

**Cuerpos Estructurales Resilientes Sistema de Nivelación Adaptable para Viviendas  
Modulares Anfibias sobre Cuerpos de Agua Cambiante**

Frank Haider Valencia Gonzalez

[Fvalencia37@uan.edu.co](mailto:Fvalencia37@uan.edu.co)

Director: Andrés Monguí Cortés

Correo electrónico: [director.disenoindustrial@uan.edu.co](mailto:director.disenoindustrial@uan.edu.co)



Universidad Antonio Nariño

Facultad de Artes

Diseño Industrial

Bogotá D.C. – 2021

**Tabla de contenido**

Lista de Tablas .....	4
Lista de Gráficos .....	5
Lista de Ilustraciones .....	6
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción .....	10
El Problema.....	11
Problema a Solucionar.....	11
Objetivos .....	16
Objetivo General .....	16
Objetivos Específicos.....	16
Justificación.....	16
Marco de Referencia.....	19
Marco teórico.....	19
Desarrollos de viviendas anfibias .....	19
Cultural anfibia y reubicación.....	23
Inundaciones (culturas anfibias) .....	25
Causas de las inundaciones .....	25
Tipos de inundaciones.....	26
Sistema Constructivo .....	29
Marco Histórico.....	30

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Marco Legal.....	33
Ley 388 de 1997.....	34
Ley 1537 de 2012.....	35
Metodología de Investigación.....	37
Metodología de tipo descriptiva .....	37
Enfoque mixto .....	37
Población y muestra .....	37
Recolección de datos .....	38
Alcances de Proyecto .....	39
Cronograma de actividades.....	41
Propuesta.....	42
Requerimientos.....	42
Segmento de usuarios .....	43
Desarrollo objetivo 1 del proyecto .....	44
Plataforma .....	59
Flotación .....	61
Funcionamiento.....	70
Conclusiones y Recomendaciones.....	71
Referencias.....	73

**Lista de Tablas**

Tabla 1: Cronograma de actividades..... 41

Tabla 2: Tecnología funcional. .... 46

**Lista de Gráficos**

Gráfico 1: Pérdidas por tipo de evento, 1970-2011. ....	14
---	----

### Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Casas palafíticas en la Amazonía en periodos de aguas bajas o de sequías. ....	12
Ilustración 2: La Casa Anfibia, prototipo Universidad Eafit de Colombia.....	20
Ilustración 3: Módulo C de opciones de adaptabilidad.....	21
Ilustración 4: Prototipo de vivienda cuenta con tres módulos. ....	22
Ilustración 5: Foto del Pueblo Doña Ana.....	24
Ilustración 6: Imagen descriptiva de los pueblos de la ciénaga de Santa Marta no son una ficción CITATION Mil17 \l 9226.....	27
Ilustración 7: Nueva Venecia Magdalena CITATION Alc19 \l 9226. ....	27
Ilustración 8: Los palafitos de Tumaco CITATION Ros16 \l 9226. ....	28
Ilustración 9: La cultura es resistencia en Tumaco CITATION Arc11 \l 9226.....	28
Ilustración 10: Estructuras palafíticas. ....	29
Ilustración 11: Barrio de Belén en periodo de aguas altas.....	31
Ilustración 12: Propuesta metodológica de diseño de proyectos de estructuras resilientes. ....	39
Ilustración 13: Diagrama de prototipo. ....	44
Ilustración 14: Propuesta de nivelación. ....	56
Ilustración 15: Pilote plástico.....	56
Ilustración 16: Zapata plástica .....	57
Ilustración 17: Unión plástica. ....	58
Ilustración 18: Mecanismo plástico. ....	59
Ilustración 19: Plataforma.....	60
Ilustración 20: Módulos. ....	61

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Ilustración 21: Peso del módulo propuesto.....	61
Ilustración 22: Imagen del módulo con botellas.....	63
Ilustración 23: Disposición de tambores.....	65
Ilustración 24: Plataforma flotante.....	70

## Resumen

El presente trabajo de investigación se enfoca en la propuesta de implementación de cuerpos estructurales resilientes sistema de nivelación adaptable para viviendas modulares anfibas sobre cuerpos de agua cambiante, esta propuesta va dirigida a ofrecer una solución viable en caso de inundaciones en las viviendas que se encuentra a orillas de ríos y/o zonas de bajamar y que además está compuesto por terrenos irregulares. Es importante destacar que en el territorio colombiano, existe un sinnúmero de comunidades que residen al borde de ríos, zonas de bajamar, mangle y zonas costeras en estructuras ‘palafíticas’, esto ocurre por motivos de trabajo y también en muchas ocasiones o zonas sucede es por razones culturales. Ahora bien, este trabajo se realiza bajo una metodología de investigación de tipo descriptiva, dados los criterios sistemáticos de la problemática a abordar, con un enfoque de estudio mixto, ya que implica la combinación de información cuantitativa y cualitativa recolectada en el mismo estudio. Finalmente, con los instrumentos de recolección de información aplicados, además de la respectiva revisión bibliográfica y los conocimientos adquiridos durante la formación académica, permitirán elaborar una propuesta que contribuya a mejorar la calidad de vida de los habitantes que deben enfrentarse a situaciones de inundaciones en temporadas de lluvias.

**Palabras Claves:** Cuerpos estructurales, Sistema de nivelación, Viviendas modulares, Viviendas anfibas, Cuerpos de agua.



### **Abstract**

This research work focuses on the proposal for the implementation of resilient structural bodies adaptable leveling system for amphibious modular homes on changing bodies of water, this proposal is aimed at offering a viable solution in case of floods in the homes that are on the banks of rivers and / or areas of low tide and that is also composed of irregular terrain. It is important to note that in the Colombian territory, there are countless communities that recur on the edge of rivers, low tide areas, mangroves and coastal areas in 'palafitic' structures, this occurs for work reasons and also on many occasions or areas it happens is for cultural reasons. Now, this work is carried out under a descriptive research methodology, given the systematic criteria of the problem to be addressed, with a mixed study approach, since it involves the combination of quantitative and qualitative information collected in the same study. Finally, with the information collection instruments applied, in addition to the respective bibliographic review and the knowledge acquired during academic training, they will allow the elaboration of a proposal that contributes to improving the quality of life of the inhabitants who must face situations of flooding in seasons. of rains.

**Keywords:** Structural bodies, Leveling system, Modular houses, Amphibious houses, Water bodies.

## Introducción

El presente trabajo surge tomando como referencia el proyecto de maestría: Vivienda sostenible anfibia en madera del Arquitecto Leonardo Rodríguez Murte; en la que se exponen las dificultades actuales de la vivienda palafítica – como la locomoción por dimensionamiento, el desarrollo constructivo de los elementos de comunicación, el deterioro y la incomunicación en las temporadas de inundaciones. De todo esto nace la idea de estudiar la adaptación de la estructura de soporte de las viviendas palafíticas en función de mejorar las condiciones de vida de las personas que habitan en esos lugares.

Así mismo, es importante conocer que la vivienda palafítica es una respuesta cultural a la simbiosis del agua y la comunidad, teniendo en cuenta esto, el interés de este proyecto se basa en la vivienda en zona de riesgo por inundación. Es así que esta investigación propone una alternativa de estructura resiliente sustentable (materialidad y sistemas constructivos) que responda a las dinámicas del entorno (incremento del nivel del agua, sequías y terrenos irregulares), por lo que la adaptación de estas estructuras al entorno cambiante de las comunidades palafíticas es un aspecto fundamental en este trabajo.

Posteriormente se analiza el marco teórico, abarcando un marco histórico desde la investigación de lo relacionado con el palafito y sus elementos esenciales, se analizan y comparan los elementos, se realizan pruebas de los mismos generando una planificación de estructuras y posibles alternativas para mejorar la calidad de vida dentro de este tipo de estructuras, ya que esta es una propuesta estructural distinta a la convencional. De esta manera se brinda bondades físicas y habitables amigables con el ambiente y compatibles con la comunidad a la cual está dirigida.

## El Problema

### Problema a Solucionar

En Colombia existen comunidades que viven al borde de los ríos, zonas de bajamar, mangle y en zonas costeras en estructuras “palafíticas”, éstas son erigidas sobre pilotes de madera o concreto que sostienen una tarima que estructura el suelo de la construcción, su elevación permite el flujo del agua por debajo de los pilotes que sostienen la vivienda. Según Quiñones (2011) “estadísticas del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico el 44% de los materiales de construcción provienen de almacenes o depósitos de la ciudad y el 33% de los manglares o bosques cercanos” (p. 2).

Se puede señalar que la problemática fue identificada a través del proyecto de maestría que realizó el Arquitecto Leonardo Rodríguez Murte (2018), titulado: Vivienda sostenible anfibia en madera. En esta se evidencia los factores de riesgos de las viviendas palafíticas desde la arquitectura y la construcción, describe que, a pesar de ser durables en el tiempo, las partes altas de las construcciones presentan deterioro las cuales no presentan medidas de recuperación oportuna, otro aspecto es su sismo resistencia.

Es oportuno recalcar que las construcciones palafíticas presentan dificultades de locomoción por dimensionamiento, quiere decir que los elementos de acceso a estas viviendas en temporadas de inundación y sequía no cuentan con las dimensiones, pendientes, resistencia adecuada para el acceso a la vivienda lo cual genera incomunicación en temporadas de inundación y difícil accesibilidad en temporadas de sequía ya que las viviendas superan los dos (2) metros aproximados sobre el nivel del terreno. Esto se puede evidenciar en la ilustración que aparece a continuación,



*Ilustración 1: Casas palafíticas en la Amazonía en periodos de aguas bajas o de sequías.*

Fuente: Andando por Bogotá, 2014.

En concordancia con información consultada, se identificaron factores de riesgo y vulnerabilidad de la vivienda anfibia, donde la principal debilidad de la vivienda situada en baja mar se debe a su constante interacción con el agua, donde influye en el medio sociocultural, arquitectónico, constructivos, tecnológicos, de consumo energético, físicos e incluso políticos. Estas viviendas debido a su ubicación sobre superficies ribereñas se encuentran expuestas a riesgos de inundación por temporadas. Además los factores marítimos pueden influir directamente sobre los estuarios, así como también la variación de caudales, la subida de la cota de inundación máxima histórica, la sedimentación exposición a la salinidad y oxidación

Es conveniente recalcar que Colombia, debido a su ubicación geográfica cuenta con una basta diversidad hidrológica, por ello hay una alta variabilidad de pisos térmicos y características

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

climáticas, además una geomorfología y geología muy variada, que se exponen a cambios periódicos o indeterminados, frecuentes o esporádicos que suman un importante potencial de riesgo hidrometeorológico de inundación para los asentamientos de bajar mar, que afectan el desarrollo social, cultural. y económico de la población, en particular a causa de inundaciones.

En una publicación del Banco Mundial Colombia, según Campos et al (2013),

Por su ubicación en el trópico húmedo bajo la influencia de la Zona de Confluencia Intertropical hace un patrón unimodal en las regiones Amazónica, Orinoquía y en la mayor parte del Caribe, y una distribución bimodal en la región Andina con altas y frecuentes lluvias. (p. 13).

Esto acentuado por los fenómenos del Niño y De La Niña que modifican el comportamiento normal y los regímenes de precipitaciones ocasionando inundaciones, sequias grandes caudales y propensión a efectos de remociones en masa. Con base a lo anterior es apropiado decir que, de no tomar las acciones correctivas apropiadas, pueden continuar ocurriendo desastres, que conlleva a que continúen ocurriendo pérdidas de vidas humanas a causa de la inundación de sus viviendas, en reiteradas oportunidades estas viviendas son destruidas en su totalidad y los habitantes, lamentablemente no tiene manera de reponer los bienes perdidos en dichos eventos.

A continuación se presenta una grafica en la cual se aprecian porcentajes de pérdidas de vidas y de viviendas por distintos desastres en un lapso de tiempo desde 1970 al 2011, donde los desastres por inundación han cobrado el 10% de las vidas humanas respecto a los demás eventos, y es de resaltar que en el caso de las viviendas destruidas, las inundaciones son el principal tipo de evento, siendo el 43% del total de viviendas colapsadas por este tipo de situaciones.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

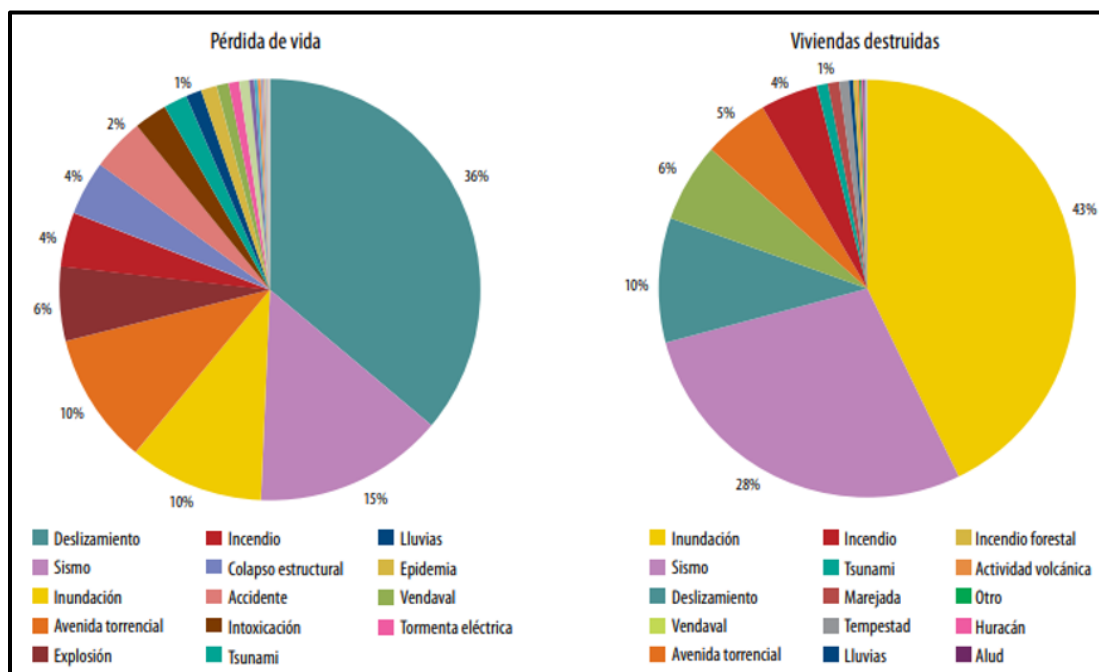


Gráfico 1: Pérdidas por tipo de evento, 1970-2011.

