



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**GUÍA PARA EL DISEÑO DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS,
2021**

PRESENTADO POR:

21741066 FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL

21741203 LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ

ASESOR: ING. MICHAEL JOB PINEDA

CAMPUS UNITEC S.P.S. OCTUBRE, 2021

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

PRESIDENTE EJECUTIVA

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

VICERRECTOR ACADÉMICO

DESIRÉE TEJADA CALVO

RECTOR ACADÉMICO

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRANDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE I
“ING. MICHAEL JOB PINEDA”**

**ASESOR TEMÁTICO
“ING. LUZ FUNES”
“ING. ÁNGEL FUNES”**

**MIEMBROS DE LA TERNA
“ING. RAÚL MEDINA”
“ING. ADA RODRÍGUEZ”
“ING. OSCAR CASTRO”**

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT 2021

FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL

LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ

Todos los derechos son reservados

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre, Eblin Olivia Sandoval, quien ha sido mi pilar a lo largo de estos años de estudio, mi fortaleza y mi mayor inspiración para culminar esta etapa de mi vida, a mi padre, Felipe García Chicas, por siempre creer en mí, por darme la seguridad de que puedo con todos los obstáculos que se me presenten en la vida y por enseñarme a nunca darme por vencido, a ambos porque siempre han estado apoyándome en todo momento y sin todo el sacrificio de ellos no estaría aquí. A mi familia, hermanos, tíos, primos, quienes me han aconsejado a lo largo de mi vida y me han llenado de confianza y motivación para cumplir mis metas.

Quisiera dedicar este sueño a todos los amigos que estuvieron para mí y que fueron un apoyo incondicional en este proceso, y en especial a mi cuadrilla de amigos, con quienes he contado en las buenas y en las malas, y hemos compartido muchas experiencias a lo largo de esta carrera, y agradecer a Laura Zelaya, quien comparte conmigo de su conocimiento y esfuerzo para dar este último paso en esta etapa universitaria.

Felipe D. García

En primera instancia quisiera dedicarle esta tesis a mi madre, Claudia Patricia Hernández, por su constante apoyo cada día de mi vida y por su esfuerzo y sacrificio para ayudarme a alcanzar todas mis metas, siendo el motivo principal de todos mis logros. A mi hermano, Carlos Eduardo Zelaya, por aclarar mis dudas con su conocimiento y siempre sacarme una sonrisa, a mi padre, Carlos Alberto Zelaya †, por mostrarme una perspectiva diferente de las cosas. Le dedico este trabajo a mis abuelos, Consuelo Cedillo y Adalberto Hernández, por ser la base que han

sostenido y ayudado tanto a mi persona como a mi madre. A mi tío, Hugo Hernández, por darme su apoyo cuando más lo necesitaba, concediéndome la oportunidad de seguir adelante.

A mis amigos que estuvieron a mi lado en todo momento y me ayudaron a lo largo de mi carrera universitaria y más que todo en mi vida personal, mostrándome que soy capaz de cumplir mis sueños, especialmente a mi cuadrilla de amigos, a Douglas Mejía y a Felipe García, quien me acompaña a finalizar esta etapa de mi vida siendo mi compañero de tesis.

Laura C. Zelaya

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, agradecemos a Dios por darnos la oportunidad de culminar este proceso de formación profesional, a nuestros padres por apoyarnos incondicionalmente y ser el motor que nos impulsa a seguir nuestros sueños y metas.

Agradecemos a nuestros docentes, que compartieron de sus conocimientos y su tiempo para formar los profesionales que ahora seremos. A nuestros asesores por su acompañamiento durante el desarrollo de este documento: Ing. Michael Pineda, por su gran trabajo guiándonos de la mejor manera como asesor metodológico, a la Ing. Luz Funes, por su dedicación y su conocimiento compartido con las asesorías temáticas, así mismo al Ing. Ángel Funez, por concedernos su valioso tiempo y conocimiento en el área.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros, amigos y futuros colegas por estar siempre presentes e impulsarnos a ser mejores.



RESUMEN EJECUTIVO

La guía para el diseño de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, fue creado para aplicar una nueva metodología de muelles como atracción turística en el país para el beneficio de los habitantes e ingenieros civiles, el cual brinda las características de los muelles flotantes, así como los tipos y su estructuración, las ventajas y desventajas, las normativas en las cuales se basa y su diseño. Esta investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, por medio del enfoque cualitativo se utilizó la entrevista para recopilar información, por otra mano, el enfoque cuantitativo se tiene un estudio no experimental, transversal, descriptivo mediante un método exploratorio secuencial con una muestra no probabilística y con la técnica de la encuesta. Por consiguiente, a través de la información recopilada, se obtuvo que el 93% de los encuestados consideran que la implementación de muelles flotantes atraería a los turistas a la zona y así mismo, brindaron las características que estos deben tener, como ser el material principal y sus dimensiones. Esta guía contiene dos diseños de muelles flotantes, de madera y polietileno de alta densidad, con longitudes entre 16 m a 30 m y anchos de 2 m a 8 m anclados con peso muerto y con formas de "F" y "T", en base a las necesidades de los habitantes y recomendaciones de los ingenieros expertos y fue desarrollado bajo tres normativas, las cuales son: "Especificaciones Estándar de Diseño Mínimo para Instalaciones Flotantes", "Normas Técnicas y Comentarios para Puertos e Instalaciones Portuarias de Japón" y "Flotación del Muelle Dock Builders Supply".

Palabras Clave: Muelles, muelles flotantes, diseño, atracción turística, Costa Norte



ABSTRACT

The guide for the design of floating docks in the North Coast of Honduras, 2021, was created to apply a new methodology of docks as a tourist attraction in the country for the benefit of the population and civil engineers, which provides the characteristics of floating docks, as well as the types and their structure, the advantages and disadvantages, the regulations on which they are based and their design. This research was developed through a mixed approach, through the qualitative approach the interview was used to collect information, on the other hand, the quantitative approach has a non-experimental, cross-sectional, descriptive study through a sequential exploratory method with a non-probabilistic sample and with the survey technique. Consequently, through the information collected, it was obtained that 93% of the respondents consider that the implementation of floating docks would attract tourists to the area and also provided the characteristics that they should have, such as the main material and its dimensions. This guide contains two designs of floating docks, made of wood and high-density polyethylene, with lengths between 16 m to 30 m and widths from 2 m to 8 m anchored with dead weight and with "F" and "T" shapes, based on the needs of the inhabitants and recommendations of expert engineers and was developed under three regulations, which are: "Minimum Design Standard Specifications for Floating Facilities", "Technical Standards and Comments for Ports and Port Facilities of Japan" and "Dock Flotation Supply of dock builders".

Keywords: Docks, floating docks, design, tourist attraction, North Coast

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Planteamiento del Problema	2
2.1.	Precedentes del Problema	2
2.2.	Definición del Problema	4
2.2.1.	Enunciado del Problema	5
2.2.2.	Formulación del Problema	5
2.3.	Justificación	5
2.4.	Preguntas de Investigación	6
2.5.	Objetivos.....	7
2.5.1.	Objetivo General.....	7
2.5.2.	Objetivos Específicos.....	7
III.	Marco Teórico	8
3.1.	Análisis de la Situación Actuales	8
3.1.1.	Análisis del Macroentorno	8
3.1.1.1.	Construcción e Instalación de Muelles Flotantes en Cormagdalena	9
3.1.2.	Análisis del Microentorno.....	14
3.1.2.	Análisis Interno.....	15
3.2.	Teoría de Sustento	18
3.2.1.	Especificaciones Estándar de Diseño Mínimo para Instalaciones Flotantes	18
3.2.2.	Normas Técnicas y Comentarios para Puertos e Instalaciones Portuarias.....	19
3.2.3.	Flotación del Muelle Dock Builders Supply.....	29
3.2.4.	Alcance, Ventajas y Limitaciones	30

3.3.	Marco Conceptual	31
3.4.	Marco Legal	35
IV.	Metodología	36
4.1.	Enfoque.....	36
4.2.	Variables de Investigación	36
4.2.1.	Diagrama de las Variables de Investigación.....	38
4.2.2.	Tabla de Operacionalización.....	39
4.3.	Técnicas e Instrumentos Aplicados	42
4.3.1.	Instrumentos	42
4.3.2.	Técnicas.....	49
4.4.	Población y Muestra	50
4.4.1.	Población	50
4.4.2.	Tamaño de la Muestra.....	50
4.5.	Metodología de Estudio.....	51
4.5.1.	Tipo de Diseño.....	51
4.6.	Cronograma de Actividades	53
V.	Resultados y Análisis	55
5.1	Tabulación de Cuestionarios	55
5.1.1.	Cuestionario Dirigido a los Habitantes.....	55
5.1.2.	Cuestionario Dirigido a los Ingenieros	67
5.2	Resumen de Variables.....	80
5.3	Entregable	81
VI.	Conclusiones	82
VII.	Recomendaciones	84

VIII. Aplicabilidad	85
Bibliografía.....	86
Anexos.....	90

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Método aritmético.....	10
Ilustración 2 – Flotadores de polietileno.....	12
Ilustración 3 - Armadura de Acero sobre Flotadores.....	12
Ilustración 4 - Puerto de San Lorenzo.....	15
Ilustración 5 - Fuerza de las Olas Actuando en un Cuerpo Flotante.....	21
Ilustración 6 - Coeficiente de arrastre.....	23
Ilustración 7 - Peso unitario de materiales (kN/m ³).....	24
Ilustración 8 - Consideraciones de dientes.....	25
Ilustración 9 - Sistema de Amarre.....	28
Ilustración 10 - Diagrama de las Variables de Investigación.....	38
Ilustración 11 - Encuesta dirigida a los habitantes.....	43
Ilustración 12 - Encuesta dirigida a los habitantes.....	44
Ilustración 13 - Encuesta dirigida hacia los ingenieros.....	45
Ilustración 14 - Encuesta dirigida hacia los ingenieros.....	46
Ilustración 15 - Encuesta dirigida hacia los ingenieros.....	47
Ilustración 16 - Técnicas de investigación.....	49
Ilustración 17 - Diagrama de diseño de la investigación.....	52
Ilustración 18 - Cronograma de Actividades.....	54
Ilustración 19 - Respuesta a la pregunta #1 H.C.N.....	56
Ilustración 20 - Respuesta a la pregunta #2 H.C.N.....	56
Ilustración 21 - Respuesta a la pregunta #3 H.C.N.....	57
Ilustración 22 - Respuesta a la pregunta #4 H.C.N.....	58
Ilustración 23 - Respuesta a la pregunta #5 H.C.N.....	58
Ilustración 24 - Respuesta a la pregunta #6 H.C.N.....	59
Ilustración 25 - Respuesta a la pregunta #7 H.C.N.....	60
Ilustración 26 - Respuesta a la pregunta #8 H.C.N.....	61
Ilustración 27 - Respuesta a la pregunta #9 H.C.N.....	62
Ilustración 28 - Respuesta a la pregunta #11 H.C.N.....	63

Ilustración 29 - Respuesta a la pregunta #12 H.C.N.....	64
Ilustración 30 - Respuesta a la pregunta #13 H.C.N.....	64
Ilustración 31 - Respuesta a la pregunta #14 H.C.N.....	65
Ilustración 32 - Respuesta a la pregunta #15 H.C.N.....	66
Ilustración 33 - Respuesta a la pregunta #16 H.C.N.....	66
Ilustración 34 - Respuesta a la pregunta #1 I.E.	67
Ilustración 35 - Respuesta a la pregunta #2 I.E.	68
Ilustración 36 - Respuesta a la pregunta #3 I.E.	68
Ilustración 37 - Respuesta a la pregunta #4 I.E.	69
Ilustración 38 - Respuesta a la pregunta #8 I.E.	71
Ilustración 39 - Respuesta a la pregunta #9 I.E.	72
Ilustración 40 - Respuesta a la pregunta #10 I.E.....	73
Ilustración 41 - Respuesta a la pregunta #11 I.E.....	73
Ilustración 42 - Respuesta a la pregunta #13 I.E.....	75
Ilustración 43 - Respuesta a la pregunta #14 I.E.....	75
Ilustración 44 - Respuesta a la pregunta #15 I.E.....	76
Ilustración 45 - Respuesta a la pregunta #19 I.E.....	78
Ilustración 46 - Respuesta a la pregunta #20 I.E.....	79
Ilustración 47 - ¿Cómo se lee esta guía?.....	81
Ilustración 48 - Entrevista al Ing. Claudio Troncoso (Chile).	90
Ilustración 49 - Noticia sobre construcciones flotantes llegando a Honduras.....	90
Ilustración 50 - Noticia sobre el cierre del muelle de Tela por falta de mantenimiento.	91
Ilustración 51 - Noticia sobre el colapso del muelle en Trujillo.	91
Ilustración 52 - Noticia sobre construir muelle flotante en Omoa, Cortés.	92
Ilustración 53 - Encuesta dirigida hacia los habitantes de la Costa Norte.	93
Ilustración 54 - Encuesta dirigida hacia ingenieros expertos.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Variables de Operacionalización	37
Tabla 2 - Tabla de Operacionalización	39

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 - Fuerza de las Olas.....	20
Ecuación 2 -Fuerza Producida por la Corriente	22
Ecuación 3 - Longitud de la Cadena	27
Ecuación 4 - Distancia Horizontal del Peso Muerto al Muelle.....	27

I. INTRODUCCIÓN

El turismo en Honduras es uno de los sectores más importantes ya que aporta en un 8% al PIB y genera empleo para más de 200,000 familias según la cámara nacional de turismo, sin embargo, la pandemia mundial y las tormentas tropicales ETA e IOTA en el 2020, causaron una caída en el sector del 3.9%, dejando pérdidas alrededor de 1.300 millones de dólares según el subsecretario de turismo del país. Es por esta razón que nace la necesidad de nuevos proyectos que apoyen al repunte de la economía del rubro.

Las ciudades que destacan por su gran influencia económica en el sector turismo, específicamente en la costa norte de Honduras, son La Ceiba, Tela, Trujillo, Puerto Cortés, y Omoa, ya que estas zonas son una combinación de cultura, tradición, playas, naturaleza y aventuras extremas, asegura Emiliano Silvestri, titular del Instituto Nacional de Turismo, cabe mencionar que estas ciudades tienen algo en común, y se trata de los muelles, al ser parte de una zona costera es primordial que cuenten al menos con un muelle, los más comunes son de carga, turísticos, y atracaderos de botes o lanchas cuando su principal actividad es la pesca, sin embargo, las alcaldías se quejan del mal estado en la que se encuentran algunas estructuras debido al pobre mantenimiento correctivo y preventivo que se les brinda, y que ponen en riesgo la seguridad de las personas que los utilizan.

A raíz de esta problemática, surge la idea del desarrollo de una guía que apoye el diseño e implementación de muelles flotantes en la costa norte de Honduras, que contemplará procesos constructivos, detalles, dimensiones, anclajes, y mantenimientos correctivos y preventivos, tomando como referencia normas internacionales aplicables a este tipo de estructuras.

En conclusión, a través de la recopilación de datos utilizando diferentes tipos de herramientas y técnicas como ser encuestas, entrevistas y motores de búsqueda, se obtendrá la información necesaria para el desarrollo del presente documento que servirá como base para ingenieros civiles, arquitectos o personas relacionadas al rubro de la construcción, en conjunto con municipalidades e inversionistas, que deseen impulsar el desarrollo turístico y económico a través de la implementación de este tipo de muelles en la zona norte de Honduras.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir de lo expuesto anteriormente, a continuación, se dará a conocer el planteamiento del problema, el cual se compone de precedentes que definen su origen a lo largo del tiempo, la justificación que detalla el interés por solucionarlo y las preguntas que ayudarán a fijar el contenido de este documento, además, se presentarán los objetivos, tanto general como específicos, los cuales brindan la dirección y el alcance que se le pretende aportar a esta investigación.

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

En Honduras, el primer muelle que se construyó y funcionó como fuente de ingresos para el país fue el Antiguo Muelle Fiscal de La Ceiba, construido en 1910, completamente de madera. Este muelle funcionó como atracadero de Standard Fruit Company y fue en 1975 que la compañía bananera trasladó sus operaciones de embarque a Puerto Castilla, Trujillo, y entregó la estructura a la Operadora Portuaria Centroamericana, en ese entonces llamada Empresa Nacional Portuaria de Honduras. (XplorHonduras, 2014)

Desde entonces, el muelle de 100 m de longitud y 10 m de ancho se fue deteriorando por falta de uso y mantenimiento por parte de las autoridades encargadas, y en 1998, para el huracán Mitch, el muelle perdió 15% de su totalidad, y debido a las múltiples tormentas tropicales que pasaron a través de los años, el muelle quedó inutilizable. La Ceiba perdió los ingresos de esta compañía y futuras alianzas con otras empresas por la falta de interés en el mantenimiento del muelle (XplorHonduras, 2014).

Tiempo después se presentó una problemática similar en el municipio de Trujillo, Colón. El muelle turístico que fue construido de madera en el 2005, con fondos del proyecto "Costero Sostenible", colapsó en el 2010 cuando sus bases centrales cedieron debido a la falta de mantenimiento y el fuerte oleaje en la zona. El muelle tenía como objetivo promover el desarrollo del turismo a lo largo del sector, pero debido a la poca importancia que las autoridades locales brindaban, después de 5 años dejó de ser utilizado por completo (Prensa, 2010).

En el municipio de Tela, Atlántida, también fue noticia cuando en el 2018, luego de una inspección realizada por autoridades de la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO), Cuerpo de Bomberos y la municipalidad local, se llegó a la conclusión que debía cerrarse el muelle “teleño” debido a que su estructura estaba muy debilitada y representaba un peligro para los visitantes. Según el personal técnico de COPECO y el cuerpo de Bomberos, la principal falla se encontraba en las bases del muelle, ya que estaban en estado crítico por falta de mantenimiento (El País, 2018).

En ese mismo año, se buscó la implementación de muelles flotantes en Omoa, siendo un proyecto necesario para mejorar el turismo en la zona, pero para lograr implementarlos, el alcalde de Omoa, Ricardo Alvarado, menciona que se necesita el apoyo del gobierno. Para el 2021, aun no se ha realizado la aplicación del proyecto en esta área (Molina E. , 2018).

Otro caso similar se dio a lugar en Omoa, uno de los municipios con más afluencia turística en la costa norte del país, el cual sufrió el colapso del histórico muelle artesanal debido al fuerte oleaje derivado de un frente frío lluvioso en 2020, lo que produjo el deterioro de la estructura y generó preocupación ya que por su importancia turística y pesquera la zona se vio fuertemente afectada. Debido al poco mantenimiento y el abandono que se le dio, las personas del lugar desmantelaron el sistema eléctrico que iluminaba el muelle. Ese mismo año, realizaron un mantenimiento en la superficie del muelle, pero esto no fue de mucha ayuda ya que el problema estaba en las bases. Los muelles de esta índole, suelen ser de suma importancia para los sectores que se benefician de la pesquería y el turismo, además de fungir como atracadero para lanchas, yates y botes pesqueros que acuden vía marítima al municipio.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, el turismo en Honduras se ve afectado ya que el mantenimiento e innovación de los muelles en las zonas turísticas es un problema, puesto que diversos muelles han colapsado y se han vuelto obsoletos. De esto se da evidencia con la siguiente afirmación:

Brocato (2020) afirma: “La construcción de este muelle es vital para el turismo y por eso pedimos a las autoridades que se esmeren por rescatarlo antes que la temporada de feriados, ya que se trata de un lugar que le da vida a nuestra playa y por supuesto a los negocios”. Esta

afirmación por parte del presidente a la filial de Canaturh, hace referencia al muelle de Omoa mencionado anteriormente, ya que da a conocer que los muelles son fundamentales para el turismo del país.

Por consiguiente, el enfoque económico incrementó debido a que, en el 2020, la pandemia de Covid-19 azotó al mundo, cerrando completamente el sector turístico, por lo cual se perdieron más de \$1.300 millones y 100,000 empleos en Honduras según Selvin Barralaga, subsecretario de Turismo en Honduras. Más adelante, las tormentas ETA e IOTA causaron pérdidas totales en la actividad turística en un total de L. 2.678 millones. “De este monto, L.635 millones se deben a la disminución del turismo internacional y L.2.043 millones debido a la cancelación de la Semana Morazánica” (Forbes, 2020).

Este tipo de obras son las que atraen el turismo a la zona, por consiguiente, se genera inversión y la economía crece. Aguilar (2014) afirma: “Cuando se genera inversión público-privada se crean condiciones de seguridad. Se generan condiciones para que los inversionistas puedan venir y que los turistas aprecien lo que ofrecemos”. Por lo tanto, Carlos Aguilar, exalcalde de La Ceiba, se refiere a la posible inversión que se puede realizar en los muelles para la atracción turística y despertar el interés de empresas nacionales e internacionales de establecerse en dichas zonas para generar ingresos (Lemus, 2014).

En la actualidad, los muelles flotantes no se encuentran en la costa norte de Honduras, por lo tanto, existe una carencia de normas y guías o manuales de diseño en el país. Así mismo, los ingenieros del rubro de la construcción y los habitantes de la zona no cuentan con un documento que sirva de apoyo para el diseño e implementación de este tipo de estructura.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En relación con lo expuesto anteriormente se determina la definición del problema, que fijará el enfoque principal de la investigación, y lo que se pretende crear aplicando diferentes metodologías que tendrán como objetivo principal aclarar y solucionar el problema planteado.

2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

A continuación, se presenta el enunciado del problema, el cual establece la razón principal por la cual se desarrolla la presente investigación.

“En Honduras, el rubro de la construcción y el turismo carecen del apoyo de una guía de diseño civil para la implementación de muelles flotantes, y que estos funjan como una base económica e incrementen el turismo en la Costa Norte a la altura del año 2021”.

2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Por lo tanto, se define la formulación del problema que propone la siguiente macro pregunta:

¿Qué características arquitectónicas, estructurales, técnicas de construcción y materiales habrá de considerar la guía para la implementación y diseño de muelles flotantes como estructuras para uso turístico con el objetivo de incrementar la economía en la Costa Norte de Honduras en función de la necesidad de los habitantes y los ingenieros civiles?

2.3. JUSTIFICACIÓN

A causa de los eventos que han impactado a Honduras en el 2020, como ser la pandemia de COVID-19 y los huracanes ETA e IOTA, el turismo se vio fuertemente afectado cuando, durante seis meses, este sector perdió el 100% de sus ganancias. Comparando los datos de los años anteriores, se establece que en el 2018 el turismo generó 10 mil millones y se obtuvo una movilización de 3.5 millones de turistas, en el 2019, 6 mil millones y 3.6 millones de turistas y en el 2020, cero ganancias y cero turistas (Pineda, 2021). Por esta razón, la reactivación económica en el sector turismo es una prioridad. Para Semana Santa del 2021, Marrder (2021) afirma: “Alrededor de 600,000 personas se movilaron en Honduras. (Esto) fue menor en casi un 84% al compararlo con el flujo durante el mismo periodo en años anteriores”.

Debido a esto, se identificó la falta de estrategias para solventar esta crisis y la necesidad de aplicar nuevas tecnologías que brinden un aumento en el sector económico y turístico del país. El gerente de la alcaldía de Omoa, Ronald Aguilera, y el periódico El País mencionan una estrategia

innovadora para el crecimiento de estos sectores, el cual es la implementación de muelles flotantes, esto evidenciado a continuación.

Aguilera (2018) afirma: "Con ello se mejoraría el turismo y la economía del sector, esperamos que luego que se conozca la tecnología en el Gobierno, se analice y se busque la ejecución de la obra para bien de la región". Por consiguiente, se detectó la ausencia de una guía o manual civil que brinde la información necesaria para el diseño y aplicación de este tipo de estructuras, ya que, en la actualidad, Honduras no cuenta con estas.

Ahora bien, la Costa Norte cuenta con muelles tradicionales, pero la carencia de mantenimiento preventivo y correctivo es un factor que afecta estas obras existentes y como lo indican los pobladores, aleja a los visitantes de la zona (Rodríguez, 2016). Esto también se da a notar ya que el alcalde de Omoa, Ricardo Alvarado, indica que el colapso de los muelles artesanales es por la falta de correcciones y presentan un gran riesgo en el área por lo que se necesitan obras que no impliquen constante mantenimiento para que tengan una larga vida útil. En conclusión, por los problemas expuestos anteriormente, como ser el decrecimiento del turismo, la escasez de mantenimiento brindado a las obras actuales y la falta de estructuras innovadoras, se sustenta el desarrollo de la investigación.

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuáles son las necesidades de los habitantes de la Costa Norte de Honduras, que puedan hacer uso de muelles flotantes, en función de la influencia turística en términos de innovación, mantenimiento, y características constructivas y arquitectónicas que deban considerarse en la guía de diseño?
- 2) En base a los conocimientos de los ingenieros civiles y expertos en el área, ¿Qué recomendaciones, características constructivas, mantenimiento, materiales y tipos de muelles se esperan encontrar en la guía de diseño de muelles flotantes?
- 3) ¿Qué normativas nacionales e internacionales serán de relevancia para la ejecución del diseño de los diferentes tipos de muelles flotantes a implementar en la Costa Norte de Honduras?

- 4) ¿Qué contenido debe comprender la guía para el diseño e implementación de muelle flotantes para una correcta aplicación y comprensión de este?

2.5. OBJETIVOS

Para enmarcar la finalidad de la investigación y declarar el alcance que se pretende lograr se definen el objetivo general y los específicos. El general brindará el tema central del documento, y los específicos engloban el conjunto de aspiraciones y actividades específicas que se buscarán cumplir a fin de demostrar el objetivo principal.

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general representa el resultado final que se pretende alcanzar, el cómo y mediante qué metodologías se respaldará la presente investigación.

Crear una guía que apoye al diseño civil e implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, mediante la aplicación de normas y técnicas para el conocimiento de los ingenieros civiles, arquitectos y personas relacionadas al rubro de la construcción.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para responder a las preguntas de investigación se establecen los objetivos específicos, que pretenden dar el enfoque y las estrategias a implementar para completar con éxito lo que se busca exponer en el presente documento.

- 1) Determinar las necesidades de los habitantes de la Costa Norte de Honduras, que puedan hacer uso de muelles flotantes, en función de la influencia turística en términos de innovación, mantenimiento y características constructivas y arquitectónicas que deban considerarse en la guía de diseño.
- 2) Conocer las recomendaciones, características constructivas, mantenimiento, materiales y tipos de muelles que se esperan encontrar en la guía de diseño de muelles flotantes según los ingenieros civiles y expertos en el área.

- 3) Especificar las normativas nacionales e internacionales que serán de relevancia para la ejecución del diseño de los diferentes tipos de muelles flotantes a implementar en la Costa Norte de Honduras.
- 4) Determinar el contenido que debe comprender la guía para el diseño e implementación de muelles flotantes para una correcta aplicación y comprensión de estos.

III. MARCO TEÓRICO

Después de lo expuesto anteriormente en los capítulos I y II, se procederá a la obtención de la información que servirá como sustento teórico para esta investigación. En este capítulo se dará a conocer el análisis de la situación actual de muelles flotantes, tanto en el microentorno como el macroentorno. Además, se plasmarán las normativas internacionales que servirán para desarrollar el diseño de estas estructuras. También, el marco conceptual que brinda las definiciones fundamentales para una mejor comprensión del problema de la investigación. Por último, el marco legal que le dará soporte a este documento mediante leyes y normativas nacionales.

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUALES

A continuación, se presentará un análisis de la situación actual, tomando en cuenta tres aspectos. En el macroentorno se toma en consideración la situación internacional y en el microentorno y el análisis interno, la situación nacional con respecto al desarrollo de muelles flotantes o similares. Esta información tiene la función de ser una base para la elaboración de la guía y de esta forma lograr cumplir con los objetivos establecidos.

3.1.1. ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

El análisis del macroentorno considera la situación a nivel internacional que hace referencia a la información fundamental para el desarrollo del documento, se mostraran proyectos similares elaborados en Colombia, México y Perú.

3.1.1.1. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE MUELLES FLOTANTES EN CORMAGDALENA

En el presente documento se hace referencia a la implementación de muelles flotantes en Barranquilla, Republica de Colombia por parte de Cormagdalena, que es el encargado del transporte nacional. "El proyecto consiste en la construcción e instalación de tres (3) muelles flotantes, en los municipios de Barranquilla, Mompox y Barrancabermeja" (CITA) Se realizaron tres propuestas para los tres muelles, brindando las características arquitectónicas y técnicas de los mismos.

En este proyecto se busca integrar las zonas de muelles de alto potencial de pasajeros e incentivar el desarrollo turístico con el conjunto urbanístico de las poblaciones ribereñas, recuperando el entorno y preservando y conservando paisajísticamente áreas urbanas de influencia en el río.

La problemática que se encontraba esa zona era la falta de muelles que se estuvieran en condiciones óptimas para recibir embarcaciones, por lo que se identificó la dificultad de acceder a la orilla para el embarque o desembarque de pasajeros. Debido a esto, surge la necesidad que construir muelles flotantes, ya que estos brindan facilidad de manejo y la adición de accesorios necesarios para su correcta operación durante todo el año.

En el caso particular de la ciudad de Barranquilla, existe una demanda de transporte fluvial, en el último tramo del río Magdalena de pasajeros con fines turísticos para realizar paseos recreativos a la desembocadura del río, al sector portuario y a la zona de restaurantes del barrio de las flores, por lo cual se decidió construir un muelle flotante en esta zona.

Los muelles cuentan con la siguiente estructura:

1. Flotadores de Polietileno
2. Piso en tablas macizas cepilladas y molduradas
3. Defensas
4. Pasarela
5. Cubierta
6. Barandas
7. Sillas
8. Cornamusas

- 9. Elementos de Unión
- 10. Tornillería
- 11. Pilotes
- 12. Abrazaderas
- 13. Transporte
- 14. Logotipos

El material principal es de aluminio inoxidable de alta resistencia aleación 6005A T6.

La metodología que se utilizó en el informe es la media aritmética para determinar la mejor propuesta económica por parte de las autoridades encargadas.

En la siguiente tabla se muestra el método a utilizar de acuerdo a los rangos establecidos por la Tasa Representativa del Mercado, extraídos de la Superintendencia Financiera de Colombia.

RANGO (INCLUSIVE)	NÚMERO	MÉTODO
DE 0.00 A 0.24	1	MEDIA ARITMETICA
DE 0.25 A 0.49	2	MEDIA ARITMETICA ALTA
DE 0.50 A 0.74	3	MEDIA GEOMETRICA CON PRESUPUESTO OFICIAL
DE 0.75 A 0.99	4	MENOR VALOR

Ilustración 1 - Método aritmético.

Fuente: (Cormagdalena, 2019, pág. 11)

En referencia a lo anterior, se tomó el valor absoluto de la diferencia entre la media aritmética alta el valor de la propuesta.

Por último, se tomaron en consideración tanto los aspectos técnicos y económico de los muelles y se concluyó que en las tres zonas era de alta importancia realizar la instalación, ya que cumplen con los requisitos establecidos por los expertos y por la Superintendencia Financiera de Colombia. El material principal es establecido por el documento, no obstante, se puede escoger un material alternativo que iguale o supere las condiciones de resistencia.

3.1.1.2. MUELLE FLOTANTE MALDIVAS

Este documento contempla el proceso de instalación y operación de un muelle flotante cuya principal función es ser atracadero para embarcaciones pequeñas ubicado en la Zona Federal Marítimo Terrestre y parte de la laguna Nichupté frente al Boulevard Kukulcán, municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo, México.

Dicho sitio fue seleccionado en razón que las políticas ambientales aplicables para el sitio son de aprovechamiento sustentable y de conservación, mismas políticas que no se contraponen con la naturaleza del proyecto, mismo que es sustentable toda vez que se contempla un equilibrio entre los aspectos sociales, económicos y ambientales, cumpliendo siempre con los instrumentos ambientales aplicables, de la misma forma que hacen proyectos similares que son aceptados por la sociedad. (Osorio, 2019, pág. 3)

La necesidad de una obra que funja como atracadero era urgente en la zona, pues es un sector con alto flujo turístico en la ciudad de Quintana Roo, considerando además que un proyecto de esta índole repercutirá positivamente sobre la economía local con la creación de nuevos empleos y a su vez ofrecerá servicios de calidad a los turistas y locatarios de la ciudad.

La estructura del muelle consiste en elementos prefabricados flotantes de acero galvanizado con cubierta de madera dura de la región, tiene una longitud de 100 metros y un ancho de 2 metros, y será en forma de "T" que se dividirá en 20 secciones de desembarco para lancha con un largo de 5 metros para cada una.

Se fijará en la zona federal que será el inicio del muelle (punto de arranque), a la mitad del muelle se tendrá otro sistema de anclaje, posteriormente otro sistema de anclaje al final de la pasarela vertical y en la forma de T en cada extremo se tendrá un sistema de anclaje: este sistema de anclaje será por medio de muertos de concreto prefabricado con las siguientes dimensiones de 2 x 2 x 1 metro.

Para el sistema de flotación se colocaron flotadores elaborados de casetón de polietileno de las siguientes dimensiones 0.914 x 0.406 m, como se observa en la siguiente figura:

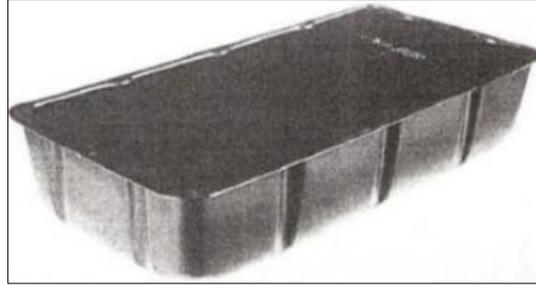


Ilustración 2 – Flotadores de polietileno.

Fuente: (Osorio, 2019, pág. 7)

Siendo este el material base de los flotadores, por encima, cuenta con una armadura de acero galvanizado como se muestra en *ilustración 2* y una rampa de madera dura de la región.

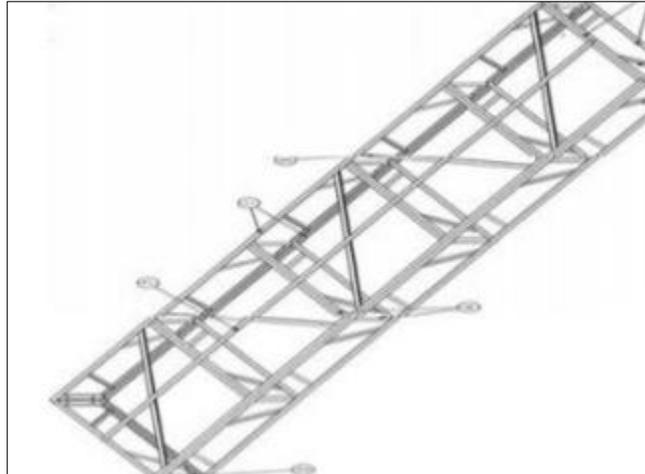


Ilustración 3 - Armadura de Acero sobre Flotadores.

Fuente: (Osorio, 2019, pág. 5)

En la ilustración anterior se muestra cómo se diseñó la armadura que se posicionara encima de los flotadores.

Los resultados del proyecto fueron positivos, teniendo en cuenta que el plazo de construcción fue de 12 meses a partir del 2019, y cabe mencionar, que el proyecto cumplió con todos los requisitos ambientales como lo estipula la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, de la ciudad de Quintana Roo, México.

3.1.1.3. DISEÑO DE UN MUELLE FLOTANTE DE ACERO

En el Puerto Sangama, Departamento de Loreto en Perú, se realizó el diseño estructural de un muelle flotante de acero con su respectivo puente de acceso.

La problemática en el puerto que se encuentra cerca de la carretera Napo a Putumayo es que no cuentan con un muelle de acceso para abordar personas a embarcaciones de hasta 1500 toneladas, por lo cual realizaron el diseño que consta con los siguientes elementos: una casa de fuerza, un taller, un almacén, un sector para alojamiento, una administración, una planta de tratamiento, una rampa de acceso, el muelle flotante y los cables que lo sujetan a tierra.

El Muelle Flotante se desarrollará íntegramente en acero con mamparas para separar en cámaras el muelle en caso de filtraciones de agua. El diseño se hará con el método ASD (Esfuerzos Admisibles), debido a que no se cuenta con suficiente información para desarrollarlo mediante el LRFD, por lo que se opta por ser conservador en este diseño.

“El puente de acceso será de acero con un tablero de madera para el tránsito de las personas, el método de diseño a utilizar será el LRFD, ya que para el caso de puentes se tiene información suficiente, como para aplicar el Diseño por Resistencia.” (Pinto, 2011, pág. 4)

Los elementos del muelle flotante fueron diseñados con el British Estándar Code, el diseño por el AISC y el ASD. El puente de acceso y rampa serán definidos por la Norma Peruana de Puentes y el AASHTO. El diseño de los mismo por el método LRFD. Para la estabilidad y el hundimiento se consideró el Principio de Arquimides.

Por último, se realizó el diseño del muelle tomando en cuenta diferentes elementos para brindarle estabilidad debido a que su función principal es recibir pequeñas embarcaciones y se consideró los efectos tanto del viento como la presión del agua, ya que estos efectos son los que podrían ocasionar el colapso del mismo. Como recomendación, se indica que se deben determinar las defensas el muelle para poder soportar las fuerzas causadas por la velocidad de las embarcaciones.

3.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

El análisis del microentorno comprende un contexto de la situación local con respecto a la construcción de muelles tradicionales y sus características más importantes que servirán como base para el desarrollo de los diseños de muelles flotantes.

3.1.2.1. MUELLE SAN LORENZO

Actualmente la técnica de los muelles flotantes no ha sido aplicada en ninguna zona del país, por lo que, el análisis del microentorno fue basado en muelles construidos con técnicas tradicionales fuera del área de estudio que es la zona de la Costa Norte de Honduras.

Por consiguiente, en la ciudad al sur de Honduras en el Golfo de Fonseca se encuentra Henecán, que es el puerto más importante de Honduras en el pacífico, construido a finales de los años 70 como Puerto moderno, de profundas aguas y con un canal de acceso protegido al viejo puerto de Amapala en la isla del Tigre. Para acceso por el pacífico, el Puerto de San Lorenzo ofrece un canal con una Profundidad de 32 pies (MLT), un muelle de 974 pies y tres bodegas de almacenamiento (Valencia, 2018).

Los servicios que ofrece son: Un remolcador, este normalmente acompaña al buque Aproximadamente a media milla del muelle y es de carácter obligatorio, servicios del Buque: derechos de puerto, ayuda a la navegación, atraque, desatraque, amarre, Práctica, servicio de agua, combustible, seguridad. Servicios a la carga: estiba, desestiba, acarreo, transferencia, recepción y almacenaje.

El proyecto del puerto mercante ubicado al sur de Honduras en San Lorenzo, Valle, que inició operaciones en el año de 1979, está compuesto por un muelle de penetración de 300 metros de longitud y de 25 a 40 metros de ancho, con una profundidad al lecho marino de 10 metros. Además, cuenta con un puente de acceso de 160 metros de longitud por 15 metros de ancho que conecta la orilla con el muelle formando una especie de muelle en T, que tiene como principal función ser atracadero de embarcaciones mercantiles. También, cabe mencionar, que posee un canal de navegación de 33 kilómetros de largo y 122 metros de ancho, para la construcción de dicho canal, en su proceso constructivo se realizaron dragados de aproximadamente 2,63 millones de metros cúbicos de material (En los años del 2004 y 2005) (Valencia, 2018).

Las normativas que se utilizaron para el diseño, construcción, y operación del muelle mercante se basaron en el Código ISPS (International Ship and Port Facility Security Code) con el fin de fortalecer las medidas de seguridad en el puerto y en la interfaz de puerto Ciudad.



Ilustración 4 - Puerto de San Lorenzo.

Fuente: (Valencia, 2018)

Esta inversión vino a fortalecer y facilitar el comercio con países de Asia y de los que América que tienen costas en el Pacífico y es por ese puerto que nuestras exportaciones de melón, camarón y otros salen hacia esos países y es también por ahí que ingresan las mercaderías de Oriente hacia Honduras, lo que lo convierte en el segundo puerto más importante de la región (Valencia, 2018).

3.1.2. ANÁLISIS INTERNO

Para el análisis interno, se considerarán múltiples factores que afectan el entorno de los lugares donde se pretende implementar muelles flotantes, así como niveles de precipitación, velocidad y dirección de vientos, estudios de mareas, entre otros, con el fin de poder identificar características de diseño para el correcto funcionamiento de este tipo de muelles a lo largo de la costa Norte.

Puerto Cortés

Puerto Cortés, es una ciudad y principal puerto situada al norte del departamento de Cortés, cuenta con aproximadamente 136 mil habitantes, y está catalogada como una de las zonas con mayor turismo en el país, ya que posee muchos atractivos turísticos, como las playas, restaurantes, hoteles, muelles, etc.

Los datos recopilados de la zona indican que la temperatura máxima al año ha sido de 31° C con una mínima de 25° C, donde los meses con mayor precipitación son septiembre, octubre, y noviembre con un pico de 136 mm y precipitaciones mínimas de 30mm, los vientos más frecuentes en la costa oscilan entre 4 a 15 Km/hr en dirección del Noreste. Para el estudio de las olas, se registró una altura significativa de 0.3 metros con una altura máxima de 0.6 metros, y con una duración de 6.5 segundos.

Omoa

Municipio del departamento de Cortés, que se localiza en una bahía pequeña, cuenta con una población de aproximadamente 30mil habitantes, entre 26 aldeas y 80 caseríos. Este municipio cuenta con alto nivel de turismo, pues igual cuenta con múltiples restaurantes a lo largo de la orilla de la playa, lo que genera un valor importante para la atracción de turistas a la zona.

Los datos recopilados de la zona indican que la temperatura máxima al año ha sido de 31° C con una mínima de 21° C, donde los meses con mayor precipitación son septiembre, octubre, y noviembre con un pico de 130 mm y precipitaciones mínimas de 31mm, los vientos más frecuentes en la costa oscilan entre 4 a 14 Km/hr con una dirección proveniente del Este. Para el estudio de las olas, se registró una altura significativa de 0.3 metros con una altura máxima de 0.6 metros, y con una duración de 6.5 segundos.

Tela

La ciudad de Tela, ubicada en la costa Atlántica al norte del país, uno de los destinos turísticos más emblemáticos debido a sus bonitas playas, restaurantes, resorts, y además de eso, cuenta con parques nacionales, refugios de vida silvestre, y jardines botánicos. Tela también es muy reconocida por sus tradiciones, ya que, a lo largo de la costa, se sitúan diferentes comunidades garífunas como la de Triunfo de la Cruz, todo esto lo hace el destino más llamativo para los turistas.

Los datos recopilados de la zona indican que la temperatura máxima al año ha sido de 32° C con una mínima de 20° C, donde los meses con mayor precipitación son septiembre, octubre, y noviembre con un pico de 151 mm y precipitaciones mínimas de 26 mm, los vientos más frecuentes en la costa oscilan entre 6 a 16 Km/hr con una dirección proveniente del Este. Para el

estudio de las olas, se registró una altura significativa de 0.7 metros con una altura máxima de 1.4 metros, y con una duración de 6.2 segundos.

La Ceiba

Es el municipio cabecero del departamento de Atlántida, y también es la tercera ciudad más grande del país, que cuenta con aproximadamente 250mil habitantes. En la ciudad también se tiene un muelle de cabotaje que recibe diariamente embarcaciones de carga y pasajeros procedentes del departamento insular de islas de la bahía, lo que la hace una zona estratégica para el comercio marítimo. La Ceiba al igual que todas las ciudades ubicadas en la costa, tiene hermosas playas, restaurantes y hoteles que suelen ser atractivos para los turistas.

Los datos recopilados de la zona indican que la temperatura máxima al año ha sido de 31° C con una mínima de 19° C, donde los meses con mayor precipitación son octubre, noviembre y diciembre con un pico de 170 mm y precipitaciones mínimas de 27 mm, los vientos más frecuentes en la costa oscilan entre 6 a 16 Km/hr con una dirección proveniente del Este. Para el estudio de las olas, se registró una altura significativa de 0.2 metros con una altura máxima de 0.4 metros, y con una duración de 4.6 segundos.

Trujillo

Municipio ubicado en el departamento de Colón, en las costas del Mar Caribe y al fondo de la Bahía de Trujillo en el litoral atlántico, es una ciudad muy visitada por los turistas debido a su valor histórico, ya que cuenta con museos y el emblemático castillo mejor conocido como "La Fortaleza de Santa Bárbara, son una de las muchas razones por la que se convierte en un destino turístico sin contar las playas, restaurantes y hoteles a la orilla del mar.

Los datos recopilados de la zona indican que la temperatura máxima al año ha sido de 30° C con una mínima de 21° C, donde los meses con mayor precipitación son octubre, noviembre y diciembre con un pico de 181 mm y precipitaciones mínimas de 25 mm, los vientos más frecuentes en la costa oscilan entre 6 a 18 Km/hr con una dirección proveniente del Este. Para el estudio de las olas, se registró una altura significativa de 0.5 metros con una altura máxima de 1.0 metros, y con una duración de 3.8 segundos (WeatherSpark, 2021).

3.2. TEORÍA DE SUSTENTO

A continuación, se presenta la teoría de sustento, la cual contiene todas las normas, requerimientos, ecuaciones, etc. que se requieren para el desarrollo de la investigación y por consiguiente la creación de la guía. Las normativas por colocar hacen referencia al diseño adecuado de muelles flotantes, la cual incluye especificaciones con respecto al oleaje, corriente, pasarela de acceso, estructura, estabilidad, flotabilidad, anclajes, etc. Para cada una de las teorías, se establecerá el objetivo y el contenido con mayor relevancia para el entregable, como ser requerimientos, formulas, tablas, entre otros, así mismo, se conocerá el alcance, que es todo lo que se espera lograr con las teorías, en este caso, el diseño e implementación de este tipo de muelles en la Costa Norte de Honduras, las ventajas, las cuales especifican el beneficio de utilizar este tipo de normas y por ultimo las limitaciones, que es todo aquello que no se puede abarcar en las teorías, en otras palabras, si estas no llegaran a aplicar dependiendo de la situación a la que se enfrente.

3.2.1. ESPECIFICACIONES ESTÁNDAR DE DISEÑO MÍNIMO PARA INSTALACIONES FLOTANTES

Las Especificaciones Estándar de Diseño Mínimo para Instalaciones Flotantes tiene como objetivo brindar los criterios mínimos que se necesitan para un diseño adecuado de muelles flotantes. Esta norma es internacional y se basa en el Army Corp of Engineers de Estados Unidos, considera más que todo los materiales que se deben utilizar.

Este documento contiene dos tipos de materiales que se pueden utilizar para estas estructuras, en primer lugar, el metal, el cual las conexiones pueden ser soldadas o atornilladas y es de manera obligatoria utilizar metal nuevo, el tipo de metal depende del Instituto Americano de Especificaciones de Construcción de Acero o AISC, en referencia a sus siglas en inglés. Todo el metal utilizado en este tipo de construcciones debe ser galvanizado o un acabado en aluminio anodizado. En segundo lugar, menciona la madera, la cual debe ser utilizada para la plataforma, dientes y pasarelas, no se debe usar debajo de la línea del agua.

El piso de la plataforma debe ser construida con no menos de madera tipo plywood de ¾" y espaciada para permitir expansión. La plataforma también puede ser construida con hormigón o metal. Al ser construida de madera, esta debe cubrirse con un conservante.

Con respecto a la flotación, se menciona que el material a utilizar no se debe llenar de agua, deben ser resistentes al daño de los animales y no deben contaminar el agua. El material aprobado por este documento es el poliestireno extruido y el polietileno.

Otro tema que se toma en consideración es la pasarela de acceso al muelle, esta no debe tener menos de 3 pies de ancho y no más de 4 pies de ancho. La flotación que se requiere se determina dependiendo de la longitud de la pasarela y/o la conexión del muelle y la orilla y el método a utilizar para anclar la pasarela a la plataforma debe estar estipulado en los planos. también, se deben considerar pasamanos en este tipo de obras.

3.2.2. NORMAS TÉCNICAS Y COMENTARIOS PARA PUERTOS E INSTALACIONES PORTUARIAS

La información que se presenta a continuación proviene del documento de las Normas Técnicas y Comentarios para Puertos e Instalaciones Portuarias con origen en Japón. Esta normativa contiene algunos de los parámetros y estudios que se deben conocer para realizar un diseño de muelles flotantes, tiene como objetivo brindar lo que se debe considerar en el diseño de estas estructuras, fuerzas y cargas para que esta tenga una prolongada vida útil y establece que los muelles flotantes deberán diseñarse de manera que sean estables y seguros durante la manipulación y carga/descarga de cargas y el embarque/desembarque de pasajeros y vehículos y que tengan suficiente durabilidad dependiendo del uso. El sistema de amarre, incluidas las cadenas de amarre y las anclas, se diseñará para tener suficiente fuerza contra las fuerzas externas anticipadas.

Un muelle flotante tendrá una superficie y un francobordo apropiados para el propósito de su utilización. Las dimensiones de un muelle serán apropiadas para que sea estable frente a las fuerzas y cargas externas que actúen sobre el.

Ahora bien, las fuerzas y cargas externas que se considerarán en el diseño de un muelle flotante son las siguientes:

- 1) Carga estática carga viva
- 2) Fuerzas de reacción de pasarelas y puente de acceso (depende como se conecta al muelle)
- 3) Presión hidrostática (oleaje, corriente)
- 4) Peso Muerto
- 5) Contrapeso

El manual considera una carga viva de 5.0 kN/m² para pasajeros que se usa comúnmente para muelles flotantes, principalmente para personas de embarque y desembarque de buques de pasaje. En cambio, el manual establece que no es necesario considerar la fuerza de las olas, la fuerza de la corriente y la presión dinámica del agua a menos que se deba hacer debido a las condiciones especiales del sitio, etc.

Sin embargo, cuando existe un riesgo razonable de que el muelle flotante pueda estar sujetos a las acciones de las olas, es necesario considerar las siguientes fuerzas: las fuerzas de las olas ejercidas sobre el muelle que se supone que está rígidamente fijo en su posición y las fuerzas del fluido debido a los movimientos de este.

En primer lugar, cabe destacar que la fuerza del viento que actúa sobre los muelles flotantes se considera insignificante ya que un área bastante pequeña está expuesta al viento. El área expuesta también está situada cerca del suelo, lo que significa que la velocidad del viento que actúa sobre los muelles flotantes es mucho más pequeña que los 10 metros sobre el suelo.

Luego de establecer la condición del viento, se obtiene la siguiente fuerza que actúa en un cuerpo flotante debido a las olas. A continuación, se muestra la ecuación de la fuerza de las olas:

$$P = \rho_0 g H L_p d$$

Ecuación 1 - Fuerza de las Olas

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 594)

Donde:

P = fuerza de las olas (kN)

ρ_0 = densidad del agua de mar (t/m³) = 1.03 t/m³ P_o

g = gravedad (m/s²) = 9.8 m/s²

H = altura de la ola (m)

L_p = longitud del cuerpo flotante (m)

d = calado del cuerpo flotante (m)

En la ecuación 1 se muestra la fuerza de las olas en la estructura, considerando que un porcentaje de la misma esta sumergida en el agua, a continuación, se muestra la ilustración correspondiente a la ecuación anterior.

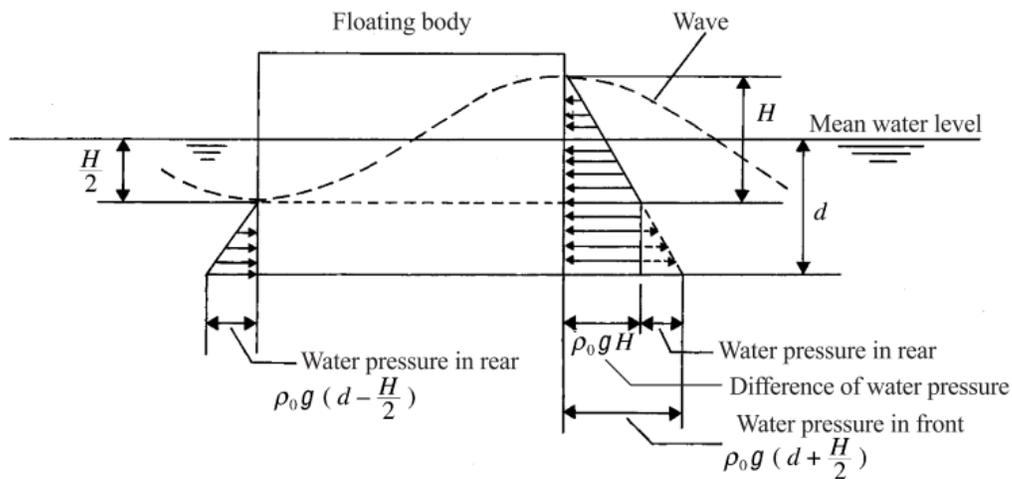


Ilustración 5 - Fuerza de las Olas Actuando en un Cuerpo Flotante.

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 594)

En la ilustración 5 se muestra la fuerza que ejerce una ola en la estructura, tomando en cuenta la altura de la ola y la altura de la estructura sumergida y sin sumergir. No se recomienda un muelle flotante rígido, ya sea que este fabricado de madera, acero o concreto, en un cuerpo de agua que produzca olas de más de 0.9 m de altura, ya que el muelle podría dañarse o romperse y al mismo tiempo dañar las embarcaciones que estarían atracadas en el.

Con la corriente y la fuerza de corrientes que actúa en una estructura flotante se toma en consideración la fuerza de arrastre. Las corrientes son las encargadas de movilizar el agua y se originan de las olas, el viento, mareas u ondas internas. A continuación, se presenta la fórmula de dicha fuerza.

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_o A U^2$$

Ecuación 2 -Fuerza Producida por la Corriente

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 138)

Donde:

F_D = Fuerza producida por la corriente (kN)

ρ_o = Densidad del agua (t/m³)

C_D = Coeficiente de arrastre

U = Velocidad de la corriente (m/s)

A = Área proyectada del objeto en la dirección de la corriente. (m²)

Para la fuerza de arrastre, el coeficiente de arrastre depende de la forma de la estructura y se expresa de la siguiente manera:

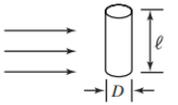
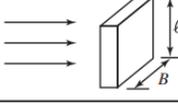
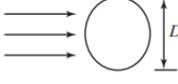
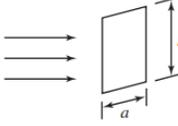
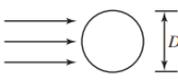
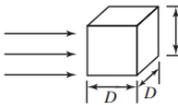
Shape	Projected area	Drag coefficient
Circular cylinder (rough surface) 	$D \ell$	$1.0 (\ell > D)$
Rectangular prism 	$B \ell$	$2.0 (\ell > B)$
Circular disc 	$\frac{\pi}{4} D^2$	1.2
Flat plate 	$a b$	$a/b = 1 \rightarrow 1.12$ $a/b = 2 \rightarrow 1.15$ $a/b = 4 \rightarrow 1.19$ $a/b = 10 \rightarrow 1.29$ $a/b = 18 \rightarrow 1.40$ $a/b = \infty \rightarrow 2.01$
Sphere 	$\frac{\pi}{4} D^2$	$0.5 \sim 0.2$
Cube 	D^2	$1.3 \sim 1.6$

Ilustración 6 - Coeficiente de arrastre.

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 139)

En la ilustración 6 se muestra que, para cada forma, se tiene un coeficiente diferente, este también depende de las medidas de dicha forma y se debe tomar en cuenta para tanto la estructura como el anclaje que esta tendrá.

Este tipo de fuerzas tienen relación con el oleaje que se encuentra en la zona, por ende, como se mencionó anteriormente, se calculan según el área a implementar el muelle.

A continuación, se presentan los pesos unitarios de los materiales que la norma considera apropiados para el diseño de los muelles.

Material	Unit weight (kN/m ³)
Steel and casting steel	77.0
Casting iron	71.0
Aluminum	27.5
Reinforced concrete	24.0
Plain concrete	22.6
Timber	7.8
Asphalt concrete	22.6
Stone (granite)	26.0
Stone (sandstone)	25.0
Sand, gravel, and rubble (dry)	16.0
Sand, gravel, and rubble (wet)	18.0
Sand, gravel, and rubble (saturated)	20.0

Ilustración 7 - Peso unitario de materiales (kN/m³).

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 207)

La ilustración 7 muestra el peso unitario que se debe considerar como carga muerta en la estructura del diseño.

Otra carga que se toma en consideración son las cargas distribuidas de manera desigual. "Al calcular la estabilidad de una estructura en su conjunto, la carga distribuida de manera desigual se puede convertir en una carga uniforme en un área de una plataforma, galpón de tránsito o almacén. Sin embargo, donde se encuentra una gran carga concentrada, esta se debe tener en cuenta sin convertirse en una carga uniforme" (OCDI, 2002, pág. 208).

Ahora bien, las cargas de nieve, vehículos y manipulación de carga no se toman en cuenta en este tipo de obra ya que es para uso turístico, donde la carga viva son las personas que la transitan. La rampa de acceso, también debe considerarse como carga (esto depende si se coloca sobre la primera plataforma o conectada en el marco) para muelles flotantes, las dimensiones de un acceso se determinarán de manera apropiada para no socavar la seguridad de usuarios.

De acuerdo con los tipos de estructuras, algunas rampas de acceso pueden moverse hacia arriba y hacia abajo en respuesta al cambio en el nivel del agua, mientras que otras pueden moverse más hacia la izquierda y hacia la derecha en respuesta a los movimientos del muelle.

El documento indica lo siguiente con respecto a esta estructura:

- El ancho de un puente de acceso debe ser de 75 cm o más. En particular, una amplitud adecuada debe ser asegurado si se requiere consideración para su uso por personas desfavorecidas.
- Es preferible que la pendiente de un puente de acceso no sea superior a 1:4.
- Es preferible que los puentes de acceso estén equipados con dispositivos antideslizantes.

Una vez se considera la rampa de acceso, se debe establecer si el muelle tendrá fingers o dientes para el amarre de embarcaciones. Si es así, las especificaciones de las instalaciones de amarre se pueden determinar en referencia a la ilustración 8. La distancia entre dos muelles adyacente debería determinarse adecuadamente de acuerdo con el número de embarcaciones de recreo que se amarraran entre los dos muelles para evitar cualquier contacto de las embarcaciones con muelles auxiliares o entre ellas. A continuación, se muestra las consideraciones para evitar accidentes o contactos innecesarios en la estructura y embarcaciones.

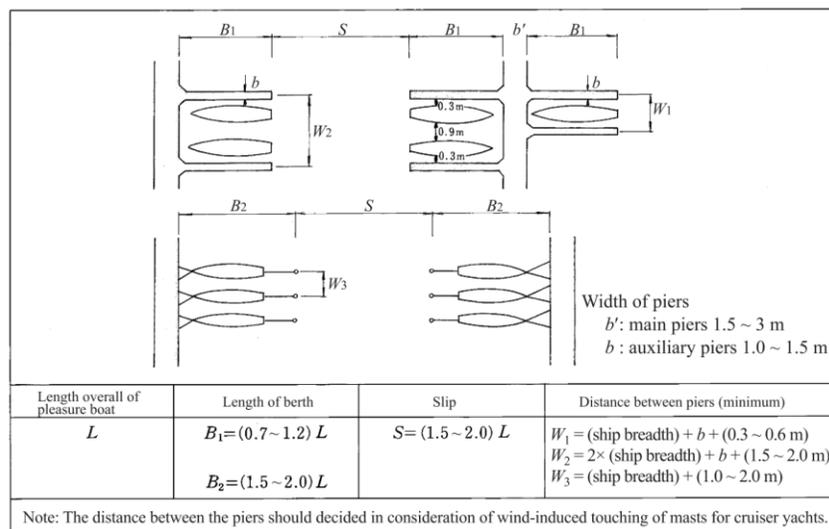


Ilustración 8 - Consideraciones de dientes.

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 593)

La ilustración anterior muestra las distancias, tanto anchos como longitudes, que se deben tomar en cuenta para el funcionamiento apropiado de los fingers o dientes para atracar embarcaciones sin ningún tipo de obstáculos.

Ahora bien, la estabilidad de un muelle será diseñada adecuadamente para que la estructura cumpla con los requerimientos estructurales para su uso. A continuación, se presentan algunas características que se deben satisfacer de tal forma que el muelle flotante sea estable:

- 1) El muelle flotante debe satisfacer la condición de estabilidad de un cuerpo flotante y tener el francobordo requerido, incluso con acciones de la fuerza de reacción del puente de acceso y sobrecarga total en el tablero y con presencia de agua dentro del muelle debido a fugas.
- 2) Incluso cuando el recargo completo en la cubierta se carga en un solo lado de la cubierta dividido por la longitud del eje simétrico del muelle y la fuerza de reacción de un puente de acceso se aplica en este lado (si el puente está unido allí), el muelle debe satisfacer la condición de estabilidad de un cuerpo flotante y la inclinación de cubierta debería ser igual o inferior a 1:10 con el francobordo más pequeño de 0 o más.
- 3) La altura del agua acumulada dentro del pontón por fugas a ser considerada en el examen de la estabilidad del muelle generalmente se toma al 10% de la altura del muelle. El francobordo que se mantendrá en este caso es principalmente alrededor de 0,5 m.

Cabe destacar que el francobordo sugerido por la norma debe ser entre 30 cm – 50 cm.

Finalmente, el anclaje es el encargado de brindarle estabilidad al muelle flotante, este consiste en una cadena que amarra la estructura del muelle flotante a un peso muerto colocado en el fondo del cuerpo de agua. La estructura de las cadenas de amarre se examinará utilizando un método apropiado de tal manera que las cadenas pueden sujetar de forma segura un muelle flotante bajo la acción de las fuerzas externas que actúan en la estructura. En este caso, se considerarán las fuerzas externas del oleaje y la corriente.

Se determina el peso de la cadena, el cual su tamaño se recomienda que sea entre 5/16" a 3/8". Con este dato establecido, se procede a calcular el peso sumergido por unidad de longitud de la cadena y se implementa en la siguiente ecuación, utilizada para encontrar la longitud de la cadena:

$$\ell = \frac{P}{w} (\tan\theta_2 - \tan\theta_1)$$

Ecuación 3 - Longitud de la Cadena

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 491)

Donde:

ℓ = longitud de la cadena (m)

P = fuerza externa horizontal (kN)

w = peso sumergido por unidad de longitud de la cadena (kN / m)

θ_1 = ángulo que forma la cadena con el plano horizontal en la unión entre el ancla de amarre y la cadena (°)

θ_2 = ángulo que forma la cadena con el plano horizontal en la unión entre la cadena de amarre y el muelle flotante (°)

Ahora bien, las cargas de nieve, vehículos y manipulación de carga no se toman en cuenta en este tipo de obra ya que es para uso turístico, donde la carga viva son las personas que la transitan. La rampa de acceso, también debe considerarse como carga (esto depende si se coloca sobre la primera plataforma o conectada en el marco) para muelles flotantes, las dimensiones de un acceso se determinarán de manera apropiada para no socavar la seguridad de usuarios. $\ell = \frac{P}{w}$.

Ahora bien, la distancia horizontal entre un ancla de amarre y el muelle flotante cuando una fuerza horizontal actúa sobre el muelle es dado por la ecuación 4 y, por lo tanto, la cantidad de desplazamiento horizontal del muelle desde su posición estacionaria sin fuerza horizontal se puede evaluar fácilmente, a continuación, se muestra la ecuación a utilizar:

$$K_h = \sqrt{\ell^2 - h^2}$$

Ecuación 4 - Distancia Horizontal del Peso Muerto al Muelle

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 491)

Donde:

K_h = distancia horizontal entre el ancla de amarre y la unión entre el pontón y la cadena (m)

ℓ = longitud de la cadena (m)

h = profundidad del agua debajo del fondo del pontón (m)

Los resultados de las ecuaciones mostradas anteriormente son representados en la siguiente ilustración:

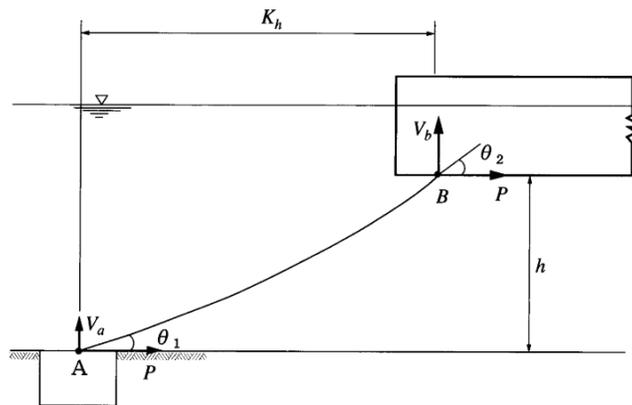


Ilustración 9 - Sistema de Amarre.

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 491)

La ilustración 9 representa el sistema de amarre con cadena y peso muerto, en el cual las fuerzas horizontales del oleaje y la corriente actúan sobre el, así mismo, la funcionalidad de este depende de la profundidad de la zona, las características de la cadena y el peso muerto. Cabe destacar que la fuerza horizontal que actúa sobre peso muerto es la misma que la fuerza horizontal que actúa sobre el muelle flotante.

El ancla de amarre debe diseñarse de manera que tanto su resistencia horizontal y vertical sean mayores que la fuerza horizontal y la fuerza vertical que actúan sobre él, respectivamente. En el caso de un bloque de concreto colocado sobre arena, la resistencia horizontal es la fuerza de fricción del fondo y la resistencia vertical es el peso sumergido del bloque. Las resistencias tienen que ser mayores a las fuerzas externas para verificar que lo soporta.

La fuerza vertical empleada en el cálculo de la fuerza de fricción del fondo es la diferencia entre el peso sumergido del bloque y la componente vertical de la tensión de la cadena que actúa sobre el bloque.

Cabe mencionar que, si el muelle es continuo y no dividido en secciones, se recomienda colocar el anclaje cada 6 m, por lo que se podría decir que existen secciones de 6 m de largo para lograr utilizar el procedimiento brindado por la norma.

3.2.3. FLOTACIÓN DEL MUELLE DOCK BUILDERS SUPPLY

La siguiente normativa tiene como objetivo calcular la cantidad de flotadores que debe tener un muelle flotante de madera para soportar las cargas sin sumergirse completamente. El primer paso es calcular las cargas muertas y vivas de la estructura.

La carga muerta es el peso de la estructura, la plataforma, las conexiones, las unidades de flotación y todo el equipo conectado permanentemente, como tuberías, bombas, servicios públicos, bancos, etc. Como regla general, el peso muerto en la mayoría de los muelles que se construyen con madera típicamente tiene entre 10 y 15 libras/pie² de estructura.

La carga viva es esencialmente el peso de las personas y el equipo que se colocará en la estructura flotante. Se recomienda que la estructura esté diseñada para aproximadamente un 40% de inmersión, de modo que el 60% restante pueda usarse para soportar la carga viva.

Una vez se obtienen las cargas, se debe calcular cuántos flotadores se necesitan para hacer flotar las cargas. Los flotadores proveen datos como ser cuánto peso soportará cada flotador en profundidades de inmersión diferentes, así mismo sus dimensiones. Se establece el tamaño del flotador y qué tan profundo se desea sumergir. En condiciones normales de la vida diaria, los flotadores nunca deben sumergirse más del 50%, en el caso que se seleccione el porcentaje de sumersión de 50%, se saca ese porcentaje de la flotabilidad total del flotador, y así el 50% soporta la carga muerta y el restante la carga viva.

Para obtener la cantidad mínima de flotadores, se multiplica el área de la plataforma flotante por un valor entre 10 y 15 libras/pie² y así se obtiene el peso muerto. Luego se escoge un flotador y a su capacidad de flotabilidad total, el porcentaje de sumersión deseado. Por consiguiente, se

divide la carga muerta entre las libras obtenidas del porcentaje de sumersión para obtener el número de flotadores que se deben utilizar.

3.2.4. ALCANCE, VENTAJAS Y LIMITACIONES

3.2.4.1. Alcance

Las tres teorías de sustento mencionadas anteriormente son las ideales para la creación de la guía de diseño de muelles flotantes ya que abarcan las especificaciones y normas que se deben tener presentes para llevar a cabo la implementación de este tipo de estructuras en la Costa Norte de Honduras. Estas incluyen todas las cargas que esta obra puede llegar a soportar, como ser las cargas muertas, las cargas vivas y también las fuerzas que provienen de ambiente, siendo el oleaje y la corriente. Cabe destacar que consideran diversos tipos de materiales, estos siendo acero, aluminio, madera, concreto, etc., y brindan ciertas especificaciones que estos deben tener para su correcto uso.

3.2.4.2. Ventajas

- 1) Requerimientos necesarios para el diseño de un muelle flotante.
- 2) Lista de cargas y fuerzas que se deben tomar en cuenta.
- 3) Documentos creados específicamente para estructuras ubicadas en cuerpos de agua.
- 4) Brindan los materiales que se pueden utilizar para este tipo de obras.
- 5) Normas internacionales aplicadas a muelles flotantes implementados en países de Latinoamérica.
- 6) Se adaptan a cualquier tipo de forma de muelle.
- 7) Contienen fórmulas para obtener datos de la zona en el caso de no tenerlos en la actualidad.

3.2.4.3. Limitaciones

Las teorías de sustento son internacionales, por lo cual tienen la limitación de no contener información nacional por lo cual se tienen que adaptar.

3.3. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presenta el marco conceptual, el cual es un listado de conceptos y definiciones que se presentan a lo largo del documento y que son imprescindibles para brindar al lector la comprensión del tema.

1) Muelles: "Construcción al borde del agua adecuada para atracar embarcaciones y facilitar operaciones de embarque y desembarque de mercancías o pasajeros" (Lexico, 2021, párr. 4).

2) Muelles Flotantes: "Un muelle flotante es aquel que no tiene su sujeción en el fondo marino o fluvial, aunque también se denominan como tales a aquellos muelles cuya sujeción al fondo tiene cierto grado de flexibilidad" (SemirrigidasCobra, 2019, párr. 3).

3) Muelles Turísticos:

El área de embarque está habilitada generalmente para embarcaciones que dan algún servicio a los turistas: Paseo en barco, desplazamientos a zonas de buceo u otras actividades / deportes náuticos, etc. Pueden contar con algún servicio complementario al turista, tipo zona comercial u hostelera Presentan mejores condiciones de limpieza y conservación. (Fontur, 2019, párr. 11)

4) Costa: "Orilla del mar, de un río, de un lago, etc., y tierra que está cerca de ella" (RAE, 2020, párr. 2)

5) Flotabilidad: "Cualquier objeto parcial o totalmente sumergido en el líquido experimenta una fuerza de elevación llamada fuerza de flotación. Según un principio de Arquímedes, esta fuerza es igual al peso del fluido desplazado" (MRSEC, 2021, párr. 6).

6) Estable: "Que se mantiene sin peligro de cambiar, caer o desaparecer, Que permanece en un lugar durante mucho tiempo, Que mantiene o recupera el equilibrio" (RAE, 2020, párr. 1).

7) Batimetría: "La batimetría es el estudio de la profundidad marina" (Lizano, s.f., pág. 1)

8) Turismo:

El turismo es un fenómeno social, cultural y económico que supone el desplazamiento de personas a países o lugares fuera de su entorno habitual por motivos personales, profesionales o de negocios. Esas personas se denominan viajeros (que pueden ser o bien turistas o excursionistas; residentes o no residentes) y el turismo abarca sus actividades, algunas de las cuales suponen un gasto turístico. (UNWTO, 2018, párr. 1)

- 9) Marea: "Variación periódica del nivel de un cuerpo de agua que asciende y desciende en respuesta a las interacciones gravitacionales entre el Sol, la Luna y la Tierra" (NOAA, 1999, párr. 13).
- 10) Corriente: "En términos generales, movimiento horizontal del agua. Las corrientes se pueden clasificar como corrientes de marea y oceánicas" (NOAA, 1999, párr. 3).
- 11) Buque de diseño: "El BD (buque de diseño), para efectos de diseño estructural, es el buque más grande entre aquellos que se esperan que usen las instalaciones" (Ministerio de Obras Públicas, 2016, pág. 171).
- 12) Mantenimiento: "Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes" (Martín, 2013, párr. 1).
- 13) Embarcación: "Construcción capaz de flotar, de ser dirigida por el hombre y propulsada por el viento u otro procedimiento; designa especialmente las de poco tonelaje" (Oxford Language, 2020, párr. 1).
- 14) Pilote: "Elemento de cimentación profunda que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo" (Morales, 2019, pág. 7).
- 15) Polietileno de alta densidad: "Proveniente del petróleo, es uno de los plásticos más utilizados para la fabricación de artículos de todo tipo. Por su composición química o física cuenta con características para ser aplicado en diferentes industrias. Se le conoce también como PEAD" (Maxipet, 2020, párr. 1).
- 16) Atracadero: "Lugar donde pueden atracar sin peligro embarcaciones pequeñas" (Oxford Languages, 2020, párr. 2)
- 17) Elementos prefabricados: "Se le denomina prefabricado a los elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido manufacturados en un área (fabrica) distinta a la de su aplicación" (BIMMX, 2018, párr. 3).

18) Pasarela o puente de acceso: "conectan las costas y los bancos empinados con los muelles o pasarelas para embarcaciones"

19) Pesos muertos: "Constituye el peso propio de todos los componentes de la estructura en si misma" (Alcaldía Mayor Bogota, 2015, pág. 1)

20) Flotadores: "Pieza hecha de una materia flotante, como corcho, caucho o plástico, llena de aire en estos últimos casos, que se sujeta al cuerpo de quien se introduce en el agua para evitar que se hunda" (RAE, 2020, Párr. 1).

21) Anclaje: "Son dispositivos constituidos por tirantes o por barras rígidas que integradas en un talud de roca o en ciertas partes de una obra (muros, zapatas, etc.), trabajando a tracción, aumentar su resistencia y estabilidad" (Yepes, 2012, párr. 1).

22) Concreto reforzado: "El concreto reforzado, también denominado concreto u hormigón armado, es un material compuesto que resulta convencionalmente de la incorporación de barras o mallas de acero en la masa del concreto. En otras palabras, es un concreto que cuenta con armadura metálica interna" (Becosan, 2020, párr. 4).

23) Vida útil: "Período de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza su ejecución, durante el que debe mantenerse el cumplimiento de las exigencias de la estructura. Durante ese período requerirá una conservación normal, que no implique operaciones de rehabilitación. La vida útil nominal depende del tipo de estructura y debe ser fijada por la Propiedad previamente al inicio del proyecto" (Ministerio de Fomento, 2011, pág. 43)

24) Acero galvanizado: "El acero es una aleación de hierro con carbono, y el acero galvanizado está procesado con un tratamiento final para recubrirlo con varias capas de zinc". (Esmelux, 2018, párr. 1).

25) Aluminio Anodizado: "El aluminio anodizado pasa por un proceso empleado para incrementar la capa de óxido en la superficie del aluminio. Al hacerlo, se genera una capa protectora de gran dureza y alta resistencia a la abrasión" (Stacbond, 2019, párr. 2).

26) Plywood: "La madera contrachapada se elabora pegando láminas finas de chapa de madera las unas contra las otras. El grosor de una lámina individual es de entre 0,2 y 3,2 mm" (WoodProducts, 2017, párr. 1).

27) Poliestireno:

"El poliestireno también se fabrica en forma de material espumoso llamado poliestireno expandido (EPS) o poliestireno extruido (XPS), valorado por sus propiedades de aislamiento y acolchado. El poliestireno en espuma puede tener más de 95 por ciento de aire y se usa como aislante doméstico y de electrodomésticos, envase protector liviano, tablas para surf, servicio de alimentos y envasado de alimentos, repuestos automotrices, sistemas de estabilización de caminos y acotamientos y mucho más" (Chemical, 2016, párr. 2).

28) Carga Muerta: "La carga muerta cubre todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escalera, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación" (NSR-98, 2017, pág. 1)

29) Carga Viva: "Las cargas vivas son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales tales como viento, sismo, ni la carga muerta" (NSR-98, 2017, pág. 5).

30) Carga Distribuida: "Son aquellas que se aplican a toda la longitud de un elemento estructural o a gran parte del mismo. Las cargas distribuidas generalmente actúan sobre gran parte del área del piso." (Arkiplus, 2021, párr. 1).

31) Francobordo: "Distancia horizontal desde el nivel del agua hacia la parte superior de la estructura" (NSR-98, 2017, pág. 12)

3.4. MARCO LEGAL

Se presenta el marco legal, el cual es un artículo expuesto en torno a las leyes del Instituto Hondureño de Turismo y le da validez al desarrollo de la investigación.

Ley de Instituto Hondureño de Turismo

Decreto 103-93

Capítulo III

De las Funciones

Artículo 6

Apartado "I" y "J"

Siendo el objetivo de la Ley el siguiente:

I) Fomentar el establecimiento y modernización de hoteles, urbanizaciones, albergues, posadas, restaurantes, sistemas de transporte, vías de comunicación, preservación del medio ambiente y demás obras que propendan al incremento y desarrollo turístico.

J) Crear, conservar, mejorar, proteger y aprovechar los recursos turísticos de la nación.

El artículo expuesto anteriormente hace hincapié al desarrollo y fomentación del turismo en el país, considerando que este es una prioridad en el aspecto económico y social dentro de las políticas impuestas por el Gobierno. Este tiene el objetivo de fomentar, crear, incrementar y conservar los recursos turísticos del país, por lo cual se decide realizar una guía de diseño e implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, de esta forma, se fomenta el crecimiento en las zonas con más influencias turísticas con una obra civil.

IV. METODOLOGÍA

Después de lo expuesto anteriormente en los capítulos I, II y III se procederá a la metodología, la cual determina como se recopiló la información para la investigación. En este capítulo se establecerá el enfoque del estudio, así mismo las variables entorno a la formulación del problema y los objetivos específicos. También, se indicarán las técnicas e instrumentos utilizados en el proceso, la población y la muestra que generan información de valor y, por último, las actividades realizadas para el desarrollo de la investigación.

4.1. ENFOQUE

Se estableció que la investigación posee un enfoque mixto, ya que contiene los dos tipos de enfoque, el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. Presenta el enfoque cuantitativo debido a que se basa en partir desde una idea la cual se va acortando hasta lograr determinarla, de esta misma se establecen los objetivos y las preguntas de investigación para definir el marco teórico. Al tener las preguntas de investigación, se procede a determinar las variables y con métodos estadísticos se extraen sus conclusiones de los resultados numéricos, todo esto a través de investigaciones previas. Este enfoque conlleva un orden el cual no se pueden eludir pasos. Ahora bien, el enfoque cualitativo se basa en la recolección de datos y análisis de los mismos de una muestra establecida por el tema (Sampieri, 2014).

En el caso del contenido, el enfoque cuantitativo busca solventar la problemática del decrecimiento del turismo y falta de conocimiento por parte de los ingenieros civiles mediante el diseño de muelles flotantes, los cuales se rigen por normas, diseños y estudios existentes, también en base a la recolección de información mediante encuestas y entrevistas a los usuarios e ingenieros para satisfacer sus necesidades a través del enfoque cualitativo.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Entorno a la formulación, se presenta la tabla de variables de operacionalización, la cual indica las variables independientes, que son las necesidades del usuario, las recomendaciones y

requerimientos del ingeniero civil, normativas y el contenido de la guía, por último, la variable dependiente de la investigación. Así mismo, se encuentra el problema, el objetivo general y los objetivos específicos mencionados anteriormente.

Tabla 1 - Variables de Operacionalización

Título					
GUÍA PARA EL DISEÑO DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS, 2021					
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variable Dependiente
¿Qué características arquitectónicas, estructurales, técnicas de construcción y materiales habrá de considerar la guía para la implementación y diseño de muelles flotantes como estructuras para uso turístico con el objetivo de incrementar la economía en la Costa Norte de Honduras en función de la necesidad de los habitantes y los ingenieros civiles?	Crear una guía que apoye al diseño civil e implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, mediante la aplicación de normas y técnicas para el conocimiento de los ingenieros civiles, arquitectos y personas relacionadas al rubro de la construcción.	¿Cuáles son las necesidades de los habitantes de la Costa Norte de Honduras, que puedan hacer uso de muelles flotantes, en función de la influencia turística en términos de innovación, mantenimiento, y características constructivas y arquitectónicas que deban considerarse en la guía de diseño?	Determinar las necesidades de los habitantes de la Costa Norte de Honduras, que puedan hacer uso de muelles flotantes, en función de la influencia turística en términos de innovación, mantenimiento y características constructivas y arquitectónicas que deban considerarse en la guía de diseño.	Necesidades del Usuario	Guía para el diseño de Muelles Flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021.
		En base a los conocimientos de los ingenieros civiles y expertos en el área, ¿Qué recomendaciones, características constructivas, mantenimiento, materiales y tipos de muelles se esperan encontrar en la guía de diseño de muelles flotantes?	Conocer las recomendaciones, características constructivas, mantenimiento, materiales y tipos de muelles que se esperan encontrar en la guía de diseño de muelles flotantes según los ingenieros civiles y expertos en el área.	Recomendaciones y Requerimientos de los Ingenieros Civiles	
		¿Qué normativas nacionales e internacionales serán de relevancia para la ejecución del diseño de los diferentes tipos de muelles flotantes a implementar en la Costa Norte de Honduras?	Especificar las normativas nacionales e internacionales que serán de relevancia para la ejecución del diseño de los diferentes tipos de muelles flotantes a implementar en la Costa Norte de Honduras.	Normativas	
		¿Qué contenido debe comprender la guía para el diseño e implementación de muelle flotantes para una correcta aplicación y comprensión de este?	Determinar el contenido que debe comprender la guía para el diseño e implementación de muelles flotantes para una correcta aplicación y comprensión de estos.	Contenido de la guía	

Fuente: (Propia, 2021).

En conclusión, la tabla 1 hace referencia al alcance de la investigación, es decir, por cada objetivo específico se indica una variable independiente, las cuales brindan una guía para la recopilación de información y de esta manera cumplir con los objetivos establecidos.

4.2.1. DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

A continuación, se brinda el diagrama de las variables de investigación, este incluye las variables independientes mencionadas anteriormente, para cada una de ellas se les indica las dimensiones correspondientes. Así mismo, la variable dependiente, la cual es el entregable de la investigación.

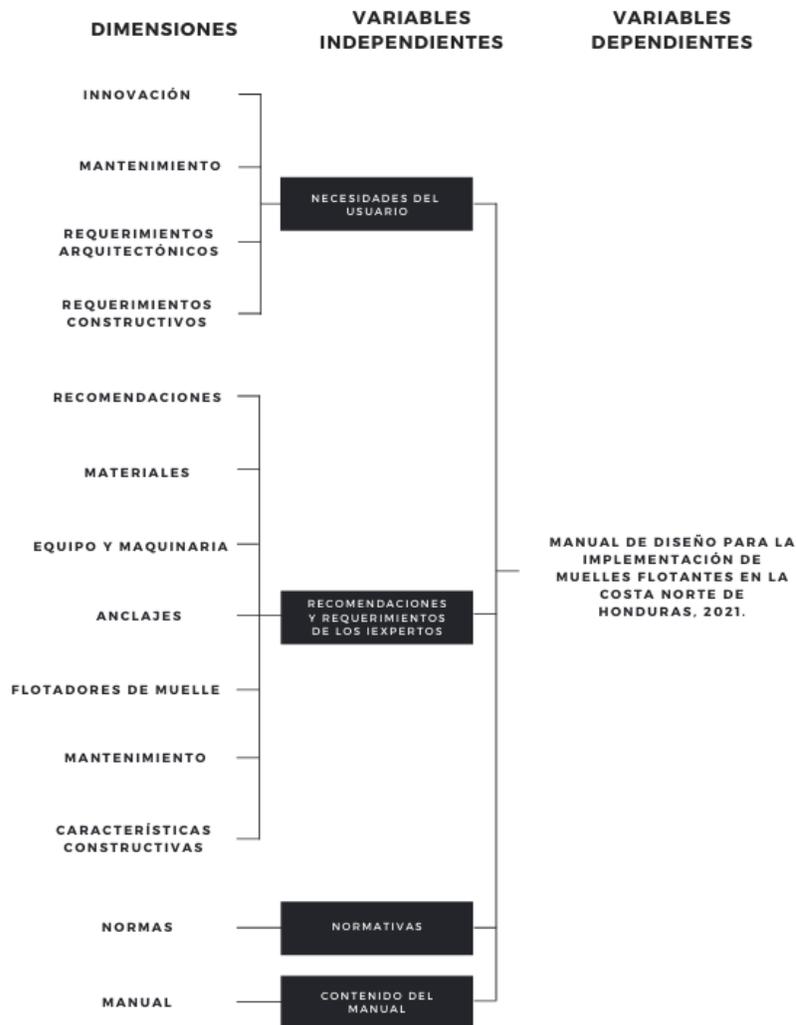


Ilustración 10 - Diagrama de las Variables de Investigación.

Fuente: (Propia, 2021).

En conclusión, la ilustración 10 indica las variables de investigación con sus respectivas dimensiones, las cuales generan la información de valor necesaria y así dar como resultado la variable dependiente, el entregable.

4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

La tabla de operacionalización analiza las variables independientes establecidas con anterioridad, se brindan las definiciones conceptuales y operacionales, sus dimensiones, indicadores, ítems, unidades y escalas que han sido la base para el diseño y formulación del cuestionario para el desarrollo de la investigación.

Tabla 2 - Tabla de Operacionalización

Título		GUÍA PARA EL DISEÑO DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS, 2021							
Variable Independiente	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítems	Unidades	Escala		
	Conceptual	Operacional							
Necesidades del usuario	La necesidad es el sentimiento o estado ligado a la vivencia de una carencia, que se asocia al esfuerzo orientado a suprimir esta falta o a la corrección de la situación de carencia. La necesidad, por lo tanto, pone de manifiesto un déficit, cuyo alcance y complejidad puede ser variable.	Las necesidades son las que brindan algunos de los parámetros de diseño de los muelles flotantes con el objetivo de proveer satisfacción y que el producto sea eficaz para los usuarios.	Innovación	Diseño	¿Qué características innovadoras cree que son necesarias a implementar en los muelles flotantes?	Bancas	x		
						Escaleras	x		
						Iluminación	x		
						Pedestal de agua	x		
						Pedestal eléctrico	x		
			Otro (especifique)	x					
			Implementación	¿Cree usted que la implementación de un muelle flotante funcionaría como atracción turística en la zona?	si	x			
					No, ¿Por qué?	x			
			Mantenimiento	Preventivo y correctivo	En el caso de estar a cargo de un muelle, ¿Es capaz de brindarle mantenimiento preventivo y correctivo al mismo?	si	x		
						no	x		
						Tiempo	¿Cuántas veces al año las autoridades encargadas brindan mantenimiento a los muelles?	una vez	x
								dos veces	x
								tres o más veces	x
			ninguna	x					
			No tengo conocimiento del mantenimiento	x					
Tipo de mantenimiento	¿Qué tipo de mantenimiento le podría brindar a un muelle flotante?	Limpieza	x						
		Lubricación	x						
		Ajustes de piezas	x						
		Reemplazo de piezas	x						
		Otro (especifique)	x						
Requerimientos Arquitectónicos	Forma	¿Qué forma de muelle considera usted que es más atractiva?	Forma Rectangular	x					
			Forma L	x					
			Forma T	x					
			Forma U	x					
			Forma F	x					
			Otro (especifique)	x					
Requerimientos Constructivos	Materiales	¿Qué material considera usted que debería de ser utilizado para la construcción de muelles flotantes?	Madera	x					
			Concreto	x					
			Acero	x					
			Polietileno de alta densidad	x					
			Plástico	x					
Dimensiones	15	metros							

Continuación Tabla 2...

			Para uso turístico ¿qué largo considera deba tener un muelle flotante?	15 - 30 metros	
				30 - 45 metros	
				Más de 45, especifique	metros
			Para uso turístico ¿qué ancho considera deba tener un muelle flotante?	1 metros	
				2 - 3 metros	
				4 - 5 metros	
				más de 5, especifique	metros
			¿Deberían los muelles flotantes servir como atracaderos para embarcaciones pequeñas?	Si	x
				No, ¿Por qué?	x
			¿Qué estudios se deben realizar para implementar los muelles flotantes en la zona norte? (Estudio de mareas, viento, etc.)	Respuesta breve	x
				Madera	x
				Concreto	x
				Acero	x
				Polietileno de alta densidad	x
			¿Qué material considera es el más idóneo implementar en este tipo de zona?	Plástico	x
					x
					x
					x
Recomendaciones y requerimientos del Ingeniero Civil	La acción por la cual algo o alguien es aconsejado a otra persona por algún motivo y Petición de una cosa que se considera necesaria, especialmente el que hace una autoridad.	Se deben tomar en cuenta las recomendaciones y requerimientos por parte de los ingenieros civiles para brindar, mediante, materiales, mantenimiento y otros aspectos, diseños apropiados de muelles flotantes.	En base a su experiencia, considerando temas de acarreo y disponibilidad		
			¿Qué material considera es el más idóneo implementar en este tipo de zona?		
					x
					x
					x
					x
			¿Qué especificaciones técnicas debe cumplir el material para poder utilizarlo en la construcción de muelles flotantes?	Respuesta breve	x
			En base al material escogido anteriormente, ¿Qué técnicas constructivas considera deban tomarse en cuenta?	Respuesta breve	x
					x
					x
			Basándose en las técnicas constructivas que escogió ¿Qué equipo o maquinaria considera sean necesarios para la construcción de muelles flotantes?	Respuesta breve	x
					x
			¿Qué tipo de anclaje considera que proporcione la mejor	Anclaje con barras	x
				Anclaje con dos pesos muertos	x

Continuación Tabla 2...

			Características Constructivas	Forma	¿Qué forma de muelle considera usted que es más atractiva para los usuarios?	Forma Rectangular	x
						Forma L	x
						Forma T	x
						Forma U	x
						Forma F	x
						Otro (especifique)	x
				Dimensiones	Para fines turísticos ¿qué dimensiones recomienda deba tener un muelle flotante?	Respuesta breve	x
Normativas	La normativa es el conjunto de leyes que regula un tema o ámbito determinado. Es una recopilación de las normas que se encuentran vigentes.	Las normas son las que rigen el diseño de los muelles flotantes a través de cálculos para su estructura y funcionalidad, normativas navales, normas de dibujo y normas específicas de los materiales a implementar debido a la zona.	Normas	Nacionales	¿Qué normas nacionales pueden aplicar para la construcción de los muelles flotantes?	Respuesta breve	x
				Internacionales	¿Qué normas internacionales pueden aplicar para la construcción de los muelles flotantes?	Respuesta breve	x
Contenido de la guía	El contenido material o inmaterial, es aquello que está dentro de otra cosa que también puede ser o no corpórea.	El contenido de la guía incluye la información necesaria para brindarle al lector una comprensión con respecto al correcto diseño de muelles flotantes, como ser características constructivas y planos.	Guía	Contenido	¿Qué tipo de contenido considera usted que es imprescindible en una guía de diseño de muelles flotantes?	Generalidades de un muelle flotante	x
						Materiales y maquinaria	x
						Tipología de muelles y usos	x
						Normativas de diseño y construcción	x
						Planos	x
						Mantenimiento preventivo y correctivo	x
						Otro (especifique)	x
						Eléctricos	x
						Servicios de agua	x
				Planos	¿Qué tipo de planos considera son necesarios en una guía de diseño de muelles flotantes?	Detalles de flotadores	x
						Detalles de anclajes	x
						Detalles de la estructura	x
						Fachadas de un muelle flotante	x
						Otro (especifique)	x

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la tabla 2, se concluye que cada una de las dimensiones establecidas con anterioridad contienen indicadores, cada uno de estos generan una pregunta para el desarrollo del cuestionario y así obtener toda la información necesaria para el entregable.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

A continuación, se presentan los instrumentos y técnicas utilizados para la creación de la investigación, como ser el conjunto de softwares, sistemas de redacción, modelo del cuestionario, entrevistas realizadas, reuniones y las revisiones bibliográficas.

4.3.1. INSTRUMENTOS

- Modelo del cuestionario

“Lista de preguntas que se proponen con cualquier fin” (RAE, 2020, párr. 1)

Título		MANUAL DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS, 2021	
1) ¿Existe un muelle turístico en el área donde reside?			
	Si		No
2) En el caso de que su respuesta anterior es si, ¿Cuántas personas considera que visitan el muelle a diario?			
	0 - 50		100 - 150
	50 - 100		Más de 150
3) Un muelle flotante es un tipo de muelle desmontable adecuado para su instalación en un cuerpo de agua. Este tipo de muelle flota sobre el agua en lugar de estar atornillado o fijado a la superficie. A diferencia de los muelles fijos, los flotantes suben y bajan con las fluctuaciones del nivel del agua. ¿Cree usted que la implementación de un muelle flotante funcionaria como atracción turística en la zona?			
	Si		No
4) ¿Cree usted que los muelles flotantes para uso turístico deberían tener la función de atracaderos para embarcaciones pequeñas?			
	Si		No
5) Si su respuesta anterior es si, ¿Cuántos espacios se deberían colocar para las embarcaciones pequeñas?			
	1 a 4		9 a 12
	5 a 8		Más de 12
6) ¿Qué características innovadoras cree que son necesarias a implementar en los muelles flotantes? (Seleccione las que considere necesarias)			
	Iluminación 		Escaleras 
	Estación de electricidad y agua 		Otro
	Bancos 		
7) En el caso de estar a cargo de un muelle, ¿Es capaz de brindarle mantenimiento preventivo y correctivo al mismo?			
	Si		No
8) ¿Cuántas veces al año las autoridades encargadas brindan mantenimiento a los muelles?			
	Una vez		No se le da mantenimiento
	Dos veces		No tengo conocimiento del mantenimiento
	Tres o más veces		
9) ¿Ha estado a cargo del mantenimiento de un muelle?			
kk	Si		No

Ilustración 11 - Encuesta dirigida a los habitantes.

Fuente: (Propia, 2021).

10) Si su respuesta anterior es si, indique el tipo de muelle y qué mantenimiento le brindaba. (Si su respuesta anterior es no, coloque "Ninguno")			
	Si		No
11) ¿Qué tipo de mantenimiento le podría brindar a un muelle flotante?			
	Limpieza		Reemplazo de piezas
	Lubricación		Otro
	Ajustes		
12) ¿Qué forma de muelle considera usted que es más atractiva?			
	Forma Rectangular		Forma de U
	Forma de L		Forma de F
	Forma de T		Otro
13) ¿Qué material considera usted que debería de ser utilizado para la construcción de muelles flotantes?			
	Madera		Polietileno alta densidad
	Concreto		Plástico
	Acero		
14) Para fines turísticos ¿qué largo considera deba tener un muelle flotante?			
	15 metros		31 - 45 metros
	16 - 30 metros		Más de 45 metros
15) Para uso turístico ¿qué ancho considera deba tener un muelle flotante?			
	1 metro		5 - 7 metros
	2 - 4 metros		Más de 7 metros
16) ¿Se sentiría seguro utilizando este tipo de estructuras flotantes?			
	Si		No

Ilustración 12 - Encuesta dirigida a los habitantes.

Fuente: (Propia, 2021).

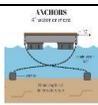
Título		MANUAL DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS, 2021	
1) ¿Ha tenido participación directa o indirecta en el proceso constructivo de un muelle?			
	Si		No
2) ¿Qué tan factible considera sea la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras para uso turístico? (Siendo 1 No factible y 5 Muy factible)			
	1		4
	2		5
	3		
3) ¿Qué tan novedoso considera sea la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras para uso turístico? (Siendo 1 No factible y 5 Muy factible)			
	1		4
	2		5
	3		
4) En base a su experiencia, considerando temas de acarreo y disponibilidad ¿Qué material considera es el más idóneo para implementar en esta zona?			
	Madera		Polietileno alta densidad
	Concreto		Plástico
	Acero		
5) En base al material que escogió anteriormente, ¿Qué especificaciones técnicas debe cumplir para poder utilizarlo en la construcción de muelles flotantes? (por ejemplo: para el material cemento debe ser tipo V)			
6) En base al material que escogió, ¿Qué técnicas constructivas considera deba tomarse en cuenta?			
7) Basándose en las técnicas constructivas que escogió, ¿Qué maquinaria o equipo considera necesarios para la elaboración de muelles flotantes?			
8) ¿Qué tipo de anclaje considera que proporcione la mejor estabilidad a la estructura?			
	Anclaje con barras		Anclaje con un peso muerto
	Anclaje con dos pesos muertos		Otro
9) ¿En qué parte del muelle recomienda colocar los anclajes de estabilidad?			
	Solo al final		Al principio, parte central y al final
	Al principio y al final		Otro
	Al final y en la parte central		
10) ¿Qué forma considera es la apropiada para el anclaje con peso muerto?			
	Circular		
	Trapezoidal		
	Cuadrado		

Ilustración 13 - Encuesta dirigida hacia los ingenieros.

Fuente: (Propia, 2021).

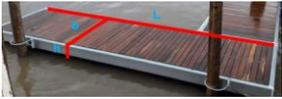
11) ¿Que material recomienda ser el más idóneo para los flotadores del muelle flotantes? (Los flotadores son los encargados de brindarle flotabilidad a la estructura)			
	Polietileno		Concreto
	Plástico		Otro
12) ¿Qué forma de muelle considera usted que es más atractiva para los usuarios?			
	Forma Rectangular		Forma de U
	Forma de L		Forma de F
	Forma de T		Otro
13) Para fines turísticos ¿qué dimensiones recomienda deba tener un muelle flotante para uso turístico? (Respuesta: ancho (b) x altura (h) x largo (L) en metros)			
			
14) ¿De qué manera recomienda anclar el muelle flotante a la orilla?			
	Rampa		Anclaje Barras de Acero
	Pasarela		Otro
15) ¿Cuál es la distancia mínima que debe tener el muelle de la orilla de la costa?			
	1 - 2 metros		4 - 5 metros
	2 - 3 metros		Más metros
16) ¿En qué intervalo de tiempo recomienda que se le debería dar mantenimiento a este tipo de estructuras?			
	Cada 3 meses		Cada 2 años
	Cada 6 meses		Más
	Cada 1 año		
17) ¿Qué estudios se deben realizar para implementar los muelles flotantes en la Costa Norte? (Ejemplo: estudio de mareas, vientos, etc.)			
18) ¿Qué normas nacionales considera se pueden aplicar para el diseño y construcción de los muelles flotantes?			

Ilustración 14 - Encuesta dirigida hacia los ingenieros.

Fuente: (Propia, 2021).

19) ¿Qué normas internacionales considera se pueden aplicar para el diseño y construcción de los muelles flotantes?			
20) ¿Qué tipo de contenido considera usted que es imprescindible en un manual de diseño de muelles flotantes? (Selección múltiple)			
	Generalidades		Planos
	Materiales y Maquinaria		Mantenimiento preventivo y correctivo
	Tipología de muelles y usos		Otro
	Normativas		
21) ¿Qué tipo de planos considera son necesarios para el diseño de muelles flotantes? (Selección múltiple)			
	Planos de instalaciones eléctricas		Planos del sistema de anclajes
	Planos de instalaciones sanitarias e hidráulicas (Si aplica)		Detalles de rampas de anclaje
	Planos constructivos y detalles de flotadores (dependiendo del material)		Planos de montaje y desmontaje
	Secciones (longitudinal, transversal o las que sean necesarias)		Detalles de conexiones entre módulos
	Fachadas o alzados		Otro
	Detalles constructivos y arquitectónicos		

Ilustración 15 - Encuesta dirigida hacia los ingenieros.

Fuente: (Propia, 2021).

- Microsoft Word

“Es un procesador de textos, lo que quiere decir que es una aplicación que se usa para procesar, formatear, manipular, guardar, imprimir, compartir, etc. un documento basado en texto, incluye opciones como el corrector ortográfico, corrector gramatical, formato de texto y más” (Apen, 2016, párr. 2). Este instrumento se utilizó para la redacción del documento de investigación.

- Microsoft Excel

“Es un programa para el análisis de datos. Se basa en una hoja de cálculo, que contiene una serie de columnas y filas, donde cada intersección de una columna y una fila es una “celda”. Cada celda contiene un punto de datos o una pieza de información” (Apen, 2016, párr. 1). El uso que se le brindo a Excel fue el desarrollo de tablas para brindarles un orden a las mismas.

- Google Meets

“Google Meet es la aplicación de videoconferencias de Google, para navegadores web y dispositivos móviles, enfocada al entorno laboral y que sustituye a Google Hangouts, dentro de G-Suite, el pack de aplicaciones de Google para profesionales” (Vicent, 2020, párr. 2). Esta aplicación se utilizó para las reuniones de grupo con el fin de realizar los capítulos dentro del documento y entregable.

- Google Forms

“Ideal para realizar formularios y encuestas con preguntas de diverso tipo: cortas, más extensas, múltiples, abiertas, desplegables, con respuestas obligatorias u opcionales” (Pronectis, 2020, párr. 1). Esta herramienta se utilizó para crear el formulario y de la misma forma, la fuente donde se recopiló la información con respecto a las respuestas brindadas por los encuestados.

- PowerPoint

“PowerPoint es un paquete completo de herramientas para presentaciones gráficas que ofrece todo lo necesario para producir una presentación profesional: procesamiento de texto, esquemas, dibujos, gráficos, imágenes, prediseñadas y muchas cosas más” (Aguilera, 2017, pág. 71)

- Civil 3D

“El software de diseño para ingeniería civil Civil 3D® es compatible con BIM (modelado de información para la construcción) y proporciona características integradas para mejorar los bocetos, el diseño y la documentación de construcción” (Autodesk, 2021, párr. 1).

- Microsoft Project

“Microsoft Project es un software diseñado por Microsoft y usado por millones de colaboradores, administradores y jefes de proyectos. Tiene diversas funciones, cada una de ellas asignadas para dar seguimiento a procesos, gestionar presupuestos, evaluar ritmos y cargas laborales, asignar recursos, desarrollar planes y más” (Molina A. , 2018, párr. 2).

- Google

“Procesa 1.000 millones de búsqueda diarias, según la propia empresa, y es el sitio web más visitado del mundo” (BBC News Mundo, 2019, párr. 2).

- Canva

“Es una web de diseño gráfico y composición de imágenes para la comunicación fundada en 2012, y que ofrece herramientas online para crear” (Fernández, 2020, párr. 3).

- Blackboard

“Blackboard es una plataforma educativa que utiliza una conexión a Internet para brindar acceso a los cursos desde un lugar remoto, de una manera flexible y sencilla para profesores y estudiantes con una cuenta institucional” (Méndez, 2014, pág. 1)

4.3.2. TÉCNICAS



Ilustración 16 - Técnicas de investigación.

Fuente: (Propia, 2021).

La revisión bibliográfica de reglas, normas técnicas, y códigos fue necesaria para el desarrollo de la guía que ayudaron a profundizar los temas en cuestión, asimismo, se tomaron de referencia

proyectos realizados en otros países con resultados positivos que ponen en práctica el mismo concepto y proceso constructivo que se plantea realizar en las zonas de estudio del país. Las entrevistas, que se realizaron mediante plataformas virtuales, fueron una técnica muy útil para recopilar información de expertos que despejaron dudas del tema y nos guiaron en el desarrollo del diseño óptimo para los muelles flotantes.

Las encuestas, las cuales se realizaron por medio de la plataforma Google Forms y se dividieron en dos segmentos, una dirigida hacia los habitantes, que nos permitieron conocer su perspectiva y las necesidades básicas que deberían ser tomadas en cuenta en el diseño de muelles flotantes, y otra encuesta enfocada en ingenieros que nos brindaron su apoyo desde un punto de vista más técnico en cuanto a aspectos constructivos y arquitectónicos de los muelles. Las asesorías también fueron una técnica fundamental, ya que los asesores nos ayudaron a darle forma a esta investigación y el enfoque correcto a la misma.

4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

A continuación, se presenta la población y la muestra a alcanzar para el desarrollo de la investigación, estableciendo el tamaño, el nivel de confiabilidad y los parámetros que esta debe tener para generar valor a los resultados.

4.4.1. POBLACIÓN

La población seleccionada para esta investigación se basa en los habitantes de la Costa Norte de Honduras, principalmente en los individuos que tienen un comercio cerca del área de estudio, como ser restaurantes y hoteles a la orilla de un cuerpo de agua, que se dediquen al turismo y a los expertos en el rubro de la construcción como ser ingenieros civiles que tengan experiencia en muelles flotantes.

4.4.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra se estableció como no probabilística y se determinó a través de la ecuación 1 que se presenta a continuación:

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Ecuación 1 – Muestra no probabilística

Fuente: (Sampieri, 2014)

En la ecuación 1 Se establecen las siguientes variables:

z= porcentaje de confiabilidad (1.65)

p= probabilidad de ocurrencia (0.5)

q= probabilidad de no ocurrencia (0.5)

e= error (0.1)

Los parámetros de la muestra que se consideraron para que el encuestado sea una fuente útil para la investigación, son habitantes de la Costa Norte y usuarios que posean un comercio como ser restaurantes y hoteles en esta zona, principalmente los que están ubicados a la orilla del mar.

Ahora bien, la característica principal que se consideró para los ingenieros civiles es ser expertos en el tema de diseño de muelles flotantes. En este caso, no se utilizó la ecuación no probabilística para obtener el mínimo de encuestados, sino que se obtuvieron la mayor cantidad de expertos que tuvieran conocimiento del tema.

Al compartir la encuesta por diferentes medios, se alcanzaron a 71 Habitantes de la Costa Norte y a 6 ingenieros. Dichos ingenieros son originarios de Chile debido a que tienen experiencia en el diseño y construcción de muelles flotantes.

4.5. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La metodología de estudio de la investigación, como se mencionó anteriormente, es un enfoque mixto, el cual posee ambos, el cualitativo y el cuantitativo.

4.5.1. TIPO DE DISEÑO

En este apartado se presenta la ilustración 11, la cual consiste en el diagrama de diseño de la investigación con respecto a enfoque brindado anteriormente.

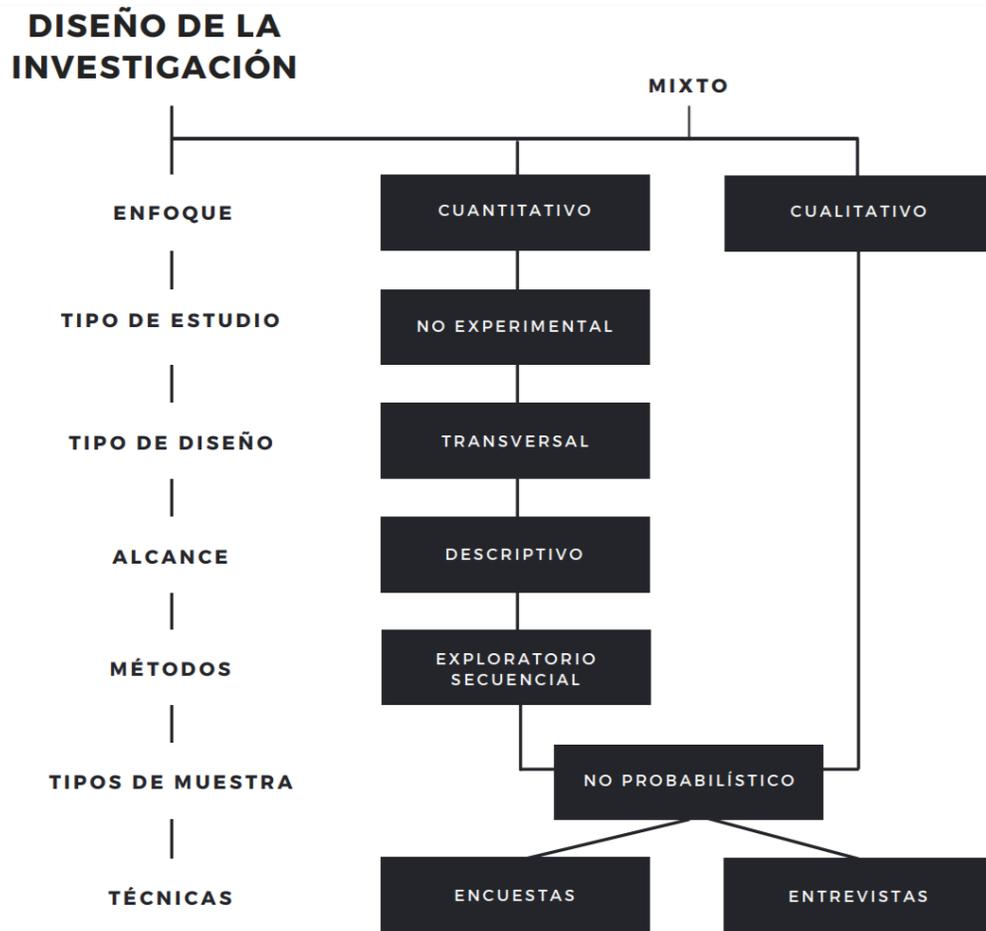


Ilustración 17 - Diagrama de diseño de la investigación.

Fuente: (Propia, 2021).

Con respecto a la ilustración 11, se muestra el enfoque, tipo de estudio, tipo de diseño, alcance, métodos, tipos de muestra y técnicas utilizadas en el desarrollo de la investigación.

Como se mencionó anteriormente, el enfoque del estudio es mixto, ya que contiene ambas características cualitativas y cuantitativas por su recopilación de datos y análisis para solventar la problemática y alcanzar los objetivos establecidos.

El tipo de estudio es no experimental debido a que en el desarrollo de la investigación no se generan ni se manipulan variables o situaciones, como Sampieri (2014) afirma: "En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos" (pág. 152).

El tipo de diseño es transversal ya que se evalúan ciertos aspectos en un punto del tiempo, como ser una situación, comunidad o un evento. Sampieri (2014) afirma: "En estos casos el diseño apropiado (con un enfoque no experimental) es el transversal o transeccional. Ya sea que su alcance inicial o final sea exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo" (pág. 154).

Se definió el alcance de la investigación como descriptivo ya que se considera un estudio, se miden sus conceptos y por consiguiente se definen sus variables. Sampieri (2014) afirma: "Únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren" (pág. 92).

El método se definió como diseño exploratorio secuencial debido a que la recolección y análisis de datos tienen un enfoque mixto. Sampieri (2014) afirma: "El diseño implica una fase inicial de recolección y análisis de datos cualitativos seguida de otra donde se recaban y analizan datos cuantitativos" (pág. 551).

Debido a que no se conoce la población existente de ingenieros civiles, personas que tienen un comercio en la Costa Norte ni a los habitantes de dicha zona, se estableció el tipo de muestra como no probabilística. Las técnicas empleadas a la muestra mencionada anteriormente son encuestas y entrevistas.

4.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta la ilustración 18 que muestra las actividades realizadas para el desarrollo de la investigación desde semana 1 hasta semana 11 que es donde se estima que se completara el documento.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El siguiente capítulo corresponde al análisis de resultados que desglosa la tabulación de los datos obtenidos a través de la aplicación del instrumento investigativo que se dividió en dos secciones, los resultados de los habitantes de la zona costera del norte de Honduras con sus respectivas conclusiones en base a sus respuestas, y los resultados de los ingenieros civiles quienes brindaron su punto de vista técnico y recomendaciones para el desarrollo de la guía. En función de los resultados recopilados mediante las encuestas se estableció el contenido de la guía, que se dividirá en seis capítulos que son los siguientes: Capítulo 1: Tipología de muelles, estructuración, materiales, maquinaria, usos, ventajas y desventajas, Capítulo 2: Normativas base para el diseño de muelles, Capítulo 3: Diseño de muelles flotantes; Capítulo 4: Mantenimiento preventivo y correctivo y Capítulo 5: Planos. Cabe mencionar que se consideró realizar un manual al momento de colocar la encuesta, pero debido a los resultados, disponibilidad y manejo de información, se decidió que el entregable sea una guía.

5.1 TABULACIÓN DE CUESTIONARIOS

A continuación, se muestran las dos encuestas aplicadas, una dirigida a los habitantes de la Costa Norte, especialmente a los comercios ubicados cerca de la playa, con un total de 71 encuestados y otra hacia los ingenieros con un total de seis encuestados, estos originarios de Chile y expertos en el tema de muelles flotantes.

Cabe destacar que las gráficas de los resultados en la encuesta de los habitantes están señalizadas por las siglas H.C.N., que significa Habitantes Costa Norte. Por otro lado, las gráficas en referencia a la encuesta de los ingenieros están señalizadas por las siglas I.E., que significa Ingenieros Expertos.

5.1.1. CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS HABITANTES

La pregunta número uno indica: “¿Existe un muelle turístico en el área donde reside?”, por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 19.

Existencia de los Muelles Flotantes en la zona

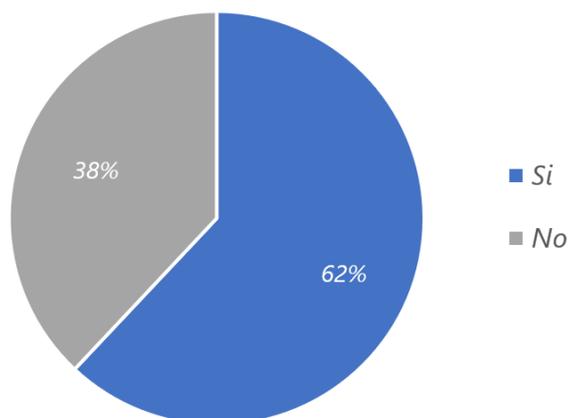


Ilustración 19 - Respuesta a la pregunta #1 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 19, se muestran los resultados con respecto a la primera pregunta, donde el porcentaje mayor, que es de 62%, revela que la mayoría de los usuarios en la Costa Norte localizados cerca de las playas no cuentan con ningún tipo de muelle, mientras que el 38% restante sí. Lo anterior supone que la mayoría de los individuos contestaran las siguientes preguntas con criterio debido a la cercanía que tienen con los muelles y experiencia propia.

La pregunta número dos indica: "¿Cuántas personas considera que visitan el muelle a diario?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 20.

Cantidad de Personas diarias en los muelles

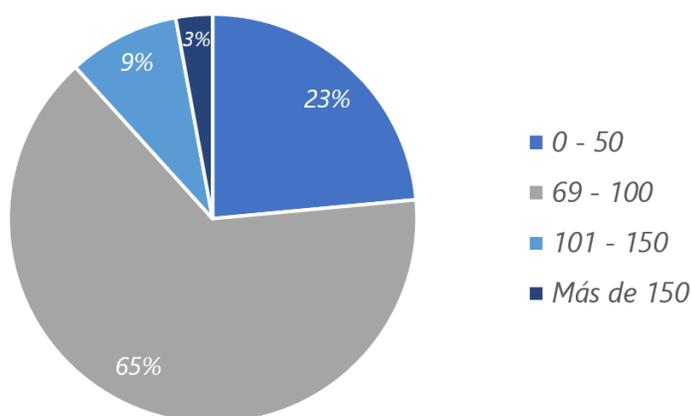


Ilustración 20 - Respuesta a la pregunta #2 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 20, se muestran los resultados con respecto a la segunda pregunta, donde el porcentaje mayor indica que el 65%, esto en representación de los usuarios que sí cuentan con un muelle en la pregunta número uno, revelan que el muelle recibe entre 69 a 100 personas diarias, por lo cual el diseño debe contar con la resistencia para soportar esta cantidad.

La pregunta número tres indica: "¿Cree usted que la implementación de un muelle flotante funcionaría como atracción turística en la zona?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 21.

Implementación de Muelles Flotantes como Atracción Turística

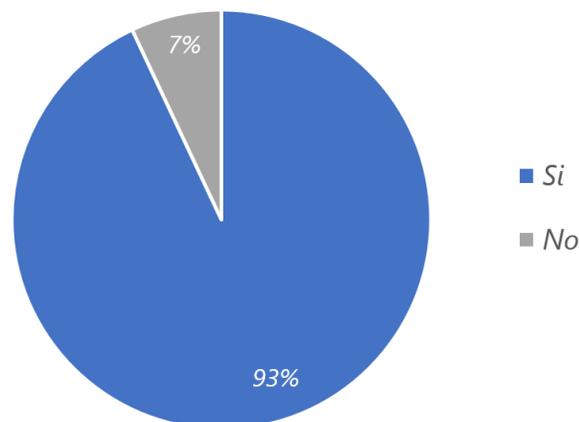


Ilustración 21 - Respuesta a la pregunta #3 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 21, se muestran los resultados con respecto a la tercera pregunta, donde se recopila directamente la opinión de los usuarios sobre a que si creen que este tipo de estructuras atraerían a los turistas a la zona y de esta forma generar mayor ingreso a los comercios cercanos. El 93% de los usuarios establecen que la implementación de un muelle flotante sí funcionaria como atracción turística mientras que el 7% indica que no.

La pregunta número cuatro indica: "¿Cree usted que los muelles flotantes para uso turístico deberían tener la función de atracaderos para embarcaciones pequeñas?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 22.

Función de Muelles Flotantes como Atracadero

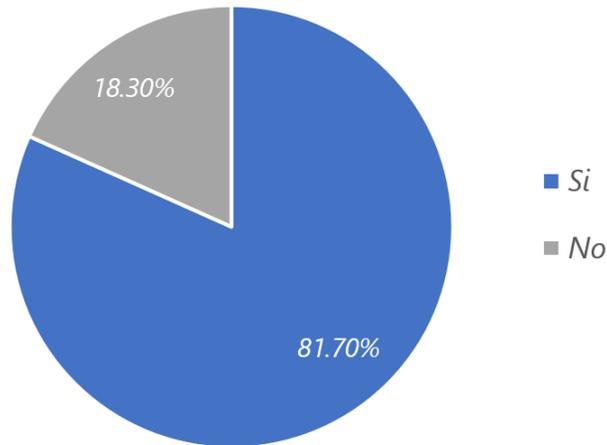


Ilustración 22 - Respuesta a la pregunta #4 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 22, se muestran los resultados con respecto a la cuarta pregunta, donde el porcentaje mayor indica que el 81.7% de los usuarios de la zona creen que el diseño debe considerar tener la función de atracadero para embarcaciones pequeñas, como ser lanchas, por lo cual se debe proponer el espaciado adecuado en la estructura para el posicionamiento de estas.

La pregunta número cinco indica: "¿Cuántos espacios se deberían colocar para las embarcaciones pequeñas?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 23.

Espacios para Embarcaciones Pequeñas

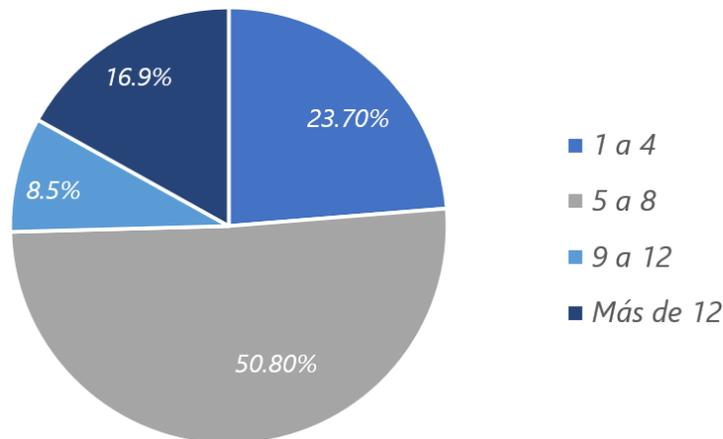


Ilustración 23 - Respuesta a la pregunta #5 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 23, se muestran los resultados con respecto a la quinta pregunta, la cual tiene relación con la información recopilada en la número cuatro, e indica que el 50.8%, en representación de los usuarios que consideran que el muelle si debe tener la función de atracadero, revelan que el diseño contenga entre 5 a 8 espacios para las embarcaciones pequeñas. El otro porcentaje que destaca es el 23.70% de usuarios que indican que el número debe ser entre 9 a 12 espacios.

La pregunta número seis indica: "¿Qué características innovadoras cree que son necesarias a implementar en los muelles flotantes?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 24.

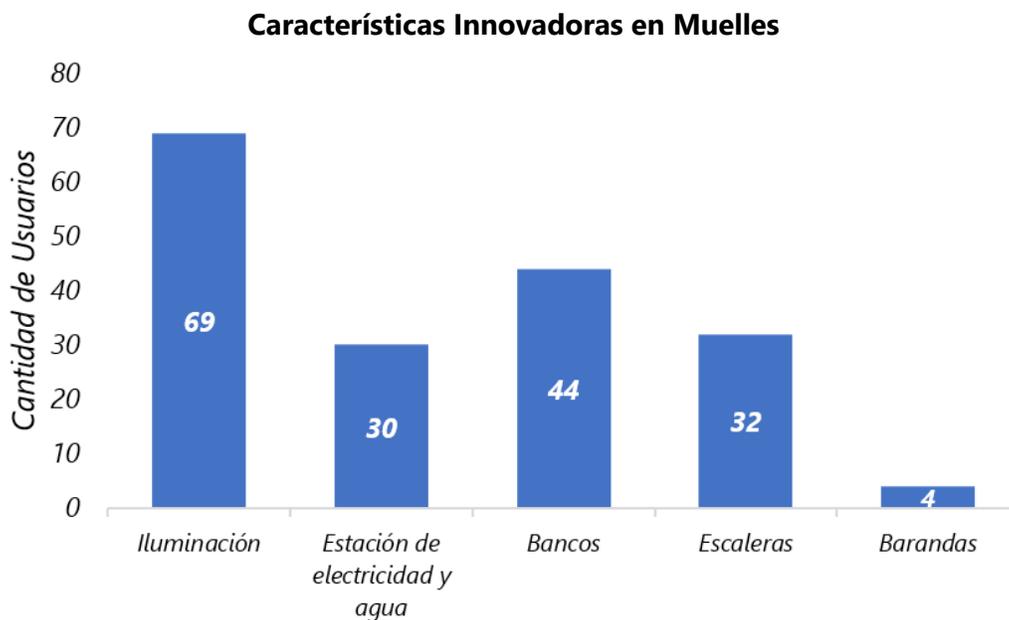


Ilustración 24 - Respuesta a la pregunta #6 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 24, se muestran los resultados con respecto a la sexta pregunta, que tiene como base establecer que características innovadoras les gustaría a los usuarios que se implementaran en el diseño.

Se brindaron cuatro opciones, cabe destacar que se presentaron como opción múltiple, las cuales fueron seleccionadas de la siguiente forma por los encuestados:

- Iluminación: 69 usuarios (97.2%)
- Estación de electricidad y agua: 30 usuarios (42.3%)
- Bancos: 44 usuarios (62%)
- Escaleras: 32 usuarios (45.1%)
- Barandas: 4 usuarios (5.6%)

Se tomarán en cuenta las primeras cuatro opciones debido a que más del 40% de los encuestados las escogieron como necesarias, cabe mencionar que, durante la aplicación de la encuesta, las barandas no se incluyeron dentro de las opciones, pero se muestra que cuatro de los 71 usuarios solicitaron esta opción, por lo que se concluyó que también formarán parte del diseño.

La pregunta número siete indica: "En el caso de estar a cargo de un muelle, ¿Es capaz de brindarle mantenimiento preventivo y correctivo al mismo?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 25.

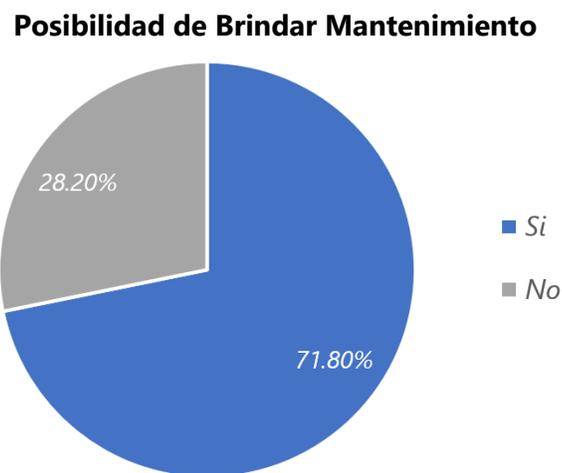


Ilustración 25 - Respuesta a la pregunta #7 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 25, se muestran los resultados con respecto a la séptima pregunta, la cual indica que el 71.8% de los usuarios son capaces de brindarle mantenimiento a un muelle en el caso de estar a cargo del mismo, mientras que el 28.2% no podrían brindar este servicio a la estructura por lo que se debe brindar opciones para todos los usuarios.

La pregunta número ocho indica: "En función de su conocimiento, ¿Cuántas veces al año las autoridades encargadas brindan mantenimiento a los muelles?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 26.

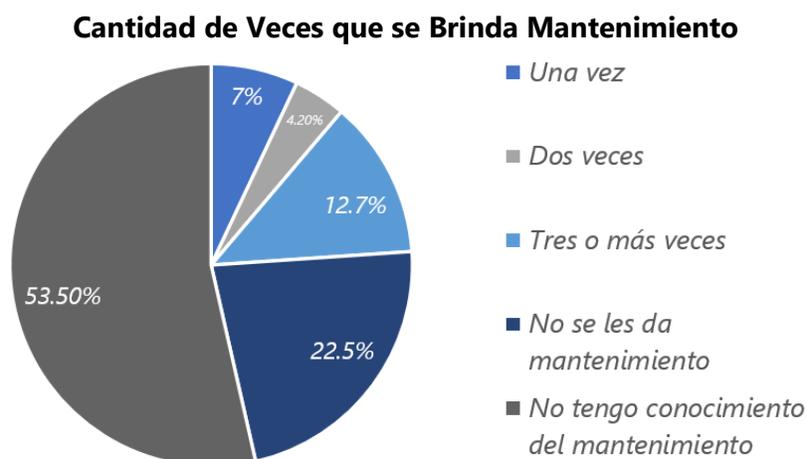


Ilustración 26 - Respuesta a la pregunta #8 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 26, se muestran los resultados con respecto a la octava pregunta, esta tiene como objetivo recopilar información con respecto al mantenimiento que reciben los muelles existentes en la zona de estudio. El mayor porcentaje, que es de 53.5%, indica que no tienen conocimiento con respecto a cada cuanto se les brinda mantenimiento a los muelles. El siguiente porcentaje relevante es de 22.5%, estos usuarios revelan que no se les da ningún tipo de mantenimiento a estas estructuras.

La pregunta número nueve indica: "¿Ha estado a cargo del mantenimiento de un muelle?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 27.

Encargarse del Mantenimiento de un Muelle

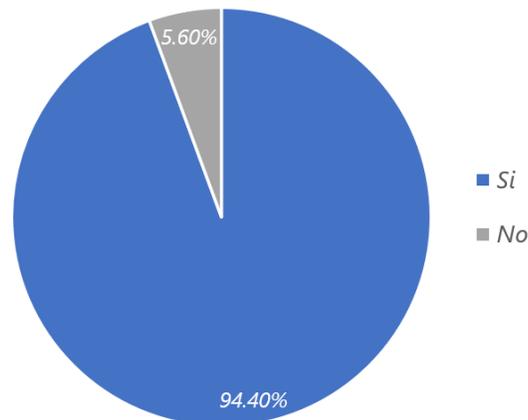


Ilustración 27 - Respuesta a la pregunta #9 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 27, se muestran los resultados con respecto a la novena pregunta, se puede observar que la mayoría de los usuarios no han estado a cargo del mantenimiento de un muelle, representando el 94.4% de los encuestados, por lo cual es importante que los usuarios tengan conocimiento del este, el tipo que se le debe dar a la estructura dependiendo del material y cada cuanto tiempo se le debe brindar para que el muelle tenga una larga vida útil.

La pregunta número diez indica: "Si su respuesta anterior es sí, indique el tipo de muelle y que mantenimiento le brindaba. (Si su respuesta anterior es no, coloque "Ninguno")".

Por consiguiente, se realizó como pregunta abierta para conocer qué tipo de mantenimiento le han brindado a un muelle, en este caso, el 97.18% de los encuestados no han brindado este servicio, mientras que el 1.41%, que representa a uno de los encuestados, ha realizado inspección de barras, deterioro de material y pintura, el 1.41% restante solo pintura. Esto aporta más información con respecto a que tipo de actividades los usuarios son capaces de realizar.

La pregunta número once indica: "¿Qué tipo de mantenimiento le podría brindar a un muelle flotante?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 28.

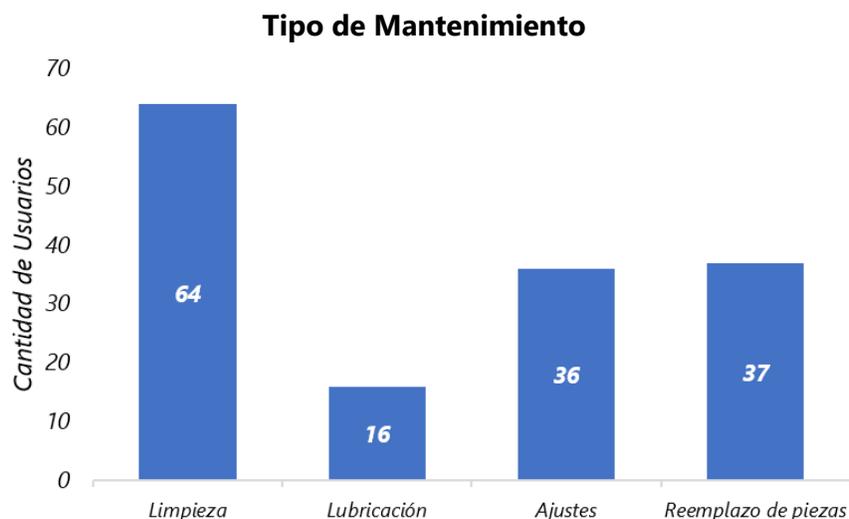


Ilustración 28 - Respuesta a la pregunta #11 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 28, se muestran los resultados con respecto a la pregunta once, se colocaron cuatro opciones de mantenimiento general para conocer qué tipo los usuarios podrían realizar. Cabe destacar que se presentaron como opción múltiple, las cuales fueron seleccionadas de la siguiente forma por los encuestados:

- Limpieza: 64 usuarios (90.1%)
- Lubricación: 16 usuarios (22.5%)
- Ajustes: 36 usuarios (50.7%)
- Reemplazo de piezas: 37 usuarios (52.1%)

Esto indica que la mayoría de los usuarios pueden brindar limpieza al muelle en el caso de estar a cargo de uno, por consiguiente, pueden realizar el reemplazo de piezas que estén en mal estado y así sucesivamente, por lo que es importante brindarles una guía con respecto a estos procedimientos.

La pregunta número doce indica: "¿Qué forma de muelle considera usted que es más atractiva?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 29.

Formas de un Muelle Flotante

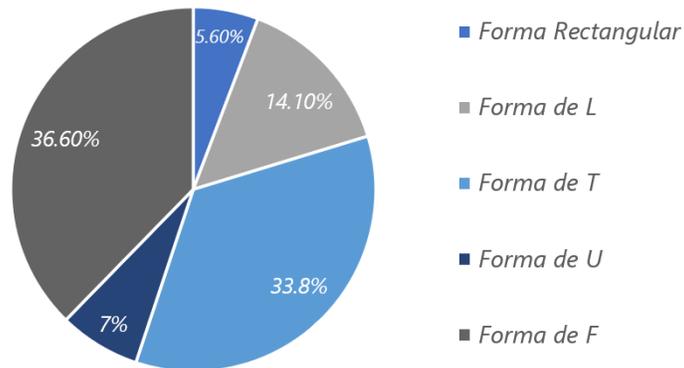


Ilustración 29 - Respuesta a la pregunta #12 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 29, se muestran los resultados con respecto a la pregunta doce, esta indica la forma que los usuarios consideran más atractiva. Como se observa, el 36.60% considera que la forma F es la más adecuada y el 33.8% la forma T, que son los porcentajes más relevantes. Debido a esto, se tomarán en cuenta las dos formas para los diseños a proponer en el entregable, así mismo, se habrá de respetar los resultados de la pregunta número cuatro que establece que los muelles deben tener la función de atracadero para embarcaciones pequeñas.

La pregunta número trece indica: "¿Qué material considera usted que debería ser utilizado para la construcción de muelles flotantes?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 30.

Material Principal para Muelles

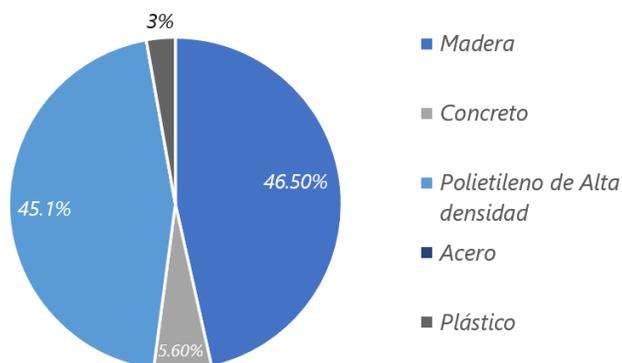


Ilustración 30 - Respuesta a la pregunta #13 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 30, se muestran los resultados con respecto a la pregunta trece. Se hizo la propuesta de los cinco materiales más utilizados en la construcción de muelles flotantes y el que tuvo mayor interés es la madera con un 46.50% y en segundo lugar el polietileno de alta densidad con un 45.1%. Debido a que ambos materiales poseen un porcentaje relevante, estos serán implementados en el diseño.

La pregunta número catorce indica: "Para fines turísticos ