COMPLEJO MIXTO ECO-ESTRUCTURAL IKU FERRO
ALTERNATIVA DE SOLUCION HABITACIONAL MEDIANTE EL ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE VIVIENDAS PALAFÍTICAS DE MADERA EN UNA ZONA DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CARREÑO – VICHADA

ÁNGEL MAURICIO BÁEZ GALVIS
ANGIE PAOLA HERNÁNDEZ TOCA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

COMPLEJO MIXTO ECO-ESTRUCTURAL IKU FERRO
ALTERNATIVA DE SOLUCION HABITACIONAL MEDIANTE EL ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE VIVIENDAS PALAFÍTICAS DE MADERA EN UNA ZONA DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE PUERTO CARREÑO – VICHADA

ÁNGEL MAURICIO BÁEZ GALVIS
ANGIE PAOLA HERNÁNDEZ TOCA

Trabajo de grado para optar al título profesional de:
Ingeniero civil

Director:
Ángel Francisco Daza Pinzón
Ingeniero civil especialista en Patología de la construcción, (C) Magister en gestión y auditorías ambientales

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

Vo. Bo Angel Francisco Daza Pinzón
Firma Digital

_____

Director:
Ing. Ángel Francisco Daza Pinzón

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Tunja, agosto 03 de 2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico especialmente a mi hija Valery Mariana principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, a pesar de que se dificulto un poco el proceso en la trayectoria de mi carrera profesional sentó en mi las bases para lograrla con mayor motivación y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar, pues anhelo ser la mujer que le dé el ejemplo de admiración y fuerza tal como mi madre lo ha sido para mí. Así mismo dedico este trabajo de grado a mi padre José Samuel quien me guio y genero el gusto por la ingeniería civil, me apoyo en la culminación de la misma siendo fuerza y vigor; a mi madre Ana Tulia quien me oriento, apoyo, educo con la responsabilidad, inteligencia y amor que la destacan; finalmente a mis hermanas Erika y Angélica quienes en este proceso académico fueron mi fuerza, apoyo y alegría.

El presente trabajo de grado lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y dador de fuerza en los momentos más difíciles para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados el título de Ingeniero Civil. A mis padres, Ángel Miguel Báez y Leopoldina Galvis que con su amor, trabajo y sacrificio a lo largo de toda su vida me han brindado la oportunidad de lograr llegar hasta hoy y hacer de mi la persona y el profesional que soy; ha sido el orgullo y el privilegio más grande ser su hijo, son los mejores padres. A mi Hermano y mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y apoyándome moral e intelectualmente a lo largo de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por bendecir mi vida e iluminar mi camino durante esta etapa de mi vida, segundo a mi compañera de carrera y de vida Angie Paola Hernández Toca quien ha sido un pilar fundamental desde el primer día de clases hasta la finalización de este trabajo de Tesis para la culminación exitosa de este arduo proceso de formación personal e intelectual, estando siempre a mi lado en los momentos buenos y sobretodo en los malos. A todos los docentes que con su paciencia y dedicación inculcaron en mi la ética y los conocimientos que ahora llevo dentro para siempre. A todas las personas que de una u otra manera intervinieron de manera positiva durante mi camino para conquistar esta meta, una de muchas en mi vida profesional.

Especial reconocimiento de agradecimiento no solo por la culminacion y proceso en este trabajo de grado, si no tambien por el camino en el tanscurrir de mi vida educativa a mis padres Jose Samuel Hernandez y Ana Tulia Toca quienes me dieron las herramientas para construir los escalones hacia la busqueda del éxito profesional y el crecimiento personal, por su amnegacion, cuidado y la inmensa ayuda dada y brindada en el proceso no solo conmigo si no con mi hija. Agradezco a mis hermanas Erika Andrea y Angelica Lorena quienes en el pasar de estos cinco años en formacion como ingeniera civil me bridaron apoyo y ayuda en las necesidades que el mismo genero, tanto en mi proceso educativo como en el cuidado de mi hija con el fin de permitirme llegar a esta primera meta de formacion profesional.

Quiciera expresar un profundo agradecimiento a mi compañero de estudio, mi amigo y compañero de vida Angel Mauricio Baez por el apoyo y continuo trabajar en equipo de forma tal que se llegara a la meta propuesta, obtenida tanto de forma individual como con el trabajo en unidad que prevalecio a lo largo de estos 5 años de preparacion profesional siendo un continuo apoyo incondicional en la realizacion de la misma.

Agradecemos a todo el cuerpo docente de la universidad Santo Tomas quienes nos brindaron y entregaron sus conocimientos y experiencias a fin de formarnos como los profesionales que siempre visualisamos ser, orientados bajo el pensamiento humanista cristiano de Santo Tomas de Aquino. Fraternal agradecimiento al Ing Andres Felipe Guerra Riano por sus conocimientos dados y al Ing. Ángel Francisco Daza tutor y gran apoyo en el presente trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 24
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION 26
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA 27
2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 31
3. JUSTIFICACIÓN 31
4. OBJETIVOS 36
4.1 OBJETIVO GENERAL 36
4.2 OBJETIVO ESPECIFICO 36
5. MARCO DE REFERENCIA 37
5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: 37
5.2 ESTADO DEL ARTE 38
5.2.1 MARCO CONCEPTUAL 55
5.2.2 MARCO NORMATIVO: 55
5.2.3 MARCO GEOGRÁFICO 57
6. METODOLOGIA 71
6.1 FASE 1 71
6.2 FASE 2 72
6.3 FASE 3 73
6.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL 88
6.5 FASE 4 89
6.6 FASE 5 98
6.7 FASE 6 102
6.8 FASE 7 105
6.9 FASE 8 114
6.10 FASE 9 115
7. ANALISIS Y DISCUSIÓN 117
7.1 FASE 1 117
7.2 FASE 2 117

7.3 FASE 3 118
7.4 FASE 4 125
7.5 FASE 5 129
7.6 FASE 6 136
7.7 FASE 7 139
7.8 FASE 8 156
7.9 FASE 9 161
8. APORTES E IMPACTO DEL TRABAJO 164
9. ANALISIS DE PRESIOS UNITARIOS VIVIENDA TIPOLOGIA 5..... 166
10. CONCLUSIONES 171
11. RECOMENDACIONES 175
12. BIBLIOGRAFIA 177
13. ANEXOS 182
14. PLANOS 184

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales – pisos 75

Tabla 2. Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales - cubiertas 76

Tabla 3 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – recubrimiento de muros 76

Tabla 4. Cargas vivas uniformemente distribuidas 76

Tabla 5 Cargas vivas para cubiertas 77

Tabla 6. Factor de ajuste por altura del edificio y exposición, λ 80

Tabla 7. Áreas de Fachada 84

Tabla 8. Fuerzas de fachada 85

Tabla 9. Parámetros sísmicos 86

Tabla 10. Parámetros de análisis 86

Tabla 11. Sistema Estructural de muros de carga 87

Tabla 12. Derivas Máximas como porcentaje de h_{pi} 87

Tabla 13. Tolerancia de la madera aserrada de uso estructural 96

Tabla 14. Madera Tipo “ES4” MPa, CH = 12% 98

Tabla 15. Coeficientes de longitud efectiva de columna K_e 100

Tabla 16. Relación de esbeltez λ 101

Tabla 17. Valores de C y de F_{CE} esfuerzo crítico 102

Tabla 18. Evaluación del consumo 105

Tabla 19. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios 106

Tabla 20. Criterios de diseño del sistema de distribución de agua capacidad requerida en la tubería de salida para el suministro al aparato 106

Tabla 21. Aparatos sanitarios y factor de simultaneidad 107

Tabla 22. Unidades de desagüe de aparatos sanitarios 108

Tabla 23. Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo 109

Tabla 24. Fuerzas de viento por fachada 121

Tabla 25. Cargas de sismos 122

Tabla 26. Derivas máximas como porcentaje de h_{pi} 123
Tabla 27 Síntesis de cargas a usar 125
Tabla 28. Parámetros de diseño 140
Tabla 29. Tubería y accesorios 140
Tabla 30. Diámetros y velocidad 140
Tabla 31. Pérdidas de Carga 140
Tabla 32. Coeficientes, pérdidas por accesorios 141
Tabla 33. Caudales 141
Tabla 34.Criterios de diseño 141
Tabla 35. Tubería y accesorios 141
Tabla 36. Diámetro y velocidad 142
Tabla 37. Perdidas por fricción 142
Tabla 38. Pérdidas por accesorios 142
Tabla 39.Caudales 142
Tabla 40. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios 143
Tabla 41. Velocidad y grosor de tubería 143
Tabla 42. Datos método de simultaneidad 143
Tabla 43. Caudales y diámetros 144
Tabla 44. Comprobaciones 144
Tabla 45 Método de Hunter modificado 145
Tabla 46. Accesorios 146
Tabla 47. Diámetros y velocidades 146
Tabla 48. Pérdidas por Fricción 147
Tabla 49. Perdidas por accesorios 147
Tabla 50. Características red sanitaria bajante 1 148
Tabla 51. Red sanitaria bajante 1 segundo piso casa 5: 149
Tabla 52. Red vertical 149
Tabla 53. Tubería de ventilación: 149
Tabla 54. Parámetros 149
Tabla 55. Carga diversificada: 152
Tabla 56. Datos de entrada 155

Tabla 57. Áreas 155
Tabla 58. Una agua, Bajantes 155
Tabla 59. Bajantes 155
Tabla 60 Preliminares complejo 12 viviendas 166
Tabla 61 APU Estructural 166
Tabla 62 APU instalaciones hidráulicas 167
Tabla 63 APU Instalaciones sanitarias 168
Tabla 64 APU Instalaciones sistema de desagüe pluvial 169
Tabla 65 APU Instalaciones eléctricas 169

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coeficientes de presión 82
Cuadro 2. Presión del viento en la zona C 82
Cuadro 3. Elementos Estructurales – dimensiones madera 91
Cuadro 4. Resultados 120
Cuadro 5. Resistencia del tornillo 136

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación déficit de vivienda 39
Figura 2. Tipos de organización habitacional 41
Figura 3. Tipos de Módulos 41
Figura 4. Manejo de los Módulos 42
Figura 5. Módulos fijos 43
Figura 6. Módulos de vivienda. Unidades de Ampliación - Complejo 45
Figura 7. Corteza Forestal 46
Figura 8. Esquema anillos de crecimiento 47
Figura 9. Arquitectura bioclimática 50
Figura 10.Vivienda Palafíticas, Tipo 2 52
Figura 11. Localización general 58
Figura 12. Localización detallada 58
Figura 13. Probabilidad diaria de precipitación 59
Figura 14. Precipitación de lluvia mensual promedio 60
Figura 15. Climograma Puerto Carreño 61
Figura 16. Diagrama de temperatura Puerto Carreño 61
Figura 17. Temperaturas mensuales 62
Figura 18. Cuenca hidrográfica 63
Figura 19. Hidrografía, río meta. 64
Figura 20. Localización Río Bita 65
Figura 21. Vulnerabilidad a Inundación datos históricos 70
Figura 22. Tipología de Vivienda 73
Figura 23. Proyecciones horizontales y verticales de las superficies de la vivienda 79
Figura 24. Zonas de Amenaza Eólica 81
Figura 25.Tipología de vivienda 5 83
Figura 26 Restricciones asignadas en la modelación 89

Figura 27. Interfaz ETABS 90
Figura 28. Interfaz cargas verticales y horizontales 91
Figura 29 Ubicación de palafitos vista en planta 92
Figura 30 Vista en planta - Planta 1
Figura 31 Vista en planta - Planta 2 93
Figura 32 Vista en planta - Planta 3
Figura 33 Vista en planta - Planta 4 93
Figura 34 Vista en planta - Planta 5
Figura 35 Vista en planta - Planta 6 94
Figura 36 Elevación 3
Figura 37 Elevación 5 94
Figura 38 Elevación 6
Figura 39 Elevación B 95
Figura 40 Vista completa 3D elementos estructurales vivienda tipo 5 95
Figura 41. Estribos metálicos, unión de vigas 103
Figura 42. Estribos metálicos de las alas externas 103
Figura 43. Placas perforadas 104
Figura 44. Curvas de intensidad, duración y frecuencia 113
Figura 45. Anexo Plataforma 114
Figura 46. Cimentación 115
Figura 47. Interfaz Cálculo del periodo fundamental aproximado (Ta) 122
Figura 48. Interfaz Máximas derivas sismo en X 124
Figura 49. Interfaz Máximas derivas sismo en Y 124
Figura 50. Interfaz Modelación de las tipologías en ETABS 126
Figura 51. Geometría tipología 5. 127
Figura 52 Detalle vigas 131
Figura 53 Detalle viguetas 132
Figura 54 Detalle palafitos 135
Figura 55 Detalle columnas 135
Figura 56. Unión entre viguetas 137
Figura 57. Vigas 137
Figura 58. Columnas 138
Figura 59 Detalle estructural 139

Figura 60 Vista lateral Inodoro
Figura 61 Vista lateral lavamanos 150
Figura 62 Vista Lateral Lavaplatos
Figura 63 Vista lateral Lavadora 150
Figura 64. Red pluvial para las 5 tipologías de vivienda 154
Figura 65. Curvas IDF 154
Figura 66. Grafica cimentación 161

GLOSARIO

Palafito: El vocablo italiano palafitta llegó al castellano como palafito. Así se denomina a la vivienda que se realiza sobre palos o estacas en una zona inundable, en el interior de un lago o de una laguna o incluso en una orilla. Los palafitos son construcciones cuyos pilares se hallan sobre el agua. Por eso suelen desarrollarse en cursos o espejos de agua con escaso movimiento. En el caso del mar, los palafitos se levantan en la costa[1].

Pilote: es un concepto que procede de pilot, un vocablo del francés antiguo. El término alude a un elemento alargado que se clava en una superficie con el objetivo de lograr la consolidación de los cimientos de una obra. Los pilotes pueden fabricarse con hormigón o concreto armado, hierro, madera u otros materiales. Son similares a las estacas y se utilizan para el traslado de las cargas hasta una zona resistente[2].

Grano: es la dirección que tienen los distintos elementos anatómicos respecto al eje del tronco, e influirá en las propiedades mecánicas de la madera y en la facilidad de trabajar con ella[3].

Lignina: Es el constituyente intercelular incrustante o cementante de las células fibrosas de los vegetales. Se concentra en la lámela media y funciona prácticamente como relleno para impartir rigidez al tallo de la planta. El segundo elemento en importancia de la composición vegetal[4].

Albura: es la madera de más reciente formación y por ella viajan la mayoría de los compuestos de la savia que se parecerían a nuestro sistema sanguíneo. Los células transportan la sabia que es una sustancia azucarada que la hace vulnerable a los ataques de los insectos. Es una capa más blanca por que por ahí viaja mas savia que por el resto de la madera[5].

---

[1] PÉREZPORTO,Julian.Definiciondepalafito.{Enlínea}.Publicado:2020.{28-julio-2020}Disponibleen https://definicion.de/palafito.

[2] PÉREZ PORTO,Juliany GARDEY, Ana. Definición de pilote.{Enlínea}Publicado:2020.{28-julio-2020}Disponible en https://definicion.de/pilote.

[3] SLIDESHARE.Definiciondegrano.{Enlínea}.Publicado:2020.{28-julio-2020}.disponibleen https://es.slideshare.net/wendycitasantivanez/tecnologia-de-materiales-28209155.

[4] ECURED.Lignina..{Enlínea}.Publicado:13demayo2012.{28-julio-2020}.disponibleen https://www.ecured.cu/Lignina

[5] SLIDESHARE.Albura.{Enlínea}.Publicado:2020.{28-julio-2020}.disponibleen https://es.slideshare.net/wendycitasantivanez/tecnologia-de-materiales-28209155

Duramen: Es la madera que encuentra ocupando prácticamente en toda la porción central del tronco y ramas de un árbol. El duramen está compuesto por células biológicamente muertas cuya única función es proporcionar al tronco del árbol una estructura interna fuerte y resistente con la cual poder sostener todo el peso de las ramas y la copa en general. El duramen está rodeado por la delgada albura, y por lo general es de color más oscuro o de otro color totalmente distinto al de la albura. Por estar saturado de ciertas sustancias preservantes que el mismo árbol produce, el duramen también es mucho más duro, pesado y resistente que la albura, y más resistente al ataque de hongos e insectos. Popularmente al duramen se le conoce como el "corazón" de la madera[6].

Plataforma: Proviene del francés plate-forme. Entre sus diversos usos y significados, el más usual hace referencia a un suelo superior o tablero horizontal que se encuentra elevado sobre el suelo y que funciona como soporte de personas o cosas[7].

Asentamientos: Se denomina asentamiento al acto y el resultado de asentarse o asentar. Este verbo, por su parte, puede aludir a situar una construcción en un lugar o a hacer que algo quede firme o estable. A nivel general, se conoce como asentamiento al sitio en que se produce el establecimiento de un grupo de individuos. Una aldea y una ciudad, en este marco, son asentamientos humanos. En la actualidad, el uso más habitual del concepto se vincula al proceso que se desarrolla para ocupar y poblar terrenos. Antiguamente, cuando existían grandes extensiones de tierra sin habitantes, era frecuente que personas migrantes desarrollasen asentamientos. Así surgían los nuevos pueblos que, poco a poco, comenzaban a crecer en lugares que, hasta entonces, estaban inhabitados[8].

Conductividad Térmica: es una propiedad de ciertos materiales capaces de transmitir el calor, es decir, permitir el paso de la energía cinética de sus moléculas a otras sustancias adyacentes. Se trata de una magnitud intensiva, inversa a la resistividad térmica (que es la resistencia de ciertos materiales a la transmisión del calor por sus moléculas)[9].

---

[6] ENCURED.Duramen.{Enlínea}.2 de noviembre. {28-julio-2020}. Disponible en https://www.ecured.cu/Duramen

[7] PEREZ PORTO, Juan y MERINO, María. Definición de plataforma. {En línea}. Publicado: 2009. {28-julio-2020}. Disponible en https://definicion.de/plataforma/

[8] PEREZ PORTO, Juan y GARDEY, Ana. Definición de Asentamiento. {En línea}. Publicado: 2015. Actualizado: 2017. {28-julio-2020}. Disponible en https://definicion.de/asentamiento/

[9] RAFFINO, María Estela. Conductividad Térmica. {En línea}. 16 de Julio 2020. {28-julio-2020}. Disponible en https://concepto.de/conductividad-termica/#ixzz6Th4KlZom

El análisis estructural: Es una división de las ciencias físicas y es el proceso mediante el cual el Ingeniero estructural determina el comportamiento de las estructuras sometidas a las diferentes solicitaciones tales como: las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos, y las fuerzas de viento, entre otras. Esta respuesta generalmente se centra en determinar las fuerzas, esfuerzos, momentos, desplazamientos y deformaciones en toda la estructura[10].

Modelo estructural: Es una representación o esquema simplificado de la estructura, que se elabora con el objeto de analizar su comportamiento. El grado de simplificación depende del tipo de cálculo que estemos realizando, pero no debemos olvidar que la estructura que calculamos NO ES LA ESTRUCTURA REAL, sólo una aproximación, al modelo estructural también se le denomina esquema estructural o esquema de cálculo, y a veces estructura ideal (en contraposición a estructura real)[11].

Zona Inundable: Se considera zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, así como las inundaciones en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición. Estos terrenos cumplen labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante dichas crecidas o de resguardo contra la erosión[12].

Etnia: El término etnia proviene de un vocablo griego que significa pueblo o nación. Se trata de una comunidad humana que comparte una afinidad cultural que permite que sus integrantes puedan sentirse identificados entre sí. Más allá de la historia compartida, los miembros mantienen en el presente prácticas culturales y comportamientos sociales similares. Por lo general, las comunidades que forman una etnia reclaman un territorio propio y una estructura política a fin con sus necesidades sociales. De todas maneras, existen **Estados** nacionales que son **multiétnicos** lo importante es que, en cualquier caso, se respeten los derechos de las minorías[13].

---

[10] TEHERAN, Pedro. Analisis estructural.{Enlínea}.mayo2012.{ 28-julio-2020}.disponible en http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisis-estructural/analisis.html

[11] MOSCARDÓ, Enrique de Justo. DELGADO TRUJILLO, Antonio y CONCEPCIÓN BASCÓN HURTADO, María.ModeloEstructural.En:Tema6:REALIDADYMODELOESTRCTURAL.España:Universidaddesevilla,2015. p.3-40

[12] GUIANUEVACULTURADELAGUA.Zonainundable. {En línea}. Publicado: 2009. {28-julio-2020}. Disponible https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/aglossary/Glosario-1/Z/Zona-inundable-66/

[13] PÉREZ PORTO,Julian y GARDEY, Ana .Definición de etnia.{En línea}. Publicado: 2009.{28-julio-2020}Disponible en https://definicion.de/etnia/

Sistema de Pórticos: La norma NSR-10 dentro de los cuatro sistemas estructurales de resistencia sísmica para edificaciones describe el sistema de pórtico, el cual como su nombre lo indica está compuesto por un pórtico espacial a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales[14].

El Nomadismo: es una forma de vida que practican algunos grupos de individuos, los cuales se caracterizan por movilizarse de un lugar a otro de manera constante. Asimismo, el nomadismo también es un estilo de vida de diversas especies animales. El nomadismo fue una práctica muy extendida durante la Prehistoria, especialmente durante los periodos del Paleolítico y el Neolítico, cuando los nómadas se trasladaban de un territorio a otro, bien porque se agotaban los alimentos o por causa de los cambios climáticos y geológicos[15].

Derechos Fundamentales: son todos los privilegios o garantías que son inherentes a todas las personas, y que están plasmados en el ordenamiento jurídico de un país.
Los derechos fundamentales derivan directamente de los derechos humanos, por eso tienden a confundirse y usarse como sinónimos; sin embargo son dos conceptos diferentes, ya que los derechos humanos son universales mientras que los derechos fundamentales solo aplican dentro del territorio al cual pertenecen las leyes que los contemplan. El principal documento legal que agrupa a los derechos fundamentales es la Constitución, por eso los derechos fundamentales también se conocen como derechos constitucionales. Sin embargo, estas garantías pueden estar ampliadas en leyes más específicas, según lo que cada Estado considere necesario[16].

Inclusión social: es la tendencia a posibilitar que personas en riesgo de pobreza o de exclusión social tengan la oportunidad de participar de manera plena en la vida social, y así puedan disfrutar de un nivel de vida adecuado. La inclusión social se preocupa especialmente por personas o grupos de personas que se encuentran en situaciones de carencia, segregación o marginación. Son especialmente susceptibles de exclusión personas o grupos de personas en situación de precariedad o pertenecientes a un colectivo particularmente estigmatizado, bien por su origen (pertenencia a determinado grupo étnico o

---

[14] SILVA, OmarJavier. Sistema pórtico. .{Enlínea}. Publicado: 2007.{28-julio-2020}Disponible en https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/sistema-portico-estructuras-concreto

[15] SIGNIFICADOS.COM.Definición Nomadismo.{Enlínea}.22-05-2018.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/nomadismo/

[16] SIGNIFICADOS.COM.Definicion Derechos Fundamentales.{En línea}.24-01-2020.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/derechos-fundamentales/

religioso), género (hombre o mujer), condición física (discapacidades), u orientación sexual, entre otras cosas[17].

Mitigar: Procede del vocablo latino mitigāre y hace referencia a minimizar o aliviar algo. Cuando un fenómeno o un efecto es mitigado, se reduce su intensidad o su rigurosidad[18].

Terrateniente: es un término formado por dos vocablos latinos: terra ("tierra") y tenens ("que tiene"). El concepto, por lo tanto, refiere a la persona que posee tierras[19].

Protección Social: abarca una variedad de políticas y acciones en diversos ámbitos que deben promover el ejercicio de los derechos económicos, sociales y culturales (DESC) en el mercado laboral, la alimentación, la salud, las pensiones y el cuidado; también debe buscarse el logro de ciertos niveles dignos de ingreso[20].

Crecimiento poblacional: Se refiere al incremento del número de habitantes en un espacio y tiempo determinado, el cual se puede medir a través de una fórmula aritmética. También se puede emplear como sinónimo el término crecimiento demográfico. Cuando se hace mención al crecimiento poblacional se puede hacer referencia a cualquier especie animal, sin embargo, se suele usar para referirse a los seres humanos, en especial cuando se realizan investigaciones acerca del crecimiento de la población[21].

Halógenos: El término halógeno se emplea para hacer referencia a cada uno de los seis elementos químicos que forman parte del grupo 17 de la tabla periódica, y son los siguientes: el bromo, el cloro, el yodo, el flúor, el téneso y el astato.
Estos elementos tienen en común ciertos comportamientos químicos, como ser que forman sales de sodio que se parecen mucho entre ellas; por esta razón, la etimología de su nombre se puede traducir como «productores de sales»[22].

---

[17] SIGNIFICADOS.COM.Definicion Inclusión Social.{En línea}.30-10-2017.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/inclusion-social/

[18] PEREZ PORTO, Juan.Definición de Mitigar.{En línea}.Publicado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/mitigar/

[19] PEREZ PORTO, Juan y MERINO, María.Definición de Terrateniente.{En línea}.Publicado: 2011.Actualizado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/terrateniente/

[20] CEPAL.Protección Social.{En línea}.15-07-2018.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.cepal.org/es/temas/proteccion-social#:~:text=La%20protecci%C3%B3n%20social%20abarca%20una,ciertos%20niveles%20dignos%20de%20ingreso.

[21] SIGNIFICADOS.COM.Definicion Crecimiento Poblacional.{En línea}.19-03-2020.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/crecimiento-poblacional/

[22] PEREZ PORTO, Juan y GARDEY, Ana.Definición de Halógenos.{En línea}.Publicado: 2018.Actualizado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/halogenos/

Empozamiento: Retención de agua en un lugar, de modo que se forman pozas o c harcos[23].

Tipología: La tipología es la ciencia que estudia los tipos o clases, la diferencia intuitiva y conceptual de las formas de modelo o de las formas básicas. La tipología se utiliza mucho en términos de estudios sistemáticos en diversos campos de estudio para definir diferentes categorías. Es un término que puede abarcar varios campos, debido a que muchos campos de la ciencia y varias áreas de conocimiento requieren un método de categorización. La tipología puede estar relacionada con la tipografía, la teología, la arquitectura, la arqueología, la psicología, entre otros[24].

Ritidoma: Conjunto de tejidos muertos del tallo de las plantas leñosas que forma la parte exterior de la corteza que se resquebraja y se desprende[25].

Corteza Viva: En los árboles más viejos, parte viva de la corteza; corteza situada en la parte más interna de la peridermis[26].

Savia:
Líquido que circula por los vasos de las plantas pteridofitas y fanerógamas y del cu al toman lascélulas las sustancias que necesitan para su nutrición[27].

Horcón: Madero vertical que en las casas rústicas sirve para sostener vigas o aleros de tejado[28].

Hábitat: Es un término que hace referencia al lugar que presenta las condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal. Se trata, por lo tanto, del espacio en el cual una población biológica puede residir y reproducirse, de manera tal que asegure perpetuar su presencia en el planeta. Resulta muy interesante notar que un hábitat puede encontrarse en los lugares geográficos más diversos: así como una bacteria puede tener su hogar en un pequeño charco dentro de una gran ciudad, un mamífero como el león requiere de un entorno mucho más amplio y con otras características. El hábitat está dado por

---

[23]REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.Definición Empozamiento.{En línea}.Octubre 2018.{28-julio-2020}.Disponible en https://dle.rae.es/empozamiento

[24]SIGNIFICADOS.COM.Significadodetipologia.{Enlínea}.30-10-2017.{28-julio-2020}.Disponibleen https://www.significados.com/tipologia/

[25]LEXICO.COM.Ritidoma.{Enlínea}.2020.{28-julio-2020}.Disponibleen https://www.lexico.com/es/definicion/ritidoma

[26]INFOJARDIN.Cortezainterna.{Enlínea}.2002.{28-julio-2020}.Disponibleen https://www.infojardin.com/glosario/contenido-de-humedad/corteza-interna.htm

[27]REALACADEMIAESPAÑOLA.Savia..{Enlínea}.2014.{28-julio-2020}.Disponibleen https://dle.rae.es/savia?m=form

[28]THEFREEDICTIONARY.Horcon.{Enlínea}.2003.{28-julio-2020}.Disponibleen https://es.thefreedictionary.com/horcones

una combinación de factores bióticos y abióticos este ambiente se corresponde, por lo tanto, con distintas características geográficas, climatológicas, etc[29].

Bajamar: Es la finalización del reflujo del mar. Cabe destacar que la idea de reflujo alude al desplazamiento descendente de la marea (movimiento alternativo y periódico que, por la influencia que ejercen la luna y el sol, realizan las aguas marítimas). La bajamar, por lo tanto, se produce cuando la marea desciende y el reflujo llega a su fin. También conocida como marea baja, la bajamar es el momento en el cual el mar registra su menor altura. El estado opuesto a la bajamar es la pleamar (o marea alta): en este caso, el agua marítima llega su máxima altura. Por lo general, hasta que el mar pasa de la pleamar a la bajar transcurren unas seis horas[30].

La Arquitectura Bioclimática: consiste en el diseño y explotación de edificios y entornos urbanos teniendo en cuenta la climatología y los recursos naturales del entorno (sol, luz natural, viento, vegetación, etc)[31].

[29] PEREZ PORTO, Juan y GARDEY, Ana.Definición de Habitat.{En línea}.Publicado: 2018.Actualizado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/habitat/

[30]PEREZ PORTO, Juan y MERINO, María.Definición de Bajamar.{En línea}.Publicado: 2016.Actualizado: 2017.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/bajamar/

[31]SIMULACIONES Y PROYECTOS.Arquitectura Bioclimática.{En línea}.Febrero 2015.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.simulacionesyproyectos.com/blogs/arquitectura-bioclimatica/

RESUMEN

Puerto Carreño capital del departamento del Vichada, está ubicado en medio de tres grandes ríos: Meta por el norte, Orinoco por el este y Bita por el sur, los cuales ante grandes precipitaciones y teniendo en cuenta la diferencia del tipo de material rocoso y su estructura repercuten en el control de los cauces de los ríos, generando grandes niveles de inundación en los que no solo se ve afectada la población carreñense si no también los asentamientos indígenas allí establecidos tales como Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela.

El presente trabajo de grado presenta una propuesta a una posible solución de vivienda enteramente académica en pro a la solución del problema en mención para dichas poblaciones en Puerto Carreño, planteando un modelo de viviendas palafíticas de madera en términos estructurales, en base a diseños propuestos por nuestros compañeros de Arquitectura (trabajo interfacultades) en una zona de inundación de puerto Carreño – Vichada, como alternativa de prevención de riesgos causados por el incremento del cauce de los ríos en mención.

El modelo está compuesto por una estructura de palafitos en madera que sostienen una placa del mismo material la cual une 12 casas, con 5 viviendas cuyo diseño arquitectónico tiene la tipología que conforma cada una de estas familias de las diferentes etnias, su diseño estructural esta propuesto en pórticos con diagonales con estructuras en plataforma independiente, modelada con ayuda del software ETABS; cada tipología está diseñada para soportar las cargas correspondientes para cada ampliación o anexo de modulo acorde a la norma vigente de construcción NSR10. La estructura de cada una de las 5 tipologías tiene la capacidad para soportar las cargas ejercidas por la parte habitable y las partes proyectadas en cuanto a las casas moduladas para dos pisos.

Así mismo en dicho escenario mixto de vivienda palafíticas, se propone el diseño de disponibilidad de servicios básicos en cuanto a servicio de electricidad, servicio de agua potable, sistema de desagüe pluvial en la vivienda, sistema de red sanitaria en la vivienda y un análisis de precios unitarios aproximado al total del costo de la vivienda de tipología 5.[32]

[32] Se resalta que debido a que es una propuesta enteramente académica se hacen necesarios estudios anexos para estudio de suelos, calidades de la madera, calidades de conexiones metálicas entre otras verificaciones a fin a la construcción de este complejo.

ABSTRAC

Puerto Carreño, capital of the Vichada department, is located in the middle of three large rivers: Meta to the north, Orinoco to the east and Bita to the south, which in the face of heavy rainfall and taking into account the difference in the type of rock material and its This structure affects the control of river channels, generating high levels of flooding in which not only the population of Puerto Carreño is affected, but also the indigenous settlements established there such as Sikuani and Amorua from Colombia and the Jivi migrant community from Venezuela.

This undergraduate work presents a proposal for a possible solution of entirely academic housing in favor of solving the problem in question for said populations in Puerto Carreño, proposing a model of wooden stilt houses in structural terms, based on designs proposed by our colleagues in Architecture (interfaced work) in a flood zone in Puerto Carreño - Vichada, as an alternative to prevent risks caused by the increase in the river bed in question.

The model is composed of a structure of wooden stilt houses that support a plate of the same material which unites 12 houses, with 5 houses whose architectural design has the typology that makes up each of these families of different ethnicities, its structural design is proposed in frames with diagonals with structures on an independent platform, modeled with the help of ETABS software; Each typology is designed to withstand the corresponding loads for each extension or module annex according to the current NSR10 construction standard. The structure of each of the 5 typologies has the capacity to withstand the loads exerted by the habitable part and the projected parts in terms of modulated houses for two floors.

Likewise, in this mixed scenario of stilt houses, it is proposed to design the availability of basic services in terms of electricity service, drinking water service, pluvial drainage system in the house, the sanitary network system in the house and an analysis of unit prices approximate to the total cost of type 5 housing.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado se presenta una propuesta a una posible solución de vivienda enteramente académica de modelación estructural de cinco tipologías de vivienda palafíticas de madera (vivienda modular) y diseño de servicios básicos tales como red hidráulica, red sanitaria, red eléctrica y sistema de desagüe pluvial en cada vivienda, en base a diseños arquitectónicos propuestos por estudiantes de la facultad de arquitectura de la universidad santo tomas (trabajo interfacultades), en una zona del municipio de puerto Carreño – Vichada, enfocado en la problemática habitacional de dos comunidades en pro a la proyección social.

El trabajo se basa en un estudio y solución sobre algunas de las problemáticas presentes en el municipio de Puerto Carreño – Vichada, en este municipio su principal problemática son las grandes inundaciones puesto que se encuentra en medio de tres grandes ríos Meta por el norte, Orinoco por el este y Bita por el sur, los cuales ante grandes precipitaciones y por la diferencia de materiales en su suelo generan magnos desbordes dejándoles grandes daños a las comunidades en estudio.

Las comunidades a trabajar y en las cuales se enfoca esta propuesta de proyección social son las comunidades indígenas Sikuani y Amorua de Colombia, comunidad Jivi migrantes de Venezuela, y comunidad carreñense en condiciones de vulnerabilidad. Las comunidades en mención presentan problemáticas de hacinamiento debido a los asentamientos ilegales, apropiación y toma de terrenos naturales cercanos a las riveras de los ríos en mención; asentamientos dados en casas improvisadas echas en plásticos, retazos de madera y poli sombras, habitando en dichos lugares de manera muy precaria.

Dentro del trabajo de grado se plantean algunas problemáticas de estas comunidades indígenas debido su forma habitacional en cuanto a, primero enfermedades por escasez de servicio de agua potable, segundo la preparación de sus alimentos se realiza en fogones lo que ha traído a dichas comunidades enfermedades respiratorias afectando en mayor porcentaje a niños y personas de la tercera edad, tercero sus necesidades y demás aguas negras son tiradas en los ríos aledaños o en lugares cercanos a dichos asentamientos, cuarto en el momento que llega la inundación el agua se lleva las casas improvisadas en mención generando no solo la perdida de bienes materiales, enceres, alimentos y productos propios de su cultura sino también a generado grandes accidentes en las personas de dichas comunidades; en cuanto a la población carreñense en condiciones de vulnerabilidad en la llegada de las inundaciones el agua se entra a las casas dañando y arrastrando varias cosas a su paso generando un gran impacto no solo económico sino también en las vidas de muchas de estas personas, tras este desastre natural muchas de las viviendas tienden a tomarse un largo lapso de tiempo en recuperarse de dicho desastre, asimismo producto de estas inundaciones se daña la tubería de la red de agua potable municipal

dejándole a varios sectores este servicio interrumpido o escases del mismo por un lapso de tiempo.

Las viviendas palafíticas propuestas teóricamente plantean una gran solución en cuanto a la parte habitacional principalmente, ya que debido a la zona donde se propone el proyecto el palafito que sostiene la vivienda y la plataforma que conecta el conjunto de viviendas mitiga este desastre natural, generando una posible solución a fin a esta lista de problemáticas presentes en las comunidades en mención, asimismo las viviendas modulares se acomodan a las problemáticas y necesidades de las familias en cuanto a su organización familiar con el objetivo de ir ampliando esta parte habitacional acorde a su crecimiento familiar y/o económico.

El presente trabajo de grado se plantea en nueve fases de metodología y desarrollo a trabajar, a fin de darle un total desarrollo a los objetivos propuestos de forma netamente académica, primero las dos fases iniciales realizan una recolección de información sobre la zona de estudio, información sobre las comunidades a trabajar su organización y forma habitacional, identificación de calidad de vida y finalmente información y familiarización sobre las propiedades y ventajas de la madera en la parte constructiva. Segundo en las fases tres y cuatro se realiza familiarización y análisis de los diseños arquitectónicos, pre dimensionamiento, evaluación de solicitaciones y análisis de cargas, determinación de niveles de amenaza sísmica, parámetros de diseño sismo resistente, determinación de fuerzas sísmicas, análisis sísmico de la estructura, desplazamientos horizontales y verificación de derivas; esto con el objetivo de realizar una correcta modelación y verificación del comportamiento de las viviendas palafíticas en sus cinco tipologías con ayuda del software ETABS.

Tercero en las fases cinco y seis se realizó un diseño estructural en base a los resultados obtenidos en ETABS mediante el método de esfuerzos admisibles con su respectivo análisis y determinación de las uniones a usar en la vivienda de madera. Cuarto en la fase siete se realiza el diseño de las redes de servicios de las cinco tipologías de viviendas, en ellas se presenta un servicio de redes hidráulicas con un tanque de reserva conectada a la red municipal en cada una de las viviendas, a causa de esto dichas viviendas evitarían las enfermedades, registros clandestinos de estos asentamientos, empozamiento de la misma y mitigaría un día de servicio interrumpido en cortes de agua del municipio; servicio de red sanitaria evitando olores en la parte habitacional de estas comunidades, daños en la salud y contaminación de los ríos aledaños; red eléctrica generando aprovechamiento de la noche y ayudando a la comunicación de estas comunidades; servicio de desagüe pluvial evitando que en cada precipitación las pertenencias de dichas comunidades se mojen y se dañen.

Quinto en la fase ocho se presenta un anexo de plataforma en el que se realizan las fases tres, cuatro, cinco y seis a fin de mostrar el cómo esta plataforma unirá

un conjunto de 12 viviendas proyectadas a su quinta etapa de ampliación, cada una de estas viviendas trabaja y soporta sus respectivas solicitaciones de manera independiente al igual que la plataforma dejando los vacíos de la zona donde se ubicara la vivienda. Sexto en la fase nueve se presentan un planteamiento de cimentación palafíticas acorde al tipo de suelo y material planteado.

Finalmente se presenta un análisis de precios unitarios aproximado al total del costo de la vivienda de tipología 5.

Alcance

El desarrollo de este proyecto consta de una posible solución netamente académica del análisis estructural, diseño de servicios básicos tales como servicio eléctrico, servicio hidráulico, sistema de desagüe pluvial y servicio sanitario; del mismo modo la modelación del comportamiento de un escenario de vivienda palafíticas para las 5 tipologías de vivienda ("*por modelado definiremos al proceso mediante el cual se genera una idealización matemática que pretende representar la conducta real de la estructura a ser construida"*)[33], con su respectivo análisis acorde a las normas vigentes, en base a diseños arquitectónicos proporcionados por nuestros compañeros de arquitectura de este trabajo interfacultades en el municipio de Puerto Carreño capital del departamento del Vichada con ayuda del software ETABS; se establecerá la caracterización teórica y netamente académica de la zona en mención, para verificar la susceptibilidad a inundación y riesgos causados por estos eventos, a los que se encuentra expuesta tanto comunidad carreñense en condiciones de vulnerabilidad (condiciones precarias de vivienda con escasos recursos) como asentamientos indígenas tales como lo son Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela.

Este prototipo de vivienda en un sistema estructural de pórticos con diagonales, tendrá una estructura de palafitos de madera los cuales soportan una placa del mismo material, que soportara las diferentes tipologías de viviendas analizadas y modeladas de manera independiente, estas se unirán con la plataforma de madera obteniendo un escenario mixto de 12 viviendas, los mismos ayudarán a elevar las viviendas y mitigar la inundación en las mismas, donde se especificará a detalle cada una de sus propiedades, dimensiones y cantidades necesarias estructuralmente hablando, de acuerdo a la normatividad vigente en cuanto a la parte habitacional, palafito y de cimentación , el diseño de los elementos estructurales de la parte habitable se ejecutará de acuerdo a los requerimientos de la Norma sismo resistente NSR-10.

Adicionalmente, se plantea una serie de recomendaciones y propuestas para el escenario mixto estructural.

[33] BARTOLOME,Angel.Analisisdeedificios-CapituloV.Modelacionyanálisisestructural de edificios.Peru:Pontificia unieversidad católica de peru fondo editorial,1998.p.89.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Puerto Carreño capital del departamento del Vichada, está ubicado en medio de tres grandes ríos: Meta por el norte, Orinoco por el este y Bita por el sur, los cuales ante grandes precipitaciones y teniendo en cuenta el tipo de material rocoso presente en cada uno de estos ríos con depósitos sedimentarios de origen fluvial y fluvio lacustre originan zonas impermeabilizadas.

Esta diferencia de materiales y su estructura repercuten en el control del cauce de los ríos por la resistencia que tienen a la movilidad y la erosión fluvial, generando grandes niveles de inundación. Los principales aportes que llegan al rio Orinoco vienen aguas arriba del rio Inírida y todo lo que llueve desde el Piedemonte del río Meta y Casanare; así mismo "*El estrechamiento del río Meta por la presencia de formaciones rocosas en la confluencia con el río Orinoco es un factor importante porque la distribución de sus aguas arriba tiene más de 9 km de ancho y en esta zona solo 3 km, lo que aumenta sus niveles y caudales*"; a consecuencia de esto en la crecida de estos ríos y su desborde no solo se ve afectada la población carreñense si no también los asentamientos indígenas allí establecidos tales como Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela[34].
Estos grupos indígenas con gran presencia territorial en la Orinoquía Colombiana cuenta con mayor manifestación en el departamento del Vichada, según el DANE, Proyección 2018 del censo 2005 la población indígena es aproximadamente el 18%, donde su fuerza organizacional y el difícil contexto social en el que se encuentran han hecho de estas comunidades unas de las más vulnerables en cuanto a vivienda digna y derechos básicos, desprotegidas y/o desatendidas de las acciones del estado.

Estas poblaciones indigenas se caracterizan por una historia de nomadismo que determinó su amplio patrón de asentamiento, esta aunque es la mayor de las problemáticas se anexa a la lista de problemas que afligen a dichas poblaciones en cuanto vivienda digna, inclusión y economía. Las tierras de sus resguardos se caracterizan por ser sabanas y bosques tropicales cercanos a ríos, esta característica hace que las tierras sean de tipo aluvial aptas para la agricultura de productos, sin embargo por el nomadismo que en esta cultura se practica, sus viviendas son casas improvisadas echas en lona, retazos de tabla y elementos muy precarios que cumplan la función de resguardarlos del viento y algunas lluvias.

[34] VARGAS CUERVO, German. Puerto Carreño, el riesgo de vivir en medio de tres ríos. En: Un Periódico Digital. BOGOTÁ D.C.{Agosto 13 de 2018}.

Su nomadismo se debe a la discriminación cultural por parte tanto de la población civil como del estado y los entes gubernamentales que los restringe a varios derechos constitucionales como la salud, educación, vivienda digna entre otros; el debilitamiento cultural que ha sufrido el pueblo a causa de las diferentes comunidades religiosas, el poder que ejercen los grupos armados al margen de la ley, la presencia de cultivos ilícitos uno de los cuales ha tenido gran impacto dentro de estos asentamientos debido a la inclusión que se propone por parte de los mismos a fin de lucrarse pero generándoles a estas comunidades el sentir un mayor apoyo y estabilidad económica para dichos asentamientos, han debilitado su cultura, la presencia de colonos en sus territorios, falta de reconocimiento en su ciudadanía misma causa violaciones a sus derechos y la profanación de sus tierras consideradas sagradas durante este siglo.

Por ello estos asentamientos indígenas se han visto sometidos al despojo sistemático de sus tierras. Por las razones anteriormente en mención la siembra y su alimentación se ha complicado debido a la pobreza extrema en dichas comunidades generando que las mismas hicieran del basurero municipal su fuente de búsqueda tanto de alimentación como vestimenta, esta forma de vida genera enfermedades a causa de la higiene presente en estas comunidades en condiciones precarias de vivienda y afectaciones vinculadas a su alimentación, asimismo la salud de muchos niños y adultos mayores se ve afectada con enfermedades respiratorias y brotes en la piel.

Antiguamente la forma de asentamiento del pueblo Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela consistía en formar pequeños núcleos poblacionales con su permanente movilidad. Sin embargo hoy estas comunidades indígenas se establecen de forma sedentaria en lugares de fácil acceso a las fuentes hídricas, por ello se ven envueltos en la necesidad de crear asentamientos informales en la ciudad, ubicados en los sectores de Piedra custodio, Pavoni, Piedra sagrada, Calarcá, Cerro de la bandera, entre otros.

La insuficiencia de viviendas adecuadas y la vulnerabilidad del hábitat, son reflejo de la difícil situación económica y social que vive Puerto Carreño, no solo en cuanto a estas comunidades indígenas sino también a población carreñense en condiciones de pobreza y vulnerabilidad. Las inundaciones en términos sociales y económicos son desastres naturales de gran impacto sumado al avance urbano descontrolado sobre zonas inundables o en riesgo de inundación, asentamientos clandestinos por desconocimiento o rechazo cultural, social, orden público y del estado.

El municipio de Puerto Carreño es propenso a las inundaciones en épocas de lluvias, (las cuales se presentan generalmente en los meses de mayo a septiembre), debido a su ubicación. Debido a esto y la insuficiencia de viviendas, echas en materiales precarios y un diseño inadecuado para estas inundaciones, en cada llegada de las mismas el agua arrastra y se lleva dichas viviendas

improvisadas generando gran peligro para las personas allí establecidas. Las inundaciones afectan varios aspectos en la vida de estas comunidades indígenas y la población carreñense causándoles la pérdida no solo de la vivienda sino también de sus electrodomésticos, enseres, y bienes materiales asociados al cultivo y perteneciente a su cultura misma.

A pesar de que dichas poblaciones se encuentran asentadas en la rivera del rio Orinoco escasea el agua potable, y se es necesario recurrir a conseguir el agua potable de manera ilegal a altas horas de la madrugada, por ello se evidencia la necesidad en agua y saneamiento; del mismo modo no cuentan con sistemas de tratamiento de agua, ni acceso a elementos de aseo; estas comunidades indígenas tienen poco conocimiento de la importancia del consumo de agua potable apta para consumo humano y de la importancia de la higiene para prevención de enfermedades. En cuanto al servicio de electricidad es tomado ilegalmente por medio de un cable adherido a la red pública del municipio, para aquellos asentamientos cercanos a esta red, los asentamientos lejanos a esta red no cuentan con nada de electricidad y son ajenos a este servicio dentro de sus viviendas improvisadas. Del mismo modo dichas comunidades para la preparación de sus alimentos lo hacen en fogones fuera de las viviendas improvisadas, esto genera gran cantidad de enfermedades respiratorias a causa del humo que sale de estos fogones tanto en hombres, mujeres, niños y personas de la tercera edad quienes padecen ante las mismas con precarias condiciones de salud puesto que no cuentan con la inclusión a este servicio por parte del estado.