Fuente: Campos et al, 2013.

Continuando con la temática, el 12% de la superficie territorial colombiana se ubica en áreas con alta propensión a inundarse, principalmente el oriente en las llanuras del Río Orinoco y Amazonas, en las regiones Caribe y Pacífica en los valles aluviales, en la depresión Momposina y el río Magdalena, en los valles del río Sinú y el Alto San Jorge, en el Chocó; en los ríos Atrato, San Juan, Patía y Mira; En la zona Andina en las cercanías a los ríos Magdalena y Cauca (zonas cálido- templadas húmedas). Territorios que se encuentran en los departamentos de Valle del Cauca, Atlántico, Cundinamarca, Magdalena, Antioquia, Córdoba, Cesar, Cauca y Meta.

En la publicación del Banco Mundial Colombia, según Campos et al (2013), “La población en áreas con mayor vulnerabilidad por inundación se encuentran 79 municipios, que representan el 28% del total de la población nacional, en su gran mayoría con climas cálidos- templados húmedos” (p. 43). Estas poblaciones tienen altos índices de pobreza, déficits

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

cuantitativos de vivienda, pocas coberturas de servicios básicos, mayores índices de ruralidad y poca visibilidad institucional y económica hace que su resiliencia ante un desastre sea baja.

Las ventajas de realizar este proyecto es la de salvaguarda vidas y enseres en un momento de inundación, mejorar la locomoción por dimensionamientos en la comunidad y en los accesos a la vivienda, proporcionar desde nuevas tecnologías sistemas constructivos que se adapten a sus necesidad de territorio, conservar su cultura anfibia sin necesidad de reubicarlos para perder esa simbiosis de su comunidad, economía con el agua.

La propuesta para solucionar la problemática se enfoca en la propuesta de un diseño de cuerpos estructurales resilientes con sistemas de nivelación adaptable para viviendas modulares anfibas sobre cuerpos de agua cambiante.

### Pregunta problemática

¿Cuál es la ventaja de proponer el diseño de estructuras resilientes que permitan a las viviendas palafíticas en zonas de bajamar adaptarse a los cambios del nivel del agua manteniendo la integridad de la vivienda?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Diseñar estructuras resilientes que permitan a las viviendas palafíticas en zonas de bajamar adaptarse a los cambios del nivel del agua manteniendo la integridad de la vivienda.

### ***Objetivos Específicos***

Describir los elementos de soporte que se adaptan a los terrenos donde están ubicadas las viviendas de bajamar.

Desarrollar la propuesta de elementos de conexión para la adaptación de la plataforma ante la presencia de diferentes niveles de inundaciones en terrenos de las viviendas de bajamar.

Presentar un sistema de flotación apropiado para la plataforma en los terrenos de las viviendas de bajamar.

Proponer el diseño de cuerpos estructurales resilientes con sistemas de nivelación adaptable para viviendas modulares anfibas sobre cuerpos de agua cambiante.

## **Justificación**

Para disminuir las afectaciones de las inundaciones en comunidades o asentamientos sobre cuerpos de agua, se han generado propuestas desde la arquitectura resolviendo arquitectónicamente el módulo de la vivienda que flota o que está anclada al terreno; dejando de lado la adaptación de las estructuras a los cambios del entorno, porque se requiere identificar lo que sucede con esas estructuras cuando hay una disminución en el nivel del agua, también es importante reconocer lo que sucede en las ocasiones en que las inundaciones pasa la cota historia establecida según la zona. Es aquí donde el diseño tiene una tarea importante y es la de proponer un diseño resiliente que se adapte a esa necesidad estructural derivada del cambio climático que



## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

afecta a estas comunidades ubicadas en bajamar, se debe pensar en el cómo este diseño logra articular la funcionalidad con lo estético y lo simbólico de estas comunidades.

Ahora bien, la justificación desde el punto de vista del aporte del diseño industrial a esta investigación, primero que todo es pertinente definir esta área a partir de lo mencionado por WDO (2017) (citado por D'Alemán, 2019), “El diseño industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, construye el éxito empresarial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadores” (p. 12). Tomando en cuenta la anterior definición, este proyecto está enfocado en proponer un diseño resiliente que mejore las alternativas actuales, destacando la importancia de la adaptación para dar una solución funcional que responda a las necesidades estructurales de las viviendas anfibas frente al cambio climático para permanecer cultural y geográficamente.

Ahora bien, este trabajo desde el punto de vista metodológico corresponde a una investigación de tipo descriptiva, dados los criterios sistemáticos de la problemática a abordar, con un enfoque de estudio mixto, ya que implica la combinación de información cuantitativa y cualitativa recolectada en el mismo estudio. En lo que respecta a la población objeto de estudio son comunidades palafíticas del territorio colombiano, sin embargo, como esta es una población muy extensa, se tomará como muestra una zona en específica. En cuanto a lo académico, este proyecto permite poner en práctica los conocimientos adquiridos en la formación profesional.

Esta investigación, desde el punto de vista práctico tiene una justificación basada en los objetivos establecidos para transformar el mundo, tal como se puede observar en la publicación de las Naciones Unidas (2021), “En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. (p. 1).

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

En el mismo orden de ideas, desde el punto de vista social, este proyecto busca apoyar lo establecido en el objetivo 11 del proyecto publicado por las UN dónde se hace referencia a las ciudades y comunidades sostenibles, para lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles y que además las comunidades se mantengan resilientes entre estos al cambio climático. Cabe mencionar también que algunas ciudades son más vulnerables a los desastres naturales debido a la elevada concentración de personas y su ubicación, por lo que reforzar la resiliencia urbana es crucial para evitar pérdidas humanas, sociales y económicas.

Estos problemas afectan, en última instancia, a todos los ciudadanos. La desigualdad puede provocar disturbios e inseguridad, la contaminación deteriora la salud de todos y afecta a la productividad de los trabajadores y por tanto a la economía, y los desastres naturales pueden alterar el estilo de vida general, Al optar por actuar de manera sostenible decidimos construir ciudades donde todos los ciudadanos disfruten de una digna calidad de vida y formar parte de la dinámica productiva de la ciudad generando prosperidad compartida y estabilidad social sin perjudicar el medio ambiente.

Es importante resaltar la importancia de trabajar con comunidades anfibias las cuales viven de la simbiosis de estas con el agua. el rio, ciega etc., es su medio económico y de transporte el cual les brinda su medio de vida y hace parte de su cultura por eso es importante se debe proteger su cultura y su valor histórico, como lo dice el objetivo lograr que las comunidades sean inclusivas y sostenibles tanto para la región como con su territorio, lograr desde nuevas tecnologías mejoras para sus comunidades fortaleciendo la infraestructura de sus viviendas minimizando el impacto que estas tienen en sus ecosistemas cercanos.

## Marco de Referencia

### Marco teórico

#### *Desarrollos de viviendas anfibas*

En Colombia se han planteado diversos proyectos relacionados con vivienda anfibia. La arquitectura es una de las disciplinas que mayormente, según la revisión hecha, plantea soluciones para la vivienda anfibia y vernácula, las cuales evidencian una necesidad de adaptación a los fenómenos naturales, específicamente inundaciones.

Se tomaron como referencia tres proyectos nacionales que están desarrollados en lugares ribereños, el primero es el proyecto realizado por estudiantes de la Universidad Eafit en 2011, es una casa flotante, sobre una plataforma que se construye aprovechando las botellas plásticas, se creó con el fin de proporcionar una vivienda económica. Según Giraldo-Díez (2011) “No se quiso dar una solución de vivienda palafítica, se pensó que pudiera durar en el tiempo, como explica Lina M. Castaño” (p. 5), la plataforma se eleva a medida que va entrando la inundación y descende cuando cede la inundación, los pilotes mantienen el movimiento vertical de la vivienda y nivel al piso cuando descende.

Se logró poner a flotar un módulo de 9 metros cuadrados que resiste 8 toneladas y está construido con botellas de plástico recicladas, la vivienda está diseñada para una familia de 6 personas y se eleva más de 2 metros sobre nivel del piso, incorpora un diseño sostenible desde la flotación de la plataforma con las botellas de plástico, además cuenta con sistemas de autoabastecimiento energético.

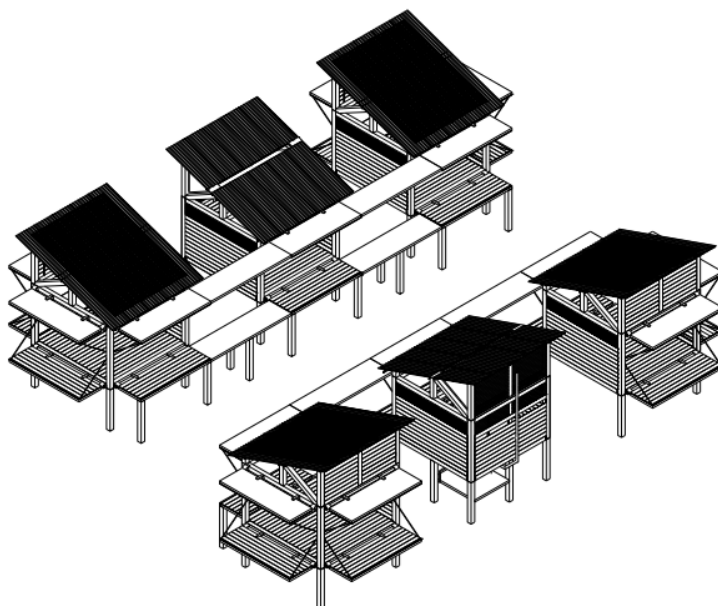


*Ilustración 2: La Casa Anfibia, prototipo Universidad Eafit de Colombia.*

Fuente: Envapack, 2011.

El segundo es el proyecto de trabajo de grado para la maestría en Hábitat en la Universidad Nacional de Manizales, realizado por Jensen (2014), el prototipo mejora las condiciones de las viviendas palafíticas, el desarrollo es polifuncional debido a las plataformas pivotantes que sirven como cerramientos o puentes circulatorios que unifican, es adaptable y de fácil armado, puede replicarse.

Los módulos básicos con diversas opciones de adaptabilidad y posibles variables, según Jensen (2014) “Por la adaptabilidad y fácil armado del prototipo puede replicarse y consolidar una vivienda aceptable que mejore las condiciones de las actuales, para esto se desarrollaron múltiples variables” (p. 117).



*Ilustración 3: Módulo C de opciones de adaptabilidad.*

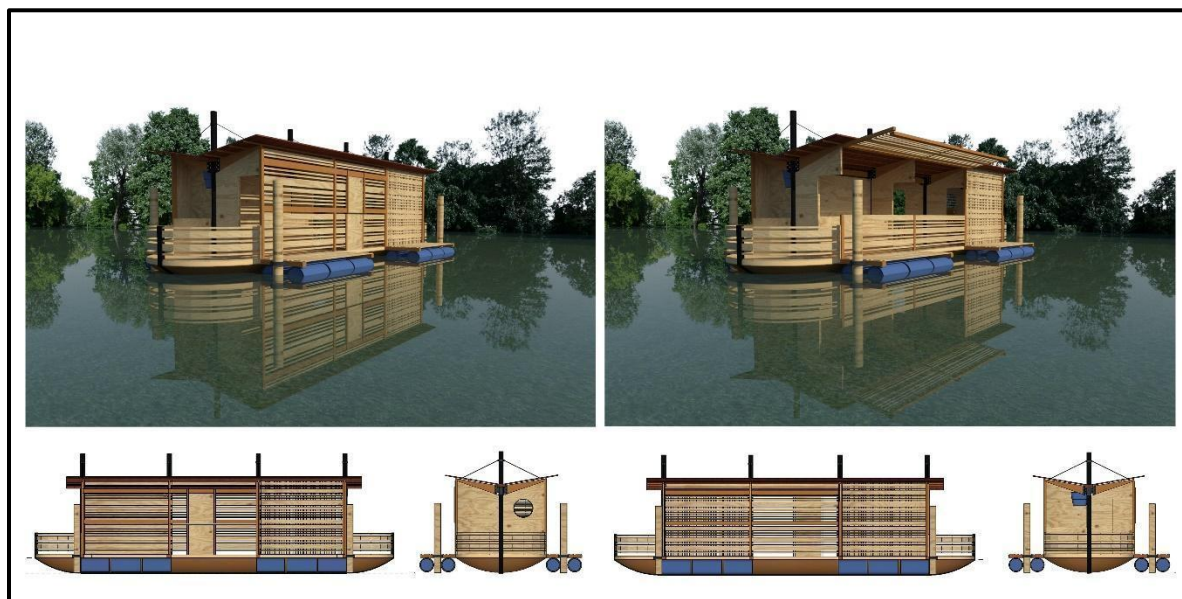
Fuente: Jensen, 2014.

