

**FLEXIBLE BOX:
MÓDULOS ESTRUCTURALES FLEXIBLES PARA LA TRANSFORMACIÓN
ESPACIAL**

DAMARY BLANCO LOPEZ

**Proyecto Investigación + Creación para optar el título de
ARQUITECTO**

Director:

JUAN SEBASTIAN NEIRA SARMIENTO

Arquitecto

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
BOGOTÁ D.C**

2024

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre
Director de Trabajo de grado

Nombre
Jurado 1

Nombre
Jurado 2

Bogotá D.C. enero de 2024

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García – Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García – Peña

Vicerrectoría Académica

Dra. María Fernanda Vega de Mendoza

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Vicerrectora de Investigaciones y Extensión

Dra. Susan Margarita Benavides Trujillo

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana Facultad de Arquitectura

Arq. María Margarita Romero Archbold

Las directivas del claustro de la Fundación Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente; no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

Agradezco a mi familia, por su apoyo incondicional y motivación en cada momento. A mi director de trabajo de grado , por su orientación y valiosos aportes durante la creación de este trabajo lleno de retos e innovación. A todos los profesores quienes compartieron sus conocimientos y experiencias para darle un valor agregado a esta propuesta y finalmente a mis compañeros de semestre, por el intercambio de ideas , colaboración y apoyo mutuo en cada momento.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo General De Investigación + Creación	18
4.2 Objetivos Específicos De Investigación:	18
4.3 Objetivos Específicos De Creación:	18
5. METODOLOGÍA	19
6. ANTECEDENTES (ESTADO DEL ARTE)	21
6.1 Nomadismo	23
6.2 Movimiento moderno	24
6.3 Richard Buckminster Fuller- Arquitectura científica adaptable	24
6.4 Movimiento metabolista	25
6.5 Yona Friedman	27
6.6 Archigram	28
6.7 Sistemas móviles y Estructuras Adaptables–Ricardo Franco	30
6.8 Flexibilidad – German Gutiérrez	30
6.9 Arquitectura Cinética – Pedro Felipe Martínez Jaramillo	32
6.10 Síntesis y conclusiones de la Arquitectura Flexible	33
7. MARCO REFERENCIAL	35
7.1 Marco Teórico Conceptual	35
7.2 Marco Legal	39
7.2.1 Normativa: Constitución política de Colombia, 1991	40

7.2.2 Normativa: Acuerdo 7 de 1979	40
7.2.3 Normativa: Acuerdo 6 de 1990 – alcaldía mayor de Bogotá	40
7.2.4 Normativa: Acuerdo 19 de 1994 , del concejo de Bogotá	41
7.2.6 Normativa: Plan de Manejo Ambiental del Humedal Juan Amarillo	43
8. SISTEMAS ESTRUCTURALES FLEXIBLES	44
9. DIAGNOSTICO URBANO	47
9.1 Localización	47
9.2 Análisis del área de influencia- Análisis según el PMA Humedal Juan Amarillo	49
9.3 Análisis Funcionales	50
9.4 Análisis Socio- Económico y cultural	52
10. INCORPORACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A LA CREACIÓN (EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO)	53
11. PROYECTO ARQUITECTÓNICO	54
11.1 Estrategias Técnicas de Diseño	54
11.2 Lógicas de Transformación	58
11.3 Lógicas de Agrupación	59
11.4 Ubicación de los módulos estructurales en el Humedal	60
11.5 Detalles técnicos de la Flexible Box	62
11.6 Materialidad del Módulo	64
11.7 Posibles Usos de la Flexible Box	65
12. CONCLUSIONES	71
REFERENCIAS	72
ANEXOS	73

LISTA DE FIGURAS

	pág.
<i>Figura 1. Árbol de problemas</i>	14
<i>Figura 2. Cuadro de Objetivos Específicos</i>	20
<i>Figura 3. Revisión de precedentes teóricos y prácticos</i>	21
<i>Figura 4. (Continuación)</i>	22
<i>Figura 5. Yurt Nómada</i>	23
<i>Figura 6. Dymaxion House – Buckminster Fuller</i>	25
<i>Figura 7. La Ciudad en el Aire de Arata Isozaki</i>	26
<i>Figura 8. Torres Nakagin- Kisho Kurukawa</i>	26
<i>Figura 9. Ciudad Espacial – Yona Friedman</i>	28
<i>Figura 10. The Plug-in City - Peter Cook</i>	29
<i>Figura 11. Módulo Flexible para la primera Infancia</i>	31
<i>Figura 12. Torre de Viviendas de Arquitectura cinética</i>	32
<i>Figura 13. Síntesis de Conceptos - Estado del Arte</i>	34
<i>Figura 14. Sistema de prototipo Tijera - Chuck Hoberman</i>	36
<i>Figura 15. Olympic arch - Chuck Hoberman</i>	37
<i>Figura 16. Estrategias del Open Building</i>	39
<i>Figura 17. Conceptos clave de la estructura ecológica principal</i>	42
<i>Figura 18. Estructuras Flexibles Plegables</i>	44
<i>Figura 19. Estructuras Flexibles Tipo Tijera</i>	45
<i>Figura 20. Estructuras Flexibles Tipo Lego</i>	45
<i>Figura 21. Cuadro comparativo de sistemas estructurales flexibles</i>	46
<i>Figura 22. Localización lugar de intervención</i>	47
<i>Figura 23. Localización del Humedal Juan Amarillo</i>	48
<i>Figura 24. Mapas de Análisis del Humedal Juan Amarillo</i>	49
<i>Figura 25. Fotos Aéreas del Humedal Juan Amarillo</i>	50
<i>Figura 26. Reconocer el Humedal: Análisis de Nodos</i>	51
<i>Figura 27. Entender y Habitar el Humedal: Análisis de Zonas Pasivas y Activas</i>	51

Figura 28. Cuadro: Estrategias Técnicas de Diseño	54
Figura 29. Estrategia: Módulo Articulador	54
Figura 30. Estrategia: Estructura Flexible	55
Figura 31. Generar Rotación Horizontal en el Módulo	55
Figura 32. Generar Rotación Vertical en el Módulo	56
Figura 33. Estrategia: ADD ON – ADD IN	57
Figura 34. Estrategia: Revestimiento Desplazables	57
Figura 35. Lógicas de Transformación del módulo	58
Figura 36. Lógicas de Agrupación	59
Figura 37. Foto plano de la ubicación de los módulos	60
Figura 38. Ubicación de los Módulos y Usos del Humedal	61
Figura 39. Detalle Técnico: Funcionamiento de la Estructura	62
Figura 40. Detalle Técnico: Uniones	63
Figura 41. Detalle técnico: Funcionamiento de la Fachada plegable	64
Figura 42. Flexible Box : Cultural	66
Figura 43. Flexible Box : Educativo	67
Figura 44. Flexible Box : Comercial	68
Figura 45. Flexible Box : Urbano	69
Figura 46. Flexible Box : Habitacional	70
Figura 47. Galería- Pabellón de Arte	75
Figura 48. Vista Interior del Pabellón	76
Figura 49. Vista Exterior del Pabellón	76
Figura 50. Huerta Urbana	77
Figura 51. Vista Exterior de la Huerta Urbana	77
Figura 52. Vista Interior de la Huerta Urbana	78
Figura 53. Talleres Libres	78
Figura 54. Vista Exterior de los Talleres libres	79
Figura 55. Vista Interior de los Talleres Libres	79
Figura 56. Torre de Avistamiento de Aves	80

<i>Figura 57. Vista Exterior de la Torre de Avistamiento de Aves</i>	80
<i>Figura 58. Vista Interior de la Torre de Avistamiento de Aves</i>	81
<i>Figura 59. Avistamiento de Anfibios y Mamíferos</i>	81
<i>Figura 60. Vista Exterior Avistamiento de Anfibios y Mamíferos</i>	82
<i>Figura 61. Vista Interior Avistamiento de Anfibios y Mamíferos</i>	82
<i>Figura 62. Vista Exterior del Módulo Urbano</i>	83
<i>Figura 63. Módulo Urbano de Permanencia</i>	83

RESUMEN

La Arquitectura que hoy en día se está diseñando, proyectando y construyendo, es en su mayoría rígida, estática e inmodificable, haciendo casi imposible futuras transformaciones, un problema que no solo se ve reflejado en las edificaciones , sino que también se puede observar en entornos urbanos como los parques , espacios que si bien son para el disfrute de las comunidades , realmente no son pensados para el movimiento que estos representan, dejando a su paso espacios en deterioro; estos espacios urbanos no deben ser concebidos como elementos estáticos e inmutables, sino como lugares de oportunidad , en los que se producen constantes transformaciones tanto físicas, sociales y culturales, por tal razón se plantea como solución el uso de los principios de la Arquitectura flexible de manera que le permita a la arquitectura dar un aporte a una sociedad que está en constante movimiento y evolución, proporcionando proyectos que se van transformando conforme a las necesidades que el usuario o el contexto requieran.

La presente investigación busca romper con la rigidez con la que se hace la arquitectura hoy en día partir de las estrategias que la Arquitectura Flexible propone, de manera que se pueda crear estructuras dinámicas-flexibles que le permitan al objeto arquitectónico transformarse, adaptarse y cambiar conforme a las necesidades presentes y futuras (Uso, Forma , Entorno).

PALABRAS CLAVE

Arquitectura Flexible, Movimiento, Diseño Transformable, Adaptabilidad, Estructuras Flexibles.

INTRODUCCIÓN

Al igual que un organismo vivo, el espacio no es estático, es dinámico y cinético. Y tal como lo describía Heráclito, “Todo está en movimiento, todo cambia de una forma constante, lo que es en este momento, nunca más lo volverá a ser y lo que fue en su momento, nunca más lo será” La Arquitectura que hoy en día se está diseñando, proyectando y construyendo, es en su mayoría rígida, estática e inmodificable, haciendo casi imposible futuras transformaciones. Estamos inmersos en la cultura del cambio y del crecimiento acelerado en las ciudades, un crecimiento que trae consigo variables que hace que hoy en día tengamos problemas de densidad , contaminación y fuertes cambios climáticos .

En una ciudad como Bogotá donde los procesos urbanísticos cada vez son más notables , la construcción poco a poco va invadiendo los ecosistemas naturales (Parques , reservas forestales y humedales) ignorando la importancia y beneficios ecosistémicos que estos representan dentro de las ciudades, los humedales especialmente, son los elementos naturales más afectados por dicha expansión ,como primera medida preventiva se hace necesario pensar en una barrera física que permita definir un límite para “Protegerlos”, por lo que en la mayoría los humedales de la ciudad de Bogotá se puede evidenciar el uso de la reja , que si bien evita la expansión de la urbana , priva de la libertad de conocer y darle importancia a los humedales, imposibilitando la conexión y permeabilidad con la ciudad, hasta tal punto de ser elementos de total desconocimiento y aislados de las comunidades.

La investigación está estructurada en el desarrollo de los objetivos específicos de investigación y creación, identificando el tema y la posible solución que dan respuesta a la problemática .Como punto de partida se lleva a cabo una revisión bibliográfica diacrónica donde se reconocen los precedentes teóricos y prácticos que han abordado el tema de la arquitectura flexible , adaptable , móvil, cinética y el diseño transformable como oportunidad de pensar una arquitectura acorde al movimiento de las ciudades. A través de esta primera búsqueda se analizan las técnicas estructurales flexibles y su aplicación en los elementos arquitectónicos de pequeña y mediana escala , para desarrollar un módulo flexible y adaptable que permita crear diferentes configuraciones espaciales y de menor impacto con el ambiente , generando diferentes centros o pabellones para la interpretación de la naturaleza del parque Humedal Juan Amarillo para

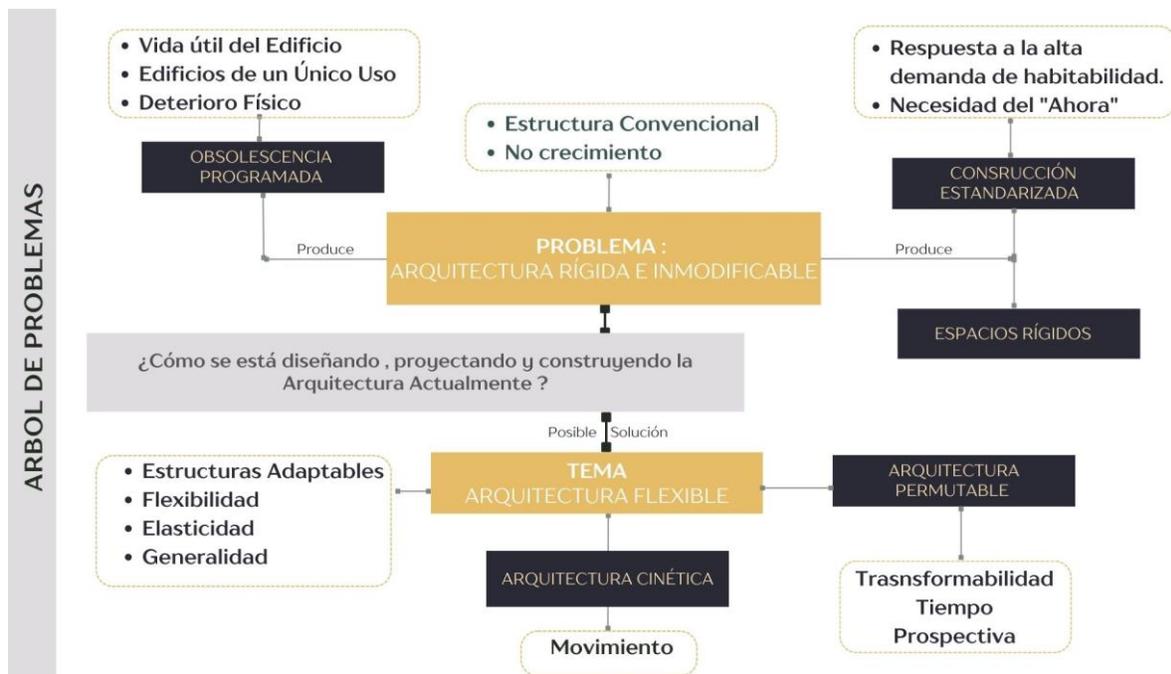
revitalizarlo, por otra parte , se realiza un diagnóstico urbano del humedal, abordado desde diferentes escalas para entender la importancia que este humedal representa dentro de la ciudad de Bogotá , así como se identifican sus cualidades ecológicas, culturales y sociales. Finalmente se formulan estrategias de intervención y diseño de estructuras adaptables desde los criterios de la arquitectura flexible dando paso a proponer módulos estructurales para el parque de interpretación de la naturaleza del Humedal Juan Amarillo, donde las estructuras son puestas a prueba para evidenciar cuán importante es la Arquitectura flexible en una ciudad que está en movimiento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Arquitectura rígida e inmodificable.

“El hábitat arquitectónico actual se presenta en su mayoría rígido, estático e inmodificable, haciendo casi imposible futuras transformaciones, así como cambios de forma y de espacio en el tiempo con fines adaptativos” (Franco,2009). Al igual que un organismo vivo, la arquitectura debería cambiar y adaptarse a las diferentes dinámicas que suceden en la ciudad. Hoy en día cuando pensamos en arquitectura adaptable, se piensa en edificaciones que se ajustan y se adaptan a una necesidad y momento específico, pero no se considera que al igual que el entorno cambia las necesidades y los usuarios también y que por ende el objeto arquitectónico debería cambiar, la cuestión es que la arquitectura como se ha venido diseñando y proyectando, no tiene en cuenta las posibles transformaciones a futuro, por lo tanto surge una oportunidad para pensar en estrategias que le permitan a la arquitectura proponer intervenciones amigables con el ambiente y que vaya acorde a las dinámicas que suceden alrededor de cualquier intervención.

Figura 1.
Árbol de problemas



Nota. La figura muestra los principales temas del árbol de problemas identificando el contexto y las problemáticas, así como las posibles soluciones.

El humedal como amortiguador del crecimiento de la ciudad.

Desde los primeros asentamientos humanos en la Ciudad de Bogotá , los recursos naturales y la estructura ecológica de la ciudad han sido alterados debido al crecimiento poblacional y la necesidad de dar respuesta a la demanda de vivienda y servicios dotacionales, en efecto, los humedales han sido apartados de su entorno circundante con el uso de cerramientos invasivos y rígidos lo que suscita espacios de invasión en donde se desarrollan actividades como reciclaje , vertimiento de basuras, escombros , viviendas informales , etc.; actividades que no van acorde a lo que un humedal necesita generando una disonancia entre el humedal y su entorno.

Hoy en día las intervenciones urbanísticas y arquitectónicas en la ZMPA (La Zona de Manejo y Preservación Ambiental) o zona amortiguadora del Humedal Juan Amarillo, son ajenas a las dinámicas y necesidades del contexto, lo que hace necesario pensar en una forma más equilibrada e integral de intervenir el borde , desvaneciendo la idea de límite entre el paisaje natural y el entorno construido , viendo este proyecto como una oportunidad de flexibilizar la relación de los componentes bióticos y antrópicos.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que nosotros como arquitectos tenemos el deber de proponer soluciones innovadoras que vayan acorde a una ciudad que está en constante movimiento y evolución y pensando en la importancia de la relación entre el entorno natural y construido , se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo crear un módulo flexible y adaptable que le permita al objeto arquitectónico transformarse en el tiempo , generando diferentes tipos de habitabilidad ?

3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación propone módulos estructurales flexibles entendiendo la importancia de pensar en una arquitectura que esté acorde a una ciudad que está en constante movimiento, para validar toda la investigación de la arquitectura flexible en una propuesta urbana, se toma como lugar de intervención el Humedal Juan amarillo , una proyecto arquitectónico implantado en un entorno natural protegido , que le apuesta a cambiar el paradigma de que los humedales deben ser elementos protegidos y aislados del entorno por medio de rejas ,si no por el contrario , generar por medio de la arquitectura flexible infraestructuras adaptativas que permitan una relación más directa pero consciente entre el visitante y el ecosistema, de modo que estas estructuras se convierten en centros de interpretación de la naturaleza para que los usuarios aprenda a coexistir con el humedal.

Entendiendo que la duración de las edificaciones y proyectos urbanísticos es limitada, bien sea por su uso o deterioro físico, surge una reflexión entre lo Efímero y lo Perdurable, dos conceptos que, si bien son opuestos, tienen algo en común, el Tiempo; donde el cambio va surgiendo y la arquitectura se ve inmersa a modificarse y adaptarse atendiendo a las necesidades que el usuario y el entorno dispongan, es pensar y diseñar arquitectura en el presente capaz de transformarse a futuro.

