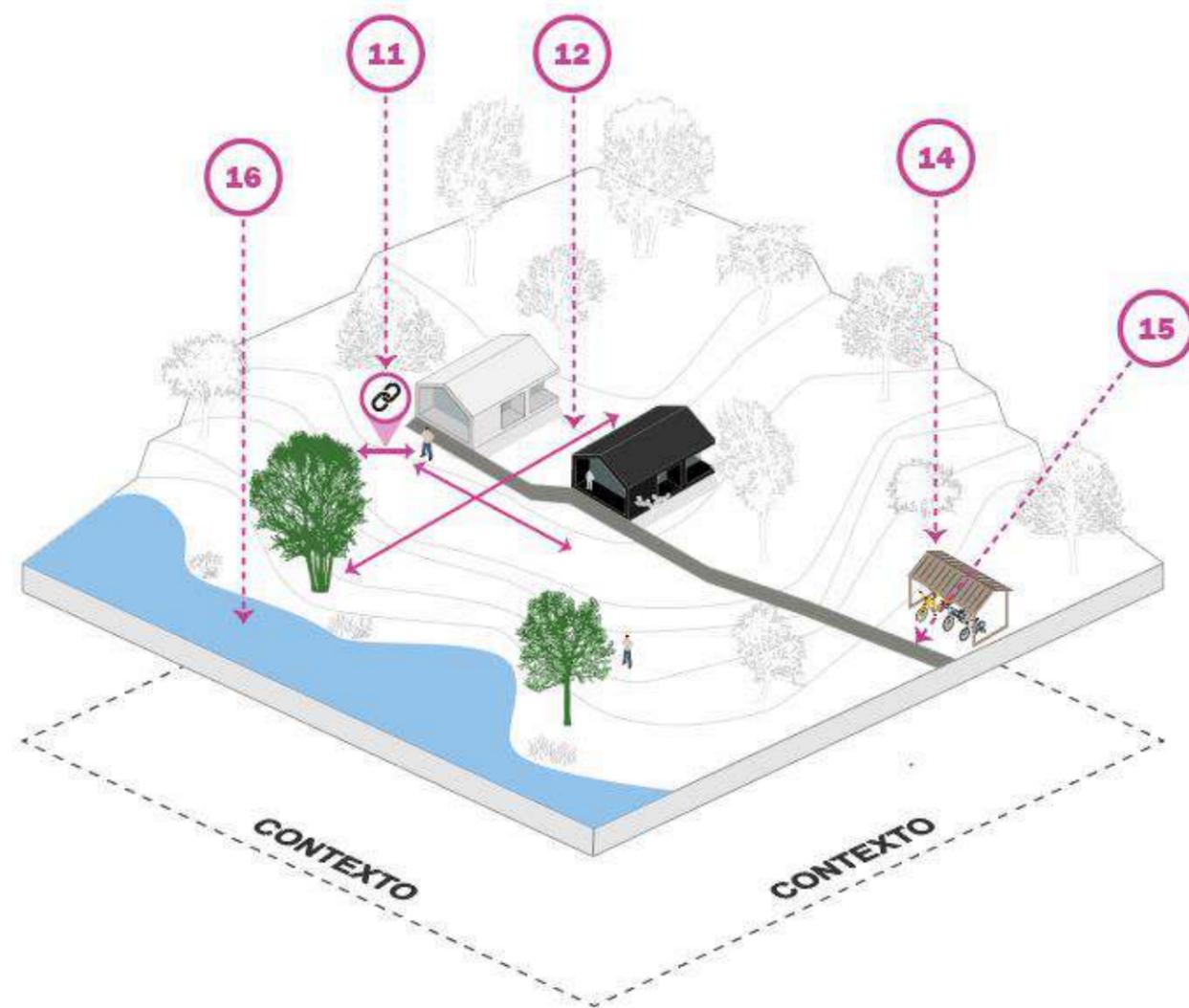


Figura 71. Estrategias 10-16. Elaboración propia.

los proyectos deben proteger el acceso para las personas con discapacidades físicas (International Living Future Institute, 2019).

16. Inclusión de elementos naturales: Se pueden utilizar elementos como el agua, vegetación nativa y materiales naturales para resaltar la belleza natural del paisaje. Se debe evaluar cómo se transformará el proyecto al incorporar elementos naturales del ambiente que formarán parte del espacio, elementos como la luz, formas de la naturaleza, entre otros (International Living Future Institute, 2019).

10. Uso de soluciones locales: se deben usar las soluciones locales como los sistemas constructivos utilizados en el lugar, los materiales utilizados deben ser de la región.

11. Generación de conexión persona-naturaleza: El proyecto debe generar la conexión entre las personas y la naturaleza mediante la disposición de los espacios, se debe contar también con vistas hacia el exterior y zonas despejadas donde se pueda apreciar el sol y la vegetación; buscando la conexión entre las personas y su entorno natural, haciéndolos sentir identificados con la zona y como una parte integral del entorno natural (International Living Future Institute, 2019).

12. Interacción interior-exterior: Se deben propiciar interacciones frecuentes entre la naturaleza y los ocupantes del proyecto, tanto en el interior como el exterior. Estas interacciones se pueden generar inicialmente en definir caminos entre las áreas verdes del sitio, comunicando entradas y salidas por un sistema de flujo continuo integrando flora y fauna a lo largo de todos los proyectos (International Living Future Institute, 2019).

13. Integración de los patrones naturales con los procesos de diseño: Evaluar cómo se transformará el proyecto incorporando los diseños y patrones naturales en el edificio, así como evaluar la evolución de la relación constante entre hombre y naturaleza (International Living Future Institute, 2019). Al integrar los patrones naturales con los procesos se puede diseñar un proyecto con variabilidad sensorial, riqueza de información y contrastes complementarios entre la edificación y la naturaleza.

14. Fomento de movilidad no motorizada: Se deben proporcionar caminos seguros y protegidos para peatones y ciclistas, se debe tomar en consideración la mejora de las rutas peatonales (International Living Future Institute, 2019).

15. Diseño de espacios accesibles: Se deberá pensar en tener una infraestructura que permita el traslado y acceso a la edificación, como caminos, transporte, rampas, etc., para todo tipo de persona sin ningún tipo de distinción. Todos

5.3. Estrategias basadas en el diseño biofílico y el acceso a la naturaleza

5.3.1. Estrategias para el diseño del paisaje y elección del sitio

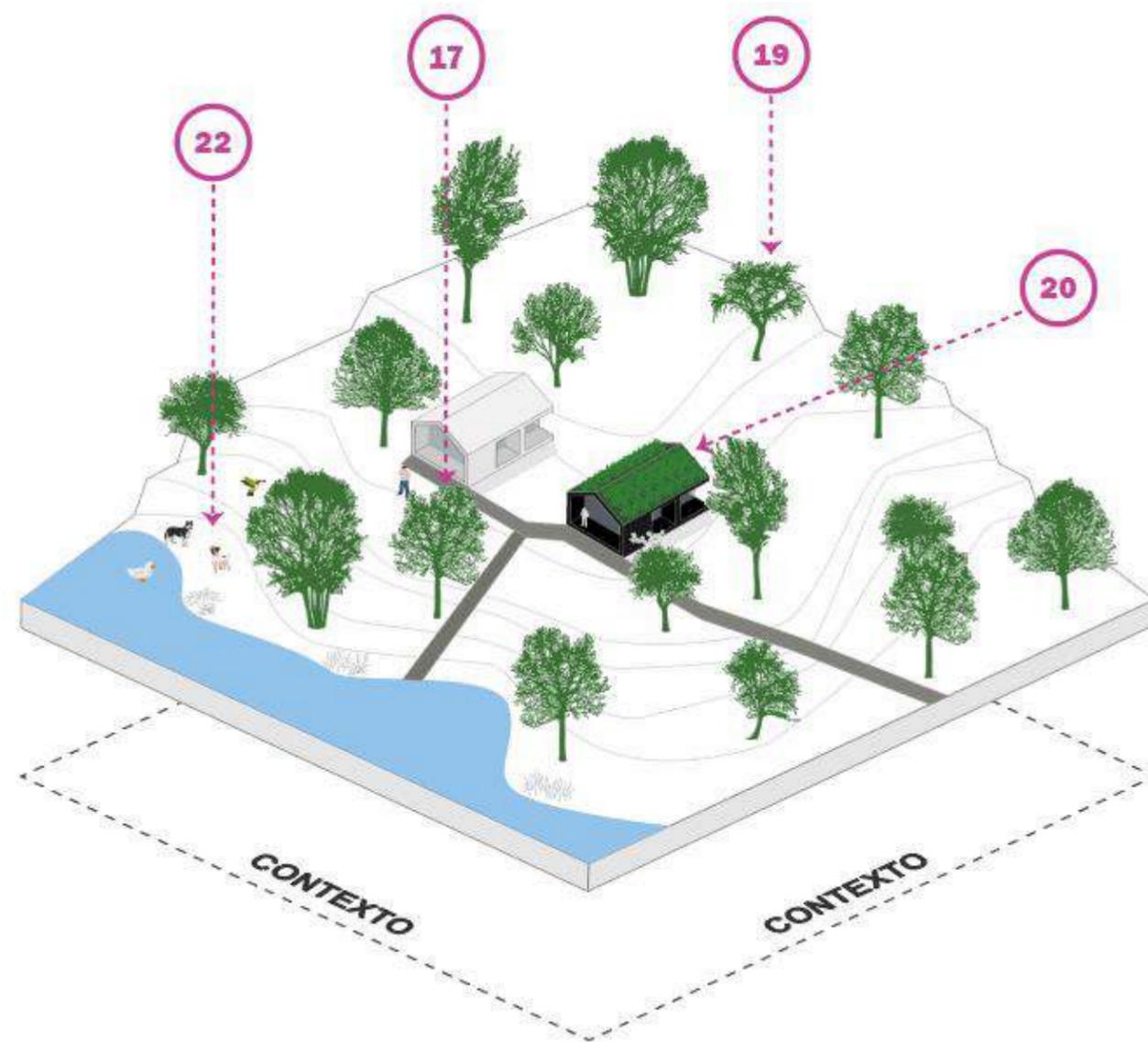


Figura 72. Estrategias 17-23. Elaboración propia.