En cuanto al servicio sanitario, las aguas negras presentan gran problemática en estos asentamientos puesto que por su forma habitacional la forma de tratar sus aguas negras es de forma muy precaria, los desechos de lavado de alimentos y utensilios en la preparación de la comida por algunos asentamientos es arrojada en cualquier parte cercana a dicho asentamiento, mientras que en otros asentamientos son lavados en el rio dejando los desechos ahí mismo. El lavado de su ropa se hace en el rio contaminando dichas aguas; para sus necesidades fisiológicas estas comunidades lo hacen cercano a dichos asentamientos en los que no solo se contaminan estas zonas ambientales si no también generan infecciones, malos olores y enfermedades por mosquitos y brotes.

Por otra parte dentro de estas problemáticas no solo se ven afectados los asentamientos en mención si no también la población carreñense en condiciones de vulnerabilidad debido a la pobreza, que aunque no se ubica en territorio ilegal o invasión del terreno se identifica las condiciones precarias en las que habitan y las viviendas inadecuadas con falta de acceso a servicios básicos, falta de acceso a agua potable apta para el consumo humano y manejo inadecuado de las aguas negras o sanitarias, falta de ingresos lo que dificulta el acceso a alimentos de calidad y una nutrición balanceada. Enfermedades a causa del agua empozada, falta de agua potable puesto que la ración de agua con la que se cuenta es usada en hidratarse, cocinar y lavar los alimentos dejando de lado la higiene personal,

lavado de ropa y aseo en la vivienda lo que genera enfermedades respiratorias, brotes en la piel entre otros; esta escases de agua o servicio de agua interferido se debe a los daños en la tubería producto de las inundaciones y a la contaminación de la misma para viviendas que suplen este servicio por medio de pozos profundos.

Ante esta situación el reponerse de los desastres naturales como lo son las inundaciones presentes en Puerto Carreño tarda un gran lapso de tiempo y dinero. Estas dos poblaciones en estudio demuestran la desatención por parte de las autoridades competentes, defensa de la diversidad étnica y cultural, inclusión en el casco urbano y vivienda digna apta para tal problemática, censos oficiales para ser incluidos en los derechos que conllevan la ciudadanía Colombiana es decir una transculturación.

Como se mencionó anteriormente los problemas que afligen tanto a los asentamientos indígenas Sikuani, Amorua y Jivi como a la población más vulnerable de puerto Carreño, se identifican en un grave problema de desatención en cuanto a la vivienda de los mismos apta para la mayor necesidad allí presente como es la vivienda digna y adecuada, aunque en los barrios más afectados de Puerto Carreño el concreto evita que la casa sea arrastrada por el agua no evita que esta entre y dañe lo que a su paso este. Daños que las casas palafíticas en madera evitarían[35].

Conforme a las políticas de proyección social que maneja la universidad Santo Tomás y con el sentimiento cristiano humanista presente en la misma, como estudiantes tomasinos nos vemos en la necesidad de estudiar, comprender y plantear posibles soluciones ante las necesidades de esta comunidad y la manera en que se podrán ayudar desde la posición como futuros Ingenieros Civiles; de manera que se ve la problemática en la que se encuentra parte de la comunidad en mención, vulnerando uno de los derechos fundamentales de hombres, mujeres, niños y personas de la tercera edad que componen las respectivas comunidades, viviendo en casa construidas con plásticos y polisombras sin servicios básicos como la electricidad, alcantarillado o agua potable, perdiendo lo poco que tienen y generando un traumatismo en todos los integrantes de estos grupos poblacionales al tener que migrar de sus hogares para salvaguardar su vida y la de sus seres queridos[36].

---

[35]MINISTERIO DE CULTURA, Republica de Colombia.Sikuani, entrañables defensores de su territorio.{En Linea}.Marzo2015.{15-enero-2020}.Disponibleen https://www.mincultura.gov.co/areas/poblaciones/noticias/Documents/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20pueblo%20Sikuani.pdf

[36]ACCIÓN CONTRA EL HAMBRE, DIAKONIE KATASTROPHENHILFE, CRUZ ROJA COLOMBIANA, FAO, UNFPA, NRC Y CORPORACIÓN INFANCIA Y DESARROLLO. Colombia - Informe Final MIRA: Inundaciones enPuertoCarreño(Vichada){Enlínea}.26/09/2018.{15-enero-2020}.Disponibleen https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/assessments/26092018_informe_final_mira_vichada_vf.pdf

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera un modelo de vivienda palafíticas de madera puede contribuir a la protección social en pro a una vivienda digna para la población carreñense vulnerable y los asentamientos indígenas ante los continuos eventos de inundación por los ríos Meta, Orinoco y Bita en Puerto Carreño?

2. JUSTIFICACIÓN

La vivienda digna y adecuada es una necesidad primaria reconocida como uno de los derechos fundamentales de la humanidad, dentro de ella y la falta de la misma se encuentra la pobreza, tomándola como la situación de no poder satisfacer las necesidades físicas y psicológicas básicas de una persona o la relación en su entorno, estas se ven reflejadas por la falta de diferentes recursos como vivienda, educación, servicios públicos, asistencia médica, problemas económicos, entre otros. En el caso de Puerto Carreño se evidencia este estado en los indígenas Amorua, Sikuani de Colombia y Jivi migrantes de Venezuela.

El problema radica no solo en la falta de vivienda digna y la inclusión sino también en la calidad de vivienda en todo el sentido de la palabra tanto en comodidad, prestación de servicios básicos, higiene y prestación como resguardo de vientos, lluvias y sol así mismo frente a una inundación y la calidad del entorno.

Enfocándola dentro de este contexto determinado como lo es la vivienda digna y eficiente frente a desastres naturales, déficit de salud por higiene y discriminación por el casco urbano a sus aledaños, sabiendo que no es solo la falta de vivienda, sino que hay que entenderlo como la dificultad de llevar a cabo una vivienda que disponga de las condiciones estructurales, ambientales, afines a la cultura, técnicas y económicas, para dicha población. Se resalta su organización habitacional y su crecimiento poblacional no solo en el asentamiento si no los nómadas que llegan a establecerse en el mismo, gran parte de ellos en territorio natural cultural puesto que no se cuenta con planes de vivienda digna, el rechazo laboral por su cultura generan falta de ingresos necesarios para acceder a una vivienda digna lo que conlleva a que dicha población recurra a la compra de lotes ilegales y la invasión de territorio a fin de tener un lugar como alternativa de vivienda.

La vivienda actual construida en materiales precarios y con dimensiones inadecuadas genera dentro de los asentamientos indígenas un grado alto de hacinamiento, mostrado mediante no solo noticias de gran impacto si no también indicadores socio demográficos. Las comunidades indígenas Amorua, Sikuani de Colombia y Jivi migrantes de Venezuela padecen dentro de este hacinamiento, de enfermedades respiratorias, infecciones entre otros, entendiendo que la organización habitacional de cada familia por vivienda se debe a su cultura

propia, sin embargo esto ha decaído adaptándose al hacinamiento presente y reorganizándose de manera tal que todos queden con un techo del cual disponer.
La vivienda palafíticas en madera solucionaría esto en cuanto a la parte habitacional no solo una comodidad y dignidad de vida, si no que solucionaría el hacinamiento presente en estos asentamientos, los sistemas convencionales que ellos usan para resguardarse y usarlos como vivienda, la invasión de territorio y compra de lotes ilegales, la discriminación cultural puesto que harían parte o se intercomunicarían con el casco urbano lo que generaría un descenso de la misma y aportaría en el suprimir parte de la pobreza que se tiene puesto que no tendría discriminación laboral por su cultura al ver que hacen parte de la población carreñense, el conflicto armado que han tenido que padecer estas poblaciones y el recurrir a participar en siembras ilegales para subsistir, la reducción de enfermedades por contagios y las generadas por viviendas en materiales precarios que producen o generan enfermedades respiratorias, brotes y deshidratación.

La parte habitacional de las casas respeta la organización cultural que tienen dichas comunidades indígenas en cuanto a vivienda y por ello la propuesta de ampliación modular a medida que familia va creciendo o su determinación de organización, por ello los diseños propuestos sobre los que se trabajan son 5 tipologías de vivienda. Este caso se desarrolla de manera individual y social. En el primer caso las personas están limitadas de conocimientos y oportunidades y en el segundo caso se evidencia principalmente por la desigualdad de reparto de recursos y servicios. Esto como resultado de la exclusión social, es desde este punto que se busca integrar, dar oportunidades y generar un nuevo estado de desarrollo en base a un planteamiento arquitectónico, urbano generando estructuralmente EFICACIA FUNCIONAL que responda a las necesidades de los habitantes integrando las comunidades indígenas de puerto Carreño y a sus habitantes carreñense.

La tipología de vivienda se pensó para TIPO I: Pareja, TIPO II: Pareja y dos hijos, TIPO III: Pareja y tres hijos, Tipo IV: Pareja, hijos y pareja adultos de tercera edad, Tipo V: ampliación de hogar, cada una de las tipologías de las viviendas en mención cuentan con lo necesario para un ambiente cómodo en la misma pero pensada hacia la ampliación de la vivienda conforme a su familia o economía creciera, en segunda instancia la tipología de vivienda fue diseñada en un sistema estructural tipo pórtico con diagonales con el fin de adaptarse a la modularidad propuesta para cada tipo de vivienda, resistente, adecuada y de calidad. Planteada y modelada en madera a fin al clima halla presente.

Retomando las problemáticas planteadas de las culturas indígenas presentes en la zona de estudio y de la población carreñense en estado de vulnerabilidad, se muestra la falta de servicios básicos tales como el agua potable apta para el consumo humano, servicio de electricidad, y servicio adecuado de las aguas negras.

En ese orden la escases de agua potable en las viviendas vulnerables de puerto Carreño y la toma ilegal de la misma por parte de los asentamientos ha generado grandes traumatismos a las comunidades, la falta de agua apta al consumo humano ha causado enfermedades tales como brotes, diarrea, entre otras, ya que la ración que llega es usada únicamente para el consumo y aseo de los alimentos. En los asentamientos indígenas las enfermedades tienen mayor impacto puesto que algunas de estas comunidades sí consiguen raciones de agua, aunque de forma ilegal a diferencia de otros asentamientos que por desinformación usan el agua del rio para su alimentación, aseo e hidratación la cual ha causado mayores daños en la salud por no ser tratada. La propuesta de una vivienda digna es adaptada a dichas necesidades puesto que se presenta una solución a la misma como es la inclusión del servicio de agua potable tratada por parte del acueducto municipal, llevándola desde la acometida a un tanque de reserva elevado de 1000Lts para cada vivienda a fin de evitar el servicio interrumpido y las conexiones ilegales.

Segundo la falta del servicio de electricidad generalmente se da en los asentamientos indígenas en los cuales no son cercanos a la red generando una problemática en estos asentamientos ya que no puede ser aprovechada la noche por falta de luz, asimismo ocurre mayor índice de vandalismo, entre otros, a diferencia de los demás asentamientos cercanos a los lugares donde pasa la red eléctrica municipal que pueden acceder de forma precaria a este servicio con un cable conectado de forma ilegal a dicha red. En la propuesta de vivienda palafíticas cada una de estas cuenta con un servicio de electricidad propuesto en cada vivienda con bastante iluminación en la noche y en el día gracias a la arquitectura de las mismas, esto ayudara a dichas familias no solo en cuanto a la iluminación si no también electricidad para el funcionamiento de estufas, lavadoras comunicación entre otros. La vivienda palafíticas en la parte habitacional presta un lugar para la preparación de sus alimentos evitando que dichos asentamientos se vean en la necesidad de recurrir a la elaboración de fogones fuera de sus viviendas y reduciendo los índices de enfermedades respiratorias a causa del humo que generan los mismos.

Tercero la falta de servicio sanitario, las aguas negras presentan gran problemática en estos asentamientos puesto que por su forma habitacional la forma de tratar sus aguas negras es de forma muy precaria, los desechos de lavado de alimentos y utensilios en la preparación de la comida por algunos asentamientos es arrojada en cualquier parte cercana a dicho asentamiento, mientras que en otros asentamientos son lavados en el rio dejando los desechos ahí mismo, el lavado de sus ropas es en el rio, contaminando estas aguas, y sus necesidades fisiológicas echas cercanas a estos asentamientos han generado gran cantidad de enfermedades y malos olores, la vivienda palafíticas presenta un servicio sanitario apto en la parte habitacional de las cinco tipologías de vivienda

para llevar estas aguas negras a la red propuesta por el municipio, eliminando los malos olores, contaminación al rio y las enfermedades que esto generaba.

Además de estos problemas con soluciones de gran impacto una problemática que genera gran preocupación en Puerto Carreño y en especial a estas poblaciones son las grandes inundaciones halla presentes, el IGAC ha clasificado la susceptibilidad a inundación del municipio de Puerto Carreño en un grado alto, debido a que se encuentra rodeado por tres grandes ríos: Meta por el norte, Orinoco por el este y Bita por el sur[37], destacando que estos asentamientos indígenas y algunas personas de la población carreñense en situación de vulnerabilidad son los más afectados, puesto que sus viviendas están ubicadas en las zonas aledañas a estos afluentes. De modo tal que cuando se presentan los eventos de inundación los habitantes de dichas zonas pierden gran parte de sus bienes y en algunos casos su vivienda (la cual en esta construida en palos, retazos de madera , plástico y poli sombra sin servicios básicos (agua, luz, alcantarillado), además, se ven expuestos a enfermedades, lesiones e incluso la muerte.

Por ello se muestra el palafito como proceso de adaptación en zonas donde el agua hace parte del medioambiente al que estas comunidades deben adaptarse, mediante las cuales dichas inundaciones no generarían perdidas en la comunidad ni accidentes graves por lo que el agua arrastra; asimismo evitaría empozamiento y con ello evitaría enfermedades y contagios generadas por los mismos, para ello los palafitos cumplirán con la función de aislarlos del agua y mitigar la inundación de los habitantes sosteniendo todo el cuerpo de la vivienda y la cubierta con el objetivo de mejorar las condiciones habitacionales en zonas inundables de puerto Carreño y ayudando a las poblaciones que son más vulnerables ante estos desastres naturales.

Por consiguiente nosotros basados en el pensamiento humanista cristiano de Santo Tomás de Aquino infundido y orientado a través de nuestra formación profesional en la universidad Santo Tomás bajo la línea de proyección social de ingeniería Civil, se busca mitigar los riesgos a los que se pueden ver expuestas dichas comunidades mediante la propuesta de posible solución en el escenario mixto estructural de viviendas palafíticas mencionado anteriormente a fin de dar solución a vivienda digna, parte habitacional, disponibilidad de servicios en cuanto al sistema eléctrico, sistema hidráulico, servicio sanitario, servicio de desagüe pluvial en la vivienda, materiales adecuados en la construcción de las mismas e infraestructura apta al clima presente y mitigar los efectos de la inundación en las vidas y los bienes de estas comunidades adaptándolas al medioambiente y la zona inundable como lo es Puerto Carreño, propuesto de manera teórica -

[37] DEPARTAMENTO NACIANAL DE PLANECION.Dialogo regional para la construcción del plan nacional de desarrollo 2014-2018.{Diapositivas}.Bogotá D-C.Enero 28 del 2015.110 Diapositivas,color.

académica para ser ubicado en el municipio de Puerto Carreño en el departamento del Vichada.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una posible solución de modelo de vivienda palafíticas de madera en términos estructurales con base a diseños propuestos por nuestros compañeros de Arquitectura (trabajo interfacultades) en una zona de inundación de puerto Carreño – Vichada, como alternativa de prevención de riesgos causados por el incremento del cauce de los ríos Meta, Bita y Orinoco para la población de comunidades indígenas allí establecidas y comunidad carreñense en condiciones de vulnerabilidad.

3.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Modelar las 5 tipologías de viviendas palafíticas de madera en términos académicos a partir de los requerimientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) con ayuda del software ETABS.

- Realizar un diseño estructural netamente académico de las 5 tipologías de viviendas palafíticas de madera.

- Proponer un sistema de servicios básicos netamente académicos en las cinco tipologías de vivienda palafíticas, en cuanto a instalaciones hidráulicas, instalaciones sanitarias y sistema eléctrico.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

Se realizaron consultas previas para la elaboración del presente trabajo de grado, investigando pdfs , artículo, libros, manuales, trabajos de grado, normativa, páginas web, memorias explicativas de estudios realizados tanto de viviendas palafíticas en el ámbito nacional e internacional, a fin de adquirir información necesaria para la planificación del proyecto; como temas relacionados con estudios de la población Carreñense y los asentamientos indígenas allí presentes y su forma de habitabilidad y organización, clima, precipitación y demás temáticas referentes al sitio en estudio (Puerto Carreño).

Entre la temática se encuentran conceptos de:

- Anatomía de la madera
- Ventajas de la madera
- Tipologías de casas palafíticas.
- Viviendas palafíticas metálica y en madera en Colombia
- Edificios en Latinoamérica hechos en madera
- Problemáticas de hacinamiento dentro de la comunidad de puerto Carreño, en la que se ven afectadas no sólo la población más vulnerable del mismo sino también etnias tales como: Indígenas Amorua y Sikuani de Colombia e Indígenas Jivi migrantes de Venezuela.
- Información demográfica de la población Carreñense y asentamientos indígenas.
- Geografía: Extensión, precipitación mensual y diaria y actividades económicas
- Normativa y reglamentos
- Material de construcción
- Diseño estructural en madera por cargas admisibles
- Cargas estructurales : Combinación de cargas
- Parámetros sísmicos
- Dimensiones constructivas madera
- Métodos respectivos a instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y pluviales.

Resaltando que la recolección de la misma se dividió en dos partes, en primera instancia se basó en la recolección de conceptos básicos, donde se llevó a cabo la conceptualización y reconocimiento de las viviendas palafíticas, datos en cuanto al reconocimiento del territorio aplicable al proyecto en mención, y población en estudio descritos el estado del arte.

- En la segunda fase de la revisión bibliográfica, se identificaron los documentos guías para el desarrollo metodológico del proyecto, en los cuales se incluyeron trabajos de grado, guía de construcción en zonas costeras propuestas por FEMA, Vivienda en Hábitats Lacustres - Trabajo de grado Universidad Nacional de Colombia y del mismo modo basado en la NSR – 10 (Reglamento de construcción sismo resistente), NTC 1500, RETIE, entre otros.

4.2 ESTADO DEL ARTE

En términos del enfoque cuantitativo y cualitativo del presente trabajo de grado y basado principalmente en el trabajo interfacultades Arquitectura-Ingeniería Civil netamente académico, se busca ejemplificar el cómo, debido al fluir de nuestra labor se ve la necesidad de prepararnos para el trabajo mancomunado entre Ingenieros civiles y arquitectos, en donde podamos aprender de primera mano la correcta coordinación entre estas dos profesiones, de forma tal que se muestre a cabalidad el desarrollo de un proyecto con base a una problemática social, cuya importancia de coordinación y eficiencia radica en el trabajo en equipo y el aprovechamiento de los aportes afines a cada profesión en pro de la comunidad residente en una zona de Puerto Carreño relacionado a la proyección social.

A través de este trabajo de grado también se busca evidenciar la forma como entran tempranamente en conflicto los dos preceptos contenidos en el artículo 51 de la Constitución Política de Colombia, referente, por una parte, al derecho que tienen todos los colombianos a una vivienda digna y la obligación del Estado a hacerlo efectivo y por otra, la promoción de planes de vivienda y la forma como estas decisiones se materializan.

Para la identificación de las necesidades se hace indispensable realizar una investigación de una solución que abarque la resolución de un mayor número de necesidades en conjunto proyectada en pro de la protección social de la comunidad en mención, basada en investigar y realizar mecanismos de intervención en un escenario mixto estructural y arquitectónico en el desarrollo de una zona de residencia, las cuales no sólo permiten dar respuesta a la problemática habitacional, y el hacinamiento presentado en puerto Carreño-

Vichada, sino que también a la solución del derecho a una vivienda digna y un ambiente sano[38]

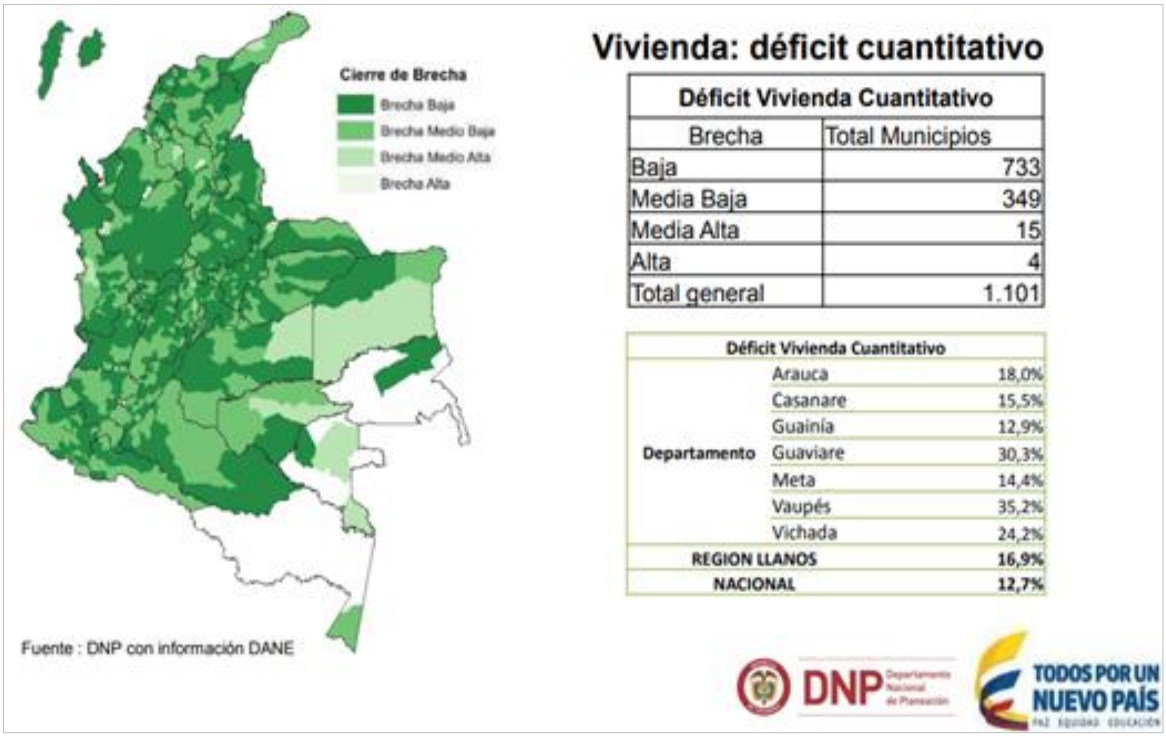
El hacinamiento presente en esta área de puerto Carreño, nos genera el interés por identificar el cómo dentro de la misma se ha implementado la llamada "política de vivienda" en las políticas públicas en vivienda vigentes en Colombia desde la década de los años noventa, y el cómo se podrían implementar para la solución del mismo. La investigación se concentró principalmente en la comprensión/interpretación de acontecimientos y situaciones sociales, ambientales y económicas y de los hechos físico-espaciales en los que se podrían materializar. La Vivienda de Interés Social [VIS] es una de las necesidades principales en Colombia. Para 2018-2019 el número de familias colombianas sin acceso a vivienda de calidad alcanzó las 586 mil familias colombianas. Aunque las cifras demuestran la gravedad del problema, su dimensión real es mucho más profunda y compleja[39].

En la zona de puerto Carreño- Vichada en estudio, se presenta un déficit en cuanto a vivienda de calidad como se observa en la Figura 1:

Figura 1. Representación déficit de vivienda

[38] ComisionEconomicapara America Latina y el Caribe.Informe, La Protección Social de la Población Rural. Bogotá D.C. Cepal.2015.

[39] FIQUE PINTO,Luis Fernando.La Política Púbica de Vivienda en Colombia.En: Bitacora Urbano Territorial.Vol13.Nº2.(Jun-Dic,2008);Pag73-89



Fuente: DNP con información DANE.

Para la solución de las problemáticas sociales de vivienda digna en Puerto Carreño para las poblaciones vulnerables, el componente de arquitectura ha diseñado un sistema de viviendas que se satisfaga todas las necesidades,

El modelo tradicional en puerto Carreño se enfatiza en la rigidez de las viviendas con el contexto además de la omisión del diseño del espacio y criterios de eficiencia bioclimática. Por estas razones se propone un concepto de diseño flexible hacia las necesidades de la sociedad, para generar una respuesta integral y oportuna. Dichos modelos además de ADAPTABLES, dan respuesta a las diferentes problemáticas de la población de la Orinoquia Colombiana.

El diseño de la estructura habitable, fue propuesta por nuestros compañeros de la facultad de arquitectura debido al trabajo interfacultades, con base a la organización y tipos de familia dentro de las etnias indígenas.

Se desarrollaron los módulos de vivienda de acuerdo a las tipologías de familias que hay bajo las culturas indígenas Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela, a fin de romper con los esquemas básicos y la rigidez de vivienda pre- establecida y con base a la organización ya establecida de las comunidades en mención.

TIPO I: Pareja

TIPO II: Pareja y dos hijos

TIPO III: Pareja y tres hijos

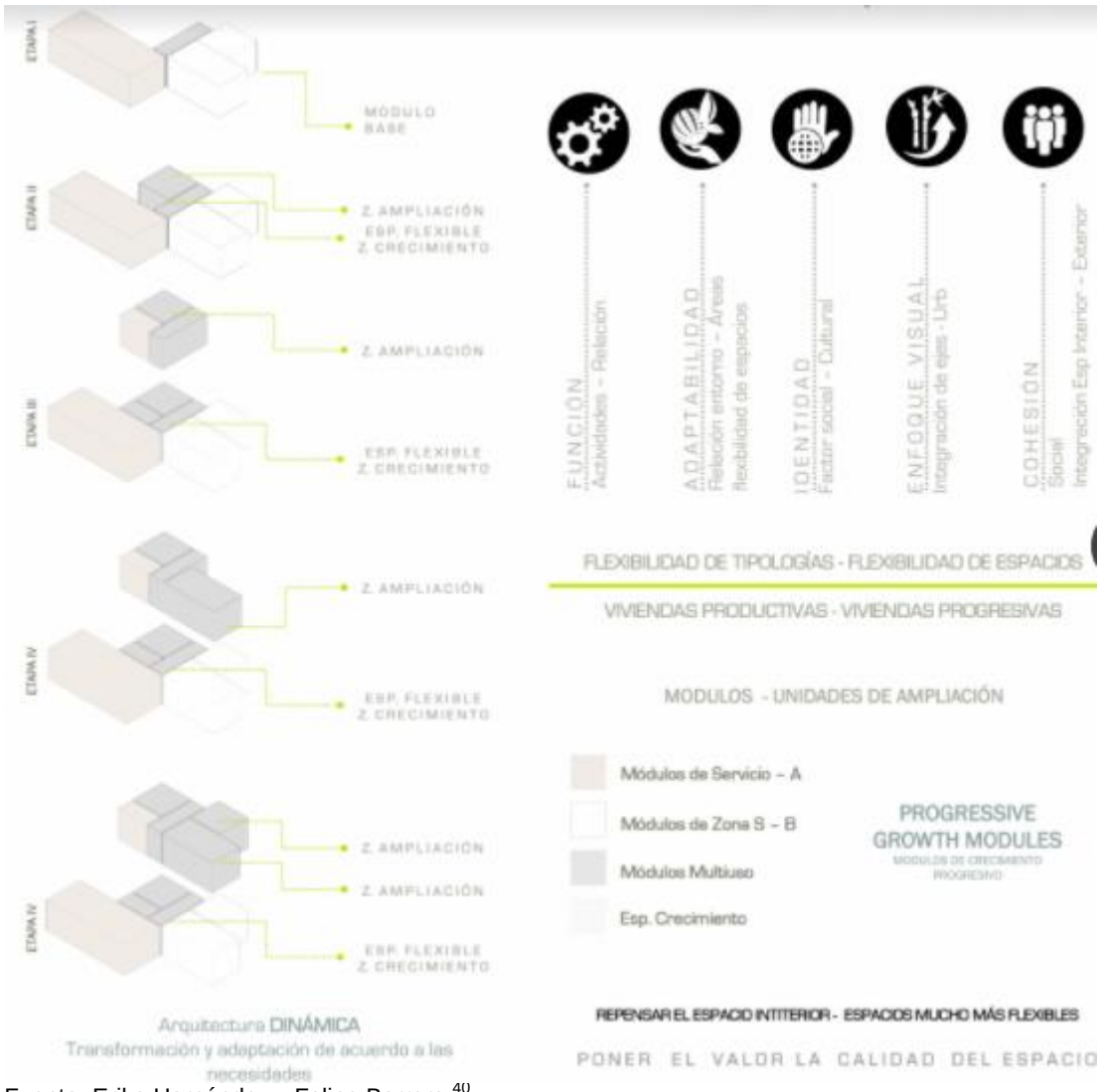
Tipo IV: Pareja, hijos y pareja adultos de tercera edad

Figura 2. Tipos de organización habitacional

Fuente: BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

Los módulos de crecimiento o unidades de ampliación son las posibles formas de hacer el crecimiento de la vivienda, en la parte fija (Módulos de servicio - A y Módulo de servicio- B) son los módulos en cuanto a los baños y las cocinas a fin de ser una zona de ampliación fija; en cuanto a los módulos en la zona de ampliaciones (Módulos multiuso y Módulos productivos) se diseñó para ser usada acorde a las necesidades de las familias y acorde a una zona de ampliación móvil o cambiante.

Figura 3. Tipos de Módulos



Fuente: Erika Hernández y Felipe Barrera [40]

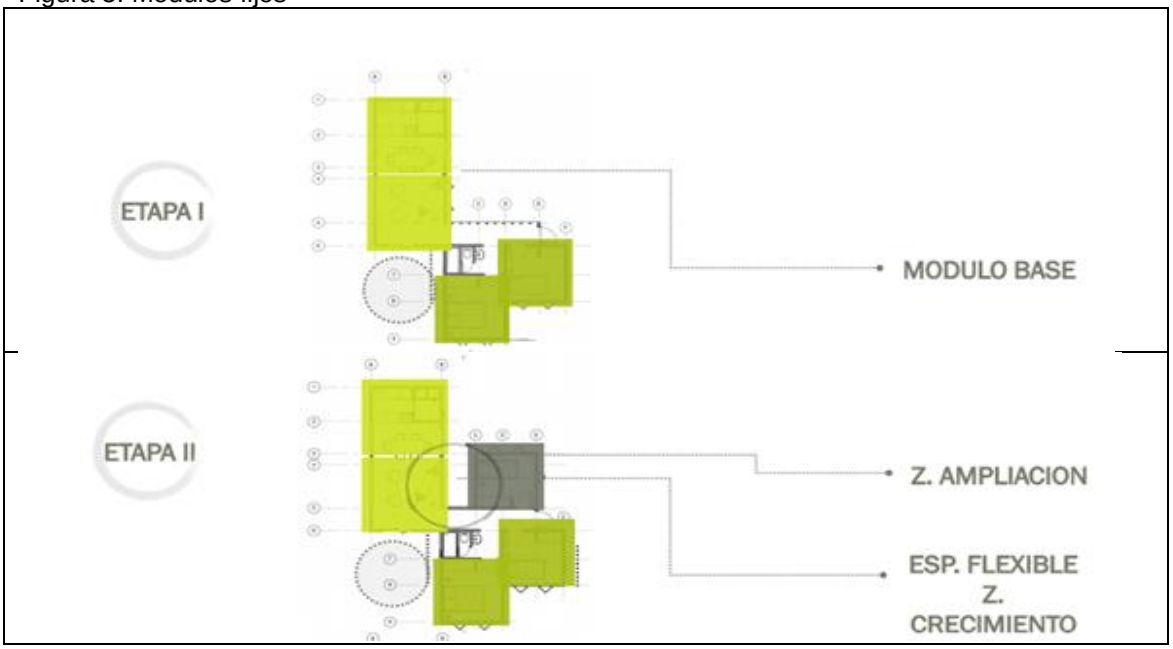
Figura 4. Manejo de los Módulos

[40] BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

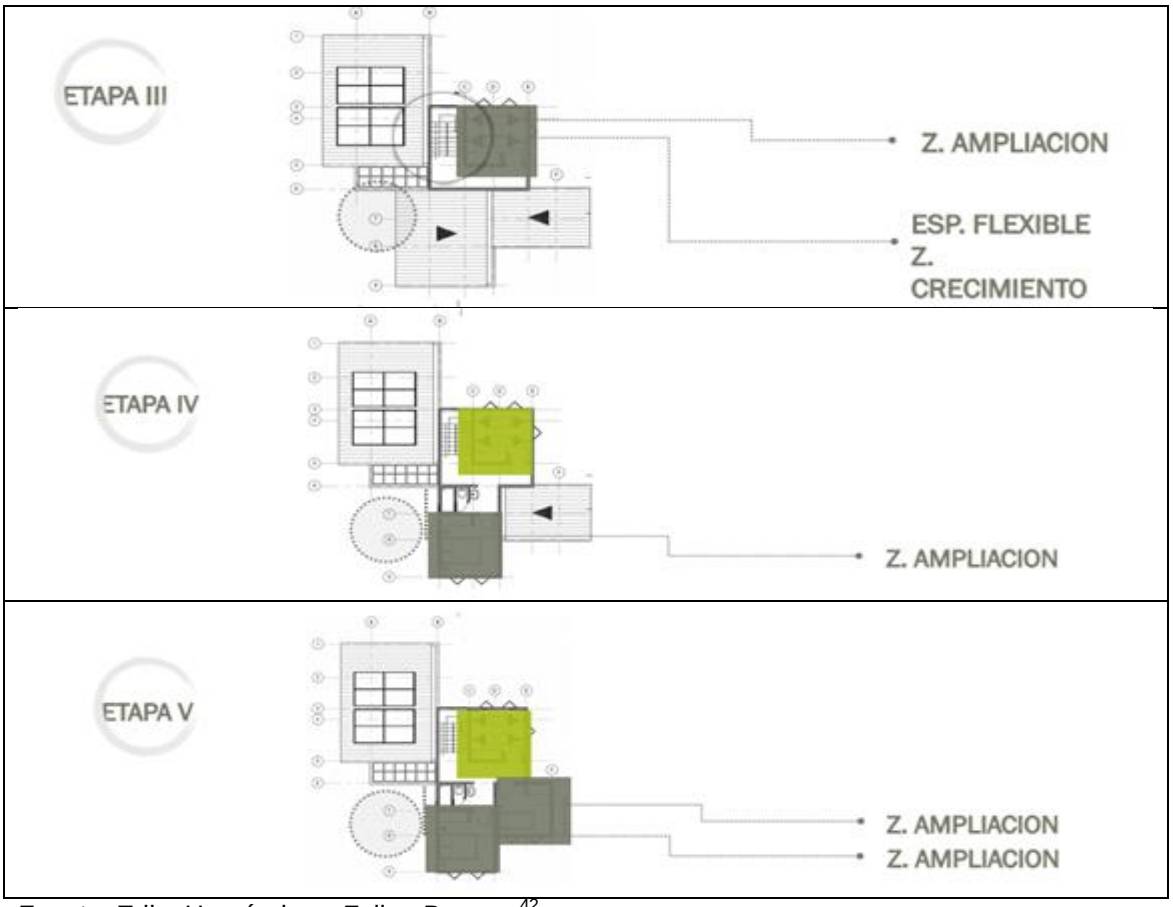
Fuente: Erika Hernández y Felipe Barrera [41]

El diseño habitable se dividió del mismo modo en 5 etapas en ellas se encuentran: módulos fijos ver Figura 5 y el proceso gráfico en que se desarrollaría de la zona de ampliación a fin de empezar el segundo nivel proyectado para cada familia; con el objetivo de suplir el desarrollo de las 5 tipologías de familia.

Figura 5. Módulos fijos



[41] BARRERALOPEZ,FelipeyHERNANDEZTOCA,ErikaAndrea.Complejoeco-productivoIku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.



Fuente: Erika Hernández y Felipe Barrera [42]

Finalmente se unificó el módulo de viviendas - unidades de ampliación con 12 viviendas debido a la razón social; en efecto, la razón social se debe a que dichas comunidades indígenas están acostumbradas a vivir en familias grandes, sin embargo buscando una independencia como lo muestran las tipologías de familias y las etapas anteriormente ilustradas; razón por la cual, cada plataforma tiene sobre ella 12 casas a fin de no crear ese choque cultural de dividirlas, permitiendo así la ampliación de la vivienda acorde a la economía y crecimiento de cada familia.

[42] BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

Figura 6. Módulos de vivienda. Unidades de Ampliación - Complejo

Fuente: Erika Hernández y Felipe barrera [43]

Dentro de los materiales utilizados para la construcción contamos con uno de los más antiguos como lo es la madera, debido al clima de la zona de estudio y a las características de la madera, es el material más adecuado para la implementación, pero no toda especies de árboles se pueden utilizar para la construcción, puesto que la conformación de cada una de estas es particular; teniendo en cuenta esto contamos con dos tipos generales de maderas existentes a lo largo y ancho del mundo.

En la Estructura Macroscópica Del Tronco, se observa una sección transversal de un fuste de afuera hacia adentro, se evidencian diferentes zonas.

A. Corteza forestal: Ritidoma y corteza viva
B. Madera o Xilema: Albura y Duramen

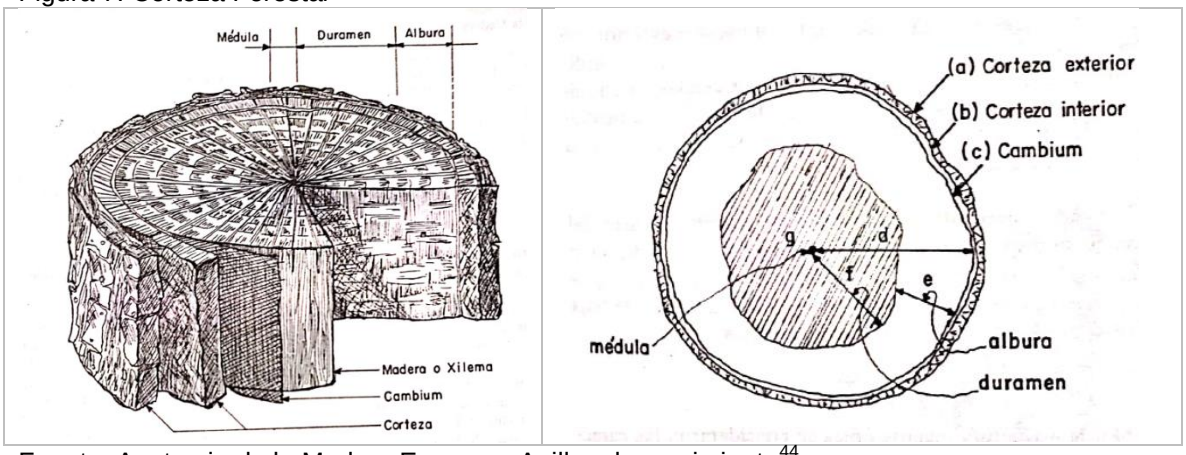
El tallo desempeña diferentes funciones:

[43] BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

- Crecimiento.
- Conducción de agua.
- Transporte, almacenamiento y conducción de sustancias nutritivas.
- Sostén del vegetal.
- Secreción de sustancias.

La corteza está constituida interiormente por floema (corteza viva), conjunto de tejidos vivos especializados en la conducción de savia elaborada y exteriormente por ritidoma o córtex o corteza muerta, tejido que reviste el tronco. La corteza protege al vegetal contra el desecamiento, ataques fúngicos o fuego además de la función de almacenamiento y conducción de nutrientes

Figura 7. Corteza Forestal



Fuente: Anatomia de la Madera:Esquema Anillos de crecimiento[44]

La albura conduce gran cantidad de agua y de sales en solución, desde la raíz a las hojas; provee rigidez al tallo y sirve de reservorio de sustancias. En determinados usos industriales esta porción del fuste se descarta, por ser menos resistente que el duramen.

El duramen es leño biológicamente inactivo, con funciones de sostén que ocupa la porción del tronco entre la médula y la albura, generalmente de estructura más compacta y de coloración más oscura que la albura. IAWA (1964), lo define como las capas internas de la madera, sin células vivas y en el cual el material de reserva (almidón), ha sido removido o constituido en sustancias del duramen, la causa fisiológica de la formación del duramen es el envejecimiento del árbol.

El duramen tiene:

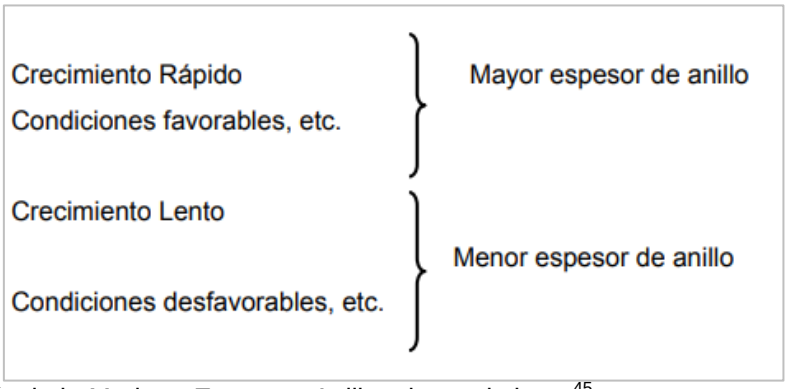
- Una coloración más oscura.

[44] GIMENEZ, Ana María; MOGLIA, Juana Graciela; HERNANDEZ Patricia y GEREZ Roxana.Anatomia de la Madera:Esquema Anillos de crecimiento.2 Edicion.Santiago del Estereo:E-Book.04-04-2014.Pag88

- Menor tenor de humedad por la reducción de su actividad fisiológica.
- Mayor resistencia al ataque de agentes destructores de la madera.
- Menos permeable.

Normalmente, en zonas de clima templado, los anillos de crecimiento representan un incremento anual del árbol. Cada año se forma un anillo, razón por la que son llamados anillos anuales. Estos determinan la edad del árbol. Un análisis de los anillos de crecimiento, nos indica si el árbol tuvo un crecimiento rápido (anillos bien espaciados), o lento (pequeño espacio entre anillos); o aquellos años que han sido desfavorables para la planta (espesores menores), o más beneficiosos (espesores mayores).

Figura 8. Esquema anillos de crecimiento



Fuente: Anatomía de la Madera: Esquema Anillos de crecimiento[45]

Las condiciones climáticas, así como también las características que poseen los suelos y la geografía en los cuales crecen las especies arbóreas, hacen que cada árbol sea distinto incluso en su estructura celular, lo que incide en su crecimiento y las propiedades que posee su madera. Estas células a un nivel microscópico son de carácter alargado y se encuentran dispuestas en la dirección del eje del árbol, cumpliendo con dos funciones principales: transportar savia y ser el propio sostén del árbol. De acuerdo a su estructura celular, los especies arbóreas se dividen en dos categorías: coníferas y latifoliadas**.**

Coníferas:

Su madera se constituye principalmente por células de características homogéneas que realizan una doble función de sostén y conducción de la savia. Los árboles de esta especie poseen en general un tronco recto, cónico hasta su

[45] GIMENEZ, Ana María; MOGLIA, Juana Graciela; HERNANDEZ Patricia y GEREZ Roxana.Anatomia de la Madera:Esquema Anillos de crecimiento.2 Edicion.Santiago del Estereo:E-Book.04-04-2014.Pag88

ápice o extremo superior y revestido en ramas. Forman en general bosques muy densos que se ubican en zonas templadas y frías del planeta. Cuentan con maderas blandas, livianas y rectas**,** lo que provoca que sean mucho más comercializables, sobre todo por la rapidez de crecimiento que poseen muchas especies de pino, pudiendo reconocerse fácilmente sus anillos de crecimiento.

Latifoliadas:

Provienen del grupo de las angiospermas, contando con dos tipos de células: los vasos que transportan la savia y la fibra que da el sostén al árbol frente a los distintos esfuerzos. Las latifoliadas en general poseen una copa bien ramificada, con un tronco que varía bastante en tamaño y forma. Se ubican en las zonas tropicales y subtropicales del planeta. Poseen maderas más duras, oscuras y pesadas, no siendo reconocible sus anillos de crecimiento en gran parte de las especies. Con respecto a sus hojas, estas son de tipo laminar pudiendo ser caducas o perennes, no contando con resina como es en el caso de las coníferas[46]**.**

Los palafitos son 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. La gran mayoría de palafitos en el mundo se ubican en complejos lagunares, ríos, lagos, o zonas pantanosas que presentan aguas tranquilas, mientras que otros se ubican a orillas del mar.

En Colombia, muchas viviendas de este tipo se encuentran situadas principalmente en los litorales del Pacífico, como los del departamento del Chocó, pero también en el norte, como en la Ciénaga Grande de Santa Marta, o en ambientes insulares como los de San Andrés. También los hay en el sur del país, en la frontera colombo-peruana, en las regiones selváticas del Amazonas y los territorios cercanos al río Putumayo.

A los palafitos que se sitúan directamente sobre el agua se les denomina lacustres. Al erigirse en relación directa con el agua, estas construcciones presentan riesgos de alta vulnerabilidad por las precarias condiciones de salubridad que esta situación conlleva, haciendo recurrentes cierto tipo de emergencias sanitarias por carecer, entre otras cosas de infraestructuras básicas para la evacuación de desperdicios, así como el contacto directo con el complejo ecosistema acuático.

[46] VENTURELLI, Diferencia entre coníferas y latifoliadas.{En Linea}.Marzo 2015.{ 15-febrero-2020}.Disponible en https://www.venturelli.cl/diferencias-entre-coniferas-y-latifoliadas/

Aunque las zonas de implantación de los tipos de vivienda son diferentes, el sistema de palafitos es muy similar: los horcones o estacas de madera aparecen como elementos de soporte; la plataforma, por lo general rectangular, se despliega soportada por éstos; los cerramientos, conformados por materiales livianos como tablas de madera o esterilla de madera de palma.