En la actualidad vivimos en un constante cambio, un factor del cual nada ni nadie se escapa y los seres humanos por excelencia se pueden adaptar a cualquier entorno y situación, la arquitectura entonces deber ser la herramienta que ayude a que este cambio sea más llevadero, flexible y adaptable; proyectar una arquitectura fuera de la rigidez tanto estructural como espacial, garantizará al usuario espacios de calidad con la posibilidad de cambiar dependiendo las necesidades y su contexto. Hoy en día con la tecnología de la mano se puede lograr alcanzar este tipo de proyectos que de alguna u otra manera retan la utopía , convirtiéndose en una oportunidad para innovar y proponer una forma sostenible de habitar en un entorno que está en constante cambio sin restarle importancia a los elementos naturales que conforman las ciudades , si no por el contrario volviéndolos parte de la solución.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General De Investigación + Creación

Objetivo general : Crear un módulo transformable mediante los criterios de la arquitectura flexible y cinética , aplicado a objetos arquitectónicos de pequeña y mediana escala, de manera que estos módulos generen diferentes tipos configuración espacial y funcional con el fin de revitalizar el Humedal Juan Amarillo.

4.2 Objetivos Específicos De Investigación:

1. Reconocer los precedentes teóricos y prácticos que han empleado los conceptos de arquitectura flexible y cinética a través de una revisión bibliográfica diacrónica.
2. Investigar y analizar las técnicas para el desarrollo de sistemas estructurales flexibles, por medio de la recolección de datos reflejados en un listado.
3. Identificar y cruzar de manera paralela los principios de la arquitectura flexible con las técnicas estructurales que le permiten al objeto arquitectónico desarrollar la adaptabilidad espacial.

4.3 Objetivos Específicos De Creación:

1. Caracterizar e identificar el lugar y el usuario que va a habitar el proyecto, identificando las necesidades que demanda el contexto
2. Plantear las estrategias conceptuales y formales de Diseño en el desarrollo del sistema estructural.
3. Desarrollar un prototipo de modulo transformable aplicado al Humedal Juan Amarillo , implementando los criterios, principios y técnicas analizadas, permitiendo evaluar la capacidad física, espacial y funcional que el módulo puede adquirir.

5. METODOLOGÍA

Esta investigación está dividida en 4 partes para su correcto desarrollo:

Primera parte : Se realiza una revisión diacrónica de la Arquitectura flexible, así como los conceptos claves para la investigación; Segunda parte: Se Identifican los sistemas estructurales flexibles existentes de manera que se pueda entender su funcionamiento técnico y su aplicación en la arquitectura ; Tercera parte: Se realiza un análisis del lugar en diferentes escalas, para entender de qué manera el humedal está relacionado a nivel ciudad , zonal y local , comprendiendo el área de influencia que este representa y poder definir la zona de intervención del proyecto , así como se hace el análisis de usuario y actores del proyecto, finalmente; en la cuarta parte de esta investigación y acuerdo a los resultados obtenidos en cada una de las partes , se plantean estrategias y lineamientos de diseño que aporten en la creación del módulo flexible demostrando las cualidades técnicas y espaciales de la Arquitectura flexible aplicado dentro de un contexto urbano como lo es en el humedal Juan Amarillo.

Con lo anterior se establece el cuadro para darle un correcto seguimiento a cada uno de los objetivos específicos de investigación y creación, donde se expresa las actividades, instrumentos, estrategias y mecanismos que se realizarán en cada objetivo planteado para su correcto entendimiento y desarrollo.

Figura 2.
Cuadro de Objetivos Específicos

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO DE INVESTIGACIÓN 1:</p> <p>Reconocer los precedentes teóricos y prácticos que han empleado los conceptos de arquitectura flexible y cinética.</p>	<p>Consultar : De manera diacrónica o línea de tiempo se busca información sobre la Arquitectura Flexible y los autores que han empleado el tema en sus proyectos.</p>	<p>Consulta : Registro bibliográfico en bases de Datos</p> <p>Aplicación al proyecto : Se destacan los principios o criterios proyectuales de la Arquitectura Flexible para ser aplicados al proyecto a partir de una síntesis o conclusión.</p>
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO DE INVESTIGACIÓN 2:</p> <p>Investigar y analizar las técnicas para el desarrollo de sistemas estructurales flexibles.</p>	<p>Consultar: los tipos de estructuras flexibles y su funcionamiento.</p>	<p>Consulta : Registro bibliográfico.</p> <p>Análisis : Imágenes que permitan identificar cada tipo de estructura.</p>
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO DE INVESTIGACIÓN 3:</p> <p>Identificar y cruzar de manera paralela los principios de la arquitectura flexible con las técnicas estructurales que le permiten al objeto arquitectónico desarrollar la adaptabilidad espacial.</p>	<p>Análisis : Revisión de los principios de la arquitectura flexible aplicados a los sistemas estructurales y su aplicación en la arquitectura</p>	<p>Análisis : Matriz de evaluación</p> <p>Aplicación al proyecto : De acuerdo con lo analizado se debe escoger que tipo de estructura va acorde a la flexibilidad que se le quiere dar al módulo propuesto.</p>
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO DE CREACIÓN 1:</p> <p>Caracterizar e identificar el lugar y el usuario que va a habitar el proyecto, identificando las necesidades que demanda el contexto</p>	<p>Análisis : Investigar y reconocer el lugar del contexto en el que se va a implantar el proyecto para tomar decisiones de diseño.</p>	<p>Análisis : Revisión bibliográfica de las características del lugar y mapas de aproximación al lugar.</p> <p>Aplicación al proyecto : Seleccionar zona de intervención.</p>
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO DE CREACIÓN 2:</p> <p>Plantear las estrategias conceptuales y formales de Diseño en el desarrollo del sistema estructural.</p>	<p>Aplicación al proyecto arquitectónico: Desarrollo de las estrategias de diseño conforme a los resultados obtenidos en la investigación.</p>	<p>Aplicación al proyecto : Esquemas digitales realizados por el autor para entender las estrategias.</p>
<p>OBJETIVO ESPECÍFICO DE CREACIÓN 3:</p> <p>Desarrollar un prototipo de modulo transformable aplicado al Humedal Juan Amarillo , implementando los criterios, principios y técnicas analizadas, permitiendo evaluar la capacidad física, espacial y funcional que el módulo puede adquirir.</p>	<p>Aplicación al proyecto arquitectónico: incorporar las estrategias de diseño de la Arquitectura Flexible en la construcción del módulo flexible a escala maqueta.</p>	<p>Aplicación al proyecto :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Imágenes del módulo para entender su funcionamiento 2. Foto plano del módulo implantado en el Humedal Juan amarillo

Nota. La figura representa la lista de actividades e Instrumentos para el desarrollo de cada objetivo específico.

6. ANTECEDENTES (ESTADO DEL ARTE)

Es importante reconocer cómo la adaptabilidad ha permitido crear algunas estrategias para que los proyectos puedan relacionarse con su entorno y las necesidades de las personas, por ello a continuación se presentan algunos postulados y precedentes que se han formulado alrededor de la Arquitectura Flexible reflejando la idea de Cambio y movimiento a través de una línea del tiempo, resaltando los conceptos clave y autores representativos, entendiendo que la arquitectura adaptable y flexible es una constante en la manera como se habita un lugar.

Figura 3.

Revisión de precedentes teóricos y prácticos



Figura 4. (Continuación)



Nota. La figura muestra a través de una revisión diacrónica los temas más relevantes de la arquitectura flexible, destacando los precedentes teóricos y prácticos que han investigado, analizado y han aplicado en algunos de sus proyectos.

6.1 Nomadismo

“El éxito de la raza humana reside en nuestra habilidad para ser flexibles.” (Kronenburg, 2007) . El ser humano por excelencia tiene una gran capacidad de adaptarse en el entorno inmediato en el que está, es por ello por lo que se empieza a hablar de nomadismo, como una de las primeras formas de arquitectura móvil, donde el grupo de personas se movilizaba de un lado a otro como estrategia de supervivencia, lo que hacía pensar en una arquitectura ligera, desmontable y transportable. Las culturas nómadas hacia los 15.000 AC , se desplazaban por diversos lugares buscando satisfacer sus necesidades de comida y protección , en un primer ejemplo de estas culturas y su arquitectura ligera se encuentran los Yurts construidos por los mongoles , donde a través de del uso de fibras vegetales y cueros de animales lograban armar carpas livianas, en el sentido que podían desmontarse de una manera sencilla y poder trasladarla sin complicaciones , este tipo de construcciones flexibles significaba también la apropiación por el lugar en el que se habitaba además de que *“significó un avance muy importante en el habitar, en un periodo en donde la técnica era limitada, los avances tecnológicos enfocados a la pesca y la caza, tener esa posibilidad de generar refugio significo entender el territorio de otra manera”* (Gutiérrez, 2015).

Figura 5.

Yurt Nómada



Nota. La figura muestra una vivienda tradicional de las familias nómadas de Mongolia. Tomado de: *“Yurts of Mongolian Nomads (Ger)”* <https://www.mongolia-travel-and-tours.com/yurt-mongolia.html>

6.2 Movimiento moderno

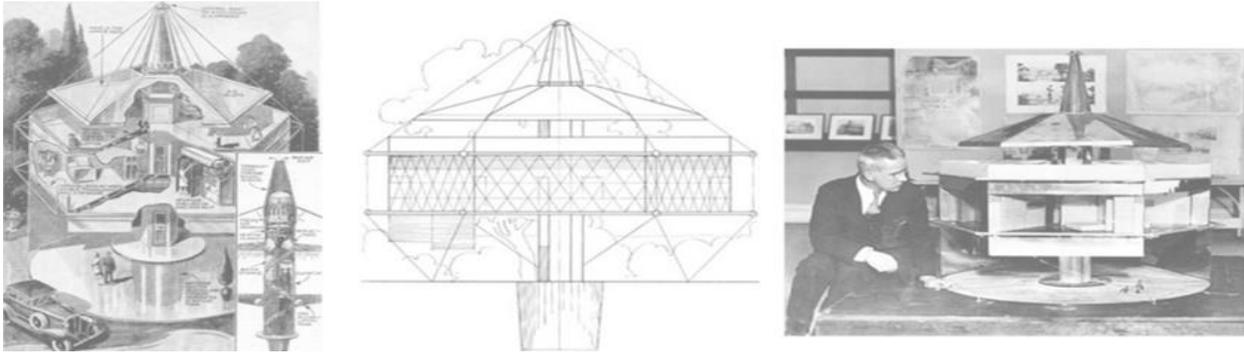
“La arquitectura supone el despojarse del ornamento y la racionalización del espacio, buscando una mayor funcionalidad, para ajustarse a las nuevas necesidades del hombre.”(Rodríguez,2015). Dentro de las corrientes de este movimiento, la relación con la arquitectura adaptable estaba dada de la siguiente manera: Racionalismo (Mies Van der Roe y Le Corbusier) proponen la flexibilidad entendida como uno de los componentes de la Arquitectura adaptable ; Organicismo (Frank Lloyd Wright) habla de la arquitectura orgánica en la creación de espacios flexibles y fluidos que se relacionan con su entorno de manera armónica.

6.3 Richard Buckminster Fuller- Arquitectura científica adaptable

Para el arquitecto, los proyectos arquitectónicos deben prever y tener en cuenta las necesidades y los requerimientos futuros, por tal motivo se hablaba de una arquitectura científica de alcance mundial , Fuller era consciente y entendía que las ciudades y la sociedad estaban en constante movimiento y evolución, lo que le hacía necesario pensar en proyectos que se adaptaran a las condiciones de un contexto donde la tecnología iba apareciendo, ahora bien , dentro de este contexto surge un problema de déficit de vivienda y Fuller hace una fuerte crítica a la manera en la que se estaba construyendo , ya que el “Estilo Internacional” solo se preocupaba por aspectos superficiales o estéticos y no por el tema funcional, *“Dymaxion House, es la respuesta de Fuller a los cambios que se estaban dando en la sociedad de 1927 a 1946; estos cambios están asociados a la movilidad geográfica y social de los diversos grupos sociales, en donde los avances en medios de transporte se asocian con los de la movilidad humana y plantean el reto de responder de manera clara y directa a través de la arquitectura a estos planteamientos; la instantaneidad, la inmediatez, el desplazamiento, la portabilidad, autoconstrucción y fácil ensamblaje de la vivienda”* (Gutiérrez, 2015). Esta propuesta para la vivienda da paso a pensar en cuan funcional y flexible son los espacios en los que se habitan y que tan importantes son para una sociedad que está en movimiento, el proyecto fue pensado para poder producirse en serie y a su vez poder adaptarse en cualquier lugar con elementos que se ensamblan para formar la unidad de vivienda , donde los usuarios son quienes se encargan de su armado.

Figura 6.

Dymaxion House – Buckminster Fuller

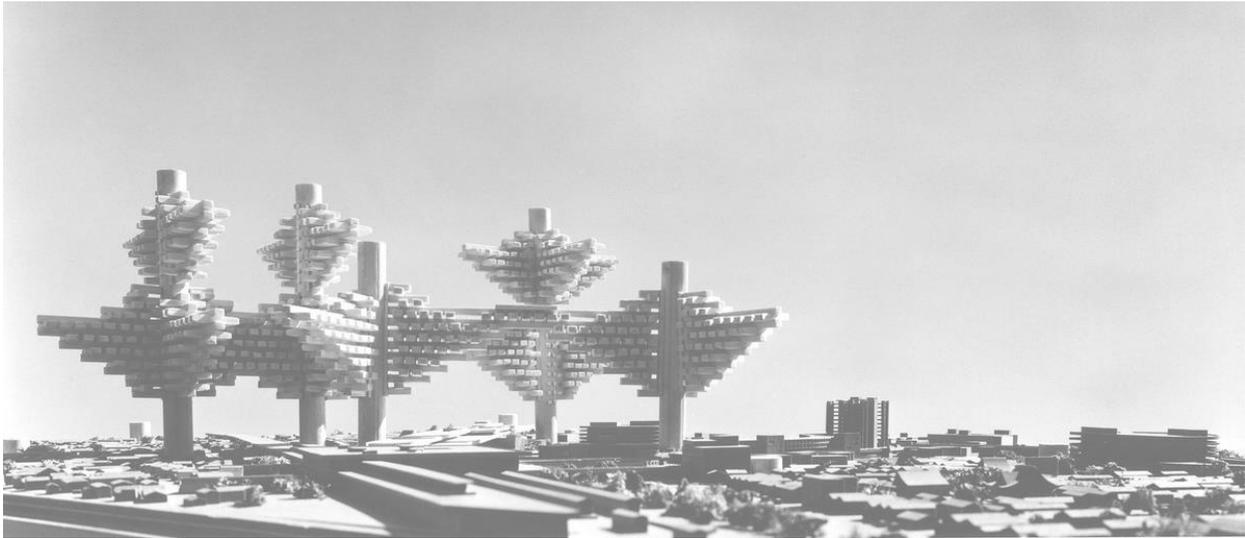


Nota. La Figura muestra las partes de la Dymaxion House , así como el esquema básico formal del proyecto y por último una fotografía de Buckminster Fuller al lado de una maqueta a escala de la casa . Tomado de: “Urban Nomadism and Pop-up Residences: An Alternative for Living or Not?” https://www.researchgate.net/publication/324758979_Urban_Nomadism_and_Pop-up_Residences_An_Alternative_for_Living_or_Not/figures?lo=1&utm_source=google&utm_medium=organic

6.4 Movimiento metabolista

“La filosofía de diseño metabolista se basa en la intercambiabilidad: edificios modulares, partes prefabricadas y cápsulas. Las unidades se mueven, cambian o se expanden según la necesidad del individuo, creando así una evolución orgánica.” (Echavarria M. n.d.). Este movimiento surge por la necesidad de reconstruir las ciudades de la posguerra, es así como se comienza a plantear diversas ideas para este nuevo urbanismo, en el que propusieron ciudades a gran escala, masificadas y soportadas por mega estructuras donde se le agregaban módulos prefabricados para satisfacer las necesidades del usuario, se hablaba entonces de un “Edificio inconcluso”, donde los elementos eran intercambiables y aportaban flexibilidad y variedad de usos. La palabra metabolismo , hace una analogía biológica en la manera como se comportan los organismos vivos , este movimiento confronta los edificios y las ciudades y la manera como se convierten en un proceso energético de la vida misma , donde hay ciclos de cambio y constante regeneración y evolución.

Figura 7.
La Ciudad en el Aire de Arata Isozaki



Nota. La figura muestra la maqueta a escala de la ciudad en el Aire de Arata Isozaki representando cómo se vería el proyecto para el barrio de Shinjuku en Tokio, Japón. Tomado de: <https://www.archdaily.co/co/912672/la-ciudad-en-el-aire-de-arata-isozaki>

Con base a lo expuesto por los Metabolistas , se toma como un primer caso estudio , las torres Nakagin , propuestas por el arquitecto Kisho Kurukawa en el año 1972, en donde se puede destacar que este proyecto se caracterizaba por manejar conceptos de flexibilidad y adaptabilidad, permitiéndole al edificio comportarse como un organismo vivo , evolucionando y cambiando su forma acondicionándose a las necesidades de los usuarios.

Figura 8.
Torres Nakagin- Kisho Kurukawa



Nota. La figura muestra un collage de la Torre Nakagin y cómo los módulos eran apilados. Imágenes tomadas de Google Imágenes.

La torre estaba compuesta por 144 Cápsulas que se acoplan a un núcleo central de concreto reforzado , de manera que podían ser sustituidas o intercambiadas según las necesidades del usuario, el tamaño de los módulos que consistían en una unidad básica habitacional era de 9.88m² , lo que permitía llevar no sólo el concepto de adaptabilidad a la escala de un edificio , si no también emplear temas de arquitectura flexible en el diseño interior de dicha cápsula , pues si bien el tamaño es reducido , el espacio debía de proveer elementos para que los usuarios pudieran moverse y apropiarse de esta cápsula.

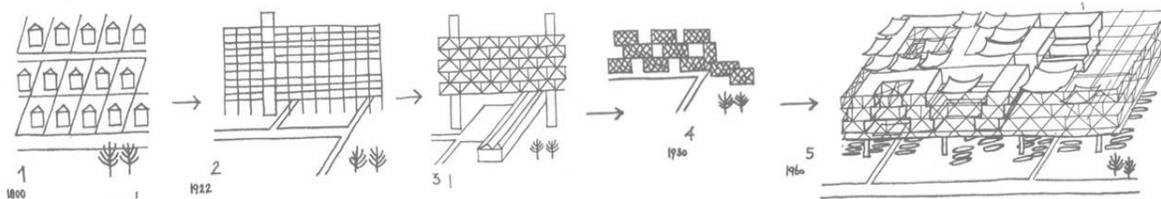
6.5 Yona Friedman

En 1957 el concepto de “Movilidad” fue apareciendo en la arquitectura a través de artículos como “Bauwelt” , “Techniques et Architecture” y “Kinday Kenchiku” escritos por Yona Friedman , estos escritos , lo que más adelante daría paso a crear el grupo G.E.A.M (Grupo de estudio de Arquitectura Móvil) , algunos de los integrantes de este grupo fueron Buckminster Fuller , quien ya venía con planteamientos de arquitectura flexible-adaptable y Kenzo Tange ; este grupo se dedicaba al desarrollo de ideas y conceptos que pudieran ser aplicados en propuestas arquitectónicas y urbanas que fueran adaptables y flexibles por consiguiente, se podían ver en sus propuestas estructuras que se reconfiguraban dependiendo las necesidades de los usuarios tenían , así como se planteaba que la participación del usuario fuera directa al momento de realizar las transformaciones.