17. Diseño de caminos y espacios de transición: Los caminos y los espacios de transición entre edificios deben mejorarse mediante elementos biofílicos como el aumento de la vegetación (Windhorst & Williams, 2015).

18. Diseño de paisajes naturales: Los paisajes pueden mejorar las características únicas del proyecto y facilitar la conexión al lugar (Peters & D’Penna, 2020) y a la naturaleza.

19. Aumento de la vegetación en el proyecto: La incorporación de más naturaleza en los entornos de un proyecto puede proporcionar vistas ecológicas, mejorar la temperatura y comodidad mediante la creación de microclimas (Mallen et al., 2020).

20. Uso de plantas nativas y especializadas: Las plantas que se utilizan en los componentes de la construcción, como en un techo verde, deben ser cuidadosamente elegidas, plantadas, cultivadas y capaces de manejar las condiciones ambientales (UBC, s/f).

21. Pensar en la adaptación a la variación: A diferencia de los materiales y componentes de construcción convencionales, los elementos vivos como las plantas cambiarán a lo largo del año, en particular, el cultivo de plantas proporcionará mayor sombra y variación en la cantidad de agua absorbida, por lo que en el diseño del proyecto se debe pensar en las variaciones (UBC, s/f).

22. Facilitación de un hábitat para vida silvestre: Proporcionar un hábitat para la vida silvestre, adecuado para el proyecto, utilizando plantas endémicas y naturalizadas así como la capa superior del suelo. LBC 2019

23. Uso de soluciones pequeñas y naturales: La combinación estratégica de una serie de pequeñas estrategias de diseño puede tener beneficios significativos para el proyecto, por ejemplo el diseño del paisaje puede hacer eficiente en el uso de agua y proporcionar hábitats (UBC, s/f) y ecosistemas dentro del proyecto.

5.3.2. Estrategias para el diseño de los edificios

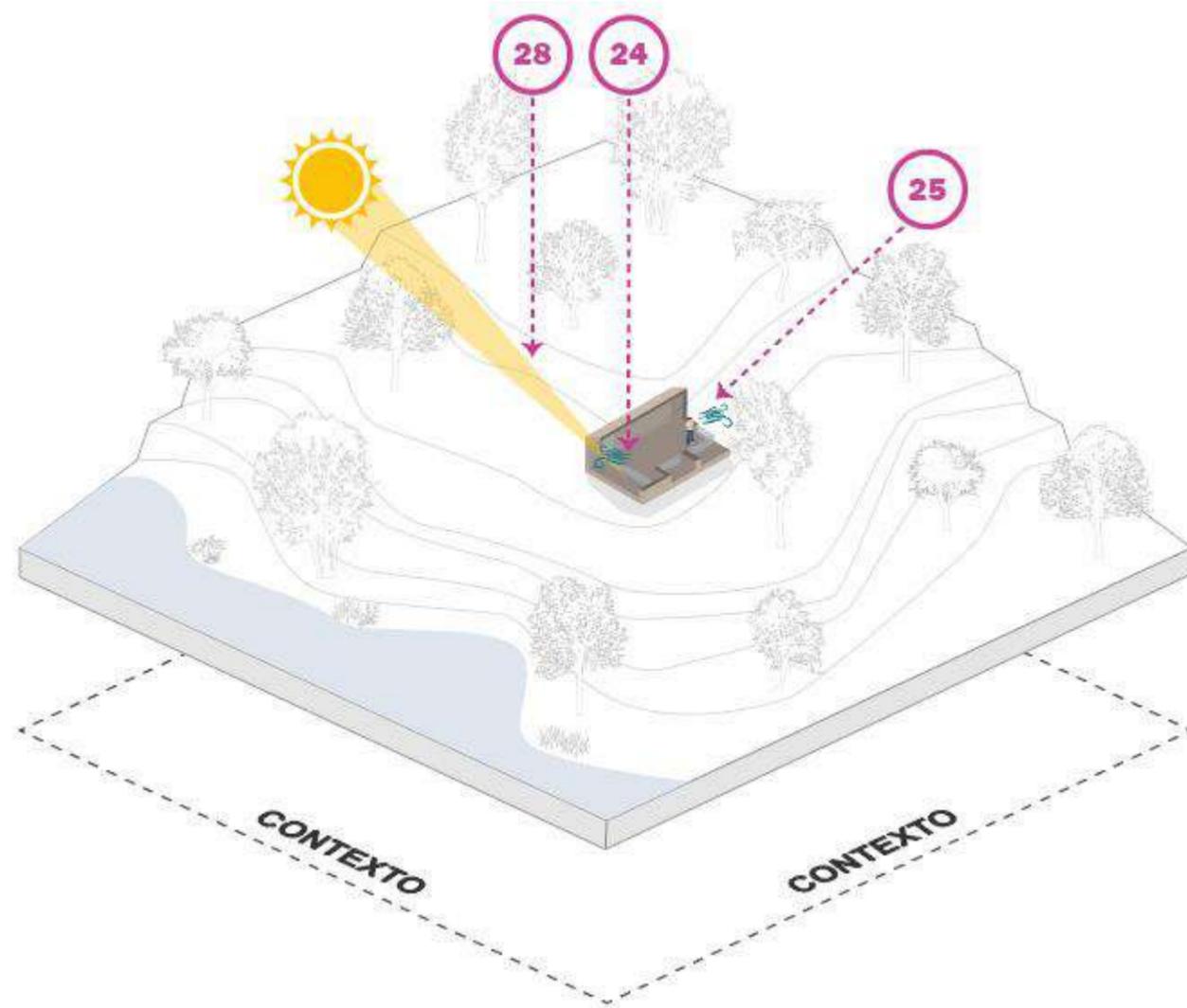


Figura 73. Estrategias 24-30. Elaboración propia.

24. Resolver los diseños de interiores con estrategias de ventilación: Entender cómo los participantes realmente usarán el espacio, especialmente la forma en que se subdividirá el espacio, es fundamental para garantizar que la ventilación será eficaz (UBC, s/f). Se debe utilizar ventilación natural siempre que sea posible.

25. Uso de ventanas operables y ventilación mejorada: En los espacios donde los usuarios (visitantes o estudiantes) realicen actividades de aprendizaje, las ventanas operables deben usarse para suministrar ventilación natural y con esto mejorar la comodidad como función cognitiva (Allen et al., 2016). Las ventanas operables pueden proporcionar acceso a vistas de la naturaleza así como a aspectos olfativos y aspectos auditivos de la naturaleza (Peters & D’Penna, 2020).

26. Equilibrio entre la privacidad acústica y la ventilación: Es un desafío equilibrar las necesidades de privacidad acústica de los habitantes en un espacio con ventilación natural, por lo que se debe trabajar con las partes interesadas durante las fases de diseño para determinar los requisitos de privacidad acústica mientras se desarrolla la estrategia de ventilación (UBC, s/f).

27. Diseño de los espacios con estrategias de iluminación: Entender cómo los participantes realmente usarán el espacio, es fundamental para garantizar niveles adecuados de iluminación para que el sistema cumpla con los objetivos energéticos para el edificio (UBC, s/f).

28. Introducción de luz natural: La introducción de luz natural en todos los espacios ocupados establecerá un patrón biofílico de conexión a sistemas naturales y proporcionará espacios de trabajo más productivos (Benya, 2001) es por esto que cada espacio debe tener ventanas en la fachada exterior del edificio, de no ser posible, se pueden colocar ventanas que den a un atrio que aporte luz natural al espacio (Peters & D’Penna, 2020).

29. Diseño de la estructura en conjunto con la iluminación natural: El énfasis en las consideraciones de luz natural en el diseño estructural es clave para una buena estrategia de iluminación natural (UBC, s/f).

30. Uso de luz diurna y la variabilidad de la iluminación: La variabilidad de la iluminación a lo largo del día incluye el uso de luz difusa y luz circadiana para estimular el aprendizaje (Peters & D’Penna, 2020).

5.4. Estrategias basadas en la educación, inspiración y demostración



Figura 75. Estrategias 38.43. Elaboración propia.