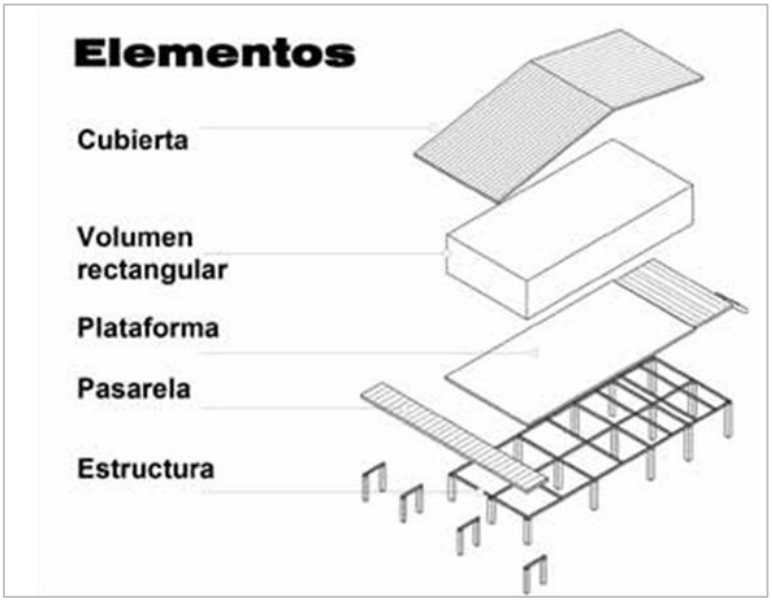
Al igual que las construcciones lacustres, las ubicadas en zonas inundables tienen la característica de ser palafíticas, su implantación en el territorio junto a sus tecnologías constructivas define su hábitat. En el caso de la comunidad de papayo, las viviendas están ubicadas al borde del río formando núcleos de familias que en primera instancia eran dispersos, pero desde 1960 aproximadamente la trama tradicional occidental de damero está siendo el patrón de implantación de las viviendas. Paralelo al río aparecen las principales vías, siendo la más importante la cercana al río San Juan, que se percibe como un 'malecón' donde se amarran las canoas y botes, además se establecen algunos sitios de descanso e interacción, algunas viviendas han sido derrumbadas para trazar las nuevas calles que comunicaran todas las vías principales y que finalmente configuran el damero deseado por muchos de sus líderes.

Vivienda palafíticas: Este nombre identifica la vivienda construida en las zonas de bajamar y en los esteros como en las orillas inundables de los ríos y quebradas, con cubierta en lámina metálica o fibrocemento, y levantada sobre pilotes apoyados en el fondo del mar. se construye a partir de un módulo básico que agrupa la zona social y de relación con los vecinos.

Se desprenden del concepto de arquitectura bioclimática (*La arquitectura bioclimática es la que se diseña con el fin de conseguir unas condiciones de bienestar interior, aumentando notablemente la calidad de vida*) ; son aquellas que se emplazan en el agua construida sobre pilotes.[47]

[47] GARCES VIAFARA, Derlys Adriana y HURTADO PEREZ, Gustavo Andrés.Características bioclimáticas de la arquitectura palafítica en el barrio puerto cali.Guapi-Cauca.2016.Pag88.Trabajo de grado Pregrado.Universidad Católica de Manizales.Facultad de Arquitectura.Caldas.

Figura 9. Arquitectura bioclimática



Fuente: Diseño interiores Wordpress

- **Estructura habitable:** Es la estructura que se construye y apoya sobre la estructura palafítica, tiene la misma función que una vivienda convencional, debe proporcionar albergue, seguridad y comodidad a sus ocupantes; en materiales comúnmente acordes a clima cálido que son donde esta tipología de casa está construida.
- **Plataforma:** Cumple la función de estructurar el suelo de la construcción generalmente echa en madera.
- **Pasarela:** Parte de la plataforma cuya función permite el paso civil, Los caminos son las pasarelas que articulan el poblado y constan de una calle principal paralela al río de la que salen perpendicularmente otras secundarias que llevan a cada palafito.
- **Estructura:** Esta distribución de estructura palafítica cumple dos funciones el palafito como proceso de adaptación en hábitats en donde el agua hace parte esencial del medioambiente al que el hombre debe adaptarse, y el palafito como artefacto que mitigue las extremas condiciones de inundabilidad esporádica. de los asentamientos es fruto de un

conocimiento profundo del entorno y de la adaptación milenaria de una cultura ligada al río.[48]

- **Pilares o horcones:** Aunque las zonas de implantación de los dos tipos de vivienda son diferentes, el sistema de palafitos es muy similar: los horcones o estacas de madera aparecen como elementos de soporte; la plataforma, por lo general rectangular, se despliega soportada por éstos; los cerramientos, conformados por materiales livianos como tablas de madera o esterilla de madera de palma, se erigen sobre la plataforma; finalmente, se completan con una cubierta en materiales orgánicos como la paja, aunque en muchos casos, y desde hace unas décadas, en estas cubiertas se utilizan materiales exógenos y prefabricados como las láminas de zinc o de fibrocemento. [49]

Tipos de hábitats palafíticas

"Los palafitos son 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. La gran mayoría de palafitos en el mundo se ubican en complejos lagunares, ríos, lagos, o zonas pantanosas que presentan aguas tranquilas, o expuestos frecuentemente a inundación continua, mientras que otros se ubican a orillas del mar o. " [50]

- **Vivienda palafítica TIPO 1:** A los palafitos que se sitúan directamente sobre el agua se les denomina lacustres. Al erigirse en relación directa con el agua, estas construcciones presentan riesgos de alta vulnerabilidad por las precarias condiciones de salubridad que esta situación conlleva, haciendo recurrentes cierto tipo de emergencias sanitarias por carecer, entre otras cosas.

Fotografía 1. Vivienda paratífica tipo1

[48] JENSEN GÓMEZ, Jeinsbert. Vivienda en Hábitats Lacustres. Manizales.2014,p.137.Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Arquitectura y Urbanismo.

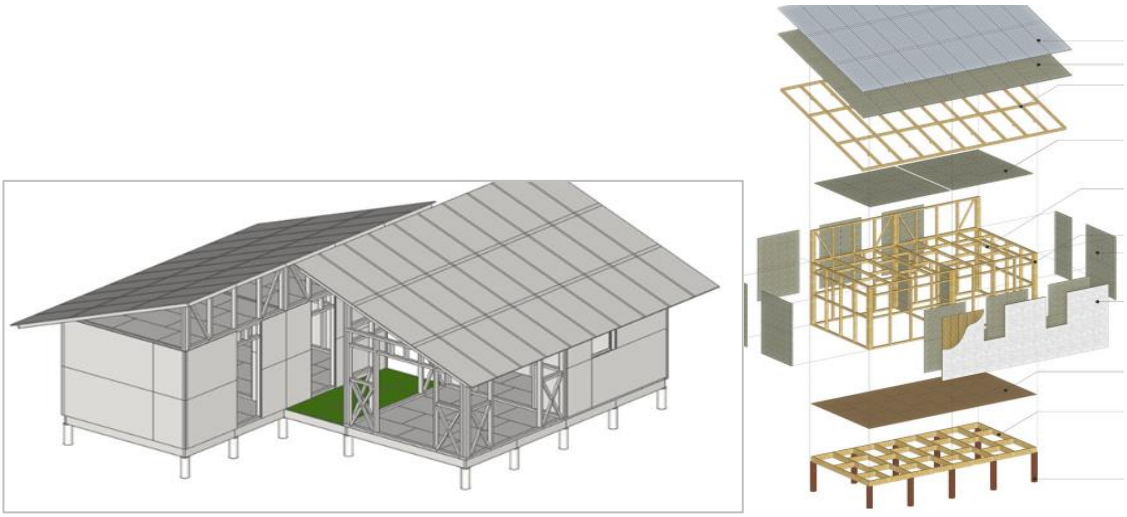
[49] JENSEN GÓMEZ, Jeinsbert. Vivienda en Hábitats Lacustres. Manizales.2014,p.137.Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Arquitectura y Urbanismo.

[50] JENSEN GÓMEZ, Jeinsbert. Vivienda en Hábitats Lacustres. Manizales.2014,p.137.Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Arquitectura y Urbanismo.

Fuente: Diseño interiores Wordpress

- **Vivienda palafíticas TIPO 2:** Tanto en las planicies periféricas a las regiones cenagosas como en las cintas de tierra paralelas a los cauces de los ríos, son frecuentes las inundaciones producidas por la acumulación de aguas lluvias o los desbordamientos por el sobrepaso del nivel máximo de los cauces.

Figura 10.Vivienda Palafíticas, Tipo 2



Fuente: ENSAMBLE DE ARQUITECTURA INTEGRAL.Sistema Arquitectonico para la Vivienda de Interés Social Rural[51]

En la comunidad de Papayo actualmente se encuentran construidas 63 casas aproximadamente, además un jardín infantil, un puesto de salud, la escuela Gerardo Chiripua, junto a estos, la casa de la cultura y el colegio Gerardo Chiripua en proceso de construcción. La comunidad se localizó cerca al río San Juan con el objetivo de aprovechar el agua para bebidas, baño, cocción de alimentos, lavar la ropa

Dentro de nuestra zona de estudio el pasado 08 de noviembre se entregó una vivienda de interés social de tipo palafíticas pre ensamblado en estructura de acero con un costo de 55 SMLV lo que corresponde a 46 millones de pesos aproximadamente, sismo resistente y adaptado a los cambios climáticos de la zona, económicas, resistentes y ofrecen facilidad en cuanto a su transporte, de este mismo tipo de vivienda también se han entregado en diferentes zonas del país como lo son en Carepa (Antioquia) y Aquitania (Boyacá).

En la población de Bosconia en el departamento del Cesar, se construyó el fuerte de carabineros de la Policía Nacional de Colombia, una solución de arquitectura bioclimática, debido a que en dicha zona del país se registran temperaturas entre 30ºC y 45ºC elaborada en su totalidad con madera teniendo un área de 1710 m^2, donde se realizaron las cimentaciones en concreto y las redes hidráulicas, aislamiento térmico y las corrientes de aire naturales la instalación de la cubierta bioclimática.

[51] ENSAMBLE DE ARQUITECTURA INTEGRAL.Sistema Arquitectonico para la Vivienda de Interés Social Rural.{En Linea}.2016.{15-03-2020}.Disponible en https://www.archdaily.co/co/876714/sistema-arquitectonico-para-la-vivienda-de-interes-social-rural-ensamble-de-arquitectura-integral/597b2dc6b22e38c78f000433-sistema-arquitectonico-para-la-vivienda-de-interes-social-rural-ensamble-de-arquitectura-integral-prototipo-10?next_project=no

Proyecto de diseño arquitectónico y construcción de cabaña o casa campestre de descanso hecho totalmente en madera, realizado en el municipio de La Calera, con cubierta externa hecha con un empajado, cubierta interna en madera Abarco de Río, piso macizo en madera sapán, muros divisorios en madera sapán, fachada o baranda perimetral en abarco de río, y acabado externo de cubierta en paja[52].

Alrededor del mundo se ha retomado una construcción más amigable con el planeta en donde se utilicen menos recursos no renovables y menos contaminantes tanto en su producción como en su transporte y su propósito final, por tal motivo se toma la decisión de trabajar con madera y madera de la zona toda la parte estructural de la vivienda propuesta puesto que al ser un diseño modular permite la ampliación por módulos de la vivienda en cuanto a las necesidades de los habitantes y la disponibilidad de los materiales para ejecutarla, también acuerdo a las características de la madera por su anatomía y las bondades que transmite al soportar diferentes cargas, la facilidad de trabajo y el confort que genera a los ocupantes debido a que son construcciones muy tranquilas al absorber los ruidos que se generan en exteriores e interiores, es un excelente aislante térmico debido a que la madera es mala conductora de calor, tiende a mantener equilibrada su temperatura, esto significa que en climas cálidos se mantiene fresca y en climas fríos mantiene el calor dentro, la rapidez de construcción puesto que no necesita de tiempos de curado y los plazos de ejecución disminuyen considerablemente y en cuanto a su mantenimiento al no ser pintada, los gastos de mantenimiento se disminuyen en comparación con otros materiales de construcción.

Como ejemplo de la aplicación de madera en Latinoamérica dentro de estructuras se puede apreciar no sólo en cabañas o estructuras de uno y dos pisos, sino por el contrario, también la aplicación para edificación en altura como lo es ejemplo La Torre Experimental Peñuelas es el edificio más alto de Latinoamérica hecho en madera, se eleva 20 metros desde el suelo y es fruto de una iniciativa chilena para incentivar un sistema de construcción eco sustentable en altura que ayude a paliar la falta de vivienda.

Para mostrar las bondades de este tipo de construcción, la Torre Experimental Peñuelas reserva una de sus seis plantas, la quinta, como piso piloto para que el público en general pueda comprobar el confort y el estándar de calidad de un departamento en estructura de madera. Este piso piloto está amoblado y cuenta con revestimiento de muros, artefactos eléctricos y pisos de porcelanato para que el visitante tenga una experiencia real. Según el Banco Interamericano de

[52] CONSTRUCTORA-RB. Ingenieros y arquitectos. Cubiertas o techos. {En Linea}.junio 2015.{ 15-junio-2020}.Disponible en https://www.constructora-rb.com/

Desarrollo (BID), existe un 6 % de falta de vivienda en áreas urbanas en América Latina y el Caribe y un 9 4% no tienen buena calidad. Asimismo, Chile mantiene un déficit habitacional estimado en 500.000 unidades, según un estudio de la Cámara Chilena de la Construcción[53].

4.2.1 MARCO CONCEPTUAL

4.2.2 Marco normativo:

- Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes - NSR-10
    - Título B: Cargas: Expresa los requerimientos mínimos (seguridad, funcionamiento, fuerzas causadas por deformaciones impuestas y análisis) que debe cumplir una estructura en lo que concierne a cargas diferentes a las fuerzas que un sismo impone a una estructura, teniendo en cuenta que el diseño de los elementos de la estructura, se debe realizar en condiciones que la carga sea crítica y posteriormente efectuar una verificación de combinaciones de carga, que evidencie un adecuado diseño.

      Titulo G Estructuras de madera y estructuras de guadua: Requisito de diseño estructural para edificaciones en madera.
- RAS 2000: Contiene el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico; dicho reglamento es un documento técnico que contiene los requisitos para la aprobación de la construcción de redes de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo. Esta norma se deriva del artículo 78 de la Constitución Política colombiana y se expidió por medio de la ley 142 de 1994, con el fin de garantizar el acceso a servicios públicos para todos los colombianos.
- NTC 2050: Colombia cuenta con dos normas eléctricas vigentes: el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la Norma Técnica Colombiana (NTC-2050). Estas normas también se refieren a las responsabilidades de cada una de las personas involucradas en todo el proceso eléctrico.
- NTC 1500: La presente norma es una adopción modificada del International Plumbing Code (IPC) del año 2009 del International Code Council (ICC) de Estados Unidos, las modificaciones se establecen en el Anexo F.

[53] PEÑUELAS,Lago.El edificio de madera más alto de América Latina, un modelo de casa social sustentable.{EnLinea}.03.febrero.2019.{15-junio-2020}.Disponibleen https://www.efe.com/efe/america/sociedad/el-edificio-de-madera-mas-alto-america-latina-un-modelo-casa-social-sustentable/20000013-3886764

- Título D: Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias.

- La segunda norma responde a la sigla RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), y en ella el Ministerio de Minas y Energía: Establece el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, mediante la resolución 18 0398 del 7 de abril de 2004. Para viviendas de interés social la norma es de obligatorio cumplimiento desde agosto de 2008, por medio de la resolución 18 1294. Esta última norma se crea con el fin de garantizar la seguridad en los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, preservando así la vida humana.
- LA LEY 388 DE 1997: O también llamada la ley del ordenamiento territorial, es la encargada de promover acciones políticas y administrativas de planificación con el fin de transformar la ocupación espacial y mejorar la calidad de vida de los habitantes. En esta ley se dispone que, si bien un municipio, debido al número de sus habitantes, no requiere de un POT, sí requiere de un plan de desarrollo urbano, bajo tres componentes: general, urbano y rural, en armonía con el medio ambiente y las preexistencias históricas y culturales.
- LEY 99 DE 1993: Ley de ordenamiento ambiental del territorio, la función atribuida al estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible.
- LA LEY 1537 DE 2017: Resuelve las competencias, responsabilidades y funciones de las entidades nacionales y territoriales en el desarrollo de vivienda de interés social y prioritario. Dicha ley tiene por objetivo regular los instrumentos para el acceso de las familias de escasos recursos a proyectos de vivienda, definir las funciones de las entidades territoriales, establecer las herramientas para la coordinación de recursos, promover mecanismos para la financiación de vivienda, definir los lineamientos para la planeación, promoción y financiamiento del desarrollo urbano, definir los lineamientos para la provisión de servicios públicos e incorporar al sector privado en el desarrollo de este tipo de vivienda. Para esta misma ley, es de vital importancia promover el desarrollo de vivienda que mejore la calidad de vida de grupos en condición de vulnerabilidad, así como promover, ante las autoridades competentes, el otorgamiento de licencias y permisos de proyectos con fines sociales.
- ART. 80 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA: El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y existir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas.

- ART. 51 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA: Todos los colombianos tienen derecho a una vivienda digna.
- LEY 1796 DE 2016: Ley de vivienda segura.
- LEY 1796 DE 2016: Por la cual se establece régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
- EL ESPACIO PÚBLICO CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA:
    - Artículo 1: Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de república unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés General.
    - Artículo 13: Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica. El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva, y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados.
    - Artículo 51: Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda.
    - Artículo 82: Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular. Las entidades públicas participarán en la plusvalía que genere su acción urbanística y regularán la utilización del suelo y del espacio aéreo urbano en defensa del interés común.
    - Artículo 333: La actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común. Para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos ni requisitos, sin autorización de la ley.
- PROGRAMA 3.1.7.9: Atención y apoyo a los grupos indígenas en proyectos de inversión plan de desarrollo Puerto Carreño.
- CAPÍTULO XI CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA: Los derechos de los indígenas de Colombia, El Estado reconoce y protege la diversidad étnica y cultural de la Nación Colombiana (artículo 7) y es obligación del Estado proteger las riquezas culturales (artículo 8)

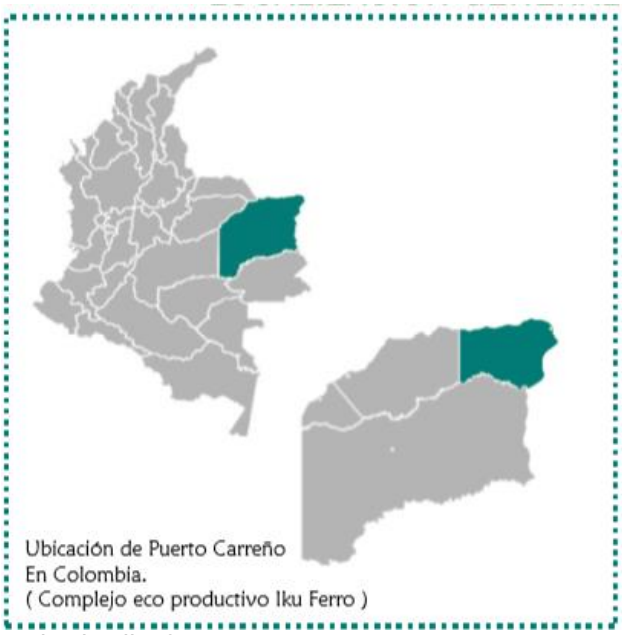
4.2.3 Marco geográfico

El municipio de Puerto Carreño es la capital del departamento del Vichada, ubicado en el extremo Oriental de Colombia ver fotografía (Figura 11), con una

Altitud de 51 msnm, en la confluencia de los ríos Meta y Orinoco ver fotografía (Figura 12), convirtiéndose en franja fronteriza con la República de Venezuela del mismo modo pasó del tráfico de gente y mercancía.

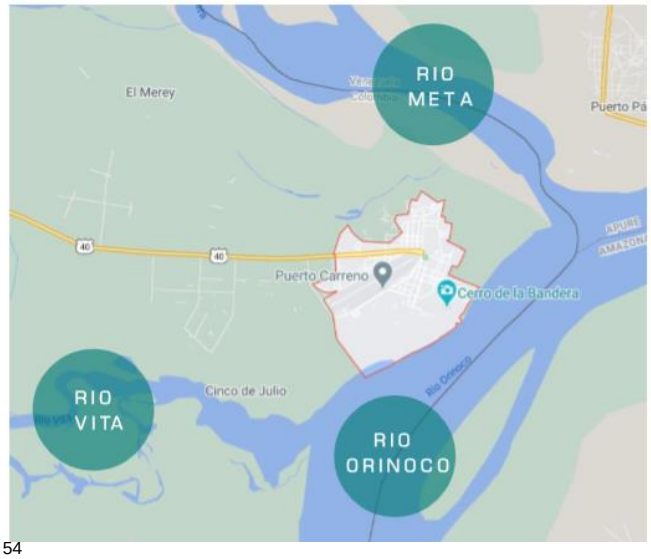
Geográficamente la ciudad se sitúa a los 6° 11' 16" de latitud norte y 67° 28' 57" de longitud oeste. Distancia de la capital de la República 860 km, limita por el Norte y Este con la República de Venezuela, por el Sur con el corregimiento departamental de Santa Rita, y por el Oeste con la Primavera. Hace parte del municipio el corregimiento de Casuarito y las inspecciones de policía Garcitas, La Venturosa y Puerto Murillo.

Figura 11. Localización general



Fuente: Complejo eco productivo iku ferro

Figura 12. Localización detallada



Fuente: Google maps [54]

4.2.3.1 Límites del municipio:

- Limita con Venezuela y con el Departamento del Meta
- Extensión total: 12409 km2
- Extensión área urbana: 7,5 km2
- Extensión área rural: 12401,5 km2
- Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 51
- Temperatura media: 36 °C

Hay 2 estaciones meteorológicas cercanas para contribuir a los cálculos de temperatura y punto de rocío en Puerto Carreño. Las estaciones que contribuyen a esta reconstrucción son:

- Aeropuerto Cacique Aramare (83 %, 65 kilómetros, sur)
- Aeropuerto Las Flecheras (17 %, 189 kilómetros, norte).

La temporada más mojada dura 6,7 meses, del 15 de abril al 5 de noviembre, con una probabilidad de más del 42 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 79 % el 29 de julio.

La temporada más seca dura 5,3 meses, del 5 de noviembre al 15 de abril. La probabilidad mínima de un día mojado es del 5 % el 16 de enero.

Figura 13. Probabilidad diaria de precipitación

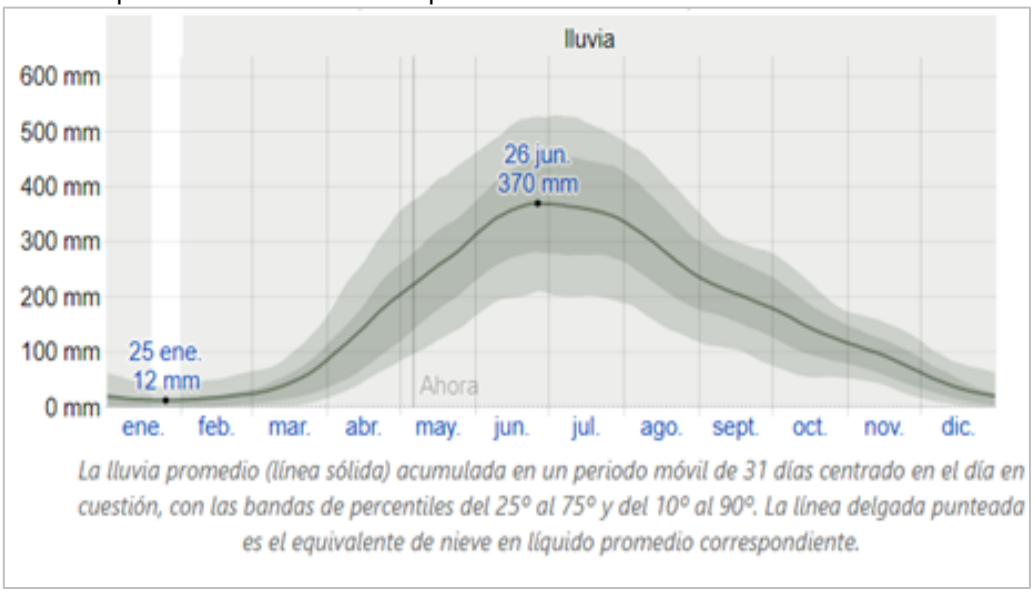
[54] VARGAS CUERVO, German.Puerto Carreño, el riesgo de vivir en medio de tres ríos.En: UN Periodico Digital.BOGOTA D.C.{Agosto 13 de 2018}.

Fuente: https://es.weatherspark.com/y/27535/Clima-promedio-en-Puerto-Carre%C3%B1o-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation

La temporada de lluvia dura 12 meses, del 1 de febrero al 19 de enero, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 26 de junio, con una acumulación total promedio de 370 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura 1,8 semanas, del 19 de enero al 1 de febrero. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 25 de enero, con una acumulación total promedio de 12 milímetros.

Figura 14. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: SPARK, Weather.El Clima Promedio de Puerto Carreño[55]

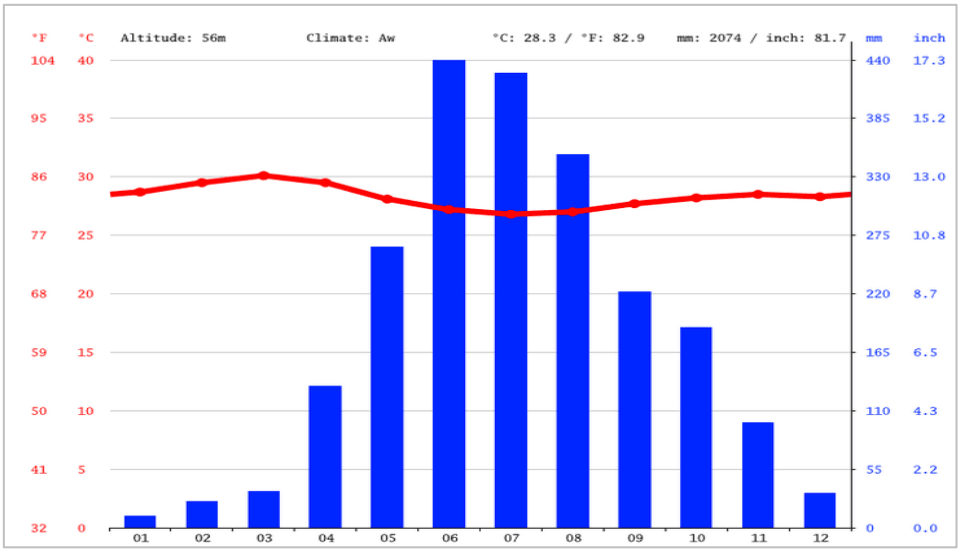
Cuenta con una amplia hidrografía ya que se encuentra en la confluencia de tres grandes ríos Meta, Orinoco y Bita.

4.2.3.2 Caracterización de la zona de estudio

- Aspectos Climáticos

Esta ciudad tiene un clima tropical. Los veranos son mucho más lluviosos que los inviernos en Puerto Carreño. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Aw. La temperatura media anual es 28.3 °C en Puerto Carreño. La precipitación es de 2074 mm al año.

Figura 15. Climograma Puerto Carreño

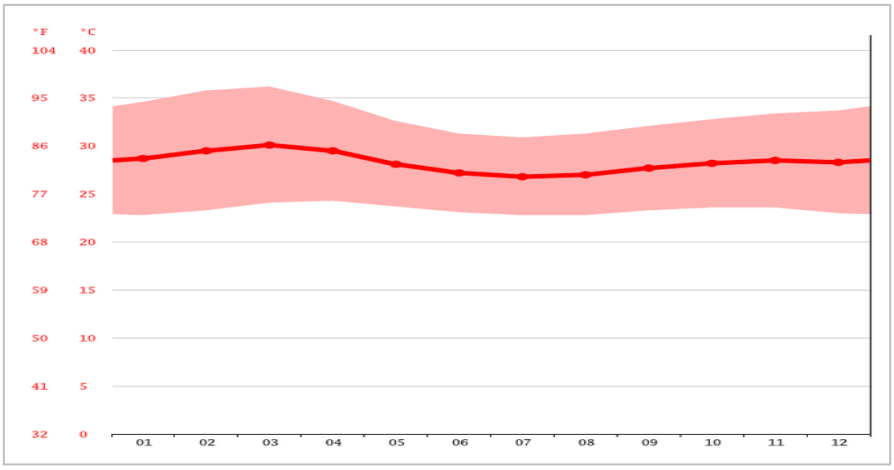


Fuente: Puerto Carreño Clima (Colombia)

La menor cantidad de lluvia ocurre en enero. El promedio de este mes es 10 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en junio, con un promedio de 410 mm.

Figura 16. Diagrama de temperatura Puerto Carreño

[55] SPARK, Weather.El Clima Promedio de Puerto Carreño.{En Linea}.2017.{03-04-2020}.Disponible en https://es.weatherspark.com/y/27535/Clima-promedio-en-Puerto-Carre%C3%B1o-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-Precipitation



Fuente: Puerto Carreño Clima (Colombia)

Las temperaturas son más altas en promedio en marzo, alrededor de 30.1 °C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 26.8 °C.

Figura 17. Temperaturas mensuales

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	28.7	29.5	30.1	29.5	28.1	27.2	26.8	27	27.7	28.2	28.5	28.3
Temperatura min. (°C)	22.8	23.3	24.1	24.3	23.7	23.1	22.8	22.8	23.3	23.6	23.6	23
Temperatura máx. (°C)	34.6	35.8	36.2	34.7	32.6	31.3	30.9	31.3	32.1	32.8	33.4	33.7
Precipitación (mm)	10	23	32	124	246	410	398	327	207	175	92	30

Data: 1982 - 2012

Fuente: Puerto Carreño Clima (Colombia)[56]

La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 400 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 3.3 °C.

- Hidrografía:

La red hidrográfica del departamento de Vichada está conformada por los grandes ríos, quebradas y caños que desembocan en el río Orinoco por intermedio de los ríos Meta, Vichada, Guaviare y Tomo; además de las corrientes mencionadas, se destaca el río Bita, los caños Juriepe, Tuparro, Uva, Muco, Iteviare, Siare, Tuparrito, Bravo, Mono, Dagua, Negro, Tres Bocas, entre otros y algunas lagunas como La Sesama, Caimán y el Pañuelo (IGAC,1999).

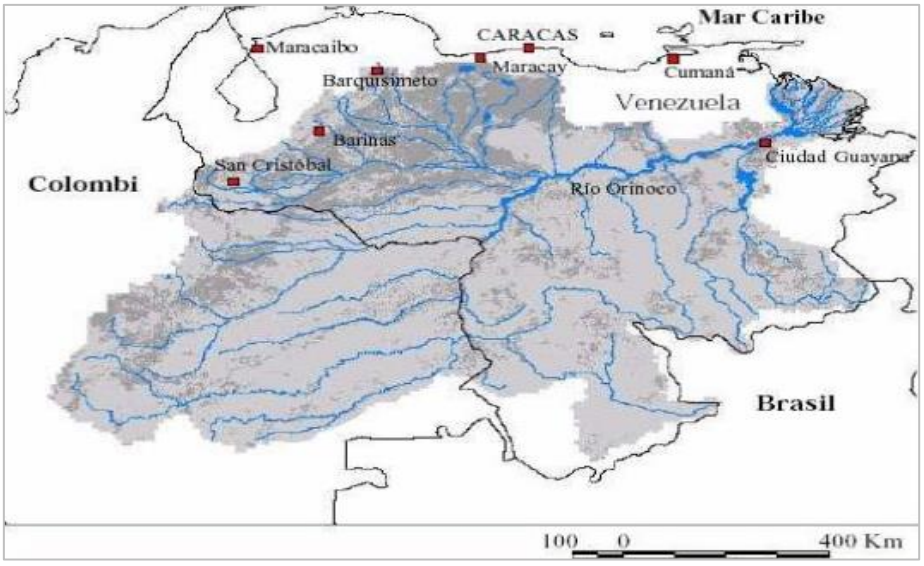
[56] CLIMATE-DATA.ORG.PuertoCarreñoClimaColombia. {En Linea}.1982-2012.{ 15-junio-2020}.Disponible en https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/vichada/puerto-carreno-3822/

- Río Orinoco:

Pertenece a la cuenca del mismo nombre “Cuenca del Río Orinoco” la cual es compartida geopolíticamente por Venezuela y Colombia. Tiene una superficie de 989000km², de los cuales 643480km², es decir, algo más del 65%, quedan en territorio venezolano, mientras que el 35% restante pertenece al territorio colombiano, es decir, 346150km².

El río Orinoco es considerado el más grande en Colombia y Venezuela; el tercero en Suramérica después del Amazonas y el Paraná; el sexto en América después de los anteriores y del Mississippi, el Mackenzie y el San Lorenzo, y el vigésimo primero en el globo terráqueo. Su dirección de desplazamiento es de sur a norte y tiene un trayecto de 2900 Km de los cuales 420 km sirven de límite fronterizo entre Colombia (Puerto Carreño) y Venezuela (Amanaveni), 250km le corresponden al departamento del Vichada entre la desembocadura de los ríos Guaviare y Meta (Monografía del Departamento de Vichada, 2008). Los afluentes principales en esta zona son los ríos Meta, Bita, Tomo, Vichada, Inírida, Guaviare y otros, más al sur.

Figura 18. Cuenca hidrográfica



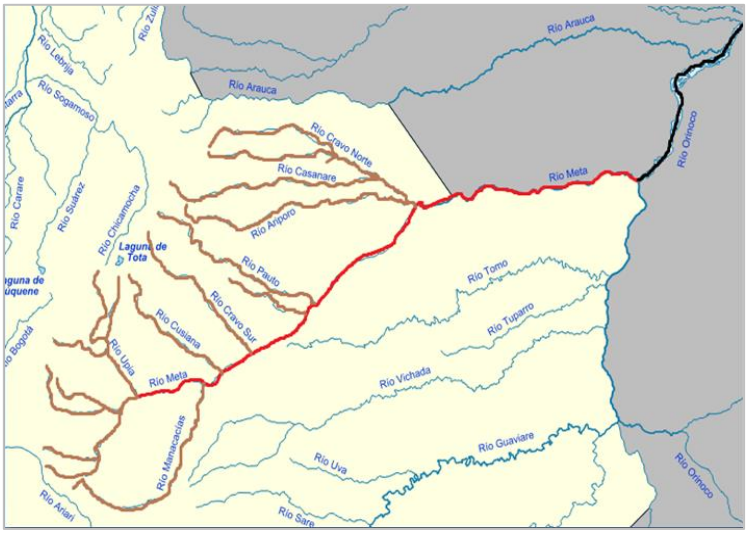
Fuente: Informe ejecutivo Gestión ambiental del Vichada

- Río Meta:

El río Meta nace en territorio colombiano en la Cordillera Oriental de los Andes (Páramo de Sumapaz), en la confluencia de los ríos Humea, Guatiquía y Guayuriba en el departamento del Meta. Tiene una longitud aproximada de 1142 km y también sirve de límite entre Colombia y Venezuela, además, es la ruta fluvial más activa en el Vichada y por él se transporta carga y pasajeros

La cuenca hidrográfica del río Meta tiene una superficie de 93800 km^2, en el tramo superior es muy amplia y se extiende unos 4° latitudinales (350 km aproximadamente), mientras que el curso bajo, entre el río Cinaruco, al norte de Venezuela y el río Bita al sur de Colombia, sólo tiene unos 90 km. El río Meta es un río trenzado a diferencia de otros ríos llaneros como el Apure y el Vichada los cuales presentan cursos meandriformes, divide los llanos de Colombia en dos regiones, la parte occidental de clima húmedo con estaciones lluviosas las cuales ocasionan el desbordamiento del río, y la parte oriental, de llano alto o altillanura que presenta largas estaciones de clima seco.

Figura 19. Hidrografía, río meta.



Fuente: Informe ejecutivo Gestión ambiental del Vichada

- Rio Bita

Es un río meandriforme de gran importancia fluvial que tiene su origen en varios caños que nacen en la altillanura al occidente del municipio de Puerto Carreño y vierte sus aguas al río Orinoco; es transitable en su mayor parte por embarcaciones pequeñas. Como afluentes tiene numerosos caños entre ellos El Bravo, Pendare, Cabrillas, Avión y Tres Matas; más hacia el oriente los caños Corral de Piedra, Monserrate, Tres bocas, El Buey, Tres Bucos, El

Tigre, La Pinzonera y Montesarrapia entre los más relevantes. En su recorrido de occidente a oriente más de 200 km son navegables en época de invierno.

Figura 20. Localización Río Bita

Fuente: Informe ejecutivo Gestión ambiental del Vichada [57]

- Geología:
  - Granito de Parguaza (MPgp)

El Granito de Parguaza (Petzal, *et. al*., 1974 en Cristancho, 1989), es de tipo "Rapakivi" (literalmente piedra podrida) término originalmente usado por Urdan Hjarne (1694 en Volbort, 1962), algunos autores han usado el término para describir características petrográficas, principalmente de rocas Ígneas volcánicas e intrusivas graníticas con alto contenido de feldespato potásico como granodioritas, monzogranitos y sus variedades (Pinto y González, 1989).

Según Galvis y Quintero (1998) donde realizaron un muestreo geoquímico en el sector de Puerto Carreño, San Rafael y Casuarito, evidenciaron la presencia del Granito de Textura Rapakivi, caracterizado por grandes cristales de feldespatos, con formas esféricas u ovoides, de brillo nacarado y de color variable de beige a diversas tonalidades de rosados. El granito presenta una gran extensión en el territorio venezolano, en donde se le ha asignado una edad Proterozoica.

- Descripción

[57] RODRIGUEZPABON.LuzDersi.Corporacionautonomaregionaldelaorinoquiasubsederegionallaprimaveravichada.[Informe ejecutivo]. GestionambientaldelVichada.Vichada.02-nero-2012.p.24

La textura Rapakivi se presenta principalmente en los cuerpos expuestos en los sectores del casco urbano de Puerto Carreño, los cerros Bandera, Bita, Santa Helena, Ventanas, Mis Amores, La Hormiga y Guarípa, además en las márgenes del río Orinoco ampliando su cobertura hacia el sector de Venezuela, Estado de Bolívar y Amazonas.

De acuerdo a Haapala y Rämö (1999), la textura Rapakivi se establece como una mezcla de magmas de diferente composición, con la consecuente reabsorción y/o reacción de los feldespatos, que sufren el reequilibrio con el líquido híbrido. El feldespato derivado del enfriamiento de un magma más félsico es rodeado por una solución a mayor temperatura (mezcla con un magma más básico), este magma más básico es más rico en plagioclasa y el magma hibridizado puede subenfriarse con respecto a estos componentes, lo que explica el aspecto dendrítico o esqueletal de las plagioclasas sobrecrecidas. Textura originalmente descrita en granitos finlandeses.

- Edad

Hasta el momento no se conocen dataciones del Granito del Parguaza en Colombia. La edad asignada de 1531±39M.a (Gaudette *et. al*., 1978) se deriva de muestras obtenidas en el área de Puerto Ayacucho (Venezuela), y correspondería al Evento Parguenze (1400-1600M.a).

- Correlación

El Granito de Parguaza, localizado en los alrededores de Puerto Carreño (Colombia) es correlacionable con el Granitoide del mismo nombre aflorante entre Puerto Ayacucho y Puerto Páez (Venezuela), con el Plutón Anorogénico de Río Branco (Brasil), con el Granito de Mucuajai, con el Granito de Surucucus y el con el Granito Biotítico del río Vaupés.

- Depósitos Recientes (Qr)

Estos depósitos recientes cubren un gran segmento de la zona de estudio. Corresponden a una unidad no consolidada compuesta por sedimentos lodo-arenosos de espesor y edad no determinada, de colores que varían entre gris claro a pardo amarillento de ambientes continentales fluviales de diversas facies formando extensas sabanas con poca a nula disección que cubren depósitos terciarios y rocas precámbricas localizadas al Este del área. Estos sedimentos se encuentran cubiertos en su mayoría por pastos tipo saeta y vegetación arbustiva escasa. En sectores estos depósitos están cubiertos por arenas eólicas.

- Depósitos de Llanura de Inundación (Qll)

Sedimentos de material fino depositados en los valles de los ríos Orinoco y Meta, además en zonas sometidas a constantes inundaciones, principalmente en épocas de invierno, se encuentran localizadas en el río Bita en cercanías del Orinoco; en

la parte alta de caño Negro; en los nacimientos de los caños Murciélago y Amarillo, y en la desembocadura de los caños Piragua, Pañuelo y Guarípa.

Los depósitos de llanura de inundación se encuentran en contacto con sedimentos Terciarios en el valle del río Meta, dejando áreas con una extensión máxima de 5 Km, evidentes en el sector el Palito, y mínima de 1 Km en la Hacienda La Esmeralda. Las llanuras de inundación son pantanosas lo cual dificulta el acceso.

- Depósitos Aluviales de Cauce (Qac)

Corresponden a sedimentos no consolidados, depositados en los cauces de los ríos Meta, Orinoco, Dagua y Bita, formando bancos de arena localizados en los lechos activos (islas), márgenes de los ríos y localmente terrazas. El material existente varía de acuerdo a la dinámica y al aporte del mismo, identificando variaciones texturales y composicionales así.

En el río Meta se encuentran bancos de arena dentro del cauce activo (islas) compuestas por arenas muy finas de color gris con un aporte de material arcilloso y con alta concentración de óxidos de hierro en la parte superior, presenta vegetación de pan coger, algodón, yuca, maíz. Se observan complejos de oríllales en la desembocadura del caño Juriepe en el río Meta.

- Geomorfología

El área de estudio presenta características del paisaje diferentes, que permiten separar tres unidades geomorfológicas: Montes Islas (Inselbergs), Penillanuras formando Sabanas y Colinas y Sistemas de Paisajes Aluviales. Determinadas a partir de las observaciones de campo y el análisis fotogeológico.

Con base en las características geomorfológicas se describen las siguientes unidades.

- Montes Islas (inselbergs)

En la zona de estudio, se evidencian desde Puerto Carreño hasta Casuarito, especialmente en los cerros Bita, Laguna, El Pañuelo, Santa Helena, Ventanas, Guarípa, Bachaco y Casuarito. Dichas unidades geomorfológicas se presentan en una franja en dirección NE, bordeando la margen izquierda aguas abajo del río Orinoco. También, se destacan una serie de cerros aislados en dirección NE, conocidos como cerros de La Hormiga.
A nivel superficial en estos cerros se presentan tres formas de degradación del Granio:

- Meteorización mecánica en forma de “cáscaras”
- Pulimento por desgaste de los materiales arrastrados por corrientes
- Meteorización diferencial de algunos minerales.

- Penillanura:

Esta unidad cubre la mayor parte del área de estudio, corresponde en general a la geomorfología típica de penillanura y se encuentra cortada por una red de drenajes con patrón dendrítico a subdendrítico.

En la penillanura se diferencian dos unidades geomorfológicas de acuerdo con el grado de erosión y el relieve que esta presenta.

- Penillanura Plana: Son sabanas de gran extensión. El relieve es plano con pendientes que no sobrepasan el 3%. Esta unidad, geomorfológicamente se caracteriza por no presentar prominencias topográficas notables, ni divisorias de aguas.

Según Navas (1991), Suárez y Mojica (1985), De La Espriella *et. al* (1992), y Cristancho (1989), dichos depósitos están compuestos por arenitas limosas a limolitas arcillosas con lentes conglomeráticos, con gradación y cemento ferruginoso, siendo posiblemente, en algunas áreas, suelos lateríticos (Galvis,1998). Se observan en sectores como el río Bita, aguas arriba del sitio conocido como Paso de Ganado.

- Penillanura Ondulada: Corresponde a una morfología ondulada de penillanura, disectada por redes de drenajes dendríticos a subdendríticos que en algunos sectores forman colinas y lomas disectadas de 1-10m de altura.

- Depósitos de Planicies Aluviales

Son depósitos aluviales amplios (1-15km), de relieve plano, altamente disecados por drenajes y sufren inundaciones en épocas de invierno. Se localizan a lo largo de los ríos Meta, Orinoco y sus respectivos afluentes.
Para la zona de estudio, se establecieron tres unidades geomorfológicas de acuerdo a las características fisiográficas correspondientes a depósitos recientes.

- Depósitos de Llanura de Inundación

Son depósitos de llanura de inundación acumulados hacia las márgenes de los ríos trenzados y meandriformes en épocas de invierno cuando se incrementa el nivel del río; se caracterizan por presentar vegetación primaria boscosa.

Las zonas de llanura de inundación evidencian vegetación abundante, además se localizan en zonas fértiles de actuales cultivos. Estos depósitos se observan en las márgenes de los ríos Bita, Meta, y hacia las márgenes SW del río Orinoco, como también en las desembocaduras de estos. Según Navas (1991), estos depósitos corresponden a materiales finos, arenosos a limoarcillosos sin consolidar.

- Depósitos Aluviales de Corriente

Corresponden a depósitos de barras de meandro "Point Bar", barras de cauce y pequeñas terrazas, en ríos principalmente meandriformes y trenzados.

Los cuerpos de barra de cauce se localizan en los ríos Orinoco y Meta, sobre las Islas El Pañuelo, Santa Isabel, El Pato y Garcés; siendo visibles en épocas de verano. Las barras de meandro se observan en el río Bita en las zonas de menor corriente. La vegetación presente y abundante corresponde principalmente a bosques de galería.

Litológicamente presentan granulometrías más gruesas con respecto a la llanura de inundación, con variación de tamaño desde arenas de grano medio a gránulos; predominando las arenas cuarzosas (Navas, 1991).

- Depósitos Eólicos

Este tipo de depósitos se encuentran cubriendo sedimentos del Terciario y en depósitos de planicie aluvial. Se localizan principalmente hacia el Este de la zona de estudio, especialmente en el sector de La Hormiga con espesores poco representativos y también entre los caños Murciélago y Dagua con espesores entre 40-60 cm.

Según Navas (1991), estos depósitos corresponden a sedimentos de arena cuarzosa[58].

4.2.3.3 Vulnerabilidad a Inundación

La presencia de extensas terrazas fluvio lacustres en la zona de confluencia del río Meta al Orinoco, evidencia el registro de una mega inundación en el período

[58]INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA INGEOMINAS.Memoria Explicativa De Las Planchas 162, 162 Bis, 182 Y 182 Bis Puerto Carreño Vichada.Actualización 2018.Bogota D.C.

post glacial Holoceno Temprano (hace cerca de ocho mil años), lo cual explica la alta sensibilidad de la región a las inundaciones.

En la crecida de las últimas semanas, las dinámicas fluviales relacionadas con los incrementos de los niveles de aguas de los ríos Meta, Orinoco y Bita están asociadas con los periodos climáticos del ciclo hidrológico anual y los fenómenos de variabilidad climática como La Niña.

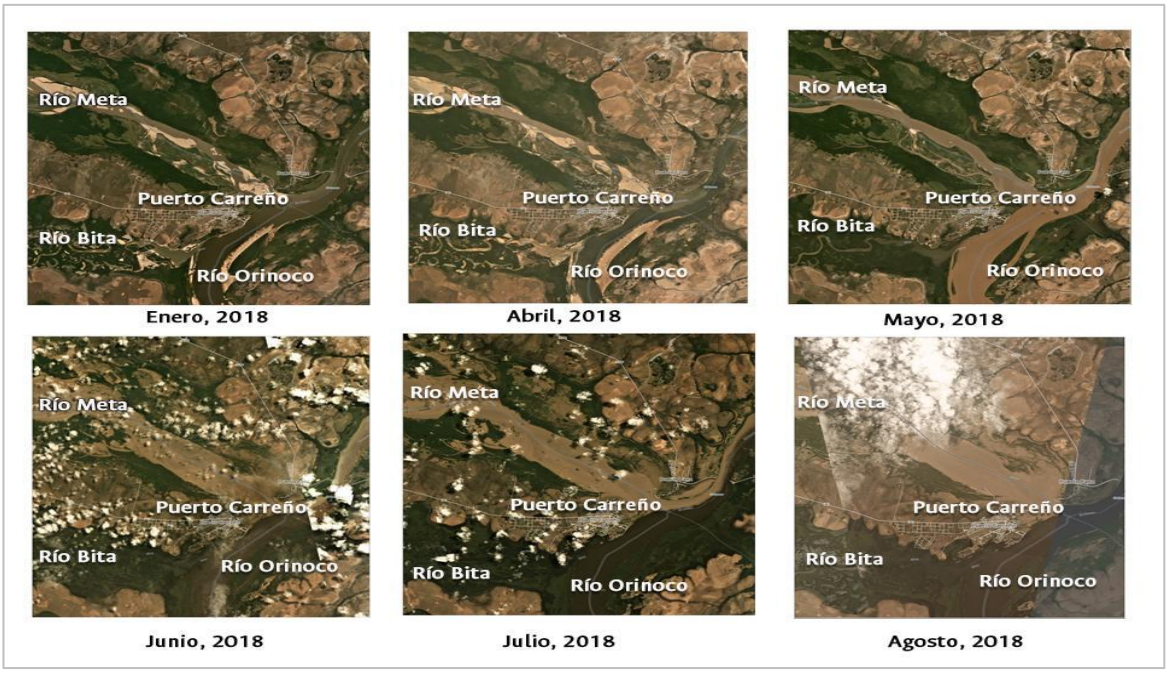
Desde el punto de vista hidroclimático, la región del oriente colombiano presenta un ciclo de lluvias denominado “monomodal”, es decir que las lluvias se presentan en un sólo periodo del año (entre mayo y septiembre), a diferencia de la zona Andina, donde hay dos periodos al año (abril y noviembre), con la mayor incidencia en agosto.