Friedman asume el reto de pensar la manera en cómo se habita y el rol que tiene el usuario para adaptarse y apropiarse de su vivienda, por tal motivo el arquitecto pensaba que la arquitectura debía estar inmersa a los cambios y ser el usuario quien se apropiara de su espacio y terminara siendo el mismo quien diseñe su habitáculo. *“En términos lineales el concepto de flexibilidad que se hace evidente en el estudio para la arquitectura móvil y la villa espacial es el interés primario de Friedman, y producto de este interés, años después, surge la arquitectura móvil como planteamiento teórico del mismo.”* (Gutiérrez, 2015) . Esta teoría se ve materializada en su propuesta de la “Ciudad Espacial” donde la idea de trabajar y vivir en un mismo espacio sería posible, no se necesitaba demoler la ciudad actual , si no por el contrario , la ciudad se elevaba sobre la existente , lo que también permitía frenar la expansión en suelo, dicha ciudad estaba conformada por estructuras que permitían armar , desmontar y reconfigurar los espacios cuantas veces se quisiera; no se trataba de una ciudad ilimitada , si no de un crecimiento y un cambio

controlado donde la movilidad tomaba protagonismo en el crecimiento de las sociedades, la ciudad espacial es entonces una ciudad abierta , reconfigurable , permanente y adaptable donde el tiempo y las necesidades de las personas marcan la pauta de su diseño.

Figura 9.
Ciudad Espacial – Yona Friedman



Nota. La figura muestra la idea y desarrollo de la Ciudad espacial propuesta por Yona Friedman. Tomado de: “Yona Friedman. Por Una Arquitectura Móvil” <https://www.metalocus.es/es/noticias/yona-friedman-por-una-arquitectura-movil>

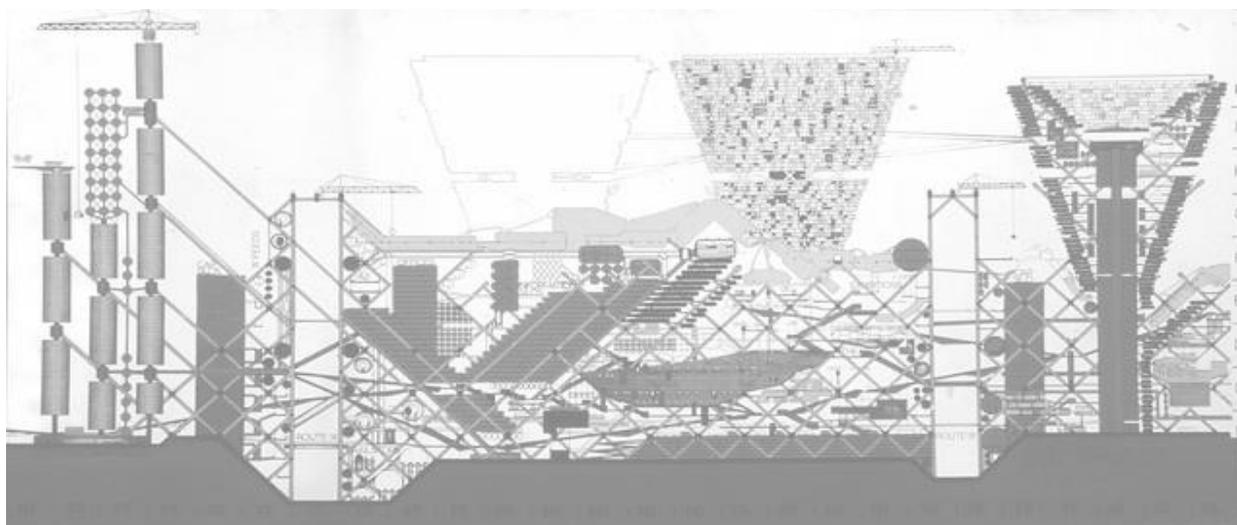
“Movilidad: las transformaciones sociales y las del modo de vida cotidiano son imprevisibles para una duración comparable a la de los actuales edificios. Los edificios y las nuevas ciudades deben poder adaptarse fácilmente según la voluntad de la futura sociedad que ha de utilizarlos: tienen que permitir cualquier transformación sin que ello implique la demolición total. Se trata del principio de la movilidad, término que yo he elegido tras muchos titubeos y a falta de otro mejor. Después de transcurrido un periodo de “trial and error”, comparable al de la formación espontánea del “código de las carreteras”, será posible formular las reglas de una nueva arquitectura” (Friedman, 1978).

6.6 Archigram

El grupo Archigram estaba conformado por Ron Herron , Peter Cook, Dennis Crompton, Warren Chalk, Michael Webb y David Greene, seis arquitectos que inspirados en la tecnología y en la evolución entran en la búsqueda por resolver la alta demanda de habitabilidad y mitigar la extensión de las ciudades, este movimiento propone una ciudad utópica conformada por infraestructuras móviles y flexibles, los proyectos fueron pensados como un organismo que se

conectaba a partir de sistemas modulares , lo que hacía que tuvieran la capacidad de trasladarse y adaptarse a la necesidad que cada usuario requería en una ciudad que estaba en constante cambio. *“Archigram bajo los principios de “Instantaneousness, openness and invention” generan proyectos experimentales y postulados teóricos y prácticos que no correspondían al momento en el que se propusieron; proyectos experimentales como The Walking City, The Plug-In City, The Living Pod, Instant City entre otros, desbordan la imaginación y plantean una crítica fuerte a la forma de hacer , entender y desarrollar arquitectura” (Gutiérrez, 2015).*

Figura 10.
The Plug-in City - Peter Cook



Nota. La Figura muestra un esquema de las estructuras y funcionamiento de la la Plug-in City de Peter Cook. Tomado de: “Clásicos de Arquitectura: The Plug-In City / Peter Cook, Archigram”
Imagen tomada de: <https://www.archdaily.co/co/02-302799/clasicos-de-arquitectura-the-plug-in-city-peter-cook-archigram>

The Plug-in City es un proyecto propuesto por Peter Cook y quizá el más destacable dentro de las propuestas utópicas de este grupo , el proyecto estaba pensado para ser una ciudad efímera donde el cambio y la intercambiabilidad de las funciones y los módulos proporcionaban en cierto tiempo diversos usos. Como bien se había planteado al inicio de esta investigación, la discusión entre lo efímero y lo perdurable de la arquitectura ; ejemplos como la plug-in city permite pensar la importancia que tiene la arquitectura en la construcción de las sociedades, si bien es una propuesta utópica para el momento en el que se planteó (1964) , lo sigue siendo para esta época , con la

diferencia que hoy en día nos damos cuenta que los edificios van cayendo en la obsolescencia justamente por no tener la capacidad de adaptarse a los usuarios y las nuevas dinámicas que la ciudad tiene, este tipo de propuestas utópicas deberían ser experimentadas y construidas a escala real , con todo el desarrollo técnico y tecnológico que se requiera convirtiéndose en una oportunidad para innovar y pensar en propuestas sostenibles que necesita la sociedad actual .

6.7 Sistemas móviles y Estructuras Adaptables–Ricardo Franco

Luego de conocer los planteamientos que algunos movimientos de la arquitectura han tenido entorno a la adaptabilidad en la arquitectura, ¿De qué manera se puede lograr un sistema estructura adaptable aplicado a la realidad? Las estructuras adaptables conformadas por sistemas móviles (Estructurales y No portantes) , permiten explorar la manera en la que se puede aplicar esta arquitectura mutante. El Arquitecto Franco Medina, ha realizado varias investigaciones en torno al tema, donde sostiene que la adaptabilidad y la capacidad de transformación son una necesidad de la sociedad y que la arquitectura debe dar respuesta a estos cambios; por lo que emplea el concepto de sistemas móviles como respuesta a la adaptabilidad.

La investigación *Estructuras adaptables* del año 2009 parte de la siguiente pregunta de investigación : ¿Es posible la generación de una arquitectura adaptable en la cual el hombre, la arquitectura y el medioambiente se encuentren en continua retroalimentación?. Lo que hace pensar que el tema de adaptabilidad y flexibilidad desde hace años se ha venido explorando , porque es aquí donde se encuentra la clave de proponer proyectos que reten a la manera en la que se está diseñando la arquitectura tradicional. En su investigación el arquitecto menciona que los sistemas móviles son una nueva forma de producir arquitectura de manera más eficiente y coherente con el ambiente , pues incorporando conceptos como la retroalimentación que él lo define como “Un intercambio de información, una interacción constante entre el objeto proyectado y su medio, y una evaluación permanente de resultados para generar procesos. (Franco y Torres, 2006). genera entonces una arquitectura con respuestas adaptativas en su entorno.

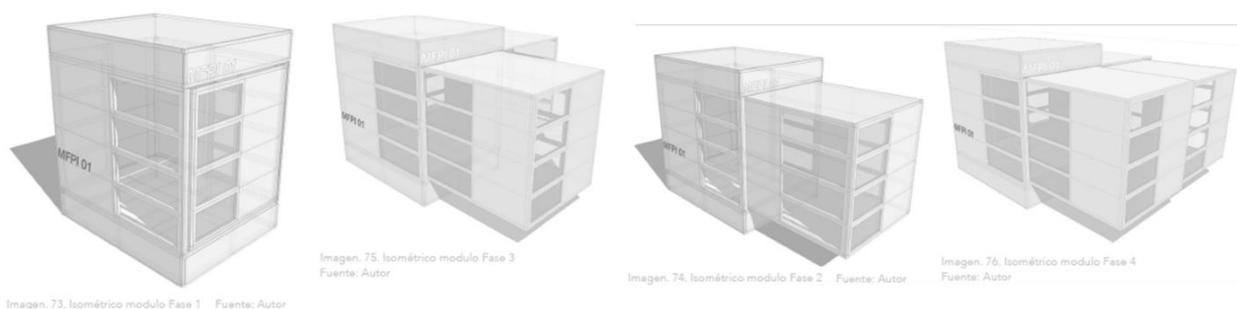
6.8 Flexibilidad – German Gutiérrez

Definición de estrategias proyectuales de la arquitectura flexible, para el desarrollo de una matriz de lineamientos aplicada a equipamientos educativos de la primera infancia.

Esta investigación explora las alternativas que ofrece la arquitectura flexible para dar respuesta a una de las necesidades básicas insatisfechas de Colombia, el objetivo general de esta investigación planteado por el autor es : “Analizar tipos de arquitectura flexible con el fin de definir aquellos apropiados para contexto colombiano y explorar posibles aplicaciones en el diseño de un equipamiento educativo como caso de estudio”. Gutiérrez le apuesta a plantear una solución real a partir de los principios proyectuales de la Arquitectura Flexible a un problema tan evidente en un país en vía de desarrollo como Colombia , donde aún hoy en día , la educación es una necesidad latente y de bajo alcance en comunidades urbanas y rurales, donde no existen espacios dignos y equipados para recibir educación.

A lo largo de la investigación se realiza una revisión de manera lineal en el tiempo donde se entiende cómo la arquitectura flexible y adaptable ha estado pretendiendo desde los inicios de los seres humanos y cómo esta, con la ayuda de la tecnología se va transformando y haciendo de mayor alcance en la construcción de las sociedades. La propuesta de un prototipo móvil y flexible para la educación de primera infancia en Colombia trabaja diferentes aspectos de la arquitectura flexible, donde se destacan aspectos y cualidades que le permiten al módulo responder al contexto y a las necesidades que el usuario demanda , pero aún más importante la posibilidad de poder transportar el módulo por diversos lugares permite que la educación llegue a cualquier parte del territorio colombiano y que sean los usuarios quienes se apropien de esta nueva arquitectura.

Figura 11.
Módulo Flexible para la primera Infancia



Nota. La figura muestra las fases de Transformación del Prototipo de modulo flexible para la primera infancia. Tomado de: Gutiérrez Pinzón, G. (2015). *Flexibilidad - definición de estrategias proyectuales de la arquitectura flexible, para el desarrollo de una matriz de lineamientos.*

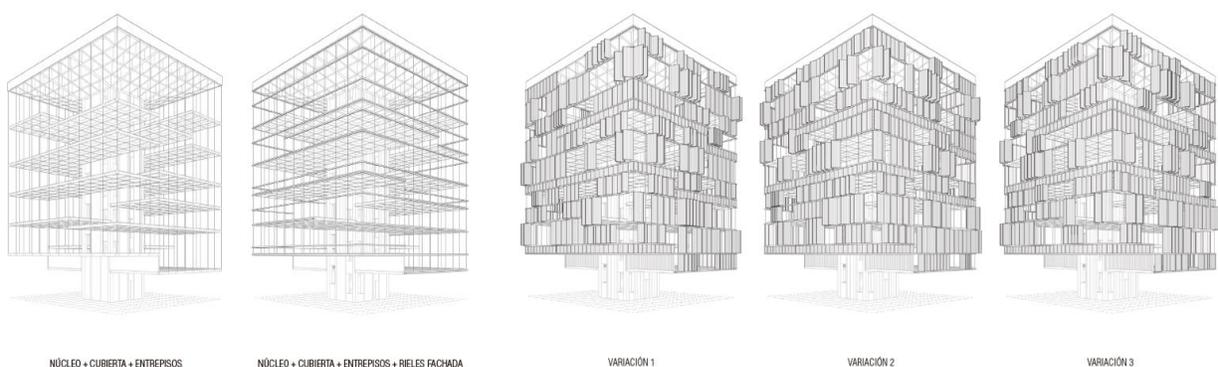
¿Es la arquitectura flexible la solución que representa ventajas comparativas respecto a otras soluciones para el desarrollo de equipamientos educativos en el marco de las NBI en el país?. La investigación y la creación del prototipo Flexible responde de manera positiva al planteamiento del problema , ya que con la propuesta del módulo da respuesta a la necesidad y pone en evidencia el alcance que tiene la arquitectura flexible y da paso a seguir investigando que otras alternativas y contextos pueden ser abordados , temas como lo efimero , temporal , transportable , transformable y lo temporal , son conceptos que están ligados a una sociedad que está en constante cambio y transformación y si la arquitectura puede dar herramientas para ayudar a que el cambio sea llevadero entonces es una arquitectura que vale la pena seguir explorando y experimentando.

6.9 Arquitectura Cinética – Pedro Felipe Martínez Jaramillo

¿Cómo debería ser la arquitectura de una ciudad que está en constante transformación? La arquitectura tiene la responsabilidad de interpretar y entender los tiempos en los que se vive y de esta manera proponer una arquitectura que vaya acorde a la realidad. Esta investigación da lugar a entender las dinámicas y el crecimiento que han tenido una ciudad como Bogotá – Colombia , donde es evidente que el tiempo y el cambio son constantes dentro de la fórmula para construir ciudad.

Figura 12.

Torre de Viviendas de Arquitectura cinética



Nota. La Figura muestra las partes y fases de transformación proyecto de Torre de Viviendas de Arquitectura cinética - Pedro Felipe Martínez Jaramillo . Tomado de : *Martínez Jaramillo, P. F. (2020). Arquitectura cinética.*

El proyecto está compuesto por un sistema constructivo modular , lo que permite que las unidades de vivienda puedan ser intercambiables o reemplazables a lo largo del tiempo y con base a las necesidades que el usuario requiera este tipo de arquitectura cinética , permite que el objeto arquitectónico pueda crecer y decrecer evitando caer en edificios obsoletos de un único uso , ya que desde el momento de su concepción se tiene en cuenta hasta que grado de progresividad y crecimiento puede llegar lo que hace pensar que el edificio debe responder a un diseño más personalizado y ajustado a un entorno que está en constante evolución.

Tal como lo menciona Martínez , Sin el concepto del tiempo es imposible entender la realidad del mundo, por ello , el autor explica 5 postulados del Tiempo y son aplicados en su propuesta arquitectónica de una torre de apartamentos y tal como lo describe el Autor la “Arquitectura Cinética cumple con los cinco postulados establecidos. Primero, incorpora el tiempo como uno de los factores de diseño más importantes, ya que, sin el concepto del tiempo es imposible entender la realidad del mundo. Segundo, reconoce que el tiempo es relativo y subjetivo, por lo cual da libertad a cada usuario de transformar su vivienda en el momento que quiera y cuantas veces sea necesario, según sus condiciones y expectativas cambiantes. Tercero, en vez de ser una arquitectura estática e inmóvil, el sistema acepta que el cambio causado por el tiempo es ineludible, así que, en lugar de luchar contra él, diseña de la mano del cambio, entendiendo que la arquitectura debe ser capaz de adaptarse a las diversas formas de habitar que van apareciendo con el tiempo. Cuarto, puesto que los cambios producidos por el tiempo son graduales y parten de preexistencias Quinto, reconociendo la condición cíclica del tiempo, el proyecto plantea un modelo de viviendas que no solo pueden ser progresivas, sino que también pueden ser regresivas”.

6.10 Síntesis y conclusiones de la Arquitectura Flexible

Se realiza una tabla comparativa donde se destacan los aspectos y conceptos más relevantes de cada uno de los autores y precedentes teóricos y prácticos en torno a la Arquitectura Flexible investigados en esta primera parte , además de encontrar similitud y seleccionar que conceptos son clave para sustentar el proyecto y orientar esta investigación-creación.

Figura 13.*Síntesis de Conceptos - Estado del Arte*

AUTOR - MOVIMIENTO	CONCEPTOS Ó CRITERIOS DE ARQ. FLEXIBLE
Nomadismo	<ul style="list-style-type: none"> • Móvil • Desplazable • Liviano • Autoconstrucción
Movimiento Moderno	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios Flexibles y Fluidos • Armonía con el entorno • Arquitectura simple y atemporal
Arq. Richard Buckminster Fuller	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura científica • Movilidad • Instantaneidad • Portabilidad • Ensamblaje • Eficiencia y Tecnología
Movimiento Metabolista	<ul style="list-style-type: none"> • Megaestructuras • Arquitectura dinámica • Gran escala • Transformabilidad • Modular
Arq. Yona Friedman	<ul style="list-style-type: none"> • Movilidad • Apropiación del Usuario • Adaptabilidad • Modular
Archigram	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructuras Flexibles • Habitabilidad • Tecnología • Estructuras móviles
Arq. Ricardo Franco	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas móviles en estructuras • Transformación • Respuesta adaptativa • Retráctil y Expandible
Arq. Germán Gutiérrez	<ul style="list-style-type: none"> • Modulo transformable • Inmediatez • Portabilidad • Temporal • Apropiación del usuario • Arquitectura efímera
Arq. Pedro Martínez	<ul style="list-style-type: none"> • Arquitectura cinética • Tiempo • Cambio • Reconfiguración

Nota. La figura muestra un cuadro con los conceptos clave de la Arquitectura Flexible encontrados en el estado del Arte.