Por último, tomando en cuenta que el prototipo de vivienda de emergencia para utilizar en zonas inundables con material prefabricado y de una manera fácil para construir, además pesa cuatro toneladas, adicionalmente tiene la ventaja de estar diseñado para zonas rurales y urbanas, es así que García (2018) expone que “el prototipo de vivienda cuenta con tres módulos, cada uno de 3 m x 3 m: área de servicios (cocina, baño, lavado de ropa), multifuncional (sala, comedor, estancias) y habitacional, y que inicialmente está proyectado para cuatro personas” (p. 3).

Esta vivienda cuenta con la capacidad de adaptarse a al suelo y elevarse más de dos metros según el nivel del agua evitando la inundación, es prefabricada y cuentan con cuatro pilotes en las esquinas los cuales anclan la vivienda a la tierra y con estos la vivienda se puede desplazar verticalmente según la cota de inundación, el estudiante afirma que el 90% del diseño está hecho en madera, el diseño es básico y práctico con 3 módulos de 3m<sup>2</sup>, para la distribución

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

de la vivienda cuenta con las condiciones básicas para vivir 4 personas o un máximo de 8, alcanza de 27m<sup>2</sup> a 36 m<sup>2</sup> y el diseño está enfocado a patrones de habitabilidad, flexibilidad, funcionalidad y sostenibilidad.



*Ilustración 4: Prototipo de vivienda cuenta con tres módulos.*

Fuente: García, 2018.

Los proyectos aquí presentados demuestran la importancia de desarrollar alternativas para la solución de viviendas que se adapten a las inundaciones para las comunidades anfibias colombianas que se ven afectadas, la importancia de reconocer el entorno la comunidad y la materialidad para el desarrollo de la propuesta también se muestra que los proyectos se desarrollan desde la arquitectura modificando la espacialidad de la vivienda y después se define sistema para la flotación pero se mantiene la individualidad de la vivienda no se piensa en comunidad en la locomoción en temporadas de inundaciones y no cuentan con la adaptación al terreno cuando el nivel del agua desciende.

### ***Cultural anfibia y reubicación***

En Colombia se pueden encontrar toda clase de cuerpos de aguas: ciénagas, lagos, caños, humedales y ríos donde la fuerza de atracción ejercida por estos son el polo de desarrollo de unión y hermandad entre pueblos. Según Pinzón (1999) “es la visión mítica del agua como sitio sagrado donde se celebra todos los días la vida” (p. 1). El nombre de ciudades anfibias proviene de los animales anfibios que llevan una doble vida entre el agua y la tierra esa relación ha condicionado sus hábitos y costumbres, tienen una gran capacidad de adaptación a los entornos acuáticos o terrestres, esta misma relación simbiótica, según por Riveros (2012)

La expone el sociólogo Orlando Fals Borda, quien expresa un complejo de conductas, creencias y prácticas relacionadas con el manejo del ambiente natural, la tecnología y normas de producción agropecuaria y está reflejado en su obra Historia Doble de la Costa, que recoge rasgos característicos de las culturas anfibias y la relación estrecha con los productos, beneficios y relaciones que proporciona el agua; sus dinámicas se convierten en el medio de comunicación e integración de los pueblos campesinos y de pescadores. (p. 6).

Ahora bien, según Barrios-Amórtegui (2013) “El río Magdalena es un protagonista de la vida económica política y cultural del país, reconocer la importancia de este en la comunicación y las redes de comercio que dieron origen a pueblos y ciudades a lo largo del río” (p. 7), el conocer y reconocer la importancia y el protagonismo del agua en el desarrollo de un país y la dependencia de las comunidades de esta, enmarca la importancia de mantener la cultura anfibia y sus hábitos, costumbres.

En Colombia se han dado reubicaciones de pueblos a causa de las inundaciones como el siguiente ejemplo: Doña Ana pronto dejará de ser un pueblo anfibio, este es un corregimiento de

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

San Benito Abad, al sur de Sucre, según como lo describe la noticia decidieron solicitar a las autoridades la reubicación y la construcción de un pueblo nuevo lejos de las inundaciones, pero sin retirarse del río san Jorge y los cuerpos de aguas circundantes, ya que ocho meses al año permanecen inundados y ven ahogarse sus hogares y cultivos. Según El Heraldo (2011),

Doña Ana será un modelo a nivel nacional y un referente para todas las comunidades de la zona que todos los años tienen que abandonar sus casas por efectos del invierno, la gente se va a trasladar sin sacarlos de su entorno, pero garantizándoles que no volverán a inundarse. (p. 1)

La reubicación es la manera más rápida de brindar seguridad y tranquilidad a una comunidad afectada por las inundaciones, lo interesante de esta noticia es que el pueblo pide que los reubiquen, pero cerca al río, ya que dependen del agua, las viviendas no cuentan con adaptación a la vida anfibia.



*Ilustración 5: Foto del Pueblo Doña Ana.*

Fuente: El Heraldo, 2011.



## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Este ejemplo de pueblos reubicados por las inundaciones muestra la necesidad de adaptarnos a los entornos, donde las viviendas y cultivos también se construyan con un pensamiento de lo anfibio, y ver la inundación no como un desastre sino más bien tomar ventajas y beneficios de poder convivir con las inundaciones.

### *Inundaciones (culturas anfibias)*

Se describe la inundación para la comprensión general desde cómo se generan las inundaciones, los tipos de inundación y los efectos que se dan en Colombia y como son los comportamientos en la depresión Momposina y en la región andina. La inundación según Ideam (2019) es,

Un fenómeno hidrológico recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que generan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas. (p. 1).

### *Causas de las inundaciones*

Lluvia excesiva: cuando la lluvia cae durante varios días de forma prolongada.

Desbordamientos de ríos y lagos: en términos estrictos, si la tasa de flujo supera la capacidad del cuerpo de agua, éste se desborda.

Ruptura de presa o dique: las presas modifican el caudal de los ríos para satisfacer las necesidades humanas de agua. Pero si alguna se rompe debido a la presión del agua acumulada,

ésta fluye bruscamente y desborda los ríos.

Derretimiento del hielo en las montañas: la nieve derretida o incluso los trozos de hielo aumentan el flujo de agua de los ríos y lagos.

### ***Tipos de inundaciones***

Inundaciones lentas: ocurren en las zonas planas de los ríos y con valles aluviales extensos, el incremento es de apenas de centímetros diarios, sus afectaciones se dan en la extensión y en bienes, pero muy pocas pérdidas de vidas, pero el tiempo de afectación puede durar meses, en Colombia tenemos en el caso de la depresión Momposina.

Inundaciones de crecientes súbitas: según Ideam (2019) es

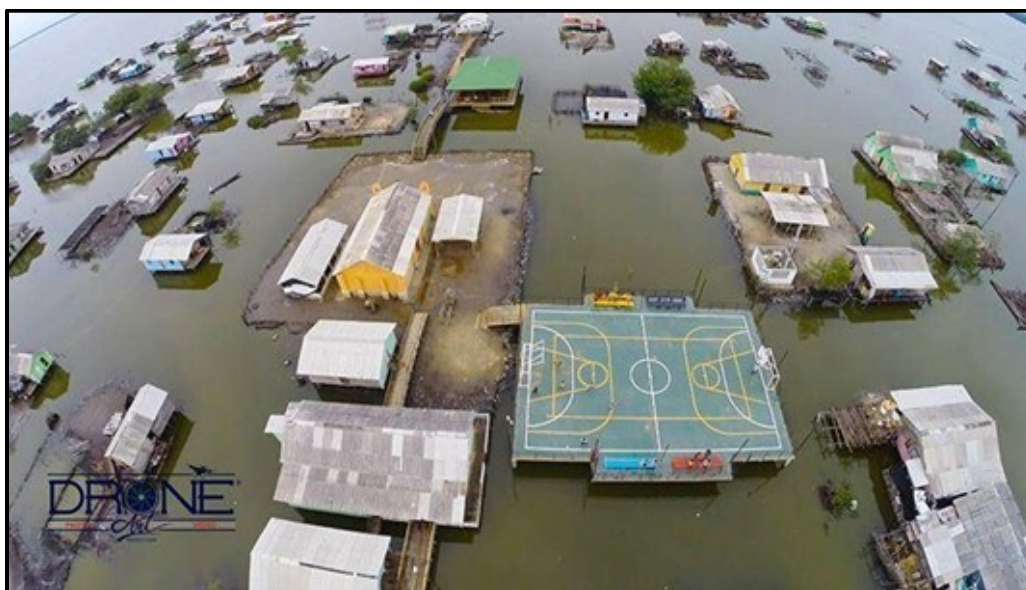
El área de afectación es menor, pero poder destructivo es potencialmente mayor y se reflejan en más pérdidas de vidas, se dan por las fuertes precipitaciones en partes altas de los ríos, los incrementos de nivel se pueden dar en pocas horas varios metros, y el tiempo de afectación puede durar horas o pocos días, estas afectaciones se presentan en las cuencas de alta pendiente de la región andina. (p. 2).

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS



*Ilustración 6: Imagen descriptiva de los pueblos de la ciénaga de Santa Marta no son una ficción CITATION Mil17 \ 9226.*

Fuente: Torres, M., 2017.



*Ilustración 7: Nueva Venecia Magdalena CITATION Alc19 \ 9226.*

Fuente: Magdalena, 2019.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS



*Ilustración 8: Los palafitos de Tumaco CITATION Ros16 \ 9226.*

Fuente: Rojo, 2016.



*Ilustración 9: La cultura es resistencia en Tumaco CITATION Arc11 \ 9226.*

Fuente: Iris, 2011.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

### *Sistema Constructivo*

#### **Plataforma**

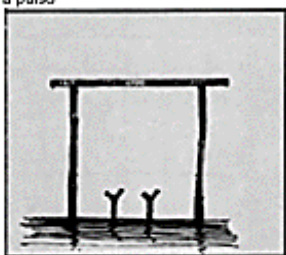
Este proyecto se enfoca en el análisis de palafitos, que están sobre pilotes de madera y sus formas de unión generalmente son mediante encaje, amarres y en su mayoría a presión para generar un sostenimiento a la estructura en pie. En el caso de la costa colombiana del Pacífico, estas viviendas están usualmente ubicadas en las áreas de bajamar, litoral y en las zonas costeras.



1- Se hincan los pilotes que sostendrán los cerramientos y techos, con distancias entre 90 y 120 centímetros. Tallo de rama, hincado a pulso



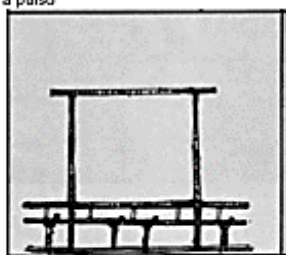
4- Se construyen cerramientos con tablas traslapadas, modulación a partir de las dimensiones de las tablas .30m x 4.50m.



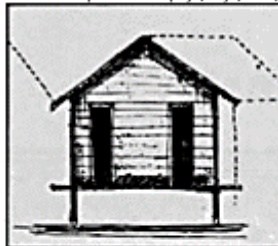
2- Se hincan los pilotes que sostendrán los cerramientos y techos, con distancias entre 90 y 120 centímetros. Tallo de rama, hincado a pulso



5- Cubierta: sentadera, cumbre, puntales, riostras, palomera, pares, correas, vistas, travesaños.  
El material puede ser: paja, teja, zinc, Eternit.



3- Se arma la estructura de la troja:  
1. Vigas maestras sobre horquillas  
2. Travesaños en madera clavos  
3. Piso: Tablón 1x12x15 clavos sobre travesaños.



6- Fase de acabados y detalles, instalación de puertas, ventanas, etc.

*Ilustración 10: Estructuras palafíticas.*

Fuente: Andando por Bogotá, 2014

### **Marco Histórico**

Según el Ideam (2019),

Las Inundaciones en Colombia son fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente. Se producen por lluvias persistentes y generalizadas que causan un aumento progresivo del nivel de las aguas contenidas dentro de un cauce superando la altura de las orillas naturales o artificiales, ocasionando un desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas. En la clasificación más sencilla se pueden identificar dos tipos: Inundaciones lentas, que son las que ocurren en las zonas planas de los ríos y con valles aluviales extensos, los incrementos de nivel diario son de apenas del orden de centímetros, reporta afectaciones de grandes extensiones, pero usualmente pocas pérdidas de vidas humanas, el tiempo de afectación puede fácilmente llegar a ser del orden de meses, en Colombia el ejemplo más claro es la región de la Mojana. El otro tipo de inundación es las llamadas crecientes súbitas, que aunque las áreas de afectación son menores, el poder destructivo es potencialmente mayor y cobra el mayor número de vidas cuando se presentan, responden rápidamente a la ocurrencia de fuertes precipitaciones en las partes altas de las cuencas, los incrementos de nivel son del orden de metros en pocas horas, y el tiempo de permanencia de estas inundaciones en las zonas afectadas son igualmente de horas o pocos días, estas se presentan en todas las cuencas de alta pendiente de la región Andina principalmente. (p. 2).