38.Fomento de la diversidad: El proyecto debe diseñarse de manera que fomente la diversidad de usos, componentes, espacios y habitantes, debe ser un proyecto inclusivo y no excluyente. Un punto clave para que un proyecto pueda ser educador es que el proyecto sea accesible para cualquier persona sin importar su género, estatus social u ocupación y con esto promover mejor la educación.

39. Rescate e inclusión de la cultura: En el diseño del proyecto se debe tomar en cuenta la cultura y las creencias del lugar para alentar y motivar el vínculo emocional con el lugar. Se debe evaluar cómo el proyecto tendrá una conexión entre ambiente y cultura estableciendo relaciones basadas en el lugar. Se debe integrar también el arte público así como la celebración cultural, espiritual y la apropiación del lugar (International Living Future Institute, 2019).

40.Uso de la recolección de agua para la demostración y educación: El uso de agua de lluvia como fuente primaria de agua potable brinda un mensaje a los habitantes y partes interesadas en el proyecto ya que el suministro de agua no es infinito y los usuarios del edificio deben usar agua potable forma conservadora, los sistemas de recolección de agua deben tratarse como oportunidades aprendizaje y demostración para una amplia red de partes interesadas (UBC, s/f). La creación de humedales también puede usarse como una forma de recolección y purificación del agua al mismo tiempo puede educar mediante la demostración.

41.Facilitación de la interacción de los habitantes con los sistemas del edificio: Si los habitantes deben comprometerse con el edificio para mediar eficazmente su entorno de una manera sostenible, las funciones de construcción deben ser de fácil acceso para ellos (UBC, s/f).

42.Fomento de la participación de la comunidad: Se debe tomar en cuenta a la comunidad de donde se diseñará el proyecto, se pueden utilizar estrategias de diseño participativo para involucrar a la comunidad en el proyecto con eso se logra que la comunidad quiera y valore el proyecto y permite diseñar programas comunitarios basados en la educación.

43.Integración de las características sostenibles y regenerativas del edificio con la misión del proyecto: Se deben incluir las metas y objetivos del proyecto, así como el estudio del contexto en sus factores y valores ecológicos, climáticos, históricos que cuidadosamente analizan el contexto para el proyecto (International Living Future Institute, 2019) tratando que la implementación biofílica sea integral.

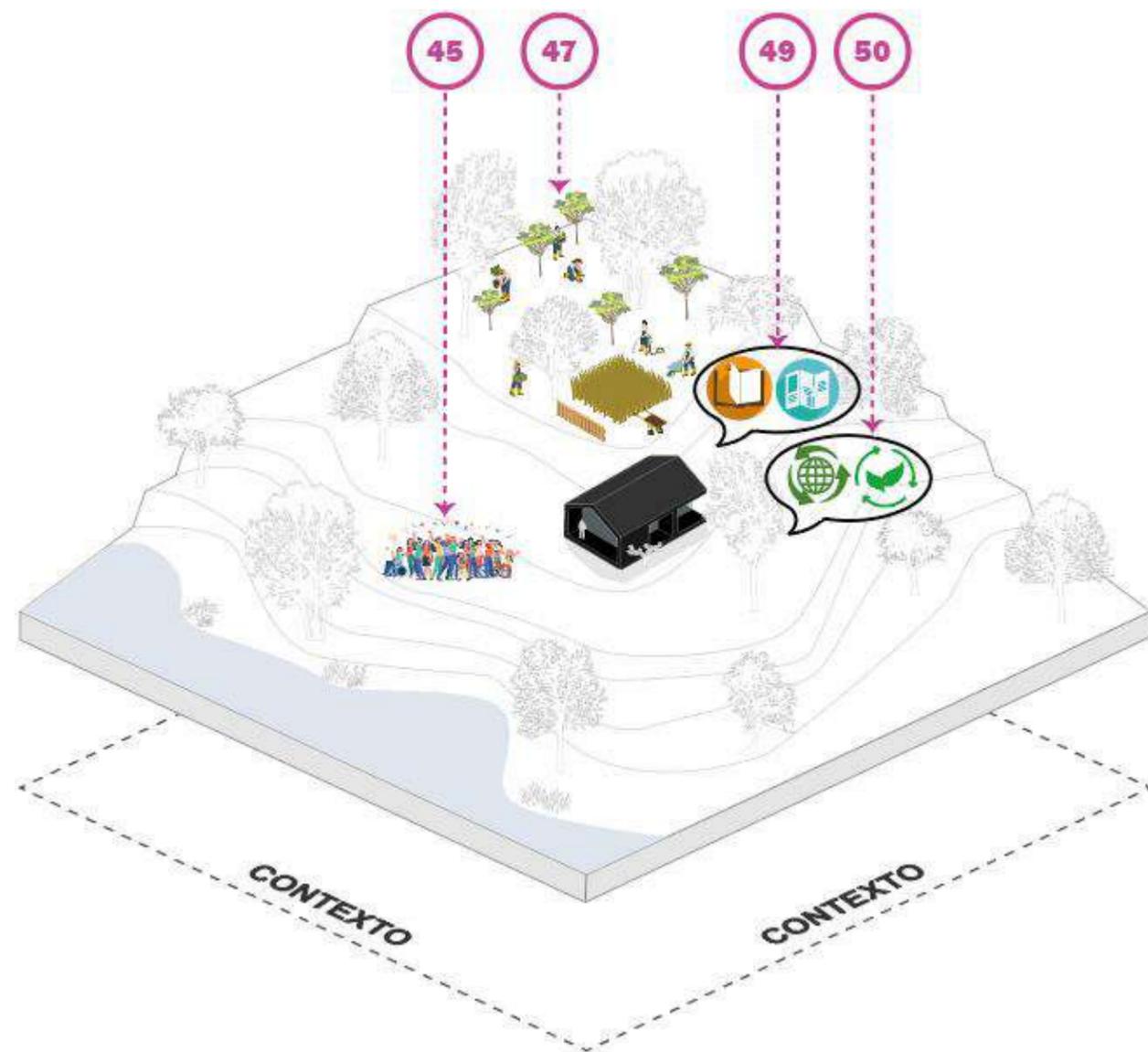


Figura 76. Estrategias 44-50. Elaboración propia.

44. Colocación de letreros que enseñen sobre proyecto: se deben colocar letreros en sitios estratégicos para que los visitantes puedan entender mejor el funcionamiento de las ecotecnias utilizadas en el proyecto.

45. Creación de comunidad: Se debe proporcionar lugares dentro del proyecto que propicien la comunidad, pueden ser espacios al aire libre como parques o espacios de recreación dentro o fuera de la edificación.

46. Diseño de espacios flexibles: Deben existir las opciones flexibles de trabajar y aprender, así como las experiencias sensoriales para vivir y disfrutar en el proyecto (International Living Future Institute, 2019).

47. Creación de talleres: Se deben diseñar talleres que involucren el contacto con la naturaleza, en estos talleres se pueden hacer actividades relacionadas con el cuidado a la naturaleza, como el cultivo y cuidado de los jardines, también se pueden diseñar huertos donde den cursos. Los talleres pueden ser tanto interiores como exteriores y deben formar parte del programa arquitectónico.

48. Aplicación de estrategias en edificios públicos: Para que los proyectos tengan mayor impacto en la sociedad, se deben aplicar estas estrategias en espacios públicos como parques o en infraestructura pública donde las personas puedan acceder fácilmente a los proyectos.

49. Creación de guías educacionales: los proyectos deben incluir un manual de información sobre cómo funcionan las ecotecnias que utilizan, junto con un folleto de bienvenida que explique el proyecto, todo con el fin de concientizar sobre la responsabilidad ambiental (International Living Future Institute, 2019).

50. Creación de sitio WEB: Los proyectos deben contemplar el desarrollo de un sitio web con fines educacionales que expliquen el proyecto (International Living Future Institute, 2019) deben explicar cómo funciona y qué estrategias implementa para que estas puedan replicarse.

5.5. Conclusiones finales

Como se ha dicho, el antropoceno es resultado del impacto ambiental por no respetar los límites naturales del planeta, pero es una oportunidad de replantear el comportamiento humano y las bases de un futuro regenerativo sostenible, sin embargo, se tienen que encontrar nuevas formas de relacionarse con el entorno y diseñar nuevos modelos de desarrollo que implementen estrategias regenerativas, así como estrategias relacionadas con el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza y la educación e inspiración.

Es necesario recalcar que el diseño regenerativo tiene un gran impacto en la arquitectura ya que ha cambiado la antigua definición centrada en el edificio para incluir las relaciones entre edificios, infraestructura y sistemas naturales, así como la cultura, la economía y política de las comunidades, dado su carácter holístico hace posible un rol nuevo necesario para los desarrolladores, ya que al inspirar nuevos estándares de relación con el lugar y al introducir una visión sistémica, el desarrollador se convierte en un catalizador para la creación de infraestructuras y culturas auto-evolutivas de regeneración (Mang & Reed, 2020).

