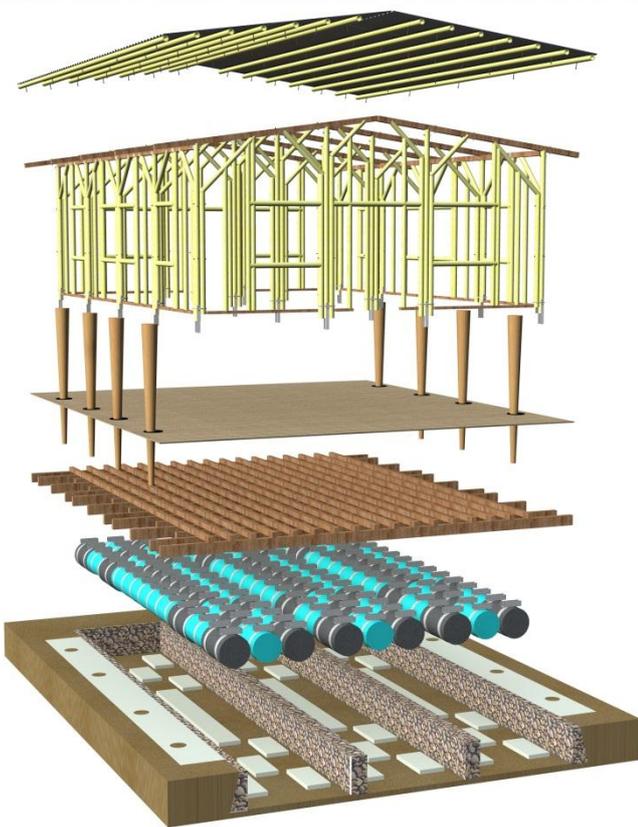


HOSPICIO/ALBERGUE FLOTANTE ELABORADO EN BAMBÚ COMO ALTERNATIVA CONSTRUCTIVA EN ZONAS DE ALTO RIESGO DE INUNDACIONES.



**Facultad de Arquitectura e
Ingeniería civil**

**Trabajo de titulación que se
presenta como requisito para
el título de Arquitecto.**

**Autor: María Gracia Gallegos
Badillo.**

**Tutor: Ing. César Baquerizo
Arosemena.**

Samborondón, Agosto 2014

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES DEL PROYECTO

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Descripción del problema
- 1.3 Preguntas de investigación
- 1.4 Objetivos generales y específicos
 - 1.4.1 Objetivo General
 - 1.4.2 Objetivos Específicos
- 1.5 Justificación

CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL

- 2.1 Marco teórico

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

- 3.1 Alcance y delimitación de la investigación
 - 3.1.1 Población
 - 3.1.2 Métodos e instrumentos
- 3.2 Tipo de investigación

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LOS SECTORES MÁS AFECTADOS POR INUNDACIONES EN GUAYAQUIL

- 4.1 Historial de precipitaciones en Guayaquil
- 4.2 Identificación de los sectores más afectados
 - 4.2.1 Flor de Bastión
 - 4.2.2 La Ladrillera
 - 4.2.3 Monte Sináí
 - 4.2.4 Nueva Prosperina
 - 4.2.5 Cooperativa Sergio Toral
- 4.3 Selección del sector
 - 4.3.1 Ubicación
 - 4.3.2 Topografía y Suelo

CAPÍTULO 5: FACTIBILIDAD DEL USO DE LA CAÑA GUADUA PARA EL PRESENTE PROYECTO

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Ventajas
- 5.3 Desventajas
- 5.4 Propiedades físico mecánicas
 - 5.4.1 Contenido de humedad
 - 5.4.2 Densidad
 - 5.4.3 Resistencia en compresión y tracción
 - 5.4.4 Modulo de elasticidad
 - 5.4.5 Relación resistencia - peso
- 5.5 Partes

- 5.5.1 Nudo
- 5.5.2 Entrenudo
- 5.5.3 Rizoma
- 5.5.4 Ceba
- 5.5.5 Basa
- 5.5.6 Sobrebasa
- 5.5.7 Varillón
- 5.5.8 Copa
- 5.6 Preparación de la caña guadua previa a la construcción
 - 5.6.1 Selección
 - 5.6.2 Técnicas de corte
 - 5.6.3 Métodos de secado
 - 5.6.4 Métodos de preservación y curado
- 5.7 Mantenimiento

CAPITULO 6: ESTUDIO DE CONSTRUCCIONES ADAPTADAS AL AGUA

- 6.1 Sistema flotante de fijación vertical
 - 6.1.1 Sistema flotante
- 6.2 Principio de Arquímedes
- 6.3 Flotadores
 - 6.3.1 Materiales para flotadores
 - 6.3.2 Formas adecuadas para los flotadores
- 6.4 Fijación vertical

CAPÍTULO 7: SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA

- 7.1 Criterios de diseño para el centro gerontológico
 - 7.1.1 Conexión entre módulos
 - 7.1.2 Capacidad
 - 7.1.3 Espacios accesibles para adultos mayores
 - 7.1.4 Selección de materiales
- 7.2 Materiales de construcción complementarios
- 7.3 Diseños arquitectónicos
- 7.4 Diseños estructurales
- 7.5 Detalles constructivos
 - 7.5.1 Cimientos
 - 7.5.2 Sistema de anclaje
 - 7.5.3 Base flotante
 - 7.5.3.1 Cálculo de la cantidad de barriles metálicos y de polietileno a necesitarse
 - 7.5.5 Columnas
 - 7.5.6 Cubierta
 - 7.5.7 Paredes

CAPÍTULO 8: PRESUPUESTO

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Capítulo 1: Preliminares del proyecto

1.1 Antecedentes

La ciudad de Santiago de Guayaquil atraviesa todos los años una situación de emergencia debido a las inundaciones causadas por las fuertes precipitaciones que se dan entre los meses de enero y mayo. Esta realidad se debe a que el entorno geográfico del Puerto Principal está formado por el río Guayas y los ramales del estero Salado, siendo estos los puntos donde desaguan los drenajes naturales y el alcantarillado de la urbe. El desfogue de agua de la ciudad queda exiguu una vez que el nivel de la marea sube y las precipitaciones se dan de manera prolongada y con fuerza. (Mestanza, 2013).

Proaño (2013), director del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), manifiesta que la más reciente inundación que sorprendió a la ciudad se produjo el 2 de marzo del 2013. La precipitación duro ocho horas, lloviendo más 100 mm en el norte de la urbe y 50 mm en el sur, cifras que se consideran elevadas. Los sectores más afectados por los diluvios de acuerdo a los datos proporcionados por la Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil (CSCG) fueron los siguientes: “Monte Sinaí, Nueva Prosperina, Sergio Toral, Flor de Bastión, Isla Trinitaria, Prosperina, Coop. Riveras de los Vergeles, Mapasingue Este, La ladrillera, Calle 13 y la K y Florida”. (Redacción Guayaquil, 2013).

La información recabada por la Gobernación de Guayas y la M.I. Municipalidad de Guayaquil señala que en varias viviendas de los sectores anteriormente mencionados hubo daños y alrededor de 21 viviendas colapsaron: 11 en el sector de La Ladrillera, 3 en el Monte Sinaí, 3 en Nueva Prosperina, 3 en Sergio Toral y una en Flor de Bastión. (Redacción Guayaquil, 2013). Este tipo de falencias se presentan en las viviendas debido a las soluciones habitacionales de las familias de escasos recursos que residen en estos sectores. Los personas que habitan estos lugares generalmente

adquieren casas construidas con caña que se derrumban debido a la corriente de agua que generan las inundaciones.

Estas viviendas, en su mayoría son concebidas tipo palafito, es decir elevadas sobre la superficie sea terreno o agua. Por lo tanto, para el acceso al hogar, las personas utilizan escaleras teniendo que subir y bajar al momento de ingresar y salir de la vivienda respectivamente. En el caso de los adultos mayores este tipo de circulación resulta incómoda debido a que por su edad ya no cuentan con la agilidad y destreza para realizar esta actividad.

Albergues como el Centro Multifuncional ZUMAR de Bastión Popular no abastece en momentos críticos donde el nivel de agua asciende. Este centro atiende a las personas damnificadas procedentes de distintas cooperativas como Sergio Toral y La Ladrillera. Como ejemplo de la falta de abastecimiento se puede citar el caso de Simón Guijarro, que su permanencia en el albergue tuvo que ser solo por un día cuando la fuerte corriente de una zanja indujo la caída de la casa que habitaba con su padre que es adulto mayor. (MIES, 2013). Felipe Espinoza reconocido profesor e investigador de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Guayaquil sostiene: “por ahora la ciudad no está preparada para enfrentar una inundación masiva, a pesar de las experiencias tenidas en los fenómenos de El Niño 1982, 1997 y 1998”. (Mestanza, 2013).

1.2 Descripción del problema

Existen viviendas en sectores susceptibles a inundaciones como: La ladrillera, Flor de Bastión, Nueva Prosperina y Sergio Toral, ubicadas en el norte de la ciudad de Guayaquil, donde el invierno se torna peligroso ya que las soluciones habitacionales que se han implementado en estos sectores no son lo suficientemente eficientes. Las casas construidas con caña, tipo palafito son las más propensas a colapsar luego de una fuerte y prolongada precipitación. Las casas de cemento en comparación con las viviendas de caña se encuentran asentadas directamente en la superficie del terreno corriendo el riesgo de inundarse.

La situación que los adultos mayores enfrentan, en este tipo de emergencias, es alarmante ya que se les dificulta evacuar al momento de la inundación debido a las deficiencias en su motricidad propias de su avanzada edad. El Dr. Homero Gac, docente en la Universidad Católica de Chile sostiene: “Las estadísticas muestran que hasta un 20% de los adultos mayores de países en vías de desarrollo tienen importantes dificultades en su desplazamiento y la mitad de ellos se encuentran en estado de postración” (Gac, 2000).

Por lo tanto, en la búsqueda de una solución a esta problemática se propone diseñar un centro gerontológico que garantice la seguridad a los adultos mayores que habitan en él.

El hospicio se encontrara en el nivel del terreno creando una circulación de acceso y salida cómoda para los adultos mayores por medio de una rampa que presentará la característica de un 12 a 14% de pendiente máximo.

Por otra parte, para buscar una solución para los damnificados y las personas de tercera edad que padecen inundaciones y colapsos en sus viviendas además de sufrir la falta de albergues cuando se presentan fuertes precipitaciones, se diseñara un hospicio. El proyecto poseerá la capacidad de flotar en caso de una inundación alojando a los adultos mayores y habitantes desprovistos de la zona, siendo aprovechado como albergue.

En caso de emergencia por inundaciones se prevé que las personas que se encuentren albergadas y los adultos mayores permanezcan dentro del centro gerontológico flotante hasta que el mismo vaya descendiendo según el nivel del agua cumpliendo el propósito de salvaguardar las vidas que contiene. De esta manera se conseguirá que los adultos mayores que habitaran en el hospicio no se encuentren en la necesidad de realizar una rápida evacuación de manera insegura debido a su baja motricidad y capacidad de desplazamiento. Se evitara que se produzcan daños en sus pertenencias y lo más importante se impidiera cualquier daño en su salud.

Con este trabajo de titulación se espera proponer una nueva alternativa de diseño funcional y económico, basada en el uso del bambú como principal elemento constructivo, ya que es un material que se encuentra en nuestro medio a un bajo costo y presenta ventajas en sus propiedades físico - mecánicas comparadas con otros materiales de construcción como la madera tradicional y el hormigón, en el capítulo 5 se detallara las características y ventajas que presenta dicho material.

El grado de importancia que se le debe dar a este tema es de carácter urgente ya que se podrían salvar vidas humanas y evitar significativos daños materiales. Hasta el momento no se ha generado un plan de apoyo que tome en cuenta esta realidad que atraviesan muchos adultos mayores en el invierno.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Es posible lograr un diseño capaz de flotar en situaciones de emergencia y que a su vez permanezca anclado al terreno?
- ¿En nuestro medio que material cumpliría con las propiedades necesarias para el correcto funcionamiento de la propuesta de un hospicio flotante?
- ¿Qué zona en la ciudad de Santiago de Guayaquil reúne los requisitos adecuados para la elaboración del proyecto?

1.4 Objetivos Generales y Específicos

1.4.1 Objetivo General

Realizar la propuesta de diseño de un hospicio en caña guadua que pueda flotarante una inundación y luego regresar a su posición inicial en el terreno, con la intención de salvaguardar las vidas de los adultos mayores que residen en los sectores vulnerables ante inundaciones.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar un sistema constructivo para la elaboración de un hospicio que pueda flotar ante una inundación y luego regresar a su posición inicial en el terreno.
- Crear un diseño de un hospicio con caña guadua que pueda albergar a 20 adultos mayores desarrollándolo por módulos.
- Identificar el sector más desprovisto de asistencia durante una inundación donde se ubicará el hospicio en caña guadúa.

1.5 Justificación

Este trabajo de investigación se realiza para proponer una solución a los adultos mayores y damnificados que en la época invernal de la ciudad de Guayaquil se ven necesitados a desalojar sus viviendas ya que sufren daños por las fuertes precipitaciones. Cabe destacar que actualmente no existe la construcción de hospicios ni albergues flotantes capaces de responder ante una inundación.

La población que reside en asentamientos informales en el Norte de la ciudad de Guayaquil coincide en que se necesitan más centros gerontológicos en la zona. Además, según lo investigado en el campo no existen muchos refugios cerca de la zona y los albergues no logran abastecer a todos los damnificados.

El resultado de la propuesta tendrá una aplicación concreta la cual es salvaguardar la vida de las personas de la tercera edad y a damnificados en situaciones de emergencia. Se identificará de entre los sectores más afectados por los diluvios el más necesitado de un centro gerontológico. Es ineludible que se debe tomar en cuenta a este grupo poblacional tan necesitado de seguridad y comodidad en su diario vivir.

Capítulo 2: Marco Referencial

2.1 Marco teórico

Se ha tomado como referencia el Principio de Arquímedes como partida para la elaboración del proyecto. Los datos relacionados a esta teoría se muestran en el capítulo 6 de este trabajo de titulación. En este capítulo se muestra cómo se logra la flotabilidad, considerando el peso del objeto que se requiere que flote como punto de partida para poder calcular el volumen del flotador, además de recomendaciones sobre formas y materiales y colocación de flotadores. Esta información ha servido para poder comenzar el diseño y asegurarnos de que el hospicio flote de acuerdo a su peso.

Para la investigación y diseño en caña guadua, material primordial para la elaboración del proyecto, se ha tomado como referencia información técnica de construcción en caña guadua de distintos manuales que se mencionan en el capítulo 7. Además, se ha tomado en cuenta recomendaciones para una correcta utilización de la caña guadúa previo a la construcción indicando métodos de corte, preservación, curado y mantenimiento. Esta información fue obtenida de varios manuales que se detallan en el capítulo 5.

Capítulo 3: Metodología

3.1 Alcance y delimitación de la investigación

3.1.1 Población

El desarrollo de este proyecto se limita al estudio de sectores en el norte de la ciudad de Guayaquil, ya que es la zona donde anualmente se presentan los problemas causados por las precipitaciones, según los diarios El Telégrafo y El Comercio.

Las zonas seleccionadas son: Flor de Bastión, Coop. Sergio Toral, La Ladrillera, Nueva Prosperina y Monte Sinaí. Se realizó el estudio de las características habitacionales, del entorno y de la población de los sectores mencionados.

3.1.2 Métodos e instrumentos

Para este trabajo de investigación se empleó un tipo de alcance descriptivo, ya que el trabajo se apoya en teorías y estudios ya existentes. Se realizó una observación científica en los sectores de estudio, es científica ya que se conocía el objetivo que se quería lograr realizando las visitas de campo. Se observó las necesidades de cada sector, descripción y reconocimiento del lugar y todo lo que se relacionaba a la problemática sobre inundaciones. Además, se realizó un registro fotográfico para utilizarlo como material de apoyo. También se desarrollaron fichas de cada sector para comparar los datos observados. Finalmente, se efectuó un trabajo de encuestas con preguntas abiertas para conocer las situaciones de emergencia y desmanes que la población ha sufrido por causa de las lluvias.

3.2 Tipo de investigación

El trabajo se llevará a cabo realizando una investigación de campo para comparar los problemas y necesidades de los distintos sectores afectados por las lluvias. El objetivo de este análisis comparativo es poder obtener como resultado el lugar más desprovisto y necesitado en la época invernal. Este tipo de investigación permite tener un conocimiento más claro y seguro sobre los sectores para poder demostrar que este trabajo de titulación puede funcionar como una solución para los sectores desprovistos.

Se realizará una investigación descriptiva en donde se explicará la realidad actual de las zonas del norte de Santiago de Guayaquil que fueron seleccionadas, detallando todo lo observado en cuanto a su población, viviendas y entorno.

Para poder realizar la propuesta se realizarán investigaciones explicativas, detallando casos análogos sobre viviendas y sistemas flotantes ya existentes, además de explicar propiedades de diversos materiales que se podrán aplicar en el proyecto.

Capítulo 4: Estudio de las condiciones de los sectores más afectados por inundaciones en la ciudad de Santiago de Guayaquil

4.1 Historial de precipitaciones en Guayaquil

La ciudad de Santiago de Guayaquil se caracteriza por contar con un período de lluvias anualmente. Se debe ofrecer una respuesta que permita a los ciudadanos estar preparados para sobrellevar los estragos que las lluvias dejan año a año.

Según datos reportados por la estación meteorológica 84230 (SEGU), en la ciudad se ha presentado la mayor cantidad de días con lluvia en los años 1983, 1987, 1992, 1997, 1998 y 2012. En 1983 se contabilizaron 222 días con lluvia y 72 días con tormenta en todo el año, ubicándolo como el segundo año más lluvioso en la historia de la ciudad. En el caso de los años 1987 y 1992, la cantidad de días con precipitaciones que se registraron fueron: 147 y 141, respectivamente, y los días con tormenta: 24 y 28, respectivamente. Finalmente, en los años 1997 y 1998 la ciudad sobrellevó el Fenómeno de El Niño llegando a presenciar 177 y 147 días con lluvias, respectivamente, con un incremento en días con tormentas de 40 y 53 días, respectivamente. En la tabla N° 1 se puede observar el historial de días con lluvias y tormentas desde el año 1979 hasta el 2012.

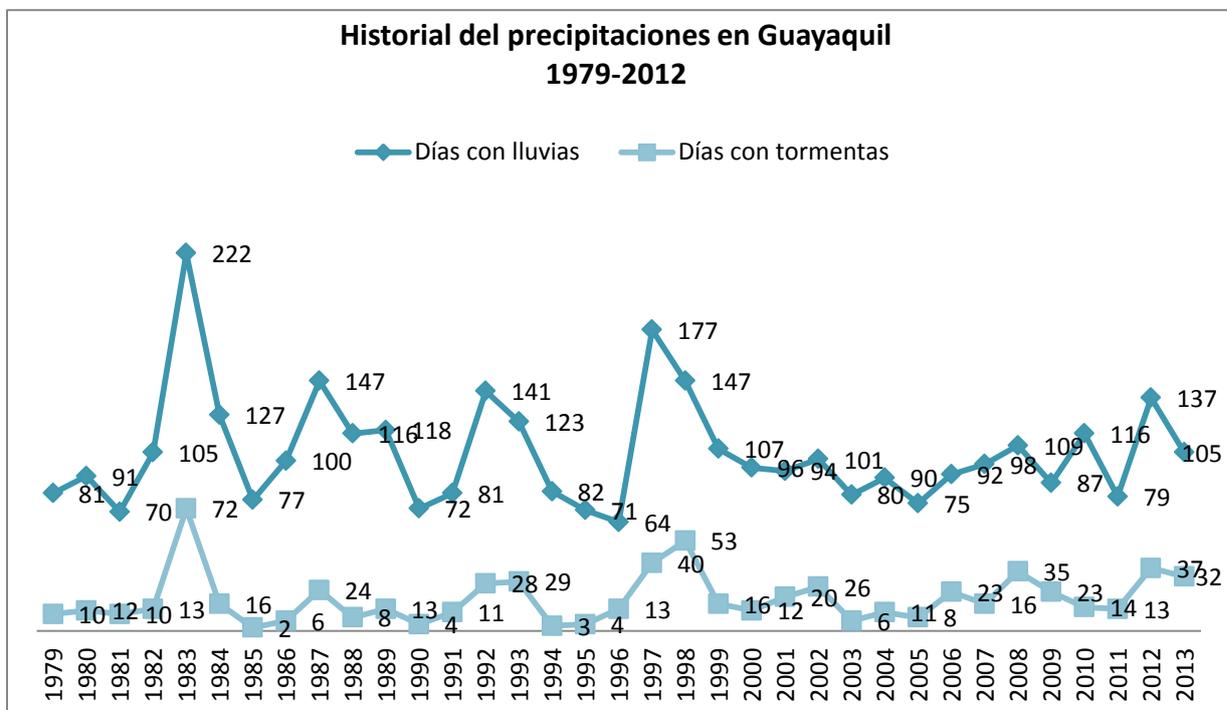


Tabla Nº 1.- Historial de precipitaciones en Guayaquil (1979-2012). Se indica el total de días con lluvias y tormentas de cada año

Fuente: Elaboración propia a partir de (Estación meteorológica 84230, 2014).

Con el objetivo de identificar la cantidad de mm de agua que se reciben cada año, a continuación se detallará la precipitación histórica mensual de los meses de enero, febrero y marzo. Estos tres meses se sitúan en la época invernal.

Datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) indican que desde el año 1981 el mes de enero ha presentado poca acumulación de mm de agua. Los únicos años donde las lluvias pasaron los 500 mm fueron en 1989 y 1983 llegando a un máximo de 600 mm de agua. La cantidad de agua que, generalmente, se recibe en el mes de enero está entre los 100 y 200 mm de agua. En el año 2013 se percibió una acumulación de 180 mm de agua. Como se puede observar en la tabla Nº 2, se califica al mes de enero de 2013 como un mes lluvioso.

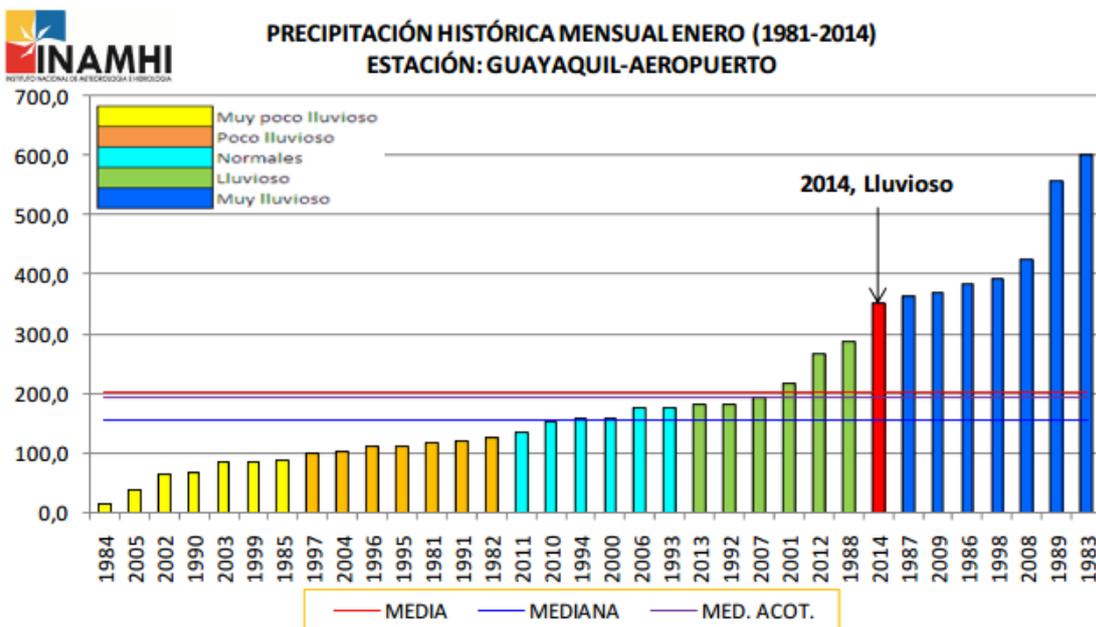


Tabla Nº 2.- Precipitación histórica mensual enero (1981-2014). Se indica la cantidad de mm de agua que se recibe en Guayaquil cada año en el mes de enero.

Fuente: (INAMHI, 2014).

En el mes de Febrero se puede observar que en los años 1976, 1983, 1987, 1998 y 2012 las acumulaciones en mm sobrepasaron los 500mm de agua llegando a un máximo de 750 mm siendo considerados meses muy lluviosos. En el año 2013 se presentó una acumulación mensual de 235 mm de agua. Como se puede apreciar en la tabla N° 3, se califica al mes de febrero de 2013 como un mes poco lluvioso.

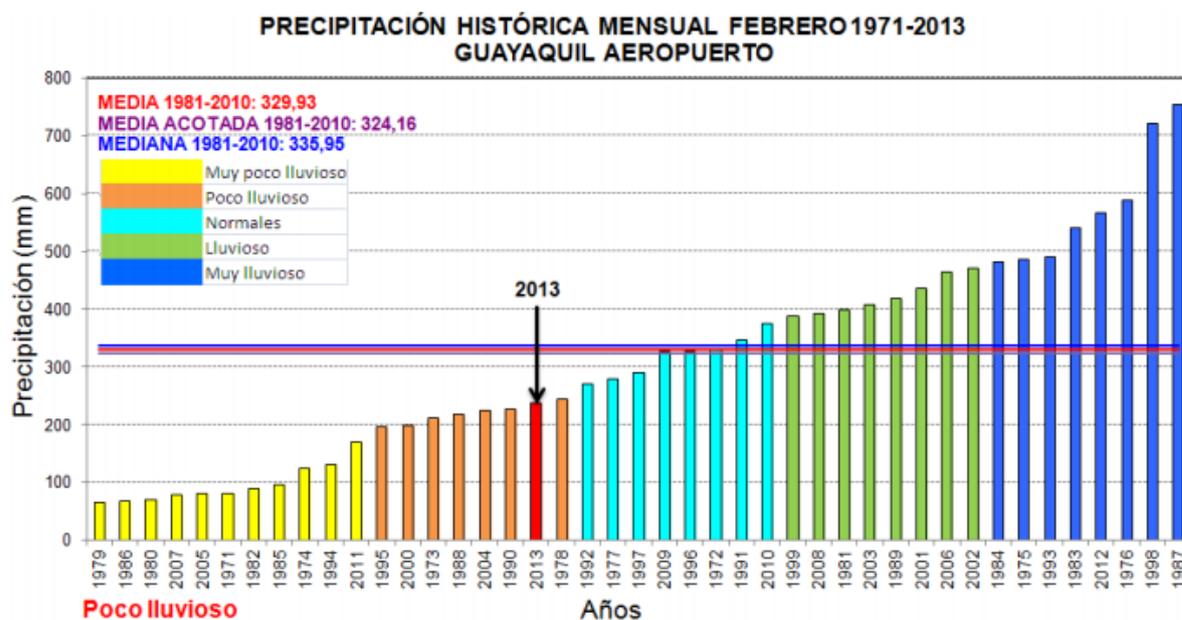


Tabla N° 3.- Precipitación histórica mensual febrero (1981-2013). Se indica la cantidad de mm de agua que se recibe en Guayaquil cada año en el mes de febrero.
Fuente: (INAMHI, 2013).

En el mes de marzo se puede apreciar que en los años 1975, 1983, 1997, 1998, 2001, 2002, 2008, 2013 las acumulaciones en mm sobrepasaron los 500 mm alcanzando un máximo de 920 mm de agua siendo considerados meses muy lluviosos. En el año 2013 se presentó una acumulación mensual de 550 mm de agua. Como se puede observar en la tabla N° 4, se califica al mes de marzo de 2013 como un mes muy lluvioso.

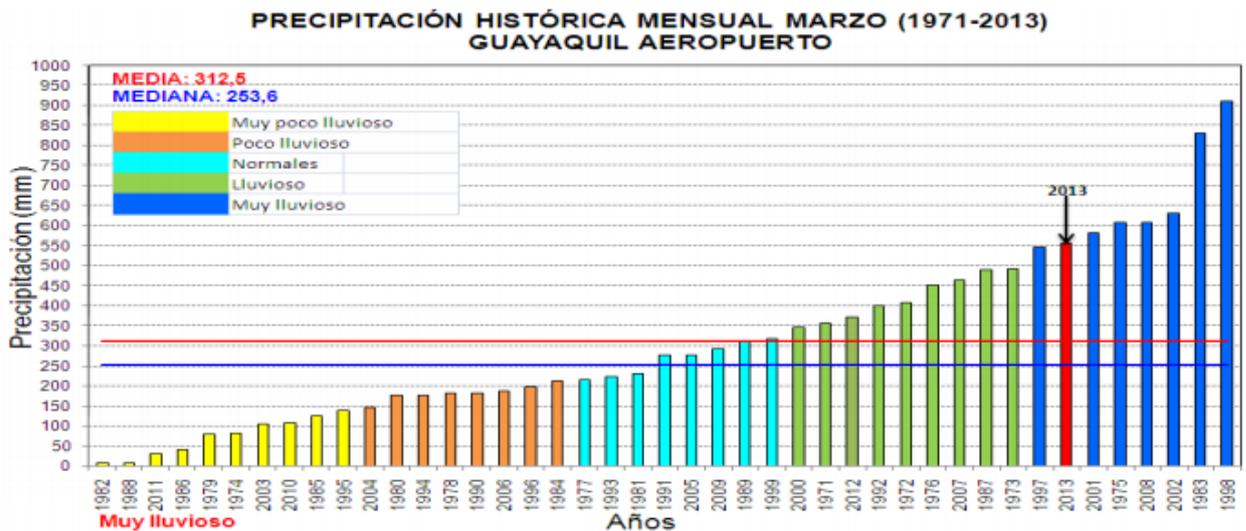


Tabla N° 4.- Precipitación histórica mensual marzo (1981-2013). Se indica la cantidad de mm de agua que se recibe en Guayaquil cada año en el mes de marzo.

Fuente: (INAMHI, 2013).

Al realizar una comparación de los datos de los tres meses estudiados, se llega a la conclusión de que el mes de Marzo es el mes donde Guayaquil recibe una mayor cantidad de mm agua por parte de las precipitaciones. Por está razón se tomarán casos y datos del mes de marzo para realizar el presente trabajo de investigación.

Las lluvias en el mes de marzo dejan como resultado deterioros y colapsos en viviendas. Este tipo de acontecimientos logra que Guayaquil entre en estado de emergencia, tal como sucedió el pasado 3 de marzo del 2013 (Ecuavisa, 2013). “De acuerdo a la publicación de la revista Nature, Guayaquil es la cuarta ciudad más vulnerable a inundaciones” (El Universo, 2013).

4.2 Identificación de los sectores más afectados

Mediante la identificación de los sectores más afectados en la época invernal se podrá reconocer 3 aspectos: las características que poseen como sectores habitacionales, los distintos niveles de riesgo que enfrentan ante una inundación y cuál es su respuesta al problema.

De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (Inamhi) (2012) las mayores precipitaciones se presentan principalmente hacia el norte e interior de la región Litoral. En los primeros 10 días del mes de marzo del año 2013 las precipitaciones acumuladas se presentaron en el norte y centro de la cuenca del Guayas. En el norte de la ciudad se puede distinguir una lluvia acumulada de 217,6 mm como se muestra en la imagen N° 1. Los sectores más afectados en la ciudad de Guayaquil son los del norte de la urbe, según información proporcionada el día 5 y 12 de marzo por el diario El Telégrafo y El Comercio respectivamente.

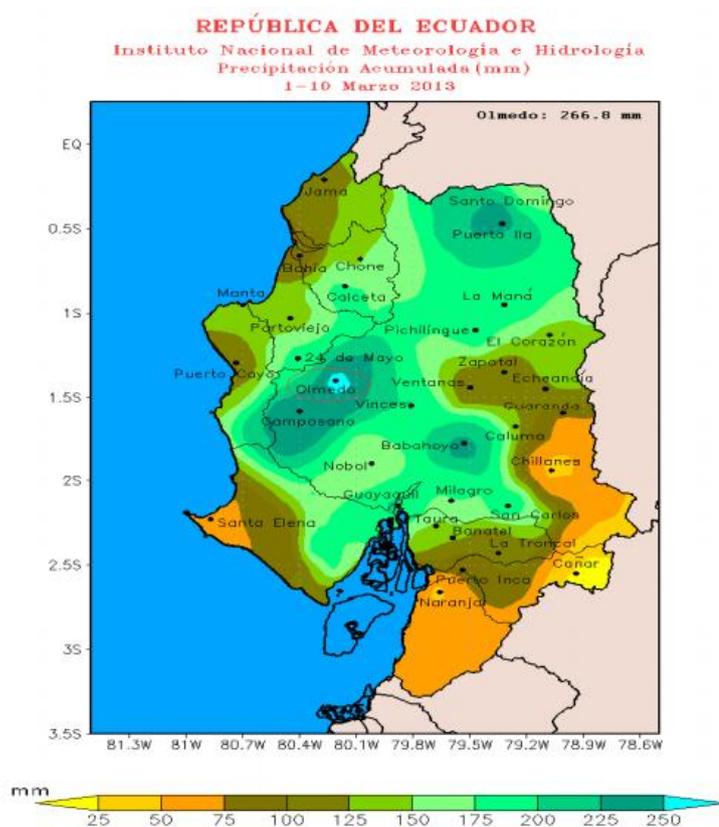


Imagen N° 1.- Precipitación acumulada (mm) en los primeros 10 días del mes de marzo, 2013 (mm). Se distinguen zonas en Guayaquil por la cantidad de mm de agua que se recibió en dicha fecha.

Fuente: (INAMHI, 2013).

A continuación se detallará un estudio realizado en base a encuestas y trabajos de campo en algunos de los sectores del norte de la ciudad de Santiago de Guayaquil que han sufrido daños en el año 2013 por las fuertes precipitaciones. Entre los sectores habitacionales que sufrieron desmanes

entre los días 2 y 5 de marzo del mes de marzo mencionados por el diario El Telégrafo se escogió: Flor de Bastión, La Ladrillera, Monte Sinaí, Nueva Prosperina, Coop. Sergio Toral.

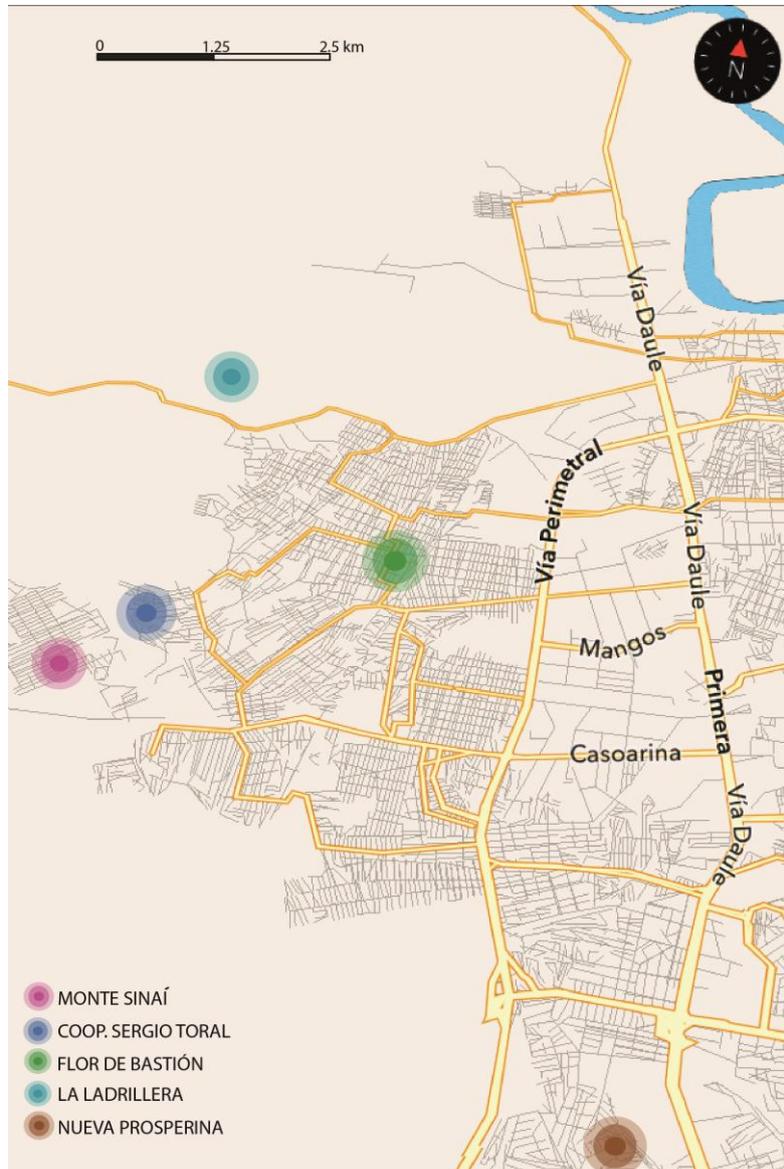


Imagen Nº 2.- Ubicación de los sectores habitacionales a investigar.

Fuente: Elaboración propia a partir de (*Google Maps*, 2014).

4.2.1 Flor de Bastión

Flor de Bastión es un sector que fue formado entre 1980 y 1982 por asentamientos informales. Está ubicado en el noroeste de Guayaquil y su

principal acceso es la avenida Perimetral. Su característica geográfica más relevante es que está conformada de lomas y llanos a lo largo de los bloques existentes.

Según la encuesta realizada, en la temporada invernal se ven afectados principalmente los bloques 6, 7 y 8 debido a su topografía irregular. Las pendientes trasladan el agua hacia las zonas más bajas provocando un estancamiento debido a la inexistencia de un sistema de alcantarillado ni drenaje natural. En la imagen N° 3 se puede observar a un habitante de la zona señalando el máximo nivel de agua al que se ha llegado con las fuertes precipitaciones. Este nivel supera los 80 cm de altura. En la época invernal los albergues como el Centro Multifuncional ZUMAR son saturados de damnificados debido a los daños en sus viviendas producidos por las precipitaciones (Redacción Guayaquil, 2013).



Imagen N° 3.- Moradora del sector Flor de Bastión indicando el nivel del agua cuando se dan inundaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Según lo observado en el trabajo de campo realizado no se encuentra entre los bloques mencionados un centro gerontológico que ayude a los

hogares con adultos mayores. En una muestra de 20 viviendas seleccionadas del sector se encontraron 7 adultos mayores. Todos los encuestados coincidieron en que se necesita un hospicio en la zona. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) (2010) señala que en el año 2006 Flor de Bastión contaba con 2.277 adultos mayores entre 66 -99 años .

Además, en el trabajo de campo realizado se pudo apreciar que en el sitio las viviendas de la zona están construidas con diferentes materiales. Sin embargo, la madera es el recurso más utilizado en la construcción de las villas, que son revestidas de caña. Luego, en un menor porcentaje, existen también villas de hormigón armado. Adicionalmente, a pesar de que los habitantes conocen el riesgo a inundarse muchas viviendas no se encuentran construidas elevadas sobre el terreno.

4.2.2 La Ladrillera

La ladrillera se comenzó a formar en el año 1983 debido a asentamientos informales. Está ubicado en el noroeste de la ciudad de Guayaquil. Su principal acceso es por la vía Las Iguanas. Se encuentra situado de forma contigua a Flor de Bastión y al igual que este sector su topografía es irregularmente conformada por cerros y llanos.

En temporada invernal este sector es uno de los más emergentes con respecto a la problemática ocasionada por la lluvia debido a la fragilidad de sus villas. Las viviendas llegan a colapsar por las corrientes de agua que se forman cuando se dan las precipitaciones (Mestanza, 2013). La comunidad encuestada señala que los hogares que más sufren daños son los que se encuentran asentados y cerca de las lomas. Se pudo observar, en el trabajo de campo realizado, que debido a que es una zona de asentamientos informales no cuentan con un sistema de alcantarillado por el momento, por lo que evacuar el agua de manera rápida resulta imposible.

La mayoría de las viviendas que se observaron en la zona se encontraban construidas con una estructura de madera recubierta

perimetralmente en caña, concebida tipo palafito, es decir elevadas sobre la superficie del terreno como se puede apreciar en la imagen N° 4.



Imagen N° 4.- Viviendas en el sector La Ladrillera.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, no existen hospicios ni albergues en la zona que acojan a los adultos mayores. En una muestra de 20 viviendas seleccionadas del sector se contabilizaron 6 adultos mayores. Además, todos los encuestados consideran que debería de existir de manera urgente un centro gerontológico en la zona.

4.2.3 Monte Sinaí

Monte Sinaí es otro sector popular, ubicado en el Noroeste de la urbe, que desde el año 1983 se ha ido desarrollando como respuesta a los asentamientos informales. Su principal acceso es por la avenida Perimetral. A pesar de los desalojos impulsados por el gobierno nacional debido al tráfico de tierras, siguen existiendo ciudadanos que escogen este sector para construir sus viviendas. “Según un informe presentado por la Secretaría Técnica de Prevención de Asentamientos Humanos Irregulares, en Monte Sinaí se encuentran asentadas 15.700 viviendas, en terrenos de propiedad pública y privada” (2013).

Como característica geográfica del sector, se puede mencionar que existen pocas lomas a su alrededor y que el sector habitacional se ha asentado en tierras llanas. Además, las calles no se encuentran asfaltadas y presentan una topografía irregular como se puede apreciar en la imagen N° 5.



Imagen N° 5.- Ejemplo de las calles desprovistas en el sector Monte Sinaí.
Fuente: Elaboración propia.

En el trabajo de campo realizado, se pudo obtener comentarios de los habitantes respecto a las condiciones de las vías del sector. Ellos indican que en la época invernal las calles se tornan intransitables por la acumulación de lodo. Además, se pudo confirmar que en el sector no se cuenta con un sistema de alcantarillado. Finalmente, haciendo una comparación con el resto de sectores estudiados, Monte Sinaí posee más viviendas de extrema pobreza. Estas viviendas están construidas con caña, bloques y materiales reciclados.

En el trabajo de campo que se realizó en el sitio se pudo observar que los habitantes de la zona cuentan con la ayuda de un centro de salud, pero no de un centro gerontológico. Además, en los resultados de las encuestas se manifiesta que el 50% de los habitantes de este sector consideran que si se necesita un hospicio. Finalmente, como parte del trabajo de campo realizado se tomó como muestra 20 viviendas, entre las que se contabilizó 5 adultos mayores.

4.2.4 Nueva Prosperina

Nueva Prosperina es otro sector ubicado en el noroeste de Guayaquil y fue formado en el año 198. Esta localidad surgió como una extensión del sector La Prosperina. Su principal acceso es por la Vía Perimetral. Su avenida principal conecta la Vía Daule con la Ave. Perimetral. Su geografía general es llana rodeada de pocas lomas.

En el caso de este sector, los problemas generados por la época invernal han ido disminuyendo. Los habitantes afirman que en años anteriores cuando se presentaban fuertes precipitaciones el sector se inundaba por la falta de un sistema de alcantarillado y drenajes naturales. La MI Municipalidad de Guayaquil está realizando, actualmente, los trabajos necesarios para proveer al sector de un sistema de alcantarillado, además de la pavimentación de las calles como se puede observar en la imagen N° 6.



Imagen Nº 6.- Mejorías en Nueva Prosperina.
Fuente: Elaboración propia.

En el trabajo de campo realizado se pudo comprobar que no existen centros gerontológicos, ni albergues. Adicionalmente, se tomó una muestra de 20 viviendas, entre las que se contabilizaron 6 adultos mayores. Finalmente, de acuerdo a la encuesta realizada, los habitantes de la zona consideran que debería de existir algún tipo de ayuda para los adultos mayores del sector.

En cuanto a la tipología de construcción de las viviendas, se pudo observar que la mayoría de las casas del sector Nueva Prosperina son de hormigón armado, en su mayoría de dos plantas. Como conclusión se puede mencionar que existe una notable diferencia de progreso, como sector habitacional, en Nueva Prosperina en relación a los otros sectores expuestos en los subcapítulos anteriores.

4.2.5 Cooperativa Sergio Toral

La Cooperativa Sergio Toral se comenzó a desarrollar como sector habitacional en el año 1983 debido a asentamientos informales. Está ubicada en el noroeste de la ciudad de Guayaquil. Su principal acceso es por la avenida Perimetral. Este sector está situado de manera contigua a Monte Sinaí. Su topografía es llana.

En temporada invernal este sector es uno de los que sufre daños significativos por las fuertes precipitaciones. Un ejemplo de esto es la vivienda de la moradora Gina Alcívar que colapsó en la lluvia del 5 de marzo del 2013. Ver imagen N° 7. El sector se llena de lodo y el nivel de agua sube imposibilitando el traslado de las personas. No existe un sistema de alcantarillado en el sector.



Imagen N° 7.- Colapso de vivienda en la Cooperativa Sergio Toral.
Fuente: (Telégrafo, 2013).

En el trabajo de campo realizado se pudo observar que las viviendas que se encuentran en el sector son construidas, generalmente, con una estructura de madera recubierta en caña. Además, se identificaron villas construidas con caña y bloques. Por otro lado, se puede confirmar que no todas las viviendas estaban elevadas del terreno para prevenir los daños generados por las inundaciones.

Adicionalmente, no existe algún hospicio y/o albergue en el sector que acoja a los adultos mayores de la zona. Como parte del trabajo de campo realizado, se tomó como muestra 20 viviendas del sector, entre las que se contabilizaron 5 adultos mayores. Finalmente, el 100% de los moradores del sector que fueron encuestados consideran que debería de existir un hospicio en la zona.

4.3 Selección del sector

La selección del sector se realizó una vez efectuado el trabajo de campo en las 5 zonas habitacionales mencionadas anteriormente. Mediante la observación y comparación de los sectores se pudo realizar la elección del sitio considerando los siguientes aspectos: identificación de lugares más desprovistos, reconocimiento de zonas que están más propensas a sufrir inundaciones y reconocimiento de la población adulta mayor que se va a beneficiar del centro gerontológico.

Como conclusión se obtiene que de los 5 sectores estudiados solo 4 poseen las mismas características en cuanto a necesidades y riesgos de inundaciones. El sector Nueva Prosperina que descartado de la lista de selección ya que según lo observado en el lugar se están realizando trabajos de construcción de pavimentos y sistema de alcantarillado.

Entre los 4 sectores habitacionales restantes se seleccionó un sector al azar para la elaboración del proyecto ya que se considera que sufren los mismos desmanes y necesidades según nuestra investigación de campo. La zona escogida donde se ubicará el diseño del proyecto es Flor de Bastión

4.3.1 Ubicación

El terreno se encuentra ubicado en el noreste de la ciudad de Santiago de Guayaquil en el sector Flor de Bastión bloque uno, su acceso es por la entrada principal de dicho bloque recorriendo cuatro cuadras hacia el oeste de la avenida 24.

A continuación se mencionaran las siguientes características por las cuales se seleccionó el terreno donde será ubicado el proyecto.

- Presenta una topografía irregular con diferentes cotas de altura en sus alrededores las cuales como resultado crean pendientes en el perímetro del terreno.
- Inexistencia de un sistema de alcantarillado.
- Existencia de problemas de drenaje natural en el suelo provocando charcos, afluentes entre las viviendas y presencia de lodo en el suelo.
- Falta de hospicios y albergues en la zona.
- En situaciones pasadas la zona ha sufrido inundaciones hasta 85 cm de altura, lo cual comprueba que es una zona donde existen riesgos de padecer inundaciones.

En la imagen N° 8 se puede apreciar una fotografía del terreno seleccionado el cual reúne las características ya mencionadas que permiten el correcto funcionamiento del proyecto que se propone.

Es necesario explicar que el terreno actualmente es una cancha de fútbol. Sin embargo se lo terminando seleccionando ya que se pueden observar en las visitas de campo la existencia de otras canchas recreativas alrededor de la zona, significando que los habitantes del sector van a seguir disfrutando de espacios recreativos. Se reconoce el valor que tienen las canchas de fútbol pero por otra parte también se reconoce lo que el proyecto va a portar como servicio y ayuda a los adultos mayores y damnificados de la zona.



Imagen N° 8.- Terreno en Flor de Bastión que reúne las características necesarias para que el proyecto funcione.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2 Topografía del terreno

La topografía que se puede observar alrededor del terreno en la imagen N° 9 es un buen ejemplo para demostrar lo que sucede actualmente en las hectáreas que conforman los bloques de Flor de Bastión. Esta característica topográfica se repite en toda la zona formando lomas y zonas bajas, consiguiendo diferentes cotas de altura, las cuales en pocos metros de distancia trasladan el agua de las lluvias hacia las zonas más bajas dando como resultado afluentes e inundaciones.

Se puede observar en la imagen N° 9 la altura de las lomas que confinan el terreno. La cota más alta en el lado noreste es de 14.75 metros la cual traslada el agua de las lluvias hacia los lugares más bajos. En el lado suroeste se puede observar un decrecimiento en el nivel del terreno de 1.22 metros, está

declinación da lugar a afluentes naturales que trasladan el agua en época de invernial.