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Vivienda palafito, se denomina a las construcciones que se realizan sobre palos o estacas en zonas de bajamar donde los cambios climáticos ocasionan inundaciones y temporadas de sequía, en los diferentes conceptos de palafito encontramos:

El concepto del diccionario de la real academia como: una Construcción que se alza en la orilla del mar, dentro de un lago o en terrenos anegables, sobre estacas o pies derechos. Ahora bien, según Pérez (2021) “Desde la arquitectura como: viviendas apoyadas sobre estacas, generalmente de madera, sobre las cuales se apoya una plataforma que sostiene todo el cuerpo de la vivienda y la cubierta”. (p. 2). Adicionalmente, desde la antropología, según Osorio-Garcés (2016) como:

La vivienda palafítica de las comunidades negras del Pacífico colombiano constituye un elemento cultural que hace parte sustancial de la identidad regional, a pesar de los cambios sufridos en el diseño, el uso de materiales, las formas de decoración y técnicas constructivas. La vivienda expresa un conocimiento local detallado de los factores climáticos, los ciclos del agua y el conocimiento de los recursos de la selva. (p. 10)



*Ilustración 11: Barrio de Belén en periodo de aguas altas.*

Fuente: Andando por Bogotá, 2014.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Se debe acotar que, la mayoría de estas construcciones se encuentran ubicadas en lagos, ríos, zonas pantanosas de aguas tranquilas a la orilla del mar. Según Gómez, J. (2014) (citado por Osorio-Garcés, 2016),

En Colombia, muchos de estos palafitos se encuentran situados en los litorales del pacífico, como en los departamentos del chocó, al norte en la ciénaga grande de santa marta, en ambientes insulares como San Andres, también los encontramos al sur del país en la frontera colombo-peruana, y también en las regiones selváticas del amazonas y los territorios cercanos al río Putumayo. (p. 10)

Los palafitos al estar ubicados en estas zonas están frecuentemente expuestos a situaciones de inundación, lo que los hace vulnerables en periodos de grandes lluvias de la misma manera que son expuesto a temporadas de extrema sequía. Según Procuraduría Delegada para Asuntos Civiles (2018):

Se observa con preocupación que hay un considerable déficit de vivienda en los municipios de Tumaco y Buenaventura y las zonas palafíticas se han convertido de hecho en alternativa de solución para estas familias de escasos recursos y alto nivel de vulnerabilidad. Es evidente que las familias habitantes de las zonas de baja mar requieren la vivienda como necesidad prioritaria. Esto es explicable después de conocer la situación de pobreza que presentan los lugares que habitan las familias, tanto por el nivel de hacinamiento, por la fragilidad de las viviendas, el factor de riesgo por tsunami, así como por la ausencia o poca cobertura de servicios públicos que garanticen mínimas condiciones de salubridad y proporcionen una mejor calidad de vida. (...). En cualquier momento se puede presentar algún desastre como incendios, o desplome de las viviendas con sus habitantes dentro. Es indispensable a corto plazo, mientras se analiza la



viabilidad de una reubicación, plantear acciones tendientes a mejorar las condiciones de las viviendas, tanto en ampliar los espacios de hábitat de las familias, como en fortalecer las decaídas estructuras que se presentan. (p. 1).

Los palafitos en Colombia tienen una relación simbiótica con el agua, es el elemento propio que define aspectos del hábitat, socioculturales, arquitectónicos, físicos, políticos y constructivos este último tiene elementos como:

### **Marco Legal**

El estado colombiano se ha visto en la necesidad de analizar, proponer, desarrollar y legislar a partir de necesidades no solo sociales sino ambientales a nivel nacional, por diferentes fenómenos climáticos, desarrollando desde el ámbito legal y organizacional la manera de contrarrestar la problemática especialmente de zonas costeras ya que Colombia es un territorio que limita con dos océanos y en su interior tiene ríos de importantes dimensiones.

Es importante destacar que a nivel internacional es muy preocupante la situación que conllevan los cambios climáticos, así como también preocupan las consecuencias que se generen a causa de futuros hechos relacionados con dichos cambios. Es por ello que se requiere la realización de eventos como, según Ramsar (2016):

Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas Ramsar, Irán, 1971. Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Hombre, Estocolmo, Suecia, 1972. Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por Buques, MARPOL, Londres, Inglaterra, 1973. Acuerdo sobre la Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras Sustancias Nocivas Lima, Perú, 1981. Convención de las Naciones

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Unidas sobre el Derecho del Mar, Montego Bay, Jamaica, 1982. Protocolo para la Conservación del Pacífico Sudeste contra la Contaminación Proveniente de las Fuentes Terrestres, Quito, Ecuador, 1985. (p. 50)

### ***Ley 388 de 1997***

#### Artículo 1:

1. Armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la Ley 9ª de 1989 con las nuevas normas establecidas en la Constitución Política, la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo, la Ley Orgánica de Áreas Metropolitanas y la Ley por la que se crea el Sistema Nacional Ambiental.

2. El establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

3. Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres.

4. Promover la armoniosa concurrencia de la Nación, las entidades territoriales, las autoridades ambientales y las instancias y autoridades administrativas y de planificación, en el cumplimiento de las obligaciones constitucionales y legales que prescriben al Estado el ordenamiento del territorio, para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

5. Facilitar la ejecución de actuaciones urbanas integrales, en las cuales confluyan en forma coordinada la iniciativa, la organización y la gestión municipales con la política urbana nacional, así como con los esfuerzos y recursos de las entidades encargadas del desarrollo de dicha política.

### Artículo 3:

El ordenamiento del territorio constituye en su conjunto una función pública, para el cumplimiento de los siguientes fines: 1. Posibilitar a los habitantes el acceso a las vías públicas, infraestructuras de transporte y demás espacios públicos, y su destinación al uso común, y hacer efectivos los derechos constitucionales de la vivienda y los servicios públicos domiciliarios. 2. Atender los procesos de cambio en el uso del suelo y adecuarlo en aras del interés común, procurando su utilización racional en armonía con la función social de la propiedad a la cual le es inherente una función ecológica, buscando el desarrollo sostenible. 3. Propender por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación del patrimonio cultural y natural. 4. Mejorar la seguridad de los asentamientos humanos ante los riesgos naturales.

### ***Ley 1537 de 2012***

#### Artículo 1:

La presente ley tiene como objeto señalar las competencias, responsabilidades y funciones de las entidades del orden nacional y territorial, y la confluencia del sector privado en el desarrollo de los proyectos de Vivienda de Interés Social y proyectos de Vivienda de Interés Prioritario destinados a las familias de menores recursos, la promoción del desarrollo territorial, así como incentivar el sistema especializado de financiación de vivienda.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

La presente ley tiene los siguientes objetivos:

a) Establecer y regular los instrumentos y apoyos para que las familias de menores recursos puedan disfrutar de vivienda digna. b) Definir funciones y responsabilidades a cargo de las entidades del orden nacional y territorial. c) Establecer herramientas para la coordinación de recursos y funciones de la Nación y las entidades territoriales. d) Definir los lineamientos para la confluencia del sector privado en el desarrollo de los proyectos de Vivienda de Interés Social y Vivienda de Interés Prioritario. e) Establecer mecanismos que faciliten la financiación de vivienda. f) Establecer instrumentos para la planeación, promoción y financiamiento del desarrollo territorial, la renovación urbana y la provisión de servicios de agua potable y saneamiento básico. g) Incorporar exenciones para los negocios jurídicos que involucren la Vivienda de Interés Prioritario.

## **Metodología de Investigación**

### **Metodología de tipo descriptiva**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2015) “La investigación descriptiva se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “qué”, en lugar del “por qué” del sujeto de investigación” (p. 46). Este trabajo se realizará con una investigación de tipo descriptivo, dado que el lugar seleccionado para el estudio tiene características similares para la recolección de datos.

### **Enfoque mixto**

Según Hernández et al (2015) “La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (p. 532). La utilización del mencionado enfoque para esta investigación tiene grandes ventajas, pues permite lograr una perspectiva más amplia del fenómeno estudiado. Así mismo, gracias a la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, se podrá realizar la oportuna interpretación que produce la información en un conjunto integral.

### **Población y muestra**

Según Lepkowski (2008) (citado por Hernández et al, 2015) “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174). Para este trabajo, la población las zonas de baja mar del territorio colombiano, mientras que la muestra es la zona del departamento de Córdoba, donde hay viviendas palafíticas.

### **Recolección de datos**

Según Hernández et al (2015) “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p. 198). Esta investigación tendrá la recolección de datos mediante una encuesta con el apoyo de un cuestionario que según los mismos Hernández et al (2015) es “Conjunto de preguntas respecto de una o más variables que se van a medir” (p. 217). Este cuestionario tendrá preguntas cerradas para facilitarle a los encuestados el aporte de información, además con este tipo de preguntas será más fácil codificar los datos recolectados.

Al finalizar, los datos se dispondrán en tablas y gráficas estadísticas para facilitar su procesamiento, así como también para facilitar su interpretación de la información recopilada. Adicionalmente se realizará una revisión literaria, apropiada para fortalecer los conocimientos de la investigación, según Hernández et al (2015), “La revisión de la literatura debe iniciarse desde el comienzo del estudio porque el conocimiento que nos brinda es útil para plantear el problema de investigación y posteriormente nos sirve para refinarlo y contextualizarlo” (p. 58).

Adicionalmente para llevar a cabo el presente proyecto se fundamenta con una metodología propuesta no exige ningún orden específico desde donde abordar el proyecto, se identifican seis aspectos fundamentales dentro del desarrollo de un producto que son: investigación, análisis, concepto, ideas, desarrollo y producción.

Para este proyecto se requiere una metodología no lineal ya que su punto de partida no se da en la investigación si no desde un desarrollo ya planteado desde otra disciplina, esta metodología tiene un punto de partida concéntrico de donde salen los aspectos del proyecto, en el caso de este proyecto iniciaremos en la idea para pasar a la investigación, ya que es importante fortalecer el proyecto desde el diseño industrial, después de eso definir un concepto y pasar al

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

análisis de referentes y patentes después de la tabulación de estos referentes se generan ideas y el análisis de estas para decidir cual se desarrollaría y luego se produciría, la disposición circular de los recorridos de un aspectos a otro otorga que podemos abordar un proyecto desde un rediseño o desde la producción o una idea y poder tener una trazabilidad del proceso.



*Ilustración 12: Propuesta metodológica de diseño de proyectos de estructuras resilientes.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### Alcances de Proyecto

Este proyecto se plantea la solución de un sistema de elevación y soporte de una plataforma para viviendas sobre cuerpos de agua que se adapte a terrenos irregulares y se eleve

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

sobre el nivel de la inundación:

- a) La propuesta del sistema se da para una vivienda de un piso y se tomaron en cuenta el peso vivo  $100 \text{ kg/m}^2$  y el muerto  $100 \text{ kg/m}^2$ .
- b) No se incluyen diseños estructurales del sistema.
- c) Se realizará la validación del sistema en una comunidad que viva sobre cuerpos de agua.
- d) Se asume la capacidad más baja del terreno  $8 \text{ T/m}^2$  para propuesta del elemento de soporte y nivelación al terreno.



**Cronograma de actividades**

*Tabla 1: Cronograma de actividades*

Descripción	Semanas			
	1°	2°	3°	4°
Selección del tema				
Planteamiento del problema				
Objetivos y justificación				
Desarrollo del marco teórico				
Selección de la metodología de investigación				
Recolección de información				
Organización de la información				
Interpretación de resultados				
Revisión literaria				
Elaboración de la propuesta				
Organización de la propuesta				
Revisión y correcciones de la propuesta				
Presentación final del trabajo				

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### **Propuesta**

A continuación se muestra el resultado del trabajo, sin atentar contra el modelo existente de vivienda anfibia en zonas de baja mar, se plantea una alternativa de cuerpos estructurales resilientes para viviendas sobre cuerpos de agua de caudal moderado, esta propuesta aporta beneficios y sobre todo está enfocada en prevenir el aumento de la cota en épocas de inundación. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto se propone desde las necesidades de la comunidad en épocas de inundación, necesidades como afectación en sus bienes, incluso en sus vidas. Partiendo de esto se evidencio la necesidad de estudiar la forma constructiva de la vivienda, así como también el paso a paso, las herramientas necesarias, esto significa que en primera instancia el proyecto debe ser constructivamente conocido por los habitantes y que ellos mismos puedan construirlas, que no necesiten mano de obra especializada ni herramientas tecnificadas, sistemas constructivos especializados con materiales que no sean asequibles para ellos.

### **Requerimientos**

- ♦ No intervención de obra civil, la implementación de sistemas constructivos que no hacen parte de cultura y aparte los materiales no son asequibles en estas zonas.
- ♦ Que pueda ser construido por ellos mismos, que la misma comunidad construya sus viviendas con unos conocimientos básicos de construcción
- ♦ Facilidad en transmitir el conocimiento, se busca que en la implementación en la comunidad se pueda enseñar la manera en que la estructura se ensambla y que las mismas comunidades lo puedan replicar con sus habitantes u otras comunidades
- ♦ Materiales del entorno, la accesibilidad a los materiales es importante, utilizar los mismos materiales que utilizan en construcción por la comunidad. generando economía, ya que

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

los materiales se consiguen fácilmente.

- ♦ Mantenimiento, es un punto importante dentro del proyecto, ya que la vivienda esta en un entorno húmedo y en constante interacción con el agua, es importante que los elementos sean de fácil mantenimiento o cambio.

Las viviendas ribereñas sobre cuerpos de agua se encuentran en su mayor proporción en climas cálidos- templados húmedos, en ese marco se plantea a los territorios colombianos con esta característica geográfica, la población objetivo a la cual va dirigida el proyecto son las comunidades social y económicamente vulnerables con asentamientos y construcciones rurales en estas zonas, cabe a notar la diferencia de las viviendas de baja mar urbanas y rurales, las viviendas de bajamar urbanas son aquellas concentraciones ubicadas alrededor del casco urbano de la ciudad con grande concentraciones de población empobrecida y poco productiva, las viviendas de bajamar rurales son aquellas ubicadas en paisajes remotos, pocos poblados, aislados y en pequeños grupos de viviendas.