Sin embargo, aunque es necesaria la implementación del diseño regenerativo y de estrategias relacionadas con el acceso a la naturaleza y educación e inspiración nos encontramos con algunas interrogantes una de ellas fue: ¿cómo dar ese salto necesario de lo sostenible a lo regenerativo, si lo sostenible no se utiliza como debería? Durante la investigación se encontraron varias causas, una de ellas es que se tiene una deficiencia en reglamentos, de acuerdo a Dueñas del Río (2013) México no posee un reglamento a nivel nacional que regule y promueva la edificación sustentable o sostenible, solo se tienen algunas normativas y legislaciones que no guardan relación entre sí y no sancionan o incentivan al constructor.

Además de esta deficiencia de reglamentos y regulación fragmentada, hay un fenómeno de irregularidad en las construcciones en México (Cobrerros et al., 2020), así como una falta de fuerza laboral calificada (Tazón & Edurne, 2015). Otro motivo es la falta de conciencia y sensibilidad ambiental, este punto fue primordial para establecer la dirección de

la investigación, ya que, a pesar de que hay diferentes causas por las cuales la arquitectura sostenible no ha aumentado considerablemente en México, la conciencia y sensibilidad ambiental están ligadas con la cultura y el lugar y son elementos importantes dado que es necesario que las personas tengan una mayor afinidad con la naturaleza para poder avanzar hacia culturas regenerativas y un futuro regenerativo, saludable, resiliente y adaptable, que se preocupe por el planeta y por la vida (Wahl, 2016).

De ahí que esta investigación se enfocó en cómo se podría aumentar la conciencia y sensibilidad ambiental mediante proyectos arquitectónicos educadores, es por esto que el objetivo de la tesis fue definir los principios y estrategias que guíen a una arquitectura educadora para generar afinidad con la naturaleza y conciencia y sensibilidad ambiental a partir de la idea del diseño regenerativo, el diseño biofílico, el acceso a la naturaleza y la educación e inspiración. Los principios y estrategias se definieron a partir del marco teórico y del análisis de casos de estudio de proyectos arquitectónicos educadores que aplican estrategias de sostenibilidad regenerativa y que funcionan como edificios demostrativos donde mediante la educación y el acceso con la naturaleza, promueven y difunden la aplicación de estrategias relacionadas con el cuidado del medio ambiente.

La metodología para analizar los casos se basó en dos fases, la fase uno consistió en una rúbrica comparativa y la fase dos fue un cuestionario, ambas fases se complementaron para poder analizar los parámetros en los casos. Esta investigación se basó en entornos educativos, como universidades, centros de investigación y centros demostrativos debido a que las escuelas e instituciones educativas juegan un papel importante en la promoción de conexiones con la naturaleza, la tierra y el medio ambiente (Keaulana et al., 2021). Además de que mejorar el acceso a la educación basada en la naturaleza, puede brindar múltiples beneficios a los ciudadanos, en términos sociales y económicos, que refuerzan la resiliencia de comunidades y poblaciones enteras permitiendo establecer objetivos más amplios para la sostenibilidad; con respecto a la educación, la naturaleza puede desempeñar un papel único proporcionando beneficios a nivel individual, comunitario y global (Schweitzer & Gionfra, 2018).

Por otra parte existen numerosas investigaciones que sugieren que fomentar la biofilia es una de las formas de fomentar la conciencia ecológica, valores positivos y comportamientos ambientales hacia el medio ambiente y que permiten la implementación exitosa de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en las Instituciones educativas y la comunidad (Anđić & Tatalović Vorkapić, 2019). A su vez Wilson (1984) sugiere que la evolución biológica se puede considerar como una historia o narrativa significativa para el desafío de sostenibilidad en ambientes educativos, su propósito de traducir la evolución biológica en forma de narrativa es para inspirar la conexión con la naturaleza y permitir un redescubrimiento del sentido de cuidado y responsabilidad por la diversidad de la vida (Jones, 2013).

Se debe agregar que no solo los entornos educativos tienen este potencial, todos los espacios pueden ser catalizadores potenciadores de cambios. De acuerdo a Wahl (2016) todos pueden iniciar una transformación cultural y sembrar patrones de regeneración que lleven a reexaminar la relación entre la naturaleza y la cultura prestando atención al efecto de las acciones en múltiples escalas interconectadas y desarrollando una perspectiva participativa de los sistemas vivos donde la educación desempeña un papel importante en la difusión del entendimiento de que todos somos participantes en un entorno físico interconectado con los procesos químicos, biológicos, ecológicos, sociales y psicológicos.

Así, por ejemplo, por medio de la arquitectura un edificio puede ser un catalizador de cambio, como los casos analizados en esta investigación que fueron diseñados para exhibir sistemas sostenibles y educan a los visitantes por medio de la arquitectura y la difusión de los proyectos. Gracias a estos casos se pueden analizar y replicar estrategias de diseño regenerativo, de contacto con la naturaleza, de diseño biofílico y de educación por medio de demostración que pueden aplicarse en proyectos educadores para tener un mayor potencial, donde puedan ser vistos como semillas del cambio para que el mundo avance hacia un mejor futuro.

Cabe aclarar que los principios y estrategias definidos en el capítulo 5 pueden ser aplicados cualquier proyecto que tenga como objetivo ser regenerativo y educador (el

término educador se utilizó en la investigación para referirse a una arquitectura que educa mediante el diseño del proyecto en términos socio-ambientales). Las estrategias se plantearon como una guía y de forma general para que pudieran replicarse tomando en cuenta que estas deben adecuarse a la cultura y el contexto único de cada lugar.

Es necesario mencionar que las mejores soluciones están en los proyectos que rescatan lo local, lo vernáculo y la cultura, por lo que se necesitan soluciones accesibles económicamente que estén al alcance de todos, que tomen en cuenta la cultura, lo local y la accesibilidad ya que un punto clave para que un proyecto pueda ser educador es que el proyecto sea accesible para cualquier persona sin importar su género, estatus social u ocupación.

Por último cabe mencionar que esta guía se enfocó en aspectos culturales y sociales y puede modificarse para agregar más estrategias debido a que se necesitan otras estrategias para que los arquitectos y diseñadores diseñen proyectos regenerativos educadores con un menor impacto en el medio ambiente; se necesitan estrategias relacionadas con el aspecto económico y político, las cuales podrían abordarse en otra investigación y podrían enfocarse en la normativa existente en México y en retomar los incentivos en la construcción sostenible.

Anexo 1

Tema: Arquitectura educadora y su impacto en los usuarios en términos de conciencia y sensibilidad ambiental

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por este medio le extendemos una invitación para responder este formulario y participar en el estudio "Arquitectura educadora y su impacto en los usuarios en términos de conciencia y sensibilidad ambiental" cuyo objetivo es analizar proyectos arquitectónicos educativos y su relación con la conciencia y sensibilidad ambiental.

Su participación es muy importante dado que nos ayudará a comprender cómo la experiencia que tenemos con la naturaleza tiene un impacto en nuestra vida y en la comunidad en la que vivimos.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria, toda la información que usted proporcione será confidencial. Los datos que usted nos diga serán resguardados y se utilizarán únicamente con fines estadísticos, de ninguna manera se relacionará la información con usted.

Responder el formulario le tomará 5 minutos.

Si decide no responder el formulario no tendrá ningún problema, además puede abandonarla en cualquier momento.

Investigadora: Arq. Mónica Liliana Rodríguez Arellano
Director de la Investigación: Dr. Carlos Cobreros

Información del proyecto

A continuación se presentan preguntas relacionadas con la información del proyecto

Nombre del proyecto *

Programa Viva, A.C.

Año de finalización de construcción del proyecto

2018

Ubicación del proyecto

Mesa Rica, Valle de Bravo

Diseñador del proyecto

Programa Viva, A.C.

Diseño biofílico

A continuación se presentan preguntas relacionadas con el diseño biofílico del proyecto

Para contestar algunas preguntas se tiene una escala del 1 al 5, como se muestra en la siguiente imagen:

Bastante	Ligeramente
1	2
Adjetivo negativo	

Neutro

3

Ligeramente	Bastante
4	5
Adjetivo positivo	

1. La ventilación natural del proyecto es *

	1	2	3	4	5	
Escasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

2. La presencia de elementos naturales como plantas o árboles es *

	1	2	3	4	5	
Escasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

3. La iluminación natural del proyecto es *

	1	2	3	4	5	
Mala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Buena

4. La presencia de animales dentro del proyecto es *

	1	2	3	4	5	
Escasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

5. El uso de fachadas verdes es *

	1	2	3	4	5	
Escaso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

6. El uso de materiales naturales en el proyecto es *

	1	2	3	4	5	
Escaso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

7. La conexión con la geografía del lugar es *

	1	2	3	4	5	
Mala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Buena

8. La conexión con los rasgos históricos del lugar es *

	1	2	3	4	5	
Escasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

9. La conexión con la ecología del lugar es *

	1	2	3	4	5	
Escasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

10. La conexión con la identidad cultural con el lugar es *

	1	2	3	4	5	
Escasa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

11. El uso de materiales autóctonos de la región en el proyecto es *

	1	2	3	4	5	
Escaso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

12. ¿Las características del paisaje definen la forma del edificio? *

- Sí
- No

13. ¿Hay una integración entre el edificio, la cultura y la ecología del lugar? *

- Sí
- No

14. ¿El proyecto tiene en cuenta el espíritu del lugar? *

- Sí
- No

Acceso a la naturaleza

A continuación se presentan preguntas relacionadas con el acceso a la naturaleza dentro del proyecto

Para contestar algunas preguntas se tiene una escala del 1 al 5, como se muestra en la siguiente imagen:

Bastante	Ligeramente	Neutro	Ligeramente	Bastante
1	2	3	4	5
Adjetivo negativo			Adjetivo positivo	

1. ¿El proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el interior? *

- Sí
- No

2. ¿Cómo el proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el interior? *

En el lugar hay tres cabañas construidas en el árbol, esto permite que los huéspedes puedan estar en contacto con la naturaleza.