Sin embargo, este evento de inundaciones se relaciona con el calentamiento de las aguas del Pacífico central (preNiño), que origina lluvias por encima de lo normal en la zona del piedemonte llanero como en las cuencas altas de los ríos Caquetá y Meta. Estas lluvias repercuten en el incremento de los niveles de los afluentes, que coincide con su periodo invernal. El evento actual de la Orinoquia es semejante al ocurrido en 1986.

Los datos de la Estación Hidrológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) en Puerto Carreño, determinan los comportamientos de los niveles del río Meta con mínimos absolutos de 34,5 msnm, máximos absolutos de 48,68 msnm, y rango de niveles extremos de 14,53 m. Actualmente se ha superado la cota crítica de inundación estimada en 14,27 m. En las siguientes imágenes se muestra el comportamiento de los ríos Meta, Orinoco y Bita entre enero y agosto de 2018.[59]

Figura 21. Vulnerabilidad a Inundación datos históricos

[59] VARGAS CUERVO, German.Puerto Carreño, el riesgo de vivir en medio de tres ríos.En: UN Periodico Digital.BOGOTA D.C.{Agosto 13 de 2018}.



Fuente: Periódico online: El riesgo de vivir en medio de tres ríos.[60]

Todas estas características del comportamiento del sistema natural de los ríos Meta, Orinoco y Bita explican por qué se producen las inundaciones en Puerto Carreño, que hasta el momento han dejado más de 12.000 damnificados, según el gobernador del Departamento, Luis Carlos Álvarez, y 17 de sus 28 barrios bajo el agua, según su alcalde, Marcos Pérez Jiménez[61].

5. METODOLOGIA

La metodología del proyecto se desarrolló a partir de un objetivo general con base a una propuesta inicial con valor netamente académico, el cual se dividió en 9 fases a fin de proponer una solución a varias problemáticas que aquejan a dos comunidades en general a través de una propuesta estructural y diseño de redes de servicios básicos en base a diseños arquitectónicos propuestos. Este proyecto se desarrolló en el municipio de Puerto Carreño capital del departamento del Vichada.

5.1 FASE 1

Recolección de la información e identificación de las problemáticas

[60] VARGAS CUERVO, German.Puerto Carreño, el riesgo de vivir en medio de tres ríos.En: UN Periodico Digital.BOGOTA D.C.{Agosto 13 de 2018}.
[61] VARGAS CUERVO, German.Puerto Carreño, el riesgo de vivir en medio de tres ríos.En: UN Periodico Digital.BOGOTA D.C.{Agosto 13 de 2018}.

En esta fase se analizó e investigó el estado del lugar a través de información consultada en forma virtual, llamadas a representantes de las comunidades en estudio e información de encuestas hechas a la comunidad por parte de los dos estudiantes de la facultad de arquitectura en aspectos tales como:

- Ubicación de puerto Carreño, aspectos climáticos, hidrografía, geología, geomorfología, vulnerabilidad a la inundación debido a la ubicación del municipio en medio de sus tres grandes ríos e información de dichas inundaciones presentadas en noticias de gran impacto.
- Información sobre los asentamientos allí presentes y las comunidades que se ubicaban en ellos, datos demográficos a fin de conocer su organización y forma habitacional, el por qué de estos asentamientos ubicados en la rivera de los ríos y la toma ilegal de lotes e invasión de los mismos en este sector.
- Información sobre comunidad carreñense y selección de la misma en cuanto a vulnerabilidad económica y dentro del medio ante las constantes inundaciones.
- Identificación de las problemáticas ambientales (inundaciones) que se han presentado en Puerto Carreño y el por qué de las mismas, así como estudios que mostraba temperaturas entre 27ºC a 35ºC .
- Identificación de las diferentes problemáticas presentes en los asentamientos indígenas ubicados en Puerto Carreño dentro de estas comunidades como la calidad de vida y el medio en el que se desarrollan diariamente, resaltando las generadas por las inundaciones que se han presentado en dicha zona, entre ellas: perdidas económicas, daños físicos, enfermedades, resultados de las inundaciones en cuanto a despojos entre otras, asimismo problemáticas dadas por falta de una vivienda digna y adecuada en cuanto a prestación de servicios básicos y comodidad.
- Identificación de las problemáticas presentes en la comunidad más vulnerable de Puerto Carreño generadas por el historial de inundaciones ya presentadas en el municipio.

5.2 FASE 2

Recolección de información y familiarización sobre la madera propiedades y ventajas.

En esta fase se investigó acerca de la anatomía y comportamiento de la madera, características y usos estructurales de la misma.

- Identificación e investigación acerca de la anatomía de la madera, características particulares del material, usos estructurales, ventajas de trabajar la madera en forma constructiva, arquitectónica y estructural.

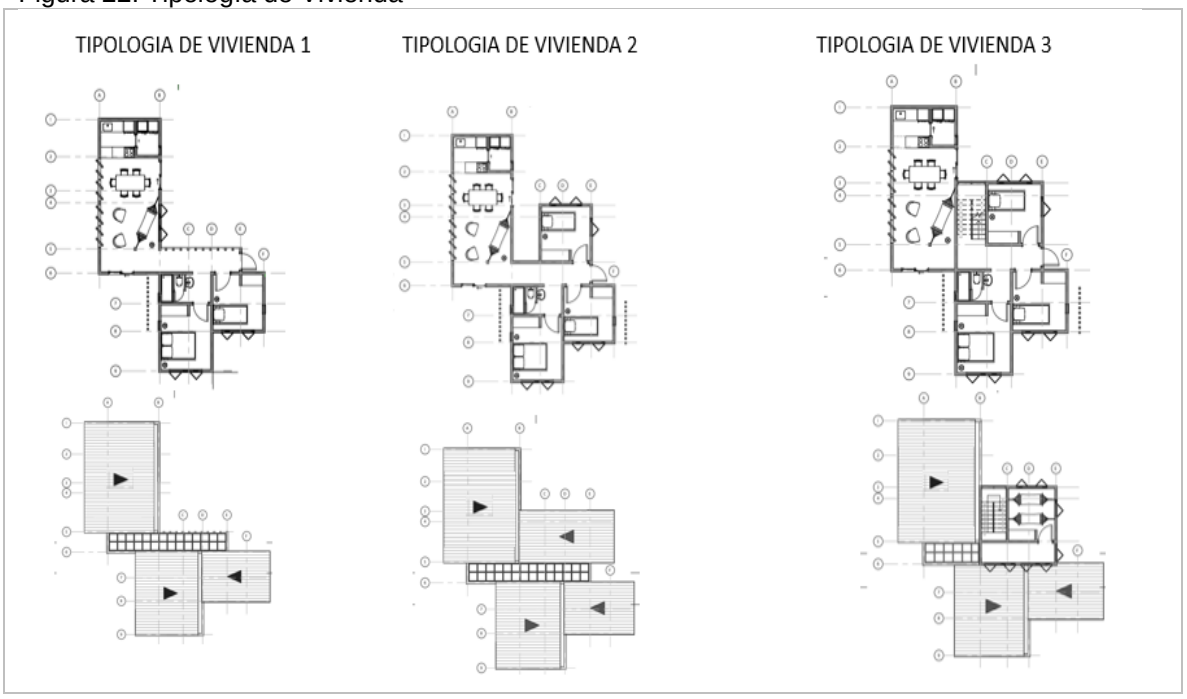
- Recolección de información sobre uniones metálicas para madera dentro del mercado, su forma de instalación y trabajo con la madera de forma estructural.
- Información y recolección del comportamiento de la madera frente al medio ambiente.
- Comportamiento de la madera en la cimentación usos y recomendaciones para trabajarla en este tipo de clima y suelo. [62]

5.3 FASE 3

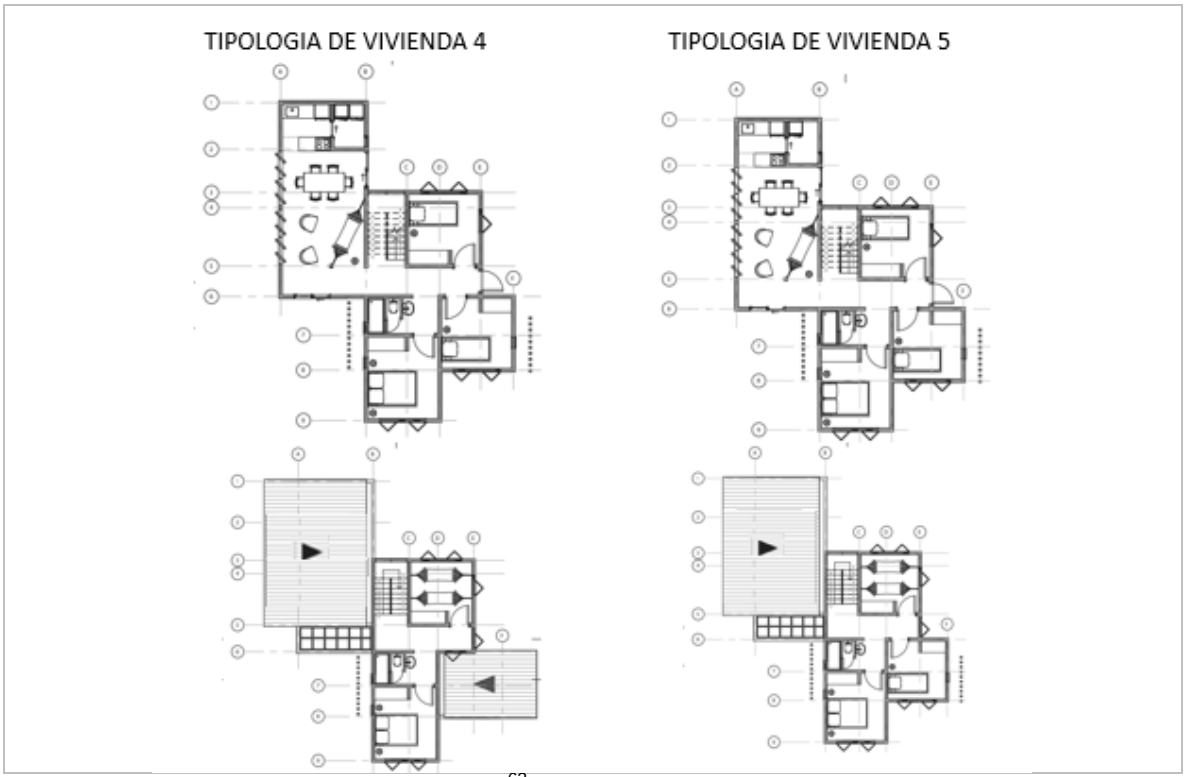
Pre dimensionamiento, evaluación de solicitaciones, parámetros sísmicos, eólicos y estructurales. Características de la estructura y el material empleado

- Identificación, familiarización y análisis de diseños arquitectónicos propuestos observando y verificando que los diseños en mención suplan las necesidades de las comunidades en estudio, tanto la población indígena ubicada en los asentamientos como la población carreñense más vulnerable.

Figura 22. Tipología de Vivienda



[62] Se resalta es necesario realizar estudios correspondientes con mayor profundidad de los estudios de materiales tanto de la madera como sus uniones metálicas, puesto que estos dados y trabajados es con información proporcionada de libros, trabajos de grado entre otros recursos académicos.



Fuente: Erika hernandez y Felipe Barrera[63]

- Identificación, recolección de información y análisis en cuanto a la toma de decisión del sistema estructural a implementar en base a la propuesta de vivienda de crecimiento modular.
- Decisión de un sistema de pórticos para el diseño de la estructura de las viviendas, a fin de facilitar la ampliación de dichas viviendas evitando les sea necesario la contratación de personas expertas, sino por el contrario, que cada vivienda pueda realizar fácilmente la ampliación de la parte habitacional reduciendo costos de la ejecución, resaltando el hecho de que son comunidades vulnerables.

- Selección del tipo de madera a usar en la construcción definida como Aceite María nombre científico (Calophyllum Mariae).[64]

[63] BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

[64] La selección del tipo de madera se realizó acorde a información y sugerencias de libros en madera dados para el clima y trabajo en mención, del mismo modo porque la madera en uso en el proyecto ya está caracterizada dentro de la norma colombiana sismo resistente NSR-10 título G. (Selección netamente académica y asumida)

- Recolección de información y asesoría acerca de la madera dentro del sistema estructural de pórticos ya establecido como forma estructural, su forma de trabajo, cortes entre otros.

- Pre dimensionamiento de los elementos estructurales de cada una de las cinco tipologías de vivienda tales como columnas, vigas, viguetas y durmientes, en base a las propiedades de la madera, parámetros normativos y dimensiones comerciales.

- Evaluación de solicitaciones – análisis de cargas:

Cargas verticales: Cargas muertas y cargas vivas.
Cargas horizontales: Cargas Viento y Cargas de sismo.

Cargas verticales

- Cargas Muertas (Dead load (D)): Cargas debidas a elementos permanentes, en función de la densidad de los materiales utilizados. Para ello se usaron las siguientes tablas de la norma sismo resistente Colombiana NSR- 10 Titulo B – capítulo 3.

a= 9.81 m/s^2

$$F = m * a$$

Para los pisos se usa una madera densa 25 mm, establecida por la norma sismo resistente.

Tabla 1.Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales – pisos

Tabla B.3.4.1-3		
Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales – pisos		
Componente	Carga (kN/m^2) m^2 de área en planta	Carga (kgf/m^2) m^2 de área en planta
Madera densa,25mm	0.2	20
Fuente: NSR-10 Titulo B		

Para la cubierta se usa una madera laminada (según el espesor), establecida por la norma sismo resistente.

$$Carga\ muerta\ cubierta = Carga\ \left(\frac{KN}{m^2}\right)\ dada\ por\ la\ norma * mm\ de\ espesor$$

Tabla 2. Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales - cubiertas

Tabla B.3.4.1-3		
Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales – cubiertas		
Componente	Carga (kN/m^2) m^2 de área en planta	Carga (kgf/m^2) m^2 de área en planta
Cubierta		
Entablado de madera	0.0060 (por mm de espesor)	6.0 (por mm de espesor)
Fuente: NSR-10 Titulo B		

Tabla 3 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – recubrimiento de muros

Tabla B.3.4.2-1		
Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales verticales – recubrimiento de muros		
Componente	Carga (kN/m^2) m^2 de superficie vertical	Carga (kgf/m^2) m^2 de superficie vertical
Muros		
Madera laminada (según espesor)	0.0010 (por mm de espesor)	1.0 (por cm de espesor)
Fuente: NSR-10 TituloB		

- Cargas vivas: Cargas debidas a la ocupación o uso de la edificación dado en valores mínimos de cargas uniformemente distribuidas.
  La carga viva de cada tipología de vivienda se tomó acorde a la dada en la norma sismo resistente NSR-10 título B capítulo 4 para uso residencial.

Tabla 4. Cargas vivas uniformemente distribuidas

Tabla B.4.2.1-1 Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas		
Ocupación o uso	Carga Uniforme (KN/m2), m2 de área de Planta	Carga Uniforme (Kgf/m2), m2 de área de Planta

Residencial	Balcones	5	500
	Cuartos privados y sus corredores	1.8	180
	Escaleras	3	300
Fuente NSR-10 Titulo B			

Se determina el valor de carga viva de la cubierta en base a la siguiente tabla dada por la NSR 10 título B capítulo 4 para cubiertas de acuerdo a la pendiente de la cubierta de la vivienda en nuestro caso las 5 tipologías de vivienda tienen cubiertas con una pendiente del 10.56%.

Tabla 5 Cargas vivas para cubiertas

Tabla B.4.2.1-2 Cargas vivas mínimas en cubiertas		
Tipo de Cubierta	Carga Uniforme (KN/m2), m2 de área de Planta	Carga Uniforme (Kgf/m2), m2 de área de Planta
Cubiertas inclinadas con pendientes de 15º o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada.	0.5	50
Fuente NSR-10 Titulo B		

- **Procedimiento para hallar carga vertical Total por piso**

Determinar peso propio

- Masa

$$Masa = V * d$$

Donde

V= Volumen total de vigas, viguetas y columnas m^3

D= Densidad de la madera m^3

- Peso propio

$$Peso\ propio = m * a$$

Donde:

m= Masa
a= aceleración

- Carga muerta

Pisos:

Madera densa 25mm = 0.20 KN/m^2

$$Carga\ muerta = d * A$$

Donde:

d= Densidad de la madera establecida en la tabla B.3.4.1-3 de la NSR 10 título B. en KN/m^2
A= Área del piso en m^2

- Carga Viva

Se usa la carga viva dada en la tabla B.4.2.1-1 para uso residencial y la tabla B.4.2.1-2 para cubiertas con una pendiente menor al 15%de la norma sismo resistente NSR 10 título B.

- **Carga vertical Total por piso**

La carga vertical por piso se halló sumando el peso propio, carga muerta y carga viva por piso.

$$Cvt = Pp + Cm + Cv$$

Donde:

Pp= Peso propio en kN
Cm= Carga muerta en kN
Cv= Carga viva en kN

- Se usó una carga muerta puntual donde se ubica el tanque de reserva en la columna B6 de 1 Tonelada.

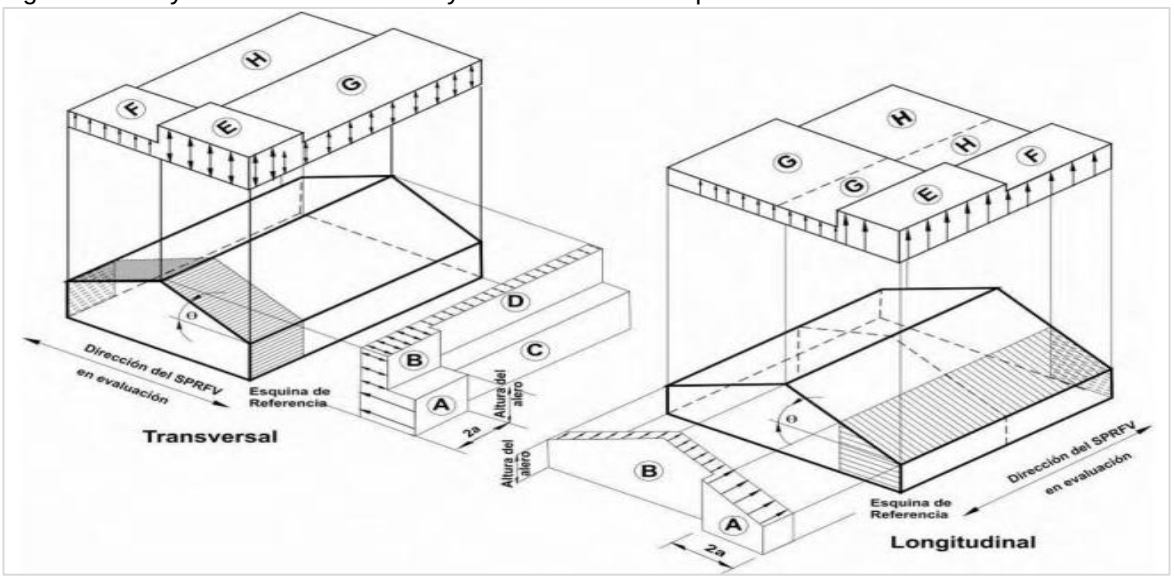
CARGAS HORIZONTALES:

- Cargas de viento:

Para la evaluación en el procedimiento de las cargas de viento se usó el **método simplificado**, con el cual se deben cumplir las condiciones dadas en la norma sismo resistente NSR-10 en el titulo B capítulo 6

El cual representa la presión neta (presiones internas y externas) que se debe aplicar a las proyecciones horizontales y verticales de las superficies de la vivienda así:

Figura 23. Proyecciones horizontales y verticales de las superficies de la vivienda



Fuente NSR 10 título B

$$Ps = \delta * K_{zt} * I * P_{s10}$$

Donde:

δ= Factor de ajuste por altura y exposición de la fig anterior
K_{zt}= Factor topográfico
I= Factor de importancia
P_{s10}= Presión de viento de diseño simplificada para la categoría de exposición B.

Paso 1:

δ= Factor de ajuste por altura y exposición

Para hallar el factor de ajuste por altura se define mediante la siguiente figura presentada en la NSR10 Figura B.6.4-2

Tabla 6. Factor de ajuste por altura del edificio y exposición, λ

Factor de Ajuate por Altura del Edificio y Exposición, ʎ			
Altura Media del Edificio	Exposición		
	A	B	C
7.5	1	1.35	1.61
Fuente NSR-10 Titulo B			

La altura en mención con la que se va a definir el factor de ajuste por altura y exposición, es la altura de la edificación en este caso la altura de la vivienda de la tipología 5, puesto que esta es la vivienda de la última proyección de ampliación.

La altura de la vivienda se tomará desde el suelo, altura que incluye la altura de los palafitos, y altura de primer y segundo piso.

$$Altura\ total\ vivienda\ 5 = h_{palafitos} + h_{piso1} + h_{piso2} + h_{cubierta}$$

$$Altura\ total\ vivienda\ 5 = 7.5m$$

Se selecciona la zona C de exposición ya que es la zona más amplia y por ende recibe mayores presiones de viento.

Definiendo la altura de la edificación y la zona de exposición se define el valor de δ acorde a la norma Nsr-10.

δ =1.35

Paso 2:

K_{zt}= Factor topográfico

En cuanto al factor topográfico se presentan diferentes condiciones en cuanto a aumento de velocidad del viento sobre escarpes y colinas, debido a que el proyecto en mención se ubica sobre un terreno plano la norma sismo resistente de Colombia NSR-10 dice que *"Si el sitio o la localización de la estructura no cumple las condiciones especificadas en la sección B.6.5.7.1, entonces Kzt=1"*
(Fuente nsr-10 título B cap 6 pag B-47)

K_{zt}=1

Paso 3:

I= Coeficiente de importancia

Para determinar el coeficiente de importancia, primero se determinó el grupo de uso de la edificación de acuerdo a la norma sismo resistente NSR-10 título A

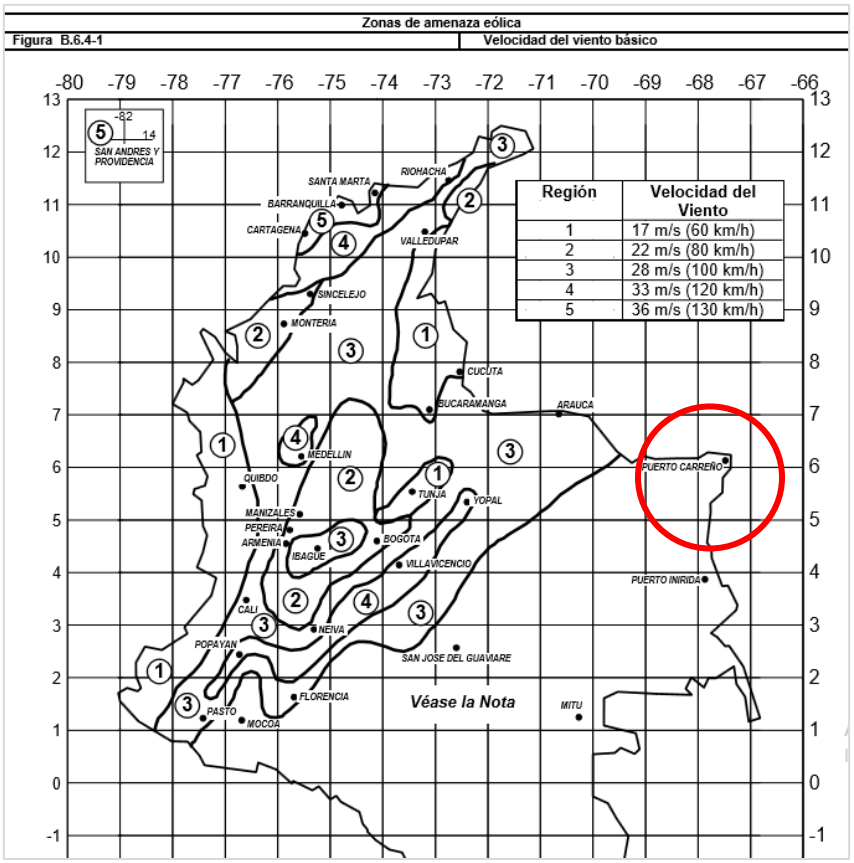
- Grupo I – Estructuras de ocupación normal.

Coeficiente de importancia I =1.0

Paso 4:
P_{s10}= Presión de viento de diseño simplificada para la categoría de exposición B.

Para la determinación de la presión de viento se tiene en cuenta la velocidad de viento en esa zona identificado por la región según el mapa de la figura B.6.4-1 de la NSR-10.

Figura 24. Zonas de Amenaza Eólica



Fuente:NSR-10 TituloB

Determinada la región se procede a determinar el coeficiente de la presión de viento de diseño simplificada para la categoría de exposición C, dada en la figura B.6.4-2 de la norma sismo resistente de Colombia NSR 10

Cuadro 1. Coeficientes de presión

Figura B.6.4-2			
Sistemas principales de resistencia de fuerzas de viento - Método 1			
Velocidad básica de viento (m/s)	**Angulo de inclinación de la cubierta (grados)**	**Caso de carga**	**ZONAS**
			Presiones horizontales
			C
28	6.02	1	0.19
Fuente: NSR-10 Titulo B			

Así mismo, se determinó el ángulo de inclinación de la cubierta a fin de determinar la presión de viento en la zona determinada (Zona C). Se obtuvo un ángulo de inclinación 6.02°

Cuadro 2. Presión del viento en la zona C

Velocidad básica de viento (m/s)	**Angulo de inclinación de la cubierta (grados)**	**Caso de carga**	**ZONAS**
			Presiones horizontales
			C
28	6.02	1	0.19
Fuente: Los autores			

Ecuación 1

$$P_{s10} = 0.19\ \frac{kN}{m^2}$$

- Presión neta:

Ecuación 2

$$Ps = \delta * K_{zt} * I * P_{s10}$$

$$Ps = 1.35 * 1 * 1 * 0.19 \frac{kN}{m^2}$$

PS	0.2565
Los autores	

Posteriormente para encontrar las fuerzas por fachada. Se multiplica la presión neta por el área de la fachada. Dicho procedimiento se ejemplifica con la tipología de vivienda 5.

Figura 25.Tipología de vivienda 5

Fuente: BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

Tabla 7. Áreas de Fachada

Área	Valor	Unidad
Fachada 1	11.55	m^2
Fachada 2	24.472	m^2
Fachada 3	18.48	m^2

Fachada 4	12.04	m^2
Fachada 5	18.48	m^2
Fachada 6	7.84	m^2
Fachada 7	27.44	m^2
Fachada 8	11.4	m^2
Fachada 9	29.88	m^2
Fachada 10	29.68	m^2
Fuente: Los autores		

Fuerzas de viento por fachada

Tabla 8. Fuerzas de fachada

Fachada	Fuerza de viento	Unidad
F 1	2.963	KN
F 2	6.277	KN
F 3	4.74	KN
F 4	3.088	KN
F 5	4.74	KN
F 6	2.011	KN
F 7	7.038	KN
F 8	2.924	KN
F 9	7.664	KN
F 10	7.613	KN
Fuente: Los autores		

- CARGAS DE SISMO

Se establece el tipo de zona de amenaza sísmica en que se encuentra ubicada el área de estudio, para poder identificar los valores de la aceleración pico efectiva (Aa) y la velocidad horizontal pico efectiva (Av).

Se especifica el grupo de uso de la estructura para obtener el coeficiente de importancia de la misma.

Determinar los coeficientes de amplificación que afectan la aceleración en periodos cortos (Fa) e intermedios (Fv), calculados por medio de las características del suelo subyacente en el área de estudio.

Para hallar los paramentos de sismo se usaron tablas de la NSR-10 título A tales como
Tabla A.2.3-2
Tabla A.2.4-1
Tabla A.2.4-3
Tabla A.2.4-4
Tabla A.2.5-1

Se determinaron los parámetros sísmicos de acuerdo a la norma sismo resistente colombiana NSR-10 Titulo A, debido a que se cuenta con un suelo con depósitos y llanuras aluviales se elige un perfil de suelo E, tales como los que se observan en la siguiente tabla:

Tabla 9. Parámetros sísmicos

Ciudad	Puerto Carreño
Zona de amenaza sísmica	Baja
Perfil de suelo	E
Aa	0.05
Av	0.05
Fa	0.9
Fv	2.4
Grupo de uso	I
Coeficiente de importancia	1
Fuente: Los autores	

Cálculo del periodo fundamental aproximado (Ta)

Ecuación 3

$$Ta$$

Tabla 10. Parámetros de análisis

	ct	α
Pórticos resistentes a momentos que soportan la totalidad de la fuerza sísmica	0.072	0.8
Pórticos arriostrados con diagonales.	0.073	0.75

Muros de rigidez	0.49	0.75
Fuente NSR-10 Titulo B		

- Con ayuda del sofware ETABS y mediante estos parámetros sísmicos nos generara la construcción del espectro elástico de aceleraciones en función de g, con un porcentaje de amortiguamiento de 0.05.
- Dentro de los tipos de sistema estructural permitidos para la construcción en madera se tomó la decisión de un sistema de pórticos. Para hallar Ro, verificando la altura permitida por la Nsr10 se usa la tabla A.3-1

Tabla 11. Sistema Estructural de muros de carga

Tabla A.3-1									
Sistema Estructural de Muros de Carga									
A. Sistema de muros de carga		**Valor Ro**	**Valor Ωo**	**Zona de amenaza sísmica**					
				Alta		**Intermedia**		**Alta**	
Sistema Resistencia sísmica	**Sistema de Resistencia de cargas verticales**			**uso**	**altura max**	**uso**	**altura max**	**uso**	**altura max**
3. Pórticos con Diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)									
pórticos de madera con diagonales	El mismo	2	2.5	si	12 m	si	15 m	si	18 m
Fuente NSR-10 Titulo A									

- Las determinaciones de fuerzas sísmicas por el método de fuerza horizontal equivalente son obtenidas con ayuda del programa ETABS en el momento de la modelación.
- Se debe tener en cuenta en la estructura propuesta y las cargas analizadas la determinación de desplazamientos horizontales verificando que la deriva máxima para esta tipología de vivienda de madera debe ser max 1% de acuerdo a la tabla A.6.4-1.

Tabla 12. Derivas Máximas como porcentaje de h_{pi}

Tabla A.6.4-1	
Derivas máximas como porcentaje de h_{pi}	
Concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1% ($\Delta^{i}_{max} \leq 0.010\ h_{pi}$)

Fuente: NSR-10 Titulo A

5.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural con el que se cuenta dentro del proyecto, se define como Sistema de Pórticos realizados en madera, para lo cual se ha escogido madera tipo Aceite María contemplada y caracterizada en la norma de sismo resistencia NSR-10 y con presencia en la zona de estudio, cuenta con elementos verticales como lo son palafitos prolongados en pilotes con diámetros de 0.3 m que corresponden a nuestra cimentación con una longitud total de 2.66 m (1.46 m enterrados y 1.2 m de altura desde el nivel del terreno), ,hasta el nivel de la plataforma en donde se da la continuidad vertical mediante columnas en madera de geometría cuadrada de 0.16 m por 0.16 m, las cuales se unen mediante cintas metálicas perforadas para evitar que se muevan de su lugar, de la misma manera se realiza la unión de varios tramos de columna en los lugares de la vivienda en donde se presentan dos niveles y que debido a la anatomía de la madera se es imposible llegar a cubrir esas alturas con un elemento continuo; para la parte horizontal de la estructura a porticada se cuenta con vigas maestras que tienen unas dimensiones de 0.1 m de ancho por 0.2 m de alto y longitudes variables dependiendo de las luces que se presenten en cada caso en particular, transmitiendo todos los esfuerzos a las columnas mediante estribos metálicos, más adelante explicados a fondo, a estas vigas maestras se apoyan viguetas de la misma tipología de madera con unas dimensiones de 0.08 m de ancho por 0.16 m de alto las cuales son unidas a la estructura de vigas maestras mediante tornillo estructural metálico especializados en la unión de elementos en madera; sobre dichas viguetas reposa un entablado con un espesor de 0.025m sobre toda la superficie de la vivienda y la plataforma; para la división de muros contamos de igual manera con muros en madera por ambos lados de los elementos estructurales con un espesor igual al entablado.

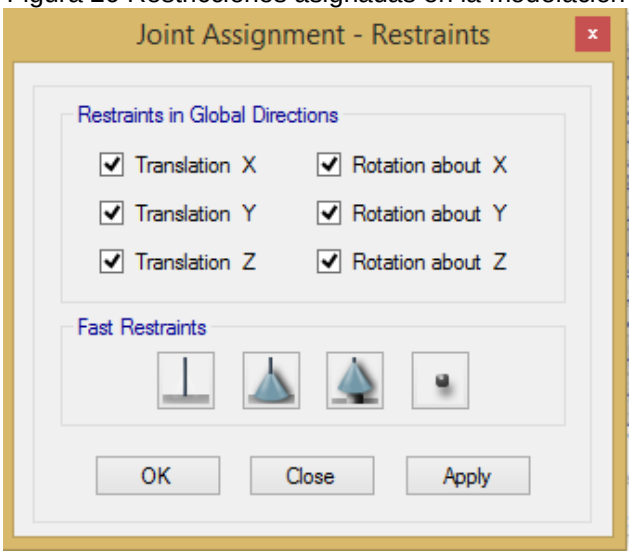
TIPOS DE DIAFRAGMAS UTILIZADOS EN EL PLANTEAMIENTO DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El diafragma que conforma las plataformas del proyecto está compuesto por vigas de madera con un entablado como material para los pisos, de acuerdo a la naturaleza del material estructural utilizado Aceite María nombre científico (Calophyllum Mariae), las maderas latifoliadas presentan una relación MOR/MOE (modula de rotura / módulo de elasticidad), superior a las coníferas, así mismo, el diseño de los elementos a flexión como las vigas del diafragma de las plataformas se rige por las deflexiones; el diseño estructural se realiza analizando las plataformas como diafragmas flexibles, ya que si trabajamos con un diafragma rígido que se desplaza en dos direcciones, estamos desconociendo la realidad de que el diafragma se puede curvar, por esta razón aunque el análisis se vuelve un poco más complejo se realizó el modelo de elementos finitos con la premisa de un

diafragma flexible y se analizó la deformación de cada una de las vigas que conforman la plataforma.

Por otro lado, teniendo en cuenta que se usan uniones clavadas y atornilladas, en el modelo de elementos finitos, los joints o uniones se modelan con restricciones en los tres planos de traslación y de rotación, ya que si se modela con grados de libertar, por ejemplo permitiendo rotaciones, en la realidad, las uniones no funcionaran como articulaciones y se generará transmisión de momentos en los elementos contiguos que debemos tener en cuenta desde el diseño, ya que si se desconoce en la realidad se estaría sometiendo a los elementos a esfuerzos que no fueron contemplados para el dimensionamiento de elementos estructurales y para garantizar que las uniones no superen su resistencia.

Figura 26 Restricciones asignadas en la modelación



Fuente: ETABS Autores

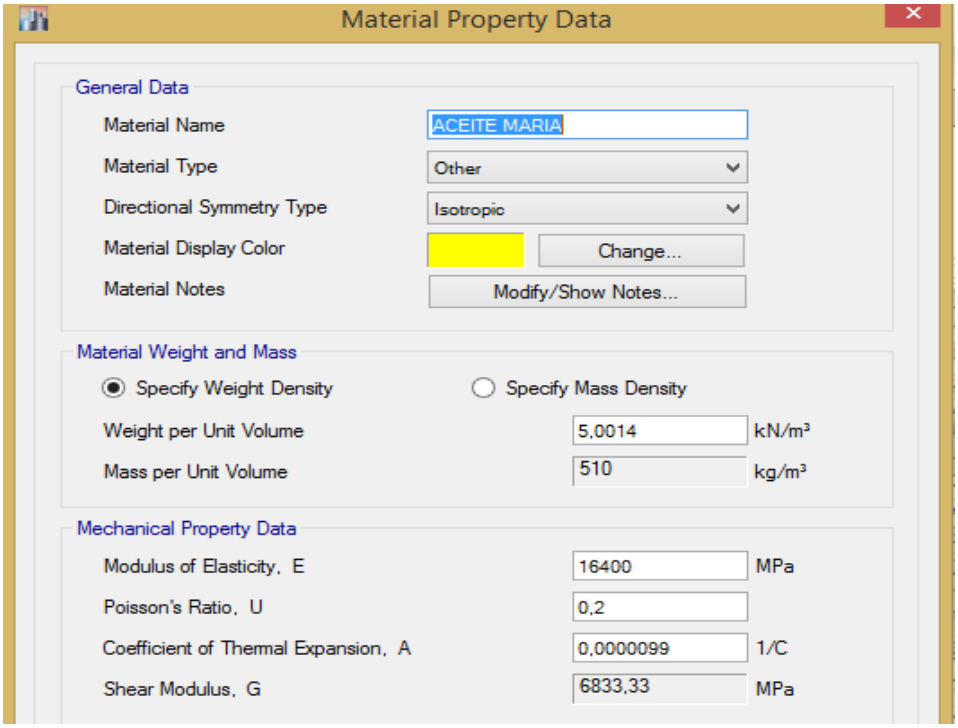
5.5 FASE 4

Modelación de las tipologías en ETABS

La modelación de las 5 tipologías de vivienda definida en sistema estructural tipo pórtico, se realiza a fin de verificar las derivas conforme a las fuerzas horizontales, observar el comportamiento de la estructura con las diferentes solicitaciones de modo tal que se pueda efectuar el diseño de cada uno de los elementos estructurales verificando el pre dimensionamiento propuesto, teniendo en cuenta las diferentes combinaciones de cargas establecidas por la NSR-10 para dichas construcciones. Modelación generada con ayuda del software ETABS.

- El tipo de madera seleccionado es Aceite María nombre científico (Calophyllum Mariae)[65]

Figura 27. Interfaz ETABS



Fuente: Software ETABS

- Definición de perfiles y sus respectivas dimensiones (Palafitos, columnas, vigas y viguetas)

Las dimensiones de dichos elementos estructurales con los que se trabaja y quedaron definitivos son:

Palafito: diámetro 0.3 m
Columna: 0.16m*0.16m
Viga: 0.10m*0.20m
Viguetas: 0.08m*0.16m

En base a las dimensiones dadas y permitidas por la NSR-10 título G capítulo 10 – aserrado

[65] La selección del tipo de madera se realizó acorde a información y sugerencias de libros en madera dados para el clima y trabajo en mención, asimismo los datos usados en la modelación son datos proporcionados por la caracterización dentro de la norma colombiana sismo resistente NSR-10 título G. (Selección netamente académica y asumida)

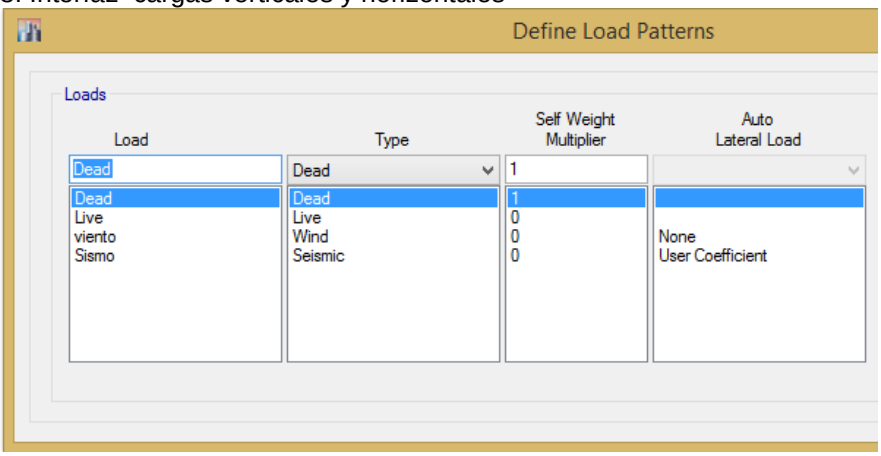
Cuadro 3. Elementos Estructurales – dimensiones madera

Bloque o Mesa	Viga	Planchón	Cerco	Repisa	Cuartón	Listón
33 / 33	16 / 33	8 / 33	16 / 16	8 / 16	8 / 8	2,5 / 8
41 / 41	20 / 41	10 / 41	20 / 20	10 / 20	10 / 10	3 / 10
49 / 49	25 / 49	7,5 / 49	25 / 25	7,5 / 25	7,5 / 7,5	3,75 / 7,5

Fuente: NSR10 Titulo G

- Cargas verticales y horizontales

Figura 28. Interfaz cargas verticales y horizontales

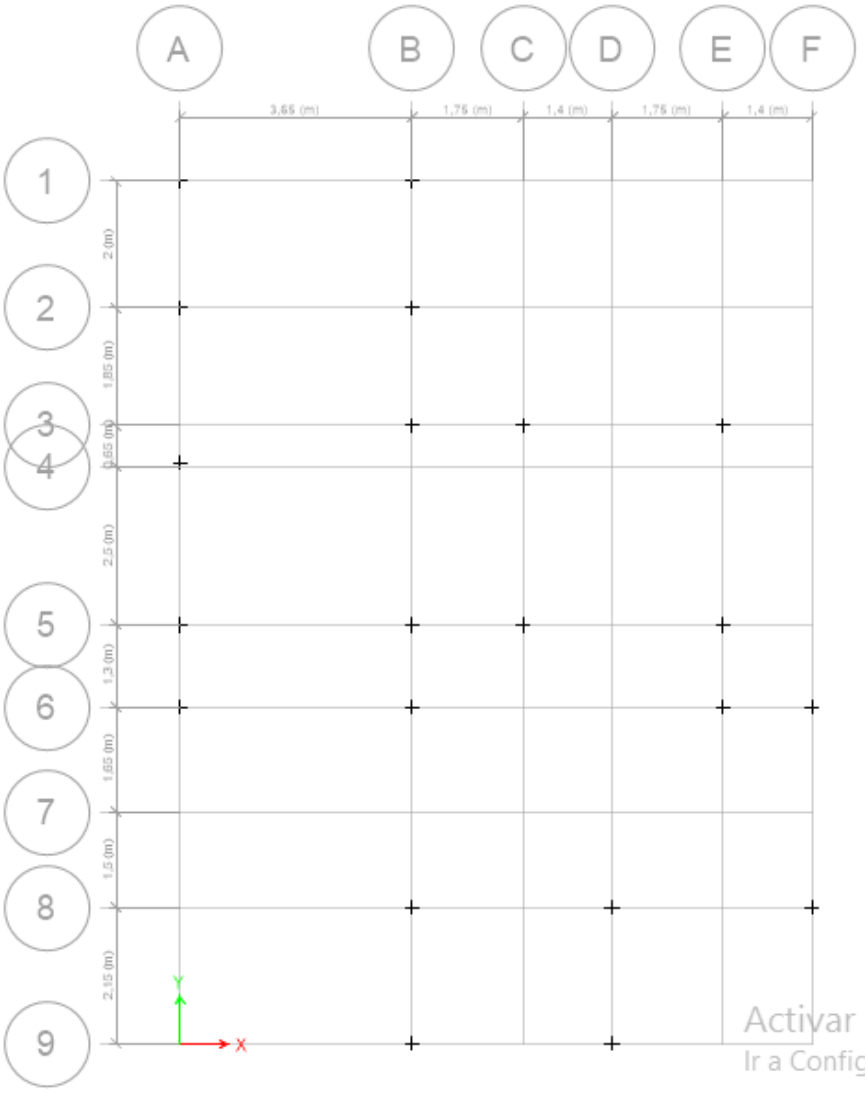


Fuente: Software ETABS

- Ubicación de cada uno de los elementos estructurales usados en el modelo.5

Cabe resaltar que como estamos trabajando palafitos que van hincados en el suelo, la modelación de los apoyos se realiza como un empotramiento.