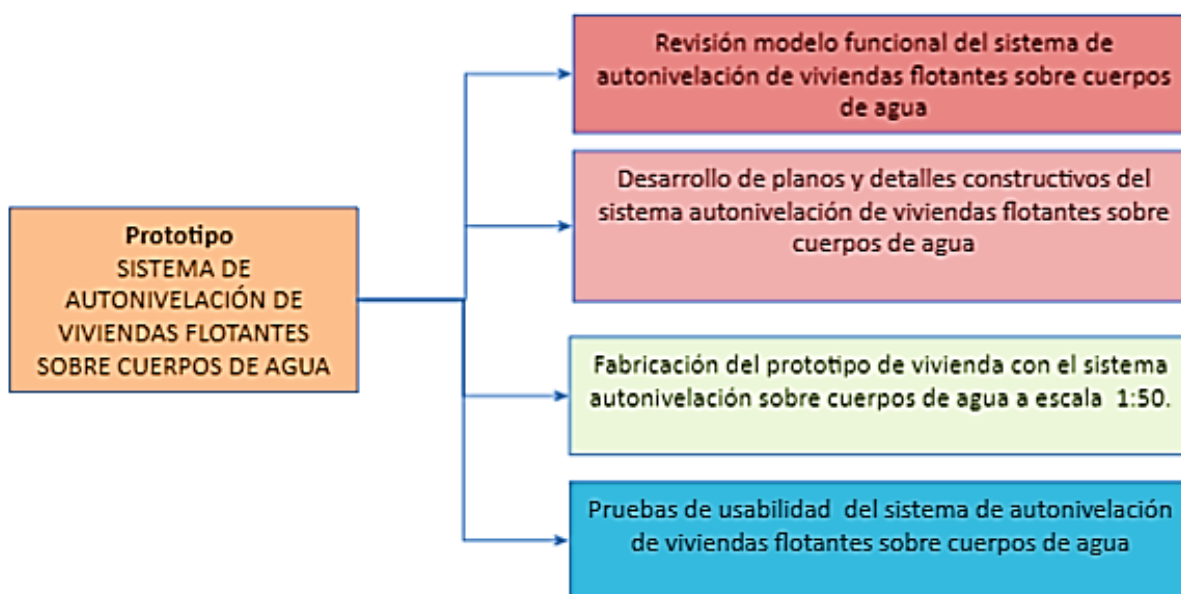
Estos sistemas de construcción de vivienda rural son prácticos y apropiados, ya que se utilizan materiales disponibles del entorno, con el menor impacto.

### **Segmento de usuarios**

- ♦ Poblaciones en condición de vulnerabilidad por inundación asentadas cerca o sobre cuerpos de agua.
- ♦ Poblaciones en hábitats susceptibles a ser inundados.
- ♦ Familias cuya forma de vida y subsistencia está ligada a la vida en cuerpos de agua.
- ♦ Programas oficiales de soluciones de vivienda para poblaciones con las anteriores características.

### Desarrollo objetivo 1 del proyecto

En la siguiente ilustración se muestran los pasos a seguir para la presentación de la propuesta, la primera revisión de los mecanismos funcionales para la nivelación del sistema, el segundo el desarrollo de planos y detalles constructivos, el tercero la cotización y la construcción del prototipo y cuarta las pruebas de usabilidad.



*Ilustración 13: Diagrama de prototipo.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.


Se inicia el proyecto con la revisión de tecnologías funcionales de elevación para su posible adaptación a la propuesta, en la siguiente figura se describen: nombre de la tecnología, breve descripción del funcionamiento, imagen y cuál es su presentación en el mercado, se describen 16 posibles tecnologías que pueden ser utilizadas para el desarrollo del proyecto, la cuales se evaluarán: se adaptan a terrenos, controla el desplazamiento en Z, estabilidad, mantenimiento, tipo de estructura, consumo energético para su funcionamiento, necesita algún mecanismo para su

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

funcionamiento, nivel máximo de restricción, necesita protección contra el agua a estos mecanismo se evaluaron cualitativa y cuantitativo para evaluar cuál de estas funciona mejor.

Evaluación referentes.

Tabla 2: Tecnología funcional.

Tecnología	Descripción	Imagen	Presentación
Elevación mecánica	Estructura metálica tipo tijera, con una base de apoyo, con un eje central para variar la altura de la plataforma manualmente		Gato manual
Elevación hidráulica	Estructura metálica tipo tijera, con una base de apoyo, con un brazo hidráulico que por medio de un bombeo manual o eléctrico varia la altura de la plataforma. Este sistema se puede ensamblarse para adquirir mayor altura		Cilindros hidráulicos

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

---

Elevación  
neumática

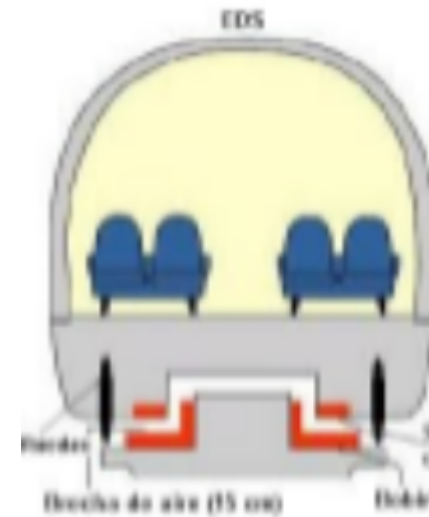
Estructura metálica tipo tijera, con una base de apoyo, neumáticos que por medio de un bombeo manual o eléctrico varia la altura de la plataforma.



Bisagra de suspensión  
neumática

Elevación  
magnética

Está constituida de dos elementos una base y componente superior que se desprende de la base por medio de las cargas negativas de los imanes uno en la base y otro en elemento superior, el imán de la base debe estar cargado



Tren magnético maceta flotante

---

CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

---

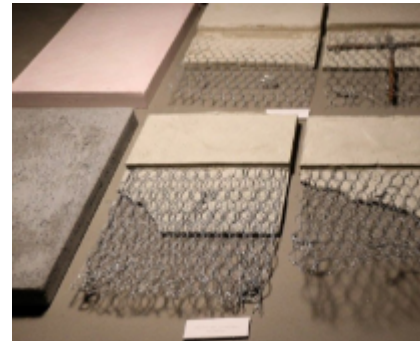
Elevación  
telescópica



Mástil De Elevación Vertical /  
Telescópico

Ferrocemento,  
prefabricados

Es una estructura de hormigón armado con un  
acero más unido, para evitar filtración de agua  
en tanque



Tanques

---



## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

---

Construidas generalmente de hormigón armado dividido en secciones interiores para asegurar la flotabilidad. Igual que en una embarcación estas divisiones funcionan como muros estancos en caso de ruptura del casco exterior. En un comienzo estos espacios exteriores se llenaban con poliestireno expandido o también se construían como un lleno donde el casco exterior era de hormigón armado y el interior era una mezcla de cemento y poliestireno expandido. Su altura es superior a un metro y en la actualidad el espacio interior de la plataforma se usa como espacio habitable o como área de servicios.

Plataforma de hormigón armado



Cimentación flotante

---

como área de servicios.

---

 CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS
 

---

Es una plataforma no habitable, construida en fibra de vidrio utilizando el mismo procedimiento que se utiliza en la construcción del casco de una embarcación. El interior esta dividido en secciones que actúan como muros estancos. Estas plataformas son más livianas, pero proporcionan la misma estabilidad que una plataforma de hormigón.



Jacuzzi

Superficie homogénea y reforzada en las esquinas. Responden a estructuras modulares ensambladas mediante piezas de caucho unidas por un eje. El módulo, como unidad discreta, es hueco en su interior y posee dos características básicas que permiten la estabilidad en el agua. En la parte inferior cada unidad posee un



Paneles y piso industrial

CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

---

sacado, el cual no forma parte del vacío total y permite que la plataforma se adhiera a la superficie del agua creando succión y compresión para incrementar la estabilidad.

En Holanda el arquitecto Hertzberger, diseñó una casa flotante sustentada sobre un marco hexagonal, compuesto de seis tubos huecos de acero de un espesor de 10 milímetros y de un diámetro de 2 metros, lo que produjo mejor estabilidad que el diseño inicial de hormigón relleno con poliestireno. La ventaja de los tubos de acero es que pueden ser lastrados hasta alcanzar la estabilidad deseada. Estos tubos son capaces de soportar 135 toneladas. Otra de las ventajas de este diseño es que la casa puede rotar en 90° para aprovechar mejor la luz solar.

Tubos de  
acero



Tubería industrial

---

---

 CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS
 

---

Estructuras metálicas con flotadores poliestireno

La estructura metálica se posa por sobre los flotadores, vinculándolos a todos entre sí, y por sobre la estructura se constituye el interior. En el caso de las imágenes, lo modular de los flotadores permite crear interiores para proteger a una embarcación del clima, pero sigue flotando en el agua.



Empaques desechables y icopor

Estructuras metálicas con flotadores plástico

La estructura metálica está construida de manera que los flotadores de plástico, en este caso unos tambores, calcen en la estructura. También la estructura está construida es dos planos horizontales, de manera que el plano que se posen los flotadores no esté directamente vinculado con la superficie de la que podría haber una estructura.



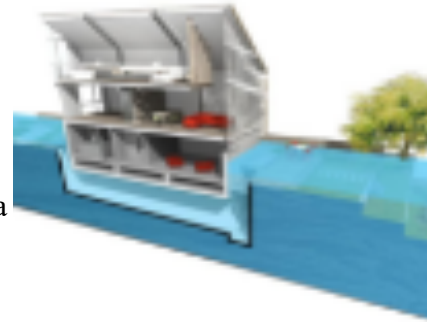
Botellas, canecas y baldes plásticos

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

---

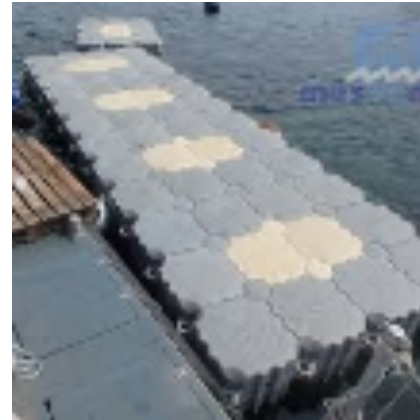
Estructuras inundables

Son aquellas que están confinadas dentro de otra estructura, las más utilizadas son en concreto, y su principal funcionamiento es llenar la estructura de confinamiento para que la estructura confinada se desplace por medio de rieles a medida que el nivel del agua sube



Pontón flotante

Barca formada de maderos unidos, para pasar un río



CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

---

Corredera	<p>Ranura o carril por donde resbala otra pieza que se le adapta en ciertas máquinas o artefactos.</p> <p>Sitio o lugar destinado para correr caballos.</p> <p>Postiguillo de celosía que corre de una parte a otra para abrir o cerrar. Muela superior del molino que es la que se mueve para moler el grano.</p>		
Spiralift	<p>Esta tecnología emplea dos bandas de acero inoxidable entrelazadas que forman una columna firme y estable, la columna Spiralift requiere un motor eléctrico de potencia relativamente baja gracias a su altísima eficiencia mecánica.</p>		Resorte

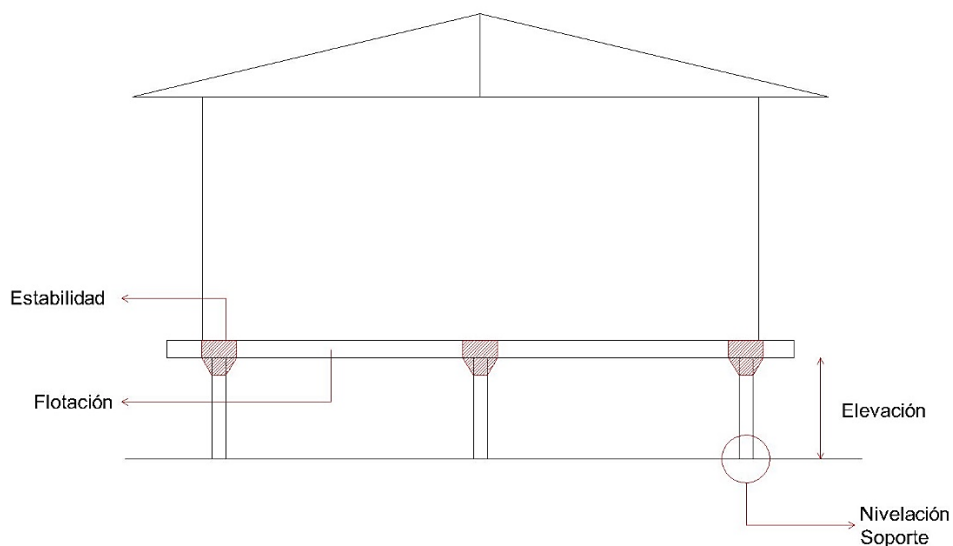
---

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Conclusiones de la evaluación de los referentes para el funcionamiento de la elevación nos arroja lo siguientes:

- ♦ El sistema que mejor se adapta es la elevación tipo tijera ya que cumple con varios de los aspectos evaluados.
- ♦ Al ser evaluado con materiales metálicos se deben aislar al contacto con el agua o buscar una alternativa viable con materiales que resistan el contacto con el agua como lo puede ser la madera plástica.
- ♦ Se debe generar una nivelación anterior a la instalación del sistema, que permita mantener la misma extensión así el nivel del terreno sea variable.
- ♦ El mantenimiento de todos los mecanismos evaluados era desfavorable ya que son tecnificados y se deben contar con personal calificado y herramientas, bajo esta condición se plantea que los elementos sean de fácil instalación y desmontaje para cualquier cambio.
- ♦ El tipo de estructura fue otro punto en el cual los referentes fueron evaluados y todos utilizan estructura metálica para mayor estabilidad, con esta condición se plantea buscar una alternativa entre la madera o la madera plástica para la solución de la estructuración del elemento.