3. ¿El proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el exterior? *

- Sí
- No

4. ¿Cómo el proyecto permite interacciones frecuentes con la naturaleza en el exterior? *

Las áreas construidas están rodeadas de 22 hectáreas de bosque.

5. ¿Hay una conexión directa entre la naturaleza y los habitantes? *

Sí

No

6. El paisajismo interior es *

	1	2	3	4	5	
Escaso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundante

7. El paisajismo exterior es *

	1	2	3	4	5	
Escaso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundante

8. ¿El proyecto proporciona a los ocupantes del edificio una conexión con el exterior mediante la introducción de luz natural y vistas en las áreas habitualmente ocupadas del edificio? *

Sí

No

A continuación se presentan preguntas relacionadas con la demostración y educación e inspiración del proyecto

1. ¿El proyecto ofrece una jornada anual de puertas abiertas al público? *

Sí

No

2. ¿El proyecto ofrece una copia del manual de operaciones y mantenimiento? *

Sí

No

3. ¿El proyecto ofrece un folleto que describa el diseño y las características ambientales del proyecto? *

Sí

No

4. ¿El proyecto tiene letreros interpretativos que enseñan a los visitantes y ocupantes sobre el proyecto? *

Sí

No

5. ¿El proyecto tiene un sitio web educativo donde se expliquen las características de diseño sostenible/regenerativo? *

Sí

No

6. ¿El proyecto integra las características sostenibles de una instalación escolar con la misión educativa de la escuela/proyecto? *

Sí

No

7. ¿Considera que el proyecto se planeo para que fuera demostrativo, en cuanto a que visibiliza los sistemas ambientales sostenibles o los sistemas de la gestión sostenible? *

	1	2	3	4	5	
Mal planeado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Bien planeado

8. ¿Cómo el proyecto visibiliza los sistemas ambientales sostenibles o los sistemas de la gestión sostenible? *

VivA es un centro demostrativo de ecotecnología y de diferentes sistemas constructivos de bajo impacto ambiental. Cada cabaña está construida con diferentes materiales locales y de bajo impacto ambiental y están equipadas con sistema de captación de agua pluvial, calentador solar, sistema fotovoltaico y damos tratamiento de las aguas residuales con biodigestor, todo está a la vista de los visitantes y huéspedes para que vivan la experiencia de estos sistemas.

Anexo 2

Topic: Educational architecture and its impact on users in terms of environmental awareness and sensitivity

INFORMED CONSENT

Hereby we extend an invitation to answer this form and participate in the study "Educational architecture and its impact on users in terms of environmental awareness and sensitivity" whose objective is to analyze educational architectural projects and their relationship with environmental awareness and sensitivity.

Your participation is very important as it will help us understand how our experience with nature impacts our lives and the community in which we live.

Your participation in this study is completely voluntary, all the information you provide will be kept confidential. The data that you tell us will be protected and will be used only for statistical purposes, in no way will the information be related to you.

Answering the form will take around 5 minutes.

If you decide not to answer the form you will have no problem, you can also leave it at any time.

Researcher: Arch. Mónica Liliana Rodríguez Arellano
Research Director: Dr. Carlos Cobreros

Project information

Below are questions related to project information

Project's name *

Omega Center For Sustainable Living

Year of construction of the project

2009

Project location

Rhinebeck, New York

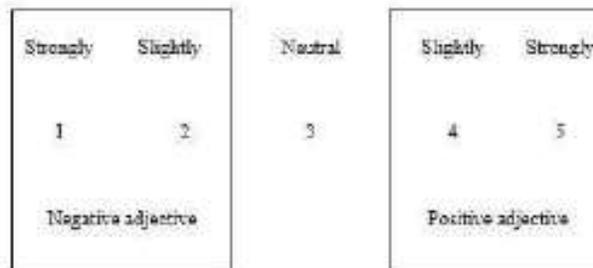
Project designer

BNIM

Biophilic design

Below are questions related to the biophilic design of the project

To answer some questions, there is a scale from 1 to 5, as shown in the following image:



1. The natural ventilation of the project is *

Limited 1 2 3 4 5 Abundant

2. The presence of natural elements such as plants or trees is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

3. The natural lighting of the project is *

	1	2	3	4	5	
Bad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Good

4. The presence of animals within the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

5. The use of green facades is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

6. The use of natural materials in the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

7. The connection with the geography of the place is *

	1	2	3	4	5	
Bad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Good

8. The connection with the historical features of the place is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

9. The connection with the ecology of the place is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

10. The connection with the cultural identity with the place is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

11. The use of local materials from the region in the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

12. Do the features of the landscape define the shape of the building? *

Yes

No

13. Is there an integration between the building, the culture and the ecology of the place? *

Yes

No

14. Does the project take into account the spirit of the place? *

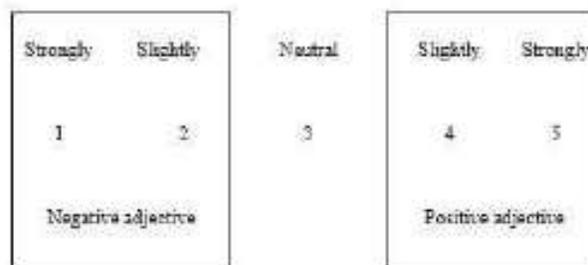
Yes

No

Access to nature

Below are questions related to access to nature within the project

To answer some questions, there is a scale from 1 to 5, as shown in the following image:



1. Does the project allow frequent interactions with indoors nature? *

Yes

No

2. How does the project allow frequent interactions with indoors nature? *

The main purpose of OCSL is returning water from the campus sewage system and surface storm water back to nature using plants, sun light and the earth. As such a large lagoon is housed indoors that is home to plants, fish and insects that contribute in cleaning water and preparing for its return to nature.

3. Does the project allow frequent interactions with outside nature? *

Yes

No

4. How does the project allow frequent interactions with outside nature? *

The building is situated within a reconstructed landscape of gardens, sand filters and subsurface disbursal fields that clean the water. Together the functions inside and outside accomplish the goal of clean water and vibrant natural systems.

5. Is there a direct connection between nature and the inhabitants? *

Yes

No

6. Interior landscaping is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

7. Exterior landscaping is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

8. Does the project provide building occupants with a connection to the outdoors by introducing natural light and views into commonly occupied areas of the building? *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

Demonstration, Education and Inspiration

Below are questions related to demonstration, education and inspiration within the project

1. Does the project offer an annual open house to the public? *

- Yes
- No

2. Does the project provide a copy of the operations and maintenance manual? *

Yes

No

3. Does the project offer a brochure that describes the design and environmental features of the project? *

Yes

No

4. Does the project have interpretive signs or boards that teach visitors and occupants about the project? *

Yes

No

5. Does the project have an educational website where sustainable / regenerative design features are explained? *

Yes

No

6. Does the project integrate the sustainable characteristics of a school facility with the educational mission of the school / project? *

Yes

No

7. Do you consider that the project was planned to be demonstrative in terms of making visible sustainable environmental systems or sustainable management systems? *

Well planned 1 2 3 4 5 Badly planned

8. How does the project make sustainable environmental systems or sustainable management systems visible? *

All systems of the building, landscape, renewable solar energy panels and water processing are on display. That includes a window in the mechanical room from building lobby for visitors to observe systems. The building structure and enclosure systems serve as finishes all aspects of the building serves multi purposes of performance and beauty.

Anexo 3

Topic: Educational architecture and its impact on users in terms of environmental awareness and sensitivity

INFORMED CONSENT

Hereby we extend an invitation to answer this form and participate in the study "Educational architecture and its impact on users in terms of environmental awareness and sensitivity" whose objective is to analyze educational architectural projects and their relationship with environmental awareness and sensitivity.

Your participation is very important as it will help us understand how our experience with nature impacts our lives and the community in which we live.

Your participation in this study is completely voluntary, all the information you provide will be kept confidential. The data that you tell us will be protected and will be used only for statistical purposes, in no way will the information be related to you.

Answering the form will take around 5 minutes.

If you decide not to answer the form you will have no problem, you can also leave it at any time.