Figura 29 Ubicación de palafitos vista en planta



Fuente: Autores

VISTAS EN PLANTA TIPOLOGIA VIVIENDA 5:

Figura 30 Vista en planta - Planta 1

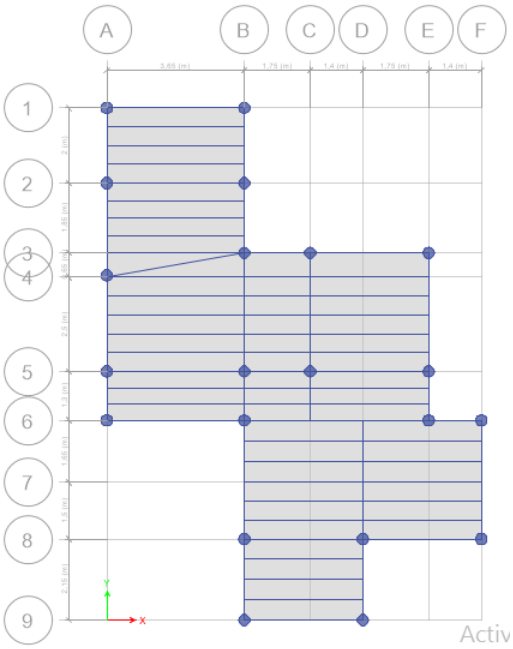


Figura 31 Vista en planta - Planta 2

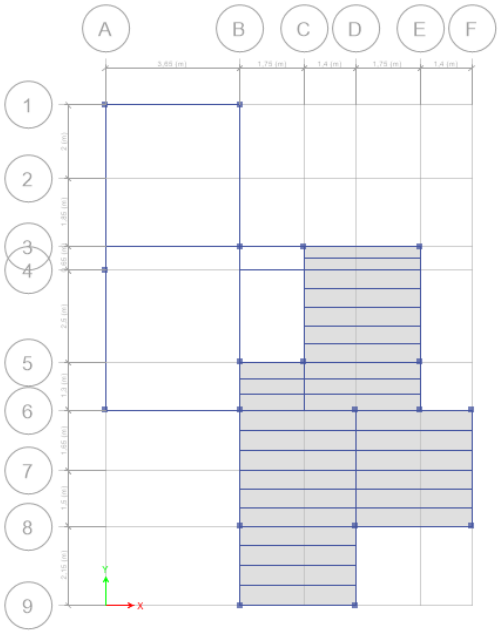


Figura 32 Vista en planta - Planta 3

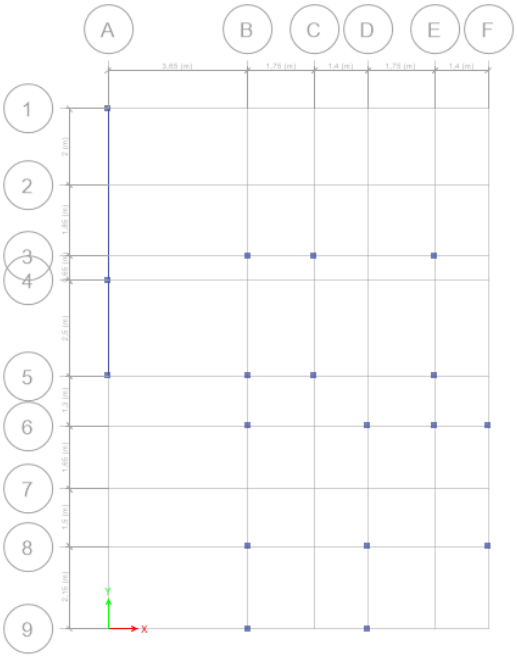


Figura 33 Vista en planta - Planta 4

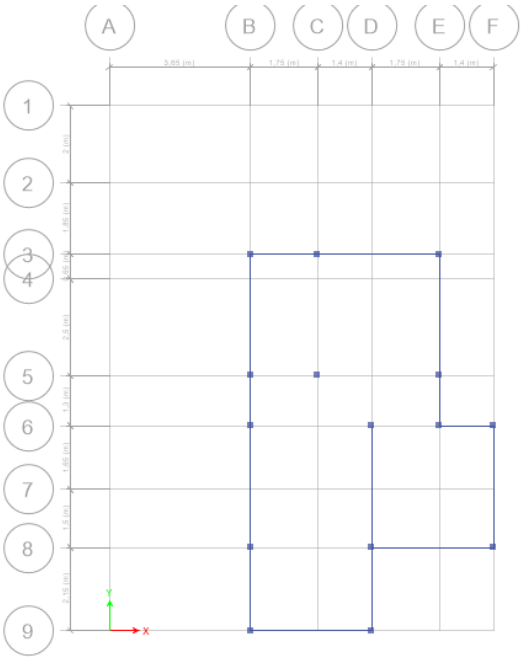


Figura 34 Vista en planta - Planta 5

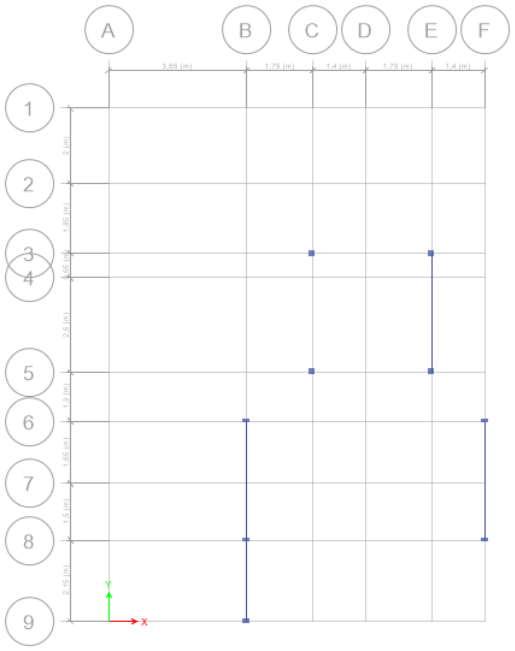
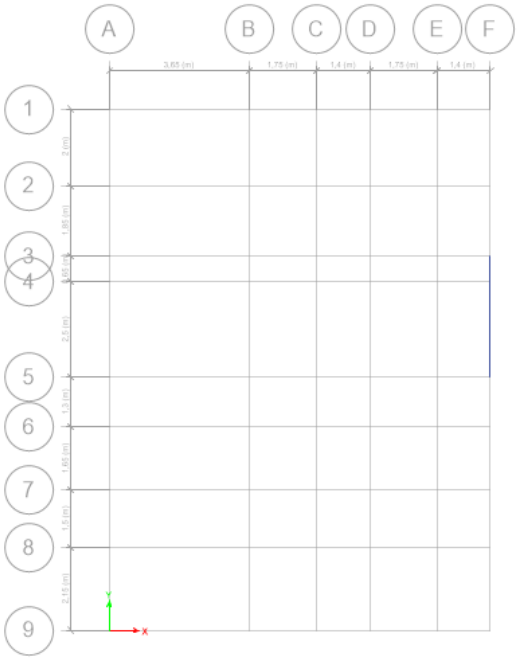


Figura 35 Vista en planta - Planta 6



Fuente: Autores

VISTAS EN ALZADO TIPOLOGIA VIVIENDA 5:

Figura 36 Elevación 3

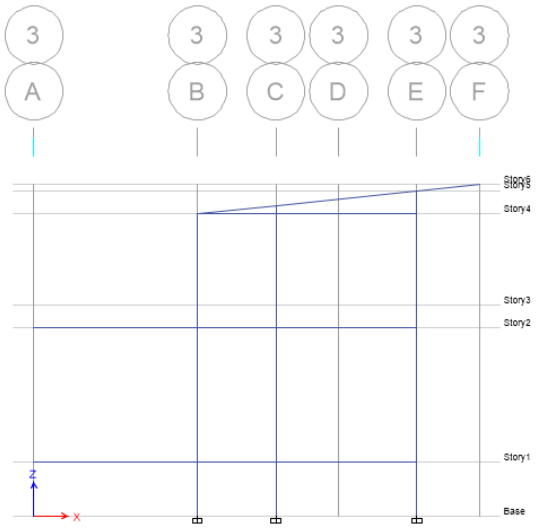


Figura 37 Elevación 5

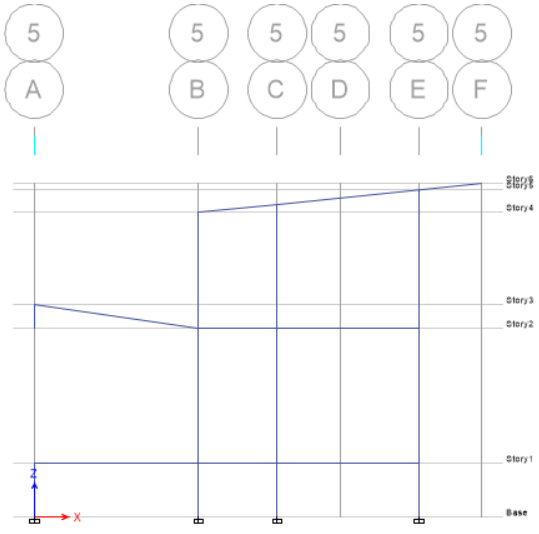


Figura 38 Elevación 6

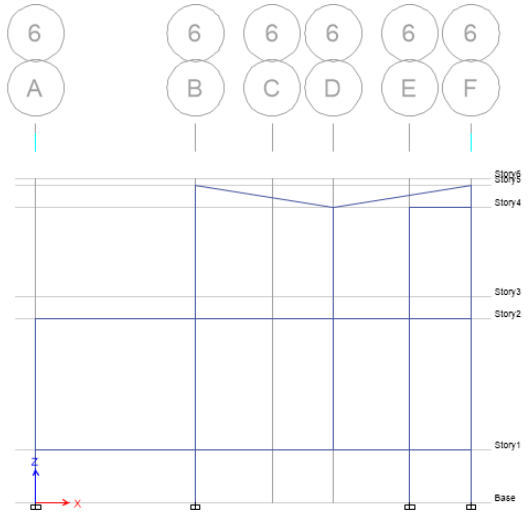


Figura 39 Elevación B

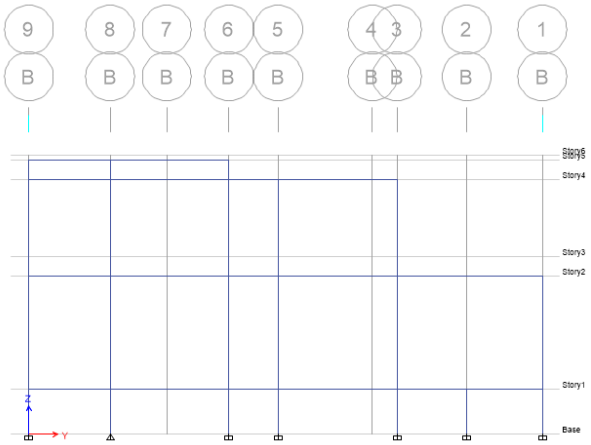
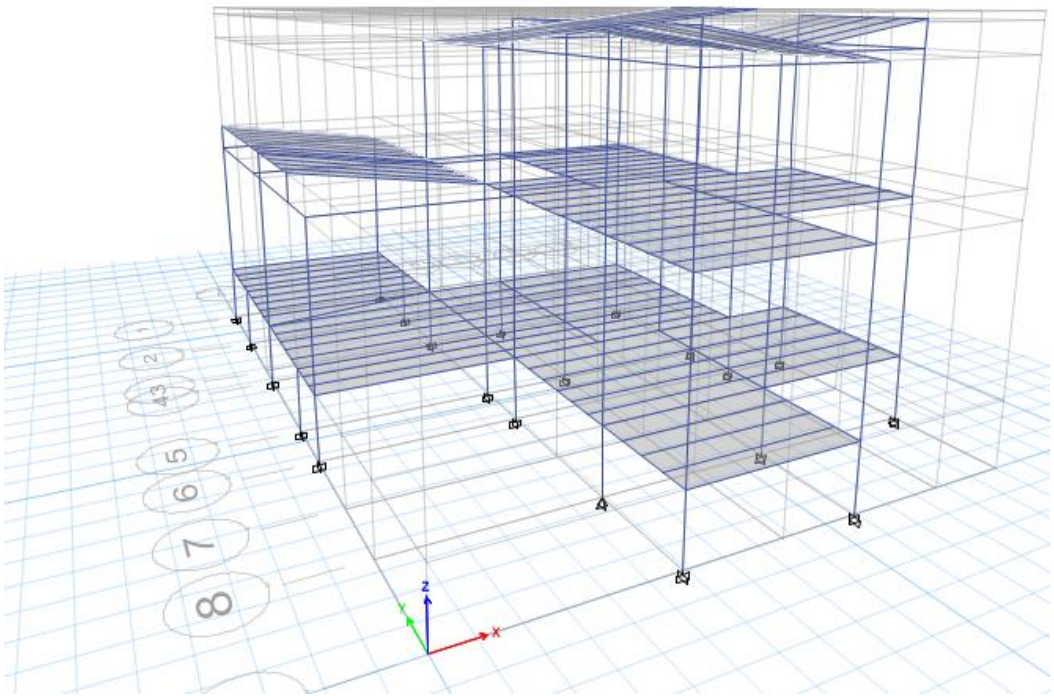


Figura 40 Vista completa 3D elementos estructurales vivienda tipo 5



Fuente: Autores

- Se utiliza el método de esfuerzos admisibles en construcciones de guadua y madera; esto nos dice que se debe verificar que ninguno de los elementos de la vivienda sobrepase los esfuerzos solicitados a los esfuerzos admisibles por la norma (NSR-10)
- Combinaciones de solicitaciones o combinaciones de carga: para ello se tomaron las combinaciones dadas en la norma sismo resistente NSR-10

para diseño estructural mediante el método de esfuerzos admisibles que son:

D
D+L
D+0.75L
D+W
D+0.7E
D+0.75W+0.75L
D+0.75E+*0.7E+0.75L
0.6D+W
0.6D+0.7E

Donde:
D: Carga muerta de la vivienda
L: Carga viva de la vivienda
W: Carga de viento
E: Fuerzas sismicas reducidas de diseño.

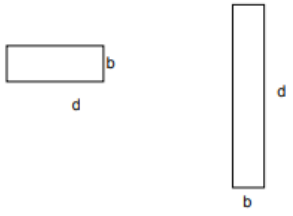
- Se tiene en cuenta el coeficiente de disipación de energía (Ro) establecido en la tabla A.3-1 de NSR10.
- Para determinar el coeficiente de disipación de energía se tiene en cuenta lo establecido en la tabla A.3-1 de NSR10, en la cual se establece que para el sistema estructural “pórticos de madera con diagonales” se debe usar un coeficiente de disipación de energía de 2.0, así mismo se verificó que estuviera permitido el uso de este sistema estructural en zona sísmica baja asimismo se tuvo en cuenta la restricción en altura que para este proyecto es de 18 m.
- Igualmente se modela y se solicitan los esfuerzos con la envolvente de diseño de la vivienda.

- Se tienen en cuenta las diferentes condiciones y consideraciones dadas por la norma sismo resistente NSR-10 para trabajar con madera aserrada como es el caso de la construcción de las viviendas presentes.

- La madera trabaja en tres direcciones principales como lo son: radial es decir la cual apunta al centro del tronco; longitudinal es decir dirección del grano, paralela a las fibras; tangencial perpendicular al sentido de la fibra.

Tabla 13. Tolerancia de la madera aserrada de uso estructural

	Defecto	Estructural Selecta (E.S)	Estructural Normal (E.N) (2)	Observaciones
1	Dimensión real - En sección transversal - Longitud	- 2 mm, L < 150 + 4 mm, L > 150 -5 mm +5 mm	- 5 mm +5 mm - 8 mm +8 mm	
2	Alabeos - Abarquillado - Arqueadura - Encorvadura - Torcedura	< 0.01d < 0.003L < 0.003L < 0.003L	0.015d 0.005L 0.005L 0.005L	Torcedura en una sola arista.
3	Arista faltante (una sola cara)	Máx. 0.25d Máx. 0.25L	Máx. 0.30d Máx. 0.30L	En una sola arista, con reducción de esfuerzos.
4	Duramen quebradizo	No	No	
5	Escamaduras (una sola cara)	< 0.1b < 0.25b	< 0.1b < 0.25b	No se permite en las aristas
6	Falla de compresión	No	No	
7	Grano inclinado	Máx. 1:8	Máx. 1:8	Con reducción de resistencia según (G2.2.3.7)
8	Grieta superficial	Suma < 0,25 b	Suma < 0,30 b	
9	Medula	No	No	
10	Nudos (1 m entre nudos) Nudo sano Nudo hueco Nudos arracimados	Máx. 0,25 b/m,< 4mm Máx. 0,12 b/m,<4mm No	Máx. 0,25 b/m,< 4mm Máx. 0,12 b/m,<4mm No	Distancia entre nudos mayor a 1 m, no se permite en tercio central, ni en zona de tracción. Nudos huecos deben ser sellados con igual material y adhesivos
11	Perforaciones selladas (no alineadas ni pasantes) Pequeñas Grandes	Máx. 6 perf/100 cm^2 3 perf/m	Máx. 10 perf/100 cm^2 6 perf/m	Deberán ser sellados con igual material y adhesivos. D ≤ 3mm D ≥ 3mm
12	Pudrición	No	No	
13	Rajaduras	Long. Máx. = b	Long. Máx. = 1.5b	Solo en un extremo
14	Manchas	No	Mancha azul	



NOTA 1:

b = ancho de la pieza, la de menor dimensión
d = espesor de la pieza, la de mayor dimensión
L = longitud de la pieza

NOTA 2:
Los elementos de la clase Estructural Normal, se diseñarán con un coeficiente de reducción de esfuerzos $C_R = 0.75$, para todos los esfuerzos, excepto el módulo de elasticidad. En las memorias de cálculo se debe indicar el sistema empleado para el diseño de los elementos secundarios.

Fuente: NSR10 Titulo G

Se debe tener en cuenta que el grano en la madera siempre viene inclinado y debe medirse teniendo en cuenta no supere los valores máximos.

- Se tienen en cuenta los parámetros de estructuración tales como los coeficientes dados por la NSR-10 para los diferentes esfuerzos tales como

compresión perpendicular y paralela, flexión, tensión y cortante de acuerdo a la tabla G-B-4.[66]

Tabla 14. Madera Tipo “ES4” MPa, CH = 12%

Tabla G.B.4									
Maderas Tipo "ES4"Mpa CH=12%									
No	Nombre científico	Nombre vulgar	DB	$E_{0,5}$	F_b	F_c	F_p	F_r	F_t
2	CALOPHYLLUM MARIE	ACEITE MARIA	0.46	16400	19.6	18	23	1.5	14.7
Fuente NSR-10 Titulo G									

- Determina el coeficiente de desviación por reducción al grano el cual genera la resistencia a una desviación determinada en flexión, tensión y compresión al grano paralela, para el caso de nuestra vivienda los que tendrían mayor impacto son:

C_D: Coeficiente de modificación de carga dada en la tabla G.2.2-3 NSR-10
C_m: Coeficiente de modificación por contenido de humedad dada en la tabla G.2.2-5 NSR-10
C_t: Coeficiente de modificación por temperatura dada en la tabla G.2.2-6 NSR-10.

Esfuerzo admisible:

Ecuación 4

$$F"i = Fi * C_D * C_m * C_t$$

5.6 FASE 5

Diseño estructural mediante el método de esfuerzos admisibles

- Se utiliza el método de esfuerzos admisibles el cual nos dice, que se debe verificar que ninguno de los elementos estructurales de la vivienda sobrepasen los esfuerzos solicitados a los esfuerzos admisibles por la norma, primero se verifican las deflexiones en los elementos, segundo se verifican los esfuerzos cortantes y de flexión de manera tal que no excedan el máximo esfuerzo admisible dado en la norma, aplicando todos los coeficientes de modificación según se presenten en cada proyecto y zona particular; cabe resaltar que se realizó el diseño de la vivienda en sus cinco

[66] Datos tomados únicamente de la caracterización de la norma colombiana sismo resistente NSR 10 Titulo G (estos datos no tienen los estudios de laboratorio y verificación correspondiente dado que es un trabajo netamente académico)

(5) etapas de ampliación verificando la rigidez de cada vivienda en cada una de las etapas y su cumplimiento en cuanto a esfuerzos admisibles, teniendo en cuenta las futuras cargas que se aumentarían en su parte habitacional proyectadas a ejecutar para garantizar seguridad y confort para los futuros ocupantes de las viviendas en cualquier momento de la vida de la estructura.

- En NSR10 B.2.3.1, se especifica que *"En el presente Reglamento NSR-10, todos los materiales estructurales, con la excepción de la madera y guadua en el Título G, se diseñan por el método de la resistencia y por lo tanto las combinaciones básicas de carga de la presente sección B.2.3.1 no son aplicables a los materiales estructurales prescritos en el Reglamento y no deben utilizarse. Se incluyen para aquellos casos especiales en los cuales el diseño se realiza por el método de los esfuerzos admisibles y solo deben emplearse cuando así lo indique explícitamente el Título o Capítulo o Sección correspondiente del Reglamento."*

  Según NSR10 G.2.2.1, para edificaciones que se diseñen bajo el titulo G, como es el caso del presente proyecto, el diseño de estructuras de madera se hará por el método de los esfuerzos admisibles.
-

Verificación Esfuerzo de Flexión:

- Los esfuerzos máximos de tensión y compresión producidos por flexión (fb), serán determinados para la sección de momento máximo, para ello se usa M_3 dado en las tablas generadas por el ETABS mediante la siguiente ecuación se establece y verifica el esfuerzo a flexión:

Ecuación 5

$$\sigma\,(fb) = \frac{M * C}{I}$$

Donde:
M: Momento flector (momento máximo)
C: Distancia desde el eje neutro (centroide) hasta donde se termina el esfuerzo.
I: Inercia

Con el coeficiente de desviación por reducción al grano se halla el esfuerzo admisible dado por la norma el cual no debe ser superado por el esfuerzo de nuestras vigas cumpliendo la condición de:

$$fb < f'b$$

Donde f´b está dado por:

Ecuación 6

$$F"b = Fb * C_D * C_m * C_t$$

- Verificación de cortante paralelo a la fibra (dirección perpendicular a la fibra).

Para la verificación del esfuerzo cortante actuante en sección rectangular se halla con la siguiente ecuación verificando que no exceda la admisible dada por la norma:

Ecuación 7

$$fv = \frac{3 * V}{2 * b * d}$$

Donde
V= Fuerza cortante vertical en sección considerada, en N
b, d= Dimensiones de la sección rectangular en mm

En la verificación del mismo debe cumplir la siguiente condición

$$fv < f'v$$

- Diseño de elementos solicitados por fuerza axial:

Tensión axial - compresión axial

- Columnas simples solidas: Una pieza, o piezas de madera laminada encolada, todas las columnas de las cinco tipologías de vivienda al igual que los palafitos son trabajadas y modeladas como columnas simples sólidas.
- Longitud efectiva debido a que son columnas simples solicitadas se consideran los elementos que se conectan al primero en ambos extremos

Ecuación 8

$$Le = Ke * lu$$

Donde:

Ke: Coeficiente de longitud efectiva, según lo determinado en la tabla G.4.3-1
Lu: Longitud no soportada lateralmente de la columna en la dirección considerada en mm.

Tabla 15. Coeficientes de longitud efectiva de columna K_e

Tabla G.4.3-1
Coeficientes de longitud efectiva de columna k_e

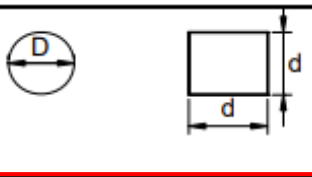
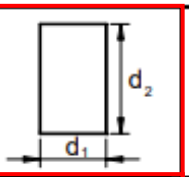
Condición de los apoyos	Gráficos	k_{e1}	k_{e2}
Empotrados en ambos extremos (1)		0.50	0.65

Fuente: NSR 10 Titulo G

- Esbeltez: En ella se verifica si las dimensiones de su sección transversal son pequeñas en comparación con su longitud de solicitación, que provoca la reducción de resistencia del mismo este sujeto a compresión axial o a flexo-compresión para ello y acorde a la tabla G.4.3-2 de la NSR-10 para una sección transversal rectangular usamos una relación de esbeltez así:

Tabla 16. Relación de esbeltez λ

Tabla G.4.3-2
Relación de esbeltez λ

Sección transversal				Cualquier sección
λ	$\frac{\ell_e}{0.866D}$	$\frac{\ell_{e_{1,2}}}{d}$	$\frac{\ell_{e_1}}{d_1}$ $\frac{\ell_{e_2}}{d_2}$	$\frac{\ell_e}{r\sqrt{12}}$

Fuente: NSR10 Titulo G

Donde:

$Le_{1,2}$: Longitud efectiva de la columna en la dirección considerada en mm

d_1,d_2: Dimensiones de la sección transversal en la dirección considerada en mm

- Coeficiente de estabilidad de columnas Para ello se debe calcular según la fórmula dada por la norma sismo resistente colombiana NSR-10 asi:

Ecuación 9

$$C_p = \frac{1 + \left(\frac{F_{CE}}{F'c}\right)}{2C} - \sqrt{\left(\frac{1 + \left(\frac{F_{CE}}{F'_C}\right)}{2C}\right)^2 - \frac{\frac{F_{CE}}{F'c}}{C}}$$

Donde

F´c: Esfuerzo admisible de compresión paralelo al grano el cual se halla con la fórmula

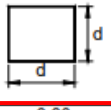
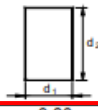
Ecuación 10

$$F"c = Fc * C_D * C_m * C_t$$

F_{CE}: esfuerzo critico dado mediante la fórmula de la tabla G.4.3-3 de la NSR-10.

C: Coeficiente valorizado dado en la tabla de la tabla G.4.3-3 de la NSR-10
Tabla 17. Valores de C y de F_{CE} esfuerzo crítico

Tabla G.4.3-3
Valores de C y de F_{CE} Esfuerzo crítico

	Madera aserrada			Madera rolliza	Madera laminada
Sección			Cualquier sección		Laminada
C	0.80	0.80	0.80	0.85	0.90
F_{CE}	$\frac{0.822E'_{min}}{\lambda^2}$	$\frac{0.822E'_{min}}{\lambda_{1.2}^2}$	$\frac{\pi^2 E'_{min}}{(\ell_e/r)^2}$	$\frac{0.822E'_{min}}{\lambda^2}$	$\frac{0.822E'_{y\,min}}{\lambda^2}$

Fuente: NSR 10 Titulo G

- Coeficiente de estabilidad de columnas: La fuerza o carga admisible de la columna en N está dada por:

Ecuación 11

$$Pa = F´c * A_n$$

Donde:

F´c: Esfuerzo admisible de compresión paralelo al grano el cual se halla con la fórmula
A_n: Área neta de la columna en mm^2

Para su verificación se mira que cumpla la condición de:

$$P\ calculado < Pa$$

El P calculado es generado desde el software ETABS

5.7 FASE 6

Cálculo y decisión en cuanto a las uniones de la estructura

Se resalta que para la unión de todos los elementos estructurales se decidió bajo orientación, información tanto de libros acordes al trabajo de madera de forma

estructural, trabajos de grados entre otros, como de catálogos de la empresa rothoblaas sus resistencias dadas y demás valores proporcionados en los mismos.

- Para la unión de todos los elementos estructurales se acudió a Catálogos de la empresa rothoblaas, una empresa reconocida a nivel nacional con presencia en Colombia.
- Primero con los resultados que se obtuvieron a esfuerzos cortantes en ETABS se analizó y verifico cuales de estos eran los cortantes máximos en viguetas a fin de elegir la unión más adecuada de las viguetas a las vigas.
- Para ello se deben tener en cuenta las tablas

Para la unión de una vigueta a una viga principal se toma el cortante de la vigueta y se revisa que el cortante de los elementos a unir no superara el cortante de los elementos de unión, en este caso los tornillos, en el caso entre las viguetas y las vigas la union se realizara con tornillos HBS “Tornillos de cabeza avellanada”, verificando se cumpla la siguiente condicion.

$$V\ viguetas < V\ tornillos$$

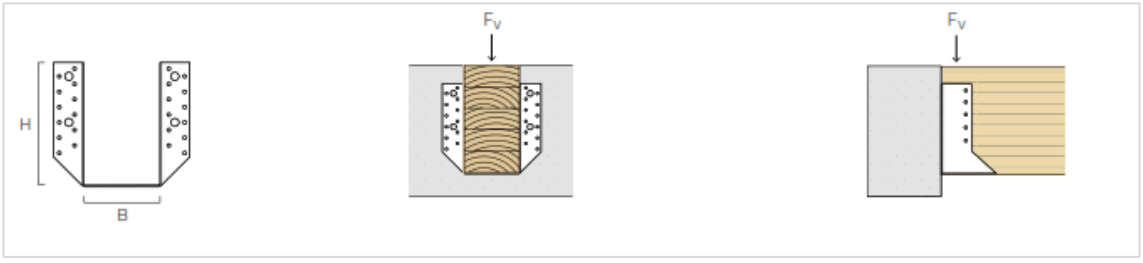
Para hallar la cantidad de tornillos requeridos en la union de las viguetas a las vigas se realiza mediante la siguiente ecuacion:

$$Cantidad\ de\ Tornillos = \frac{Resistencia\ del\ tornillo}{\mathrm{Vmax}}$$

,
Ver anexo 1. Tornillo de cabeza avellanada.

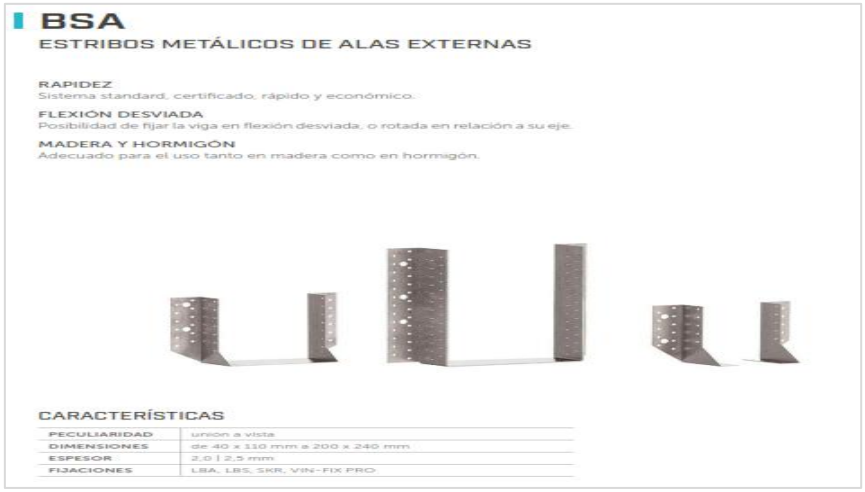
En segundo lugar, con el procedimiento anterior se verificaron los cortantes y se eligió la unión más adecuada para unir las vigas a las columnas. Debido a que se presenta mayor esfuerzo de corte, se inplementaran estribos metálicos de alas externas.

Figura 41. Estribos metálicos, unión de vigas



Fuente: Catalogo Rohoblaas

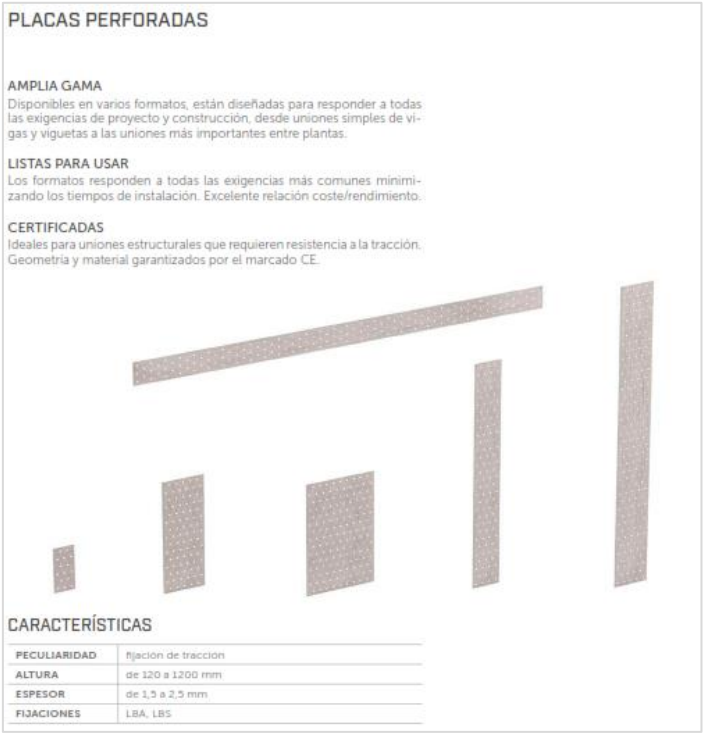
Figura 42. Estribos metálicos de las alas externas



Fuente: Catalogo Rohoblaas, página 378

En tercer lugar, para la unión de las columnas y darles continuidad a las mismas manteniéndolas en su sitio, se usan placas perforadas, estas placas se utilizan únicamente para mantener en su sitio las columnas, puesto que los esfuerzos de compresión se transmiten a través de las mismas columnas sin que la unión interfiera.

Figura 43. Placas perforadas



Fuente: Catalogo Rohoblaas[67]

5.8 FASE 7

Diseño redes de servicios

RED HIDRAUICA[68]

- Debido a que no se tiene la presión que llega a la acometida la cual brinda el municipio, se plantea una presión mínima siendo esta la altura de la vivienda al tanque de reserva transformándola en metro columna de agua, expresada en psi.
- Se colocó un tanque de 1000L a fin de suplir la necesidad de 5 personas proyectadas en la vivienda de la quinta tipología, el cual se estableció de acuerdo a la norma NTC1500 segunda edición donde especifica que toda edificación debe disponer de un tanque de reserva de agua potable siguiendo la tabla 6 evaluación de consumo dada en dicha norma.

Tabla 18. Evaluación del consumo

Tabla 6	
Evaluación de consumo	
Viviendas	200 litros/habitante/día a 250litros/habitante/día
Fuente NTC 1500 Segunda edición	

- Debido a que la presión con la que llega el agua al tanque se pierde, a fin de saber con qué presión llega el agua desde el tanque hasta el aparato más lejano, se desarrolló mediante el teorema de Bernoulli, teniendo en cuenta las pérdidas accesorios y fricción en base a la Ecuación de Darcy.

Ecuación 12

$$\frac{P1}{\rho * g} + \frac{V1^2}{2 * g} + Z1$$

Así mismo se hace para el primer y segundo piso, cabe aclara que la presión del segundo piso llega por gravedad a los diferentes aparatos. Verificando esta se cumpliera con el caudal mínimo presente en la norma.

[67] ROTHOBLAAS.Placas y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag387-581.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/placas_y_conectores?fr=sNjJlMTEyMA

[68] El diseño de la red hidráulica se realiza mediante los diferentes métodos que en el trabajo se mencionan, sin datos reales de la presión que llega de la acometida usando una presión mínima, asimismo no cuenta con los estudios requeridos por laboratorio y demás pruebas de verificación debido a que es un trabajo netamente académico.

Tabla 19. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa[1]	Caudal mínimo en L/s
Duchas	10	0,32
Sanitario tanque	7	0,19
Sanitario fluxómetro	15	0,95 a 2,5 [2]
Orinal	5	0,19
Orinal fluxómetro	15	0,95
Lavamanos	5	0,19
Vertederos o lavaplatos	5	0,28
Lavadoras	5	0,32
Llaves de manguera	5	0,32

1) La presión residual mínima es la presión en la tubería a la entrada del aparato que se esté considerando.

2) Se presenta un amplio rango de variación debido a los diferentes tipos y diseños de válvulas de fluxómetro para sanitario.

Fuente NTC 1500 Segunda edición

- Para la obtención del caudal máximo probable y la evaluación del caudal máximo probable bajo la hipótesis de que solo unos pocos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado. Se usa el método de simultaneidad y el método de hunter modificado a fin de obtener velocidades, dímetros, caudal y presiones dadas a fin de un correcto diseño de la tubería de agua potable y en cada uno de los diferentes aparatos verificando si se requiere o no el uso de bomba para suplir dicha necesidad.
  Esto con el fin de tener un funcionamiento satisfactorio dado en que las tuberías estén proporcionadas para suministrar la carga demandada a cada uno de los aparatos de la vivienda.
  Para ello se usaron las siguientes tablas:

Tabla 20. Criterios de diseño del sistema de distribución de agua capacidad requerida en la tubería de salida para el suministro al aparato

Tabla 7.4.3 Criterios de diseño del sistema de distribución de agua
Capacidad requerida en la tubería de salida para el suministro al aparato

Tipos de aparatos hidrosanitario	Caudal [a] L/min (gpm)	Presión de flujo kPa (psi)
Bañera, válvula mezcladora balance de presión, termostática, o de combinación balance de presión/termostática	15 (4)	138 (20)
Bidé, válvula de mezclado termostática	8 (2)	138 (20)
Accesorio de combinación	15 (4)	55 (8)
Lavavajillas doméstico	10 (2,75)	55 (8)
Bebedero	3 (0,75)	55 (8)
Lavadero	15 (4)	55 (8)
Lavamanos	8 (2)	55 (8)
Ducha	11 (3)	55 (8)
Ducha, con válvula de mezclado de presión balanceada, termostática, o combinada de presión balanceada/termostática	11 (3)	138 (20)
Grifería de manguera	19 (5)	55 (8)
Poceta residencial	9 (2,5)	55 (8)
Poceta servicio	11 (3)	55 (8)
Orinal de válvula	45 (12)	172 (25)
Inodoro de desbloque o arrastre con válvula fluxómetro	95 (25)	310 (45)
Inodoro, tanque fluxómetro	6 (1,6)	138 (20)
Inodoro, sifónico, válvula de fluxómetro	95 (25)	241 (35)
Inodoro, tanque cierre acoplado	11 (3)	138 (20)
Inodoro, tanque una pieza	23 (6)	138 (20)

Factores de conversión: 1 kPa = 0,14 psi
1 L/min = 0,26 galón por minuto.
[a] Para requisitos adicionales de caudales y presión , véase el numeral 7.4.4.

Fuente: NTC 1500 Segunda edición

Tabla 21. Aparatos sanitarios y factor de simultaneidad

Aparatos sanitarios n	Factor de simultaneidad		
	Instalación clase 1	Instalación clase 2	Instalación clase 3
1	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00
3	0,68	0,64	0,71
4	0,62	0,51	0,58
5	0,59	0,43	0,50
6	0,56	0,38	0,45
7	0,54	0,34	0,41
8	0,53	0,31	0,38
9	0,51	0,28	0,35
10	0,50	0,26	0,33
12	0,48	0,23	0,30
14	0,47	0,21	0,28
16	0,45	0,19	0,26
18	0,44	0,17	0,24
20	0,43	0,16	0,23
25	0,42	0,13	0,20
30	0,40	0,12	

Fuente: NTC 1500 Segunda edición

RED SANITARIA[69]

- El diseño de la red sanitaria, se realizó a fin de recolectar, transportar y evacuar las aguas residuales que genera la vivienda; el trazado del alcantarillado se realizó desde el aparato con cambio de dirección en la tubería a 45° a la tubería que lleva dichas aguas a la bajante de la vivienda y la misma a la caja de inspección, con una pendiente del 2% a fin de obtener las velocidades máximas que se podrían presentar en este sistema. Para ello se usaron las siguientes tablas presentes en la NTC 1500 segunda edición.

Tabla 22. Unidades de desagüe de aparatos sanitarios

EXCEPCION En lavanderías de autoservicio.

Tabla 12. Unidades de desagüe de aparatos sanitarios

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 25,4 mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 19,0 mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Fuente: NTC 1500 Segunda edición

[69] El diseño de la red sanitaria se realiza mediante los diferentes métodos que en el trabajo se mencionan, no cuenta con los estudios requeridos por laboratorio y demás pruebas de verificación debido a que es un trabajo netamente académico.

Tabla 23. Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo

Tabla 8.9.1 Unidades de desagüe de aparatos individuales y en grupo

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial [a,g]	3	(2)
Máquina automática de lavar ropa, residencial [g]	2	(2)
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd inodoro) [f]	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd))	6	-
Bañera [b] (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	(1 ½)
Bidé	1	(1 ¼)
Combinación de poceta y bandeja	2	(1 ½)
Lavamanos dental	1	(1 ¼)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 ¼)
Lavadora para platos[c], doméstica	2	(1 ½)
Bebedero	1/2	(1 ¼)
Desagüe de emergencia para pisos	0	(2)
Desagües de piso[b]	2[b]	(2)
Poceta de piso	[h]	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos y/o lavavajillas	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 ó 2 compartimentos)	2	(1 ½)
Lavamanos	1	(1 ¼)
Ducha (basado en el gasto total nominal a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0,36 L/s (5.7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5.7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78L/s hasta 1,63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25,8 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55,6 gpm)	6	(4)
Poceta de servicio	2	(1 ½)
Poceta	2	(1 ½)
Orinal	4	[d]
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2[e]	[d]
Orinal, sin suministro de agua	1/2	[d]
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque fluxómetro, público o privado	4[a]	[d]
Inodoro, privado (1,6 gpd)	3[a]	[d]

Fuente: NTC 1500 Segunda edición

INSTALACIONES ELECTRICAS[70]

- Para el diseño de las instalaciones eléctricas se opta por la utilización de un MEDIDOR 1F-5(100) Amp 1X120Voltios-clase 2 medida directa-NTC 4052 debido a sus características de uso y a su respaldo por durabilidad con

[70] El diseño de la red eléctrica se realiza mediante los diferentes métodos que en el trabajo se mencionan, realizado por los autores sin pruebas de laboratorio y demás pruebas de verificación para el uso del cableado sugerido siendo este un trabajo enteramente académico.

cableado calibre 8; para todo el cableado se utilizó cable Freetox de calibre 12, un cable libre de halógenos (Halogen Free - HF) es aquel en el que sus componentes plásticos (aislamiento y chaqueta) están hechos de compuestos retardantes de la llama (Flame retardant - FR) y con baja emisión de humos (Low Smoke), debido a que la totalidad de la vivienda es en madera se escoge para mayor seguridad de los habitantes.

- Para la ubicación del tablero de circuitos se optó por un lugar que fuera público dentro de la residencia para en caso de alguna emergencia cualquier persona de la vivienda tenga acceso a este y pueda bajar los tacos, la división de los circuitos del hogar se divide en la sección de luminarias y los tomacorrientes por zonas dentro de la vivienda de tal manera que se puedan ir agregando a medida que se amplíe la vivienda.

- **CASA Nº5:**

  Para la realización de las instalaciones eléctricas se seleccionó un sistema eléctrico monofásico que consta de un tablero con 7 circuitos; dentro del primer circuito se encuentra toda la luminaria con 29 balas leds de 12 W lo que corresponde a 3,164 Amperios, para este circuito se utilizó una protección de 1 taco de 15 Amperios suficiente para soportar cualquier sobresalto de carga dentro del sistema; en el segundo circuito se incorpora dos tomacorrientes 1FG y dos tomacorrientes 1FE los que generan 6,545 Amperios, se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el tercer circuito se incorpora cuatro tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 8,182 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cuarto circuito se agregan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cinto circuito se agregan seis tomacorrientes 1FG los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el sexto circuito se ordenan seis tomacorrientes 1FG los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito y en el séptimo circuito se ordenan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 9,818 Amperios, se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito.

- **CASA Nº4:**
  Para la realización de las instalaciones eléctricas se seleccionó un sistema eléctrico monofásico que consta de un tablero con 7 circuitos; dentro del primer circuito se encuentra toda la luminaria con 28 balas leds de 12 W lo que corresponde a 3,005 Amperios, para este circuito se utilizó una

protección de 1 taco de 15 Amperios suficiente para soportar cualquier sobresalto de carga dentro del sistema; en el segundo circuito se incorpora dos tomacorrientes 1FG y dos tomacorrientes 1FE los que generan 6,545 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el tercer circuito se incorpora cuatro tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 8,182 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cuarto circuito se agregan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cinto circuito se agregan seis tomacorrientes 1FG los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el sexto circuito se ordenan cuatro tomacorrientes 1FG los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito y en el séptimo circuito se ordenan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 6,545 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito.

- **CASA Nº3:**
  Para la realización de las instalaciones eléctricas se seleccionó un sistema eléctrico monofásico que consta de un tablero con 6 circuitos; dentro del primer circuito se encuentra toda la luminaria con 23 balas leds de 12 W lo que corresponde a 2,509 Amperios para este circuito se utilizó una protección de 1 taco de 15 Amperios suficiente para soportar cualquier sobresalto de carga dentro del sistema; en el segundo circuito se incorpora dos tomacorrientes 1FG y dos tomacorrientes 1FE los que generan 6,545 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el tercer circuito se incorpora cuatro tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 8,182 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cuarto circuito se agregan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cinto circuito se agregan seis tomacorrientes 1FG los que generan 9,818 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito y en el sexto circuito se ordenan cinco tomacorrientes 1FG los que generan 8,182 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito.

- **CASA Nº2:**

Para la realización de las instalaciones eléctricas se seleccionó un sistema eléctrico monofásico que consta de un tablero con 5 circuitos; dentro del primer circuito se encuentra toda la luminaria con 18 balas leds de 12 W lo que corresponde a 1,964 Amperios para este circuito se utilizó una protección de 1 taco de 15 Amperios suficiente para soportar cualquier sobresalto de carga dentro del sistema; en el segundo circuito se incorpora dos tomacorrientes 1FG y dos tomacorrientes 1FE los que generan 6,545 , se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el tercer circuito se incorpora cuatro tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 8,182 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cuarto circuito se agregan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 9,818 Amperios, se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; y en el cinto circuito se agregan seis tomacorrientes 1FG los que generan 9,818 Amperios, se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito.

- **CASA Nº1:**

  Para la realización de las instalaciones eléctricas se seleccionó un sistema eléctrico monofásico que consta de un tablero con 5 circuitos; dentro del primer circuito se encuentra toda la luminaria con 17 balas leds de 12 W lo que corresponde a 1,855 Amperios, para este circuito se utilizó una protección de 1 taco de 15 Amperios suficiente para soportar cualquier sobresalto de carga dentro del sistema; en el segundo circuito se incorpora dos tomacorrientes 1FG y dos tomacorrientes 1FE los que generan 6,545 , se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el tercer circuito se incorpora cuatro tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 8,182 Amperios se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; en el cuarto circuito se agregan cinco tomacorrientes 1FG y un tomacorriente 1FE los que generan 9,818 Amperios, se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito; y en el cinto circuito se agregan cuatro tomacorrientes 1FG los que generan 6,545 Amperios, se utilizó una protección de 1 taco de 20 Amperios para garantizar la seguridad del circuito.

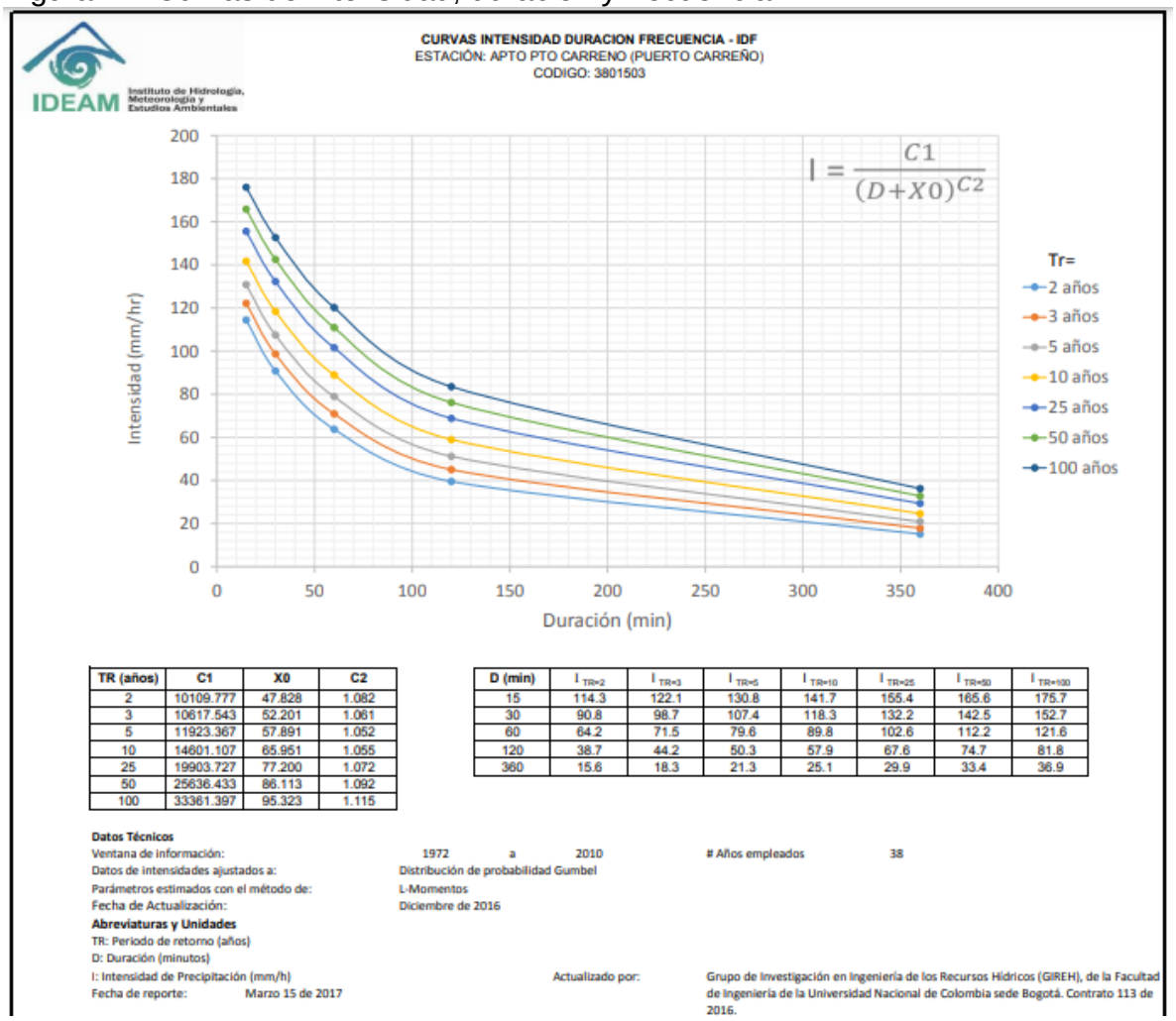
RED PLUVIAL[71]

- La red pluvial se diseña de manera tal que la escorrentía de flujo superficial se hace a flujo libre usando el método racional.

[71] El diseño de la red pluvial se realiza mediante el método racional que en el trabajo se mencionan, no cuenta con los estudios requeridos por laboratorio y demás pruebas de verificación debido a que es un trabajo netamente académico.

- Para ello se utilizó una pendiente 1% del canal de drenaje, y un 80% de capacidad en la misma, velocidades y coeficientes de acuerdo a la norma para viviendas de uso residencial así mismo la intensidad del cálculo se extrajo de las curvas IDF intensidad duración frecuencia del IDEAM para la estación presente en puerto Carreño, en un periodo de retorno de 100 años.

Figura 44. Curvas de intensidad, duración y frecuencia



TR (años)	C1	X0	C2
2	10109.777	47.828	1.082
3	10617.543	52.201	1.061
5	11923.367	57.891	1.052
10	14601.107	65.951	1.055
25	19903.727	77.200	1.072
50	25636.433	86.113	1.092
100	33361.397	95.323	1.115

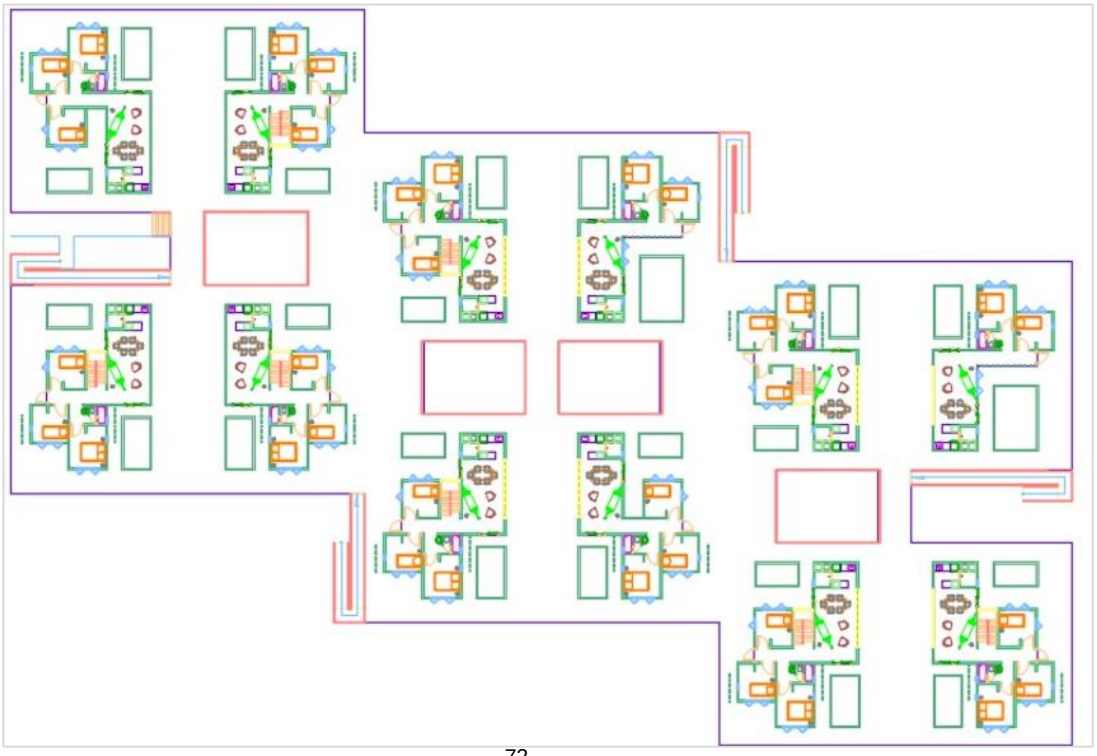
D (min)	$I_{TR=2}$	$I_{TR=3}$	$I_{TR=5}$	$I_{TR=10}$	$I_{TR=25}$	$I_{TR=50}$	$I_{TR=100}$
15	114.3	122.1	130.8	141.7	155.4	165.6	175.7
30	90.8	98.7	107.4	118.3	132.2	142.5	152.7
60	64.2	71.5	79.6	89.8	102.6	112.2	121.6
120	38.7	44.2	50.3	57.9	67.6	74.7	81.8
360	15.6	18.3	21.3	25.1	29.9	33.4	36.9

Datos Técnicos
Ventana de información: 1972 a 2010 # Años empleados 38
Datos de intensidades ajustados a: Distribución de probabilidad Gumbel
Parámetros estimados con el método de: L-Momentos
Fecha de Actualización: Diciembre de 2016
Abreviaturas y Unidades
TR: Periodo de retorno (años)
D: Duración (minutos)
I: Intensidad de Precipitación (mm/h)
Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017
Actualizado por: Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIREH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 113 de 2016.

Fuente: IDEAM

5.9 FASE 8

Figura 45. Anexo Plataforma



Fuente: Erika Hernández y Felipe Barrera [72]

Para la modelación de la plataforma se crearon elementos estructurales de las mismas dimensiones que las viviendas en cuanto a lo ancho, alto y el tipo de madera para darle homogeneidad a toda la estructura en estudio, para la modelación se crearon los ejes de toda la plataforma en cuanto a la ubicación de las columnas de las viviendas con el fin de facilitar la construcción del proyecto, luego de esto se realizó la colocación de las vigas principales que correspondían al contorno de la plataforma incluyendo los vacíos que se generaron al diseñar las viviendas y los vacíos que se pensaron para contribuir al respeto medio ambiental

[72] BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.

y reducir los posibles impactos que se generen al ejecutar el proyecto en cuanto a fauna y flora de la zona, seguidamente se colocaron más vigas principales para darle rigidez a la plataforma y que las luces de las viguetas no quedaran tan grandes y de esta manera disminuir las deflexiones, paso seguido se distribuyeron los palafitos en los nodos de unión entre las vigas para conducir la carga, se introdujo los combos de diseño y posteriormente las cargas a las cuales va a estar sometida la plataforma; finalmente se verificaron los esfuerzos de todos los elementos mediante el método de esfuerzos admisibles que nos brinda la norma colombiana de sismo resistencia NSR-10.

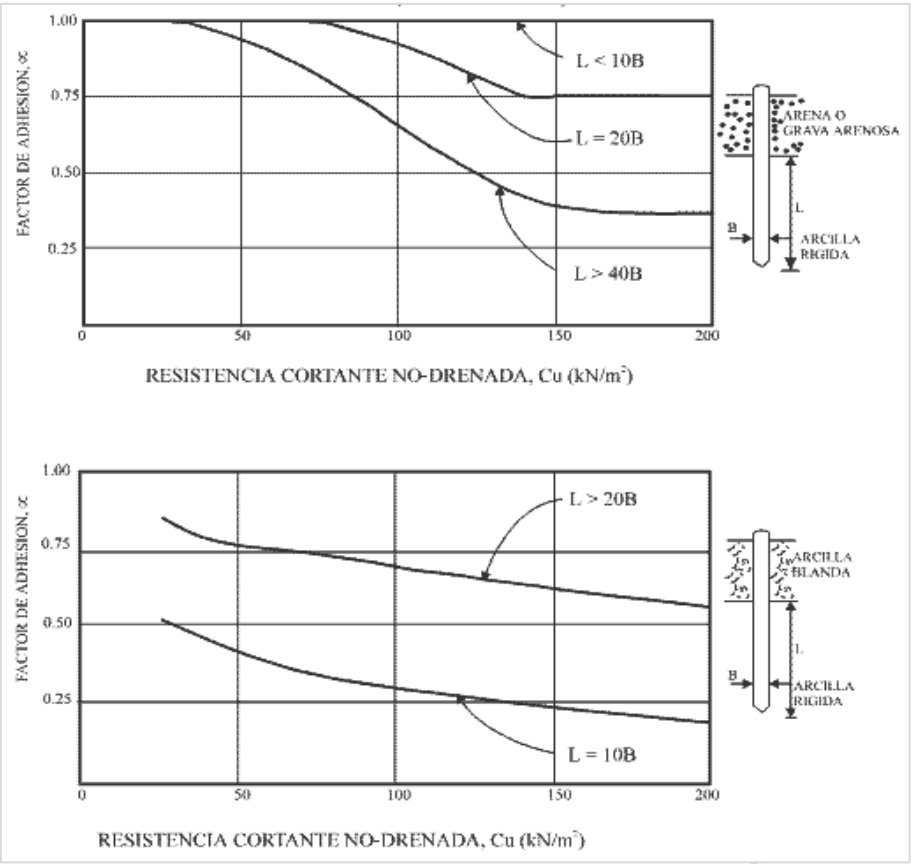
5.10 FASE 9

CIMENTACION[73]

- Para la cimentación de las viviendas palafíticas y la plataforma palafíticas que las conecta creando el complejo, se tuvo en cuenta el material de las viviendas, el tipo de suelo presente en puerto Carreño y las cargas que dicho suelo debe soportar, de manera tal que se realizó mediante un sistema de pilotes los cuales no solo ayudan en cuanto a la parte de inundación elevando las viviendas sino que también estos tendrán continuidad en el suelo para ser la cimentación de dicho complejo, puesto que los mismos trabajan con adherencia a dicho suelo.
- El pilote de madera se encarga de compactar el terreno, lo que mejoraba su capacidad portante.
- Debido al nivel freático presente en esta zona de puerto Carreño una cimentación superficial sería perjudicial para la estructura en dicho material y a manera constructiva.
- A fin de saber la profundidad a la que estos pilotes se usarían se usa la siguiente ecuación. Cabe resaltar que por falta de estudio de suelos el coeficiente de resistencia cortante no drenada se asumió de manera teórica el cual debe ser verificado con un estudio de suelos real y verídico.
- Factor adhesión para pilotes hincados (NORDLUND)

Figura 46. Cimentación

[73] Se sugiere realizar estudios de suelos correspondientes ya que la cimentación dada es sugerida acorde a la carta geológica (plancha 5-11) de puerto Carreño – Vichada.



Fuente: CONSTRUCTOR CIVIL.Factor de adhesión para pilotes hincados.[74]

Ecuación 13

$$Qs = \lambda * Cu * As$$

Qs= Carga soportada por Pilote
ʎ= Coeficiente de Adherencia
Cu= Coeficiente de Resistencia Cortante no Drenada
As= Área de Contacto

[74] CONSTRUCTOR CIVIL.Factor de adhesión para pilotes hincados.{En Linea}.13-nov-2010.{15-jun-2020}.Disponible en http://notasconstructorcivil.blogspot.com/2011/05/factor-de-adhesion-para-pilotes.html

6. ANALISIS Y DISCUSIÓN

6.1 FASE 1

Análisis sobre las problemáticas en Puerto Carreño y comunidades en estudio

- Puerto Carreño al estar ubicado en medio de esos tres grandes ríos y de las continuas precipitaciones generara grandes inundaciones, razón por la cual dichos habitantes deben generar un proceso de adaptación en zonas donde el agua hace parte del medio ambiente al que estas comunidades están expuestas, así mismo, por ser una zona inundable, el suelo está compuesto de depósitos sedimentarios arrastrados por dichos ríos a lo largo de la historia de este municipio, y extensas terrazas fluvio lacustres, las diferencias de materiales y su estructura repercuten en el control de los cauces de los ríos, generando continuos desbordes, por ello las viviendas palafíticas generarían una adaptación tanto a los asentamientos indígenas allí presentes como a la comunidad carreñense más vulnerable.
- Los asentamientos indígenas Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela recurren a estos asentamientos ilegales no sólo por su forma habitacional cercana a la rivera de los ríos, con dichas características del suelo para la siembra y el cultivo sino también por el clima allá presente y la escases económica que tienen los mismos; este clima cálido evita el exceso de gastos en ropa, vivienda digna, recursos, alimentación entre otros, su precaria forma habitacional genera grandes y graves enfermedades en estas comunidades, daños físicos y económicos

6.2 FASE 2

Propiedades y ventajas de la madera[75]

Dentro de la investigación que se realizó para tomar la decisión sobre qué material utilizar para el desarrollo del proyecto se optó por la madera, siendo un material muy noble pero demasiado resistente que se ha trabajado desde la antigüedad para la construcción y que hoy en día de acuerdo a los cambios ambientales se está retomando, pero cada vez con estudios más especializados que nos permiten tener mayor claridad y precisión en el momento de diseñar todo tipo de estructuras en madera; en nuestro ámbito no es tan común ver edificaciones en madera tal

[75] Se resalta es necesario realizar estudios correspondientes con mayor profundidad de los estudios de materiales tanto de la madera como sus uniones metálicas, puesto que estos dados y trabajados es con información proporcionada de libros, trabajos de grado entre otros recursos académicos.

vez por el desconocimiento o por cultura dentro de nuestra sociedad se está acostumbrado a trabajar con materiales muy pesados y contaminantes como lo son el concreto, ladrillo y diferentes tejados .
La madera nos presenta muchas ventajas para su aprovechamiento.

- La primera de ellas y de las más importantes encontramos las emisiones mínimas que se producen al construir en madera puesto que al ser un recurso renovable no estaríamos afectando el medio ambiente.
- En segundo lugar, se evidencia que es menor la contaminación en cuanto a la producción de materia prima (columnas, vigas, cerchas, pilotes).
- Otra ventaja refiere a que dentro de la instalación de los elementos estructurales no se presenta consumo de agua y es mucho más rápida la ejecución de una obra pues no se necesitan tiempos de fraguado.
- En cuanto a las propiedades acústicas de la madera encontramos que absorbe muy bien las ondas del sonido lo que garantiza ambientes más tranquilos para su uso.
- Dentro de las propiedades más particulares de la madera es su baja capacidad de conducción térmica, lo que se traduce que en que la madera en climas cálidos mantiene la frescura y en climas fríos mantiene el calor dentro de la vivienda, lo que la hace muy versátil para trabajarla en cualquier clima.
- Con referencia a los pilotes y palafitos, la madera al verse sometida a humedad por largos tiempos empieza a petrificarse y aumenta su resistencia.
- La madera posee mejores propiedades en cuanto a esfuerzos de compresión que a flexión debido a su anatomía y al sentido en que vayan sus fibras (Longitudinal paralela a la fibra); debido a que dentro de las fibras se transportan los nutrientes, son tuberías diminutas unidas por una masilla llamada Lignina que al momento de comprimirse empieza ceder.

6.3 FASE 3

Pre dimensionamiento, evaluación de solicitaciones, parámetros sísmicos, eólicos y estructurales. Características de la estructura y el material empleado

- El diseño arquitectónico cumple a cabalidad con la solución de las diferentes problemáticas de vivienda presentes en estas dos comunidades y en esta zona de puerto Carreño**.**
- Sistema estructural en pórticos a fin a la facilidad constructiva en viviendas de ampliación modular como lo son las 5 tipologías de viviendas.
- Tipo de madera a usar en la construcción definida como Aceite María nombre científico (Calophyllum Mariae), ya que es liviana y fina. Puede sustituir al pino oregón en construcciones.

Cargas verticales

- Cargas Muertas

Primer piso vivienda 5 se usa una madera densa 25 mm – 0.20KN/m^2

$$Cm = 0.20\ \frac{kN}{m^2} * 82.12m^2 = 16.424kN$$

Para la cubierta se usa una madera laminada (según el espesor), establecida por la norma sismo resistente.

Ecuación 14

$$Carga\ muerta\ cubierta = 0.01\ * 20 = 0.2\left(\frac{KN}{m^2}\right)$$

- Cargas vivas:

La carga viva de cada tipología de vivienda se tomó para uso residencial, cuartos privados y sus corredores 1.8kN/m^2.
La carga viva cubierta: 0.5 kN/m^2

- **Procedimiento para hallar carga vertical Total por piso**

- **Carga vertical Total por piso**

La carga vertical por piso se halló sumando el peso propio, carga muerta y carga viva por piso.

Ecuación 15

$$Cvt = Pp + Cm + Cv$$

Donde:

Pp= Peso propio en kN
Cm= Carga muerta en kN
Cv= Carga viva en kN

- Se usó una carga muerta puntual donde se ubica el tanque de reserva en la columna B6 de 1 Tonelada.

CARGAS HORIZONTALES:

- Cargas de viento:

Método simplificado

Ecuación 16

$$Ps = \delta * K_{zt} * I * P_{s10}$$

Donde:

δ= Factor de ajuste por altura y exposición de la fig anterior
K_{zt}= Factor topográfico
I= Factor de importancia
P_{s10}= Presión de viento de diseño simplificada para la categoría de exposición B.

Zona de exposición C

Ecuación 17

$$Altura\ total\ vivienda\ 5 = h_{palafitos} + h_{piso1} + h_{piso2} + h_{cubierta}$$

$$Altura\ total\ vivienda\ 5 = 7.5m$$

Grupo I – Estructuras de ocupación normal.

λ	1.35
K_{zt} (Factor topográfico)	1
I	0
Fuente: Los autores	

P_{s10}= Presión de viento de diseño simplificada para la categoría de exposición B.

Cuadro 4. Resultados

Velocidad básica de viento (m/s)	**Angulo de inclinación de la cubierta (grados)**	**Caso de carga**	**ZONAS**
			Presiones horizontales
			C
28	6.02	1	0.19
Fuente: Los autores			

Ecuación 18

$$P_{s10} = 0.19\ \frac{kN}{m^2}$$

- Presión neta:

$$Ps = \delta * K_{zt} * I * P_{s10}$$

$$Ps = 1.35 * 1 * 1 * 0.19 \frac{kN}{m^2}$$

PS	0.2565
Fuente: Los autores	

Fuerzas de viento por fachada:

Tabla 24. Fuerzas de viento por fachada

Fachada	Fuerza de viento	Unidad
F 1	2.963	KN
F 2	6.277	KN
F 3	4.74	KN
F 4	3.088	KN
F 5	4.74	KN
F 6	2.011	KN
F 7	7.038	KN
F 8	2.924	KN
F 9	7.664	KN
F 10	7.613	KN
Fuente: Los autores		

Análisis: El factor topográfico se toma como 1 asumiendo que la topografía del terreno es plana. Se toma la zona de exposición C debido a que es la zona que recibirá mayor presión de viviendo, pensada para la vivienda de tipología 5 puesto que es el módulo final de aplicación en vivienda; debido a que el proyecto se presenta en un terreno plano, el factor topográfico no genera un aumento en la velocidad del viento y por ello la presión disminuye; al obtener una presión neta tan baja en la vivienda se dice que dicha vivienda es capaz de resistir las cargas de viento sin que varíe esencialmente su geometría.

- CARGAS DE SISMO

Tabla 25. Cargas de sismos

Ciudad	Puerto Carreño
Zona de amenaza sísmica	Baja
Perfil de suelo	E
Aa	0.05
Av	0.05
Fa	0.9
Fv	2.4
Grupo de uso	I
Coeficiente de importancia	1
Fuente: Los autores	

Cálculo del periodo fundamental aproximado (Ta)

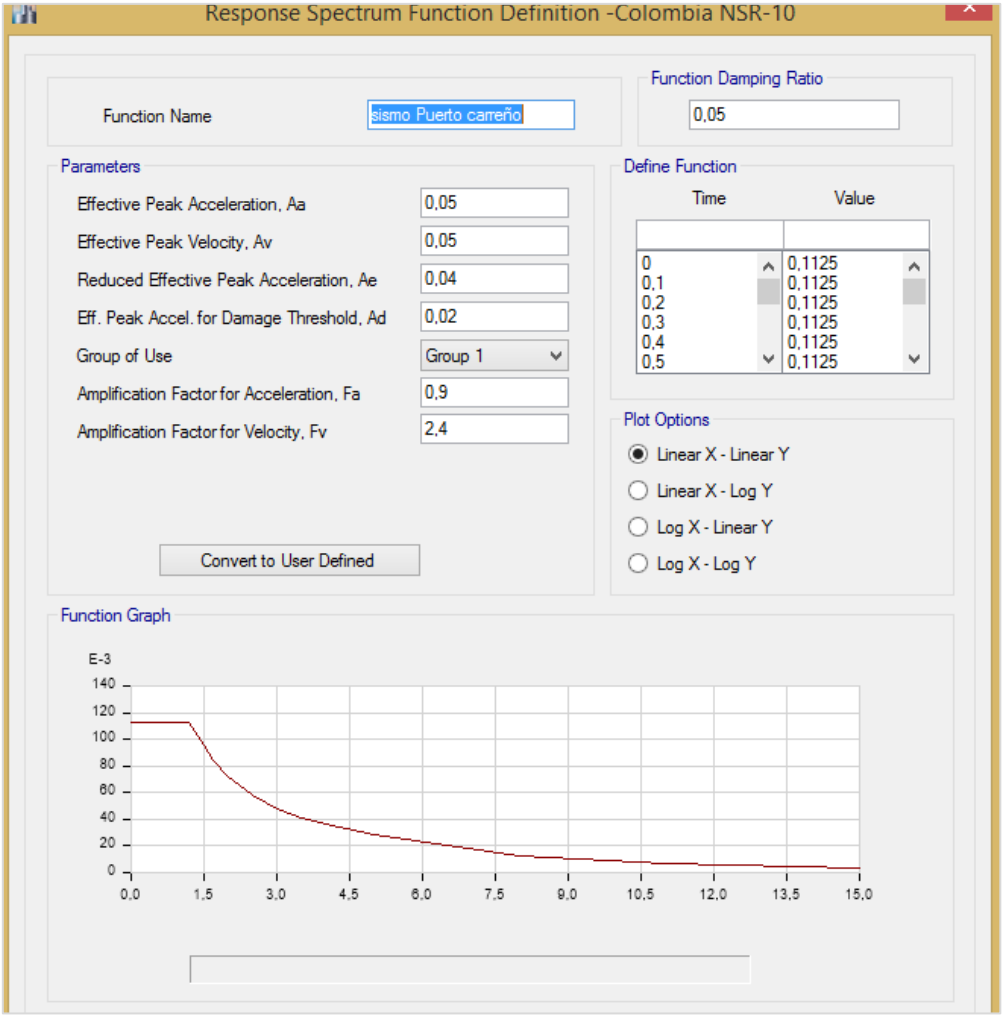
Ecuación 19

$$Ta$$

$$Ta$$

$$Ta$$

Figura 47. Interfaz Cálculo del periodo fundamental aproximado (Ta)



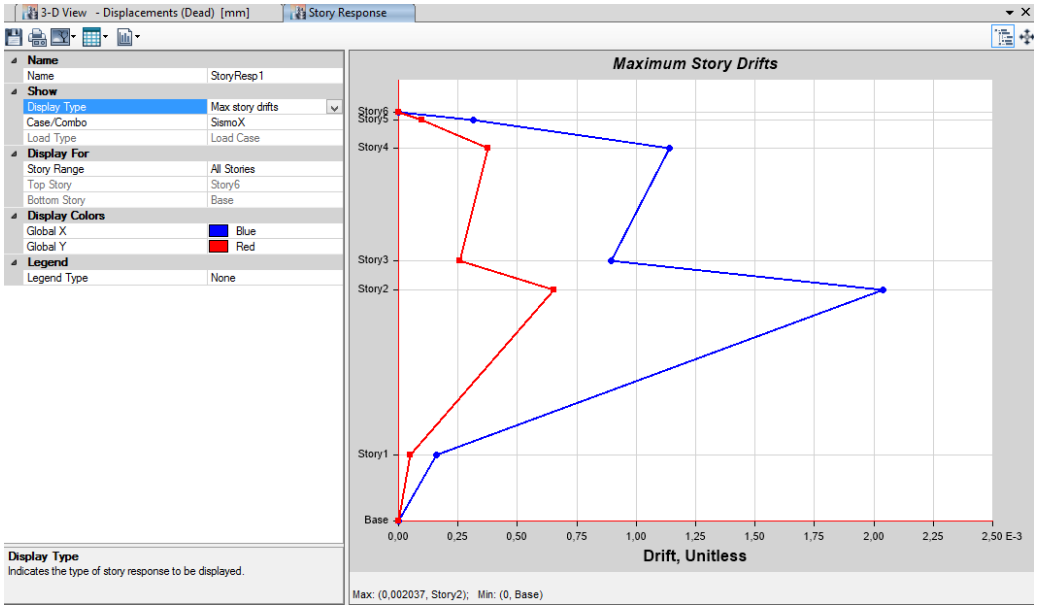
Fuente: Software ETABS2015. Los autores

Tabla 26. Derivas máximas como porcentaje de h_{pi}

Tabla A.6.4-1	
Derivas máximas como porcentaje de h_{pi}	
Concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1% ($\Delta^{i}_{max} \leq 0.010\ h_{pi}$)
Fuente: NSR-10 Titulo A	

Máximas derivas sismo en X

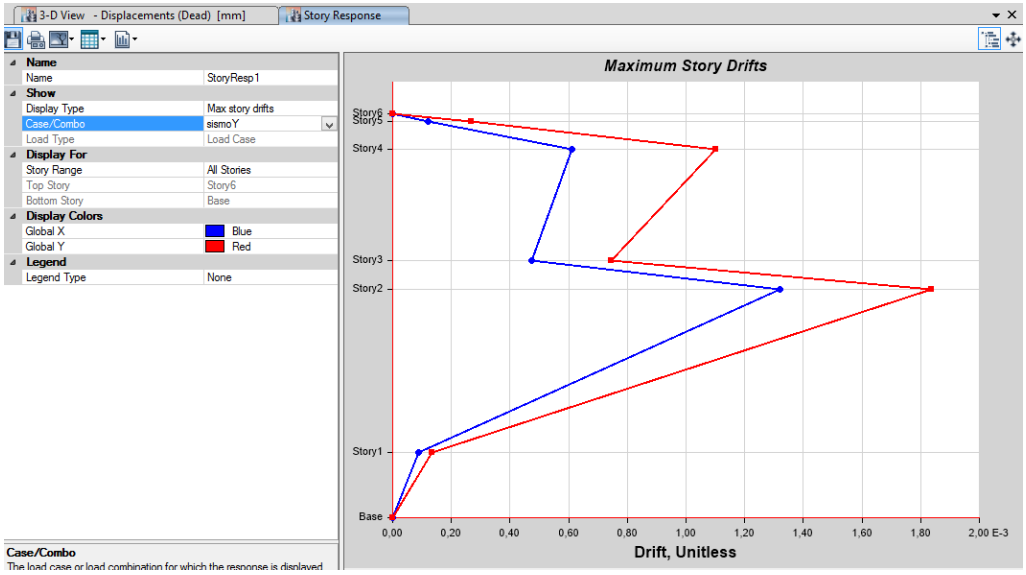
Figura 48. Interfaz Máximas derivas sismo en X



Fuente: Software ETABS 2015. Los autores

Máximas derivas sismo en Y

Figura 49. Interfaz Máximas derivas sismo en Y



Fuente: Software ETABS 2015. Los autores

Análisis: Teniendo en cuenta que puerto Carreño es una zona de amenaza sísmica baja, a pesar de ser un suelo tan regular su forma espectral no se vio muy afectada por las características de dicho suelo; teniendo en cuenta las

propiedades de la madera se genera un espectro de diseño con un porcentaje de amortiguamiento del 5%.

- Se verificó que la rigidez de la estructura cumple a cabalidad y las derivas obtenidas en la modelación del ETABS en cada una de las viviendas no exceden el 1% de la altura del piso, como se observan en las gráficas presentes de la modelación de la vivienda 5 con valores cercanos a 0, de manera tal que se cuenta con una estabilidad global de la estructura ante la presencia de un sismo con un adecuado comportamiento y el contenido del mismo.

Tabla 27 Síntesis de cargas a usar[76]

SINTESIS CUADRO DE CARGAS		
CARGAS VERTICALES		
CARGAS MUERTAS	VALOR	UND
Se usa una madera densa 25 mm	0.2	KN/m^2
Para la cubierta se usa una madera laminada (según el espesor)	0.2	KN/m^2
Carga puntual tanque de reserva	1	Ton
Carga min elementos no estructurales - Muros (Madera laminada según espesor)	0.01 (por mm de espesor)	KN/m^2
CARGAS VIVAS	VALOR	UND
Uso residencial, cuartos privados y sus corredores	1.8	KN/m^2
Cubierta	0.5	KN/m^2
CARGAS HORIZONTALES		
CARGAS	VALOR	UND
Cargas de viento (Presión neta)	0.2565	KN/m^2
Carga de sismo	Acorde a procedimiento y modelación en ETABS	
Fuente : Autores		

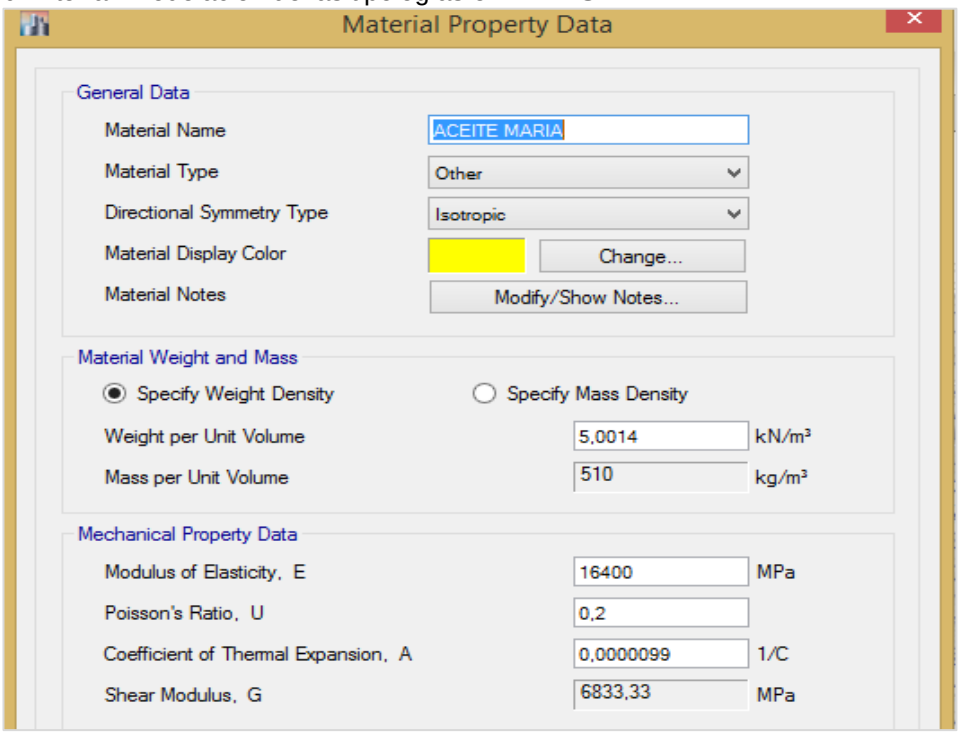
6.4 FASE 4

Modelación de las tipologías en ETABS

[76] Resumen de las cargas usadas en la modelación de ETABS, acorde a lo estipulado en la norma sismo resistente NSR-10 de forma enteramente académica.

- El tipo de madera seleccionado es Aceite María nombre científico (Calophyllum Mariae)

Figura 50. Interfaz Modelación de las tipologías en ETABS



Fuente: Procesamiento en software ETABS2015

Análisis: Debido a que la madera es un material anisótropo no se comporta igual en las mismas direcciones**,** su comportamiento es de una madera flexible puesto que en puerto Carreño no se presentan estaciones. Segundo por ser una madera latifoliada presenta gran resistencia, aclarando y recomendando que se trabaje dentro de sus deformaciones elásticas puesto que en el límite plástico nos acercamos mucho a la falla súbita.
Para las estructuras no empotradas en el suelo como es el caso de las viviendas palafíticas desplantadas sobre un suelo flexible, su respuesta sísmica varía debido a un incremento en el periodo de vibración debido a la flexibilidad del suelo.

- Las dimensiones de los elementos estructurales definitivos son:

Palafito: diámetro 0.3 m
Columna: 0.16m*0.16m
Viga: 0.10m*0.20m
Viguetas: 0.08m*0.16m

Analisis: Observando los resultados en las cargas y pesos totales de la vivienda de la tipologia 5 y las solicitaciones que debian suplir los diferentes elementos etructurales en base y comparando con el predimensionamiento dado, se observo mediante la modelacion el adecuado comportamiento estructural de la vivienda con las dimensiones dadas anteriormente, generando correcta rigidez, deformacion y funcionamiento en sus principales direcciones (radial , longitudinal y tangencial).

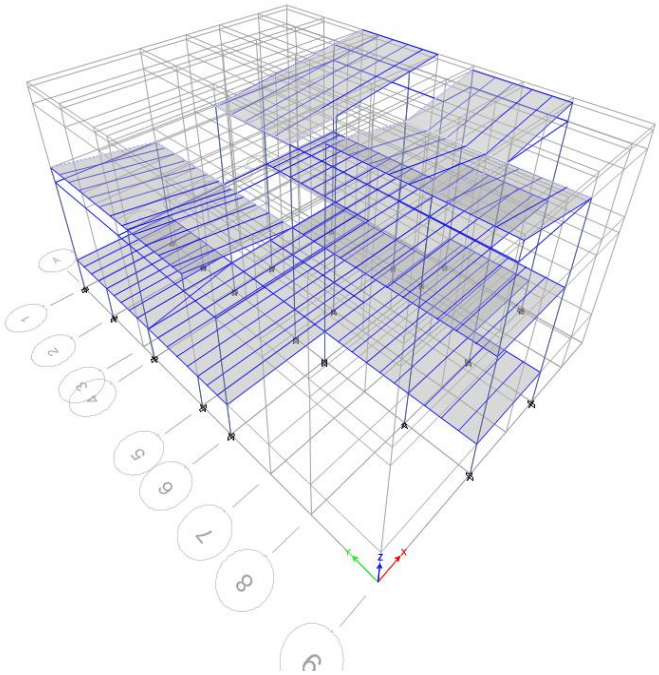
- Cargas verticales y horizontales

  Las cargas que se tienen encuenta en el ETABS son:

  Carga muerta
  Carga Viva
  Carga de viento
  Sismo en X
  Sismo en Y

- Definición de la geometría tipología de vivienda 5

Figura 51. Geometría tipología 5.



Fuente: Los Autores

- Según NSR10 G.2.2.1, para edificaciones que se diseñen bajo el titulo G, como es el caso del presente proyecto, el diseño de estructuras de madera se hará por el método de los esfuerzos admisibles. Por lo tanto, las combinaciones de carga que se aplican en proyecto son:

D
D+L
D+0.75L
D+W
D+0.7E
D+0.75W+0.75L
D+0.75E+*0.7E+0.75L
0.6D+W
0.6D+0.7E

Donde:
D: Carga muerta de la vivienda
L: Carga viva de la vivienda
W: Carga de viento
E: Fuerzas sismicas reducidas de diseño.

Esfuerzo admisible:

Ecuación 20

$$F"i = Fi * C_D * C_m * C_t$$

Análisis: Se modela y se solicitan los esfuerzos con la envolvente de diseño de la vivienda, en dichas combinaciones con las cargas en mención a fin de corroborar si el dimensionamiento dado cumple con la función de evitar la falla y estos elementos cumplan estructuralmente. Realizando un chequeo para comprobar si el sistema de pórticos es o no suficientemente resistente a la acción de las cargas aplicadas sobre él, se determina que la estructura cumple a cabalidad y tiene la rigidez necesaria para soportar dichas cargas.

Al correr el modelo se observa que tiene una configuración regular en planta las cinco tipologías de vivienda, evitando la irregularidad geométrica vertical o por discontinuidad lo que ayuda al modelo a tener un mejor comportamiento, los elementos estructurales tales como palafitos, columnas y muros se modelaron sin cambio en la sección en toda la altura con fines constructivos y homogeneidad en el comportamiento de la misma.

Debido a que el material propuesto reduce su resistencia y rigidez con la humedad, esta se tuvo en cuenta en el momento de realizar los esfuerzos admisibles de la estructura con el coeficiente de modificación por contenido de

humedad y temperatura en todos los esfuerzos presentes en el pórtico tales como compresión perpendicular y paralela, flexión, tensión y cortante resaltando que debido los altos índices de humedad y temperatura que se tienen en Puerto Carreño estos tendrían un mayor impacto en el comportamiento de la estructura, asimismo con el de verificar el correcto dimensionamiento de los elementos estructurales en mención.

Se debe realizar al momento de correr el modelo, un análisis de deformaciones de la estructura en función no sólo de la densidad del material usado como lo es la madera, sino también de la estructura interna y externa de la madera entendiendo qué partes de la misma están trabajando y cómo están trabajando.

6.5 FASE 5

Diseño estructural mediante el método de esfuerzos admisibles
Procedimiento realizado con todos los elementos horizontales (vigas y viguetas)
Viga B8:

- Verificación esfuerzo de flexión:

Ecuación 21

$$\sigma\ (fb) = \frac{M * C}{I}$$

Donde:
M: Momento flector (momento máximo)
C: Distancia desde el eje neutro (centroide) hasta donde se termina el esfuerzo.
I: Inercia

$$\sigma\ (fb) = \frac{0.1244N * 80mm}{\frac{1}{12} * 80mm * \ 160^3 mm}$$

$$\sigma\ (fb) = 0.364453Mpa$$

$$fb < f´b$$

Donde f´b está dado por:

Ecuación 22

$$F"b = \ Fb * C_D * C_m * C_t$$

$$F"b = \ 19.6Mpa * \ 0.9 * 0.8 \ * \ 1$$

$$F"b = 14.11Mpa$$

Tenemos que:

$$0.364453Mpa < 14.11Mpa$$

CUMPLE OLGADAMENTE

- Verificación de cortante paralelo a la fibra (dirección perpendicular a la fibra).

Ecuación 23

$$fv = \frac{3 * V}{2 * b * d}$$

Donde
V= Fuerza cortante vertical en sección considerada, en N
b, d= Dimensiones de la sección rectangular en mm

$$fv = \frac{3 * 104.7N}{2 * 80mm * 160mm}$$

$$fv = 0.012269Mpa$$

En la verificación del mismo debe cumplir la siguiente condición

$$fv < f´v$$

Ecuación 24

$$f´v = Fv * C_D * C_m * C_t$$

$$F"v = 1.5Mpa * 0.9 * 0.8 * 1$$

$$F"v = 1.14Mpa$$

Tenemos que:

$$0.012269Mpa < 1.14Mpa$$

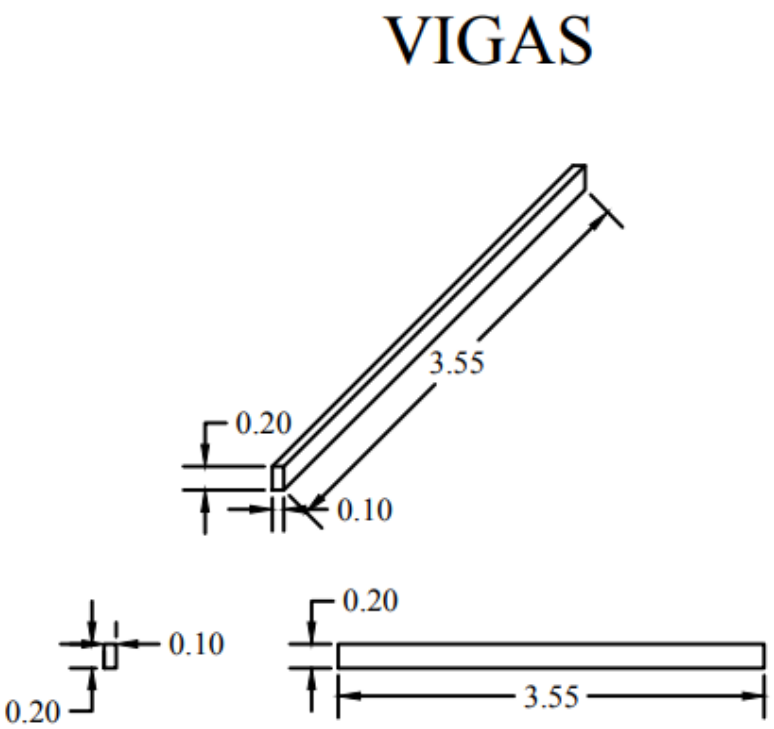
CUMPLE OLGADAMENTE

Análisis: En los resultados de los esfuerzos admisibles a flexión en las vigas se observa y comprueba el cumplimiento de los mismos, puesto que muestra un margen cuantitativo favorable entre los esfuerzos solicitados y los esfuerzos

permitidos o admisibles dados en la norma NSR-10, lo que genera gran tranquilidad puesto que se refleja mucha seguridad en estos elementos estructurales tan importantes, cabe resaltar que para el análisis de las vigas se trabajó una carga permanente.

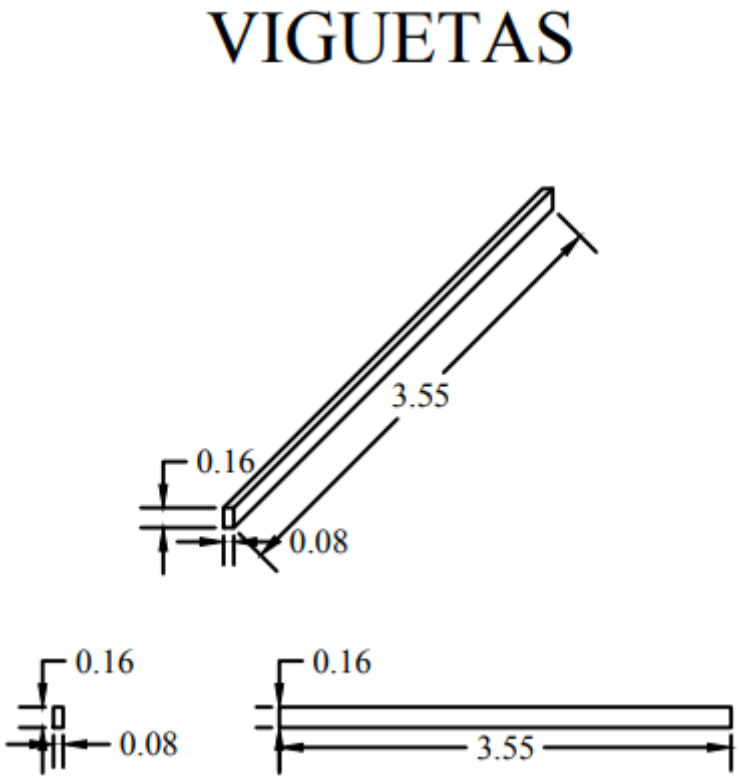
PLANTA A DETALLADA DE VIGAS Y VIGUETAS

Figura 52 Detalle vigas



Fuente Autores

Figura 53 Detalle viguetas



Fuente Autores

Columna C1:

- Diseño de elementos solicitados por fuerza axial:

Tensión axial - compresión axial

Ecuación 25

$$Le = Ke * lu$$

Donde:

Ke: Coeficiente de longitud efectiva, según lo determinado en la tabla G.4.3-1
Lu: Longitud no soportada lateralmente de la columna en la dirección considerada en mm.

$$Le = 0.5 * 3mm$$

$$Le = 1.5mm$$

$$\sigma = \frac{\left(\frac{Le}{B} + \frac{Le}{D}\right)}{2}$$

Donde:
$Le_{1,2}$: Longitud efectiva de la columna en la dirección considerada en mm
d_1,d_2: Dimensiones de la sección transversal en la dirección considerada en mm

$$\sigma = \frac{\left(\frac{1.5mm}{160mm} + \frac{1.5mm}{160mm}\right)}{2}$$

$$\sigma = 0.009375$$

- Coeficiente de estabilidad de columnas Para ello se debe calcular según la formula dada por la norma sismo resistente colombiana NSR-10 así:

Ecuación 26

$$C_p = \frac{1 + \left(\frac{F_{CE}}{F'c}\right)}{2C} - \sqrt{\left(\frac{1 + \left(\frac{F_{CE}}{F'_C}\right)}{2C}\right)^2 - \frac{\frac{F_{CE}}{F'c}}{C}}$$

Donde

F´c: Esfuerzo admisible de compresión paralelo al grano el cual se halla con la formula

Ecuación 27

$$F"c = Fc * C_D * C_m * C_t$$

$$F"c = 18Mpa * 0.9 * 0.8 * 1$$

$F"c =$ 12.5Mpa

F_{CE}: esfuerzo critico dado mediante la fórmula de la tabla G.4.3-3 de la NSR-10.

$$F"ce = \frac{0.822 * 5000Mpa}{0.009375^2}$$

$$F"ce = 46762666.7Mpa$$

C: Coeficiente valorizado dado en la tabla de la tabla G.4.3-3 de la NSR-10.

$$C = 0.8$$

- Coeficiente de estabilidad de columnas : La fuerza o carga admisible de la columna en N está dada por:

Ecuación 28

$$Pa = F´c * A_n$$

Donde:

F´c: Esfuerzo admisible de compresión paralelo al grano el cual se halla con la fórmula
A_n: Área neta de la columna en mm^2

$$Pa = 12.5Mpa * (160mm * 160mm)$$

$$Pa = 486000.12N$$

Para su verificación se mira que cumpla la condición de:

$$P\ calculado < Pa$$

$$164.5N < 486000.12N$$

El P calculado es generado desde el software ETABS

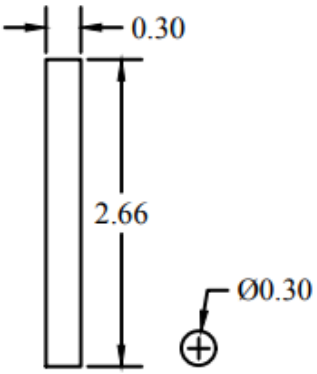
Análisis: En los resultados de los esfuerzos admisibles a cortante en las columnas y palafitos se observa y comprueba el cumplimiento de los mismos puesto que el peso estructural que reciben no es muy grande debido al material con el que se trabaja; mostrando un margen cuantitativo favorable entre los esfuerzos solicitados y los esfuerzos admisibles dados en la norma NSR-10, generando gran tranquilidad puesto que se refleja seguridad estructural.

Estos elementos al recibir una carga de compresión en dirección longitudinal es decir paralela a la fibra, trabaja en el módulo de elasticidad con pendiente de curva más inclinada, teniendo mayor deformación, sin embargo, aún es frágil y debe tratar de que trabaje en su rango elástico a pesar de tener una mayor zona de plasticidad, lo que nos muestra que la lignina de la madera empieza a ceder.

PLANTA A DETALLADA DE VIGAS Y VIGUETAS

Figura 54 Detalle palafitos

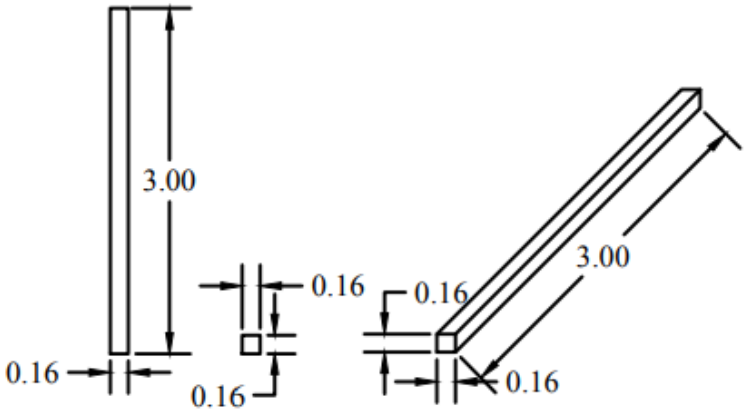
PALAFITOS



Fuente Autores

Figura 55 Detalle columnas

COLUMNAS



Fuente Autores

6.6 FASE 6

Uniones de la estructura

- Para la unión de todos los elementos estructurales se acudió a Catálogos de la empresa rothoblaas, una empresa reconocida a nivel nacional con presencia en Colombia.