Con estas conclusiones se genera el siguiente esquema donde se muestra cuáles son los puntos a resolver para generar la propuesta



*Ilustración 14: Propuesta de nivelación.*

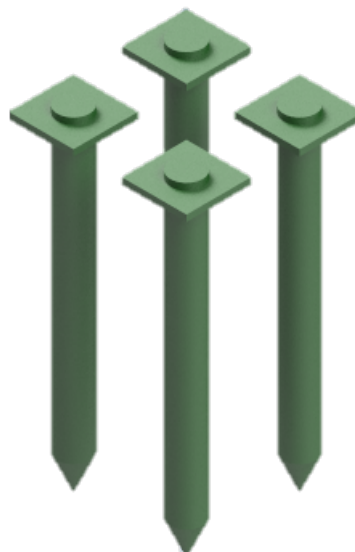
Fuente: Elaboración propia, 2021.

En primera instancia se inicia por la propuesta de nivelación y soporte.

Propuesta de soporte del sistema

## PROPUESTA PILOTE PLÁSTICO

- Objetivo: Trasmitir carga al suelo
- Material: Madera plástica
- Proceso constructivo: Se debe excavar 30cm y ubicar 4 pilotes en una distancia de 35cm cada uno formando un cuadrado y después hincarlo al suelo menos un metro.
- Medidas:  $\varnothing 10\text{cm} \times 100\text{cm}$



*Ilustración 15: Pilote plástico.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

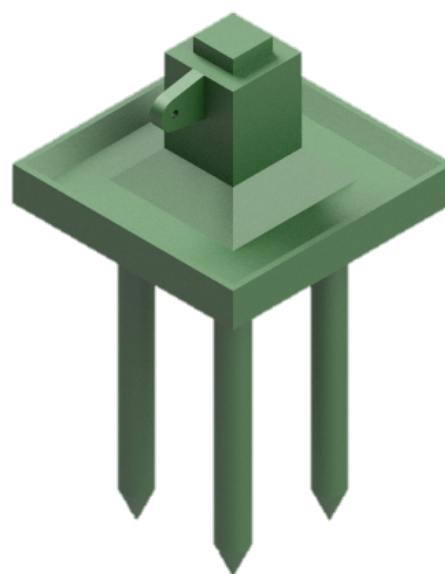


## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Se genera una propuesta de un elemento tipo ensamble que se hinca al terreno para darle mayor soporte a la plataforma y poder tener mayor longitud de apoyo en el terreno, estos elementos es una figura cilíndrica que en su extremo inferior termina en punta para dar una mejor hincado de este al terreno, en su parte superior se encuentra un cuadrado de dos centímetros de espesor el cual recibirá el elemento de soporte de la plataforma puesto sobre estos cuatro elementos hincados.

### PROPUESTA ZAPATA PLÁSTICA

- Objetivo: Nivelar y soportar plataforma
- Material: Madera plástica
- Proceso constructivo: Después de colocados los cuatro pilotes se coloca la zapata sobre estos a menos 30cm del nivel del terreno, se rellena y compactara 30cm con material relleno.
- Medidas: 80cm x 80cm altura 12,5cm



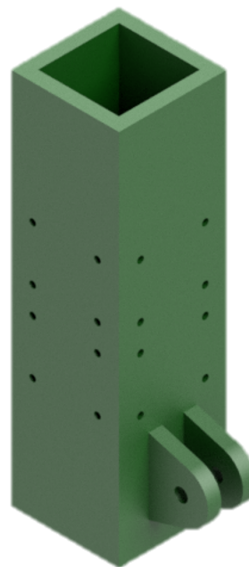
*Ilustración 16: Zapata plástica*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La siguiente propuesta es un elemento que se ensambla sobre los pilotes ya hincados en el terreno esto para darle más área de soporte en a la plataforma y distribución de cargas al terreno, su parte superior es con un volumen cuadro que encaja con la unión de la plataforma para poder darle el desplazamiento en z en el momento de la inundación, en una cara lateral se encuentra una pestaña la cual es encargada de recibir el mecanismo de tipo tijera plástico el cual nos ayudara a restringir el desplazamiento, y movimiento de la vivienda.

## PROPUESTA UNIÓN PLÁSTICA

- Objetivo: Unión estructural
- Material: Madera plástica
- Proceso constructivo: Perforar los planchones de 5x15cm en sus extremos y colocarlos en la parte superior de la unión
- Medidas: 20cm x 20cm altura 70cm



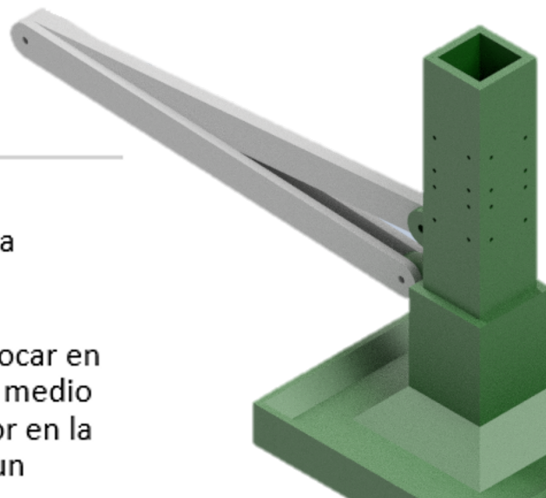
*Ilustración 17: Unión plástica.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La unión plástica es una propuesta a la estructuración y estabilidad de la plataforma, su forma es un cuadrado extruido de 70cm que en su parte superior recibirá la columna de la vivienda, en su centro se encuentran perforaciones pasantes las cuales nos servirá para el armado de las vigas de madera de la plataforma, en el parte inferior se generó una extrusión negativa para ensamblarse con la zapata.

## PROPUESTA MECANISMO PLÁSTICO

- Objetivo: Elevación de la plataforma
- Material: Madera plástica
- Proceso constructivo: Se deben colocar en el pestaña inferior de la zapata por medio de un pasador y en la parte superior en la pestaña de la unión por medio de un pasador plástico.
- Medidas: 150cm x 4cm altura 30cm



*Ilustración 18: Mecanismo plástico.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

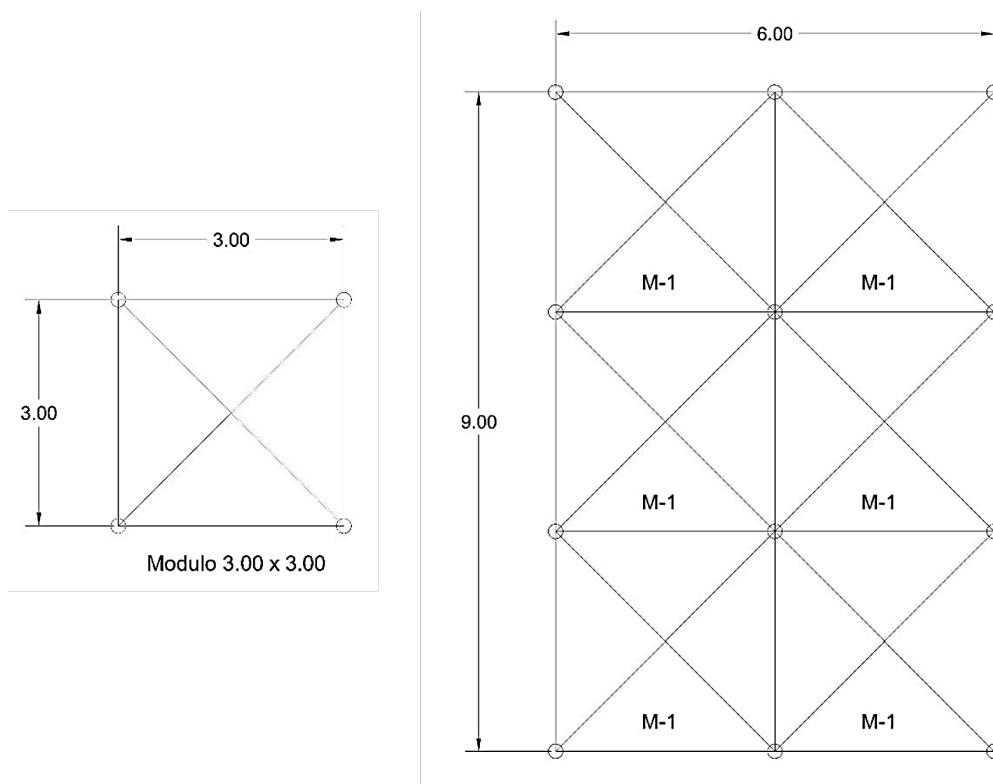
El mecanismo plástico es elemento que controlará el desplazamiento de la plataforma en épocas de inundación restringirá el desplazamiento en Z para darle una altura final de hasta 3metros sobre el nivel del terreno, se compone de 3 elementos sujeto en sus extremos a las pestañas de la zapata y de la unión por medio de un pasador plástico, ya que este elemento estará en constante contacto al agua.

### ***Plataforma***

Según la zonificación viviendas de rio sucio proyecto viviendas flotantes municipio rio sucio – choco describen que el crecimiento urbano de las viviendas de Riosucio choco se desarrollan en una sola planta debido a la precariedad en los sistemas constructivos describen dos

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

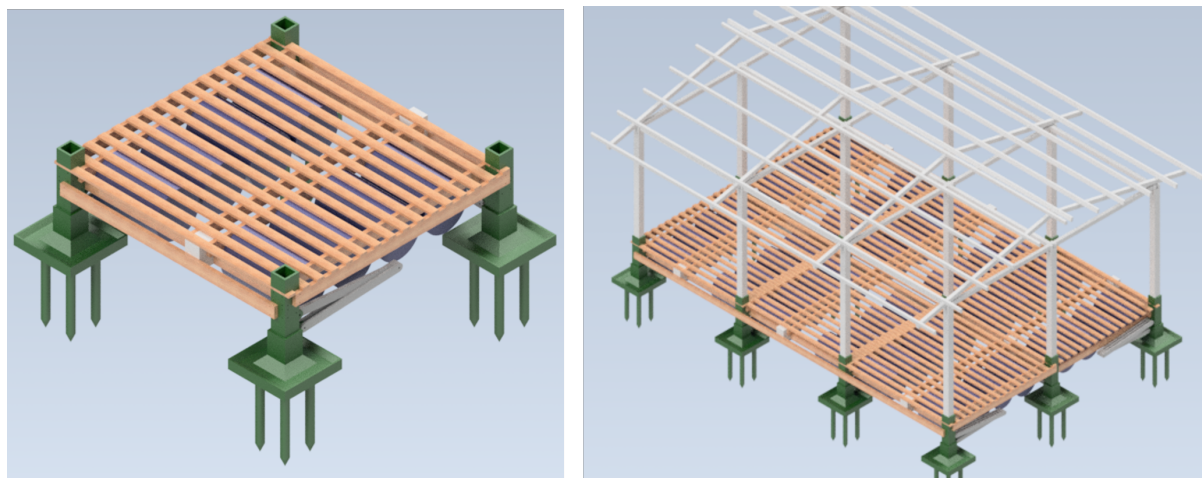
unidades están conformadas por un corredor lateral o uno central las casas son rectangulares o cuadradas, las dimensiones de las viviendas se dan según la cantidad de integrantes pueden variar a lo largo del tiempo, el módulo propuesta está dado por están condiciones de poder variar según los requerimientos de la familia, se propone un módulo de 3.00x3.00.



*Ilustración 19: Plataforma.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En la siguiente propuesta es la distribución estándar de 6 módulos para una vivienda estándar de 6 x 9 mts para una totalidad de 54m<sup>2</sup>, esta modulación nos permitirá crecer y decrecer en el momento de aumentar o descender el grupo familiar, se plantean planchones de 5 x 15 cm en sección por 3 mts de largo para la conexión entre los cuatro extremos conectando las 4 uniones estructurales del módulo.

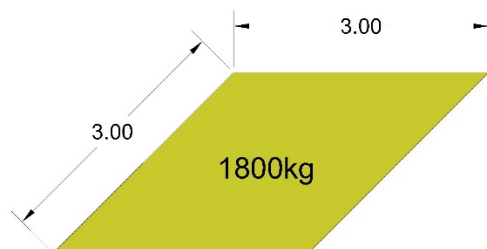


*Ilustración 20: Módulo 3x3mts y vivienda 6x9mts de 52 m<sup>2</sup>, utilizando 6 módulos tipo.*

Fuente: Elaboración propia.

### ***Flotación***

En la propuesta se analizarán dos opciones para la flotación del sistema evidenciado la capacidad que se necesita para la propuesta, cantidad de envases y posibles costos y accesibilidad, evaluando la capacidad fuerza de empuje de las botellas pet de 1.5lts y de un tambor de polietileno de alta densidad.



*Ilustración 21: Peso del módulo propuesto.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

Las dimensiones del módulo son de 3.00 x 3.00mts para un total de 9 metros cuadrados, según las especificaciones de peso en carga viva y carga muerta es de 200kg/m<sup>2</sup> para una vivienda palafítica en madera, para un total de 1800kg/m<sup>2</sup> de peso total que debe soportar el elemento de flotación.