Researcher: Arch. Mónica Liliana Rodríguez Arellano
Research Director: Dr. Carlos Cobreros

Project information

Below are questions related to project information

Project's name *

R.W. Kern Center

Year of construction of the project

2016

Project location

Amherst, Massachusetts, USA

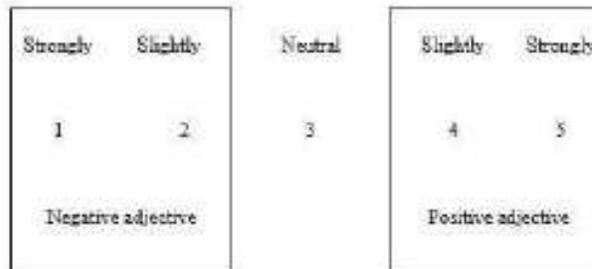
Project designer

Bruner/Cott Architects

Biophilic design

Below are questions related to the biophilic design of the project

To answer some questions, there is a scale from 1 to 5, as shown in the following image:



1. The natural ventilation of the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

2. The presence of natural elements such as plants or trees is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

3. The natural lighting of the project is *

	1	2	3	4	5	
Bad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Good

4. The presence of animals within the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

5. The use of green facades is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

6. The use of natural materials in the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

7. The connection with the geography of the place is *

	1	2	3	4	5	
Bad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Good

8. The connection with the historical features of the place is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

9. The connection with the ecology of the place is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

10. The connection with the cultural identity with the place is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

11. The use of local materials from the region in the project is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

12. Do the features of the landscape define the shape of the building? *

Yes

No

13. Is there an integration between the building, the culture and the ecology of the place? *

Yes

No

14. Does the project take into account the spirit of the place? *

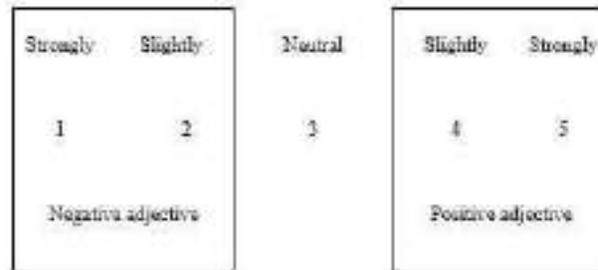
Yes

No

Access to nature

Below are questions related to access to nature within the project

To answer some questions, there is a scale from 1 to 5, as shown in the following image:



1. Does the project allow frequent interactions with indoors nature? *

- Yes
 No

2. How does the project allow frequent interactions with indoors nature? *

indoor planters in the public spaces filter + treat the building's greywater; also views to local forests + mountains through the windows

3. Does the project allow frequent interactions with outside nature? *

- Yes
 No

4. How does the project allow frequent interactions with outside nature? *

outdoor patio and seating in chairs and rocks; also views to local forests + mountains through the windows

5. Is there a direct connection between nature and the inhabitants? *

Yes

No

6. Interior landscaping is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	Abundant

7. Exterior landscaping is *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

8. Does the project provide building occupants with a connection to the outdoors by introducing natural light and views into commonly occupied areas of the building? *

	1	2	3	4	5	
Limited	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Abundant

Demonstration, Education and inspiration

Below are questions related to demonstration, education and inspiration within the project

1. Does the project offer an annual open house to the public? *

Yes

No

2. Does the project provide a copy of the operations and maintenance manual? *

Yes

No

3. Does the project offer a brochure that describes the design and environmental features of the project? *

Yes

No

4. Does the project have interpretive signs or boards that teach visitors and occupants about the project? *

Yes

No

5. Does the project have an educational website where sustainable / regenerative design features are explained? *

Yes

No

6. Does the project integrate the sustainable characteristics of a school facility with the educational mission of the school / project? *

Yes

No

7. Do you consider that the project was planned to be demonstrative in terms of making visible sustainable environmental systems or sustainable management systems? *

Well planned 1 2 3 4 5 Badly planned

8. How does the project make sustainable environmental systems or sustainable management systems visible? *

building systems are visible in the design (exposed water pipes, HVAC ducts, electrical conduit; waste treatment is visible in interior planters and through use of composting toilets; building signage explains building systems; raingardens in landscape show where stormwater goes and how site infiltrates water; solar panels on roof show where energy comes from

Referencias bibliográficas

Abdelaal, M. S. (2019). Biophilic campus: An emerging planning approach for a sustainable innovation-conducive university. *Journal of Cleaner Production*, 215, 1445–1456.

Agora. (2019, enero 2). ¿Sabes lo que es el desarrollo regenerativo? Un concepto mas allá de la sostenibilidad. *Agora: Inteligencia Colectiva para la Sostenibilidad*. <https://www.agorarsc.org/sabes-lo-que-es-el-desarrollo-regenerativo-un-concepto-mas-alla-de-la-sostenibilidad/>

Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., & Spengler, J. D. (2016). Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers: A controlled exposure study of green and conventional office environments. *Environmental health perspectives*, 124(6), 805–812.

Andić, D., & Tatalović Vorkapić, S. (2019). Relating the education for sustainable development to contemporary transition models: Could biophilia be perceived as positive factor of transition to kindergarten or school? *INTED2019 Proceedings, 13th International Technology, Education and Development Conference, 11th–13th March*, 946–954.

ArchDaily. (2018, mayo 14). *El Humedal / TAAR / Taller de Arquitectura de Alto Rendimiento*. ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/894274/el-humedal-taar-taller-de-arquitectura-de-alto-rendimiento>

Avecilla, S. T. (2018). *ANÁLISIS Y APROXIMACIÓN A LA DEFINICIÓN DEL PARADIGMA DEL TURISMO REGENERATIVO* [PhD Thesis]. UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL.

BCJ. (s/f). *BCJ / Frick Environmental Center*. Recuperado el 4 de junio de 2021, de <https://www.bcj.com/projects/frick-environmental-center>

BEA. (s/f). *Certificación EDGE / Bioconstrucción y Energía Alternativa*. Recuperado el 2 de mayo de 2021, de <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>

Bennett, E. M., Solan, M., Biggs, R., McPhearson, T., Norström, A. V., Olsson, P., Pereira, L., Peterson, G. D., Raudsepp-Hearne, C., & Biermann, F. (2016). Bright spots: Seeds of a good Anthropocene. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(8), 441–448.

Benya, J. R. (2001). *Lighting for Schools*.

Berkebile, B., McDowell, S., Lesniewski, L., & Todd, J. (2010). *FLOW*. ORO editions.

Bosoer, F., & Turzi, M. (2020). La pandemia del 2020 en el debate teórico de las Relaciones Internacionales. *Geopolítica (s)*, 11, 153–163. <https://dx.doi.org/10.5209/geop.69388>

Bratman, G. N., Hamilton, J. P., Hahn, K. S., Daily, G. C., & Gross, J. J. (2015). Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the national academy of sciences*, 112(28), 8567–8572.

Broutin, M. (2010). *Sostenibilidad & salud: Beneficios de la arquitectura sostenible para la salud*.

Bruner/Cott architects. (2018). *HAMPSHIRE COLLEGE RW KERN CENTER*.

Cearreta, A. (2015). La definición geológica del Antropoceno según el Anthropocene Working Group (AWG). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 23(3), 263–271.

Center for a Sustainable Future. (2021). Centro LISD TECH. <https://www.lisd.us/lisd-tech-center/about-us/csf/>

Certificación LBC. (s/f). TAAGBUILD. Recuperado el 6 de abril de 2021, de <https://taagbuild.com/lbc>

Chawla, L. (2006). *Learning to love the natural world enough to protect it*. Barn.

Chawla, L., & Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452. <https://doi.org/10.1080/13504620701581539>

Cheng, J. C.-H., & Monroe, M. C. (2012). Connection to Nature: Children's Affective Attitude Toward Nature. *Environment and Behavior*, 44(1), 31–49. <https://doi.org/10.1177/0013916510385082>

Ciudades Comunes—Dia 1—Viernes 24 de Abril 2020. (2020, abril 24). https://www.youtube.com/watch?v=eAnDFgyt7Zs&feature=emb_title

Ciudades Comunes—Dia 2—Sabado 25 de Abril 2020. (2020, abril 25). https://www.youtube.com/watch?v=GOJHd0CIIp4&feature=emb_title

Cobrerros, C., Maya, M., Biondi, S., & Ontiveros, E. (2020). *DESIGN AND SOCIAL INNOVATION FOR INFORMAL SETTLEMENTS IN LATIN AMERICA. THE CASE OF SAN JOSÉ EL ALTO IN QUERÉTARO, MEXICO*.

Collado, S., Corraliza, J., Staats, H., & Ruiz, M. (2014). Effect of frequency and mode of contact with nature on children's self-reported ecological behaviors. *Journal of Environmental Psychology*, 41. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.11.001>

Colléony, A., White, R., & Shwartz, A. (2019). The influence of spending time outside on experience of nature and environmental attitudes. *Landscape and Urban Planning*, 187, 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.03.010>

Conservancy Pittsburgh Parks. (2015). *Frick Environmental Center: Investing in Our Future*. Issuu. https://issuu.com/mmpghparks/docs/frick_environmental_center_booklet_

Cooper, D. E. (2012). *Convergence with Nature*. Dartington, UK: Green Books.

Corraliza, J. A., & Collado, S. (2011). La naturaleza cercana como moderadora del estrés infantil. *Psicothema*, 23(2), 221–226.

Corraliza, J. A., & Collado, S. (2019). Conciencia ecológica y experiencia ambiental en la infancia. *Papeles del psicólogo*, 40(3), 190–196.