VIGUETAS:
La union entre las viguetas y las vigas principales se realiza con tornillos HBS "Tornillos de cabeza avellanada", con un diametro de 6 mm y una longitud totalo de 180 mm.

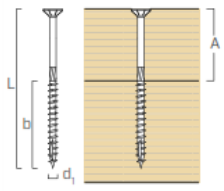
Cortante maximo en viguertas: V_{max} = 1,9 KN
Resistencia del tornillo = 2,07 KN

$$Cantidad\ de\ Tornillos = \frac{Resistencia\ del\ tornillo}{\text{Vmax}}$$

$$Cantidad\ de\ Tornillos = \frac{2{,}07\ KN}{1{,}9\ \text{KN}}$$

$$Cantidad\ de\ Tornillos = 1$$

Cuadro 5. Resistencia del tornillo

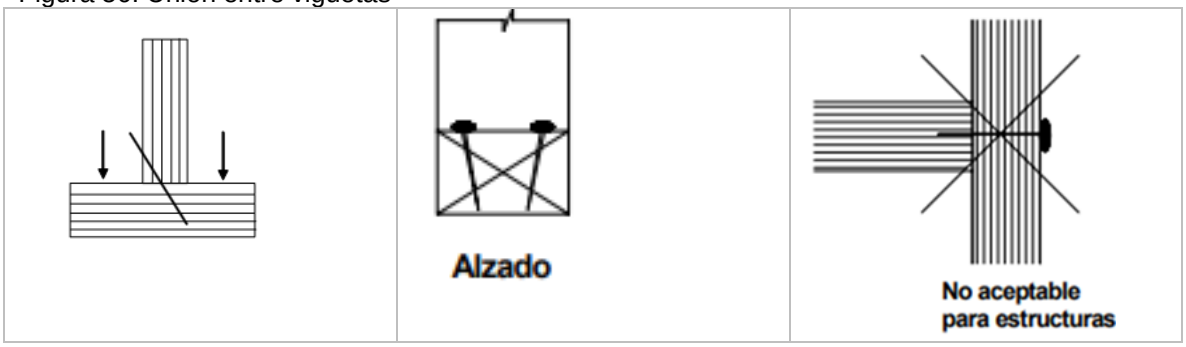
geometría				madera-madera	madera-madera con arandela	acero-madera placa fina [1]	acero-madera placa gruesa [2]	extracción de la rosca [3]	penetración cabeza [4]	penetración cabeza con arandela [4]
										
d_1 [mm]	L [mm]	b [mm]	A [mm]	$R_{v,k}$ [kN]	$R_{v,k}$ [kN]	$R_{v,k}$ [kN]	$R_{v,k}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$R_{head,k}$ [kN]	$R_{head,k}$ [kN]
6	40	35	8	0,89	0,89	1,64	2,60	2,65	1,63	4,53
	50	35	15	1,53	1,66	2,08	2,98	2,65	1,63	4,53
	60	30	30	1,78	1,94	2,24	2,93	2,27	1,63	4,53
	70	40	30	1,88	2,23	2,42	3,12	3,03	1,63	4,53
	80	40	40	2,07	2,42	2,42	3,12	3,03	1,63	4,53
	90	50	40	2,07	2,61	2,61	3,30	3,79	1,63	4,53
	100	50	50	2,07	2,61	2,61	3,30	3,79	1,63	4,53
	110	60	50	2,07	2,80	2,80	3,49	4,55	1,63	4,53
	120	60	60	2,07	2,80	2,80	3,49	4,55	1,63	4,53
	130	60	70	2,07	2,80	2,80	3,49	4,55	1,63	4,53
	140	75	65	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53
	150	75	75	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53
	160	75	85	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53
	180	75	105	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53
	200	75	125	2,07	2,80	3,09	3,78	5,68	1,63	4,53

($S_{PLATE} \leq 3$ mm; $S_{PLATE} \leq 6$ mm)

Fuente: ROTHOBLAAS. Tornillos y Conectores para Madera.[77]

Análisis: La unión entre las viguetas y las vigas principales se realiza con tornillos los cuales deben ser colocados a 45° puesto que si se coloca rectos podrìan romper la madera y afectar directamente el cortante y la estabilidad de la estructura; esto generaria que el matrial trabajara ya fallado, una de sus principales fallas que esto generarìa serìa la falla de compresion.

Figura 56. Unión entre viguetas



Fuente: NSR 10 Titulo G

VIGAS:

Para la unión de las vigas principales a las columnas utilizaremos estribos metálicos de alas externas, con una base igual a B= 100 mm y una altura de H= 140 mm, su altura supera la mitad de la altura de la viga lo que nos garantiza que no se giren las vigas principales.

Cortante maximo en viguas: V_{max} = 2,14 KN
Resistencia del estribo = 33,1 KN

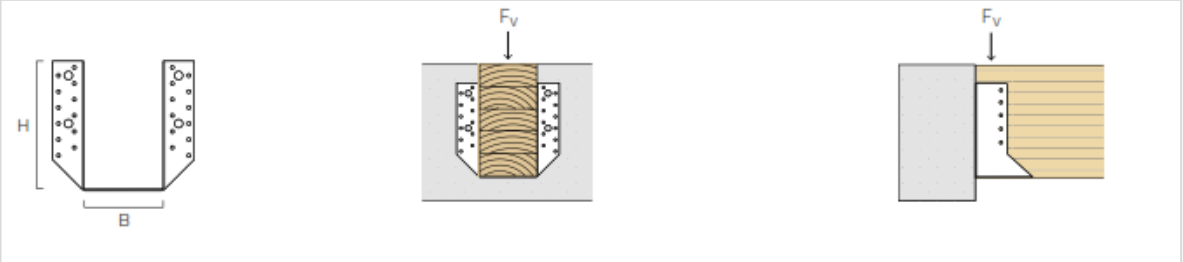
$$Verificacion\ de\ estribos = \text{Vmax} < \text{Resistencia del estribo}$$

$$Verificacion\ de\ estribos = 2{,}14\ \text{KN} < 33{,}1\ \text{KN}$$

$$Cumple\ olgadamente$$

Figura 57. Vigas

[77]ROTHOBLAAS.Tornillos y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag21-369.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/tornillos-y-conectores-para-madera-?e=18207635/70226833



Fuente: ROTHOBLAAS.Placas y Conectores para Madera.[78]

Análisis: Para la unión de las vigas principales a las columnas utilizaremos estribos metálicos de alas externas, los cuales deben cumplir una altura de herradura determinada igual a la altura de la viga o mayor esto con el fin de evitar efectos de torsión en la viga principal por los esfuerzos que estas reciben de las viguetas.

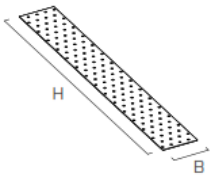
COLUMNAS:
Para la unión entre columnas y darles continuidad a las mismas manteniéndolas en su sitio se utiliza placas perforadas con un ancho de 60 mm y un largo de 600 mm.

Figura 58. Columnas

.

LBV 1,5 mm

CÓDIGO	B [mm]	H [mm]	n Ø5 unid.	s [mm]		unid.
LBV60600	60	600	75	1,5	•	10
LBV60800	60	800	100	1,5	•	10
LBV80600	80	600	105	1,5	•	10
LBV80800	80	800	140	1,5	•	10
LBV100800	100	800	180	1,5	•	10



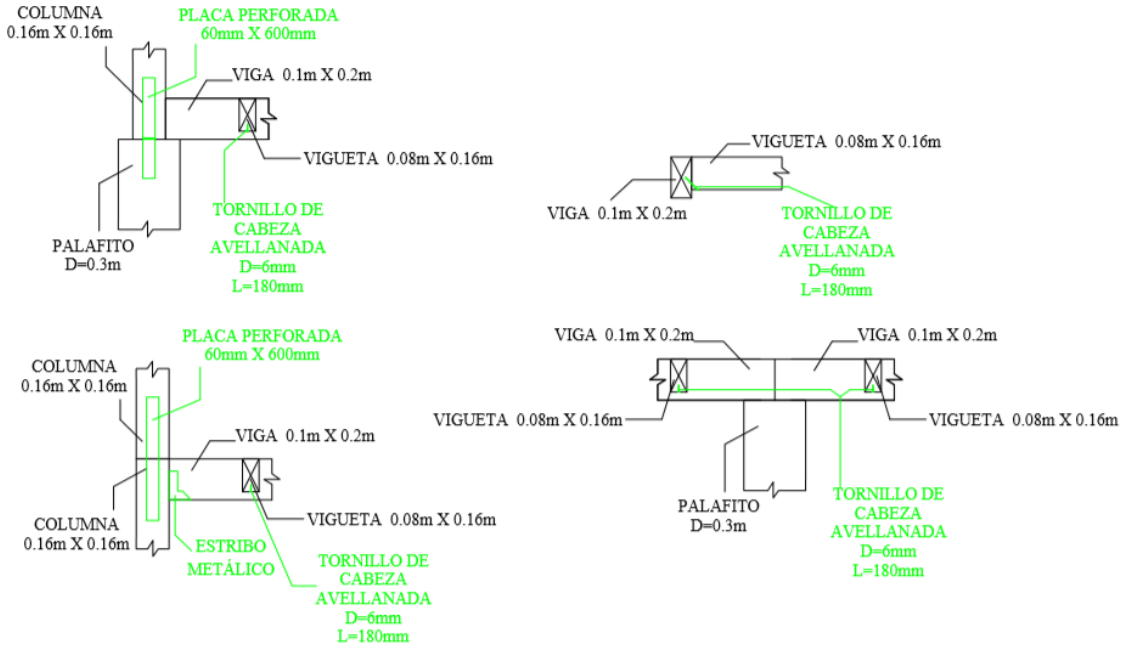
Fuente: ROTHOBLAAS. Placas y Conectores para Madera [79]

Análisis: Para la unión entre columnas, continuidad y mantenerlas en su sitio se usan placas perforadas, estas placas se utilizan únicamente para mantenerlas en su sitio puesto que el esfuerzo de compresión se trasmite a través de las mismas columnas sin que la unión interfiera.

[78]ROTHOBLAAS.Placas y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag387-581.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/placas_y_conectores?fr=sNjJlMTEyMA

[79] ROTHOBLAAS.Placas y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag383-581.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/placas_y_conectores?fr=sNjJlMTEyMA

Figura 59 Detalle estructural



Fuente: Autores

6.7 FASE 7

Diseño redes de servicios

RED HIDRAUICA
Tanque de almacenamiento

Personas: 5
Litros/habitante/ día: 200

$$Litros\ tanque\ de\ almacenamiento: 200\frac{\frac{litros}{habitante}}{dia} * 5habitante = 1000\frac{Litros}{dia}$$

- Presión acometida a tanque:

1mca=1.422 Psi
7,3m altura vivienda=10.38Psi

Presión con la que llega el agua al tanque= 10.38 Psi

Presión del tanque de reserva al aparato más lejano del primer piso:

Tabla 28. Parámetros de diseño

Z1	6.33	m
Z2	0.85	m
Gravedad	9.81	m/s^2
Densidad agua	1000	Kg/m^3
Viscosidad	0.00000101	m^2/s
Fuente: Los Autores		

Ecuación 29

$$\frac{P1}{\rho * g} + \frac{V1^2}{2 * g} + Z1$$

Tabla 29. Tubería y accesorios

TRAMO	LONGITUD Tubería	ACCESORIOS	CANTIDAD
Tanque - SC	22.25	Codos 90°	8
		Válvula check	1
		Tee de salida lateral	3
Fuente: Los Autores			

Tabla 30. Diámetros y velocidad

DIAMETRO comercial (in)	DIAMETRO comercial (m)	VELOCIDAD (m/s)
¾	0.04368	1.247630253
Fuente: Los Autores		

Tabla 31. Pérdidas de Carga

PERDIDAS POR FRICCION				
Re	F_{asum}	f	K/D	hf
53956.92027	0.128729205	0.128729205	3.43407E-06	5.202322407

	hf_T	5.202322407
Fuente: Los Autores		

Tabla 32. Coeficientes, pérdidas por accesorios

$K_{accesorio}$	PERDIDAS POR ACCESORIOS
0.9	0.412733818
2.5	0.412733818
0.9	0.412733818
h loc T	1.238201454
Fuente: Los Autores	

Tabla 33. Caudales

K_{PVC}	0.00000015
Q (m3/s)	0.000595102
Q (l/s)	0.595101665
Fuente: Los Autores	

Presión del tanque de reserva al aparato más lejano del primer piso:

Tabla 34.Criterios de diseño

Z1	6.33	m
Z2	0.85	m
Gravedad	9.81	m/s^2
Densidad agua	1000	Kg/m^3
Viscosidad	0.00000101	m^2/s
Fuente: Los Autores		

Tabla 35. Tubería y accesorios

TRAMO	LONGITUD Tubería	ACCESORIOS	CANTIDAD
Tanque – H	22.25	Codos 90°	7
		Válvula check	1
		Tee de salida lateral	2

H – DCH	Tee de paso directo	1
Fuente: Los Autores		

Tabla 36. Diámetro y velocidad

DIAMETRO comercial (in)	DIAMETRO comercial (m)	VELOCIDAD (m/s)
1	0.04368	1.102128401
1/2	0.0127	0.605118007
Fuente: Los Autores		

Tabla 37. Perdidas por fricción

PERDIDAS POR FRICCION				
Re	F_{asum}	f	K/D	hf
47664.32528	0.13043044	0.13043044	3.43407E-06	4.113312715
7608.909597	0.162083291	0.162083291	1.1811E-05	5.299631739
			hf_T	9.412944454
Fuente: Los Autores				

Tabla 38. Pérdidas por accesorios

$K_{accesorio}$	PERDIDAS POR ACCESORIOS
0.9	0.254657876
2.5	0.254657876
0.9	0.254657876
0.19	0.098906958
h loc T	0.862880586
Fuente: Los Autores	

Tabla 39.Caudales

K_{PVC}	0.00000015
Q (m3/s)	0.000525699
Q (l/s)	0.525699376

Fuente: Los Autores

Análisis: Dentro del análisis de la red hidráulica desde el tanque de reserva al lavadero, aparato más lejano que requiere de este servicio, se observa que la llegada del agua por presión de la gravedad suple el caudal requerido y establecido por la norma para la funcionalidad del mismo, lo que determina que para cada uno de los aparatos anteriores a este, el caudal y la presión llegará cumpliendo y supliendo las necesidades de este servicio en la red. Es decir que dicha red proporciona la cantidad de demanda de carga hidráulica de manera correcta.
Verificando esta se cumpliera con el caudal mínimo presente en la norma, se realizó la verificación respecto a esta tabla dada en la norma NTC 1500 segunda actualización.

Tabla 40. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios

Tabla 7. Caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa[1]	Caudal mínimo en L/s
Duchas	10	0,32
Sanitario tanque	7	0,19
Sanitario fluxómetro	15	0,95 a 2,5 [2]
Orinal	5	0,19
Orinal fluxómetro	15	0,95
Lavamanos	5	0,19
Vertederos o lavaplatos	5	0,28
Lavadoras	5	0,32
Llaves de manguera	5	0,32

1) La presión residual mínima es la presión en la tubería a la entrada del aparato que se esté considerando.

2) Se presenta un amplio rango de variación debido a los diferentes tipos y diseños de válvulas de fluxómetro para sanitario.

Fuente: NTC 1500 SEGUNDA EDICION

- Método de simultaneidad

Tabla 41. Velocidad y grosor de tubería

Velocidad máxima	**2**	**m/s**
Grosor de las paredes de la tubería	**0.005**	**in**

Fuente: Los Autores

Tabla 42. Datos método de simultaneidad

TRAMO	# A. S	FS	QMP (L/min)	QMP (L/s)
Sc - A	1	1	15	0.250
A - B	1	1	15	0.250
Lv - B	1	1	15	0.250

B - C	2	1	30	0.500
Nev - C	1	1	8	0.133
C - D	3	0.71	38	0.633
Lp - D	1	1	10	0.167
D -E	4	0.58	48	0.800
Dch - H	1	1	11	0.183
H - G	1	1	11	0.183
Wc - G	1	1	6	0.100
G - F	2	1	17	0.283
Lm - F	1	1	8	0.133
F - E	3	0.71	25	0.417
E - Tanque	7	0.41	73	1.217
Fuente: Los Autores				

Tabla 43. Caudales y diámetros

Qmp (L/s)	Qmp (m^3/s)	Dm (m)	Dn (m)	Dn (in)
0.250	0.0003	0.013	0.497	0.75
0.250	0.0003	0.013	0.497	0.75
0.250	0.0003	0.013	0.497	0.75
0.500	0.0005	0.018	0.702	0.75
0.133	0.0001	0.009	0.363	0.50
0.450	0.0004	0.017	0.666	0.75
0.167	0.0002	0.010	0.406	0.50
0.464	0.0005	0.017	0.677	0.75
0.183	0.0002	0.011	0.425	0.50
0.183	0.0002	0.011	0.425	0.50
0.100	0.0001	0.008	0.314	0.50
0.283	0.0003	0.013	0.529	0.75
0.133	0.0001	0.009	0.363	0.50
0.296	0.0003	0.014	0.540	0.75
0.499	0.0005	0.018	0.702	0.75
Fuente: Los Autores				

Tabla 44. Comprobaciones

De (m)	V (m/s)	COMPROBACIÓN Vmax	COMPROBACIÓN Vmin
0.019	0.889	CUMPLE	CUMPLE
0.019	0.889	CUMPLE	CUMPLE
0.019	0.889	CUMPLE	CUMPLE

0.019	1.778	CUMPLE	CUMPLE
0.013	1.074	CUMPLE	CUMPLE
0.019	1.599	CUMPLE	CUMPLE
0.013	1.342	CUMPLE	CUMPLE
0.019	1.650	CUMPLE	CUMPLE
0.013	1.477	CUMPLE	CUMPLE
0.013	1.477	CUMPLE	CUMPLE
0.013	0.805	CUMPLE	CUMPLE
0.019	1.007	CUMPLE	CUMPLE
0.013	1.074	CUMPLE	CUMPLE
0.019	1.052	CUMPLE	CUMPLE
0.019	1.774	CUMPLE	CUMPLE
Fuente: Los Autores			

- Método de hunter primer piso vivienda 5: Presión requerida al aparato más lejano desde el tanque de reserva.

Tabla 45 Método de Hunter modificado

TRAMO	# A.S	U.C	QMP (L/min)	QMP (L/s)	QMP (L/s)	QMP (m^3/s)	Dm (m)	Dn (m)	Dn (in)	De (m)	V (m/s)	COMPROBACIÓN Vmax	COMPROBACIÓN Vmin
Sc - A	1	2	15	0.250	0.187	0.00019	0.011	0.430	0.50	0.013	1.509	CUMPLE	CUMPLE
A - B	1	2	15	0.250	0.187	0.00019	0.011	0.430	0.50	0.013	1.509	CUMPLE	CUMPLE
Lv - B	1	2	15	0.250	0.187	0.00019	0.011	0.430	0.50	0.013	1.509	CUMPLE	CUMPLE
B - C	2	4	30	0.500	0.302	0.00030	0.014	0.546	0.75	0.019	1.073	CUMPLE	CUMPLE
Nev - C	1	1	8	0.133	0.116	0.00012	0.009	0.339	0.50	0.013	0.937	CUMPLE	CUMPLE
C - D	3	5	38	0.633	0.352	0.00035	0.015	0.589	0.75	0.019	1.250	CUMPLE	CUMPLE
Lp - D	1	2	10	0.167	0.187	0.00019	0.011	0.430	0.50	0.013	1.509	CUMPLE	CUMPLE
D -E	4	7	48	0.800	0.443	0.00044	0.017	0.661	0.75	0.019	1.576	CUMPLE	CUMPLE
Dch - H	1	2	11	0.183	0.187	0.00019	0.011	0.430	0.50	0.013	1.509	CUMPLE	CUMPLE
H - G	1	2	11	0.183	0.187	0.00019	0.011	0.430	0.50	0.013	1.509	CUMPLE	CUMPLE
Wc - G	1	6	6	0.100	0.399	0.00040	0.016	0.627	0.75	0.019	1.417	CUMPLE	CUMPLE

G - F	2	8	17	0.283	0.486	0.00049	0.018	0.692	0.75	0.019	1.727	CUMPLE	CUMPLE
Lm - F	1	1	8	0.133	0.116	0.00012	0.009	0.339	0.50	0.013	0.937	CUMPLE	CUMPLE
F - E	3	9	25	0.417	0.527	0.00053	0.018	0.721	0.75	0.019	1.873	CUMPLE	CUMPLE
E - Tanque	7	16	73	1.217	0.782	0.00078	0.022	0.879	1.00	0.025	1.560	CUMPLE	CUMPLE
Fuente: Los Autores													

Tabla 46. Accesorios

TRAMO	LONGITUD	ACCESORIOS	CANTIDAD
M (Tanque) - E	0.057	Suministro	1
		Codo 90	2
E - D	12.17	Tee (salida lateral)	1
		Codo 90	4
		Válvula de compuerta	1
D - C	1.3	Tee (paso directo)	1
C - B	0.8	Tee (paso directo)	1
B - A	0.69	Tee (paso directo)	1
A - SC	0.85	codo 90	2
Fuente : Los Autores			

Tabla 47. Diámetros y velocidades

DIAMETRO NOMINAL (in)	DIAMETRO NOMINAL (m)	VELOCIDAD (m/s)
1	0.02413	1.56
3/4	0.01778	1.576
¾	0.01778	1.25
¾	0.01778	1.073
½	0.01143	1.509
½	0.01143	1.509
Fuente : Los Autores		

Tabla 48. Pérdidas por Fricción

PERDIDAS POR FRICCION				
Re	F_{asum}	f	K/D	hf
37270.09901	0.02235	0.02235	6.21633E-06	0.006547813
27743.84	0.02394	0.02394	8.43645E-06	2.074598405
22004.9505	0.02531	0.02531	8.43645E-06	0.147353438
18889.0495	0.02627	0.02627	8.43645E-06	0.069354781
17077.09901	0.02694	0.02694	1.31234E-05	0.188753749
17077.09901	0.02694	0.02694	1.31234E-05	0.232522734
			hf_T	2.71913092
Fuente : Los Autores				

Tabla 49. Perdidas por accesorios

$K_{accesorio}$	PERDIDAS POR ACCESORIOS
	1.200853846
0.9	0.223266055
0.9	0.113934679
0.9	0.455738716
0.2	0.025318818
0.19	0.015131244
0.9	0.052813257
0.19	0.022051243
0.9	0.208906514
h loc T	2.31801437
Fuente : Los Autores	

P1	16.28890338	CUMPLE

Análisis: El método de simultaneidad pretende evaluar el caudal máximo probable en la red hidráulica al igual que el método de Hunter modificado, sin embargo, los

valores de caudal en el método de simultaneidad son mayores puesto que el método de hunter trabaja bajo el concepto de un caudal y unas presiones de algunos aparatos, de todos los que están conectados al sistema, entrarán en operación simultánea en un instante dado.

Las unidades de descarga del método de hunter nos proporcionan aproximaciones cercanas a las necesarias en el momento de la descarga del aparato lo que genera una veracidad en el cálculo y diseño de la red hidráulica a fin de ver que esta cumpla con la carga necesaria para el correcto funcionamiento de todos los aparatos de la vivienda.

Debido a las inundaciones presentes en puerto Carreño y al fallo de las tuberías en el mismo a raíz de ellas, el servicio de agua potable es interrumpido, el tanque de reserva para cada una de las tipologías de vivienda genera solución a esta problemática a fin de suplir un día de agua potable en caso de daño o fallo de la red municipal.

RED SANITARIA

- El diseño de la red sanitaria

Dirección en la tubería a 45° a la tubería que lleva dichas aguas a la bajante de la vivienda.
Pendiente del 2%

Red sanitaria bajante 1 primer piso casa 5:

Tabla 50. Características red sanitaria bajante 1

TRAMO	UD	Qmp (L/s)	Pendiente	D comercial (in)	V flujo (m/s)	D mínimo (in)		
LV - A	2	0.1873	2%	2	0.6415	0.7591	1	CUMPLE
Sifón - A	1	0.1163	2%	2	0.6415	0.5981	3/4	CUMPLE
A- B	3	0.2475	2%	2	0.6415	0.8726	1	CUMPLE
LVD - B	1	0.1163	2%	2	0.6415	0.5981	3/4	CUMPLE
B - C	4	0.3016	2%	2 1/2	0.7444	0.8943	1	CUMPLE
Lp - D	2	0.1873	2%	2	0.6415	0.7591	1	CUMPLE
Sifón - D	1	0.1163	2%	2	0.6415	0.5981	3/4	CUMPLE
D - C	3	0.2475	2%	2	0.6415	0.8726	1	CUMPLE
C - E	7	0.4432	2%	4	1.0183	0.9268	1	CUMPLE
DCH - E	2	0.1873	2%	2	0.6415	0.7591	1	CUMPLE
E - F	9	0.5268	2%	4	1.0183	1.0104	1 1/4	CUMPLE
Wc - F	6	0.3986	2%	4	1.0183	0.8789	1	CUMPLE
F - G	15	0.7484	2%	4	1.0183	1.2043	1 1/4	CUMPLE
Lm - G	1	0.1163	2%	2	0.6415	0.5981	3/4	CUMPLE

G - B1	17	0.8157	2%	4	1.0183	1.2573	1 1/2	CUMPLE
Fuente Los Autores								

Tabla 51. Red sanitaria bajante 1 segundo piso casa 5:

TRAMO	UD	Qmp (L/s)	Pendiente	D comercial (in)	V flujo (m/s)	D mínimo (in)		
DCH - A	2	0.1873	2%	2	0.6415	0.7591	1	CUMPLE
A - B	2	0.1873	2%	2	0.6415	0.7591	1	CUMPLE
WC - B	6	0.3986	2%	4	1.0183	0.8789	1	CUMPLE
B - C	8	0.4858	2%	4	1.0183	0.9703	1	CUMPLE
LM - C	1	0.1163	2%	2	0.6415	0.5981	3/4	CUMPLE
C - B1	9	0.5268	2%	4	1.0183	1.0104	1 1/4	CUMPLE
Fuente Los Autores								

Tabla 52. Red vertical

BAJANTE	UD	Qmp (L/s)	r	d mínimo (in)	d comercial (in)	V final	
1	26	1.0924	2/7	1.809	2	4	2.167	1.642
Fuente Los Autores							

Tabla 53. Tubería de ventilación:

Bajante	Qmp (L/s)	Dc (in)	Área Total (m2)	ϒ verdadero	Área corona circular (m2)	Área Aire (m2)
1	1.0924	4	0.00811	0.0819	0.00066404	0.00744
Fuente Los Autores						

Tabla 54. Parámetros

V agua (m/s)	V aire (m/s)	Q aire (m3/s)	D min (m)	D min (in)	D comercial (in)
1.6422	0.1345	0.0010	0.1017	4.0035	5
Fuente Los Autores					

Análisis: Para una red sanitaria tan pequeña se observó y analizo mediante los cálculos la necesidad de una sola bajante, con diámetros y velocidades pequeños aun usando una pendiente máxima del 2%. La red sanitaria presenta un diseño apto para la carga funcional requerida.

Detalles de las conexiones hidrosanitarias en los aparatos

Figura 60 Vista lateral Inodoro

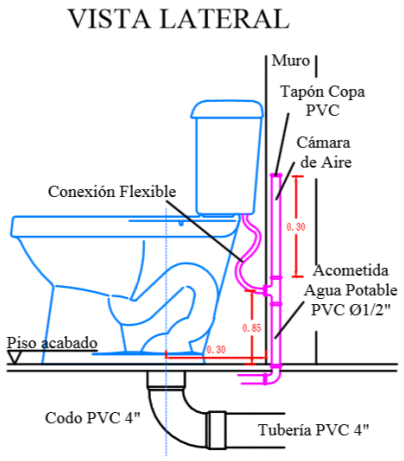


Figura 61 Vista lateral lavamanos

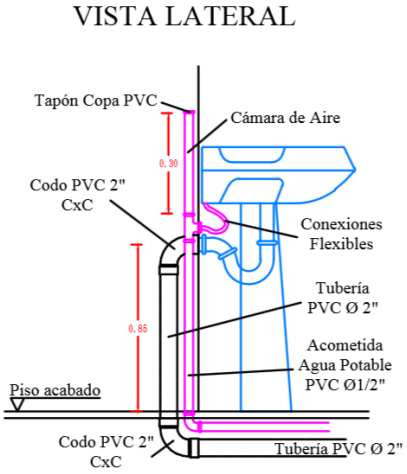


Figura 62 Vista Lateral Lavaplatos

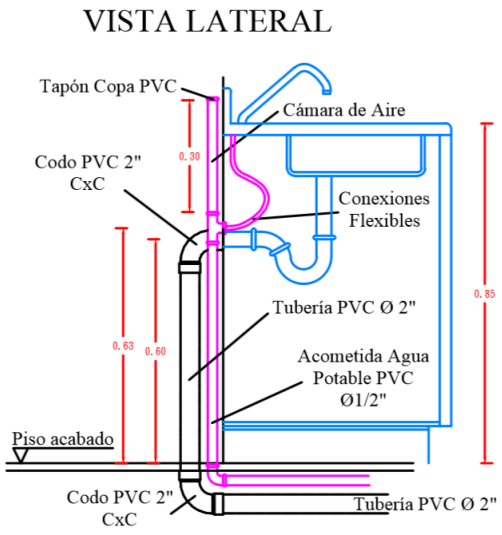
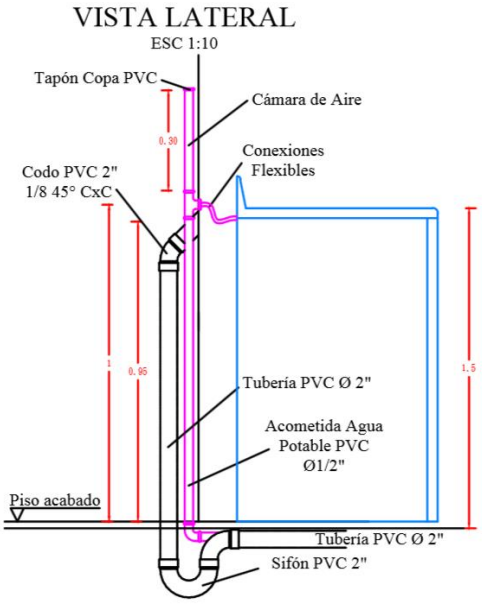


Figura 63 Vista lateral Lavadora



Fuente: Autores

INSTALACIONES ELECTRICAS

Calculo de la casa Nº5

La metodología cuantitativa que se utiliza en la vivienda de tipología Nº 5 se repite para todas las demás tipologías con sus respectivas particularidades.

Para determinar la carga total que se necesita para el uso de la vivienda se van a tomar las siguientes consideraciones:

- 1 Tomacorriente 180 W
- 1 Bala Leds 12W

Carga de Circuito 1:

Ecuación 30$Carga\ C_1 = \#\ de\ balas\ leds * 12W$

$$Carga\ \ C_1 = (29\ * 12W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_1 = 0.348\ KVA$$

Carga de Circuito 2:

$$Carga\ C_2 = \#\ de\ tomacorrientes * 180W$$
$$Carga\ \ C_2 = (4\ * 180W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_2 = 0.72\ KVA$$

Carga de Circuito 3:

$$Carga\ C_3 = \#\ de\ tomacorrientes * 180W$$
$$Carga\ \ C_3 = (5\ * 180W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_3 = 0.9\ KVA$$

Carga de Circuito 4:

$$Carga\ C_4 = \#\ de\ tomacorrientes * 180W$$
$$Carga\ \ C_4 = (6\ * 180W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_4 = 1.08\ KVA$$

Carga de Circuito 5:

$$Carga\ C_5 = \#\ de\ tomacorrientes * 180W$$
$$Carga\ \ C_5 = (6\ * 180W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_5 = 1.08\ KVA$$

Carga de Circuito 6:

$$Carga\ C_6 = \#\ de\ tomacorrientes * 180W$$
$$Carga\ \ C_6 = (6\ * 180W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_6 = 1.08\ KVA$$

Carga de Circuito 7:

$$Carga\ C_7 = \#\ de\ tomacorrientes * 180W$$
$$Carga\ \ C_7 = (6\ * 180W) * \frac{1\ KVA}{1000\ W}$$
$$Carga\ \ C_7 = 1.08\ KVA$$

❖ Carga total del tablero:

$$Carga\ Total\ C_t = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7$$

$$Carga\ Total\ C_t = 0.348KVA + 0.72KVA + 0.9\ KVA + 1.08\ KVA + 1.08\ KVA + 1.08\ KVA + 1.08\ KVA$$

$$Carga\ Total\ C_t = 6.288\ KVA$$

Tabla 55. Carga diversificada:

CARGA				
CARGA	CARGA DISEÑO (W)	Dm %	CARGA DIVERSIFICADA	CARGA DIVERSIFICADA (VA)
Primeros 3000 o menos	3000	100 %	3000	3000
Siguientes hasta 12000	3288	35%	1150.8	1150.8
Tomas Especiales	0	80%	0	
	6288			4150.8
Fuente Los Autores				

$$Carga\ Hasta\ 12000 = (C_t * 1000) - 3000W$$
$$Carga\ Hasta\ 12000 = (6.288\ KVA * 1000) - 3000W$$
$$Carga\ Hasta\ 12000 = 3288W$$

$$Carga\ Diversificada = (3000W * 100\%) + (Carga\ Hasta\ 12000 * 35\%)$$
$$Carga\ Diversificada = (3000W * 1.0) + (3288\ W * 0.35)$$
$$Carga\ Diversificada = 3000W + 1150.8W$$
$$Carga\ Diversificada = 4150.8W$$

❖ Protección para los circuitos:

20 Amperios = 2000 W
15 Amperios = 1500 W

- Para circuito 1:

$$Taco\ de = carga\ por\ aparato * \#\ de\ aparatos$$

$$Taco\ de = 12\ w * 29$$

$$Taco\ de = 348\ W$$

$$Taco\ de = 348W \sim 15\ Amperios\ (Taco\ comercial)$$

- Para circuito 2:

$$Taco\ de = carga\ por\ aparato * \#\ de\ aparatos$$

$$Taco\ de = 180\ w * 5$$

$$Taco\ de = 900\ W$$

$$Taco\ de = 900W \sim 20\ Amperios\ (Taco\ comercial)$$

- Para circuito 3-7:

$$Taco\ de = carga\ por\ aparato * \#\ de\ aparatos$$

$$Taco\ de = 180\ w * 6$$

$$Taco\ de = 1080\ W$$

$$Taco\ de = 1080W \sim 20\ Amperios\ (Taco\ comercial)$$

NOTA: Para los circuitos que corresponden a los tomacorrientes debido al gasto que se genera por su uso y para dar un margen de seguridad muy alto se decide implementar protección con tacos de 20 Amperios.

Análisis: Dentro del diseño de las instalaciones eléctricas se puede observar el uso de cable de seguridad para evitar posibles incendios debido al material en el que está construida la edificación y a las altas temperaturas que se presentan en la zona de estudio.

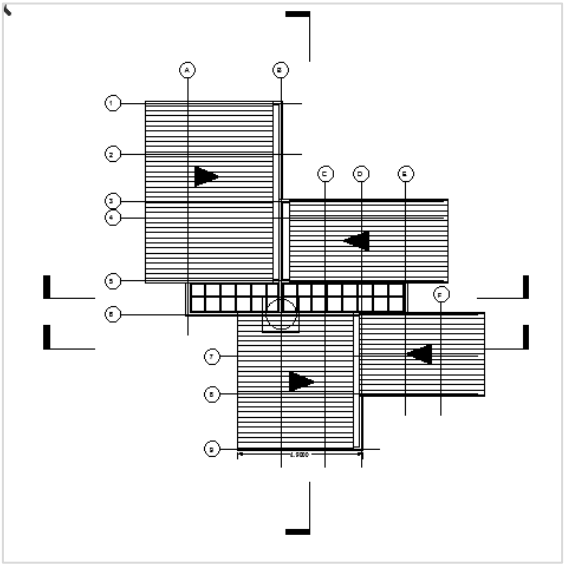
Se colocó el tablero de control de los circuitos en un lugar en el que todas las personas tuvieran acceso si se llegara a presentar algún accidente o alguna reparación y que estuviera en todas las tipificaciones de vivienda presentes en el proyecto.

Toda la luminaria se colocó a las distancias máximas para que no se desperdiciara luz y que las viviendas tuvieran un ambiente claro.

Los componentes de los circuitos se pensaron de tal manera que se diera un rango alto de seguridad para evitar posibles daños en la red local debido a que varios aparatos estén conectados al sistema y entren en operación simultáneamente en un instante dado.

RED PLUVIAL: Red pluvial para las 5 tipologías de vivienda

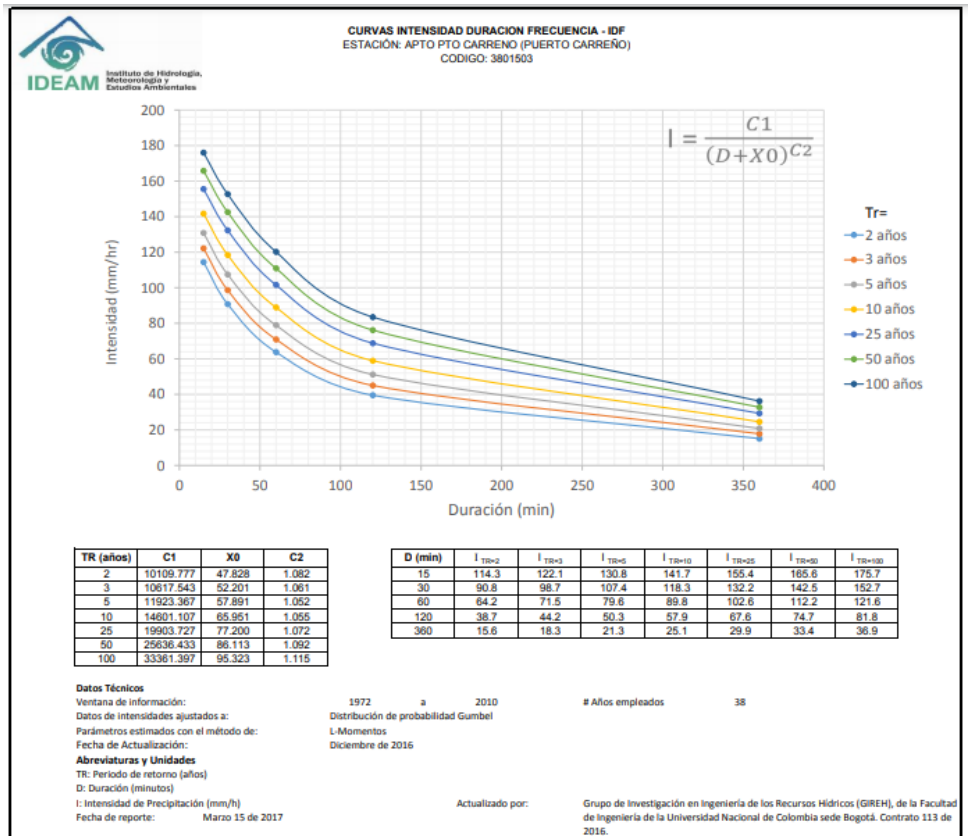
Figura 64. Red pluvial para las 5 tipologías de vivienda



Fuente: Los Autores

- Método racional.

Figura 65. Curvas IDF



TR (años)	C1	X0	C2
2	10109.777	47.828	1.082
3	10617.543	52.201	1.061
5	11923.367	57.891	1.052
10	14601.107	65.951	1.055
25	19903.727	77.200	1.072
50	25636.433	86.113	1.092
100	33361.397	95.323	1.115

D (min)	$I_{TR=2}$	$I_{TR=3}$	$I_{TR=5}$	$I_{TR=10}$	$I_{TR=25}$	$I_{TR=50}$	$I_{TR=100}$
15	114.3	122.1	130.8	141.7	155.4	165.6	175.7
30	90.8	98.7	107.4	118.3	132.2	142.5	152.7
60	64.2	71.5	79.6	89.8	102.6	112.2	121.6
120	38.7	44.2	50.3	57.9	67.6	74.7	81.8
360	15.6	18.3	21.3	25.1	29.9	33.4	36.9

Datos Técnicos

Ventana de información: 1972 a 2010 # Años empleados 38

Datos de intensidades ajustados a: Distribución de probabilidad Gumbel

Parámetros estimados con el método de: L-Momentos

Fecha de Actualización: Diciembre de 2016

Abreviaturas y Unidades

TR: Periodo de retorno (años)

D: Duración (minutos)

I: Intensidad de Precipitación (mm/h)

Fecha de reporte: Marzo 15 de 2017

Actualizado por: Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIREH), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Contrato 113 de 2016.

Fuente: IDEAM

Tabla 56. Datos de entrada

DATOS DE ENTRADA	
pendiente	1%
capacidad	80%
velocidad mínima(m/s)	0.8
c	1
I(mm/hora/m^2)	175.7
Fuente Los Autores	

Tabla 57. Áreas

AREAS (m^2)	Q(m^3/s)	APARATO
36	0.001757	Bajante1
20.625	0.001006615	Bajante2
24.75	0.001207938	Bajante3
16.17	0.000789186	Bajante4
11.31	0.000551991	Bajante5
Fuente Los Autores		

Tabla 58. Una agua, Bajantes

UNA AGUA			BAJANTES		Pulgadas
AREA REQUERIDA m^2	0.00219625	canaleta	DIAMETRO	2.16134485	2 1/2
	0.001258268	canaleta	DIAMETRO	1.75391427	2
	0.001509922	canaleta	DIAMETRO	1.87802483	2
	0.000986482	canaleta	DIAMETRO	1.60094674	2
	0.000689989	canaleta	SIFON	1.40010016	2
Fuente Los Autores					

Tabla 59. Bajantes

BAJANTE 1	Dimensiones		Área		
cuadradas	0.046864165	0.1	0.1	0.01	CUMPLE
BAJANTE 2	Dimensiones		Área		

cuadradas	0.035472077	0.08	0.08	0.0064	CUMPLE
BAJANTE 3	**Dimensiones**		**Área**		
cuadradas	0.038857713	0.08	0.08	0.0064	CUMPLE
BAJANTE 4	**Dimensiones**		**Área**		
cuadradas	0.031408316	0.08	0.08	0.0064	CUMPLE
BAJANTE 5	**Dimensiones**		**Área**		
cuadradas	0.026267633	0.08	0.08	0.0064	CUMPLE
Fuente: Los Autores					

Análisis: Debido a que cada una de las tejas de la vivienda trabaja a un agua se hace necesario el uso de una canal cuadrada independiente para cada una de ellas con su respectiva bajante para cada una de las tipologías de vivienda.

El diseño arquitectónico presenta una parte plana en vidrio en las cubiertas razón por la cual a dicha parte se le coloco un sifón a fin de tener un drenaje correcto de las aguas lluvias en las viviendas.

No se hizo necesarias las cargas de granizo o taponamiento debido a la altitud en la que se encuentra el municipio.

6.8 FASE 8

ANEXO PLATAFORMA

Dentro del pre dimensionamiento de los elementos de la plataforma se decide utilizar las mismas dimensiones utilizadas en las viviendas, debido a que se hace mucho más fácil en cuanto a la producción de la materia prima y su máximo aprovecho y también para darle homogeneidad a toda la estructura.
Para crear los ejes de la plataforma tomamos la ubicación de las columnas de las viviendas para que coincidieran los ejes tanto de las viviendas como de la plataforma a fin de que en el momento de la construcción solamente se necesite realizar un solo replanteo y se facilite la ejecución, para brindarle más rigidez a la estructura se colocaron vigas principales para crear luces más pequeñas dentro de la modelación.

Diseño estructural mediante el método de esfuerzos admisibles para la plataforma

Viga B354:

- Verificación esfuerzo de flexión:

Ecuación 31

$$\sigma\ (fb) = \frac{M * C}{I}$$

Donde:
M: Momento flector (momento máximo)
C: Distancia desde el eje neutro (centroide) hasta donde se termina el esfuerzo.
I: Inercia

$$\sigma\ (fb) = \frac{0.0186N * 80mm}{\frac{1}{12} * 80mm * \ 160mm^3}$$

$$\sigma\ (fb) = 0.054492Mpa$$

$$fb < f´b$$

Donde f´b está dado por:

$$F"b = \ Fb * C_D * C_m * C_t$$

$$F"b = \ 19.6Mpa * \ 0.9 * 0.8 \ * \ 1$$

$$F"b = \ 14.11Mpa$$

Tenemos que:

$$0.054492Mpa \ < \ 14.11Mpa$$

CUMPLE OLGADAMENTE

- Verificación de cortante paralelo a la fibra (dirección perpendicular a la fibra).

$$fv = \frac{3 * V}{2 * b * d}$$

Donde
V= Fuerza cortante vertical en sección considerada, en N
b, d= Dimensiones de la sección rectangular en mm

$$fv = \frac{3 * 1.8N}{2 * 80mm * 160mm}$$

$$fv = 0.00021094Mpa$$

En la verificación del mismo debe cumplir la siguiente condición

$$fv < f'v$$

$$f'v = Fv * C_D * C_m * C_t$$

$$F"v = 1.5Mpa * 0.9 * 0.8 * 1$$

$$F"v = 1.14Mpa$$

Tenemos que:

$$0.00021094Mpa < 1.14Mpa$$
CUMPLE OLGADAMENTE

Análisis: Los resultados de los esfuerzos admisibles a flexión en las vigas de la plataforma se observa y comprueba el cumplimiento de los mismos puesto que muestra un margen cuantitativo favorable entre los esfuerzos solicitados y los esfuerzos permitidos, debido a que se utilizan las mismas dimensiones de los elementos de la vivienda y teniendo en cuenta que son menores las cargas a las que es sometida la plataforma.

Los esfuerzos a flexión que se presentan son mucho mejores, lo que genera gran tranquilidad puesto que se refleja mucha seguridad en estos elementos estructurales tan importantes, cabe resaltar que para el análisis de las vigas se trabajó una carga permanente.