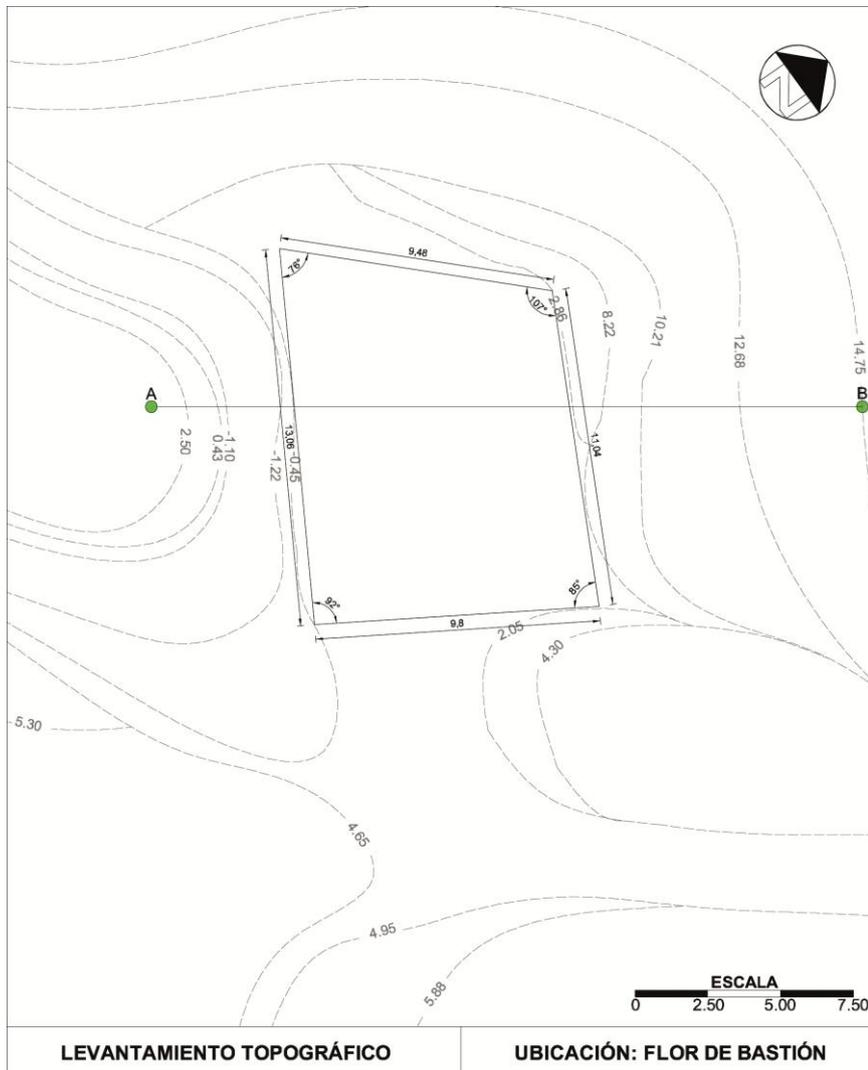
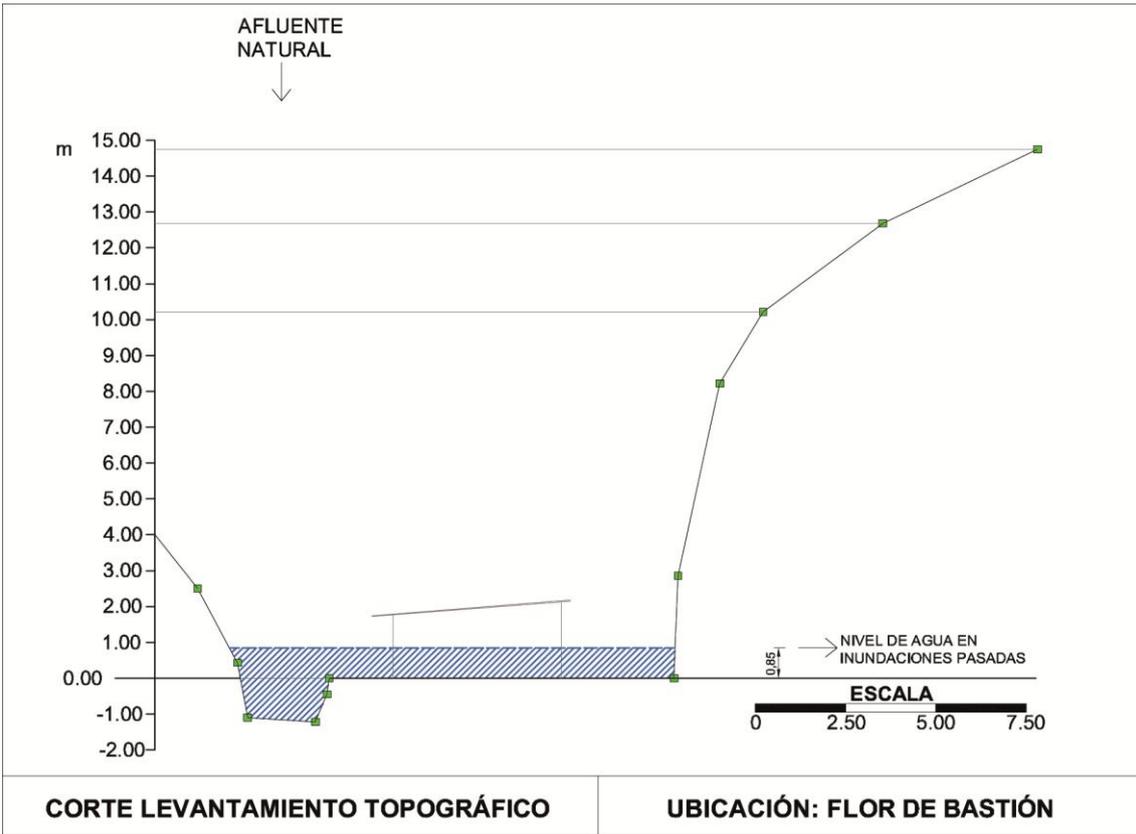


Imagen Nº 9.- Plano topográfico del área donde se ubicará el proyecto.
Fuente: Elaboración Propia.

Estas cotas de altura se pueden corroborar en la imagen Nº 10 donde se puede distinguir las alturas existentes en el corte del levantamiento topográfico, además se puede observar el nivel de agua en inundaciones pasadas que ha llegado hasta 85 cm de altura representado en un sombreado azul.



CORTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

UBICACIÓN: FLOR DE BASTIÓN

Imagen N° 10.- Corte del levantamiento topográfico donde se ubicará el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo 5: Factibilidad del uso de la caña guadúa para el presente proyecto

5.1 Generalidades

El bambú también llamado acero vegetal es una planta gramínea. Su principal característica física es que es una planta fistulosa, es decir hueca (Santa Cruz, 2012). El bambú posee tejidos interiores que con el transcurso de los años lo convierten en una estructura resistente, con un menor peso y mayor flexibilidad. Es un material renovable que se caracteriza por su rápido crecimiento. El bambú puede llegar a tener hasta más de 25 metros en solo 6 meses dependiendo de su especie. Su crecimiento normal es de 10 centímetros al día. (Davila, 2012). En la actualidad es necesario utilizar recursos renovables como el bambú para reemplazar materiales que dejan una huella de contaminación en su fabricación (Angytagua, 2007).

Los climas tropicales y subtropicales presentan condiciones más idóneas para el crecimiento del bambú. Existen más de 1500 especies de bambú que varían en la altura de tallo, diámetro y entrenudos dependiendo del clima donde sean cultivados. En Ecuador existen cerca de 280 especies de bambú. Las especies más destacadas son: las del género *Neurolepis*, el carrizo (*Arundo donax*, *Aulolemia longiaristata*, *Chusquea*spp.), el siksi (*Cortaderia* spp.), la tunda (*Arundinella* spp. *Aulenemia queko*), entre otros (Cristó, 2011). La especie más utilizada en el país es la caña guadúa (*Guadua angustifolia*) por sus características físico-mecánicas. (Cobo, 2010).

Para la elaboración del hospicio se ha escogido la caña guadúa por ser un material que brinda las características detalladas anteriormente y por ser un material que se cultiva en nuestro país.

5.2 Ventajas

A continuación se detallarán las ventajas de la caña guadúa desde el punto de vista estructural y ambiental ya que es lo que se necesita conocer para la elaboración del proyecto.

- Es un material que se puede encontrar con facilidad en el medio donde se desarrollará el proyecto.
- Es un material liviano y flexible que se puede utilizar para construcciones sismo resistentes.
- Tiene un crecimiento muy rápido. Se lo puede utilizar para la construcción a partir de los 4 - 6 años.
- Es eficiente en cuanto a su resistencia físico - mecánica ya que su peso específico es de 790 Kg/m³ y su relación resistencia – peso es de 1,75 (INEN, 1976).
- Es un material que contribuye desde el punto de vista ecológico ya que su aplicación evita el uso de la madera tradicional deteniendo la tala de árboles.
- Existe en abundancia y su precio es económico.
- Es un material utilizado en su totalidad, por lo que no se deja desperdicio.
- Funciona como aislante térmico absorbiendo altas temperaturas.

5.3 Desventajas

A continuación se detallarán las desventajas de la caña guadúa desde el punto de vista estructural y ambiental ya que es lo que necesitamos estudiar para la elaboración del centro gerontológico.

- Requiere de una correcta selección ya que el comportamiento estructural puede variar dependiendo de su edad, contenido de humedad, entrecalada otros aspectos.
- Requiere de protección ante los agentes atmosféricos como la lluvia y los rayos ultravioletas.

- Es propenso a ataques de hongos e insectos lo que disminuye sus propiedades de resistencia y flexibilidad.
- Puede rajarse fácilmente dificultando la construcción de las uniones y soportes.
- Existen culmos que no crecen totalmente verticales por consecuencia su uso como elementos estructurales verticales no es recomendado ya que generalmente trabajan a compresión y se dificulta que las cargas funcionen axialmente.
- La caña guadua presenta desventajas en su resistencia al fuego en comparación con materiales como el acero y el hormigón (Vega *et al.*, 2007). La caña en presencia con el fuego se deteriora y se consume, se podría aumentar su resistencia al fuego utilizando la fórmula de ácido bórico, sulfato de cobre cristalizado, cloruro de sodio y dicromato de potasio en relación de 3:1:5:6 (Méndez *et al.*, 2005).

5.4 Propiedades físico - mecánicas

5.4.1 Contenido de humedad

La alteración en el contenido de humedad en la caña guadúa produce cambios en sus dimensiones, ya que al perder humedad se genera un proceso de contracción en el material y al ganar humedad se genera un proceso de dilatación en el material. La humedad disminuye a medida que se desarrolla en altura (Verdezoto, 2006). El proceso de secado en la caña guadúa deberá dejar como resultado un contenido de humedad entre el 10 y 15% (Hidalgo, 2005).

5.4.2 Densidad

Es necesario conocer la densidad en la caña guadúa para poder estudiar su relación resistencia-peso. Esta es la información que se precisa conocer para poder usarla en la construcción.

La caña guadúa presenta una densidad de 790 Kg/m³ (INEN, 1976).

5.4.3 Resistencia en compresión y tracción

Para poder utilizar la caña guadúa como elemento estructural en la construcción es necesario conocer su resistencia. El comportamiento de este material dependerá de su diámetro, edad, espesor de paredes, peso, entre otros aspectos.

La tabla Nº 5 nos muestra pruebas de compresión con referencia a la norma internacional ISO 22156:2004 en la cual 5 muestras han sido sometidas a distintas cargas. La principal falla se presenta en la sección transversal por aplastamiento (Medranda *et al.*, 2011).

Prueba de Compresión					
	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D	Muestra E
Diámetro	94.535 mm	94.535 mm	94.5975 mm	96.5025 mm	94.635 mm
Altura	93.1725 mm	93.1725 mm	89.515 mm	96.4225 mm	95.05 mm
Espesor	8.64 mm	8.64 mm	8.68 mm	9.11 mm	9.31 mm
Área	2330.87 mm ²	2330.87 mm ²	2342.89 mm ²	2501.17 mm ²	2495.61 mm ²
H/D	0.99	0.99	0.95	1.00	1.00
Peso Inicial, medio ambiente	161.65 gr	169.93 gr	151.12 gr	174.7 gr	165.78 gr
Peso final, secado al horno	136.39 gr	143.52 gr	127.18 gr	147.62 gr	139.35 gr
Contenido de humedad	18.5 %	18.4 %	18.8 %	18.3 %	19.0 %
Volumen	217173.188 mm ³	217173.188 mm ³	209723.475 mm ³	241168.621 mm ³	237207.257 mm ³
Densidad	628.024 Kg/m ³	660.855 kg/m ³	606.418 kg/m ³	612.103 kg/m ³	587.461 kg/m ³
Carga Máxima (kgf)	11500 kgf	10550 kgf	11235 kgf	9850 kgf	11050 kgf

σ_{ult} (Nmm²=Mpa)	48.38 Mpa	44.39 Mpa	47.03 Mpa	38.62 Mpa	43.42 Mpa
--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Tabla N° 5 -- Pruebas de compresión.

Fuente: (Medranda *et al.*, 2011).

Por otro lado, la tabla N° 6 nos muestra pruebas de tracción con referencia a la norma internacional ISO 22156:2004 en las cuales 5 muestras con características físicas diferentes han sido sometidas a distintas cargas (Medranda *et al.*, 2011).

	Prueba de Tracción				
	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Muestra D	Muestra E
Propiedades Sección					
ancho 1	10.42 mm	12.47 mm	10.21 mm	9.2 mm	11.18 mm
ancho 2	10.09 mm	10.5 mm	10.03 mm	9.08 mm	10.99 mm
ancho promedio	10.255 mm	11.485 mm	10.12 mm	9.14 mm	11.085 mm
Espesor 1	7.31 mm	6.05 mm	7.35 mm	6.65 mm	7.28 mm
Espesor 2	7.12 mm	6.21 mm	6.37 mm	6.71 mm	6.85 mm
Espesor promedio	7.215 mm	6.13 mm	6.86 mm	6.68 mm	7.065 mm
Área	73.99 mm ²	70.40 mm ²	69.42 mm ²	61.06 mm ²	78.32 mm ²
Propiedades Muestra					
Peso Inicial, medio ambiente	8.37 gr	8.33 gr	7.55 gr	9.43 gr	10.08 gr
Peso final, secado al horno	7.05 gr	7.01 gr	6.29 gr	7.88 gr	8.48 gr
Contenido de Humedad	18.7 %	18.8 %	20.0 %	19.7 %	18.9 %
Volumen	10883.65 mm ³	10800.51 mm ³	10159.95 mm ³	11912.51 mm ³	12537.38 mm ³
Densidad	647.761 kg/m ³	649.043 kg/m ³	619.098 kg/m ³	661.490 kg/m ³	676.377 kg/m ³
Carga Máxima (kgf)	780 kgf	760 kgf	800 kgf	740 kgf	780 kgf
σ_{ult} (N/mm²=MPa)	103.32 Mpa	105.80 Mpa	112.94 Mpa	118.79 Mpa	97.61 Mpa

Tabla N° 6 -- Pruebas de tracción.
Fuente: (Medranda *et al.*, 2011).

5.4.4 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad nos permite conocer la relación entre la tensión que se produce cuando se aplica una carga y su deformación (Sleonel, 2008). En la caña guadúa, al igual que en la madera tradicional, el módulo de elasticidad decrece en un 5 – 10% cuando se lo somete a una carga (Barbaro, 2007). La tabla N° 7 muestra una comparación de diferentes materiales usados en la construcción. Como resultado se puede observar que la caña entera tiene un menor módulo de elasticidad, por lo tanto es el material menos rígido.

Módulo de elasticidad [E]	
Material	Módulo de elasticidad (kg/cm²)
Bambú (caña entera solicitada a flexión)	200.000
Madera (no resinosa, solicitada a flexión)	110.000
Acero	2.100.000
Hormigón ordinario (a compresión)	220.000 a 360.000

Tabla N° 7 -- Tabla comparativa del módulo de elasticidad entre materiales de construcción.

Fuente: (Barbaro, 2007).

Existen pruebas en el laboratorio de materiales de Stuttgart, Alemania que señalan que una caña guadúa de 12 centímetros de diámetro tiene el siguiente módulo de elasticidad en las siguientes pruebas: E-módulo de compresión (1.840 kN/cm²), E-módulo de flexión (1.790 kN/cm²), E-módulo de tracción (2.070 kN/cm²) (Minke, 2010).

Por su parte, más de 65 ensayos en Colombia de la Guadúa angustifolia, conocida como caña guadúa, muestran valores de un módulo de elasticidad promedio de compresión de 2150 kN/cm² (Minke, 2010).

5.4.5 Relación resistencia-peso

En la tabla N° 8 se puede observar que en relación a su peso la caña guadúa es el material más resistente, comparándola con materiales como la madera común y el hormigón armado (INEN, 1976). Esta propiedad de la caña guadúa debe ser aprovechada en las construcciones.

MATERIAL	Tensión de rotura en kg/cm ²	Densidad kg/m ³	Relación resistencia-peso
Bambú	1400	800	1,75
Madera laminada	400	500	0,80
Aluminium	1900	2 700	0,70
Madera seleccionada	300	500	0,60
Acero	4400	7800	0,56
Madera común	200	500	0,40
Hormigón pretensado	670	2 300	0,29
Hormigón armado	370	2 300	0,16

Tabla N° 8.- Tabla comparativa de la relación resistencia - peso entre materiales de construcción.

Fuente: (INEN,1976).

5.5 Partes

La caña guadúa está compuesta de diferentes partes. El uso que se le da depende de la sección de la planta que se decida utilizar. Las partes de la caña guadúa varían en diámetro, altura y resistencia. En la imagen N° 11 se podrá reconocer las partes de la caña guadúa. Más adelante se detallará las características y funciones de cada una de las mismas.

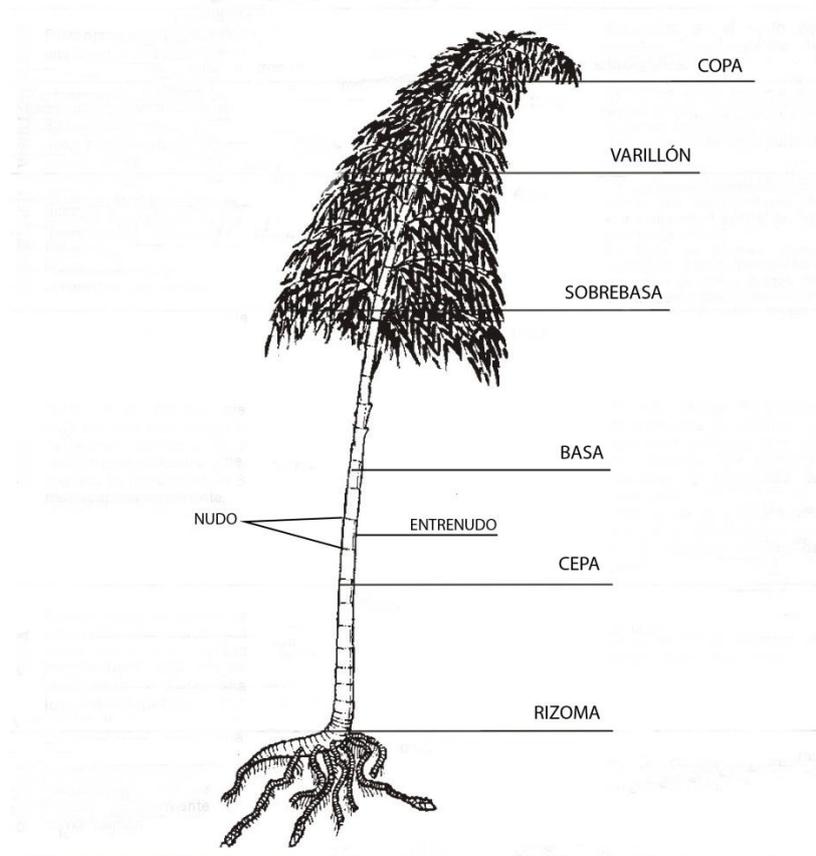


Imagen Nº 11 -- Partes de la caña guadúa
Fuente: (Minke, 2010).

5.5.1 Nudo

El nudo es una banda o anillo que se va presentando a lo largo del culmo dejando una distancia entre 15 y 30 cm (Chiluiza *et al.*, 2009). A medida que los nudos estén más cercanos entre sí, ayudarán al tallo a responder de mejor manera ante esfuerzos de flexión, otorgándole una mayor resistencia (Medranda *et al.*, 2011).

5.5.2 Entrenudos

El entrenudo es el espacio que hay entre los nudos en el tallo. Su distancia varía entre 15 y 30 centímetros, siendo de una longitud menor en la base y de una longitud mayor a medida de que va creciendo (Chiluiza *et al.*,

2009). La caña guadúa posee una mejor resistencia cuando el entrenado es menor.

5.5.3 Rizoma

El rizoma es una red de tallos subterráneos que le dan el soporte a la planta. El rizoma se encuentra debajo de la tierra y puede llegar a una profundidad de hasta 2 metros (Medranda *et al.*, 2011). Esta parte de la caña guadúa es mayormente utilizada para esculturas y muebles (Minke, 2010). El rizoma no se tomará en cuenta para el presente proyecto ya que no presenta una resistencia adecuada como elemento estructural, ni su forma ayuda para la ejecución de paredes.

5.5.4 Ceba

La ceba es el extremo inferior del tallo. Este elemento es la sección en todo el culmo que posee un mayor diámetro y un mayor grosor en sus paredes (Medranda *et al.*, 2011). Los nudos se encuentran más próximos unos a otros otorgándole a esta parte una excelente respuesta hacia esfuerzos de flexión (Medranda *et al.*, 2011). La ceba es la parte más resistente de la planta. Se lo utiliza en la construcción para columnas, entibados, o cercos (Minke, 2010). Sin duda la ceba es la parte de la planta que mejor sirve como elemento estructural vertical debido a su alta resistencia. La ceba puede soportar esfuerzos de compresión. Esta sección de la caña guadúa es la recomendada y la considerada para las columnas del centro gerontológico a diseñarse. En el momento de la selección es necesario escoger las cepas que hayan crecido totalmente verticales.

5.5.5 Basa

La basa es la parte del tallo que se encuentra arriba de la ceba. Este elemento de la caña guadúa es la sección de la planta que más se comercializa y alcanza una altura de 8 metros (Medranda *et al.*, 2011). En esta parte el diámetro es intermedio con relación a los extremos de la planta y sus nudos no

se encuentran tan cercanos entre sí en comparación con la cepa (CNDB, 2009). Se lo puede utilizar para viguetas, techos, andamios y si su diámetro es considerable se puede llegar también a utilizarlo para columnas (Minke, 2010). La basa es otra parte de la caña guadúa que se utilizará para el presente proyecto ya que debido a su longitud se lo puede utilizar para la cubierta y viguetas.

5.5.6 Sobrebasa

La sobrebasa es la parte del tallo que se encuentra entre la cepa y el varillón. La sobrebasa tiene un diámetro menor y los nudos se encuentran más distantes que la basa (CNDB, 2009). Su altura aproximada es de 4 metros y sus usos son variados. Sin embargo, no se lo utiliza como elemento estructural en la construcción (Medranda *et al.*, 2011). A medida que la caña guadúa va creciendo, su diámetro y espesor interno de paredes va reduciéndose y los nudos se van distanciando, obteniendo como resultado una disminución en su resistencia. En este proyecto se lo utilizará como estructuras de los revestimientos.

5.5.7 Varillón

El varillón es la parte alta del tallo que se encuentra entre la sobrebasa y la copa. Esta sección de la caña guadúa posee un diámetro menor que la sobrebasa. La longitud del varillón es de aproximadamente 3 metros (Medranda *et al.*, 2011). En la construcción se lo utiliza para correas de estructuras de cubierta (Minke, 2010). El varillón es otra parte de la caña guadúa que se va a utilizar en la cubierta del proyecto.

5.5.8 Copa

La copa es el extremo superior de la caña guadúa. Esta parte apical cumple el ciclo de retornar al suelo como materia orgánica (Minke, 2010). Se desarrolla hasta los 2 metros (Medranda *et al.*, 2011). La copa no se

considerará para la elaboración del centro gerontológico debido a su falta de resistencia.

5.6 Preparación de la caña guadúa previo a la construcción

Es necesaria la preparación de la caña guadúa antes de utilizarla como material en algún proceso constructivo ya que sus propiedades físicas y mecánicas pueden variar si no se da una correcta selección, corte, curado y preservación del material.

A continuación se detallarán todos los procesos correctos que se deberían dar desde el momento de la selección de la caña guadúa para que el resultado de su utilización en la construcción sea el adecuado.

5.6.1 Selección

La selección de la caña guadúa se la realiza mediante la observación de las características exteriores de dicha planta y a través de criterios basados en creencias tradicionales. Es muy importante saber reconocer cuando la caña guadúa está lista para el corte para obtener un mejor aprovechamiento de sus cualidades.

Además, es importante conocer la edad de la caña guadúa ya que es necesario para el proceso de selección. Cada especie posee características específicas que definen su edad. Un ejemplo de especie americana es la guadúa angustifolia que al notarse en la planta la presencia de musgos y líquenes significa que esta lista para ser cortada. Existen otros requisitos para diferentes cañas guadúas como el color del tallo de verde claro a un gris verdoso y la poca percepción de los anillos blancos en cada nudo de la planta (Hidalgo, 1978).

5.6.2 Técnicas de corte

Conocido en Ecuador como “tumbada”, el corte define la durabilidad y resistencia contra insectos que el bambú puede llegar a obtener. Un mal corte puede llegar a dañar las propiedades del bambú. A continuación se describirá varios aspectos que determinan cuando es correcto hacer un corte.