7. MARCO REFERENCIAL

7.1 Marco Teórico Conceptual

Como punto de partida , es importante reconocer y definir algunos de los conceptos y teorías que están inmersos a esta investigación y que son clave para el desarrollo de la misma . Los conceptos expuestos en esta parte son extraídos de la revisión de los antecedentes (Estado del Arte) previamente expuesta en esta investigación.

Con base a la definición de los conceptos clave para tener en cuenta a lo largo de esta investigación, se puede dar paso a entender cómo funciona la arquitectura flexible, y de qué manera esta puede dar un aporte en la construcción de una ciudad que está en movimiento, es por ello que se podría dar la siguiente definición de **Arquitectura Flexible** : Es aquella que le permite al objeto arquitectónico transformarse adquiriendo cualidades de movimiento, portabilidad y adaptabilidad , convirtiéndose en una oportunidad para innovar y proponer una forma sostenible de habitar en un entorno que está en constante cambio y movimiento , respondiendo así a necesidades Físicas y Espaciales; dando paso a una Arquitectura Permutable.

Al momento de hablar de “**Arquitectura Permutable**” se destaca un elemento importante , el cambio , si bien todos los procesos de diseño concluyen en su materialización por medio de la construcción , el diseño no se puede dar por terminado , factores como el clima , la cultura y el crecimiento de las sociedades obligan a el objeto arquitectónico en transformarse, finalmente es el usuario quien termina transformado el espacio conforme a sus necesidades. Este tipo de arquitectura inacabada da lugar a pensar en diseños por y para el movimiento de las ciudades, abierta a la transformación en el tiempo , actuando de una manera sinérgica con su entorno y evitando la obsolescencia programada en la arquitectura.

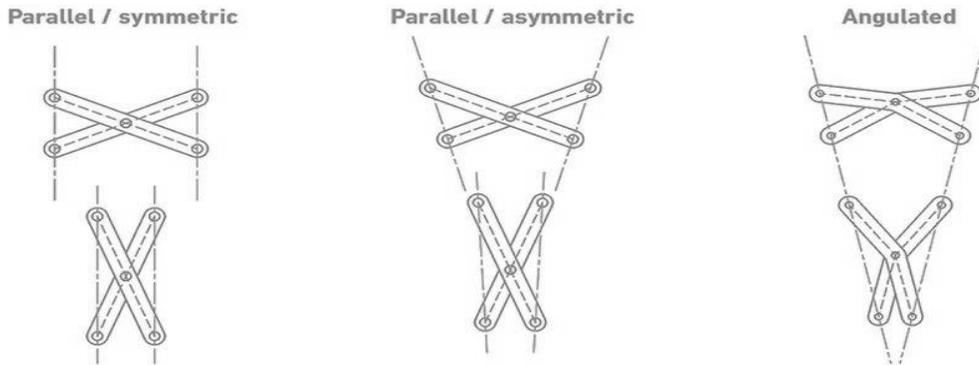
Diseño transformable - Chuck Hoberman

Chuck Hoberman explora la relación entre la cinética y la arquitectura y cómo la integración de la cinética en la arquitectura puede mejorar la funcionalidad y la eficiencia de los edificios. La estructura Transformable que propone emplea un sistema tipo tijera, el cual le permite a la estructura modificarse y cambiar de forma dependiendo en donde se ubique la articulación (Punto

Fijo) , permitiendo crear diferentes combinaciones , al mismo tiempo que se va explorando la calidad espacial que este tipo de sistemas puede generar.

Figura 14.

Sistema de prototipo Tijera - Chuck Hoberman

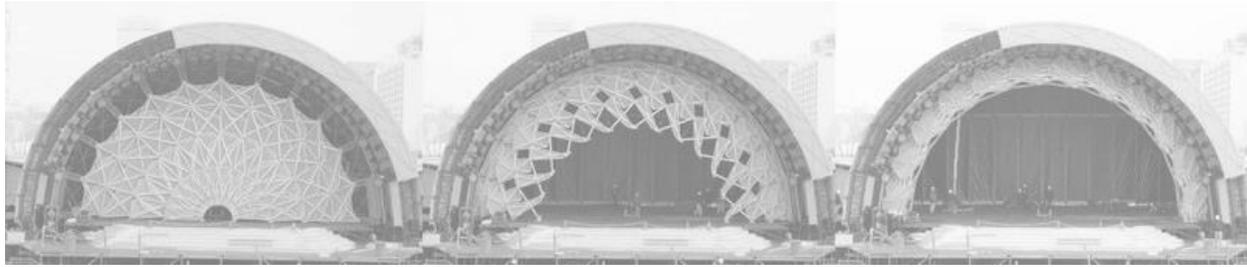


Nota. La figura muestra el funcionamiento del sistema tipo tijera para estructuras propuesto por Chuck Hoberman. tomada de: *“TIPOS DE TIJERAS: La comparación entre las estructuras expandibles y las retráctiles define la relación cambiante del objeto respecto a sus límites”*. https://www.facebook.com/aplust.architecture/posts/10158357080285760/?paipv=0&eav=AfarsPBVi3qD9tSaY2TycDlnSxNFM48TTo4VU5Nb-suYDcZZ7aCpjisZTobLNj3WM18&_rdr

Hoberman describe el diseño transformable como la nueva frontera del diseño , la palabra transformable , se refiere a la capacidad que un objeto en tener cambios controlados , de manera que pueda plegarse , ser retráctil o cambiar de forma , dichas capacidades , conducen a beneficios funcionales como la portabilidad y la capacidad de adaptarse al entorno construido. Sus proyectos se destacan por la cinética y el dinamismo que pueden tener sus estructuras , que, si bien no son estructuras portantes , están presentes en fachadas , cubiertas , juguetes y en objetos arquitectónicos diseñados para el entretenimiento como pantallas transformables y muros retráctiles que funcionan como una gran cortina para los espectáculos.

Figura 15.

Olympic arch - Chuck Hoberman



Nota. La figura muestra la transformación de la estructura como telón de escenario propuesto por Chuck Hoberman para la plaza de la medalla de olímpica para el año 2002. tomado de: “*Hoberman Arch*” <https://parametrichouse.com/hoberman-arch/>

Arquitectura Flexible- Robert Kronenburg

Autores como Robert Kronenburg habla de que “La arquitectura flexible se adapta a nuevos usos, responde a los cambios en lugar de estancarse y presenta elementos móviles más que estáticos, se trata de una forma de diseño que por su propia naturaleza resulta multidisciplinar y multifuncional ... para resolver problemas presentes y futuros asociados a los cambios tecnológicos , sociales y económicos.” (Kronenburg, *Flexible: Arquitectura que integra el Cambio* , 2007) , este autor plantea 4 aspectos que la arquitectura flexible debe contemplar como : ser adaptable , transformable , desplazable e interactiva , aspectos que Kronenburg los clasifica y permite entenderlos a profundidad , a continuación, se traen las definiciones de los aspectos mencionados anteriormente realizados por Kronenburg en su libro “*Flexible: Architecture that Responds to Change*”

Adaptar: Los edificios adaptables están pensados para responder fácilmente a diferentes funciones, modelos de uso y necesidades específicas de usuario, lo que se observa con mayor facilidad en proyectos de promotores de edificios de oficinas o de venta al público. (Kronenburg 2007, 114)

Transformar: Un edificio transformable es aquel que cambia de configuración, volumen, forma o aspecto mediante la alteración física de la estructura, el revestimiento o la superficie interior para permitir una modificación importante en la forma de utilizarlo o percibirlo. Es una arquitectura que se abre, se cierra, se expande o se contrae. (Kronenburg 2007, 146).

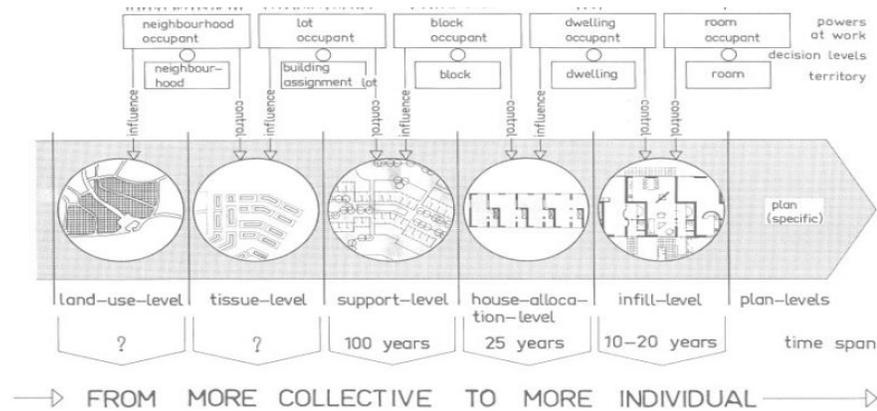
Desplazar: *La arquitectura móvil puede definirse como edificios diseñados específicamente para moverse de un lugar a otro, de manera que puedan cumplir mejor sus funciones . En algunos casos, la movilidad es absolutamente necesaria para que esa función pueda conseguirse. (Kronenburg 2007, 174).*

Interactuar: *Consiste en integrar sistemas de sensores que evalúen el entorno interno y externo, así como las características de los sistemas del edificio para actuar después en ellos con el fin de conseguir un rendimiento y unos niveles de comodidad máximos. En este sentido, el edificio coopera con sus moradores para conseguir los mejores resultados posibles. (Kronenburg 2007, 210).* La interacción está dada por el vínculo entre el objeto arquitectónico y el usuario apoyado con la tecnología.

Open Building

Es una estrategia de diseño que surge en los años 60's , el cual fundamenta en la en la coordinación modular, la combinación inteligente y consciente de los elementos en una estructura base. Kronenburg define el open Building como : *La estrategia de diseño arquitectónico flexible, que designa distintos niveles de intervención en el entorno de construcción, que van desde el diseño urbano hasta el equipamiento individual de estancias y espacios. (Kronenburg 2007, 116),* esta estrategia permite pensar desde el diseño del módulo hasta el momento de articularlo entre sí y generar una gran variedad de configuraciones físicas y espaciales , ofreciendo espacios multifuncionales.

Figura 16.
Estrategias del Open Building



Nota. La figura muestra el diagrama de decisiones en el sistema de edificación abierta realizado en 1998. Tomado de: *“Back to the future: Integral Open Building Design”* https://www.researchgate.net/publication/228958514_Back_to_the_future_Integral_open_building_design/figures?lo=1

Centro de interpretación de la Naturaleza

Para validar toda la investigación de la arquitectura flexible en una propuesta urbana que se da en torno a los humedales de Bogotá, se toma como lugar de intervención el humedal Juan Amarillo, por consiguiente, se investiga acerca de los **centros de interpretación de la naturaleza**. Este tipo de equipamientos son espacios que promueven el aprendizaje creativo y experimental e interpretativo, dándole protagonismo al patrimonio natural y cultural, por lo tanto, están enfocados en cuatro aspectos básicos: Investigación, conservación, divulgación y puesta en valor del entorno natural.

7.2 Marco Legal

Sabiendo que el proyecto se desarrollará en el Humedal Juan Amarillo, un entorno natural protegido por la ciudad de Bogotá D.C es importante reconocer que dice la norma al momento de intervenir en estos espacios naturales, para ello se reconocen y describen las normas de forma cronológica hasta llegar a la normativa vigente que permite realizar cualquier actuación urbanística y arquitectónica en zonas protegidas como esta, de manera que la intervención tenga un argumento de peso y el proyecto esté implantado de la mejor manera. A continuación, se

describe la normativa vigente para los Humedales expuesto por la Secretaría de Ambiente de la Ciudad de Bogotá.

7.2.1 Normativa: Constitución política de Colombia,1991

Descripción: “Artículo 79.Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Artículo 80.El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.”

7.2.2 Normativa: Acuerdo 7 de 1979

Descripción: “El acuerdo da paso a la transformación radical de las formas de crecimiento de la ciudad y consolido el centro urbano de como área de actividad múltiple, el acuerdo 7 dedica un breve subcapítulo a las zonas de reserva ambiental y a las zonas de reserva de rondas de ríos. Estos últimos son definidos como áreas de preservación ambiental establecidas para garantizar la permanencia y la conservación de las fuentes hídricas naturales, por lo cual se prohíbe cualquier tipo de uso diferente al forestal.”

7.2.3 Normativa: Acuerdo 6 de 1990 – alcaldía mayor de Bogotá

Descripción: “Por medio del cual se adopta el Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá, y se dictan otras disposiciones Estatuto para el ordenamiento físico del Distrito Especial de Bogotá. Faculta a la EAAB para realizar el acotamiento y demarcación de las rondas de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y Canales. Los humedales forman parte integral del sistema hídrico, el cual está conformado por la ronda o área forestal de los cuerpos de agua. Se define la ronda hidráulica como: "la zona de reserva ecológica no edificable de uso público, constituida por una faja paralela a lado y lado de la línea del borde del cauce permanente de los ríos, embalses, lagunas, quebradas y canales, hasta 30 metros de ancho, que contempla las áreas inundables para el paso de crecientes no ordinarias y las necesarias para la rectificación, amortiguación, protección y equilibrio ecológico, las cuales no pueden ser utilizadas para fines

diferentes a los señalados, ni para desarrollos urbanísticos y viales". Definición de las ZMPAR – zonas de manejo y preservación ambiental de las rondas.

“Las **ZAMPAR** no podrán ser encerradas en forma tal que priven a la ciudadanía de su uso goce y disfrute visual de las áreas verdes. Por tanto, las áreas verdes sólo podrán ser encerradas, para efectos de mantenimiento y perfeccionamiento de los valores ambientales y paisajísticos y específicamente los sistemas hídricos o para efectos de seguridad”(Almonacid Amaya, N. (2017).

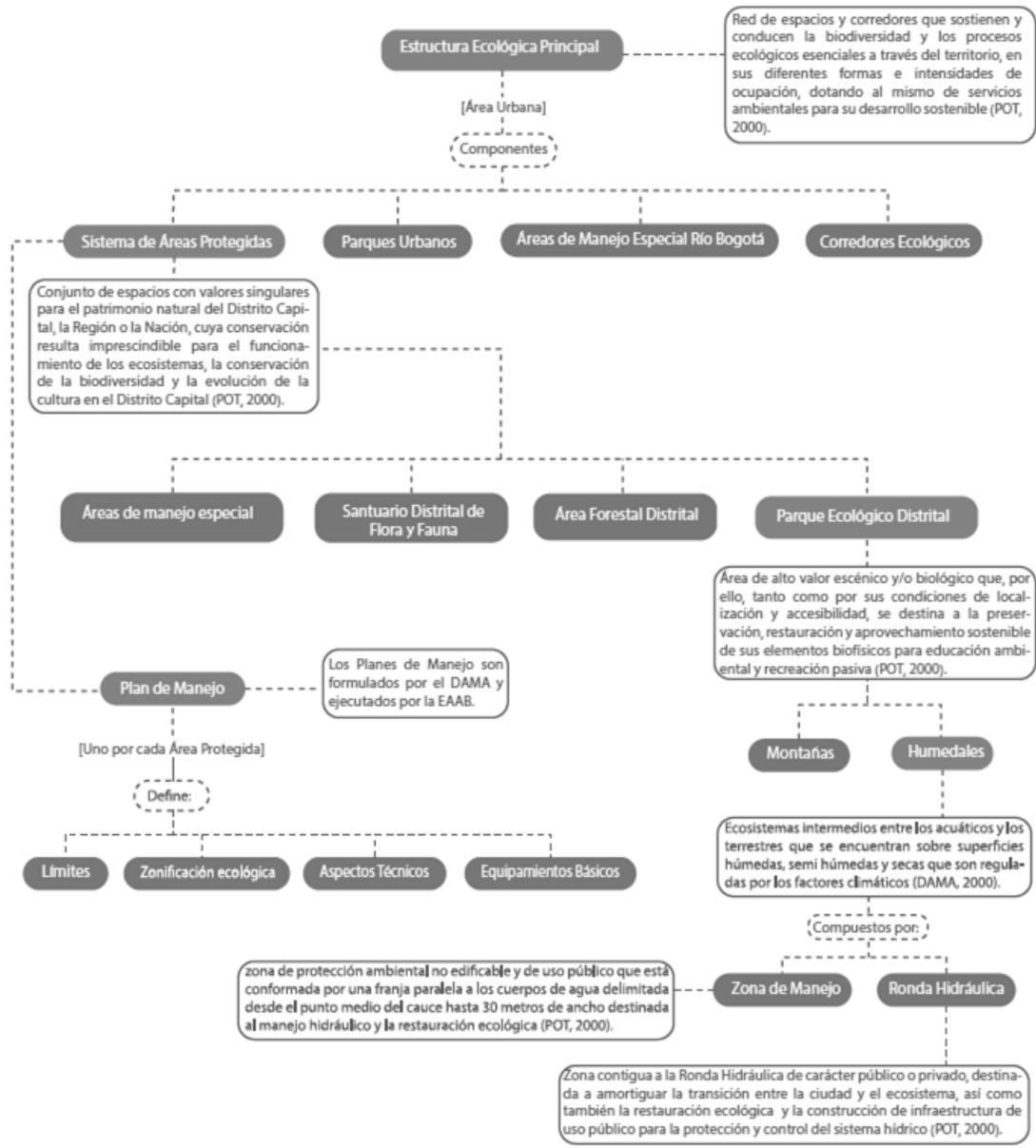
7.2.4 Normativa: Acuerdo 19 de 1994 , del concejo de Bogotá

Descripción: “Por el cual se declaran reservas ambientales naturales los Humedales del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones que garanticen su cumplimiento”

7.2.5 Normativa: Decreto 619 de 2000 y Decreto distrital 190 de 2004

Descripción: Los decretos describen los conceptos clave para el entendimiento de los humedales como parte la estructura ecológica ambiental de la ciudad de Bogotá:

Figura 17.
Conceptos clave de la estructura ecológica principal



Nota. La figura muestra el mapa conceptual de los conceptos definidos por el decreto 619 de 200 - Decreto Distrital 190 de 2004. Tomado de: "Almonacid Amaya, N. (2017). *El Humedal Córdoba como oportunidad urbana: la reconciliación de Bogotá con su territorio.*"

7.2.6 Normativa: Plan de Manejo Ambiental del Humedal Juan Amarillo

Descripción: “Es el instrumento de planificación que orienta la gestión en un área protegida hacia el logro de sus objetivos de conservación, a partir de una mirada de largo, mediano y corto plazo enmarcada en las realidades naturales, socioculturales e institucionales y las dinámicas territoriales y macrorregionales en las que se encuentra inmersa el área protegida.” (PMA Humedal Juan Amarillo,2010) Establece las zonas de intervención y los usos permitidos al momento de realizar una actuación urbanística o una propuesta arquitectónica en el Humedal.