Design Awards. (s/f). *Hitchcock Center for the Environment—BSA Design Awards / Sociedad de Arquitectos de Boston*. Recuperado el 31 de mayo de 2021, de <http://designawards.architects.org/projects/sustainable-design/hitchcock-center-for-the-environment/>

DesignLAB Architects. (s/f). designLab Architects. Recuperado el 26 de mayo de 2021, de <http://www.designlabarch.com/>

Digital Bricks. (2018). *La construcción genera más del 50% de los contaminantes en el mundo* -. <https://digitalbricks.com.mx/2018/08/01/la-construccion-genera-mas-del-50-de-los-contaminantes-en-el-mundo/>

Dueñas del Río, A. (2013). Reflexiones sobre la arquitectura sustentable en México. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 14, 77–91.

EDGE Buildings. (2020, abril 16). *Universidad del Medio Ambiente / EDGE Buildings*. <https://edgebuildings.com/project-studies/universidad-del-medio-ambiente/?lang=es>

Edwards, A. R. (2010). *Thriving beyond sustainability: Pathways to a resilient society*. New Society Publishers.

El Humedal. (2019). *El Humedal*. <https://elhumedal.org/>

«El mejor programa de educación ambiental es el contacto con la naturaleza». (2019). https://www.abc.es/natural/vivirenverde/abci-mejor-programa-educacion-ambiental-contacto-naturaleza-201909060818_noticia.html

Ellis, E. (2013). *Anthropocene*. The Encyclopedia of Earth. <https://editors.eol.org/eoearth/wiki/Anthropocene>

Fernández, M., Cebrián, G., Regadera, E., & Fernández, M. Y. (2020). Analysing the relationship between university students' ecological footprint and their connection with nature and pro-environmental attitude. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 8826.

Fromm, E. (2010). *The Heart of Man: Its Genius for Good and Evil*. NY. Lantern Books.

Galiana, M. (2019, noviembre 24). *Arquitectura regenerativa*. La Universidad del Medio Ambiente. Oscar Hagerman. Arquitectura. <https://arquitecturayempresa.es/noticia/arquitectura-regenerativa-la-universidad-del-medio-ambiente-oscar-hagerman>

García, R. (2006). *Sistemas Complejos* (2006). https://www.academia.edu/9461195/Sistemas_Complejos_2006_Rolando_Garc%C3%ADa

Giermann, H. (s/f). *Perkins+Will's CIRS Building Wins RAIC's Green Building Award* / *ArchDaily*. Recuperado el 4 de agosto de 2021, de https://www.archdaily.com/615619/perkins-will-s-cirs-building-wins-raic-s-green-building-award-2?ad_medium=bookmark-recommendation&ad_name=iframe-modal

glocal. (2014, diciembre 2). Nuevo campus de la Universidad del Medio Ambiente. *Glocal*. <https://glocal.mx/nuevo-campus-de-la-universidad-del-medio-ambiente/>

Gómez, R. C. (2012). *Límites naturales a la expansión industrial, semántica del "desarrollo sostenible" y el programa mínimo bioeconómico de Georgescu-Roegen*. 10.

Groat, L. N., & Wang, D. (2013). *Architectural Research Methods* (2nd edition).

Hager, O. P. (2018). *Sensibilidad ambiental en el aula: Características que un programa ambiental escolar puede incorporar en su plan de estudios para formentarla*. <https://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/1439>

Hartig, T., Evans, G. W., Jamner, L. D., Davis, D. S., & Gärling, T. (2003). Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of environmental psychology*, 23(2), 109–123.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Pilar Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

Hinds, J., & Sparks, P. (2008). Engaging with the natural environment: The role of affective connection and identity. *Journal of environmental psychology*, 28(2), 109–120.

Hitchcock Center. (s/f). *Edificio vivo | por MODX Revolution*. Recuperado el 26 de mayo de 2021, de <https://hitchcock.hellobeacon.com/living-building/mode/kiosk/#place>

Hitchcock Center for the Environment. (s/f). *Hitchcock Center for the Environment / Education for a Healthy Planet*. Recuperado el 2 de junio de 2021, de <https://www.hitchcockcenter.org/our-living-building-project/building-for-the-future-phase-two/>

Huertas, C., & Corraliza, J. A. (2017). Resistencias psicológicas en la percepción del cambio climático. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 136, 107–119.

Hughes, J., Richardson, M., & Lumber, R. (2018). Evaluating connection to nature and the relationship with conservation behaviour in children. *Journal for Nature Conservation*, 45, 11–19.

Hui, S. C., & Cheng, K. K. Y. (2008). Analysis of effective lighting systems for university classrooms. *Proceedings of the Henan-Hong Kong Joint Symposium, Zhengzhou, China*, 30.

International Living Future Institute. (2019). *Living Building Challenge 4.0*. <https://living-future.org/wp-content/uploads/2019/04/Living-Building-Challenge-4.0.pdf>

International Living Future Institute. (2021). <https://living-future.org/>

IPCC. (2018). *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.* https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

Jalil, N. A., Yunus, R. M., & Said, N. S. (2012). Environmental colour impact upon human behaviour: A review. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 35, 54–62.

Jones, D. R. (2013). ‘The Biophilic University’: A de-familiarizing organizational metaphor for ecological sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 48, 148–165.

Kals, E., & Müller, M. M. (2012). Emotions and environment. *The Oxford handbook of environmental and conservation psychology*, 128–147.

Kals, E., Schumacher, D., & Montada, L. (1999). Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature. *Environment and behavior*, 31(2), 178–202.

Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169–182.

Kardan, O., Shneidman, L., Krogh-Jespersen, S., Gaskins, S., Berman, M. G., & Woodward, A. (2017). Cultural and developmental influences on overt visual attention to videos. *Scientific reports*, 7(1), 1–16.

Kaya, N., & Epps, H. H. (2004). Relationship between color and emotion: A study of college students. *College student journal*, 38(3), 396–405.

Keaulana, S., Kahili-Heede, M., Riley, L., Park, M. L. N., Makua, K. L., Vegas, J. K., & Antonio, M. C. (2021). A Scoping Review of Nature, Land, and Environmental

Connectedness and Relatedness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5897.

Kellert, S. R. (2002). Experiencing nature: Affective, cognitive, and evaluative development in children. *Children and nature: Psychological, sociocultural, and evolutionary investigations*, 117151.

Kellert, S. R., Heerwagen, J., & Mador, M. (2008). *Biophilic design: The theory, science and practice of bringing buildings to life*. John Wiley & Sons.

Kellert, S. R., & Wilson, E. O. (1993). *The biophilia hypothesis*. Island press.

LISD TV. (2021). *LISD Center for a Sustainable Future Tour*. <https://www.youtube.com/watch?v=T9tPXkUT41E>

Living Building Challenge Case Studies. (2021). https://living-future.org/lbc-3_1/case-studies/

Living Future Institute. (2018, junio 29). *Frick Environmental Center | Living Future Institute* [Living-Future.org]. <https://living-future.org/lbc/case-studies/frick-environmental-center/>

Living Future Institute. (2019, junio 3). *Hitchcock Center for the Environment | Living-Future.org*. <https://living-future.org/lbc/case-studies/hitchcock-center-for-the-environment/>

Lumber, R., Richardson, M., & Sheffield, D. (2017). Beyond knowing nature: Contact, emotion, compassion, meaning, and beauty are pathways to nature connection. *PLoS one*, 12(5), e0177186.

Lyle, J. T. (1996). *Regenerative Design for Sustainable Development*. John Wiley & Sons.

Mallen, E., Bakin, J., Stone, B., Sivakumar, R., & Lanza, K. (2020). Thermal impacts of built and vegetated environments on local microclimates in an Urban University campus. *Urban Climate*, 32, 100640.

Mang, P., & Haggard, B. (2016). *Regenerative development and design: A framework for evolving sustainability*. Wiley.

Mang, P., & Reed, B. (2020). Regenerative Development and Design. En V. Loftness (Ed.), *Sustainable Built Environments* (pp. 115–141). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0684-1_303

Mayer, F. S., & Frantz, C. M. (2004). The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of environmental psychology*, 24(4), 503–515.

McManus, D. (2019, abril 23). *Frick Environmental Center Pittsburgh Building*. E-Architect. <https://www.e-architect.com/america/frick-environmental-center-pittsburgh-building>

Meidenbauer, K. L., Stenfors, C. U., Young, J., Layden, E. A., Schertz, K. E., Kardan, O., Decety, J., & Berman, M. G. (2019). The gradual development of the preference for natural environments. *Journal of Environmental Psychology*, 65, 101328.

Modelo de certificación LEED edificios sostenibles. (s/f). Recuperado el 6 de abril de 2021, de <https://ovacen.com/modelo-de-certificacion-leed-modelos-sostenibles/>

Monteiro, T. A., Giuliani, A. C., Cavazos-Arroyo, J., & Pizzinatto, N. K. (2015). *MEZCLA DEL MARKETING VERDE: UNA PERSPECTIVA TEÓRICA*. 25.

Morin, E. (2001). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.

Müller, E. (2016). *Desarrollo regenerativo ante el cambio global, garante de un futuro económico, social y ambiental. El caso de Centroamérica*.