Botella Pet 1.50 lts:

Dimensiones:

Base Ø8.8cm - altura de 30cm – Metros cúbicos 0.0015

La siguiente formula es para hallar la fuerza de empuje:

El empuje es igual a la densidad del fluido ( $\rho_f$ ) “para este caso es la densidad del agua que es 1000kg/m<sup>3</sup>, multiplicado por el volumen del sumergido ( $V_s$ ) “equivalente al volumen de la botella pet o volumen del tambor” multiplicado por el valor de la gravedad.

$$E = \rho_f \cdot V_s \cdot g$$

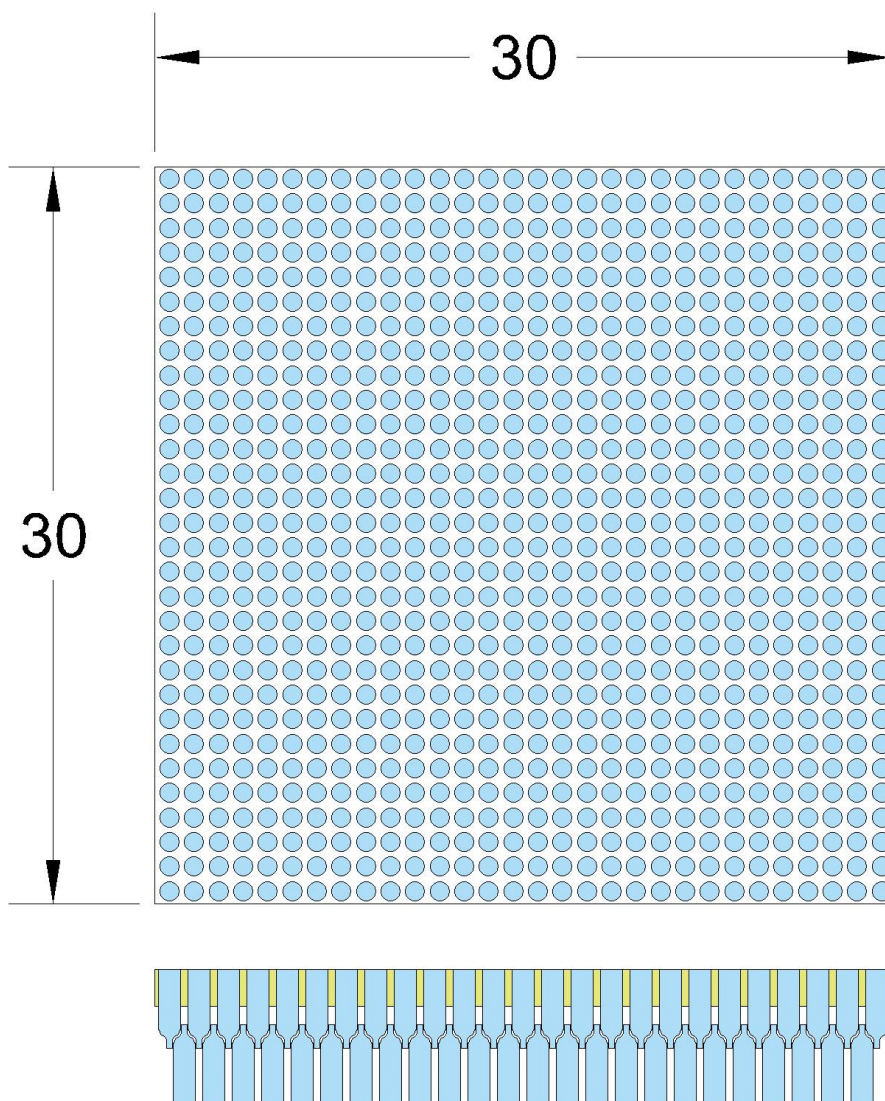
Así quedaría la fórmula para calcular el empuje en una botella Pet 1.5lts.

$$E = (1000 \text{ kg/m}^3) * (0.0015\text{m}^3) * (9.8 \text{ 3/s}^2)$$

$$E = 14.7 \text{ Newton (kg m/s}^2)$$

Este valor lo debemos pasar a kilogramos para verificar cuantas botellas necesitamos para cumplir con el límite solicitado por esto debemos multiplicar los newtons por 0.102 para convertirlos en kg el resultado es de 1.50kg, esto quiere decir que una botella de 1.5lts soporta 1.50kilogramos de peso ahora debemos dividir esa cantidad sobre la cantidad de peso del módulo que es aproximado de 1800kg, que daría 1800kg/1.5kg=1200 unidades de botellas para que el módulo cumpla al ras de la solicitud, lo ideal sería que fueran 2000 para contar con un margen de error, en la siguiente figura se muestra en planta y alzado la distribución de las botellas en el

módulo.



*Ilustración 22: Imagen del módulo con botellas.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

En planta cabrían 900 botellas aproximadas, se debería colocar otra línea de 900 para cumplir con un estimado de 1800 botellas 1.5 lts, tomado como ejemplo una vivienda de 6.00x9.00mts que en área se utilizarían 6 módulos para un total de 10.800 botellas, con este cálculo la cantidad de botellas que de utilizarían por vivienda cambia nuestra percepción de la utilización de botellas por la cantidad de botellas iguales que se deben conseguir, el tiempo de recolección y la disposición en la zona

A continuación, se evaluará el tambor de polietileno:

Dimensiones:

Base Ø60cm - altura de 90cm – Metros cúbicos 0.26

La siguiente formula es para hallar la fuerza de empuje:

El empuje es igual a la densidad del fluido ( $\rho_f$ ) “para este caso es la densidad del agua que es 1000kg/m<sup>3</sup>, multiplicado por el volumen del sumergido ( $V_s$ ) “equivalente al volumen de la botella pet o volumen del tambor” multiplicado por el valor de la gravedad.

$$E = \rho_f \cdot V_s \cdot g$$

Así quedaría la fórmula para calcular el empuje del tambor de polietileno de alta densidad.

$$E = (1000 \text{ kg/m}^3) * (0.26\text{m}^3) * (9.8 \text{ 3/s}^2)$$

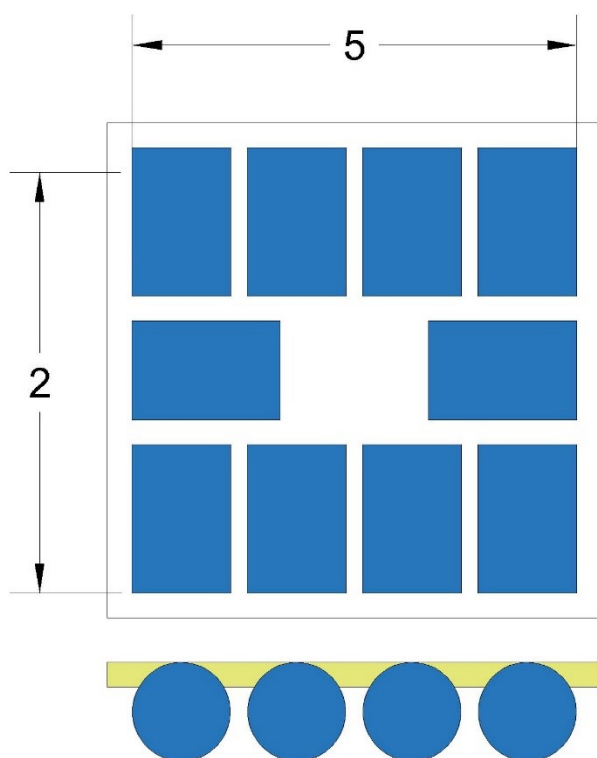
$$E = 2548 \text{ Newton (kg m/s}^2)$$

Este valor lo debemos pasar a kilogramos para verificar cuantos tambores necesitamos para cumplir con el límite solicitado por esto debemos multiplicar los newtons por 0.102 para convertirlos en kg el resultado es de 259.90kg, esto quiere decir que un tambor de polietileno soporta 259.9 kilogramos de peso ahora debemos dividir esa cantidad sobre la cantidad de peso del módulo que es aproximado de 1800kg, que daría 1800kg/259.9 kg=7 aproximado unidades



## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

de tambor para que el módulo cumpla al ras de la solicitud, lo ideal sería que fueran 10 para contar con un margen de error, en la siguiente figura se muestra en planta y alzado la distribución de los tambores en el módulo.



*Ilustración 23: Disposición de tambores.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

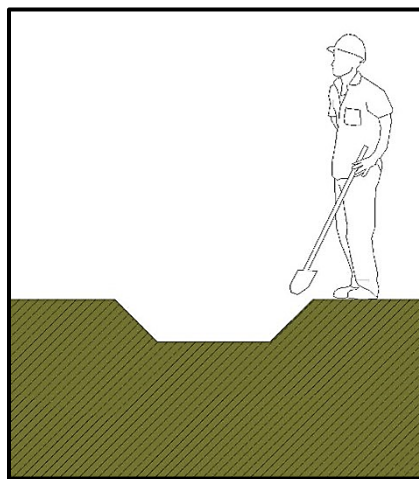
En planta necesitaríamos 10 tambores en una distribución perimetral para mantener la vivienda estable, tomado como ejemplo una vivienda de 6.00x9.00mts que en área se utilizarían 6 módulos para un total de 60 tambores, con este cálculo se toma la decisión de utilizar para la propuesta tambores de polietileno de alta densidad de 55galones que aproximado su precio en el mercado están entre 80 y 100 mil pesos colombianos lo cual en costo sería para una vivienda promedio de 4.5 millones de pesos, el manejo, mantenimiento, costo y facilidad en el mercado

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

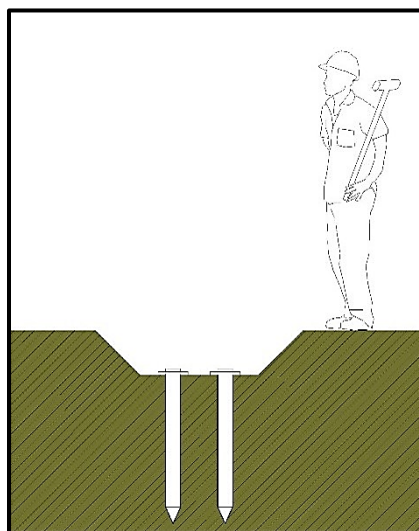
hace que sea una decisión acertada, sin descartar la posibilidad de utilizar las botella pet como solución a largo tiempo en este tipo de propuestas

Proceso Constructivo: Dentro del proceso de proyección del proyecto a continuación se muestra el proceso constructivo de un módulo.

Primero, se debe excavar en el terreno las dimensiones .80x.80mts por una profundidad de .30mts.

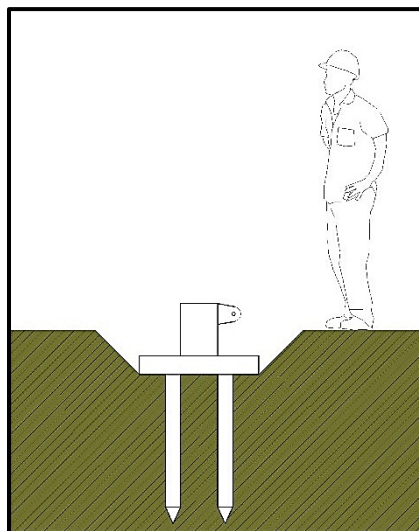


Segundo, se hincarán los pilotes 4 pilotes para llegar a una profundidad de 1.30mts, sobre el nivel del terreno.

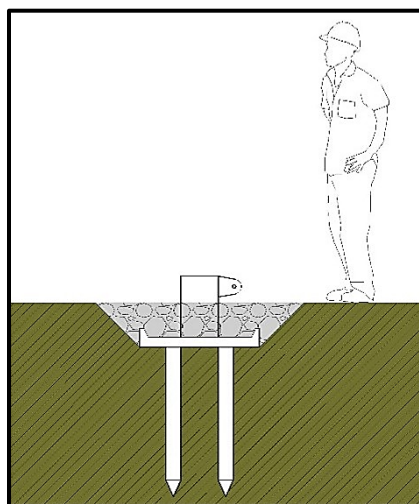


## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

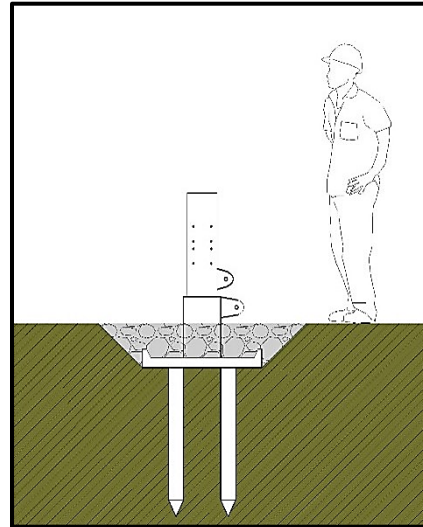
Tercero, se colocarán la zapata sobre los 4 pilotes hincados.



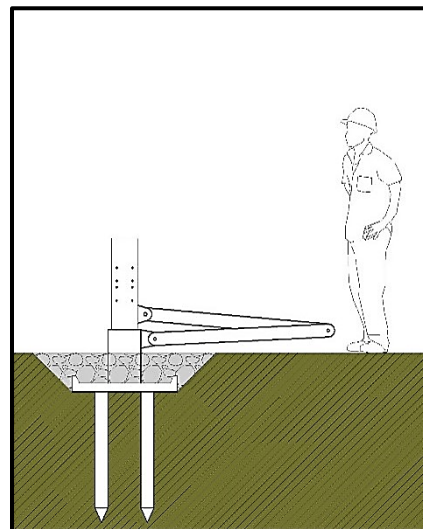
Cuarto, Se deberá rellenar la zapata con material rocoso y compactar.



Quinto, colocar la unión sobre la zapata.

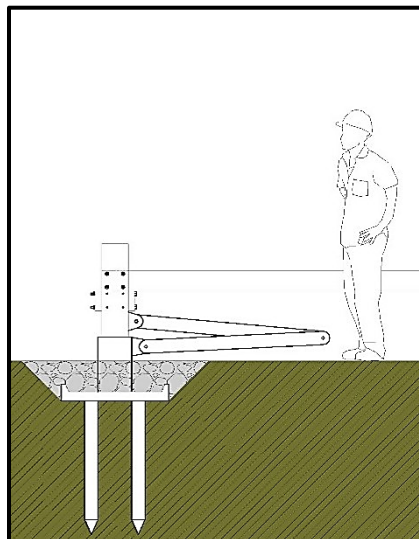


Sexto, se debe instalar sistema de elevación tipo tijera en un extremo a la zapara y del otro a la unión por medio de pasadores plásticos.

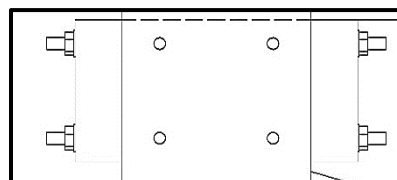


## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

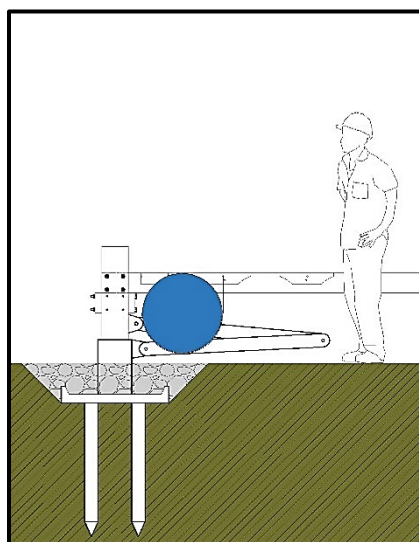
Séptimo, se deben colocar los planchones de 0.15x.05mts de longitud 3mts, uniéndolos con varilla roscada en los extremos con tuercas y arandelas en cada extremo.



Detalle varilla roscada



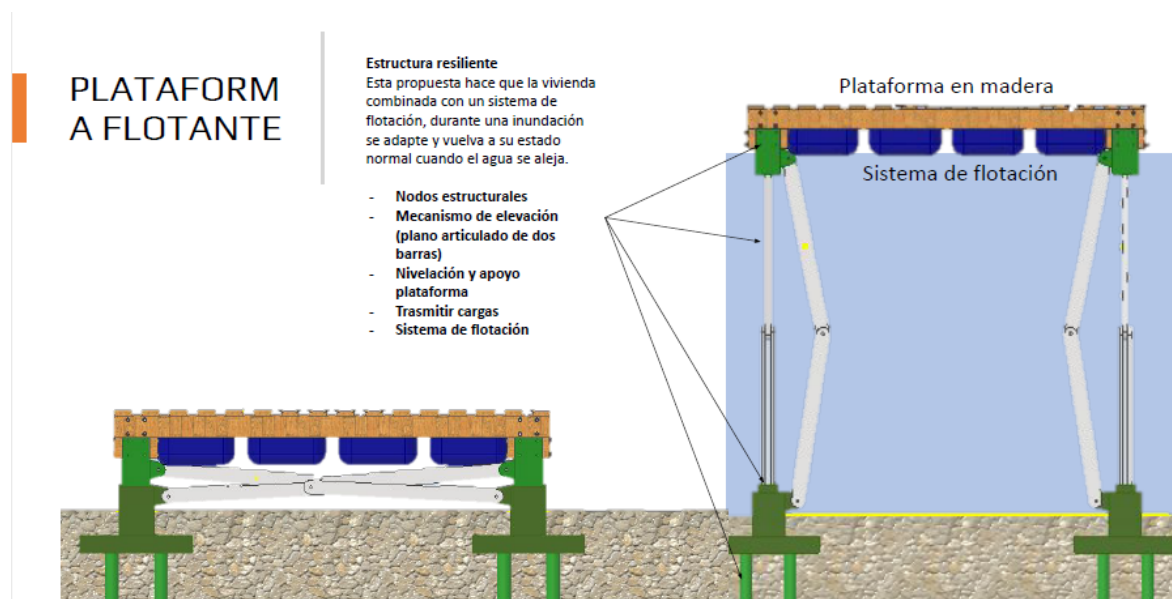
Octavo, se colocarán los elementos de flotación sujetos en cada extremo con cincha de Llanta 2.5 cm Rollo X 10m el cual estará amarrando a los planchones.



### ***Funcionamiento***

El modelo estructural se plantea como una alternativa de Vivienda en bajamar, esto es: la Vivienda podrá estar a una distancia de 70cm al nivel del terreno en temporada seca y flotando a un nivel máximo de restricción de 3 mts sobre el nivel del terreno si la vivienda es exigida a sobre pasar este límite se desprenderá las zapatas del terreno, permitiendo que la vivienda siga sobre el nivel del agua, el sistema de elevación se encuentra en los cuatro extremo con un mecanismo tipo tijera de madera plástica que nos permitirá dar una restricción a la vivienda a los empujes del agua y permitir que la estructura de la plataforma vuelva a su estado normal apoyada sobre los pedestales plásticos sobre los cuales se suspenderá la estructura.

En la siguiente imagen se muestra la plataforma y sus componentes, su estado de reposo y su funcionamiento al momento de la inundación.



*Ilustración 24: Plataforma flotante.*

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### Conclusiones y Recomendaciones

A través de esta investigación se llegó a conclusiones que generaron cambios en la estructura y materialidad de la construcción de esta; basados en sus sistemas constructivos, observando sus recursos, sus materiales, su conocimiento y su capacidad se obtuvo:

- Que la madera era un material o recurso más asequible que el metal.
- Que el metal requería de unas especificidades para su mantenimiento.
- Que la estructura de elevación que mejor se empleada era tipo tijera ya que la propuesta inicialmente era mecánica, generando así una necesidad de conocimientos técnico en mecánica para su construcción y mantenimiento.
- Se obtuvo que la utilización del tambor de polietileno de alta densidad proporciona mayor flotabilidad, soporte, estabilidad, seguridad y se requería de menos cantidad a comparación con las botellas pet de 1.5 lts que se habían propuestos con la finalidad de ser recicladas por la comunidad para la elaboración del sistema de flotación.
- La investigación concluye la necesidad de generar un prototipo que valide la factibilidad de construcción de estas estructuras resilientes.
- La investigación concluyo que hay que repensarse los sistemas constructivos a nivel rural, ya que los sistemas urbanos no comprenden el territorio, la cultura, la accesibilidad, materialidad entre otros.

Lo expuesto anteriormente permite concluir finalmente que esta alternativa de estructura resiliente es una propuesta encamina a mejorar la calidad de vida de las personas de esta población, garantizando la supervivencia de sus habitantes y de los bienes al interior de la vivienda; de la misma manera permitiendo que la comunidad misma sea parte del desarrollo constructivo y el

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

mantenimiento u obtención de los materiales para generar un dinamismo en su ejecución y que sea esta última quien decida si responde a sus necesidades y genera cambios óptimos a la mejoría de las estructuras que se han venido construyendo.

Con esta investigación se logró hacer el diseño de estructuras resilientes que permitan a las viviendas palafíticas en zonas de bajamar adaptarse a los cambios del nivel del agua manteniendo la integridad de la vivienda. Pues con esto fue posible dar proporcionar una solución apropiada a las necesidades de las personas que viven en las orillas de ríos y/o zonas fluviales, que además sufren graves consecuencias cuando llega la temporada de lluvia. Para esto primero se realizó la descripción de los elementos de soporte que se adaptan a los terrenos donde están ubicadas las viviendas de bajamar, ya que se requería optar por materiales que fueran accesibles a la población a la cual se dirigía la propuesta de proyecto.

Seguidamente se logró desarrollar la propuesta de elementos de conexión para la adaptación de la plataforma ante la presencia de diferentes niveles de inundaciones en terrenos de las viviendas de bajamar. Esto fue un aspecto importante dado que generalmente las orillas de las fuentes fluviales son desniveladas, también inconstantes y susceptibles a inundaciones. Adicionalmente se presentó un sistema de flotación apropiado para la plataforma en los terrenos de las viviendas de bajamar, esto para que las viviendas puedan flotar cuando hay temporada de lluvia y por este motivo tiende a crecer el nivel del mar.

Finalmente, se estructuró una propuesta del diseño de cuerpos estructurales resilientes con sistemas de nivelación adaptable para viviendas modulares anfibas sobre cuerpos de agua cambiante, como una opción favorable para que los residentes de zonas de bajamar puedan adaptar a sus viviendas y evitar pérdidas cuando hay inundaciones.



### Referencias

- Andando por Bogotá. (2014). *andandoporbogota*. Obtenido de <http://andandoporbogota.blogspot.com/2014/07/la-dinamica-fluvial-del-rio-amazonas.html>
- Barrios-Amórtegui, S. (2013). Un río que cambia el lugar de las ciudades, el Río Magdalena de Mompox a Magangué. *Credencial Historia*.  
doi:<https://www.revistacredencial.com/historia/temas/un-rio-que-cambia-el-lugar-de-las-ciudades-el-rio-magdalena-de-mompox-magangué>
- Campos, A., Holm-Nielsen, N., Díaz, C., Rubiano, D., Costa, C., & Ramírez, F. (2013). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia.  
doi:<http://documents1.worldbank.org/curated/en/671321468026993367/pdf/701030ESW0P1290ESTION0DELORIESGOweb.pdf>
- D'Alemán, C. (2019). *¿Qué es el diseño industrial? según WDO (World Desing Organization)*. UTADEO. Obtenido de <https://www.utadeo.edu.co/es/nuestra-produccion/observatorio-diseno-de-producto/219671/que-es-el-diseno-industrial-segun-el-wdo-world-design-organization>
- El Heraldó. (2011). *Doña Ana pronto dejará de ser un pueblo anfibio*. Colombia: El Heraldó. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/regi-n/do-a-ana-pronto-dejar-de-ser-un-pueblo-anfibio-50158>
- Envapack. (2011). Los envases plásticos no solo sirven para envasar bebidas.... *Revista online del Envase, Empaque y Embalaje*. doi:<https://www.envapack.com/2011/12/los-envases-plasticos-no-solo-sirven-para-ensasar-bebidas/>

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

- García, A. (2018). *Casas flotantes albergarían a damnificados por inundaciones*. Universidad Nacional, Manizales. Colombia. Obtenido de [http://www.manizales.unal.edu.co/manizales/news/casas-flotantes-albergarian-a-damnificados-por-inundaciones/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&tx\\_news\\_pi1%5B%40widget\\_0%5D%5BcurrentPage%5D=7&cHash=74a75bfe22dd3340de2b7515100c](http://www.manizales.unal.edu.co/manizales/news/casas-flotantes-albergarian-a-damnificados-por-inundaciones/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5B%40widget_0%5D%5BcurrentPage%5D=7&cHash=74a75bfe22dd3340de2b7515100c)
- Giraldo-Díez, N. (2011). *Una casa flotante para hacerle frente al invierno*. Centro para la Innovación, Consultoría y Empresarismo de EAFIT. Colombia: EAFIT. Obtenido de <https://www.eafit.edu.co/agencia-noticias/historico-noticias/2011/junio/Paginas/una-casa-flotante-para-hacerle-frente-al-invierno.aspx>
- Gómez, J. (2014). *Vivienda en Hábitats Lacustres. (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Colombia.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2015). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill. Obtenido de [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home\\_158/recursos/e-books/16062015/metodologia.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_158/recursos/e-books/16062015/metodologia.pdf)
- Ideam. (2019). *Amenazas inundación*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion>
- Jensen, J. (2014). *Viviendas en hábitat Lacustres*. . Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51634>
- Ley-1537. (2012). *Por la cual se dictan normas tendientes a facilitar y promover el desarrollo urbano y el acceso a la vivienda y se dictan otras disposiciones*. Bogotá. Colombia:

## CUERPOS ESTRUCTURALES RESILIENTES ADAPTABLE PARA VIVIENDAS

- Secretaría de Senado. Obtenido de  
[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1537\\_2012.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1537_2012.html)
- Ley-388. (1997). *Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989, y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones*. Bogotá. Colombia: Secretaría de Senado. Obtenido de  
[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0388\\_1997.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0388_1997.html)
- Naciones Unidas. (2021). *Objetivos del desarrollo sostenible*. Obtenido de  
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Orlando Fals Borda. (2008). *Sociologo del compromiso*. Nomadas.
- Osorio-Garcés, C. (2016). *La vivienda palafítica del Pacífico: expresión y persistencia de una forma de ver el mundo*. Bogotá. Colombia: Banco de la República. Obtenido de  
<https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll18/id/331/>
- Pérez, J. (2021). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/palafito/>
- Pinzón, G. (1999). *La Cultura Anfibia*. Obtenido de  
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-880309>
- Procuraduría Delegada para Asuntos Civiles. (2018). *Amenza de Desastres*. Bogotá. Colombia: Procuraduría General de la Nación.
- Quiñones, H. (2011). *Aumento de viviendas palafíticas sobre bienes de uso público en Tumaco*. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCCP)., Colombia. Obtenido de <https://www.cccp.org.co/index.php/component/content/article/90-impacto-actividades-antropicas/1039-aumento-de-las-viviendas-palafiticas-sobre-bienes-de-uso-publico-en-tumaco>
- Ramsar. (2016). *Introducción a la Convención sobre los Humedales*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Suiza. Obtenido de

[https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1\\_5ed\\_introductiontoconvention\\_s\\_final.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf)

Riveros, S. (2012). *Historia doble de la Costa: Análisis de un clásico de la sociología colombiana*. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/6509/tesis277.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodríguez, L. (2018). *Vivienda sostenible anfibia en madera*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00004305.pdf>

WDO. (2017). *World Design Organisation*. Obtenido de <https://wdo.org/about/definition/>