8. SISTEMAS ESTRUCTURALES FLEXIBLES PARA LA TRANSFORMACIÓN ESPACIAL

Se identificaron tres sistemas estructurales predominantes para la transformación espacial aplicada en la arquitectura, estos sistemas fueron: Sistemas Tipo Tijera, Estructuras plegables y Estructuras que funcionan tipo Lego. Continuación se muestran de manera práctica cada uno de los sistemas, describiendo la manera en cómo funciona, la materialidad que más se acopla a cada sistema y algunos ejemplos aplicados en la arquitectura.

Figura 18.
Estructuras Flexibles Plegables



Nota. La figura muestra el funcionamiento de las estructuras plegables, materialidad y aplicabilidad en el Arquitectura.

Figura 19.
Estructuras Flexibles Tipo Tijera



Nota. La figura muestra Funcionamiento de las estructuras tipo tijera, materialidad y aplicabilidad en el Arquitectura.

Figura 20.
Estructuras Flexibles Tipo Lego



Nota. La figura muestra el funcionamiento de las estructuras tipo lego, materialidad y aplicabilidad en el Arquitectura.

Con lo anterior se realiza una matriz comparativa en donde se puede identificar en uso y capítulo de obra pueden ser aplicados los sistemas estructurales, así como las cualidades de la Arquitectura Flexible son adquiridas.

Figura 21.

Cuadro comparativo de sistemas estructurales flexibles

TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL	CUALIDADES DE LA ARQUITECTURA FLEXIBLE				TIPO DE USO				# DE PISOS			CAPÍTULOS DE OBRA				MATERIALIDAD					
	Transformable	Adaptable	Modular	Desplazable	Vivienda	Educación	Deportivo	Cultural	1 a 2 Pisos	2 a 3 Pisos	3 a 4 Pisos	Cubiertas	Fachadas	Muros	Acabados	Madera	Concreto	Metal	Policarbonato	Plástico	Tierra
Sistema Tipo tijera	X		X	X		X	X	X	x	x		X	X		X	X	X	X			
Estructuras Plegables	X	X	X	X				X	x	x		X	X	X		X	x	X	X	x	
Sistema Tipo Lego	X	X	X	X	x			x	x			x	x	x	x	x	x			x	x

Nota. La figura muestra un cuadro comparativo de la aplicación de los sistemas estructurales flexibles en la Arquitectura.

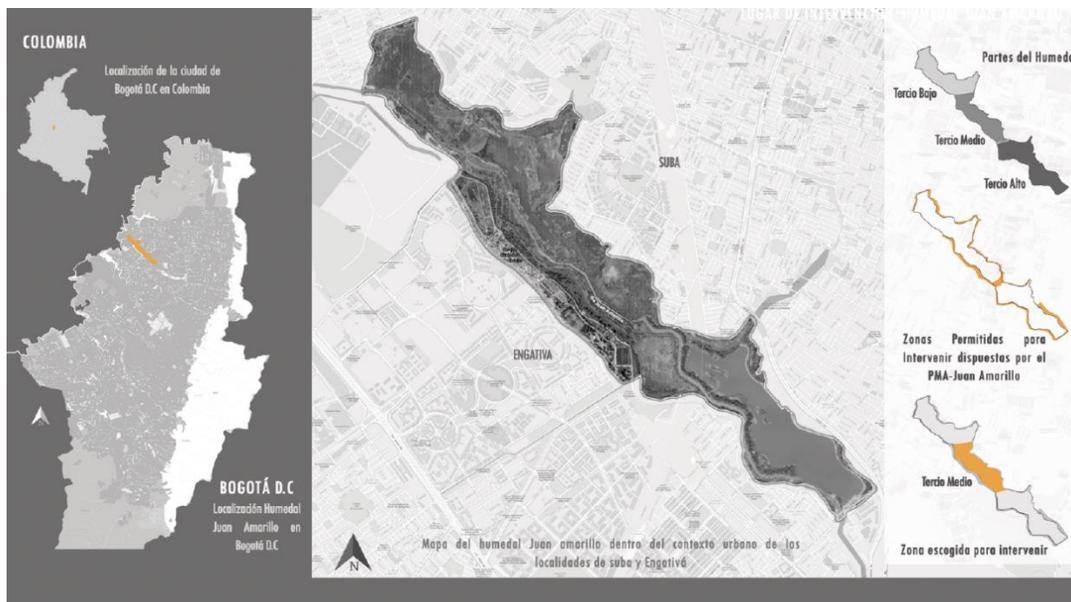
Como resultado de este análisis se pueden destacar que las estructuras como las conocemos hoy en día proporcionan diversidad de aplicaciones en la arquitectura, sin embargo, para el proyecto que se va a implantar en el humedal Juan Amarillo, se emplearían las estructuras que cumplan con un sistema modular y de fácil acople, así como se utilizarían elementos desplazables y plegables para proporcionar diversos espacios.

9. DIAGNOSTICO URBANO

En esta parte de la investigación se realiza un diagnóstico urbano en el que se tiene en cuenta el escenario actual del humedal Juan amarillo y su entorno ,para ello se hace una aproximación del lugar con las escalas regional – urbana – del sector y del área a intervenir, ; así mismo se desarrolla un análisis de las condiciones físicas, naturales, sociales y culturales, este análisis se logra a partir del material cartográfico y el uso de fotografías recuperadas de internet. Con los resultados arrojados de este diagnóstico se puede determinar el área de intervención donde estará implantado el proyecto arquitectónico.

9.1 Localización

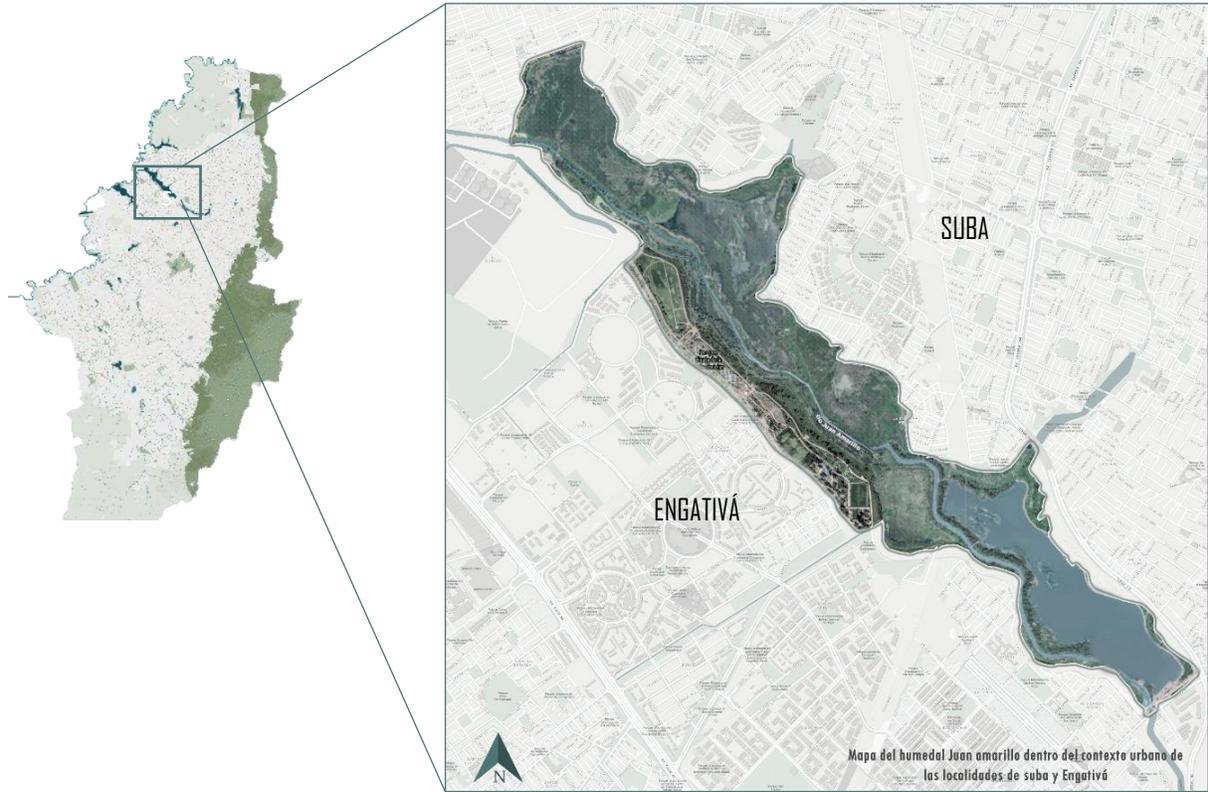
Figura 22.
Localización lugar de intervención



Nota. La figura muestra a la izquierda Localización de Bogotá D.C en Colombia y localización del humedal en Bogotá. A la derecha acercamiento al lugar de intervención : Humedal Juan Amarillo.

Figura 23.

Localización del Humedal Juan Amarillo



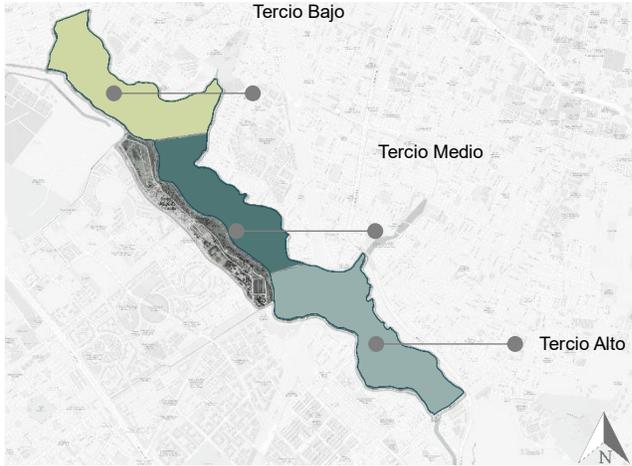
Nota. La figura muestra la localización del Humedal Juan Amarillo en la Ciudad de Bogotá entre las localidades de Suba y Engativá.

El humedal Juan amarillo , también conocido como Tibabuyes (Tierra de Labranza) está ubicado en el noroccidente de la ciudad de Bogotá entre las localidades de Suba y Engativá , es el humedal más grande de la ciudad actuando como uno de reguladores hídricos más importantes en la ciudad ya que en temporada de lluvias evita inundaciones y en temporadas secas abastece a la superficie con el agua que retiene. Según datos de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá , el ancho del humedal varía entre 400 y 700 m , tiene una extensión de 222.76 hectáreas y su cota mínima de fondo está entre 2.569,5 msnm y 2.576 msnm.

9.2 Análisis del área de influencia- Análisis según el PMA Humedal Juan Amarillo

Figura 24.

Mapas de Análisis del Humedal Juan Amarillo

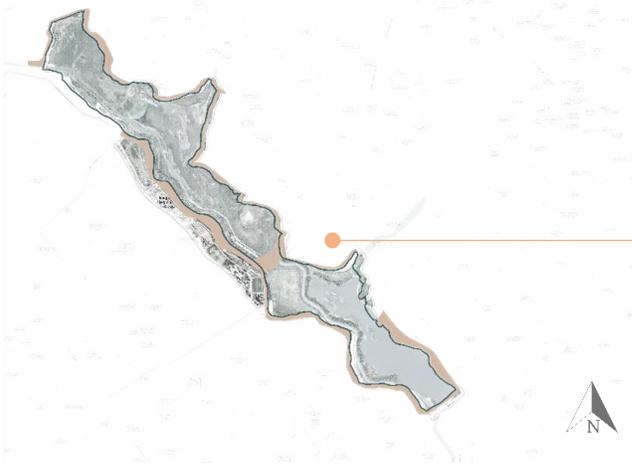


El humedal está dividido en tres partes:

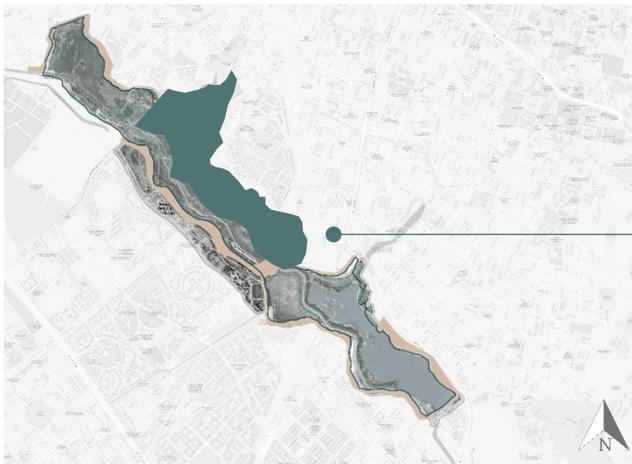
Tercio Alto: Zona de Reserva

Tercio Medio: Mediaciones con el Parque ciudadela Colsubsidio

Tercio Alto: Laguna Tibabuyes



El PMA del Humedal Juan Amarillo establece unas zonas permitidas para intervenir , estas zonas son denominadas zonas amortiguadoras y establecen usos de recreación pasiva



Luego de analizar las zonas permitidas para intervenir ,se selecciona el tercio medio , siendo esta zona la que tiene mejor extensión y relación con el entorno construido.

Nota. La figura muestra los mapas de análisis del Área de influencia y Zona de intervención del Humedal Juan Amarillo

Figura 25.

Fotos Aéreas del Humedal Juan Amarillo



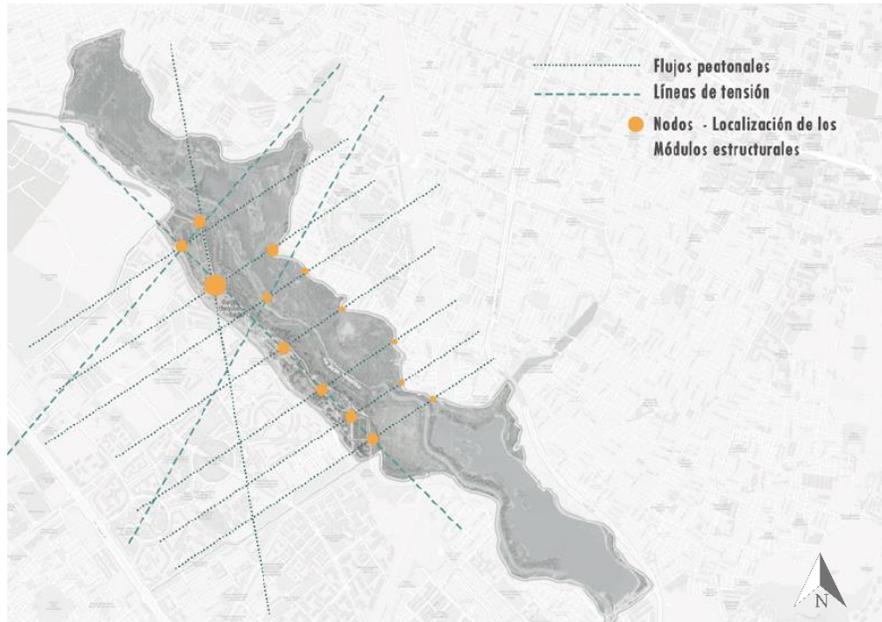
Nota. La figura muestra una visualización del Humedal Juan Amarillo en vistas aéreas. Al lado derecho tercio medio y bajo del Humedal , al lado Izquierdo Tercio Alto del humedal. Tomado de: Página web de la Secretaría de Ambiente ingresando a la opción de Humedales 360 <http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/vistas-360/index-juanamarillo.html>

9.3 Análisis Funcionales

Luego de reconocer el área de intervención y el entorno en el cual se va a implantar el proyecto , se realiza el análisis del humedal , donde se pueden evidenciar los nodos más importantes y las áreas para distribuir las actividades conforme a lo que exige el humedal.

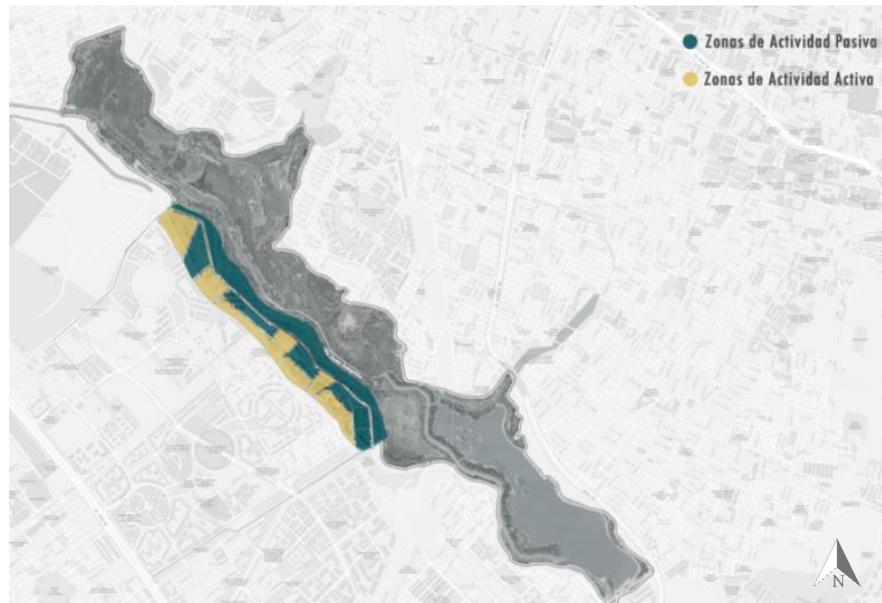
1. *Reconocer el Humedal* : Se realiza una malla compuesta por ejes de los flujos viales y tensiones por puntos clave en ambos extremos del humedal , de manera que se pueda crear futuras conexiones , esta malla arroja puntos de intersección en los cuales se pueden ubicar los módulos flexibles.
2. *Entender y Habitar el Humedal*: Se zonifican las actividades pasivas y activas teniendo en cuenta lo que plantea el Plan de manejo ambiental del humedal , de manera que los módulos estructurales se desarrollen de manera responsable y consiente con el entorno en el que está implantado .

Figura 26.
Reconocer el Humedal: Análisis de Nodos



Nota. La figura muestra los nodos encontrados en el Humedal y posibles puntos de localización de los módulos estructurales.

Figura 27.
Entender y Habitar el Humedal: Análisis de Zonas Pasivas y Activas



Nota. La figura muestra las zonas activas y pasivas de acuerdo a el PMA del Humedal Juan amarillo , permitiendo identificar las posibles zonas para implantar el proyecto.