<https://laliniciativablog.files.wordpress.com/2017/03/uci-desarrollo-regenerativo-centroamecc81rica-05-2016-1.pdf>

Naess, A. (1973). The shallow and the deep, long-range ecology movement. A summary. *inquiry*, 16(1–4), 95–100.

Norwood, M. F., Lakhani, A., Fullagar, S., Maujean, A., Downes, M., Byrne, J., Stewart, A., Barber, B., & Kendall, E. (2019). A narrative and systematic review of the behavioural, cognitive and emotional effects of passive nature exposure on young people: Evidence for prescribing change. *Landscape and Urban Planning*, 189, 71–79.

Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. University of Illinois press.

Pacheco, A., & Veeger, M. (2018). *Costa Rica será el primer HUB a nivel global para desarrollo regenerativo territorial | UCI*. <https://uci.ac.cr/articulos/costa-rica-sera-primer-hub-nivel-global-desarrollo-regenerativo-territorial/>

Pardo, I. L. (2015). Sobre el desarrollo sostenible y la sostenibilidad: Conceptualización y crítica. *BARATARIA. Revista Castellano-Manchega de Ciencias sociales*, 20, 111–128.

Perkins. (s/f). *Designed to be the greenest building in North America, CIRS is a “living lab” that demonstrates the possibilities in sustainable design and construction, serving as a catalyst for change*. http://admin-playground.sites.olt.ubc.ca/files/2016/12/LEED_CIRS-narrative_PerkinsWill.pdf

Perkins & Will. (s/f). *Perkins&Will*. Recuperado el 1 de julio de 2021, de <https://perkinswill.com/>

Peters, T., & D’Penna, K. (2020). Biophilic design for restorative university learning environments: A critical review of literature and design recommendations. *Sustainability*, 12(17), 7064.

Plessis, C. du. (2012). Towards a regenerative paradigm for the built environment. *Building Research & Information*, 40(1), 7–22. <https://doi.org/10.1080/09613218.2012.628548>

PNUD. (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Poó Rubio, A. (2009). *Edificios verdes, edificios Inteligentes: Tecnología para la arquitectura sustentable*. <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/5304>

Prévot, A.-C., Cheval, H., Raymond, R., & Cosquer, A. (2018). Routine experiences of nature in cities can increase personal commitment toward biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 226, 1–8.

Programa Viva. (2021). <https://www.programaviva.org/experiencias-viva/>

¿Qué es Biomimética? (2021). <http://blog.espol.edu.ec/dtgarzon/pagina-ejemplo/>

Reckermann, J. E. (2014). *CIRS PRE-OCCUPANCY EVALUATION: INHABITANT FEEDBACK PROCESSES AND POSSIBILITIES FOR A REGENERATIVE PLACE*. The University of British Columbia.

Reed, B. (2007). Shifting from ‘sustainability’ to regeneration. *Building Research & Information*, 35(6), 674–680. <https://doi.org/10.1080/09613210701475753>

Regeneration International. (2019). <https://regenerationinternational.org/es/homeesp/>

Regenesis Group. (s/f). Regenesis. *Who We Are*. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de <https://regenisigroup.com/team>

Regenesis Institute for Regenerative Practice. (s/f). Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de <https://regenerat.es/>

Rodríguez, E. A. P. (2013). Conciencia, concientización y educación ambiental: Conceptos y relaciones. *Revista Temas: Departamento de Humanidades Universidad Santo Tomás Bucaramanga*, 7, 231–244.

Sánchez, S. A. (2014, agosto 27). *11 normas y certificaciones de edificación sustentable en México. Obras por expansión*. <https://obras.expansion.mx/construccion/2014/08/28/11-normas-y-certificaciones-de-edificacion-sustentable-en-mexico>

Sánchez-Cascado, F. (2016). *Diseño biofórmico, la naturaleza de base | tiovivo creativo*. <https://www.tiovivocreativo.com/blog/arquitectura/disenio-bioformico-la-naturaleza-como-base/>

Schweitzer, J.-P., & Gionfra, S. (2018). Nature-based education for resilient cities. En *Lifelong Learning and Education in Healthy and Sustainable Cities* (pp. 355–376). Springer.

Secretaría de salud. (s/f). *Normas Oficiales Mexicanas*. gov.mx. Recuperado el 10 de diciembre de 2020, de <http://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>

Seeds of Good Anthropocenes. (2019). <https://goodanthropocenes.net/>

Shea, A. (s/f). *Hitchcock Center for the Environment Model*. Andrew Shea. Recuperado el 31 de mayo de 2021, de <https://www.andrewsheadesign.com/hitchcock-center-for-the-environment-model>

Söderlund, J. (2019). *The emergence of Biophilic design*. Springer.

Soga, M., & Gaston, K. J. (2016). Extinction of experience: The loss of human–nature interactions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(2), 94–101.

Soga, M., Gaston, K. J., Yamaura, Y., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2016). Both direct and vicarious experiences of nature affect children’s willingness to conserve biodiversity. *International journal of environmental research and public health*, 13(6), 529.

Souza, E. (2020, agosto 30). *Edificios en evaluación: 12 certificaciones de construcción sostenible*. ArchDaily México. <https://www.archdaily.mx/mx/946382/edificios-en-evaluacion-12-certificaciones-de-construccion-sostenible-que-debes-conocer>

Spence, A., & Pidgeon, N. (2009). Psychology, Climate Change & Sustainable Behaviour. *Environmental: Science and Policy for Sustainable Development*, 51(6), 8–18. <https://doi.org/10.1080/00139150903337217>

Stafford, M., Tilley, S., & Britton, E. (2018). *The new sustainability: Regeneration*. Innovation Group.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., & De Wit, C. A. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).

Stephens, J. C., Hernandez, M. E., Román, M., Graham, A. C., & Scholz, R. W. (2008). Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts. *International journal of sustainability in higher education*.

Studente, S., Seppala, N., & Sadowska, N. (2016). Facilitating creative thinking in the classroom: Investigating the effects of plants and the colour green on visual and verbal creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 1–8.

Swart, J. A., Van Der Windt, H. J., & Keulartz, J. (2001). Valuation of nature in conservation and restoration. *Restoration ecology*, 9(2), 230–238.

Tam, K.-P. (2013a). Concepts and measures related to connection to nature: Similarities and differences. *Journal of environmental psychology*, 34, 64–78.

Tam, K.-P. (2013b). Dispositional empathy with nature. *Journal of environmental psychology*, 35, 92–104.

Tazón, P. de L., & Edurne, F. (2015). *Política de impulso a la edificación sustentable: Hacia la construcción de un futuro económicamente próspero y ambientalmente consciente*. <http://repositorio-digital.cide.edu/handle/11651/615>

Thompson, C. W., Aspinall, P., & Montarzino, A. (2008). The childhood factor: Adult visits to green places and the significance of childhood experience. *Environment and behavior*, 40(1), 111–143.

UBC. (s/f). *Building Manual / CIRS*. The University of British Columbia. Recuperado el 4 de agosto de 2021, de <http://cirs.ubc.ca/building/building-manual/>

Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11(3), 201–230.

Vázquez, G. S. (2018). La arquitectura sustentable como respuesta al daño ambiental. *Revista Latinoamericana de Educación y Estudios Interculturales*, 2(3), 36–40.

Von Bertalanffy, L. (1976). Teoría general de los sistemas. *Editorial Fondo de Cultura Económica. México*.

Wahl, D. (2016). *Designing Regenerative Cultures*. Triarchy Press.

Weber, A. (2019). *Enlivenment: Toward a poetics for the anthropocene* (Vol. 16). MIT Press.

Wells, N. M., & Lekies, K. S. (2006). Nature and the life course: Pathways from childhood nature experiences to adult environmentalism. *Children Youth and Environments*, 16(1), 1–24.

Whitbread, H. (2015). The water lily and the cyber cow, landscape as a platform for Education for Sustainability in the higher education sector. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 16, 22–28.

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.

Wilson, E. O. (1990). *Biophilia New edition*. Harvard University Press.

Windhorst, E., & Williams, A. (2015). “It’s like a different world”: Natural places, post-secondary students, and mental health. *Health & Place*, *34*, 241–250.

Wu, D. W.-L., DiGiacomo, A., & Kingstone, A. (2013). A Sustainable Building Promotes Pro-Environmental Behavior: An Observational Study on Food Disposal. *PLOS ONE*, *8*(1), e53856. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053856>

Yin, J., Zhu, S., MacNaughton, P., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2018). Physiological and cognitive performance of exposure to biophilic indoor environment. *Building and Environment*, *132*, 255–262.

Zamora, M. E., Huerta, A. H., Maqueo, O. P., & Badillo, G. B. (2016). Cambio global: El Antropoceno. *Ciencia Ergo Sum*, *23*(1), 66–75.

Zeballos, C. (2013, agosto 2). EL CIRS Y EL DISEÑO REGENERATIVO. *Mi Moleskine Arquitectónico*. <http://moleskinearquitectonico.blogspot.com/2013/08/el-cirs-y-el-diseno-regenerativo.html>

Zenteno, V. (2019). Campus UMA. *Universidad del Medio Ambiente*. <https://umamexico.com/nuestro-campus/>