El corte se lo puede efectuar mediante la observación de la luna. Las creencias que han pasado de generación en generación entre los agricultores que se dedican a la siembra de bambú es de realizar el corte en la fase de la luna llamada cuarto menguante. Otra creencia es ejecutar el corte antes de que el sol salga. En zonas rurales se hace el corte en las primeras horas de la mañana: entre 4 y 6 de la mañana (Morán, 2002).

“Observaciones de campo han demostrado que existe correlación entre el contenido de humedad de las cañas y las fases de la luna, y que también hay correlación con el contenido de humedad de día y de noche. La humedad del interior de la planta es menor en la fase en menguante y en horas de la madrugada...” (Medranda *et al.*, 2011).

Los instrumentos a utilizarse son machete o sierra eléctrica. El corte se lo realiza arriba del primer o segundo nudo de la caña. Es primordial que al ejecutar la cortadura se lo realice de manera inclinada para evitar filtraciones que puedan llegar a podrir el rizoma que es la red de tallos subterráneos flexión (Medranda *et al.*, 2011).

5.6.3 Métodos de secado

El proceso de secado se lo realiza apenas ha sido ejecutado el corte del bambú ya que comienza a perder la humedad retenida en su interior de manera inmediata (Corporación Amingay *et al.*, 2001). Esta pérdida puede llegar a afectar la calidad del material en cuanto a deformaciones y rajaduras. El fin del método de secado es que el material alcance un contenido de humedad de equilibrio con relación al ambiente de su entorno.

Es importante que el proceso de secado se realice de manera rápida y eficiente ya que durante el mismo el bambú está expuesto al ataque de hongos e insectos que producen manchas y deterioros. Los diferentes métodos de secado existentes son:

- Secado en la mata
- Secado con aire
- Secado con microondas
- Secado y curado al calor
- Secado bajo cubierta

5.6.4 Métodos de preservación y curado

El término curado, que significa preservar, se lo ejecuta antes de que la planta sea transportada del lugar donde fue cortada. El Arq. Morán (2002) sostiene que es ineludible realizar este proceso ya que se consigue varios aspectos positivos para el bambú como:

- Los azúcares se tornan un insecticida natural evitando la proliferación de hongos e insectos.
- Se comienza a dar una pérdida de humedad en la planta.
- Disminuye los riesgos de infestación.

La Corporación Amingay (2001) indica que para curar el bambú se efectúan los siguientes pasos:

- A) Se selecciona el bambú mediante la observación de su edad.
- B) El bambú es cortado sobre el primero y segundo nudo.
- C) Una vez cortado se lo deja reposar verticalmente sobre una piedra, ladrillo o su propia base “tocón” por el transcurso de 2 a 3 semanas.
- D) Después del tiempo ya mencionado, el bambú es colocado horizontalmente despojándolo de sus hojas y ramas.

Existen diferentes métodos de preservación que tradicionalmente han sido utilizados en épocas pretéritas. El fin de este proceso consiste en someter a los almidones que son las cantidades de monómero de glucosa con las que se encuentra formado un bambú y someterlo a un lixiviado que es un proceso de percolación (Morán, 2002). El resultado que se quiere conseguir mediante la aplicación de este método es que cuando el bambú llegue a su lugar de uso pueda estar protegido ante los agentes biológicos que se encuentran en el entorno como microorganismos e insectos.

A continuación se mencionarán los diferentes métodos de preservación existentes:

- **Preservación por inmersión en agua:** Este método antiguamente aprovechaba los esteros y ríos para transportar las guadúas. Una vez transportados se sirven de los afluentes para sumergir los culmos de bambú (Morán, 2002). Este método generalmente es de 3 a 4 semanas. En la actualidad se lo sumerge en tanques de agua con preservantes como: Bórax o Ácido Bórico durante 24 horas, luego se las posiciona verticalmente durante un día para que se puedan escurrir (Corporación Amingay *et al.*, 2001).
- **Preservación por inyección:** Este método consiste en perforar todos los entrenudos para poder inyectar en cada perforación de 10 ml a 20 ml de inmunizante. Posteriormente se procede a sellar cada perforación (Verdezoto, 2006).
- **Preservación mediante recubrimiento:** El Hidróxido de Calcio es el principal recurso que se utiliza para este método que se lo obtiene en base a la hidratación del Óxido de Calcio. Con esta mezcla se procede a recubrir el interior del culmo. Se utiliza más para paredes formadas por cañas picadas (Morán, 2002).
- **Preservación mediante humo:** Es el método más antiguo usado en las viviendas por la comunidad Shuar en la amazonia ecuatoriana (Morán,

2002). Actualmente se introduce la caña guadúa a una cámara de humo para que obtenga un valor de humedad de 10%, dando como resultado resistencia hacia agentes atmosféricos (Odar, 2012).

- **Preservación mediante calor:** Consiste en rotar los culmos de bambú en torno a su eje longitudinal en una fogata controlada (Morán, 2002). Para este método es necesario conocer cuando culminar el proceso ya que un exceso en la intensidad del calor puede echar a perder las propiedades físico-mecánicas del bambú.
- **Preservación mediante otros líquidos:** En diferentes zonas del Ecuador se utilizan diferentes tipos de líquidos para lograr la preservación del material. En la costa ecuatoriana se utilizan líquidos con altos porcentajes de alcohol denominado agua ardiente, el cual es aplicado con un instrumento a lo largo del tallo del bambú. En la amazonia se utiliza el tanino que se extrae de específicas cortezas forestales (Morán, 2002).
- **Preservación por presión:** En un método más costoso llamado “Boucherie”. Se trata de una planta portátil que puede pasar el inmunizador a presión por todos los tejidos longitudinales de la guadúa colocándola de manera inclinada (Verdezoto, 2006).

5.7 Mantenimiento

El cuidado en la caña guadúa se da de acuerdo al uso en que se dispongan sus partes en la construcción. A continuación se detallará el mantenimiento correcto para uso exterior e interior.

5.7.1 Mantenimiento exterior

Para las cañas guaduas que se encuentran totalmente expuestas a la intemperie se deberá aplicar preservantes cada 6 meses. Para las piezas que

se encuentren en el exterior pero protegidas de los agentes atmosféricos se deberá de inmunizar cada año (MVCS, 2011).

La solución que se puede aplicar para inmunizar las cañas es de Dicromato de Potasio o Sulfato de Cobre (Méndez *et al.*, 2005).

5.7.2 Mantenimiento interior

En construcciones donde las cañas guaduas han sido utilizadas en el interior de la edificación como columnas, correas, viguetas y vigas se les deberá de dar un mantenimiento cada 2 años (MVCS, 2011).

De esta manera las partes estructurales se las someterá a preservantes como Cloruro de Sodio o Dicromato de Potasio. En el tratamiento de tumbados, paneles para puertas y en pisos, se deben usar soluciones de ácido bórico y bórax en relación 1:1 (Méndez *et al.*, 2005).

Capítulo 6: Estudio de construcciones adaptadas al agua

6.1 Principio de Arquímedes

Las viviendas flotantes son diseñadas y cumplen su función bajo el principio de Arquímedes. El principio de Arquímedes afirma que: “Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen del fluido que desaloja” (Pérez, 2004).

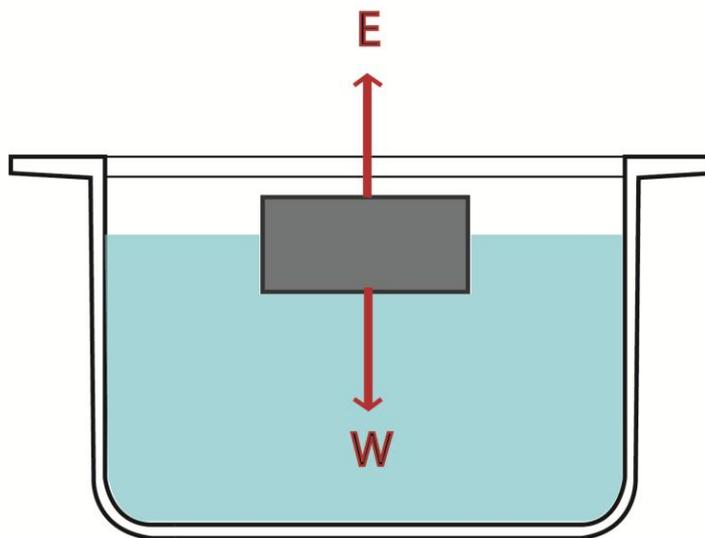


Imagen Nº 16 -- Ejemplo del principio de Arquímedes donde se indica que el empuje debe de ser igual al peso.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Pérez, 2004).

El principio de Arquímedes muestra la condición necesaria para que una masa flote en presencia de fluidos. Si el empuje, que es igual al peso del líquido expulsado es menor que el peso del cuerpo que tiene que flotar, se hundirá. En cambio si el peso del agua desalojada iguala el peso del cuerpo que tiene que flotar, este flotará quedando en reposo (García, 2010).

En el presente trabajo de titulación se aplicará el principio de Arquímedes en el proyecto arquitectónico que se plantea. Se calculará el peso del hospicio para poder diseñar los flotadores con las medidas suficientes que permitan crear el empuje que la edificación necesita para que pueda flotar.

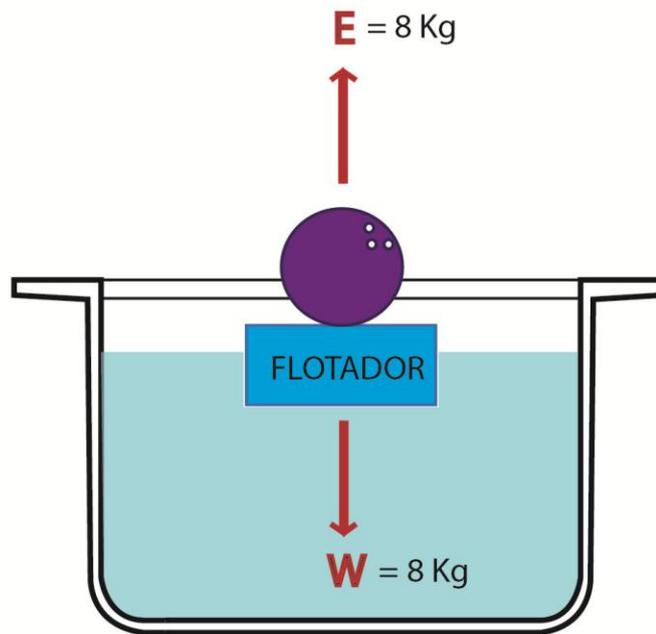


Imagen N° 17 -- Ejemplo del principio de Arquímedes con un objeto.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Pérez, 2004).

En la imagen N° 16 podemos observar un ejemplo relacionado con el sistema flotante que se va a considerar para el diseño del hospicio. Según el principio de Arquímedes, para que la bola de boliche no se sumerja, se debe conseguir que el E sea igual al W ($E=W$). De esta forma, suponiendo que el peso de la bola de boliche con el flotador es de 8 Kg, se debe conseguir un empuje mínimo del mismo valor. Además, se deberá sacar el volumen del flotador para ver cuánta agua se desalojara en su lugar.

$$\begin{aligned}
 E &= W \\
 E &= 8 \text{ Kg} \\
 \gamma_{\text{agua}} &= 1 \text{ Ton/m}^3 \\
 \text{Vol} &= \frac{E}{\gamma} + \frac{8 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} = 0.008 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Por ejemplo, si se necesita un volumen de 0.008 m³ se deberá de utilizar un flotador con las medidas señaladas en la imagen N° 18. Los 0.008 m³ se deben encontrar sumergidos en el agua.

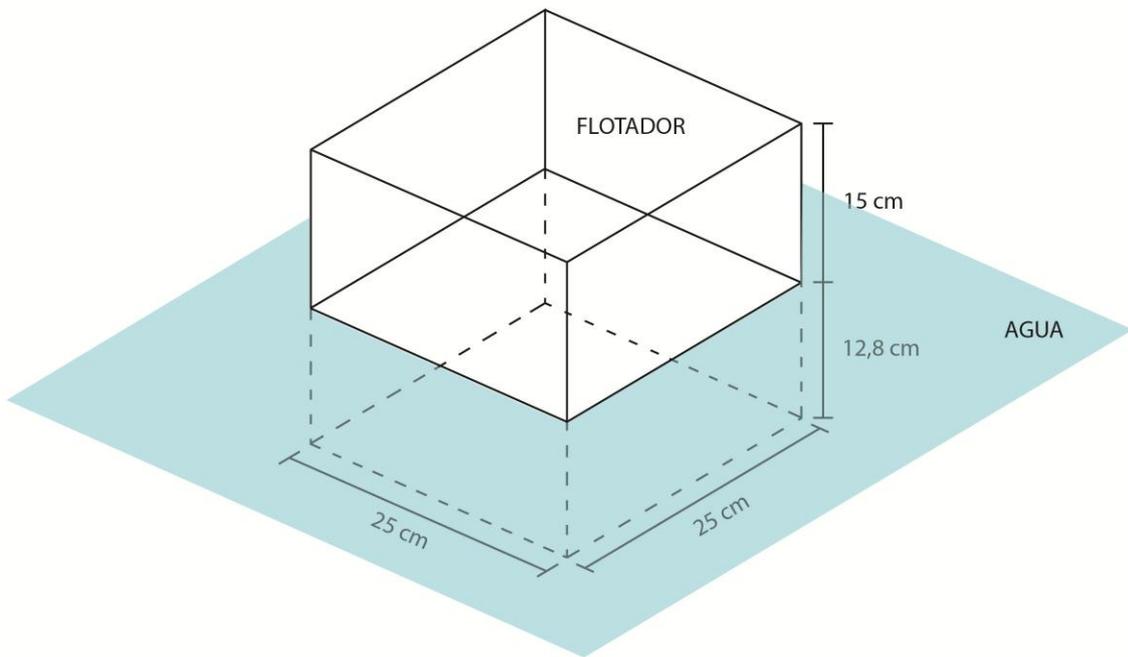


Imagen Nº 18 -- Ejemplo del cálculo del volumen de un flotador.
Fuente: Elaboración propia.

6.2 Flotadores

La parte fundamental del sistema flotante son los flotadores. Estos elementos, en presencia de un fluido, son los que permiten que el agua realice el empuje hacia la superficie, lo que mantiene el cuerpo a flote.

6.2.1 Materiales para flotadores

Generalmente se usan diversos materiales para la elaboración de flotadores para muelles. Estos materiales varían en su durabilidad y mantenimiento. A continuación se detallarán los materiales más comunes.

- **Fibra de vidrio:** Este material está compuesto por numerosas fibras finas de vidrio (Ecured, 2011). Se lo fabrica mediante la fundición del vidrio. Una vez fundido se lo vierte en un espinerette. El espinerette es una pieza con agujeros muy finos que al enfriarse otorga al material la cualidad de ser flexible (ABCpedia, 2008).

Los flotadores de fibra de vidrio poseen grandes propiedades mecánicas como, por ejemplo, alta resistencia a la compresión, flexión e impacto (Torres, 2010). Su resistencia ante agentes corrosivos es alta, por lo tanto sus costos de mantenimiento son muy bajos (Bambumex, 2011). Su alta estabilidad dimensional no permite deformaciones en su forma ni en sus dimensiones al utilizarlo en condiciones extremas (Bambumex, 2011). Adicionalmente, ya que posee una baja dilatación térmica su capacidad de absorción de agua se reduce (Torres, 2010).

La fibra de vidrio es uno de los materiales más comunes con los que se fabrican flotadores y equipos náuticos (MAQUINARIApro, 2009). Para fabricar flotadores se necesita una fibra tipo C. Este tipo de fibra posee una alta resistencia a los microorganismos, la intemperie y los rayos UV (AITEK, 2004).

- **Plástico:** El plástico es un material sintético que se fabrica utilizando materias primas como el carbón, el gas, la celulosa de las plantas y principalmente el petróleo (CSIC, 1990). Se encuentra compuesto de macromoléculas de gran magnitud que al entrelazarse forman una especie de rollo (Iesvillalbahervastecnologia, 2011).

Según el tipo de plástico que se quiera lograr se dispondrán sus moléculas. Por ejemplo, si se requiere fabricar plásticos termoestables -plásticos que ya una vez moldeados no pueden regresar a su estado inicial- sus moléculas deberán de estar dispuestas de manera lineal o ramificada. Por el contrario, si se requiere fabricar plásticos termoplásticos -plástico reciclable, ya que puede volverse a procesar varias veces- sus moléculas se deben encontrar entrecruzadas (Ramos, 1988).

El uso del plástico es abundante, ya que es fácil de moldear y fabricar. Sus principales propiedades son su resistencia, su ligereza y su flexibilidad (Venteo, 2011). Su alta resistencia hacia disolventes, ácidos

y álcalis, además de sus propiedades como aislante térmico y eléctrico, lo llevan a ser uno de los materiales más utilizados en el mundo (OCW, 2005).

Para el uso de este material como flotador es necesario que el polietileno sea de alta densidad con radiación ultravioleta. Su relación resistencia – peso es buena. Su forma tiene que permitir que el interior se transforme en una cámara de aire totalmente sellada. Este polietileno debe de ser de alta resistencia, anti choque y de nulo envejecimiento (Santymar, 2008).

- **Hormigón:** El hormigón es una piedra artificial que se la obtiene a partir de la mezcla de cemento Portland, agua y agregados (El Oficial, 2013). Sus propiedades dependen de la calidad y proporción de los materiales en la mezcla, además, de las condiciones de temperatura y de humedad durante su fabricación y fraguado (Murillo, 2007).

Para su uso como flotador es necesario que la forma del hormigón sea un cubo hueco. Además se debe de impermeabilizarlo para que todas sus partes queden bien selladas y funcionen como una cáscara, impidiendo que el agua entre en su interior. Para una correcta impermeabilización se utilizan aditivos en la mezcla del hormigón entre un 0,1 y 5% del peso del cemento para que le otorgue resistencia, impermeabilidad y durabilidad en estado endurecido (Rodríguez, 2013).

Para un hormigón expuesto al agua se debe de seguir los requisitos del Código ACI 318-99 que se muestran en la tabla N° 9. Su razón máxima de agua-cemento en peso debe de ser de 0.50 y su resistencia a la compresión mínima debe de ser de 28 MPa.

Requisitos para condiciones de exposición especiales

Condición de exposición	Hormigón con agregado de peso normal; razón máxima agua/cemento en peso	Hormigón con agregado normal y ligero, f'_c mínima, MPa
Hormigón que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0.50	28
Hormigón expuesto a congelación y deshielo en condición húmeda ó a productos químicos descongelantes.	0.45	31
Para proteger de la corrosión a la armadura en el hormigón expuesto a cloruros de sales descongelantes, sal, agua salobre, o salpicaduras del mismo origen.	0.40	35

Tabla Nº 9-- Requisitos para condiciones de exposición especiales.
Fuente: (ACI 318-99, 2000).

- **Acero:** El acero es una mezcla de metales principalmente formado por hierro y carbono. El factor que gobierna las propiedades del acero es el carbono (Herrera, 2006). Este material posee propiedades mecánicas como: resistencia al desgaste, dureza, o tenacidad (Sisa, 2013).

Las propiedades más relevantes del acero según la Universidad de Sonora son (2011):

- Su esfuerzo de Fluencia.
- Su resistencia a la Tensión
- Sus características de la Curva de Esfuerzo-Deformación.
- El Módulo de Elasticidad y el Módulo Tangente que presenta.
- Su Ductilidad.

- Su Resistencia a la Fatiga.
- Su Tenacidad.
- Su facilidad de Formado y durabilidad.

El uso de este material para flotador es diverso, ya que puede llegar a tener diversas geometrías según se lo moldee y no llega a tener daños que alteren sus características o su función (USON, 2011).

En caso de utilizar el presente material en contacto con el agua para resistir las condiciones ambientales es necesario utilizar acero A-50. Adicionalmente se aplican capas de alquitrán interior y exteriormente para protegerlo contra la corrosión. En algunas ocasiones según, las condiciones del agua, es necesario aplicar bandas de yute con un acabado de lechada sobre la superficie de acero (INCONTEC, 2002).

6.2.2 Formas adecuadas para los flotadores

Existen diversas formas geométricas para el diseño de los flotadores. En la actualidad el reciclaje de los barriles para uso como flotador es muy común debido a su costo. “Su geometría cilíndrica reparte de manera equitativa las cargas a lo largo de sus paredes otorgándole resistencia y estabilidad” (Linalquibla, 2011).



Imagen N° 19 --Barriles de acero.
Fuente: (Multipino Plataforma, 2008).

Otra forma geométrica que se utiliza en el diseño de flotadores son las formas rectangulares, ya que otorgan estabilidad al flotador. Son resistentes según la proximidad y cantidad que se encuentren entre sí. El peralte del flotador tiene que ir proporcional con su largo (Magrotek, 2010). Las aristas cóncavas le otorgan al rectángulo una mayor estabilidad en aguas de corrientes fuertes.



Imagen N° 20 -- Flotadores rectangulares de hormigón.
Fuente: (Walcon, s.f.).



Imagen N° 21 -- Flotadores rectangulares de plástico con esquinas redondeadas.

Fuente: (Magrotek, 2010).

6.3 Sistema Flotante de Fijación Vertical

6.3.1 Sistema Flotante

Es un sistema que funciona en contacto con el agua. El uso de flotadores en su base es la parte fundamental para que pueda mantenerse a flote. La colocación de los flotadores es de manera simétrica para que se mantenga nivelada la base. Este tipo de sistema es utilizado para la construcción de muelles. A continuación se explicará un ejemplo de un sistema flotante aplicado en muelles.

- **Plataforma sobre barriles:** Esta tipología de sistema flotante consiste en una plataforma que descansa sobre barriles vacíos que permiten que la base permanezca en la superficie flotando. Los barriles pueden ser barriles de acero o de plástico y son colocados de manera homogénea en el área de la plataforma. Si se utilizan barriles de acero deberán estar protegidos, previo a su utilización, contra los agentes atmosféricos. De igual manera se debe proceder con la madera (FAO, 1996).

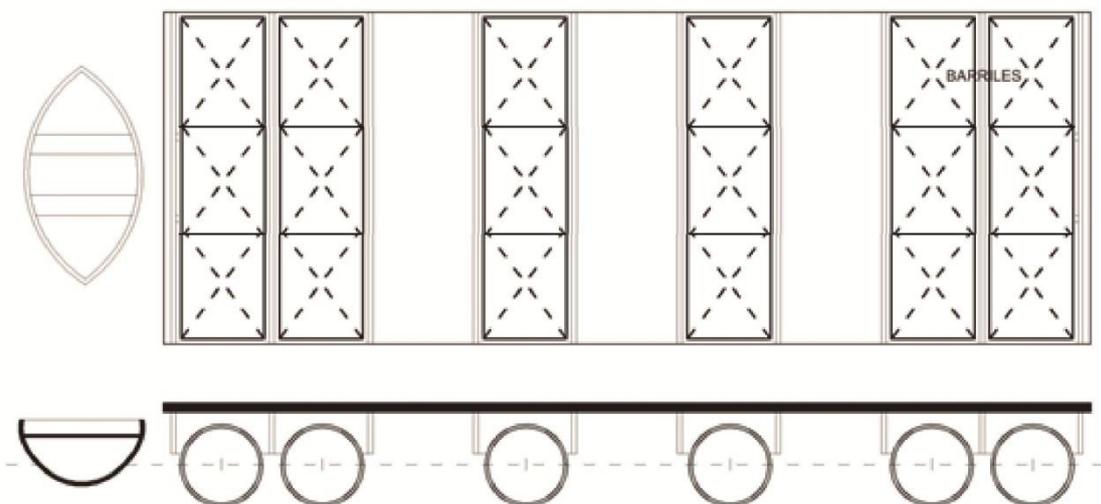


Imagen Nº 10 -- Planta y corte arquitectónico de una plataforma sobre barriles de acero sencilla.

Fuente: Elaboración propia a partir de (FAO, 1996).

Por otra parte, en la actualidad, países como Holanda, Alemania y España proponen el uso de sistemas flotantes como una solución en el sector habitacional. La condición principal del sistema flotante en viviendas, para que funcione de manera efectiva, es que tenga la capacidad de flotar en presencia de agua y que pueda adaptarse a los cambios estacionales de diferentes países. A continuación se describirán diferentes países en los que se ha planteado la tipología de viviendas flotantes.

- **Canadá:** En este país surgió la tipología de vivienda flotante en la ciudad de Ontario como respuesta a los cambios estacionales que producían alteraciones en los niveles de los ríos cerca de la zona del Lago Huron. La residencia modelo, que se puede apreciar en la imagen Nº 11, fue diseñada sobre una base de pontones de acero colocados en una retícula de acero para que pueda fluctuar a lo largo del agua (ArchDaily, 2008).



Imagen Nº 11 -- Propuesta de vivienda flotante en Ontario, Canadá.

Fuente: (ArchDaily, 2008).

- **Estados Unidos:** En este país se tiene como ejemplo un conjunto de residencias de viviendas flotantes en Seattle, Washington. La comunidad comparte los accesos y pasillos de circulación y las viviendas se ubican colindantes entre sí. En la imagen N° 13 podemos ver una sección de las viviendas tipo de la zona donde se puede observar el flotador. Este elemento es prefabricado y consiste en un cubo de hormigón armado hueco en su interior (ArchDaily, 2011).



Imagen N° 12 -- Vivienda flotante tipo de un conjunto de residencias en Seattle, Washignton.

Fuente: (Boullosa, 2012)

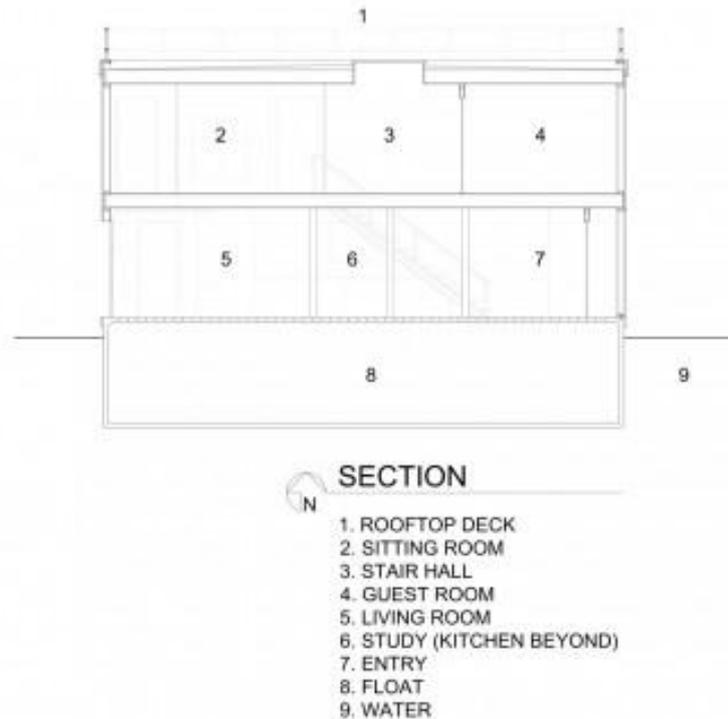


Imagen Nº 13 -- Sección arquitectónica de una vivienda flotante en Seattle, Washigton.

Fuente: (ArchDaily, 2011).

- **Holanda:** En está nación se ha pensado en las casas flotantes como solución al problema de crecimiento poblacional que el país enfrenta en la actualidad. Se proponen viviendas colectivas conectadas a través de muelles como una tipología constructiva para descongestionar el sector habitacional en la ciudad. Como se puede observar en la imagen Nº 14.



Imagen Nº 14 -- Viviendas colectivas en Holanda.
Fuente: (Plataforma Arquitectura, 2011).

Las viviendas flotantes fueron diseñadas con un sistema constructivo que las haga funcionar como diques. En la imagen Nº 15 se puede apreciar como las edificaciones están apoyadas sobre un cubo hueco de hormigón sumergido, sobre el cual se levanta la estructura para el revestimiento de la vivienda (Plataforma Arquitectura, 2011).

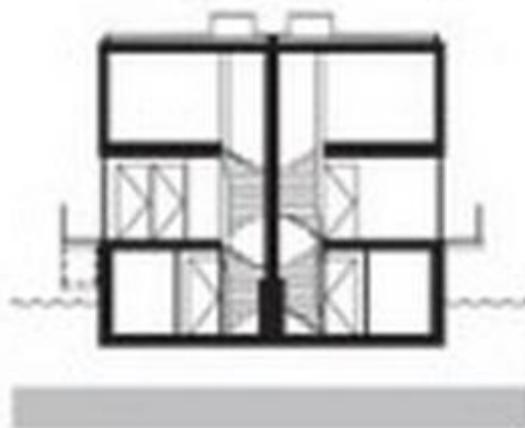


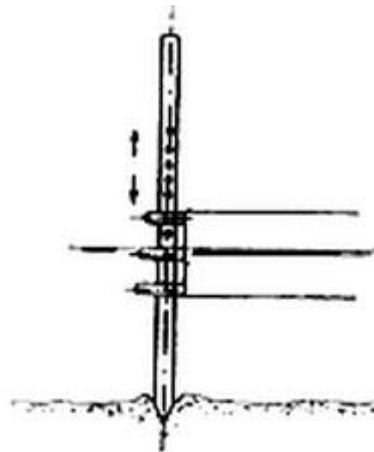
Imagen N° 15 -- Sección arquitectónica donde se puede apreciar la base hueca de la vivienda.

Fuente: (ArchDaily, 2011)

6.3.2 Fijación vertical

El sistema de fijación vertical consiste en un mecanismo que no permite desplazamientos de la base flotante de manera horizontal, pero si permite un desplazamiento en el eje vertical en respuesta del nivel de agua que se esté presentando en el momento (USAC, 2009). Esta fijación vertical reduce las sensaciones incómodas que se puedan originar por el flujo del agua.

La fijación vertical se puede dar por medio de escopios que son pilones de madera tratada, acero u hormigón armado que sirven como guía en el momento de ascender y descender la base (FAO, 1996).



Función de anclaje de escopios

Imagen N° 22-- Ejemplo de un pilón de madera.

Fuente: (FAO, 1996).

Un ejemplo de fijación vertical lo podemos apreciar en la imagen N° 23 en el gráfico A. En la imagen se puede observar que una vez que se llena de agua el recipiente, el flotador se desplaza en el mismo eje vertical que mantiene el pilón, controlando que el movimiento solo sea ascendente. En el gráfico B se muestra el mismo efecto de forma descendente, es decir, el

flotador solo se mueve en sentido descendente manteniendo al pilón como eje guía. La idea es que el objeto a flotar no se desplace lateralmente.

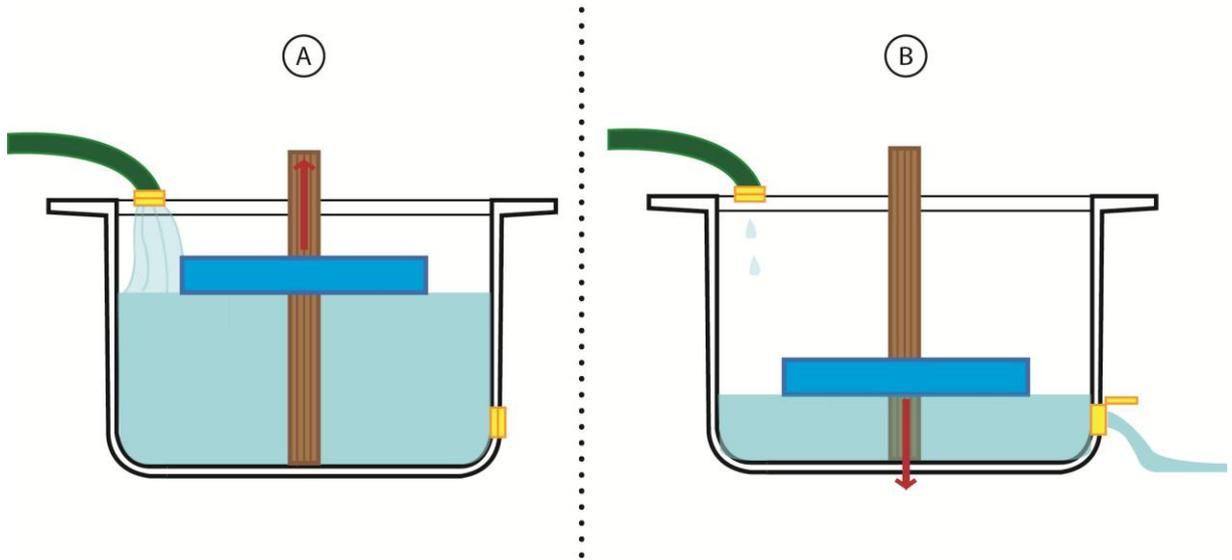


Imagen Nº 23 -- Gráfico explicativo del sistema de fijación vertical.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Pérez, 2004).

En el caso del centro gerontológico que se diseñará en este trabajo de titulación, este sistema proporcionará seguridad y estabilidad a los adultos mayores que residen en él. Permite que el funcionamiento del centro pueda darse en momentos de inundaciones.

Capítulo 7: Solución a la problemática

7.1 Criterios de diseño para el centro gerontológico

7.1.1 Tipologías de centros gerontológicos

A continuación se mostrará ejemplos de diferentes hospicios existentes para obtener una idea clara de las características y requisitos necesarios que se deben de considerar en el momento de diseñar el proyecto.

El primer centro para adultos mayores que se explicará es la Villa Alhué, dicho proyecto se encuentra ubicado en la República de Chile. Este hogar de ancianos posee 290 m² de construcción el cual propone una configuración de su planta en L para delimitar el patio con las edificaciones existentes.



Imagen N° 24.- Hogar para adultos mayores llamado Villa Alhué, Melipilla, Chile

Fuente: (Grupo Dies, 2011).

El volumen con mayor dimensión acoge los dormitorios, los cuales se encuentran ubicados de manera paralela comunicados por un corredor. El volumen de menor dimensión contiene el comedor y una pequeña cocina. En la

intersección de los dos volúmenes se ubicaron los baños, enfermería, bodega y lavandería como se puede observar en la imagen N° 25.

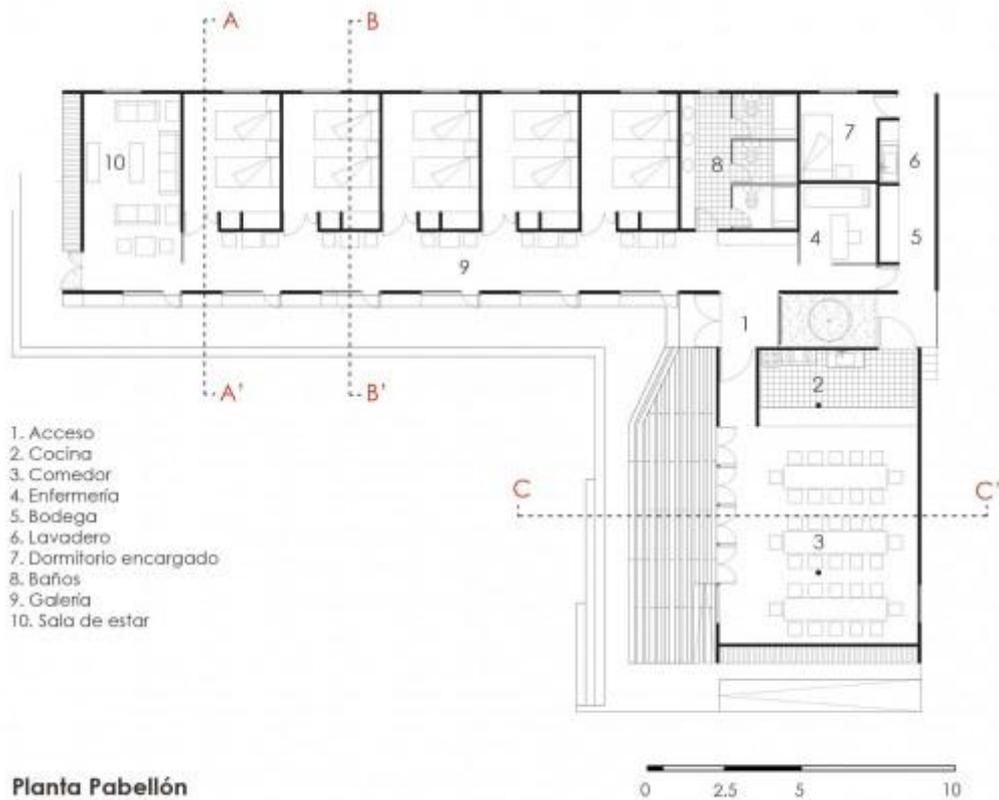


Imagen N° 25-- Planta de la **Villa Alhué.**
Fuente: (Grupo Dies, 2011).

Otro ejemplo de hospicio es La Casa de Magalhaes, obra del arquitecto Carvalho Araújo, el proyecto se encuentra ubicado en Ponte de Lima, Portugal. Este hogar para adultos mayores es creado como una extensión de una vivienda ya existente en el terreno.



Imagen Nº 26-- Hospicio llamado La Casa de Magalhaes, Ponte de Lima, Portugal.
Fuente: (Carvalho, 2012).

La disposición de los dormitorios se da alrededor de un patio central que se encuentran comunicados por un corredor perimetral como se puede observar en la imagen N° 27. Cada habitación posee un baño y closet accesible para los adultos mayores con discapacidad. Para una cómoda circulación se evitó el uso de escaleras.

El área de servicio, que se encuentra separado del área de los dormitorios por un corredor transversal, posee un comedor amplio para todos los usuarios, cocina, enfermería y lavandería.



Imagen N° 27-- Planta del hospicio La Casa de Magalhaes.
Fuente: (Carvalho, 2012).

El ultimo ejemplo que se explicará es el Asilo de Ancianos realizado por los arquitectos Gärtner y Neururer, ubicado en Esternberg, Austria. La edificación es de una magnitud más grande de la que proponemos en el proyecto, sin embargo se estudió la funcionalidad de su planta.



Imagen Nº 28-- Asilo de Ancianos / Gärtner+Neururer.
Fuente: (Odorizzi, 2013).

El asilo se encuentra dividido en tres volúmenes, de los cuales dos dan lugar a las habitaciones y uno acoge la zona de servicio. Cada volumen tiene su propia salida al exterior. Los volúmenes se conectan por medio de corredores, los cuales poseen la medida necesaria para que puedan transitar las sillas de rueda en dos sentidos, al final de los pasillos se encuentran las salas de estar y los cuartos de enfermería.

Como se puede observar en la imagen N° 29 las habitaciones poseen su propio baño, el cual esta adecuado para un uso cómodo de los adultos mayores con discapacidad considerando un diámetro de giro de 1.50 m para el uso de las sillas de rueda. De igual manera el cuarto tiene las medidas necesarias para el desplazamiento de las personas minusválidas pudiendo realizar las actividades diarias con normalidad otorgando un fácil uso a cómodas, escritorios y closets. La cama o camilla que se encuentre en la habitación puede ser desplazado de manera rápida hacia la zona de emergencia.

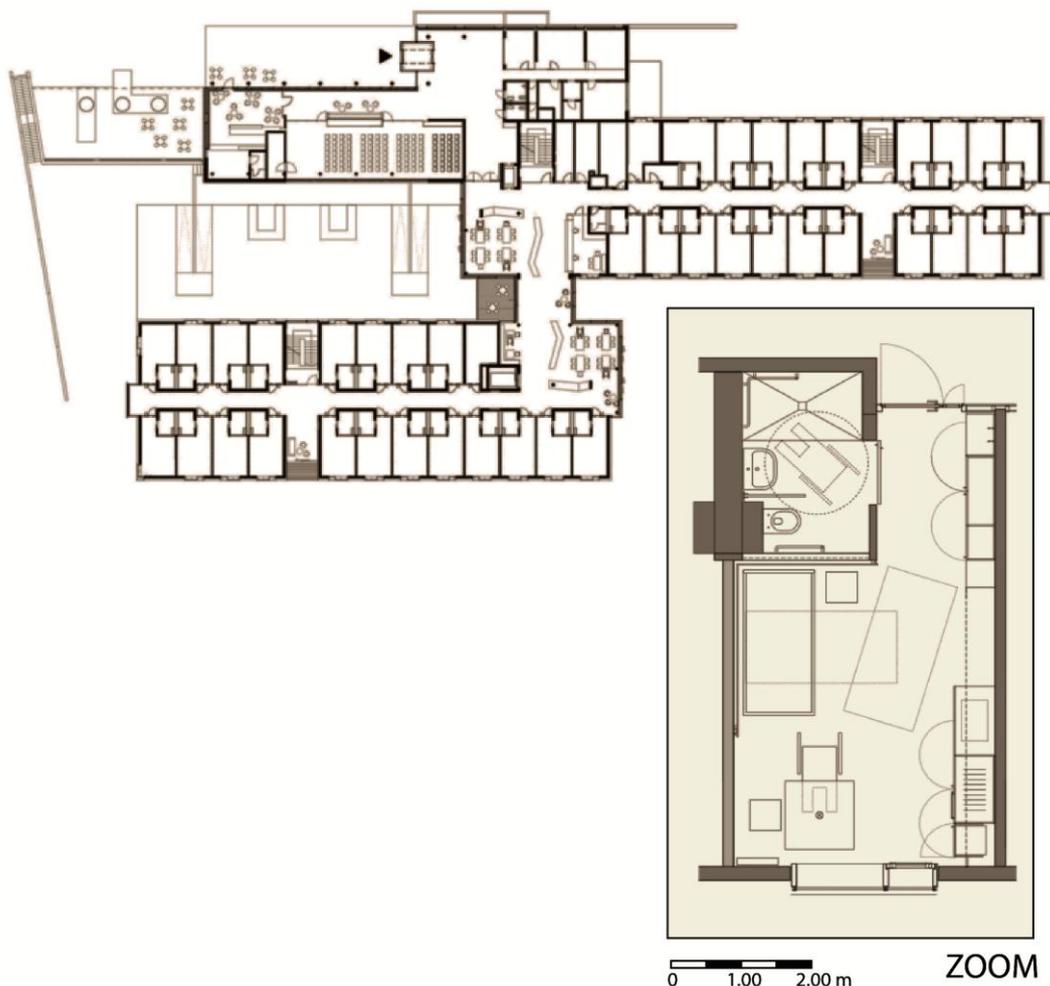


Imagen N° 29-- Plano del cuarto tipo del Asilo de Ancianos / Gärtner+Neururer
Fuente: (Odorizzi, 2013).

7.1. 4 Espacios accesibles para adultos mayores.

Siguiendo las observaciones del manual: "Código de diseño y construcción aplicado a las personas con capacidades especiales para el Ecuador ", se consideró para el proyecto las siguientes recomendaciones y medidas.

- Para la circulación en el interior del hospicio se estableció en los corredores un ancho de 1.52 m, medida que permite el paso de dos sillas de ruedas en dos sentidos y un cómodo giro de la misma, considerando a los adultos mayores que ya no se encuentran en la capacidad de desplazarse con sus extremidades inferiores.

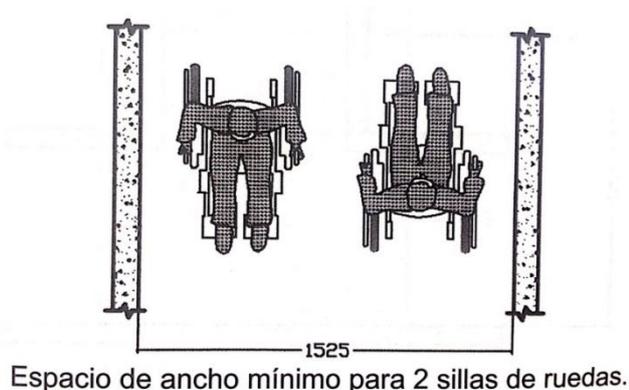


Imagen N° 30-- Espacio de ancho mínimo para 2 sillas de ruedas.
Fuente: (Baquerizo et al., 2007).

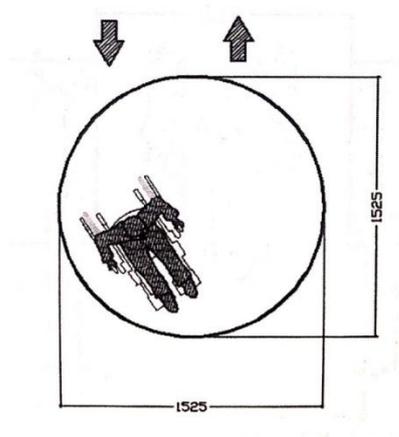


Imagen N° 31-- Diámetro de giro para una silla de ruedas
Fuente: (Baquerizo et al., 2007).

- Para un correcto diseño del comedor se consideró la altura máxima y mínima de 85 y 68 cm respectivamente. La mesa del comedor deberá de tener un ancho de 60 cm para un correcto uso de la misma, según lo especificado en el código.

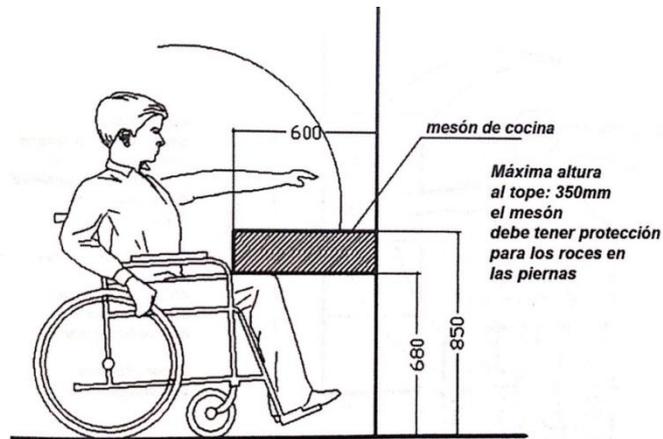
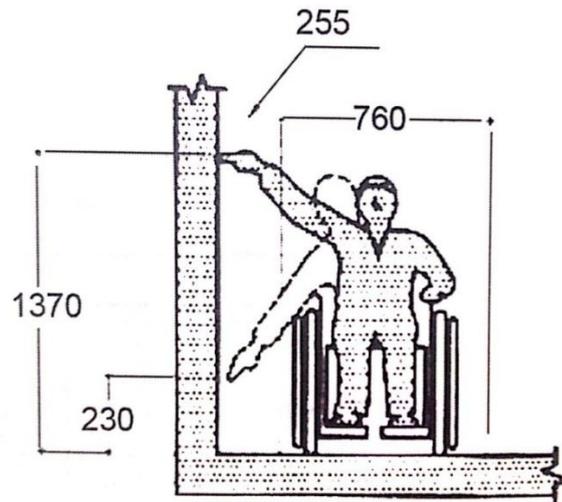


Imagen N° 32.- Medidas de un mesón de cocina para un minusválido.

Fuente: (Baquerizo et al., 2007).

- Los límites de alcance lateral para un minusválido se dan desde la cota 0.23 hasta 1.37 m, como se puede observar en la imagen N° 33. Para cada adulto mayor que reside en el hospicio se dispondrá de una repisa con la medidas ya mencionadas anteriormente, así podrán guardar y utilizar sus pertenencias por si solos de una manera cómoda.



Límites de alcance lateral
en superficie inferior

Imagen Nº 33-- Límites de alcance lateral de un minusválido.
Fuente: (Baquerizo et al., 2007).

- El espacio mínimo para que un adulto mayor utilice el bastón es de 70 cm, medida que ya ha sido tomada en cuenta en la circulación del hospicio ya que el ancho mínimo de los corredores es de 1.52 m.



Imagen Nº 34-- Medida necesaria para el uso del bastón.
Fuente: (Baquerizo et al., 2007).

Asimismo el proyecto planteado propone ocho camas por módulo, las cuales han sido distribuidas de manera simétrica a largo de la planta de la edificación considerando las medidas pertinentes para que los adultos mayores tengan un fácil acceso a las mismas. La cocina y el comedor están ubicados en el centro de la planta para un rápido y fácil acceso. Los corredores de circulación poseen un ancho de 1.52 metros facilitando el uso de las sillas de ruedas alrededor de todo el módulo como se puede observar en la imagen N° 35.

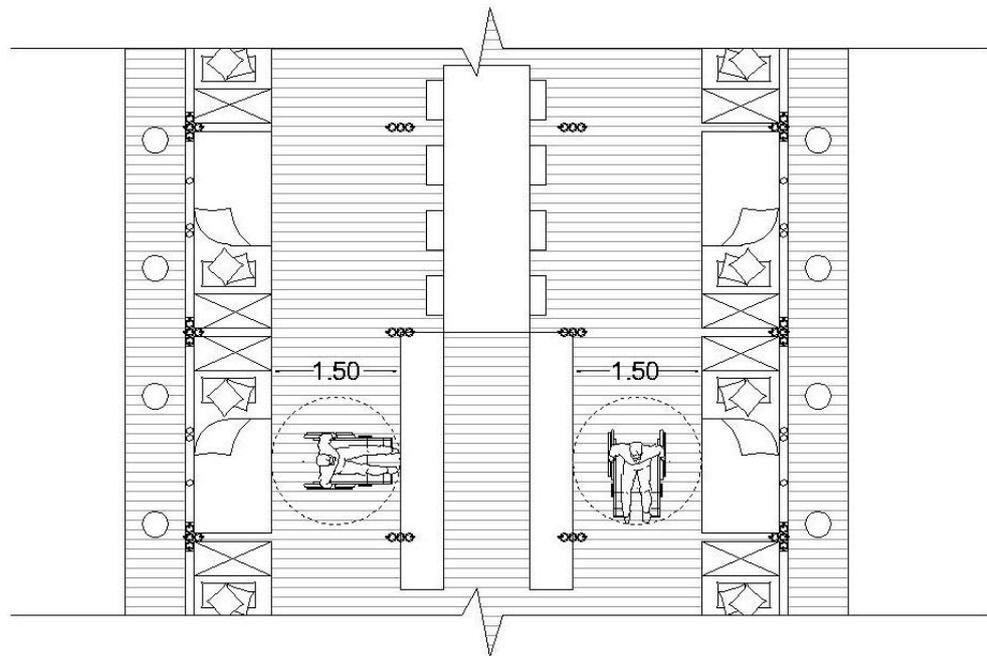


Imagen N° 35 -- Planta del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Al interior del hospicio se podrán realizar las actividades diarias de dormir, comer y cocinar. Por su parte, el baño se sitúa en la parte exterior ya que al tratarse de un sistema de edificación flotante las tuberías de aguas servidas no podrán estar conectadas de manera fija en el terreno y en la base.

7.1.2 Sistema sanitario y eléctrico

Como se explicó en el subtítulo anterior no se podrá tener instalaciones de manera fijas en el terreno donde se desarrollará el proyecto. Esto se debe a que la edificación no se mantendrá estática en el terreno ya que se propone un hospicio/albergue que permita movimientos ascendentes y descendentes en situaciones de emergencia por inundaciones.

Así el sistema sanitario funcionará de dos maneras. Si se encuentra asentado en el terreno, considerando esta situación como un día normal en el hospicio, los habitantes deberán de utilizar el baño que se encuentra en el exterior de la edificación, el acceso a este baño es de manera cómoda ya que solo deberán de atravesar una rampa para llegar al mismo. Dicho baño posee las características necesarias para que los adultos mayores los utilicen por si solos.

En cambio si el hospicio/albergue se encuentra en esos días donde el nivel de agua se ha incrementado, resultado que se da por las fuertes lluvias que provocan inundaciones en las zonas, los habitantes y refugiados deberán de realizar sus necesidades dentro del hospicio hasta que el nivel de agua descienda completamente. Se deberá de utilizar un inodoro portátil de camping con excepción de las personas con capacidades especiales que deberán de recurrir a un inodoro portátil con barras de apoyo como se muestra en la imagen N° 36 y 37 respectivamente.



Imagen Nº 36 -- Inodoro portátil de camping que se deberá de utilizar cuando el hospicio/albergue se encuentre flotando.

Fuente: (Ferrehogar, s.f.)



Imagen Nº 37 -- Inodoro portátil plegable con barras de apoyo para adultos mayores con capacidades especiales.

Fuente: (Pronamed, s.f.)

De igual manera en el caso del sistema eléctrico no se recomienda realizar una acometida directa desde el poste de luz más cercano, ya que una conexión fija o un cable que no proporcione la longitud necesaria cuando el

hospicio se encuentre en movimiento puede llegar a causar otra situación de emergencia como un incendio.

Por este motivo se diseñó el sistema eléctrico en base a un generador de luz eléctrica. El generador eléctrico es común mente utilizado en zonas donde no hay un suministro eléctrico y se lo selecciona según la cantidad de puntos que se requiere alimentar de luz.

Actualmente en el mercado existe una variedad de generadores ofreciendo diferentes características y precios. En este caso se ha seleccionado un generador de 800 watts el cual puede ser alimentado por un galón de gasolina Eco País de 3 a 4 días, solo se utilizará a partir de las 6 de la tarde. En el subtítulo 7.3 se podrá observar el plano eléctrico del proyecto en base al generador ya descrito.



Imagen N° 38 -- Generador de luz eléctrica portátil.
Fuente: (Harbor Freight Tools, s.f.)

7.1.2 Conexión entre módulos

Para el diseño del hospicio que se propone en este trabajo de titulación se consideró la edificación como un módulo tipo. Luego, según las necesidades

del sector, se puede implantar varios módulos que estén conectados entre sí por medio de rampas.

La rampa estará sujeta por medio de una bisagra la cual permitirá movimientos ascendentes y descendentes en uno de sus extremos.

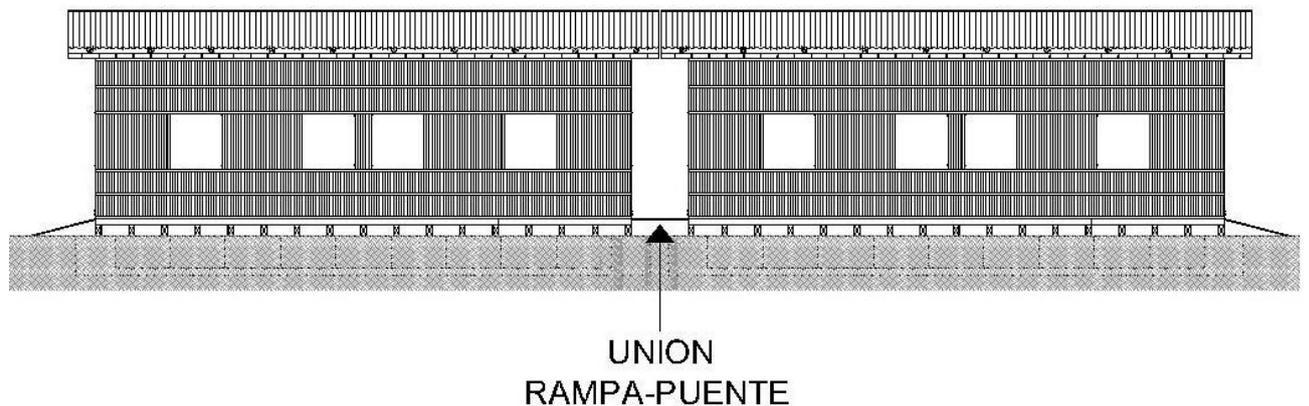


Imagen N° 39-- Ejemplo sobre unión de módulos.
Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 Capacidad

Cada planta de la edificación tiene una capacidad diaria para recibir 15 personas. Sin embargo, por la experiencia otorgada en situaciones de emergencias pasadas por motivo de inundaciones, el hospicio puede funcionar de albergue para lo cual podrá hospedar a un máximo de 35 personas.

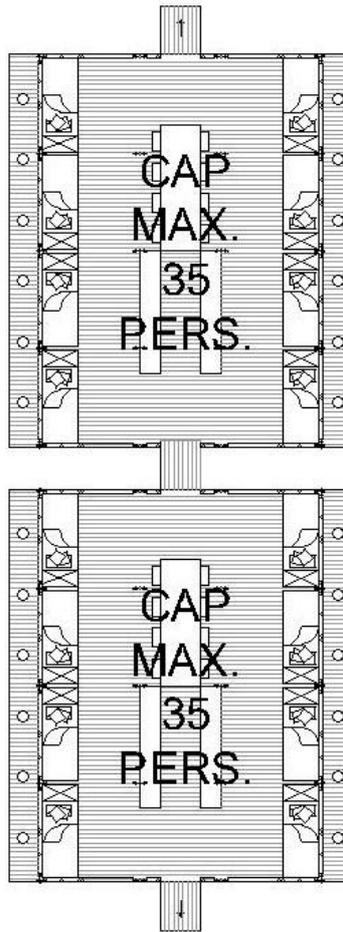


Imagen N° 10- Capacidad máxima por módulo para casos de emergencia.
Fuente: Elaboración propia.

7.1. 5 Selección de materiales

Los materiales más utilizados en el módulo propuesto son: la caña guadua en las paredes, cubierta y columnas del hospicio; el roble en la base del proyecto; y los barriles metálicos y de polietileno que cumplen la función como flotadores. Se optó por estos materiales para que se pueda lograr una fácil construcción con materiales que se encuentran en el medio, además de aligerar el peso del hospicio para que logre flotar en situaciones extremas.

7.2 Materiales de construcción complementarios

La caña guadua es el material predominante para la construcción del hospicio por todas las bondades que nos brinda, características ya explicadas anteriormente en el capítulo 5.

Sin embargo, en el proyecto existen materiales complementarios que ayudan a reemplazar ciertas falencias que la caña guadua puede presentar en algunas situaciones. Los materiales complementarios utilizados en el proyecto son: el roble y el pino.

En el caso del roble, se diseñó la base flotante del módulo pensando en la utilización de este material como el recurso principal, ya que esta zona va a estar en contacto con los siguientes 3 aspectos:

1. La humedad del terreno.
2. Agua cuando se presenten inundaciones.
3. La intemperie.

El roble es un tipo de madera usado en las construcciones navales debido a que conserva una alta resistencia hacia la humedad y a la inmersión permanente (FingerJoint, 2008). Es una madera dura, densa, tenaz, resistente y poco alterable (Construpedia, 2008).

Este tipo de madera posee fibras rectas. Su albura es amarillo claro. Su duramen es una transición de color entre amarillo a marrón. Su defecto es que tiene nudos pequeños (Villamor, 2006).

En cuanto a sus propiedades físicas su equilibrio dimensional es estable ya que su coeficiente de contracción volumétrico es de 0.40%. Su relación entre contracciones es de 1,85% sin tendencia a deformarse. Además, posee una dureza de 5,8 convirtiéndose en una madera dura (FingerJoint, 2008).

De acuerdo a sus propiedades mecánicas este tipo de madera presenta los siguientes aspectos:

- resistencia a flexión estática: 1.070 kg / cm²

- módulo de elasticidad: 115.000 kg / cm²
- resistencia a la compresión paralela: 580 kg / cm²
- resistencia a la tracción paralela: 1070 kg / cm²

Para la estructura de paredes y el entablado del piso del hospicio se utilizó una madera popular: el pino. Este tipo de madera se lo utiliza generalmente para la construcción de encofrados, armarios, muebles, puertas y cajas. Es un material muy cotizado por su capacidad para aceptar pegamento, tornillos y clavos (Fernández, 2013). Además, este tipo de madera tiene una hebra derecha y su color varía entre crema y amarillo pálido. El pino posee aros de crecimiento tenues (Fernández, 2013). Entre sus principales características destaca que posee grano grueso, rajadas de resina, nudos y bolsas (Castor, 2007).

En cuanto a sus propiedades físicas su equilibrio dimensional es estable ya que su coeficiente de contracción volumétrico es de 0.39%, su contracción radial es de 0.32% y su coeficiente de contracción tangencial es de 0.20%. Es catalogado como una madera blanda (Muñoz, 2007).

De acuerdo a sus propiedades mecánicas este tipo de madera presenta los siguientes aspectos:

- densidad media: 580 kg/m³
- resistencia a la flexión estática: 970 kg/Cm²
- resistencia a la compresión: 490 kg/Cm²
- módulo de elasticidad: 125 000 kg/Cm²

7.3 Diseños arquitectónicos

7.4 Diseños estructurales

7.5 Detalles constructivos

7.5.1 Cimientos

En este proyecto se considera como cimientos a los elementos que permiten el descanso y la distribución de cargas de manera uniforme en el terreno. Los cimientos están formados por vigas principales de 20 cm de peralte x 10 cm de ancho y vigas secundarias de sección de 10 cm x 10. Estos elementos estructurales forman una cuadrícula en la cual se repartirán sobre el terreno las cargas de manera equitativa. También cuenta como parte de los cimientos de esta edificación los flotadores, que son barriles metálicos de 60 cm de diámetro. Estos elementos van sujetos por medio de una platina a las vigas principales. Los barriles también soportarán parte del peso del hospicio.

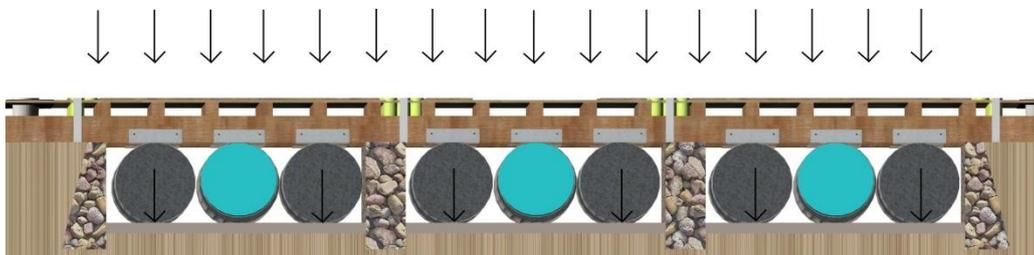


Imagen N° 41 -- Repartición de cargas en la base del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

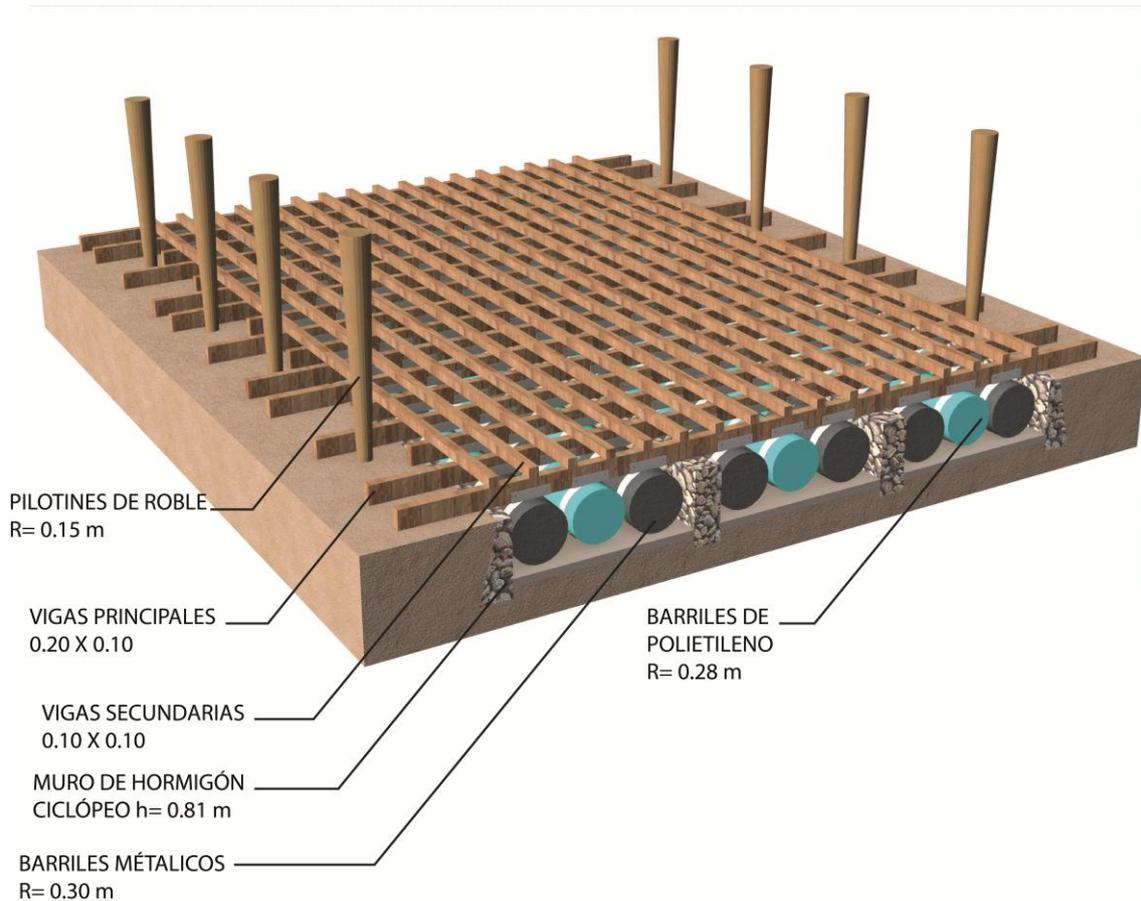


Imagen N° 42 -- Partes de los cimientos.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Carrión *et al.*, 1987).

7.5.2 Sistemas de anclaje

Existen tres sistemas de anclajes importantes para la elaboración de este proyecto:

- Anclaje Columna - Viga principal.
- Anclaje Viga principal – Barriles de acero y polietileno.
- Anclaje Postes de luz – Entablado - Terreno.

Para obtener una mayor seguridad y estabilidad en el hospicio se diseñó un sistema de anclaje por medio de una platina de acero de un ancho de 5 cm y de un espesor de 4 mm. El elemento de acero amarra la sección de la viga principal con la columna quedando sujeta en la caña guadua por medio de varillas roscadas con tuercas. Es necesario colocar un zuncho de acero, el cual

tiene forma de anillo, para amarrar las cañas guaduas que conforman la columna.

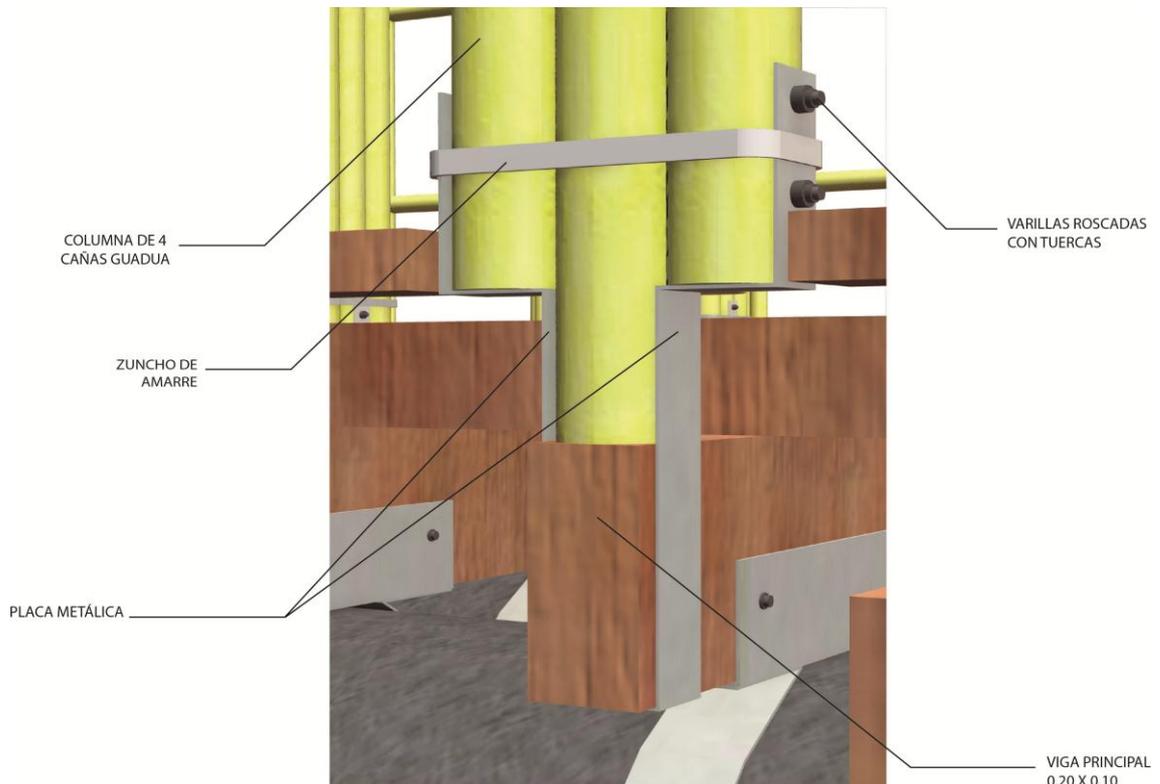


Imagen Nº 43 -- Anclaje columna - viga.
Fuente: Elaboración propia.

Para lograr una correcta sujeción entre los barriles de acero y polietileno hacia las vigas principales se diseñó una platina de acero de 8 cm de ancho con un espesor de 4 mm que abrace el flotador. Esta platina se soldará hacia una placa de acero doblada sujeta en la parte inferior de la viga principal por medio de una varilla roscada con tuercas que atraviesa la sección de la viga.

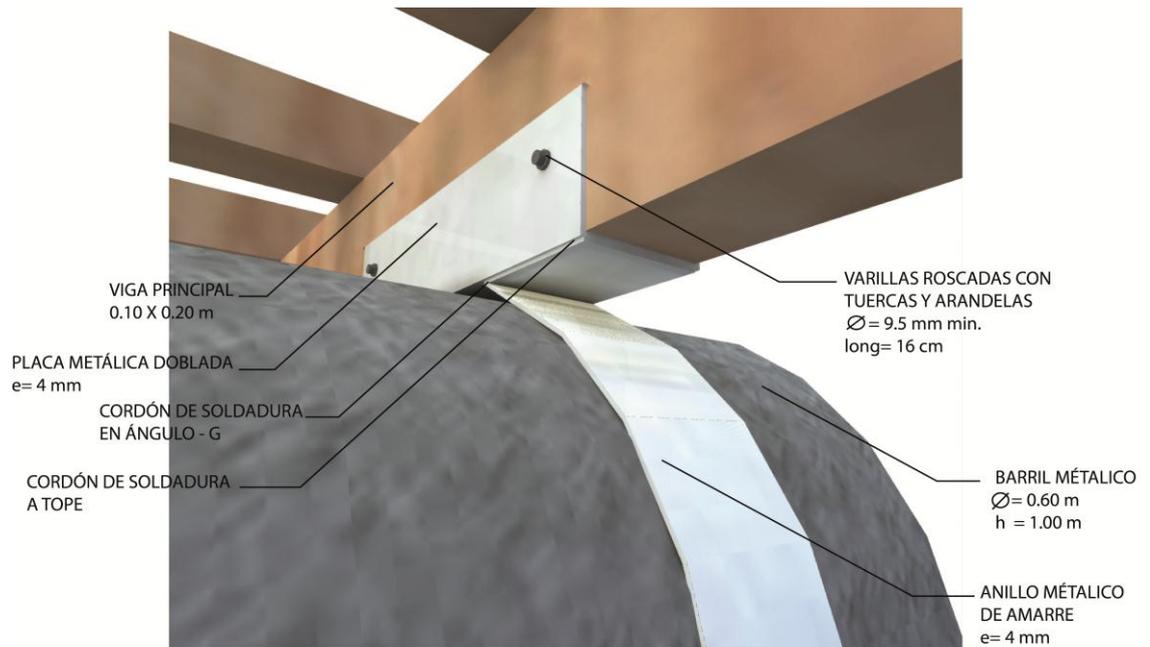


Imagen Nº 44-- Anclaje barriles - viga.
Fuente: Elaboración propia.

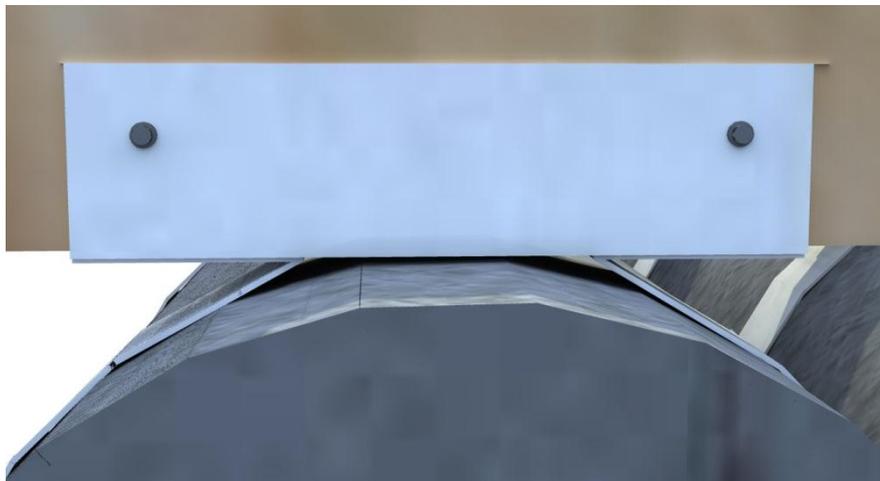


Imagen Nº 45-- Anclaje barriles - viga.
Fuente: Elaboración propia.

En caso de inundaciones, el centro gerontológico debe estar anclado para solo permitir desplazamientos de manera ascendente y descendente en un mismo eje vertical según el nivel del agua. Por esta razón se ha incluido en el proyecto elementos de anclaje en el terreno. Se utilizarán pilotines de roble para asemejar la función de los escopios en los muelles. Dichos elementos

poseen un diámetro de 30 cm que se va reduciendo en su sección a medida que se va desarrollando en altura. Por tal motivo, los pilotines serán hincados al revés, de tal manera que puedan ser utilizados como puntas en el momento de hincarlos.

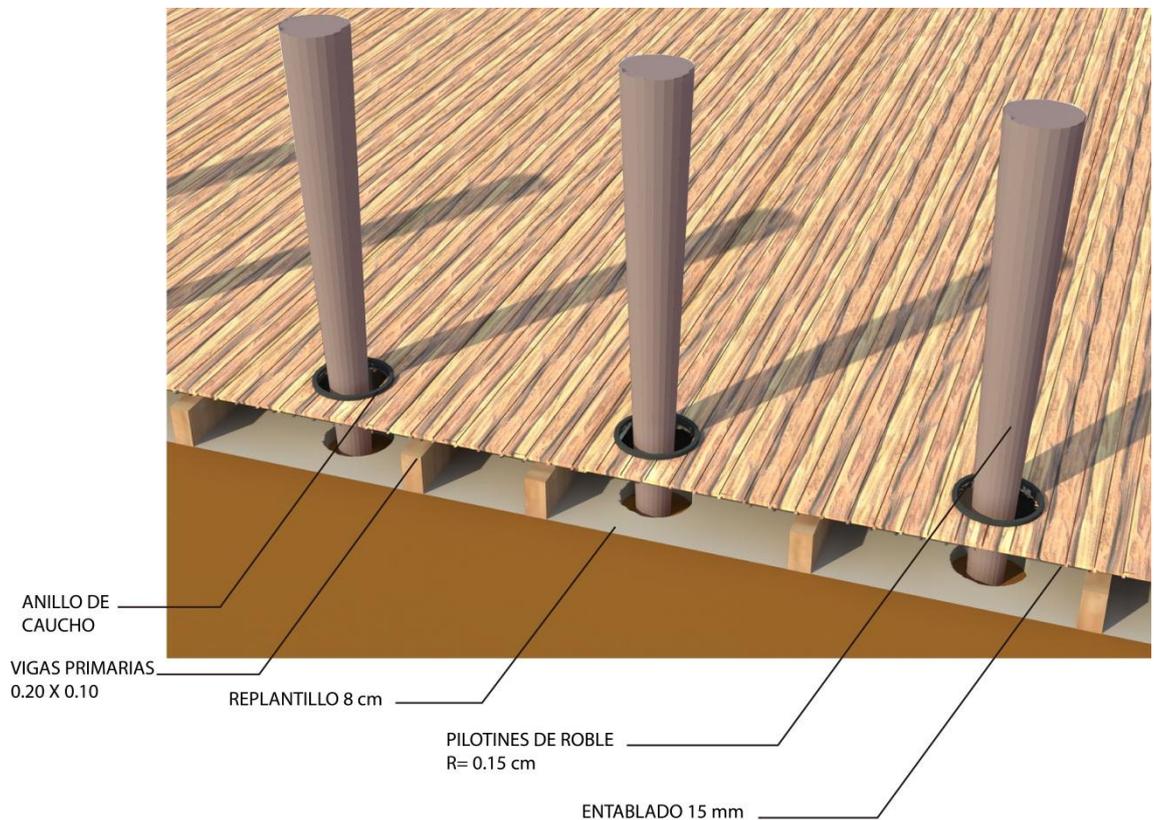


Imagen Nº 46-- Pilotines de roble utilizados para anclaje en el terreno.
Fuente: Elaboración propia.

7.5.3 Base flotante

La base flotante se la diseñó utilizando vigas de roble y barriles de acero. Se dispusieron las vigas de roble en dos sentidos a lo largo de todo el módulo. Se tomaron las medidas de distancia máxima entre vigas del manual: “Autoconstrucción de Acabados en la Vivienda”. Las vigas principales y las vigas secundarias deberán estar separadas entre sí 60 cm y 45 cm máximo

respectivamente, formando una cuadrícula. Sin embargo en este proyecto se tomó una distancia de 41 cm entre las vigas secundarias para poder lograr una cuadrícula simétrica según el área de la planta.

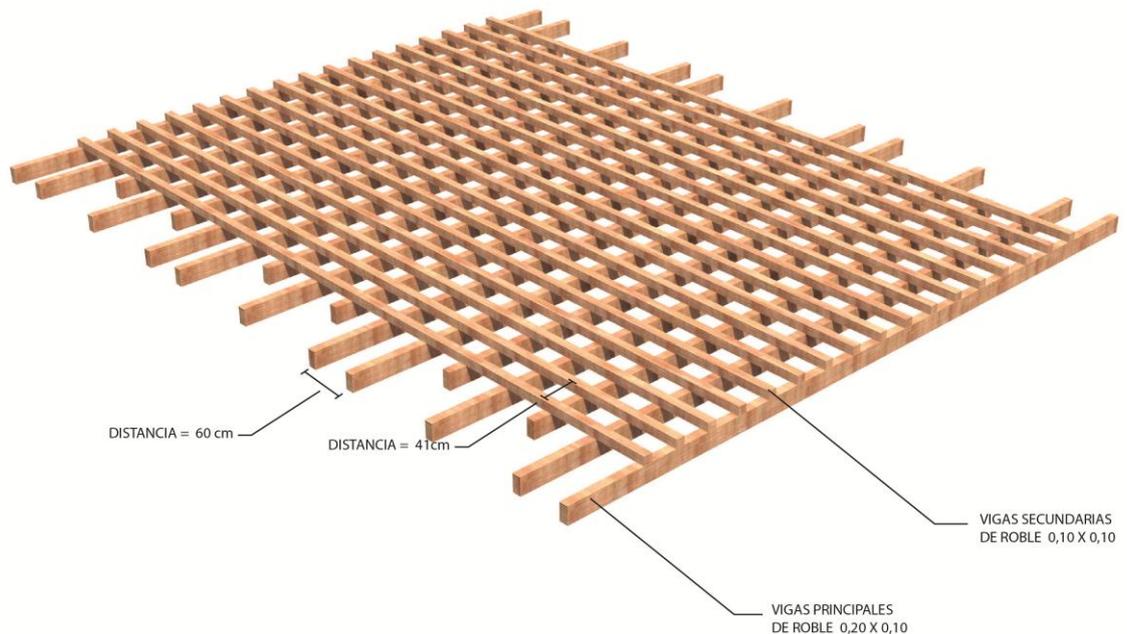


Imagen Nº 47.- Vigas de roble para la elaboración de la base.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Carrión *et al.*, 1987).

7.5.3.1 Cálculo de la cantidad de barriles metálicos y de polietileno a necesitarse

Las vigas principales son las encargadas de sujetar los barriles, que serán utilizados como flotadores. Es necesario conocer el volumen exacto de flotadores que se necesita para que el hospicio pueda obtener la capacidad de flotar en caso de emergencia. Para el cálculo de la cantidad de barriles que se necesitarán es fundamental conocer el peso total del hospicio incluyendo cargas muertas y cargas vivas.

En la siguiente tabla se podrá observar el peso total del hospicio que es de 17.216,30 Kg.

PESO TOTAL DEL HOSPICIO					
CARGAS MUERTAS	ml	Área (m2)	Volumen (m3)	Peso específico (Kg/m3)	Peso total (Kg)
Columnas (Caña guadua)	200,38	0,008	1,60304	790	1266,4
Correas (Caña guadua)	150,8	0,008	1,2064	790	953
Pie derecho (Caña guadua)	148,64	0,006	0,89184	790	704,55
Vigas principales (Roble)	134,18	0,02	2,6836	950	2549,42
Vigas secundarias (Roble)	164,9	0,01	1,649	950	1566,55
Solera de piso (Pino)	26,32	0,006	0,15792	600	94,75
Solera de amarre lateral (Pino)	19	0,008	0,152	600	91,2
Viga de cubierta (Pino)	42,4	0,012	0,5088	600	305,28
Recubrimiento de caña picada	420,2	0,008	3,3616	790	2655,66
Placa metálica	29,10	0,00024	0,006984	7850	54,82
Planchas de zinc	85,00	0,006	0,51	7200	3672
Entablado de piso (Pino)	9,70	0,168	1,6296	600	977,76
Barriles de acero	42	0,004	0,168	7850	1318,8
Tapas de acero	0,336	0,283	0,095	7850	745,75
Barriles de polietileno	48	0,004	0,192	920	176,64
Tapas de polietileno	0,384	0,237	0,091	920	83,72
				Peso total (Kg)	17216,3

Tabla Nº 10 -- Peso total del hospicio (Carga muerta).
Fuente: Elaboración propia.

Para el día a día el hospicio tendrá una capacidad para 15 personas incluyendo a los adultos mayores. Si consideramos que el peso promedio de las personas es de 73 Kg tendremos un total de 1.0954 Kg de carga viva. Para situaciones de emergencia se diseñará cada módulo con una capacidad extra para albergar a 20 personas. Es decir, en total el hospicio podrá recibir a 35 personas aumentando la carga viva a 2.555 Kg.

Es necesario tomar en consideración el peso del mobiliario. Cada módulo se lo diseñó con 8 camas para los adultos mayores, 2 mesones para el área de la cocina y un comedor. Todo el mobiliario es diseñado con una estructura sencilla de madera de pino y caña guadúa.

PESO TOTAL DEL HOSPICIO (CARGA VIVA)			
CARGAS VIVAS	Nº de personas	Peso (Kg)	Peso Total (Kg)
CAP. DE PERSONAS (DIA A DIA)	15	73	1095
CAP. DE 20 PERSONAS (EMERGENCIA)	20	73	1460
MOBILIARIO		905	905
		Peso total (Kg)	3460

Tabla Nº 11 -- Peso total del hospicio (Carga viva).
Fuente: Elaboración propia.

PESO TOTAL FINAL	
CARGA MUERTA (Kg)	17.216,30
CARGA VIVA (Kg)	3.460
	TOTAL: 20.676,30 Kg

Tabla Nº 12 -- Peso total final del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

El peso total final es de 20.676,30 Kg. que se obtiene de la suma de las cargas muertas y vivas ya explicadas. Conociendo este peso se puede calcular el volumen total de flotadores que se requiere para conseguir el empuje hacia arriba ante una inundación. Es necesario añadir 4 tanques más al total de barriles para asegurarnos que los flotadores no queden totalmente sumergidos.

En las siguientes formulas se puede observar el volumen total de flotadores que se necesita para que el presente proyecto pueda flotar, tomando en consideración los dos siguientes pesos:

- Un peso de 20.676,30 Kg, el cual es la suma de la carga muerta más carga la carga viva de 35 personas y mobiliario.

- Un peso de 19.216,30 Kg, el cual es la suma de la carga muerta más la carga viva de 15 personas y mobiliario.

$$E = W$$

$$E = 20.676,30 \text{ Kg}$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Vol} = \frac{E}{\gamma} + \frac{20.676,30 \text{ Kg}}{1.000 \text{ Kg/m}^3} = 20,67 \text{ m}^3$$

$$E = W$$

$$E = 19.216,30 \text{ Kg}$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Vol} = \frac{E}{\gamma} + \frac{19.216,30 \text{ Kg}}{1.000 \text{ Kg/m}^3} = 19,22 \text{ m}^3$$

Para realizar el cálculo se tomó por volumen de barril el área hasta donde se prevé que debe estar sumergido el tanque. Cuando se presente una inundación y el módulo se encuentre con su capacidad máxima de 35 personas los barriles metálicos y de polietileno deberán quedar sumergidos hasta 0.50 y 0.45 cm de su diámetro respectivamente quedando sobre la superficie del agua 10 cm. De igual manera cuando el módulo se encuentre en su capacidad diaria para 15 personas se espera que los barriles metálicos y de polietileno queden sumergidos hasta 0.47 y 0.42 cm de su diámetro quedando sobre la superficie del agua 13 cm.

CAP. MAX 35 PERS.			
	Volumen por unidad	Cantidad	Volumen Total
Barriles Metálicos	0,2531	42	10,630
Barriles de Polietileno	0,2093	48	10,046

Volumen Total sumergido	20,676
-------------------------	--------

CAP. 15 PERS.			
	Volumen por unidad	Cantidad	Volumen Total
Barriles Metálicos	0,2364	42	9,929
Barriles de Polietileno	0,1935	48	9,288
		Volumen Total sumergido	19,217

Tabla N° 13 --Cálculo del volumen total sumergido de flotadores según su capacidad.

Fuente: Elaboración propia.

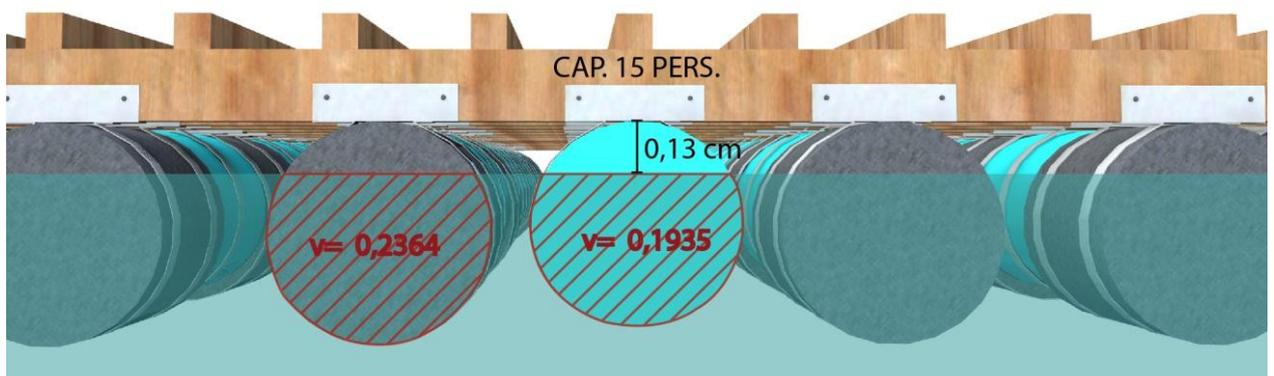
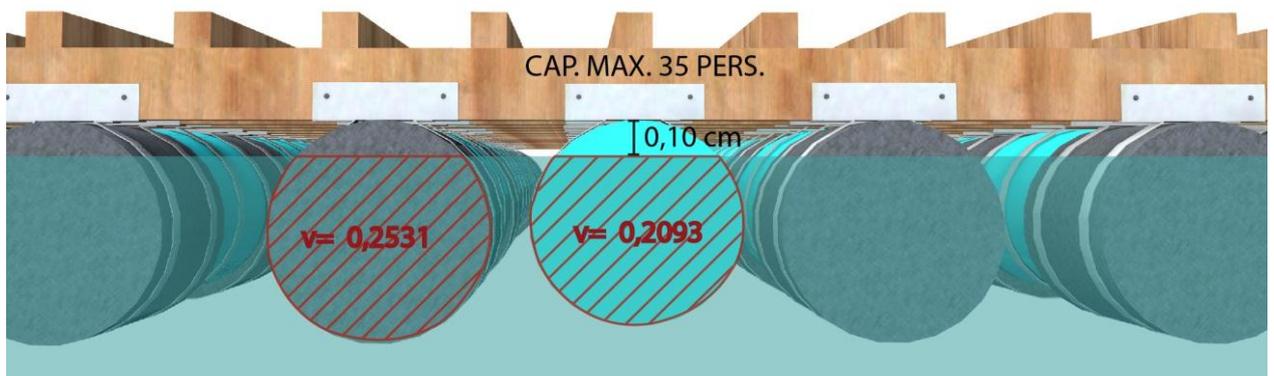


Imagen N° 48 -- Medidas para conocer cuando el hospicio va a flotar según la capacidad que se encuentre.

Fuente: Elaboración propia.

Los barriles metálicos y de polietileno van a estar colocados de forma intercalada. Estos elementos deberán estar situados correctamente de manera uniforme y simétrica para evitar volteo. Ver imagen N° 49

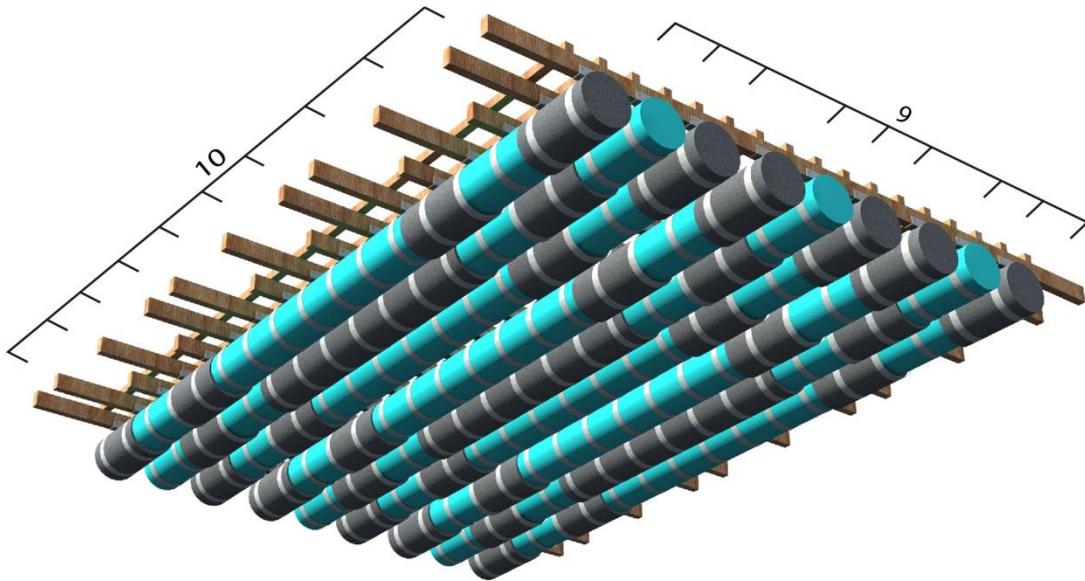


Imagen N° 49 -- Colocación de barriles.
Fuente: Elaboración propia.

7.5.5 Columnas

Para la ubicación de las columnas se siguieron las recomendaciones establecidas en el trabajo de tesis: “Diseño y Construcción de Viviendas de Caña Guadua Tipo Económico”. Las columnas se dispusieron en grupos de tres y de cuatro cañas guadúas respectivamente. En el diseño del hospicio se van a utilizar columnas dispuestas de la siguiente manera (Ver imagen N° 50):

- Las columnas centrales estarán compuestas por tres cañas.
- Las columnas esquineras estarán compuestas por tres cañas en forma de L.
- Las columnas medianeras estarán compuestas por 4 cañas en forma de T.

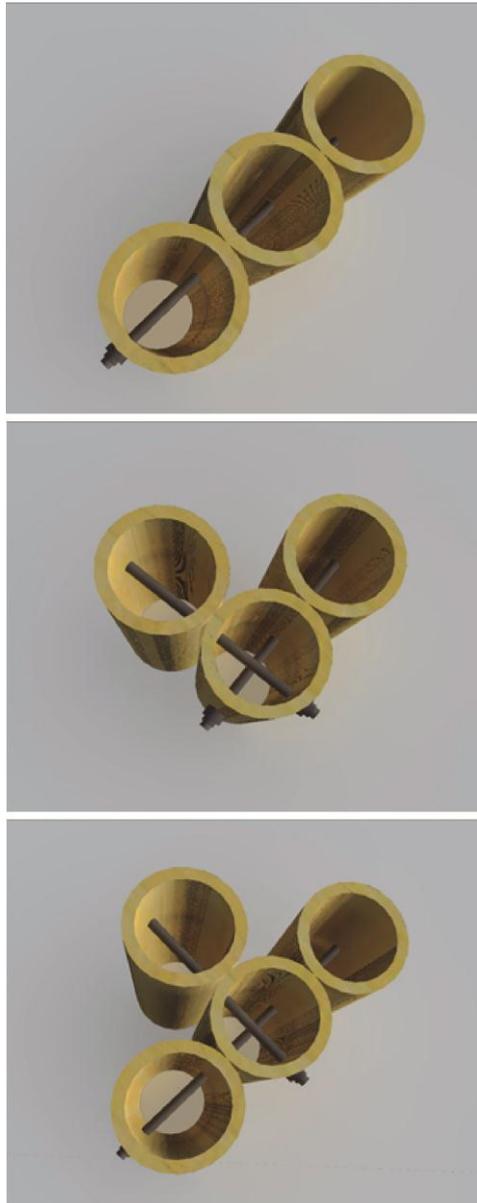


Imagen N° 50 -- Disposición de las columnas.
Fuente: Elaboración propia a partir de (Choco *et al.*, 1983).

Las cañas están unidas por una varilla roscada con tuercas en los extremos que las atraviesa dejándolas amarradas entre sí. El orificio deberá ser realizado con un taladro. Siguiendo las observaciones del manual: "Construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado ", se consideró para el diseño colocar una varilla cada tercio de la altura de la columna para una correcta unión.

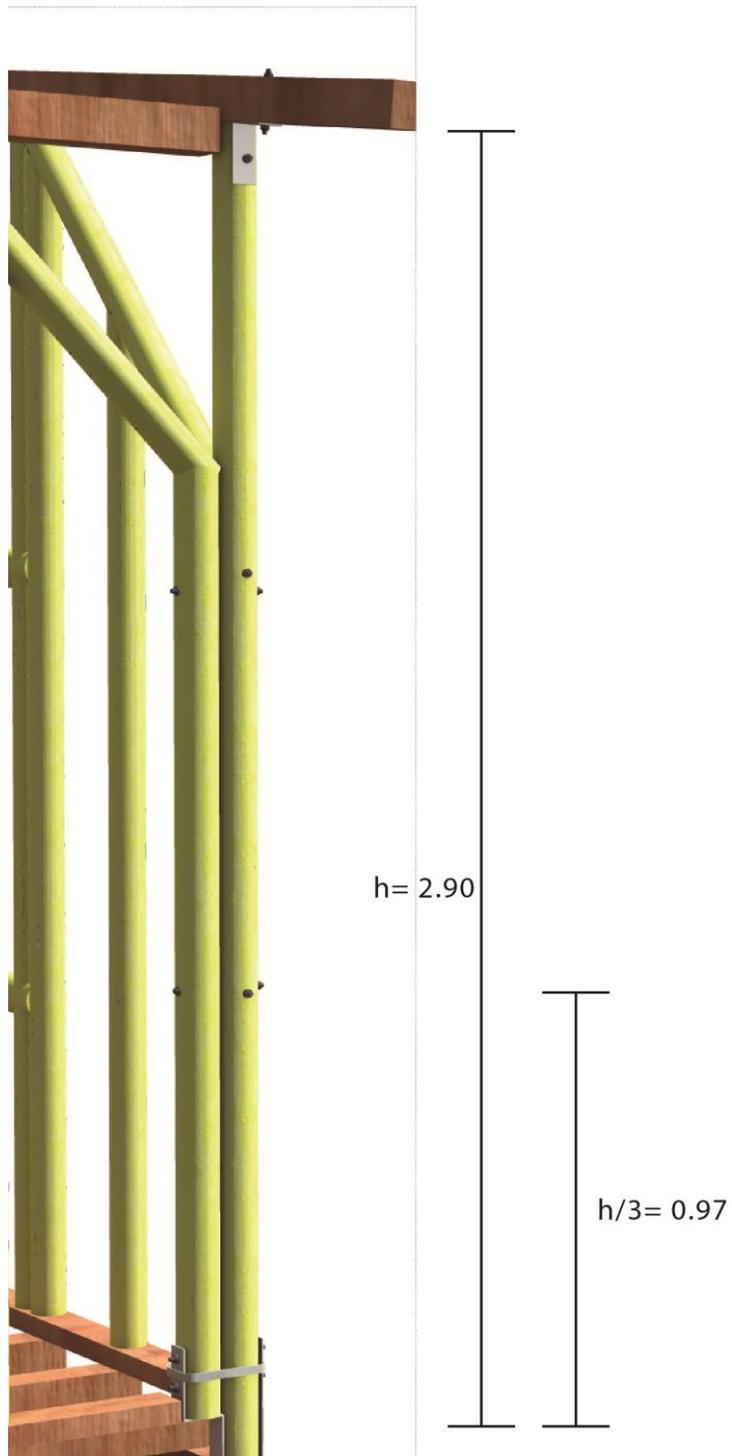


Imagen N° 51-- Unión de cañas.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2008).

7.5.6 Cubierta

Para el diseño de la estructura de cubierta se utilizaron viguetas de madera colocadas transversalmente, las cuales se encuentran apoyadas directamente sobre las columnas de caña guadúa. Sobre la vigueta se apoyan las correas longitudinales a una distancia de 60 cm entre sí. Según el ancho de las planchas de zinc a utilizarse se deberán colocar cañas guadúas de manera transversal sobre las correas para una segura instalación de las planchas. Se realizó este diseño considerando la información del manual: "Experiencias en el Ecuador sobre prefabricación de vivienda con bambú y auto construcción."

Para un correcto anclaje de los elementos de estructura de cubierta se tomaron las observaciones del manual: "Guía para la auto construcción utilizando la guadúa como elemento principal." La unión empernada entre caña-caña y caña-vigueta de madera se da mediante varillas roscadas con tuercas, que se las introduce en la caña una vez realizado el orificio en el lugar de anclaje.

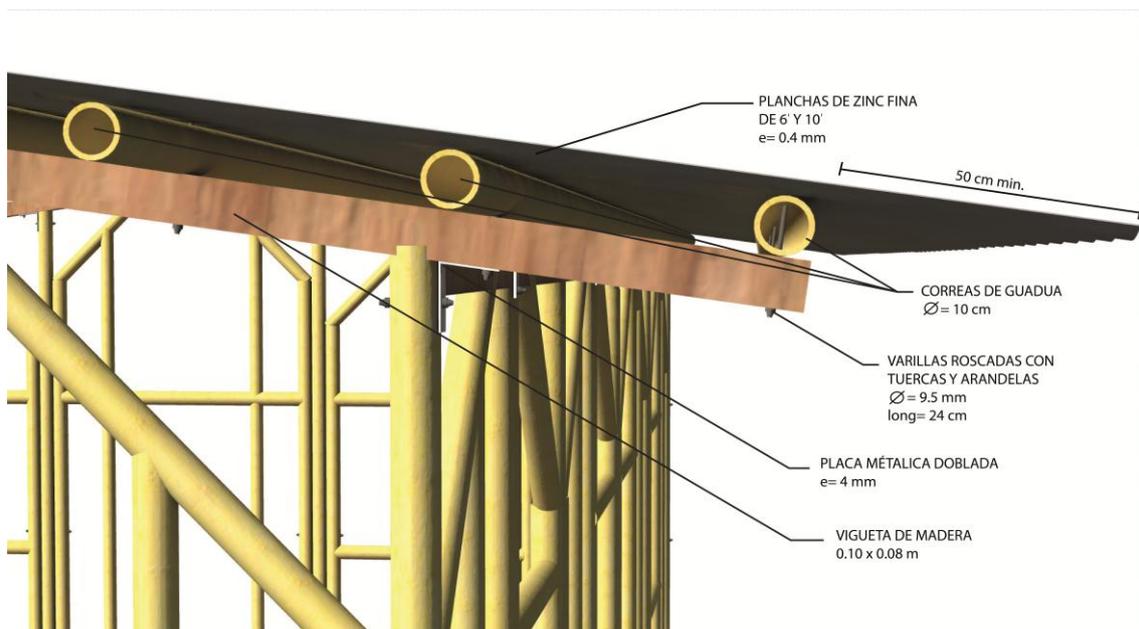


Imagen Nº 52 -- Estructura de cubierta.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Cooperación Colombo Alemana, s.f.).

7.5.7 Paredes

Para el centro gerontológico se plantearon paredes perimetrales para el respectivo confinamiento del lugar. No se han considerado paredes divisoras en el interior del proyecto ya que se requiere observar todas las actividades que se encuentren realizando los adultos mayores para el respectivo cuidado de los mismos al interior del hospicio.

Se diseñó la estructura de la pared siguiendo las observaciones del manual: "Construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado". La pared está conformada por los siguientes elementos:

- una solera de madera en la parte inferior la cual se encuentra correctamente sujeta al entablado del piso.
- varios elementos verticales conocidos como pie derecho de caña guadúa apoyados entre la solera y la carrera a lo largo del perímetro.
- una carrera en la parte superior que sirve como amarre de los pies derechos.

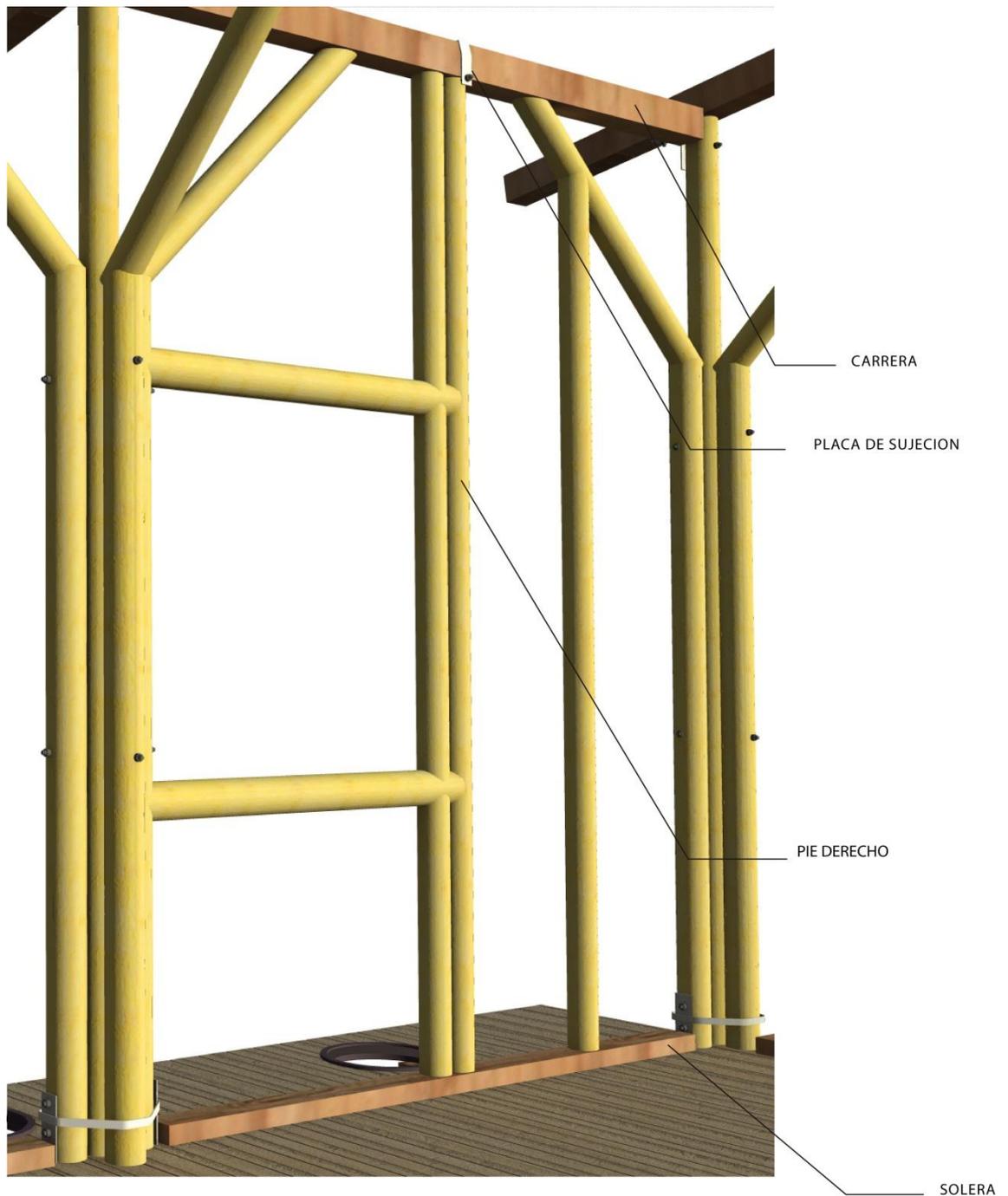


Imagen N° 53 -- Partes del cerramiento.

Fuente: Elaboración propia a partir de (Asociación colombiana de ingeniería sísmica, 2008).

La estructura deberá de ser recubierta en la cara exterior con caña picada para lograr un correcto cerramiento en las paredes.

CAPITULO 9: CONCLUSIÓN

Como conclusión del presente trabajo de investigación, es importante mencionar que el proyecto se desarrolló en el Noreste de la ciudad de Santiago de Guayaquil en el sector habitacional Flor de Bastión Popular en un terreno ubicado en el bloque uno, su acceso es por la entrada principal de dicho bloque recorriendo cuatro cuadras hacia el oeste de la avenida 24. Se escogió el sector al azar ya que las visitas de campo realizadas en los distintos sectores mencionados en el capítulo 4 arrojaron las mismas necesidades y problemas. Se registraron iguales desmanes por precipitaciones, así como la ausencia de un centro gerontológico y albergues.

Este proyecto se puede desarrollar en cualquier sector habitacional del Ecuador que presente las características físicas de:

- Topografía irregular en la zona
- Inexistencia de un sistema de alcantarillado
- Existencia de problemas de drenaje natural en el suelo
- Afluentes naturales
- Existencia de viviendas construidas al mismo nivel del terreno susceptibles a daños por el agua

De igual manera se puede desarrollar en cualquier sector habitacional del Ecuador que presente las condiciones sociales de:

- Ausencia de hospicios
- Ausencia de albergues
- Desamparados en el sector
- Habitantes residiendo en viviendas desprovistas
- Situaciones de emergencia en el pasado por causa de inundaciones

El material escogido para la elaboración del proyecto es la caña guadúa, debido a su peso liviano y cualidades físico-mecánicas detalladas en el capítulo 5. Se lo consideró como material predominante ya que se quiso conseguir en la propuesta una carga muerta baja para una menor utilización de flotadores. Además, al trabajar con la caña guadúa se consigue realizar una construcción en un menor tiempo comparado con otros materiales y debido a que es un recurso de nuestro medio su método constructivo es popular. Para la realización del proyecto la caña guadúa deberá estar correctamente preservada.

Para lograr que el hospicio flote se realizó el diseño de una base flotante. Se optó por la colocación de 42 barriles metálicos y 48 barriles de polietileno de manera intercalada y simétrica, utilizándolos como flotadores para alivianar el peso total final del hospicio. El volumen total sumergido de flotadores es de 20.67 m³, valor que se requiere para conseguir el empuje hacia arriba ante una inundación ya que el peso total final del proyecto es de 20.676,30 Kg.

Para conseguir la seguridad y comodidad de los adultos mayores y habitantes de la zona que lleguen a ser albergados se proyectó un sistema de anclaje mediante pilotines de roble que deberán ser clavados correctamente en el terreno. Los pilotines permitirán movimientos en el eje vertical de forma ascendente y descendente impidiendo desplazamientos en el eje horizontal. Todos los elementos estructurales están correctamente amarrados logrando una construcción sismo resistente respaldada de manuales que han sido detallados en el capítulo 7.

El diseño planteado propone ocho camas por módulo, las cuales han sido distribuidas de manera simétrica a largo de la planta de la edificación considerando las medidas pertinentes para que los adultos mayores tengan un fácil acceso a las mismas. La cocina y el comedor están ubicados en el centro de la planta. Los corredores de circulación poseen un ancho de 1.50 metros facilitando el uso de las sillas de ruedas alrededor de todo el módulo.

La planta de la edificación tiene una capacidad diaria para recibir 15 personas. En situaciones de emergencia por inundaciones el hospicio puede funcionar como albergue hospedando un máximo de 35 personas. El hospicio ha sido diseñado de manera modular para que puedan planificarse futuras ampliaciones, según la necesidad del sector habitacional donde sea ubicado. La conexión de los módulos se ha realizado mediante el uso de rampas.

Este proyecto funciona como un ejemplo de tipología constructiva que puede ser aplicado en distintos sectores de Santiago de Guayaquil logrando que se cumpla el objetivo de este trabajo de titulación. El objetivo de este proyecto está relacionado con la intención de salvaguardar las vidas de los adultos mayores y damnificados que residen en los sectores vulnerables ante fuertes precipitaciones contribuyendo a una solución en el caso de emergencias por inundaciones en zonas de escasos recursos.

Bibliografía

- Gac, H. E. (2000). Inmovilidad en el adulto mayor. *Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile*. Recuperado de <http://escuela.med.puc.cl/publ/boletin/geriatria/InmovilidadAdulto.html#>
- Mestanza, J. (2013, 12 de marzo). Guayaquil, propensa a inundaciones. *El Comercio*. Recuperado de http://www.elcomercio.ec/pais/Guayaquil-propensa-inundaciones-Lluvias-invierno_0_881311977.html
- MIES. (2013, 6 de marzo). Mies continúa con atención de damnificados en albergue y zonas afectadas por fuerte lluvia del fin de semana. *Ministerio de Inclusión Económica y Social*. Recuperado de <http://www.inclusion.gob.ec/mies-continua-con-atencion-de-damnificados-en-albergue-y-zonas-afectadas-por-fuerte-lluvia-del-fin-de-semana/>
- Redacción Guayaquil. (2013, 05 de marzo). El Norte de Guayaquil permanece inundado. *El Telégrafo*. Recuperado de <http://www.telegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/item/el-norte-de-guayaquil-permanece-inundado.html>
- Ecuavisa. (2013, 03 de marzo). Declaran estado de emergencia en Guayaquil por fuertes lluvias. *Ecuavisa en línea*. Recuperado de <http://www.ecuavisa.com/articulo/noticias/costa/25609-declaran-estado-de-emergencia-en-guayaquil-por-fuertes-lluvias>
- Estación meteorológica 84230. (2014). Clima en Guayaquil. *El Tiempo*. Recuperado de http://www.tutiempo.net/clima/Guayaquil_Simon_Bolivar/842030.htm

INAMHI. (2013). Boletín del mes de Febrero- Guayaquil. *Instituto nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado de <http://186.42.174.231/guayaquil/boletines/mensuales/febrero/febrero.pdf>

INAMHI. (2013). Boletín del mes de Marzo - Guayaquil. *Instituto nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado de <http://186.42.174.231/guayaquil/boletines/mensuales/marzo/marzo.pdf>

INAMHI. (2014). Boletín del mes de Enero- Guayaquil. *Instituto nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado de <http://186.42.174.231/guayaquil/boletines/mensuales/enero/enero.pdf>

INEC. (2010). Fascículo Provincial del Guayas. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Recuperado de http://www.inec.gob.ec/cpv/descargables/fasciculos_provinciales/guayas.pdf

Redacción Guayaquil. (2013, 05 de marzo). El Norte de Guayaquil permanece inundado. *El Telégrafo*. Recuperado de <http://www.telegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/item/el-norte-de-guayaquil-permanece-inundado.html>

AngyTAGUA. (2007). Caña Guadua. *AngyTAGUA*. Recuperado de <http://www.angytagua.net/canaguadua.php>

Barbaro, G. (2007). Transformación e industrialización del bambú. *Arquitectura del paisaje*. Recuperado de <http://krfr.org/K/articulos/A/bambu-2.pdf>

Chiluiza, B. C; Hernández, J. P; (2009). *Elaboración de papel artesanal de caña guadua*. (Tesis inédita de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.

Cobo, C. (2010, 26 de Septiembre). Caña guadua, el vegetal del futuro. *Scribd*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/38183910/Cana-guadua-el-vegetal-del-futuro>

Corporación Amingay; Araujo, C. Cedeño, M. (2001). *La Guadua nuestra esperanza: Métodos de preservación de la caña guadua*. Corporación Amingay, FOES, PNUD, Ecuador

Cristóbal; Cobo, B. (2011). Conozca los beneficios del Bambú. *Íntag*. Recuperado de <http://intagnewspaper.org/articles/conozca-los-beneficios-del-bambue>

Dávila, K. (2012). *Evaluación del estado de conservación de la caña guadua en la cuenca alta de las riberas del río Portoviejo*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad técnica particular de Loja, Ciudad de Loja.

Hidalgo, O. (1978). *Nuevas técnicas de construcción con bambú*. Bogotá: Estudios Técnicos Colombianos Editores.

Hidalgo, O. (2005). *Manual de construcción con bambú*. Bogotá: Estudios Técnicos Colombianos Editores.

INEN. (1976). Bambú caña guadua recomendaciones para el uso en la construcción 042. *INEN*. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/rte_042.pdf

Medranda, M; Rodríguez, C. (2011). *Tipología en construcción con bambú*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil.

Méndez, J. I; Palominos, M. T. (2005, 9 de febrero). *Curado y preservación de la caña guadua seleccionando agentes y perseverantes químicos*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Morán, J. A. (2002). *Preservación Del Bambú en América Latina, mediante Métodos Tradicionales*. Guayaquil: International Network for Bamboo and Rattan.

- MVCS. (2011). Proyecto Normativo: Diseño y construcción con bambú. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Recuperado de http://www.vivienda.gob.pe/popup/Documentos_pdf/Proyecto_Normativo_Bambu.pdf
- Odar, M. F. (2012, 9 de febrero). Diseño y elaboración de armaduras. *Scribd*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/81002658/1-Diseno-y-elaboracion-de-armaduras>
- Santa Cruz, P. (2012). ¿Qué es el bambú?. *eHow*. Recuperado de http://www.ehowenespanol.com/bambu-suerte-feng-shui-como_40054/
- Sleonel. (2008, 27 de octubre). Módulos de Elasticidad. *Scribd*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/6422058/Modulos-de-Elasticidad>
- Vega, C. L; Burón, M. M. (2007). Seguridad frente al fuego de las estructuras de hormigón. *Ieca*. Recuperado de <https://www.ieca.es/Uploads/docs/Seguridad%20frente%20al%20fuego%20estructuras%20hormig%F3n.pdf>
- Verdezoto, G. R. (2006). *La Guadua como material alternativo de la madera*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- ABCpedia. (2008). Fibra de vidrio: descripción de sus componentes. *ABCpedia*. Recuperado de <http://www.abcpedia.com/fibra-de-vidrio/fibra-de-vidrio.htm>
- ACI 318-99. (2000). Requisitos de construcción, Durabilidad Y Control de Calidad. *Cámara Chilena de la Construcción: Comisión de diseño estructural en hormigón armado y albañilerías*. Recuperado de <http://www.simpleproyectos.com/descargas/normas-para-disenar/13%20CODIGO%20CHILENO%20BASADO%20EN%20ACI%20318-99.pdf>
- AITEX. (2004). *Manual de fibras de uso técnico*. Valencia: Ediciones Alcoy.

ArchDaily. (2008). Floating House / MOS Architects. *ArchDaily*. Recuperado de <http://www.archdaily.com/10842/floating-house-mos/>

ArchDaily. (2011). Float Home / Designs Northwest Architects. *ArchDaily*. Recuperado de <http://www.archdaily.com/189043/float-home-designs-northwest-architects/>

Bambumex. (2011). Fibra de Vidrio. *Bambumex*. Recuperado de <http://bambumex.wordpress.com/sistemas-de-estructura-compuesta/fibra-de-vidrio/>

Boullosa, N. (2012). 10 Casas Flotantes: Vida sencilla, minimalista, económica. *Fair Companies*. <http://faircompanies.com/news/view/10-casas-flotantes-vida-sencilla-minimalista-y-economica/>

CSIC. (1990). *Ciencia y tecnología de los materiales plásticos*. Madrid: Inteco.

EcuRed. (2011). Fibra de Vidrio. *EcuRed*. Recuperado de http://www.ecured.cu/index.php/Fibra_de_vidrio

El Oficial. (2013). Hormigón características y sus componentes. *El Oficial*. Recuperado de <http://www.eloficial.com.ec/modulo-4-hormigon-caracteristicas-de-sus-componentes/#.UwYMwz15OSo>

FAO. (1996). ¿Que constituye un buen refugio de pesca?. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/003/v5270s/v5270s03.htm>

García, A. F. (2010). Principio de Arquímedes. *Física con ordenador*. Recuperado de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/arquimedes/arquimedes.htm>

- Herrera, M. R. (2006). Propiedades del Acero. *SlideShare*. Recuperado de <http://www.slideshare.net/acharlin/propiedades-del-acero-12282903>
- Iesvillalbahervastecnologia, (2011). Departamento de tecnología; Cap.1: Plásticos. *Iesvillalbahervastecnologia*. Recuperado de <http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2011/09/plasticos-tejina.pdf>
- INCONTEC. (2002). Accesorios para tubería de agua en hierro dúctil y hierro gris, de 76 mm a 1 219 mm. *Norma técnica Colombiana*. Recuperada de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC2346.pdf>
- Linalquibla. (2011). Elementos Resistentes. *Linalquiba*. Recuperado de <http://www.linalquibla.com/TecnoWeb/estructuras/contenidos/elementos.htm>
- Magrotek, (2010). Flotador para muelle flotante. *Magrotek*. Recuperado de <http://www.metalbarrier.es/1-6-floating-dock-floater.html>
- MAQUINARIApro. (2009). El trabajo con fibra de vidrio. *MAQUINARIApro*. Recuperado de <http://www.maquinariapro.com/materiales/fibra-de-vidrio.html>
- Multipino Plataforma. (2008). Venta: Barriles de acero y materiales. *Multipino Plataforma*. Recuperado de <http://www.multipino.es/offer168186.html>
- Murillo, R. G. (2007). *Procedimiento de Edificación*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- OCW. (2005). Los plásticos. *OpenCourseWare de la Universidad de Salamanca*. Recuperado de <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/PLASTICOS.pdf>
- Pérez, M. H. (2004). *Física General*. México: Publicaciones Cultural.

- Plataforma Arquitectura. (2011). Casas Flotantes en IJburg / Architectenbureau Marlies Rohmer. *Plataforma Arquitectura*. Recuperado de <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/03/24/casas-flotantes-en-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer/>
- Ramos M. A; Marín, M. R. (1988). *Ingeniería de los materiales plásticos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rodríguez, A. A. (2013, 25 de octubre). Aditivos para concreto. *Scribd*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/178884865/Aditivos-Para-Concreto-Trabajo-Para-Imprimir>
- Santy Mar. (2008). Flotadores. *Santy Mar*. Recuperado de <http://www.santymar.com/Flotadores/>
- Sisa. (2013). Características de los aceros herramienta para trabajo en frío. *Aceros Sisa*. Recuperado de <http://sisa1.com.mx/pdf/Aceros-SISA-Characterísticas-de-Aceros-Herramienta-para-Trabajo-en-Frio.pdf>
- Torres, N. (2010). Fibra de Vidrio. *Scribd*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/31422502/fibra-de-vidrio>
- USAC. (2009). Desastres en zonas que se inundan. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Recuperado de <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc15590/doc15590-c.pdf>
- USON. (2011). Propiedades del acero usado en laminado en frío. *Universidad de Sonora*. Recuperado de ftp://soporte.uson.mx/FTP/PUBLICO/04_INGENIERIA%20CIVIL/ACERO%202/Texto%20Laminados%20en%20Frio/CAPITULO2.PDF
- Venteo, L. (2011). Materiales de uso técnico: Plásticos. *Intef: Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado*.

Recuperado de
<http://roble.pntic.mec.es/~lventeo/Temas/Plasticos/Plasticos.html>

Walcon. (s.f.). Flotador para pantalán de hormigón. *Nautic Expo*. Recuperado de
<http://www.nauticexpo.es/prod/walcon-marine/flotadores-pantalanes-hormigon-22433-254956.html>

Construpedia. (s.f.). Madera de Roble. *Construmática*. Recuperado de
http://www.construmatica.com/construpedia/Madera_de_Roble

Villamor, M. (2009). El Roble. *Maderas Manuel Villamor*. Recuperado de
<http://www.maderas.com/roble-car.htm>

Muñoz, R; González, J. (2007, 18 de julio). Características físicas de la madera de pino procedentes de raleos en el noroeste de España. *Maderas, Ciencia y tecnología*. Recuperado de
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-221X2007000300004

El pino. (s.f.). La madera de pino amarillo. *Castor.es*. Recuperado de
http://www.castor.es/pino_amarillo.html

Fernández, M. (2007). Propiedades de la madera de cedro y pino. *eHow*. Recuperado de http://www.ehowenespanol.com/propiedades-madera-cedro-pino-lista_125385/

FINGERJOINT. (s.f.). Madera de Roble. *FINGERJOINT*. Recuperado de
http://www.fingerjoint.es/tienda/images/imagenes_cms/ficha%20tecnica%20madera%20de%20roble.pdf

Carrión, M. P; Enderica, H; Vicuña, P. (1987). *Manual de autoconstrucción de acabados en la vivienda*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad de Cuenca, Instituto de investigaciones de ciencias.

Hidalgo, O. (s.f.). *Manual de construcción con bambú*. Bogotá: Estudios Técnicos Colombianos Editores.

Asociación colombiana de ingeniería sísmica. (2008). *Manual de construcción sismo resistente de viviendas en bahareque encementado*. Bogotá: Editorial Carrera.

Hidalgo, O. (1984). *Experiencias en Ecuador sobre prefabricación de viviendas con bambú y autoconstrucción*. Guayaquil: Editorial – United Nations.

Choco, N. T; García, Y. C; Zurita, S. (1983). *Diseño y Construcción de Viviendas de Caña Guadua Tipo Económico*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil.

Cooperación Colombo Alemana. (s.f.). Guía para la auto construcción utilizando la guadúa como elemento principal. *Cooperación Colombo Alemana*. Bogotá: Aristizábal

Grupo Dies. (2011). Hogar de Ancianos Alhué / Grupo Dies. *Plataforma Arquitectura*. Recuperado de <http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/03/18/hogar-de-ancianos-alhue-grupo-dies/>

Carvalho, A. H. (2012, 28 de mayo). Lar Casa de Magalhaes / Atelier Carvalho Araújo. *Plataforma Arquitectura*. Recuperado de <http://www.plataformaarquitectura.cl/2012/05/28/lar-casa-de-magalhaes-atelier-carvalho-araujo/>

Odorizzi, P. (2013, 22 de octubre). Asilo de Ancianos / Gärtner+Neururer. *Plataforma Arquitectura*. Recuperado de <http://www.plataformaarquitectura.cl/2013/10/22/asilo-de-ancianos-gartner-neururer/>

Baquerizo, A. C; Cornejo, F. A. (2007). *Código de diseño y construcción / Aplicado a las personas con capacidades especiales para el Ecuador*. Guayaquil: Talleres Gráficos del Archivo Histórico del Guayas.

FerreHogar. (s.f.). WC Portátil Euro Platinum. *Ferre Hogar*. Recuperado de <http://www.ferrehogar.es/WC-Portatil-Euro-WC-Platinum-Large-Campingaz>

Pronamed. (s.f.). Asiento inodoro portátil plegable. *Pronamed*. Recuperado de http://www.pronamed.cl/index.php?main_page=index&cPath=2_29

Harbor Freight Tools. (s.f.). Guía de compra para generadores. *Harbor Freight Tools*. Recuperado de <http://www.harborfreight.com/herramientas/generadores.html>