9.4 Análisis Socio- Económico y cultural

Usuarios:

1. Personas: Desde 1 año a 90 años
2. La Fauna presente en el lugar : es importante reconocer que la fauna hace parte del ecosistema y que por tal motivo se hace necesario pensar en un proyecto que se conecte de manera asertiva y por qué no , ser utilizado por estos usuarios.

Estrato : Predomina el estrato 2 en el costado norte del Humedal y al costado sur el estrato 3 con los conjuntos residenciales de ciudadela Colsubsidio

Actividades Socioculturales: Actualmente se establecen actividades de educación y comunicación para la construcción social y cultural del Humedal Juan amarillo por ello se pueden encontrar actividades y celebraciones como : Dia de los humedales, Maratón de limpieza , Censo Neotropical de aves acuáticas , Global Big Day , Jornada de Bienestar animal , Celebración Semana del Medio ambiente y día del río Bogotá

10. INCORPORACIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A LA CREACIÓN (EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO)

Como resultado de esta investigación y de acuerdo con lo que se logró identificar de las cualidades de la arquitectura flexible aplicadas en objetos arquitectónicos de pequeña, mediana y gran escala, se propone la creación de módulos estructurales flexibles, una propuesta que busca romper con la rigidez con la que es concebida hoy en día la arquitectura, utilizando los criterios y las estrategias que la arquitectura flexible. Este proyecto estará implantado dentro de un entorno urbano como lo es el humedal Juan amarillo, las infraestructuras estarán distribuidas a lo largo del humedal proporcionando recorridos libres y la interacción de las personas con el entorno natural y construido, hoy las estructuras están pensadas para hacer de configuradas dependiendo las necesidades que el usuario y el contexto demanda, de manera que existe una apropiación por parte del usuario y del lugar. A continuación, se plantean las estrategias de diseño para el módulo flexible y adaptable hoy teniendo en cuenta los conceptos y las teorías de la arquitectura flexible mencionadas anteriormente en el marco referencial y conceptual. Finalmente se expone de manera gráfica los esquemas de la transformación de la forma hasta llegar a la configuración del módulo en diversos espacios para el disfrute de la comunidad.

11. PROYECTO ARQUITECTÓNICO

11.1 Estrategias Técnicas de Diseño

Figura 28.

Cuadro: Estrategias Técnicas de Diseño

PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA FLEXIBLE	ESTRATEGIA GENERAL	ESTRATEGIA PROYECTUAL	APLICADA AL PROYECTO
ADAPTABLE	Multifuncionalidad	FLEXIBILIDAD ESPACIAL	Módulo Articulador
TRANSFORMABLE	Transformación física	SOLUCIONES A GRAN ESCALA	Estructura Flexible Add On - Add In : Adición Controlada Rotación
		SOLUCIONES A PEQUEÑA ESCALA	Revestimientos Desplazables
MODULAR	Experiencia del Usuario	MATERIALIDAD CONSTRUCCIÓN	Madera, Textiles , Policarbonato, Acero. Módulos Prefabricados Fácil ensamble y Movimiento

Nota. La figura muestra el cuadro de estrategias técnicas generales y proyectuales aplicadas en el proyecto arquitectónico a partir de los principios de la Arquitectura Flexible.

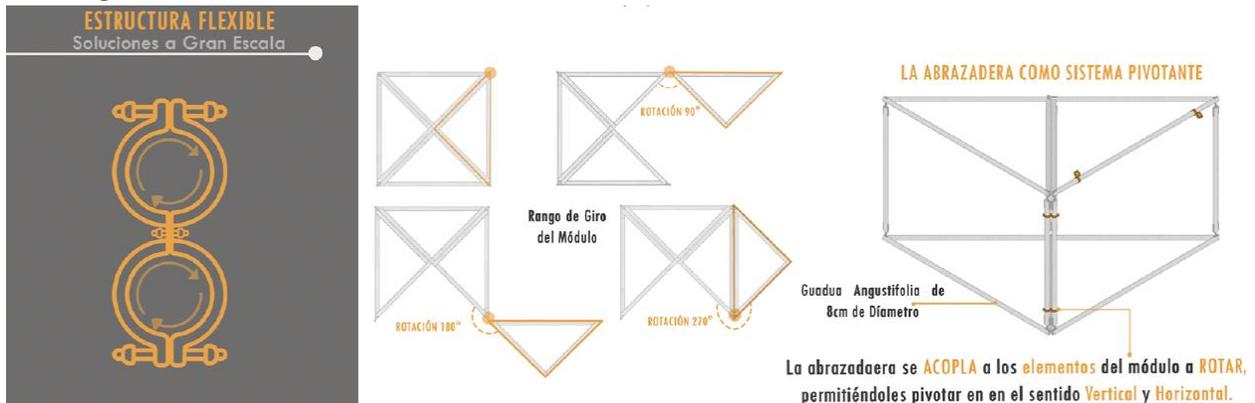
Figura 29.

Estrategia: Módulo Articulador



Nota. La figura muestra esquemas descriptivos donde la figura triangular se convierte en una forma clave para generar los módulos del proyecto.

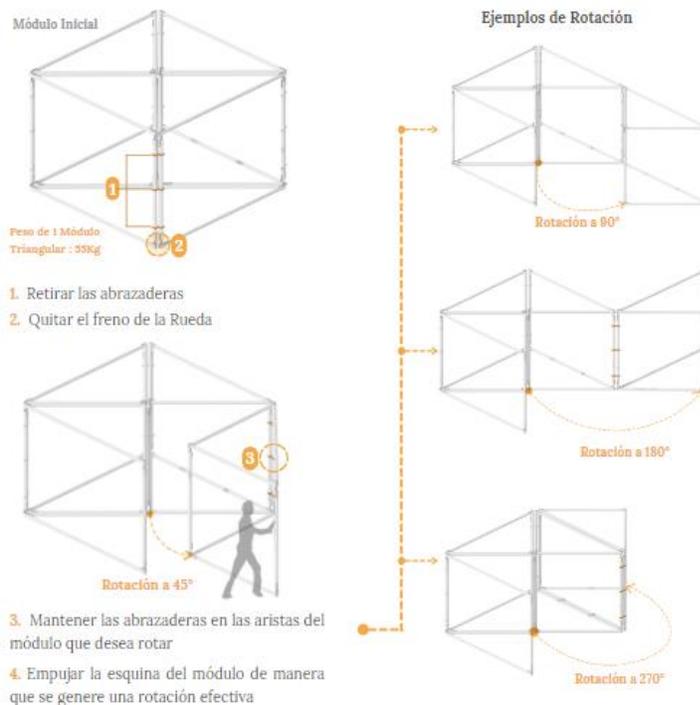
Figura 30.
Estrategia: Estructura Flexible



Nota. La figura muestra el funcionamiento de la abrazadera en los módulos estructurales

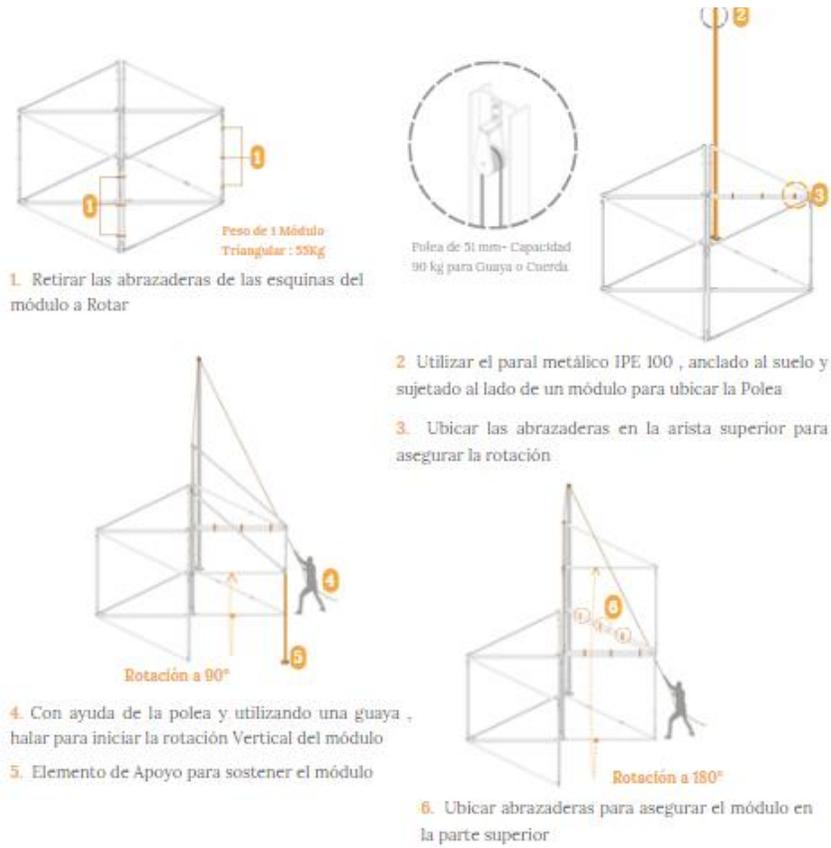
La abrazadera es el elemento que permite realizar el movimiento del módulo tanto en vertical como en Horizontal lo que hace que la estructura sea flexible en su movimiento. A continuación, se muestra cómo se debe ubicar la abrazadera:

Figura 31.
Generar Rotación Horizontal en el Módulo



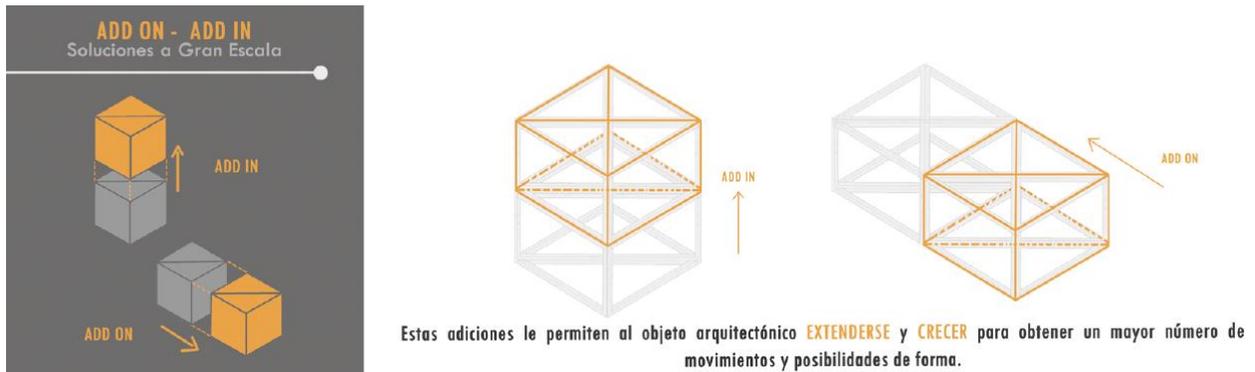
Nota. La figura muestra el paso a paso para generar rotación horizontal del módulo.

Figura 32.
Generar Rotación Vertical en el Módulo



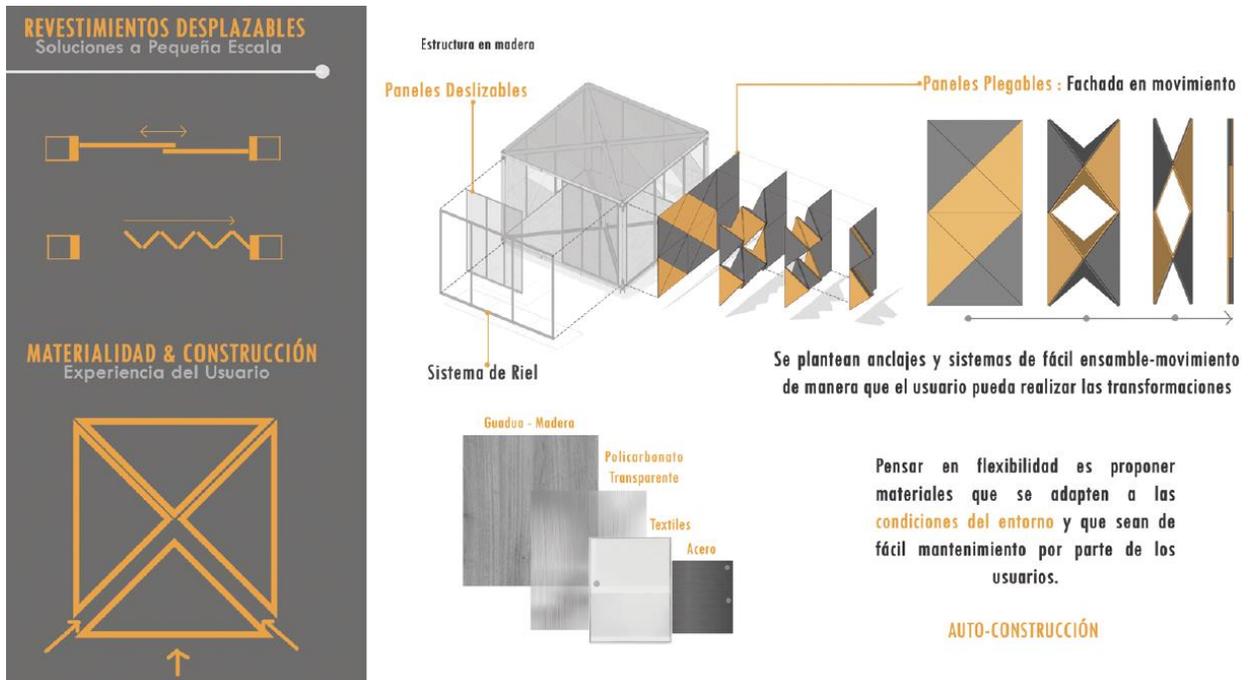
Nota. La figura muestra el paso a paso para generar rotación Vertical del módulo.

Figura 33.
Estrategia: *ADD ON – ADD IN*



Nota. La figura muestra la estrategia de Adición horizontal (Add On) y vertical (Add In) una estrategia que le permite al módulo extenderse y crecer.

Figura 34.
Estrategia: *Revestimiento Desplazables*

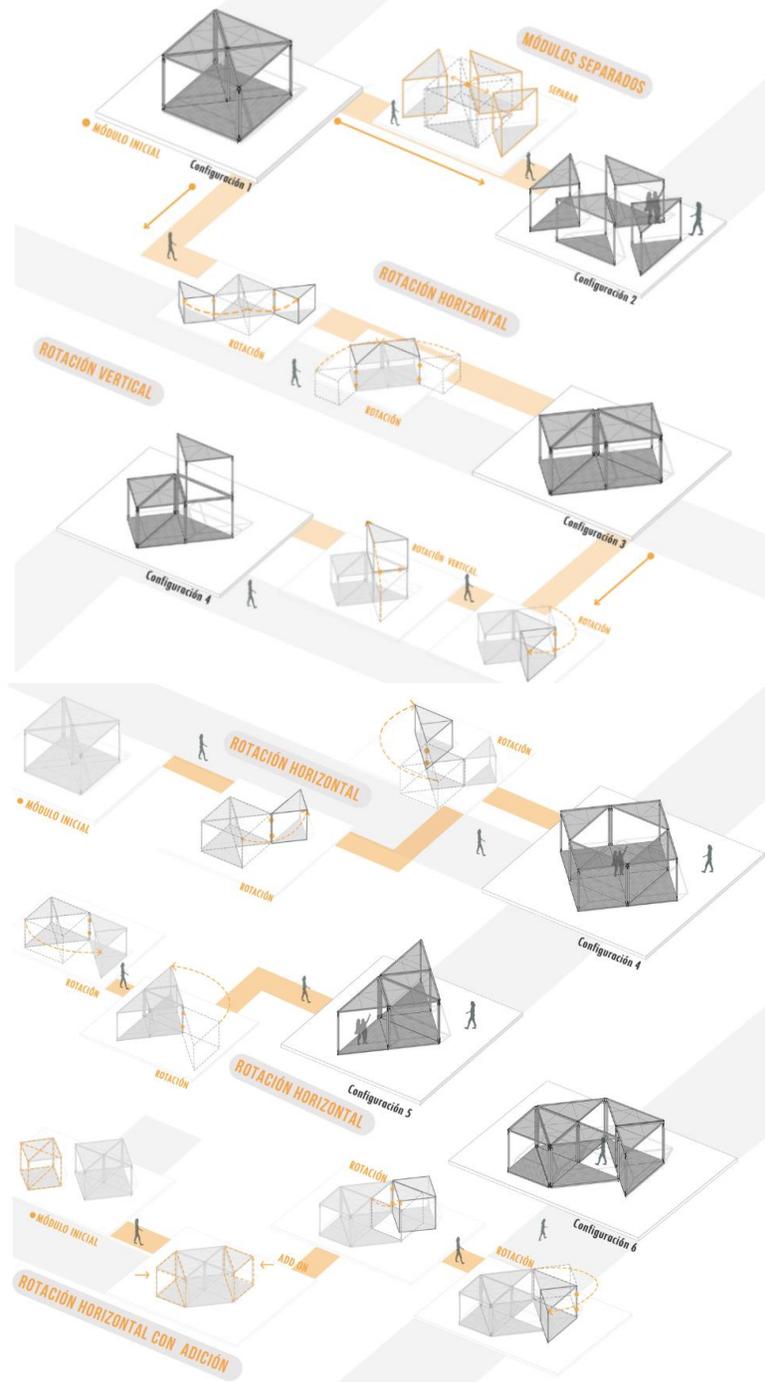


Nota. La figura muestra estrategias de solución a pequeña escala: Revestimiento desplazables y materialidad y construcción.

De acuerdo con las Estrategias técnicas de diseño , surgen las Lógicas de Transformación y agrupación , de manera que se pueda establecer una pauta para el manejo del módulo.

11.2 Lógicas de Transformación

Figura 35.
Lógicas de Transformación del módulo

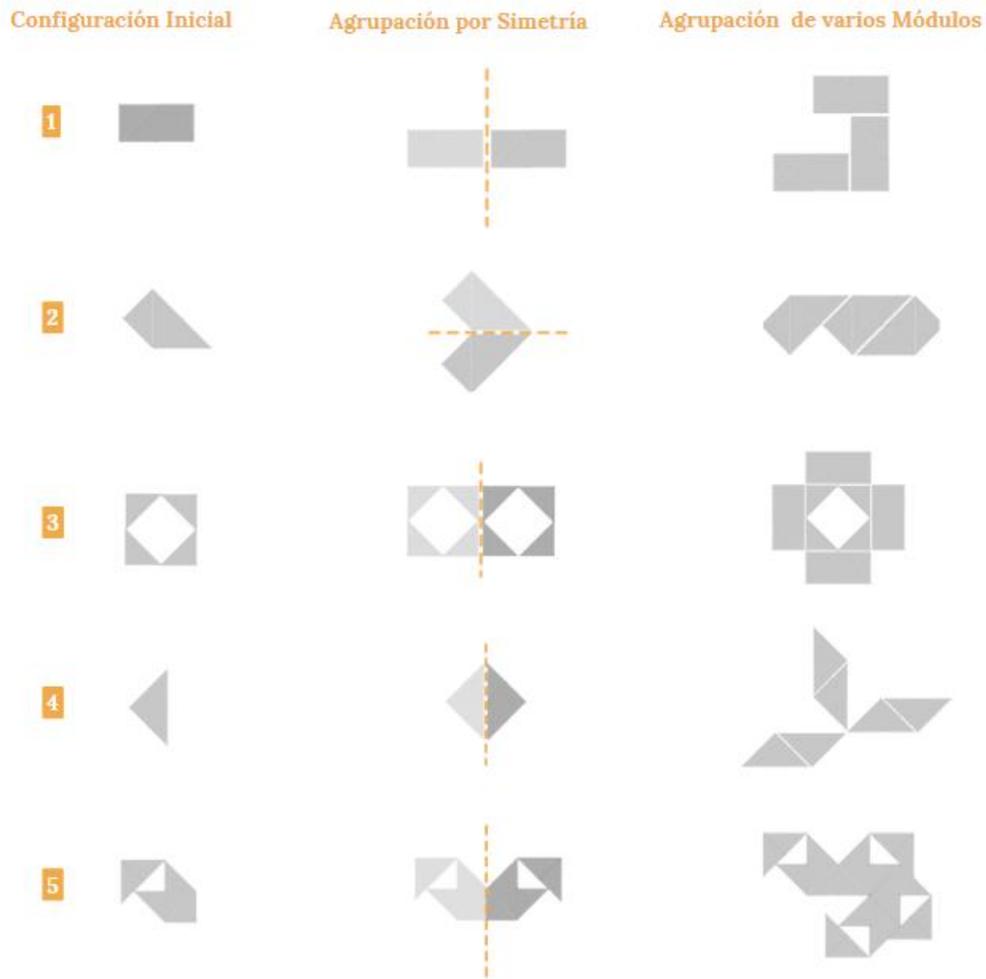


Nota. La figura muestra a través de esquemas el paso a paso de la Transformación del módulo para generar diferentes tipos de formas.

11.3 Lógicas de Agrupación

La versatilidad del módulo permite generara un sin número de agrupaciones, por tal motivo , se crean unas lógicas de agrupación las cuales son una guía para organizar los módulos; sin embargo, las agrupaciones de los módulos dependen de las necesidades del usuario:

Figura 36.
Lógicas de Agrupación



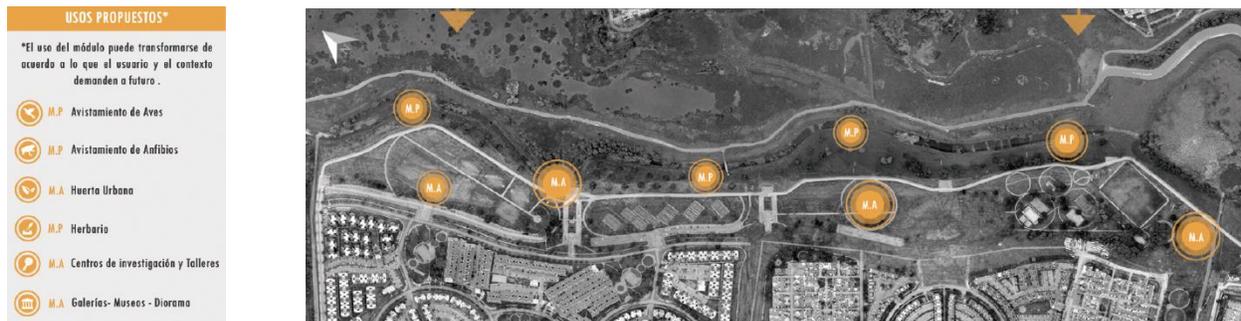
Nota. La figura muestra de forma gráfica las lógicas de agrupación que puede tener el módulo inicial y cómo a través de la agrupación por simetría o agrupación de varios módulos se pueden generar diferentes espacios de habitabilidad.

11.4 Ubicación de los módulos estructurales en el Humedal

Teniendo en cuenta las dinámicas del Humedal y las características que tiene un centro de interpretación natural, se distribuyen los módulos estructurales en el tercio medio del humedal, de manera que existan actividades Pasivas y activas, para mantener un equilibrio entre el entorno natural y construido.

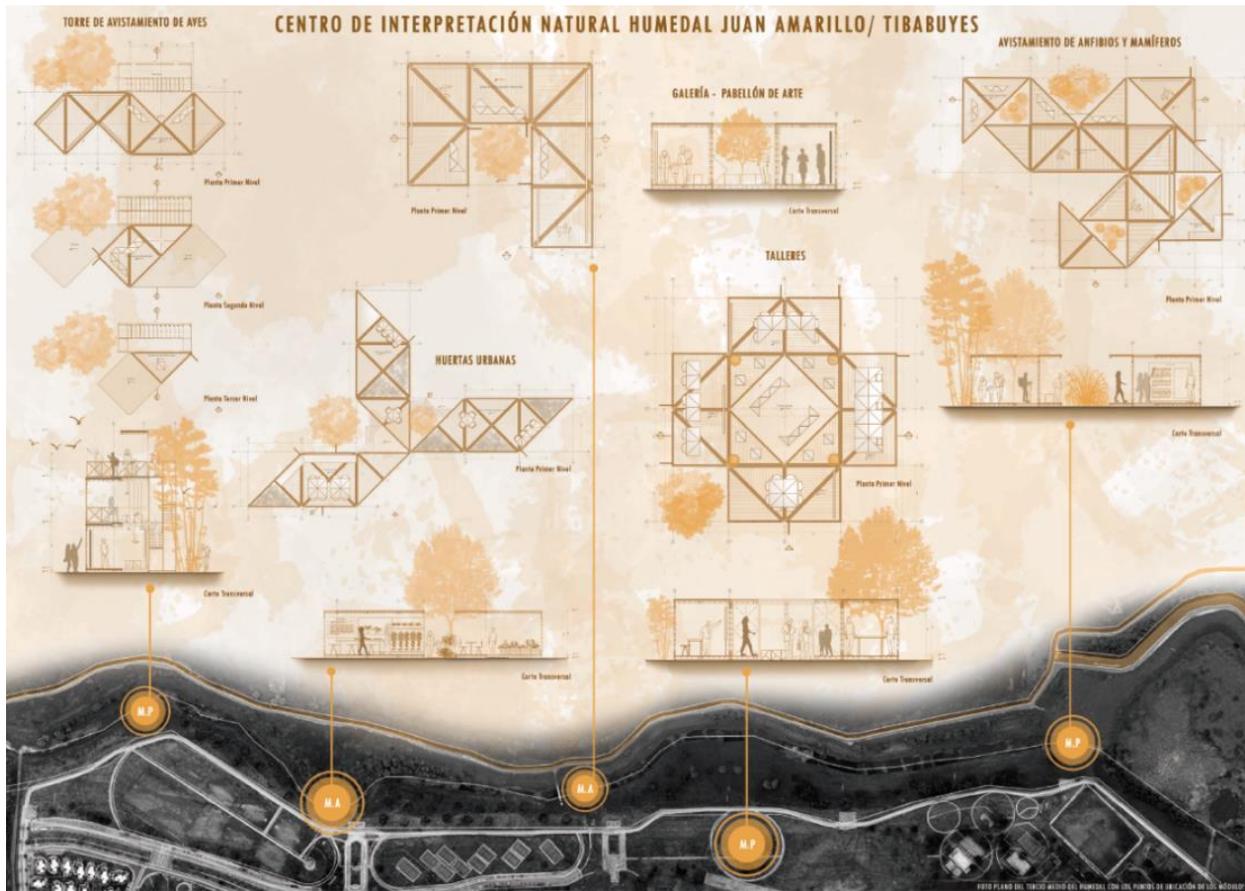
Figura 37.

Foto plano de la ubicación de los módulos



Nota. La figura muestra una foto plano del Humedal Juan Amarillo señalando los puntos donde se ubicarán los módulos estructurales, teniendo en cuenta los análisis del humedal. **M.A** : Módulos de Usos Activos **M.P**: Módulos de Usos Pasivos

Figura 38.
Ubicación de los Módulos y Usos del Humedal

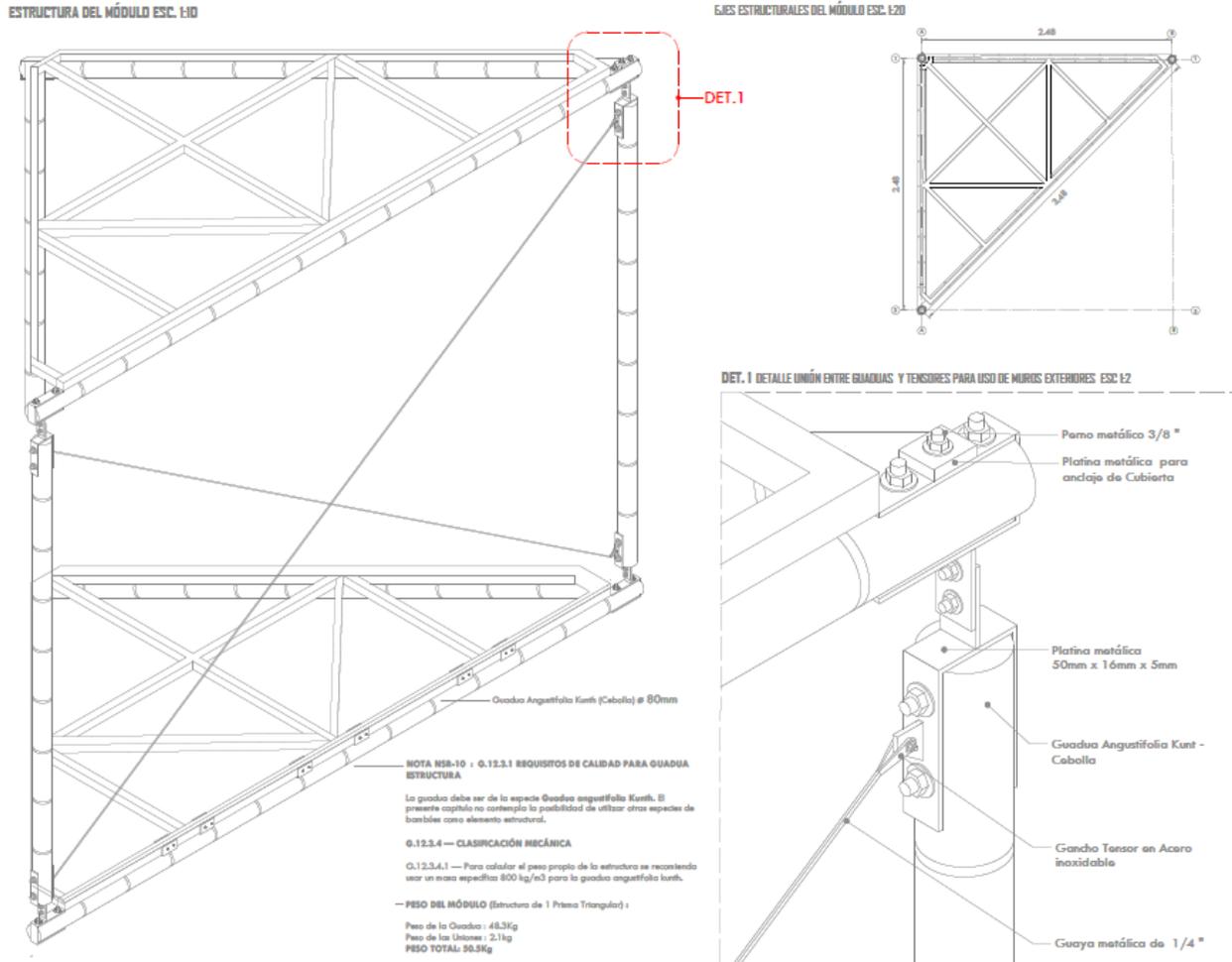


Nota. La figura muestra los puntos de localización de los módulos ubicados en el centro de interpretación natural del Humedal Juan Amarillo: Se encuentran usos como: Torre de Avistamiento de Aves, Huertas Urbanas, Pabellón de Arte, Talleres libres y Avistamiento de Anfibios y Mamíferos.

11.5 Detalles técnicos de la Flexible Box

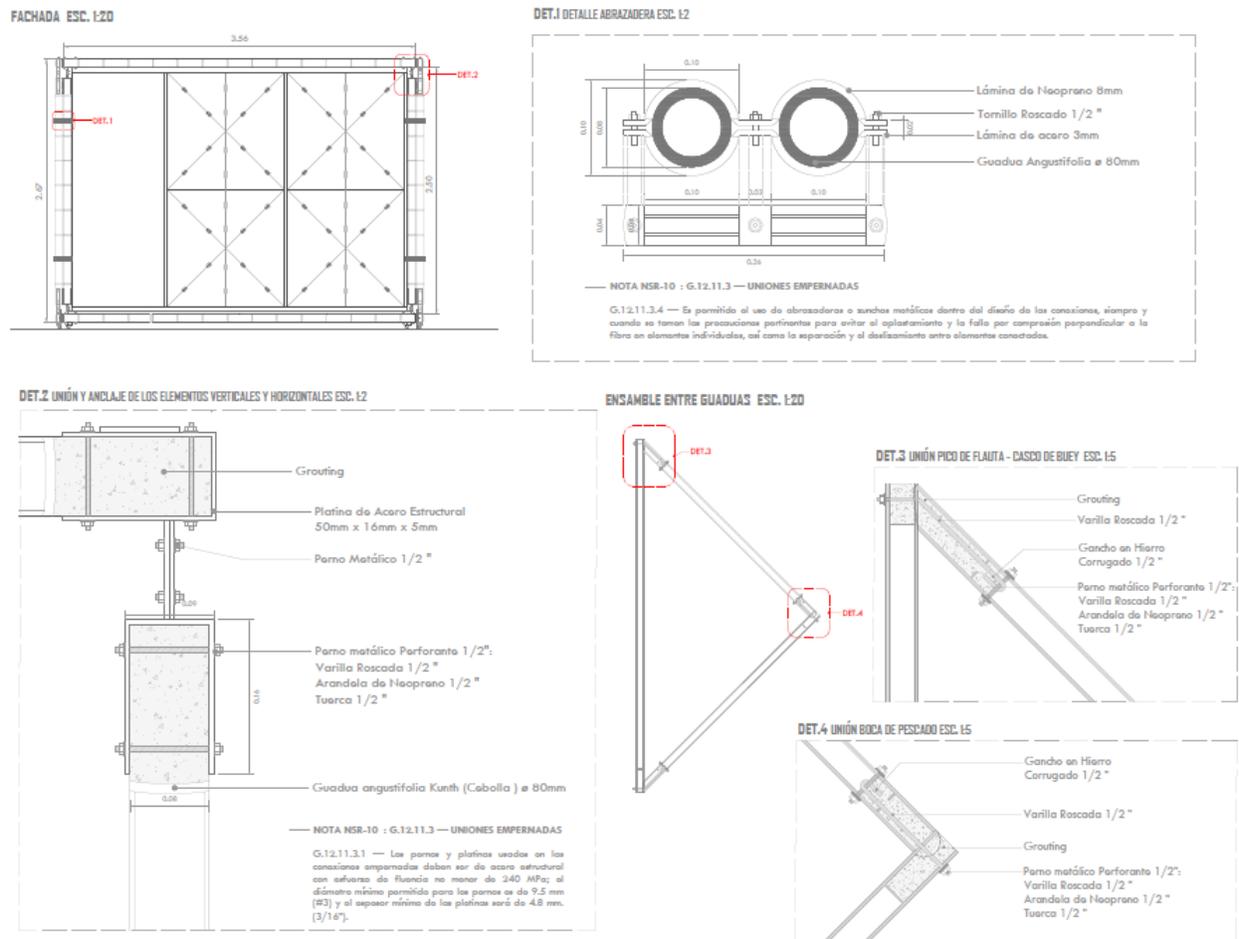
Figura 39.

Detalle Técnico: Funcionamiento de la Estructura



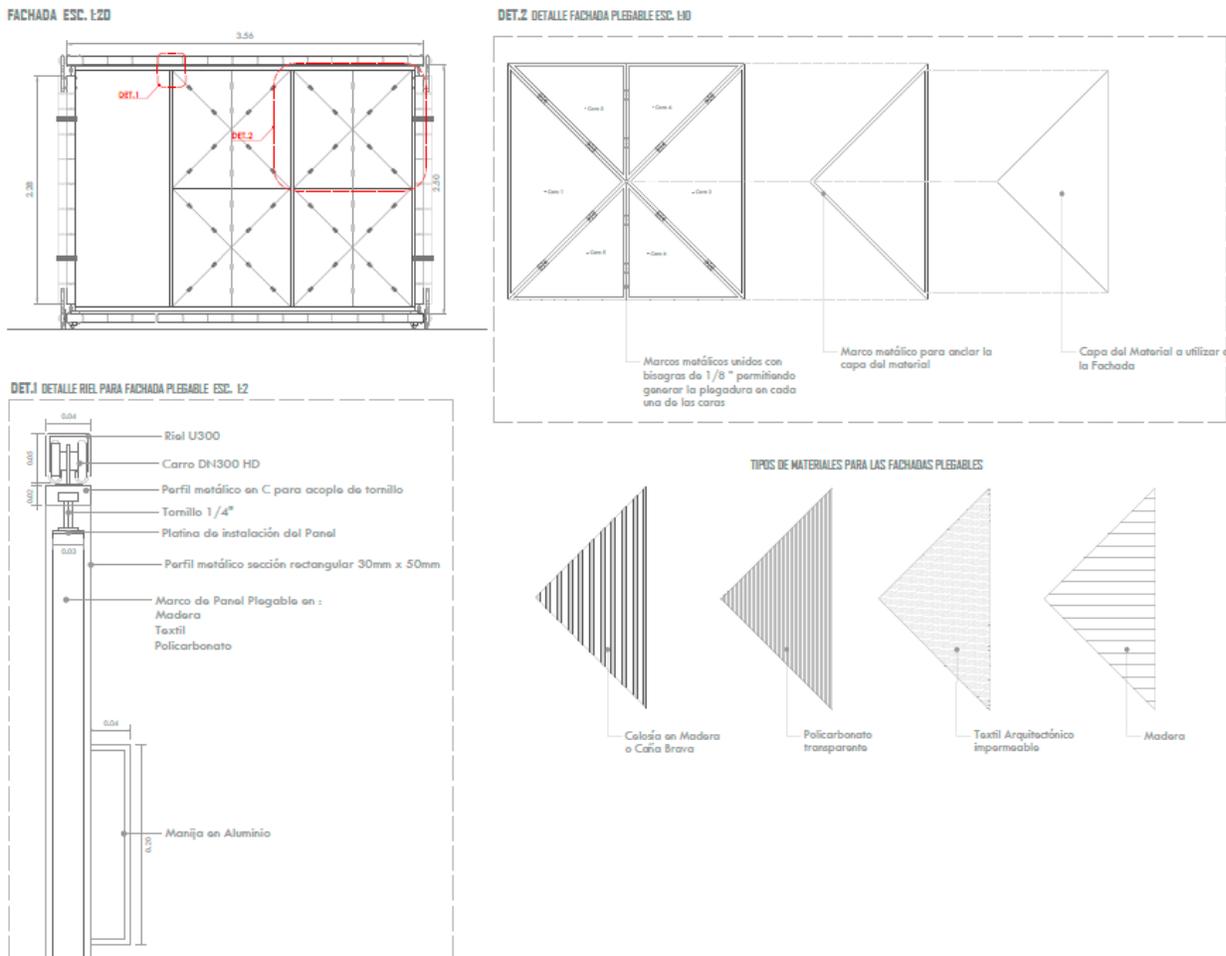
Nota. La figura muestra el detalle de la materialidad , seguridad y unión entre las estructuras de los módulos de acuerdo con la NSR-10.

Figura 40.
Detalle Técnico: Uniones



Nota. La figura muestra el detalle y funcionamiento de la Abrazadera, así como la forma correcta de realizar las uniones entre las guaduas de acuerdo con la NSR-10.

Figura 41.
Detalle técnico: Funcionamiento de la Fachada plegable



Nota. La figura muestra el detalle y funcionamiento de cada una de las partes de la Fachada Plegable.

11.6 Materialidad del Módulo

Pensar en Flexibilidad es proponer materiales que se adapten a las condiciones del entorno, por lo que se selecciona la Guadua, ya que es un material que tiene un proceso de producción más amigable con el medio ambiente, en comparación con otros materiales convencionales de construcción, su ciclo de vida y su extracción tienen un menor impacto en el entorno.

Ventajas del Uso de la Guadua:

1. **Sostenibilidad:** Es una planta de rápido crecimiento que se regenera naturalmente. Se considera una alternativa sostenible a la madera tradicional.
2. **Resistencia – Acero Natural:** Es flexible, lo que le permite resistir a sismos. Además, con el tratamiento adecuado, puede tener una vida útil considerable.
3. **Versatilidad:** Es adaptable y se puede combinar con otros materiales y construir desde estructuras básicas hasta diseños más complejos.
4. **Aislante térmico y Acústico Natural:** Debido a su capacidad de adaptabilidad térmica, conserva la temperatura adecuada de acuerdo con el lugar , así como reduce el ruido del exterior por su estructura interna
5. **Bajo Costo:** Su disponibilidad local reduce los costos de transporte y adquisición, lo que hace que sea más accesible y económica ,adicionalmente la mano de obra para trabajar con guadua suele ser menos cara.

11.7 Posibles Usos de la Flexible Box

Entendiendo que el interés de esta investigación es pensar en estructuras capaz de transformarse de acuerdo con las necesidades del usuario y el entorno, Flexible box es un módulo que puede ser aplicado en usos como:

- Cultural
- Educativo
- Comercial
- Urbano
- Habitacional

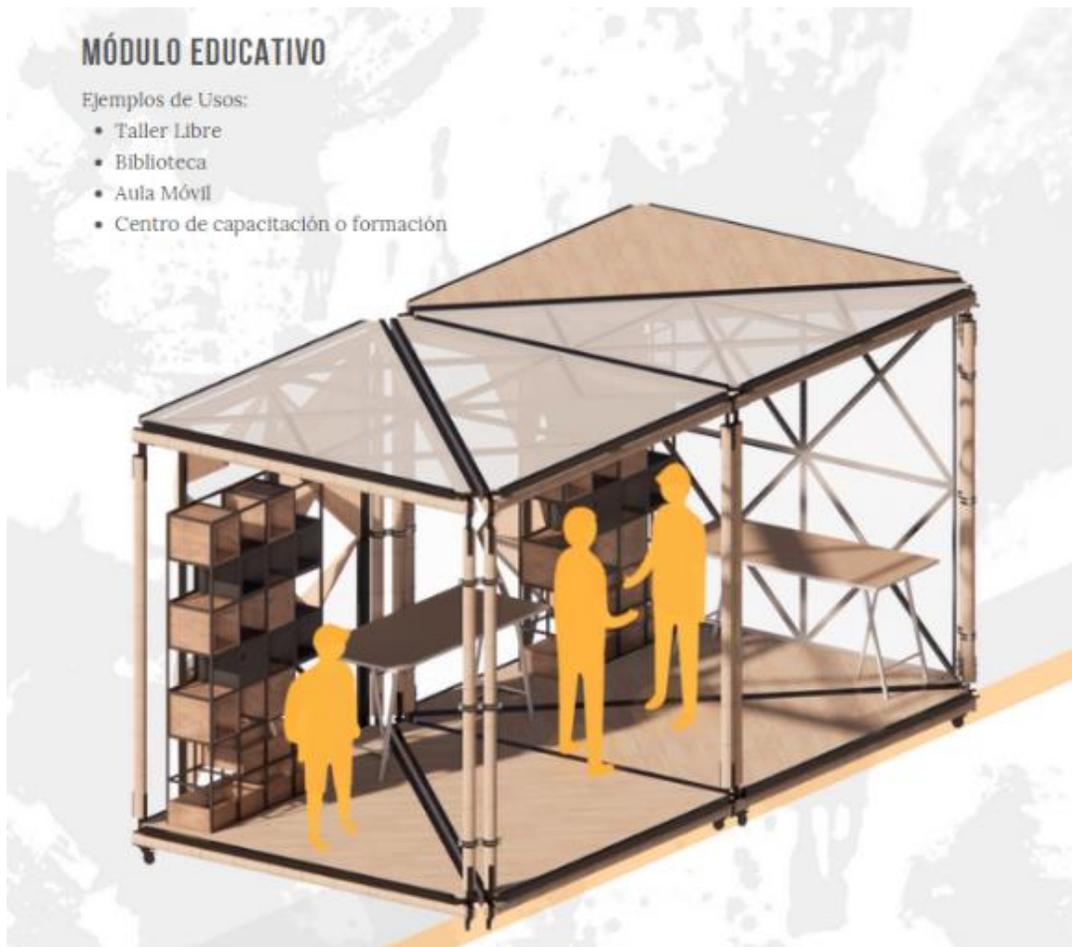
A continuación, se realizaron algunos esquemas relacionando cada uno de los usos expuestos anteriormente y cómo el módulo puede configurarse y amueblarse de acuerdo al usos que se necesite.

Figura 42.
Flexible Box : Cultural



Nota. La figura muestra el módulo como uso de pabellón de exposiciones, así como otros ejemplos de usos Culturales.

Figura 43.
Flexible Box : Educativo



Nota. La figura muestra el módulo como uso de talleres libres para uso de actividades de manuales, así como otros ejemplos de usos Educativos.

Figura 44.
Flexible Box : Comercial



Nota. La figura muestra el módulo como uso de módulo comercial (Kiosco de comidas o ventas ambulantes) , así como otros ejemplos de usos para el comercio.

Figura 45.
Flexible Box : Urbano



Nota. La figura muestra el módulo como uso de un dispositivo urbano para zonas de permanencia equipado con mobiliario dinámico y flexible, así mismo se puede ver la lista de otros ejemplos de usos para entornos Urbanos.

Figura 46.
Flexible Box : Habitacional



Nota. La figura muestra el módulo amueblado como una habitación y sala de estar, haciendo referencia a una tipología de Glamping , así mismo se puede ver la lista de otros ejemplos de usos para espacios de una vivienda.

12. CONCLUSIONES

Frente al quehacer de la arquitectura hay 2 temas clave, el primero es el impacto físico ambiental al momento de implantar un proyecto y el segundo, son los requerimientos actuales de una arquitectura más flexible acorde a una sociedad que está en constante cambio y transformación. La arquitectura Flexible es entonces, aquella herramienta que nos permite pensar y diseñar proyectos en el presente capaz de transformarse en el futuro.

Flexible Box es un proyecto que, si bien está pensado para usos de pequeña y mediana escala, da paso a pensar en una arquitectura por y para el movimiento de las ciudades. La flexibilidad pensada en este proyecto va desde lo macro pensado en el movimiento de los elementos estructurales, hasta lo micro con la movilidad de las envolventes y el mobiliario, ambos temas pensados para que el usuario sea quien pueda transformar el espacio conforme a sus necesidades.

Algunas consideraciones de la FLEXIBLE BOX:

El sistema estructural planteado en el proyecto se pensó de manera que pueda ser de fácil armado, para ello se creó una cartilla con el paso a paso detallado.

Si bien la Estructura principal del módulo es en Guadua, no se cierra la posibilidad de que se utilicen otros materiales para su fabricación siempre y cuando se conserve la sesión circular de la estructura ya que esta forma es la que permite generar diferentes tipos de rotaciones así mismo, las uniones metálicas y la abrazadera propuesta se debe conservar, ya que estos elementos están pensados para generar un movimiento libre en el módulo.

La estructura está abierta a ser pensada con sistemas tecnológicos avanzados para mejorar su sistema funcional, esto de acuerdo con el contexto (Economía y tecnología). del lugar en el que se desarrolle.

REFERENCIAS

- Franco-Medina, R. (2009). *Estructuras adaptables*. Revista de Arquitectura, Vol. 11 (ene.-dic. 2009); p. 108-119.
- Franco, R., Insuasty, P., Cortés, C., Leonel, T., & Hincapié, M. (2010). *Hacia una arquitectura móvil*. Editorial Tadeo Lozano.
- Franco, R., Becerra, P., & Porras, C. (2011). *La adaptabilidad arquitectónica, una manera diferente de habitar y una constante a través de la historia*.
- Franco, R., & Insuasty, P. A. (2009). *Estructuras adaptables a partir de procesos mecánicos y cibernéticos*. Revista Aula, 2, 48-56.
- Friedman, Yona. *La Arquitectura Móvil, Hacia una ciudad concebida por sus habitantes*. Traducido del francés por Roser Berdagué, Editorial Poseidon, S.L., 1978 Barcelona-España.
- Gutiérrez Pinzón, G. A. (2015). *Flexibilidad-definición de estrategias proyectuales de la arquitectura flexible, para el desarrollo de una matriz de lineamientos aplicada a equipamientos educativos de la primera infancia*.
- Kronenburg, R. (2007). *Adaptar*. En R. Kronenburg, *Flexible. Arquitectura que integra el cambio*. Barcelona: Blume.
- Martínez Jaramillo, P. (2020). *Arquitectura cinética*. Universidad de los Andes.
- Pinto Campos, B. C. (2019). *Arquitectura y diseño flexible: una revisión para una construcción más sostenible*.
- Rodríguez Cuesta, J. A. (2016). *La arquitectura adaptable: la arquitectura adaptable desde una concepción social*.
- Román Fuentes, E. P. (2021). *¿Obsolescencia programada?: hábitat desechable como resultado de una arquitectura neoliberal: Villa Nacimiento comuna de La Pintana, RM*.
- Uribe Torrado, L. M. *Estudio de caso de una estructura cinética de flexión activa bio-inspirada en la planta Impatiens capensis*.

ANEXOS

ANEXO 1
CARTILLA DIGITAL : FLEXIBLE BOX

Enlace para visualización de la cartilla: https://issuu.com/damary.blanco/docs/cartilla_digital

ANEXO 2

RENDERS

A continuación, se muestran algunas visualizaciones de la FLEXIBLE BOX aplicada al *Centro de Interpretación Natural Humedal Juan Amarillo*.

Figura 47.
Galería- Pabellón de Arte



Nota. La figura muestra una vista axonométrica del pabellón dentro del Humedal Juan Amarillo.

Figura 49.
Vista Exterior del Pabellón



Nota. La figura muestra una vista Exterior del pabellón.

Figura 48.
Vista Interior del Pabellón



Nota. La figura muestra el Interior del pabellón y código QR para escanear y ver una visualización 360° del lugar.

Figura 50.
Huerta Urbana



Nota. La figura muestra una vista axonométrica de la huerta urbana dentro del Humedal Juan Amarillo.

Figura 51.
Vista Exterior de la Huerta Urbana



Nota. La figura muestra una vista Exterior de la huerta urbana.

Figura 52.
Vista Interior de la Huerta Urbana



Nota. La figura muestra una vista al interior de la huerta urbana y código QR para escanear y ver una visualización 360° del lugar.

Figura 53.
Talleres Libres



Nota. La figura muestra una vista axonométrica de los talleres libres dentro del Humedal Juan Amarillo.

Figura 54.

Vista Exterior de los Talleres libres



Nota. La figura muestra una vista exterior de los talleres libres.

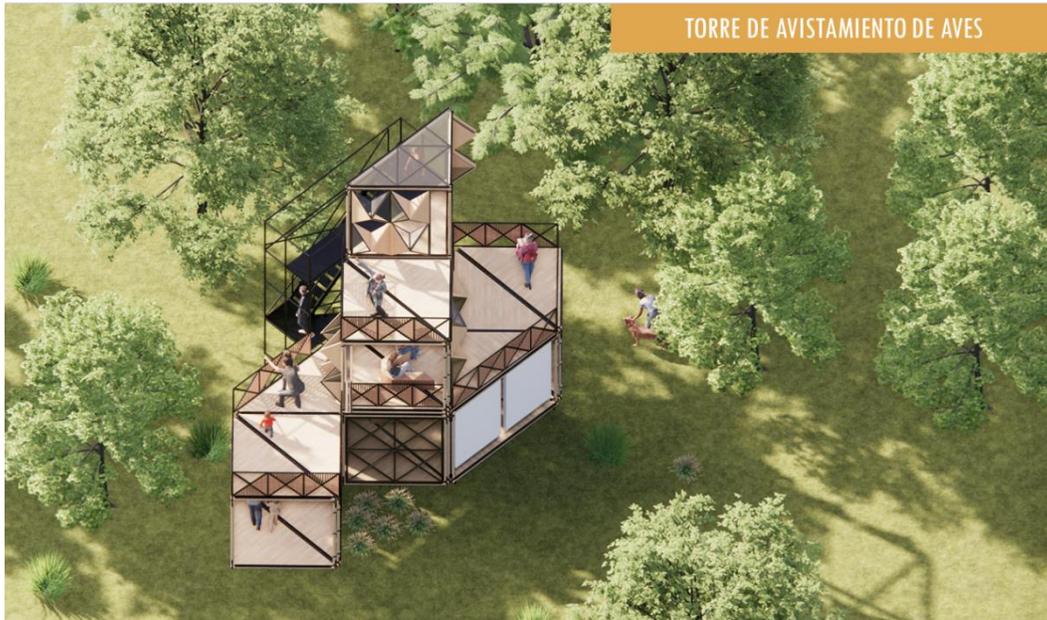
Figura 55.

Vista Interior de los Talleres Libres



Nota. La figura muestra una vista interior los talleres libres y código QR para escanear y ver una visualización 360° del lugar.

Figura 56.
Torre de Avistamiento de Aves



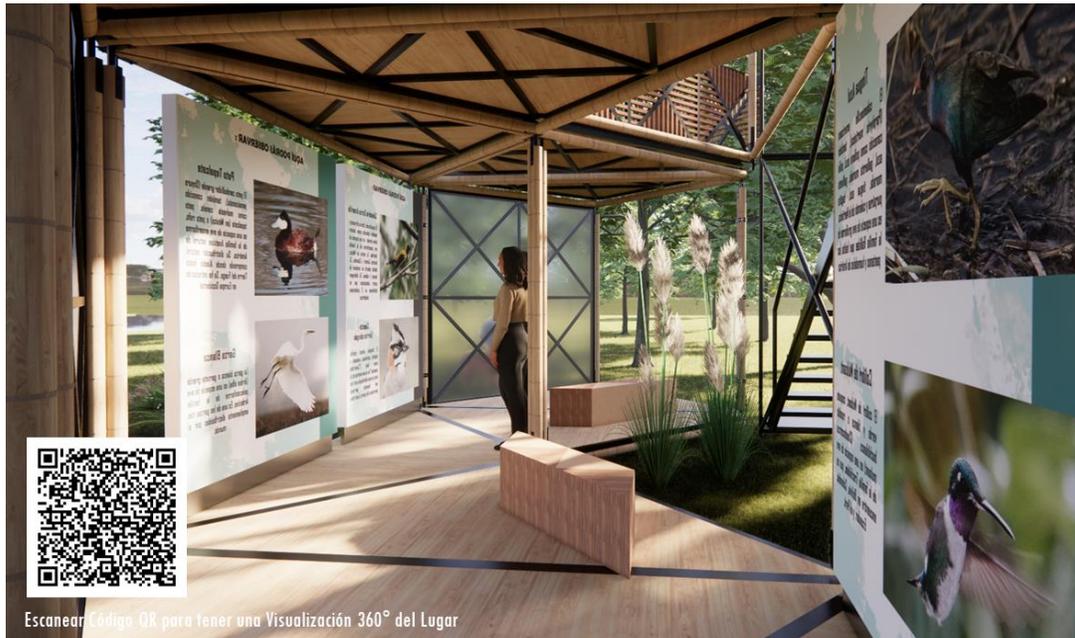
Nota. La figura muestra una vista axonométrica de la torre de avistamiento de aves dentro del Humedal Juan Amarillo.

Figura 57.
Vista Exterior de la Torre de Avistamiento de Aves



Nota. La figura muestra una vista exterior de la torre de avistamiento de aves.

Figura 58.
Vista Interior de la Torre de Avistamiento de Aves



Nota. Vista interior la torre de avistamiento de aves y código QR para escanear y ver una visualización 360° del lugar.

Figura 59.
Avistamiento de Anfibios y Mamíferos



Nota. La figura muestra una vista axonométrica avistamiento de anfibios y mamíferos dentro del humedal Juan Amarillo.

Figura 60.
Vista Exterior Avistamiento de Anfibios y Mamíferos



Nota. La figura muestra la vista exterior del avistamiento de anfibios y mamíferos implantado cerca de un cuerpo hídrico.

Figura 61.
Vista Interior Avistamiento de Anfibios y Mamíferos



Nota. La figura muestra la vista interior avistamiento de anfibios y mamíferos y código QR para escanear y ver una visualización 360° del lugar.

Figura 62.
Vista Exterior del Módulo Urbano



Nota. La figura muestra una vista exterior del módulo como un espacio de permanencia para el humedal

Figura 63.
Módulo Urbano de Permanencia



Nota. La figura muestra una vista del módulo con un mobiliario dinámico y flexible pensado en espacios de permanencia para el Humedal Juan Amarillo.