Columna C1:

- Diseño de elementos solicitados por fuerza axial:

Tensión axial - compresión axial

$$Le = Ke * lu$$

Donde:

Ke: Coeficiente de longitud efectiva, según lo determinado en la tabla G.4.3-1
Lu: Longitud no soportada lateralmente de la columna en la dirección considerada en mm.

$$Le = 0.5 * 3mm$$

$$Le = 1.5mm$$

$$\sigma = \frac{\left(\frac{Le}{B} + \frac{Le}{D}\right)}{2}$$

Donde:
$Le_{1,2}$: Longitud efectiva de la columna en la dirección considerada en mm
d_1,d_2: Dimensiones de la sección transversal en la dirección considerada en mm

$$\sigma = \frac{\left(\frac{1.5mm}{160mm} + \frac{1.5mm}{160mm}\right)}{2}$$

$$\sigma = 0.009375$$

- Coeficiente de estabilidad de columnas Para ello se debe calcular según la formula dada por la norma sismo resistente colombiana NSR-10 así:

Ecuación 32

$$C_p = \frac{1 + \left(\frac{F_{CE}}{F'_C}\right)}{2C} - \sqrt{\left(\frac{1 + \left(\frac{F_{CE}}{F'_C}\right)}{2C}\right)^2 - \frac{\frac{F_{CE}}{F'_C}}{C}}$$

Donde

F´c: Esfuerzo admisible de compresión paralelo al grano el cual se halla con la formula

Ecuación 33

$$F"c = Fc * C_D * C_m * C_t$$

$$F"c = 18Mpa * 0.9 * 0.8 * 1$$

$$F"c = 12.5Mpa$$

F_{CE}: esfuerzo critico dado mediante la fórmula de la tabla G.4.3-3 de la NSR-10.

$$F"ce = \frac{0.822 * 5000Mpa}{0.009375^2}$$

$$F"ce = 46762666.7Mpa$$

C: Coeficiente valorizado dado en la tabla de la tabla G.4.3-3 de la NSR-10.

$$C = 0.8$$

- Coeficiente de estabilidad de columnas : La fuerza o carga admisible de la columna en N está dada por:

$$Pa = F´c * A_n$$

Donde:

F´c: Esfuerzo admisible de compresión paralelo al grano el cual se halla con la formula
A_n: Área neta de la columna en mm^2

$$Pa = 12.5Mpa * (160mm * 160mm)$$

$$Pa = 486000.12N$$

Para su verificación se mira que cumpla la condición de:

$$P\ calculado < Pa$$

$$1079.8N < 486000.12N$$

El P calculado es generado desde el software ETABS

Análisis: Se sobredimensiona el palafito debido a las condiciones de cambio de humedad generado por las épocas de inundación**.**

En los resultados de los esfuerzos admisibles a cortante en los palafitos se observa y comprueba el cumplimiento de los mismos puesto que el peso estructural que reciben no es muy grande debido al material con el que se trabaja; mostrando un margen cuantitativo favorable entre los esfuerzos solicitados y los esfuerzos admisibles dados en la norma NSR-10, generando gran tranquilidad puesto que se refleja seguridad estructural.

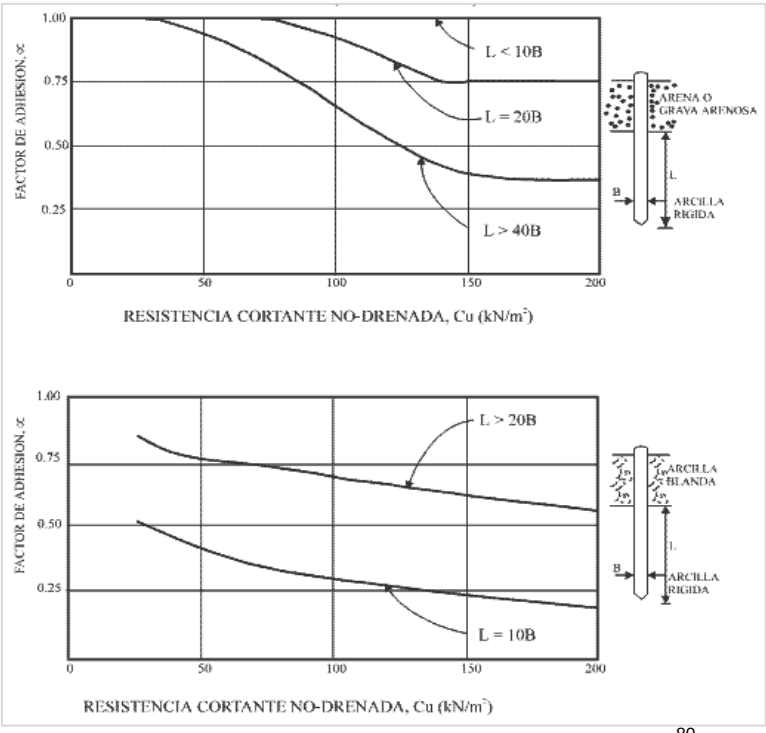
Estos elementos al recibir una carga de compresión en dirección longitudinal es decir paralela a la fibra, trabaja en el módulo de elasticidad con pendiente de curva más inclinada, teniendo mayor deformación, sin embargo, aún es frágil y debe tratar de que trabaje en su rango elástico a pesar de tener una mayor zona de plasticidad, lo que nos muestra que la lignina de la madera empieza a ceder.

6.9 FASE 9

CIMENTACION

- Se maneja un trabajo de grado netamente académico por ello se toma un aproximado para el coeficiente de resistencia cortante no drenada (Cu) de 150 presente en tipos de suelos con características muy similares
- La obtención del coeficiente de adherencia (ʎ) se toma la primera tabla de la figura 45 por las características que se presentan en el suelo disponible, la sección superior con arenas o grava arenosos debido al transporte de sedimentos por los ríos presentes en la zona y en la parte inferior arcillas rígidas
- La carga que nos suministra el ETABS (Qs) la multiplicamos por un factor de seguridad de 1,5 y finalmente el área de contacto es la superficie del pilote que se encuentra en contacto directo con la superficie del suelo, al despejar esta área podemos encontrar la longitud a la que se tiene que enterrar el pilote.

Figura 66. Grafica cimentación



Fuente: CONSTRUCTOR CIVIL. Factor de adhesión para pilotes hincados[80]

Ecuación 34

$$Qs = \lambda * Cu * As$$

Qs= Carga soportada por Pilote
ʎ= Coeficiente de Adherencia
Cu= Coeficiente de Resistencia Cortante no Drenada
As= Área de Contacto

$$Qs = \lambda * Cu * As$$

Qs= 103,73 KN
ʎ= 0,75
Cu= 150
As= L*π*D
Fs= 1,5

$$1{,}5 * Qs = \lambda * Cu * As$$

[80] CONSTRUCTOR CIVIL.Factor de adhesión para pilotes hincados.{En Linea}.13-nov-2010.{15-jun-2020}.Disponibleen http://notasconstructorcivil.blogspot.com/2011/05/factor-de-adhesion-para-pilotes.html

$$1{,}5 * Qs = \lambda * Cu * \mathrm{L} * \pi * \mathrm{D}$$

$$\mathrm{L} = \frac{1{,}5 * Qs}{\mathrm{D} * \lambda * Cu * \pi}$$

$$\mathrm{L} = \frac{1{,}5 * 103{,}73\ KN}{0{,}3\mathrm{m} * 0{,}75 * 150\ KN/m^2 * \pi}$$

$$\mathrm{L} = 1{,}46\ m$$

Ya teniendo la longitud de contacto entre el pilote y el material terreo se le suma la longitud del palafito para tener conocimiento de cuál sería la longitud total del elemento.

L_{Tot} = Longitud total del Elemento
L_{Pal} = Longitud del Palafito
L_{Plt} = Longitud del Pilote

$$\mathrm{L}_{\mathrm{Tot}} = \mathrm{L}_{\mathrm{Pal}} + \mathrm{L}_{\mathrm{Plt}}$$

L_{Pal} = 1,2m
L_{Plt} = 1,46m

$$\mathrm{L}_{\mathrm{Tot}} = \mathrm{L}_{\mathrm{Pal}} + \mathrm{L}_{\mathrm{Plt}}$$

$$\mathrm{L}_{\mathrm{Tot}} = 1{,}2m + 1{,}46\mathrm{m}$$

$$\mathrm{L}_{\mathrm{Tot}} = 2{,}66m$$

Nota: La profundidad de la cimentación quedaría de 1.46m tal como se indica anteriormente en el resultado del procedimiento (L) de la longitud del pilote (L_{Plt}); debido a que se maneja un trabajo de grado netamente académico se toma un aproximado para el coeficiente de resistencia cortante no drenada (Cu) de 150 presente en tipos de suelos con características muy similares. Para veracidad del mismo se sugiere un estudio de suelos a detalle.

Análisis: Gracias al poco peso de toda la estructura por el material en el que está diseñada, al sistema de los palafitos de la vivienda y la plataforma se facilita la realización de una cimentación de pilotes. El tipo de suelos que se presentan en la zona de estudio hizo favorable este tipo de cimentación puesto que agiliza la construcción de la cimentación ya que es demasiado húmedo y con alto nivel freático, lo que en otro tipo de cimentaciones afecta posibles perforaciones y el

trabajo al momento de fundir en concreto algún elemento de cimentación ya sean zapatas o pilotes y en cuanto a economía de esta cimentación su valor es mucho más módico.

Para el diseño de la cimentación se tomó el pilote que más carga recibía, así mismo, para facilidad de construcción se deja la misma longitud, con el fin de que en el momento que se hinquen todos los pilotes se haga a la misma altura y evitar que se generen errores en la cimentación que lleguen afectar la superestructura de la edificación.

Cabe resaltar que los pilotes de cimentación en mención son la continuación de los palafitos presentes en las viviendas y la plataforma, quedando a presión con el suelo creando fricción, la cual soporta el esfuerzo.

7. APORTES E IMPACTO DEL TRABAJO

En función de lo planteado en la problemática del proyecto se observa que uno de los componentes ambientales que más afecta a las comunidades indígenas Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela como a la población carreñense en condiciones de vulnerabilidad son las grandes inundaciones; estos conflictos ambientales representan una amenaza de varias caras, con un debilitamiento progresivo en estas comunidades para subsistir.
Las viviendas palafíticas no sólo brindan una vivienda digna apta al servicio de su cultura adecuada para estas comunidades, sino también un aporte ambiental, puesto que se trasladarían dichos asentamientos de las áreas de protección y reserva ambiental en las que se encuentran ubicadas algunas de ellas, a un espacio adaptado a dichas necesidades y organización comunitaria.
Desde una perspectiva más general debe señalarse que estas inundaciones se presentan a causa del desborde de los tres ríos presentes alrededor de puerto Carreño, Meta por el norte, Orinoco por el este y Bita por el sur generando magnos destrozos no solo económicos si no también humanitarios. Con base a varios puntos negativos que estos asentamientos sufren a causa de las inundaciones, el impacto que estas poblaciones tendrían mediante la vivienda palafíticas y la conectividad del complejo con la plataforma serían, primero dentro de la parte habitacional daría un aporte en cuanto a la disminución del nomadismo, estabilidad de vivienda y de su propio hogar limitando que estas comunidades estén expuestas de manera directa y constante a la transformación de su entorno a causa de que el agua arrastre sus viviendas improvisadas y precarias de habitar y la transformación de la vivienda adaptándose a las necesidades de la población como expresión de transformación cultural de una sociedad acoplándolos e integrándolos dentro de la población carreñense y al casco urbano, esto como aporte a la disminución de la discriminación por su cultura y tradiciones.

En este sentido se comprende el desarrollo de la planeación de conexión del conjunto de viviendas palafíticas aledaño al casco urbano el cual nos permite proteger la estructura ecológica sin desconectar la ciudad, generando así una nueva dinámica de articulación, las cinco tipologías de vivienda se proponen debido a la ampliación modular que se requieran manifestándose en el cambio de la estructura familiar, económicas, de trabajo y de vida comunitaria, así como en la forma de ocupación territorial que se tiene dentro de las comunidades indígenas y comunidad carreñense.

Segundo en cuanto vivienda digna, en este sentido se comprende el cambio de la forma habitacional tan precaria en la que estas poblaciones habitan dejando de lado las polis sombras, plástico, retazos de madera en los que se improvisan dichas viviendas, a un espacio apto y adecuado para estas comunidades y población en general.

Este aporte de gran impacto no solo se tendría en la población joven sino también en los niños y personas de la tercera edad que han sido los más afectados por su precaria forma de vivienda, dentro de este marco se ve una mejora notaria desde el palafito, el cual los aísla y resguarda de la inundación, sus enceres, bienes y demás materiales pertenecientes a la vivienda así como una seguridad en cuanto a los riesgos que estas inundaciones pueden causar en la parte humana. Calidad en servicios básicos disminuyendo gran cantidad de enfermedades dadas por la falta de estos, tales como falta del servicio de agua potable genera diarrea, fiebre, hepatitis infecciones y demás contagios dados por la toma de agua no tratada; falta de servicio sanitario genera enfermedades de trasmisión por mosquitos, desecho de sus aguas negras cercana a sus viviendas y dentro de los ríos aledaños generando contaminación en los mismos; falta de servicio eléctrico genera falta de comunicación, vandalismo por falta de luz en la noche entre otras causas dadas por la falta de vivienda digna se dan enfermedades respiratorias por cocinar en fogones, enfermedades en la piel debido a la forma precaria en la que deben dormir a causa de no tener pisos aptos en una vivienda, goteo en sus viviendas improvisadas lo que daña todo lo que dentro de ellas se tiene. Desde esta perspectiva

Tercero con la construcción de las viviendas palafíticas se comprende un aporte en cuanto a empleo en la construcción de las mismas a las comunidades que las habitaran, tanto las comunidades indígenas en mención como a la población carreñense en condiciones de vulnerabilidad así mismo disminución en la discriminación cultural debido a la integración de estas dos comunidades , creando a la población indígena parte de esta sociedad carreñense y alejando del basurero municipal a aquellos asentamientos indígenas expuestos de manera directa a hacer de este su hogar.

Cuarto en un contexto más general y dentro del ámbito académico el proyecto en mención genera un aporte en cuanto al conocimiento proporcionado acerca de las problemáticas generadas en comunidades no solo indígenas Sikuani y Amorua de Colombia y comunidad Jivi migrantes de Venezuela, sino también la comunidad carreñense en condiciones de vulnerabilidad a causa de habitar en medio de tres grandes ríos y los magnos destrozos que el desborde de los mismos generan, su

forma habitacional, su nomadismo y su vivienda precaria e improvisada a causa de factores como la discriminación cultural entre otros; asimismo presenta una solución a aquellas problemáticas que aquejan a estas comunidades desde la perspectiva y propuesta en desarrollo como futuros ingenieros civiles a fines a la proyección social de una comunidad con tantas necesidades acorde al trabajo interfacultades con nuestros compañeros de arquitectura ejemplificando el trabajo en campo dentro de la vida de esta profesión.

8. ANALISIS DE PRESIOS UNITARIOS VIVIENDA TIPOLOGIA 5

Dentro del APU (análisis de precios unitarios) se encuentra un detalle pequeño de los preliminares a trabajar en el complejo de las 12 viviendas de la siguiente manera:

Tabla 60 Preliminares complejo 12 viviendas

PRELIMINARES COMPLEJO 12 VIVIENDAS				
ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
DESCAPOTE RETIRO A MAQUINA	m^2	3456.3249	4836	16714787.22
ACARREO MATERIALES TIERRA-VARIOS	m^3-km	864.081225	1625	1404131.991
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	m^2	3299.75	5096	16815526
MATERIALES				
Madera durmiente ORD 4*4	ml	50	1400	70000
Puntilla con y sin cabeza 1	lb	3	6900	20700
Valor total preliminares			$	35025145.21
Fuente Autores				

Dentro de un concepto más general el valor de la vivienda de tipología 5 se tomó como punto de referencia al ser la casa con su ultimo nivel de ampliación modular, para ello se presenta el costo total en cuanto a:

- Primero su parte estructural en el que se encuentran cantidad y costo de las vigas, viguetas, columnas, muros, palafitos y uniones en madera maciza de tipo Aceite maría (Calophyllum brasiliense), usado para la construcción de la misma.

Tabla 61 APU Estructural

ESTRUCTURA EN MADERA
Tipología de vivienda 5
MATERIALES

ELEMENTO	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Palafito en Madera	Und	23	100000	2300000
Columna en Madera 0.16mX0.16m	Und	40	70000	2800000
Viga Maestra en Madera 0.1mX0.1m	Und	80	45000	3600000
Vigueta en Madera 0.08mX0.16m	Und	100	30000	3000000
Tabla de Entrepiso E=0.025m	m^2	402.97	35000	14103950
Cinta Metálica LBV60600 Perforada	Paquete X20 Und	8	100000	800000
Estribo Metálico BSAS100160	Paquete X50 Und	4	300000	1200000
Clavo Anker LBA Φ4x40 (12 X Estribo)	Und	2400	1000	2400000
Tornillo HBS6580 de Cabeza Avellanada	Paquete X100 Und	3	500000	1500000
Valor total Estructura en Madera		$		31703950
FUENTE AUTORES				

- Segundo instalaciones hidráulicas, en él se encuentra cantidades y costo por materiales y accesorios requeridos para este servicio en la vivienda.

Tabla 62 APU instalaciones hidráulicas

INSTALACIONES HIDRAULICAS				
Tipología de vivienda 5				
MATERIALES				
ELEMENTO	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Tanque de 1000Lts	und	1	658957	658957
Válvula de check	und	2	65652	131304
Válvula de compuerta	und	2	62845	125690
Codo 90°- 1" PVC	und	8	5500	44000
Codo 90° - 3/4 PVC	und	9	2900	26100
Codo 90° - 1/2" PVC	und	13	1050	13650
Tee - 3/4" PVC	und	7	1100	7700
Tapón copa 1/2" PVC	und	7	350	2450
Tapón copa 3/4" PVC	und	3	750	2250
Tuvo PVC 1"	m	22.69	13800	52187
Tuvo PVC 3/4"	m	23.54	15750	61792.5
Tuvo PVC 1/2"	m	10.51	10150	17779.42

Inodoro con fluxómetro	und	2	130900	261800
Lavamanos	und	2	99900	199800
Ducha	und	2	34900	69800
Lavaplatos	und	1	66217	66217
Lavadero	und	1	333153	333153
Valor total instalaciones hidráulicas			$	2074629.92
Fuente Autores				

- Tercero instalaciones sanitarias, en él se encuentra cantidades y costo por materiales y accesorios requeridos para este servicio en la vivienda, precio por construcción tanto del material como mano de obra de las cajas de inspección necesarias para esta tipología de vivienda, acordes a los precios unitarios proporcionados por la gobernación del Vichada.

Tabla 63 APU Instalaciones sanitarias

INSTALACIONES SATARIAS				
Tipología de vivienda 5				
MATERIALES				
ELEMENTO	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Sifón de piso	und	2	20800	41600
Yee sanitaria reducida	und	5	18150	90750
Codo sanitario 90° - 2"	und	7	2000	14000
Codo sanitario 90° - 4"	und	5	7200	36000
Codo 45° 2"	und	13	2500	32500
Codo 45° 4"	und	4	11550	46200
Tee de 4"	und	3	10950	32850
Sifón PVC	und	1	3750	3750
Tubo sanitario PVC - 2"	m	14.59	20190	49095.4
Tubo sanitario PVC - 4"	m	22.73	34390	130280.8
Cajas de inspección de 50 cm *50 cm en ladrillo	und	1	231245	231245.0
Valor total instalaciones sanitarias			$	708271.1333
Fuente Autores				

- Cuarto instalación del sistema de desagüe pluvial, en él se encuentra cantidades y costo por materiales requeridos para este servicio en la

vivienda, precio por construcción tanto del material como mano de obra de las cajas de inspección necesarias para esta tipología de vivienda, acordes a los precios unitarios proporcionados por la gobernación de Vichada.

Tabla 64 APU Instalaciones sistema de desagüe pluvial

SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL				
Tipología de vivienda 5				
MATERIALES				
ELEMENTO	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Canaleta para desagüe 10cm *	m	27.43	89367	817112.27
Codo sanitario 90° - 2"	und	6	2000	12000
Sifón de piso	und	1	20800	20800
Tubo sanitario PVC - 2"	m	35.25	8000	47000
Cajas de inspección de 50 cm *50 cm en ladrillo	und	1	231245	231245.0
Valor total instalaciones sistema de desagüe pluvial			$	1128157.27
Fuente Autores				

- Quinto Instalaciones sistema eléctrico, en él se encuentra cantidades y costo por materiales requeridos para este servicio en la vivienda, así mismo costo y cantidad del cable a usar en este tipo de viviendas acorde al material presente.

Tabla 65 APU Instalaciones eléctricas

INSTALACIONES HIDRAULICAS				
Tipología de vivienda 5				
MATERIALES				
ELEMENTO	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Bala Leds de 12 W	und	27	7990	215730
Tomacorriente Tipo 1FE	und	5	2960	14800
Tomacorriente Tipo 1FG	und	28	1390	38920
Tablero de circuitos	und	1	749259	749259
Switch doble	und	2	2590	5180
Switch conmutable sencillo	und	9	1590	14310
Switch conmutable doble	und	1	5220	5220
Switch sencillo	und	7	1590	11130
Tuberia para tomacorrientes *6m	m	93.52	58900	918054.7

Tubería para Switch *6m	m	45.42	58900	445873
Cable freetox *50m	m	138.94	18920	52574.896
Valor total instalaciones Eléctricas			$	2471052
Fuente Autores				

Tabla 66 Costos totales aproximados tipología de vivienda 5

COSTO TOTAL VIVIENDA TIPOLOGIA 5	
ELEMENTO	VALOR TOTAL
Instalaciones Hidráulicas	2074629.92
Instalaciones Sanitarias	708271.1333
Instalaciones Sistema de desagüe pluvial	1128157.27
Instalaciones Eléctricas	2471051.563
Estructural	31703950
COSTO TOTAL $	38086059.89
Fuente Autores	

9. CONCLUSIONES

1. En términos estructurales es posible generar y/o realizar de manera correcta y segura en términos académicos una posible solución de vivienda palafíticas de madera, la cual mitigue las inundaciones en una zona de riesgo por cercanía a afluentes hídricos de puerto Carreño – Vichada, como alternativa de prevención de riesgos causados por el incremento del cauce de los ríos Meta, Bita y Orinoco para la población de comunidades indígenas allí establecidas y comunidad carreñense en condiciones de vulnerabilidad, a través del desarrollo de los planos arquitectónicos sobre los que se trabajó, puesto que se observó con el desarrollo de los mismos que el objetivo general se logra suplir a cabalidad, de modo tal, que el material a usar dentro de los resultados obtenidos muestra seguridad, estabilidad y confort a los habitantes para los que se realizó, así mismo nos muestra a nosotros como futuros ingenieros el pro en cuanto al uso de diferentes materiales a los ya estudiados y conocidos en el transcurso de la carrera, la economía que el trabajo en madera genera, la resistencia y calidad que con la misma se cuenta en elementos estructurales.

2. Los modelos de vivienda no solamente suplirían la mitigación en la inundación sino que generan una recuperación y fortalecimiento en la cultura de las comunidades indígenas en las que se trabajó, puesto que el nomadismo y pobreza que aqueja a las mismas no permite que perduren; este tipo de re organización habitacional generaría inclusión dentro de la comunidad carreñense y un cambio de visión en cuanto al trato entre los mismos.

3. Mediante la modelación de las cinco tipologías de vivienda con ayuda del software ETABS se observó que se garantiza que todas las viviendas cumplen la deriva máxima del 1%, esto se logra dándole rigidez a los pórticos con diagonales, sin embargo para futuras construcciones con sus respectivos estudios y verificaciones muestra que las diagonales se pueden retirar al hacer la ampliación de la vivienda.

4. Teniendo en cuenta que el sistema estructural es liviano, y se encuentra en una zona sísmica baja, la carga de sismo al ser inercial no tiene gran magnitud y su efecto con el viento son los que ejercen un mayor porcentaje en las fuerzas horizontales.

5. Para los elementos solicitados a flexión como las vigas, el diseño se realizó teniendo en cuenta las deflexiones admisibles, ya que la especie de madera Aceite María nombre científico (Calophyllum Mariae) es una madera

latifoliada con una relación MOR /MOE (módulo de rotura / módulo de elasticidad) generando grandes deformaciones; siendo estas más flexibles. Por esta razón ante cargas horizontales como viento y sismo se presentan deformaciones importantes por lo cual se usan riostras o diagonales para garantizar que se cumplan las derivas máximas permitidas en la NSR 10.

6. Para el diseño de los elementos solicitados a compresión se tuvo en cuenta principalmente la longitud efectiva y la relación de esbeltez garantizando que no hayan fallas por pandeo

7. Se concluyó que debido a que las construcciones en madera tienen sólo dos sistemas constructivos pórticos y muros entramados, para el diseño y construcción de una vivienda modular el sistema estructural más adecuado y seguro es el sistema de pórticos puesto que permite la ampliación de la vivienda en cuanto al crecimiento y organización de los habitantes sin que afecte en el mismo tanto la seguridad de los habitantes como el sobrecosto que tendría la ampliación en los módulos proyectados para la misma, en ese orden de ideas la seguridad se tiene debido a la proyección de ampliación de la vivienda ya que se puede establecer un dimensionamiento adecuado en los elementos estructurales y al generar la ampliación este a diferencia de los elementos en concreto y acero su unión metálica le permite trabajar como un elemento monolítico; en cuanto a la parte económica el trabajar en madera de forma estructural es más económico así mismo y a diferencia de las construcciones en concreto cuando se quiere realizar la ampliación del módulo de la vivienda no se requiere tumbar muros si no solamente cambiar o realizar una continuidad al mismo evitando desperdicios del material.

8. El diseño de servicios básicos genera un gran aporte en estas viviendas palafíticas en cuanto a, primero en el servicio hidráulico genera seguridad de consumo del agua potable de estas comunidades con un gran aporte en cuanto al tanque de reserva, generando que dichas viviendas cuenten con un día de servicio ininterrumpido y con correcto funcionamiento en todos los aparatos de la red el día que se genere el corte del servicio por arreglos y mantenimientos en el acueducto como generalmente sucede en este municipio, asimismo un gran impacto en pro a la salud de la comunidad la cual consumía agua no tratada de los ríos aledaños al asentamiento; segundo, ,en cuanto al trasporte y evacuación de las aguas negras en la vivienda generan no sólo un gran impacto en pro a salud de las comunidades las cuales su principal foco de infección es a causa de estas sino que también generaría un gran aporte en beneficio medioambiental de los ríos aledaños y de la zona donde generalmente se encuentran estos asentamientos indígenas; tercero, en cuanto al servicio eléctrico, generaría mayor seguridad en estas comunidades, evitaría el robo ilegal y con ello los riesgos en las personas que realizan estas conexiones así mismo,

permitiría mayor comunicación en las comunidades por la posibilidad de cargar sus aparatos tecnológicos que permitan la misma.

9. Las construcciones en madera tienen solo dos sistemas constructivos pórticos y muros entramados, los cuales tiene tres direcciones principales, radial la cual apunta al centro del tronco, longitudinal dirección paralela a la fibra, y tangencial perpendicular al sentido de la fibra; a causa de ello los análisis de esfuerzos a compresión al trabajar este material se deben hacer compresión paralela al grano, compresión perpendicular al grano, así, mismo la flexión, tracción y el corte paralelo al grano; resaltando que el grano en todos los tipos de madera siempre viene inclinado y debe ser medido y trabajado de acuerdo a la norma NSR-10 Titulo G.

10. Dentro los esfuerzos principales de la madera como material estructural se encuentran la tracción y compresión, en este orden la madera presenta una gran resistencia a la tracción, sin embargo ,la gráfica en el módulo de elasticidad muestra un alto rango elástico y un pequeño porcentaje de rango plástico lo que genera una falla casi súbita; por otro lado, el esfuerzo a compresión paralelo a la fibra tiene un comportamiento de curva en el que la pendiente de la misma es más inclinado y aunque sigue siendo frágil tiene una mayor zona plástica puesto que la lignina comienza a ceder.

11. El sistema de pórticos es un sistema constructivo muy adecuado a estas viviendas modulares, el cual permite los cambios y anexos a la vivienda sin afectar la estabilidad de la estructura. Puesto que estos elementos no se construyen monolíticamente al hacer los diferentes anexos con sus respectivas uniones el trabajo frente a las solicitaciones de la estructura no cambiaran en términos de estabilidad y comportamiento de la vivienda por módulos.

12. Debido a la cultura constructiva que se presenta en nuestro medio habitacional, surge una falta de conocimiento profundo y desconfianza en cuanto a diversos materiales que nos lleven a una evolución encaminada a la construcción sostenible, como lo es la madera; dejando de lado el hecho de que la madera como material constructivo es un material ligero con la relación resistencia- peso cuyas fibras trabajan similar al acero en tracción y compresión.

13. La construcción en madera es más eficiente debido a su velocidad de construcción ya que no necesita fraguado en comparación a la construcción tradicional en concreto, las diferentes secciones se pueden construir en talleres, por lo que no se afectan los tiempos por lluvias o demás situaciones y luego ser transportada hasta el lugar de construcción.

14. La madera al estar expuesta a la humedad por largos periodos de tiempo tiende a petrificarse lo que le da mayor resistencia, debido a esto beneficia en buena medida las construcciones en madera de tipo palafítico, tanto en habientes propensos a inundaciones como en zonas costeras.

15. El material de las uniones es usado para evitar problemas de corrosión que con el tiempo hagan que la unión no funcionen correctamente, sin embargo se recomiendo para futuros usos realizar los respectivos estudios de verificación de las mismas.

10. RECOMENDACIONES

1. Para la construcción de sistemas de vivienda en palafitos dados en suelos con depósitos aluviales, se recomienda implementar una cimentación de pilotes, los cuales son la continuidad a dichos palafitos generando que los mismos queden a presión con el suelo creando y trabajando a fricción la cual soportara el esfuerzo. Así mismo, evitará sobrecostos en comparación a otras cimentaciones puesto que no se necesita esperar a que el nivel freático baje o hacer uso de bombas para drenar el suelo.

2. Se recomienda para edificaciones de estas alturas o menores a 15m trabajar un procedimiento simplificado para las cargas de viento y su regularidad estructural, así mismo, trabajar con la zona de exposición C ya que es la zona con mayor presión neta.

3. Se recomienda trabajar la madera en su parte estructural dentro del límite elástico puesto que en el rango plástico nos acercamos mucho a la falla súbita.

4. Se recomienda nunca usar la médula, de la madera como parte estructural o elementos de sostenimiento, puesto q e esta es la parte más antigua del troco y se forma por secado y resinificación, lo que vuelve esta parte del tronco un tejido sin fibras y sin resistencia.

5. Se recomienda en cuanto a la parte constructiva en terreno revisar que la madera no tenga una arista faltante (esquina) puesto que la misma empezará a trabajar con una forma geométrica diferente a la calculada y puede que tenga una falla a compresión porque ya este rajada.

6. Se recomienda verificar la organización habitacional de acuerdo a la cultura indígena en la que dicho trabajo se quiera replicar.

7. Se recomienda tener el respeto medioambiental tanto por la parte ambiental como por la empatía de estas culturas con la naturaleza y el respeto a la misma.

8. No se recomienda la implementación de zapatas aisladas como tipo de cimentación para viviendas palafíticas en madera en este tipo de suelo, debido a que los materiales tienen diferentes cambios dimensionales dependiendo de la humedad presente en la zona lo que genera que el material con mayor rigidez afecte estructuralmente al material menos rígido, produciendo fisuras en el palafito, generando una falla a compresión por la

rajadura en la madera haciendo trabajar a los palafitos como un elemento estructural ya fallado y debilitando el resto de la estructura.

9. Siendo este un trabajo netamente académico, se recomienda que para posibles y/o futuras aplicaciones a la vida real se realicen los respectivos estudios a detalle y demás verificaciones a fines a : estudios preliminares en el terreno y lugar donde se quiera trabajar el proyecto, estudio de suelos, estudio de calidad de la madera y sus respectivas uniones, diseño de redes de los servicios en mención durante el trabajo por parte de profesionales avalados para tal fin; así mismo, el proyecto cuente con las revisiones y verificaciones requeridas del plan municipal de gestión de riesgo, plan de ordenamiento territorial y demás entidades gubernamentales y/o privadas que se requieran para la verificación e implementación del mismo bajo las normativas aplicables a proyectos tanto de comunidades indígenas como a edificaciones y construcciones en zonas de inundación y alto riesgo.

10. Se recomienda para el diseño estructural en madera se tenga en cuenta el contenido de humedad, en base a coeficientes de modificación de humedad que se encuentran en la norma sismo resistente NSR-10 puesto que la resistencia y rigidez de la madera se ven afectados por los mismos.

11. Siendo este un trabajo enteramente académico, se recomienda que para posibles y/o futuras aplicaciones a la vida real las diagonales que sean necesarias retirar en la edificación porque no se encuentren en el modelo de la siguiente ampliación de los pórticos se deben retirar posterior a terminar la construcción del módulo de ampliación siguiente. Esto bajo verificación y estudios correspondientes afines a la misma.

11. BIBLIOGRAFIA

1. PÉREZ PORTO,Julian.Definicion de palafito.{En línea}. Publicado: 2020.{28-julio-2020}Disponible en https://definicion.de/palafito
2. PÉREZ PORTO,Julian y GARDEY, Ana .Definición de pilote.{En línea}. Publicado: 2020.{28-julio-2020}Disponible en https://definicion.de/pilote
3. SLIDESHARE.Definicion de grano.{En línea}. Publicado:2020.{ 28-julio-2020}.disponible en https://es.slideshare.net/wendycitasantivanez/tecnologia-de-materiales-28209155
4. ECURED.Lignina. .{En línea}. Publicado:13demayo2012.{ 28-julio-2020}.disponible en https://www.ecured.cu/Lignina
5. SLIDESHARE.Definicion de grano.{En línea}. Publicado:2020.{ 28-julio-2020}.disponible en https://es.slideshare.net/wendycitasantivanez/tecnologia-de-materiales-28209155
6. ENCURED. Duramen. {En línea}. 2 de noviembre. {28-julio-2020}. Disponible en https://www.ecured.cu/Duramen
7. PEREZ PORTO, Juan y MERINO, María. Definición de plataforma. {En línea}. Publicado: 2009. {28-julio-2020}. Disponible en https://definicion.de/plataforma/
8. PEREZ PORTO, Juan y GARDEY, Ana. Definición de Asentamiento. {En línea}. Publicado: 2015. Actualizado: 2017. {28-julio-2020}. Disponible en https://definicion.de/asentamiento/
9. RAFFINO, María Estela. Conductividad Térmica. {En línea}. 16 de Julio 2020. {28-julio-2020}. Disponible en https://concepto.de/conductividad-termica/#ixzz6Th4KlZom
10. TEHERAN, Pedro. Analisis Estructural. {En línea}. Mayo 2012. {28-julio-2020}. Disponible en http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisis-estructural/analisis.html
11. MOSCARDÓ, Enrique de Justo. DELGADO TRUJILLO, Antonio y CONCEPCIÓN BASCÓN HURTADO, María.ModeloEstructural.En: Tema6: REALIDAD Y MODELO ESTRCTURAL.España:Universidaddesevilla,2015.p.3-40
12. GUIANUEVACULTURADELAGUA.Zonainundable. {En línea}. Publicado: 2009. {28-julio-2020}. Disponible https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/aglossary/Glosario-1/Z/Zona-inundable-66/
13. PÉREZ PORTO,Julian y GARDEY, Ana .Definición de etnia.{En línea}. Publicado: 2009.{28-julio-2020}Disponible en https://definicion.de/etnia/

14. SILVA, OmarJavier. Sistema pórtico. .{En línea}. Publicado: 2007.{28-julio-2020}Disponible en https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/sistema-portico-estructuras-concreto
15. SIGNIFICADOS.COM.Definición Nomadismo.{En línea}.22-05-2018.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/nomadismo/
16. SIGNIFICADOS.COM.Definicion Derechos Fundamentales.{En línea}.24-01-2020.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/derechos-fundamentales/
17. SIGNIFICADOS.COM.Definicion Inclusión Social.{En línea}.30-10-2017.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/inclusion-social/
18. PEREZ PORTO, Juan.Definición de Mitigar.{En línea}.Publicado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/mitigar/
19. PEREZ PORTO, Juan y MERINO, María.Definición de Terrateniente.{En línea}.Publicado: 2011.Actualizado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/terrateniente/
20. CEPAL.Protección Social.{En línea}.15-07-2018.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.cepal.org/es/temas/proteccion-social#:~:text=La%20protecci%C3%B3n%20social%20abarca%20una,ciertos%20niveles%20dignos%20de%20ingreso.
21. SIGNIFICADOS.COM.Definicion Crecimiento Poblacional.{En línea}.19-03-2020.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/crecimiento-poblacional/
22. PEREZ PORTO, Juan y GARDEY, Ana.Definición de Halógenos.{En línea}.Publicado: 2018.Actualizado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/halogenos/
23. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.Definición Empozamiento.{En línea}.Octubre 2018.{28-julio-2020}.Disponible en https://dle.rae.es/empozamiento
24. SIGNIFICADOS.COM.Significado de tipologia.{En línea}.30-1t0-2017.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.significados.com/tipologia/
25. LEXICO.COM. Ritidoma. {En línea}.2020.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.lexico.com/es/definicion/ritidoma
26. INFOJARDIN.Corteza interna. {En línea}.2002.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.infojardin.com/glosario/contenido-de-humedad/corteza-interna.htm
27. REALACADEMIAESPAÑOLA. Savia. . {En línea}.2014.{28-julio-2020}.Disponible en https://dle.rae.es/savia?m=form
28. THEFREEDICTIONARY.Horcon. {En línea}.2003.{28-julio-2020}.Disponible en https://es.thefreedictionary.com/horcones
29. PEREZ PORTO, Juan y GARDEY, Ana.Definición de Habitat.{En línea}.Publicado: 2018.Actualizado: 2019.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/habitat/
30. PEREZ PORTO, Juan y MERINO, María.Definición de Bajamar.{En línea}.Publicado: 2016.Actualizado: 2017.{28-julio-2020}.Disponible en https://definicion.de/bajamar/

31. SIMULACIONES Y PROYECTOS.Arquitectura Bioclimática.{En línea}.Febrero 2015.{28-julio-2020}.Disponible en https://www.simulacionesyproyectos.com/blogs/arquitectura-bioclimatica
32. BARTOLOME,Angel. Analisisde edificios- CapituloV.Modelacion y análisis estructural de edificios.Peru:Pontificia unieversidad católica de peru fondo editorial,1998.p.89.
33. MINISTERIO DE CULTURA, Republica de Colombia.Sikuani, entrañables defensores de su territorio.{En Linea}.Marzo 2015.{ 15-enero-2020}.Disponible en https://www.mincultura.gov.co/areas/poblaciones/noticias/Documents/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20pueblo%20Sikuani.pdf
34. ACCIÓN CONTRA EL HAMBRE, DIAKONIE KATASTROPHENHILFE, CRUZ ROJA COLOMBIANA, FAO, UNFPA, NRC Y CORPORACIÓN INFANCIA Y DESARROLLO. Colombia - Informe Final MIRA: Inundaciones en Puerto Carreño (Vichada) {En línea}.26/09/2018.{15-enero-2020}.Disponible en https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/assessments/26092018_informe_final_mira_vichada_vf.pdf
35. DEPARTAMENTO NACIANAL DE PLANECION.Dialogo regional para la construcción del plan nacional de desarrollo 2014-2018.{Diapositivas}.Bogota D-C.Enero 28 del 2015.110 Diapositivas,color.
36. ComisionEconomicapara America Latina y el Caribe.Informe, La Protección Social de la Población Rural. Bogotá D.C. Cepal.2015.
37. FIQUE PINTO,Luis Fernando.La Política Púbica de Vivienda en Colombia.En: Bitacora Urbano Territorial.Vol13.Nº2.(Jun-Dic,2008);Pag73-89
38. BARRERALOPEZ,Felipe y HERNANDEZTOCA, ErikaAndrea.Complejo eco-productivo Iku Ferro.Tunja,2020,p.24. Trabajo de grado.Universidad Santo Tomas.Facultad de arquitectura.Boyaca.
39. GIMENEZ, Ana María; MOGLIA, Juana Graciela; HERNANDEZ Patricia y GEREZ Roxana.Anatomia de la Madera:Esquema Anillos de crecimiento.2 Edicion.Santiago del Estereo:E-Book.04-04-2014.Pag88
40. VENTURELLI, Diferencia entre coníferas y latifoliadas.{En Linea}.Marzo 2015.{ 15-febrero-2020}.Disponible en https://www.venturelli.cl/diferencias-entre-coniferas-y-latifoliadas/
41. GARCES VIAFARA, Derlys Adriana y HURTADO PEREZ, Gustavo Andrés.Características bioclimáticas de la arquitectura palafítica en el barrio puerto cali.Guapi-Cauca.2016.Pag88.Trabajo de grado Pregrado.Universidad Católica de Manizales.Facultad de Arquitectura.Caldas.

42. ENSAMBLE DE ARQUITECTURA INTEGRAL.Sistema Arquitectonico para la Vivienda de Interés Social Rural.{En Linea}.2016.{15-03-2020}.Disponible en https://www.archdaily.co/co/876714/sistema-arquitectonico-para-la-vivienda-de-interes-social-rural-ensamble-de-arquitectura-integral/597b2dc6b22e38c78f000433-sistema-arquitectonico-para-la-vivienda-de-interes-social-rural-ensamble-de-arquitectura-integral-prototipo-10?next_project=no
43. JENSEN GÓMEZ, Jeinsbert. Vivienda en Hábitats Lacustres. Manizales.2014,p.137.Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Arquitectura y Urbanismo.
44. CONSTRUCTORA-RB. Ingenieros y arquitectos. Cubiertas o techos. {En Linea}.junio 2015.{ 15-junio-2020}.Disponible en https://www.constructora-rb.com/
45. PEÑUELAS, LAGO.EL EDIFICIO DE MADERA MÁS ALTO DE AMÉRICA LATINA, UN MODELO DE CASA SOCIAL SUSTENTABLE.{EN LINEA}.03.FEBRERO.2019.{ 15-JUNIO-2020}.DISPONIBLE EN HTTPS://WWW.EFE.COM/EFE/AMERICA/SOCIEDAD/EL-EDIFICIO-DE-MADERA-MAS-ALTO-AMERICA-LATINA-UN-MODELO-CASA-SOCIAL-SUSTENTABLE/20000013-3886764
46. ESACADEMIC.COM.VICHADA (DEPARTAMENTO).{IMAGEN}.PUBLICACION 2017. DISPONIBLE EN HTTPS://ESACADEMIC.COM/DIC.NSF/ESWIKI/284499
47. SPARK, WEATHER.EL CLIMA PROMEDIO DE PUERTO CARREÑO.{EN LINEA}.2017.{03-04-2020}.DISPONIBLE EN HTTPS://ES.WEATHERSPARK.COM/Y/27535/CLIMA-PROMEDIO-EN-PUERTO-CARRE%C3%B1O-COLOMBIA-DURANTE-TODO-EL-A%C3%B1O#SECTIONS-PRECIPITATION
48. CLIMATE-DATA.ORG.PuertoCarreñoClimaColombia. {En Linea}.1982-2012.{ 15-junio-2020}.Disponible en https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/vichada/puerto-carreno-3822/
49. RODRIGUEZPABON.LuzDersi.Corporacionautonomaregionaldelaorinoquia subsederegionallaprimaveraVichada.[Informe ejecutivo]. GestionambientaldelVichada.Vichada.02-nero-2012.p.24
50. INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA INGEOMINAS.Memoria Explicativa De Las Planchas 162, 162 Bis, 182 Y 182 Bis Puerto Carreño Vichada.Actualización 2018.Bogota D.C.
51. ROTHOBLAAS.Placas y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag387-581.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/placas_y_conectores?fr=sNjJlMTEyMA

52. CONSTRUCTOR CIVIL.Factor de adhesión para pilotes hincados.{En Linea}.13-nov-2010.{15-jun-2020}.Disponible en http://notasconstructorcivil.blogspot.com/2011/05/factor-de-adhesion-para-pilotes.html
53. ROTHOBLAAS.Tornillos y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag21-369.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/tornillos-y-conectores-para-madera-?e=18207635/70226833

12. ANEXOS

Anexo A

TORNILLO DE CABEZA AVELLANADA

RESISTENCIAS SUPERIORES
Excelente resistencia a la rotura y al esfuerzo plástico ($f_{y,k}$ = 1000 N/mm²) del acero. Resistencia a la torsión $f_{tor,k}$ muy elevada para un atornillado más seguro.

APLICACIONES ESTRUCTURALES
Homologado para aplicaciones estructurales con solicitaciones en cualquier dirección con respecto a la fibra (α = 0° - 90°). Rosca asimétrica para una mayor capacidad de penetración en la madera.

DUCTILIDAD
Ángulo de plegado mayor del 20° respecto a la norma, certificado según ETA 11/0030. Pruebas cíclicas SEISMIC-REV según EN 12512. Comportamiento sísmico ensayado según EN 14592.

CHROMIUM VI FREE
Ausencia total de cromo hexavalente. Conformidad con las más estrictas normas de regulación de las sustancias químicas (SVHC).
Información REACH disponible.

PROPRIEDADES

PECULIARIDAD	gama sumamente completa
CABEZA	avellanada con estrías bajo cabeza
DIÁMETRO	de 3,5 mm a 12,0 mm
LONGITUD	de 30 mm a 600 mm

Fuente:ROTHOBLAAS.Tornillos y Conectores para Madera.Roma-Italia:Rothoblaas.2019.Pag21-369.Disponoble en https://issuu.com/rothoblaas/docs/tornillos-y-conectores-para-madera-?e=18207635/70226833

Anexo B. Dentro de las modelaciones que se realizaron a las cinco tipologías de viviendas se encuentra el archivo de modelación y el reporte que se genera del ETABS.

Anexo C. Cálculos

En ellos se presenta para las cinco tipologías de vivienda:

- Cálculos redes hidráulicas
- Cálculos redes sanitarias
- Cálculos de desagüe red pluvial de la vivienda
- Calculo redes eléctricas
- Calculo APU (Análisis de precios unitarios) para la tipología de vivienda 5
- Diseño de las viviendas de acuerdo al método de esfuerzos admisibles

13. PLANOS

1. Para las cinco tipologías de viviendas contamos con los siguientes planos:

CONTENIDO PLIEGO 1

- PLANO ARQUITECTÓNICO NIVEL 1
- PLANO ARQUITECTÓNICO NIVEL 2 VIVIENDAS 3,4 Y 5
- CORTE NORTE
- CORTE SUR
- CORTE ESTE
- CORTE OESTE
- PLANOS CUBIERTAS
- PLANO EJES Y COLUMNAS NIVEL 1
- PLANO EJES Y COLUMNAS NIVEL 2 VIVIENDAS 3,4 Y 5
- DETALLE ESTRUCTURAL
- DETALLE CIMENTACIÓN
- PLANO ELÉCTRICO NIVEL 1
- PLANO ELÉCTRICO NIVEL 2 VIVIENDAS 3,4 Y 5
- DETALLE DEL TABLERO Y CONEXIÓN A LA RED PRINCIPAL
- DETALLES TABLA DE CARGA DEL TABLERO POR CIRCUITO
- DETALLES TABLA DE CARGA DIVERSIFICADA

LA PRESENTACIÓN 2 DE LA CASA 5

-PLANO HIDRÁULICO NIVEL 1
-PLANO HIDRÁULICO NIVEL 2 VIVIENDAS 4 Y 5
-CORTE ESTE
-PLANOS ISOMETRICO
-DETALLE ACCESORIOS
-DETALLE TANQUE ELEVADO
-PLANO SANITARIO NIVEL1
-PLANO SANITARIO NIVEL2 VIVIENDAS 4 Y 5
-DETALLE BAJANTE SANITARIA Y PLUVIAL
-PLANO DESAGÛE PLUVIAL
-RED PLUVIAL NIVEL 1
-DETALLES CAJAS DE INSPECCIÓN

2. Para la plataforma contamos con los siguientes planos:

- Plano de ejes y pilotes
- Plano Arquitectónico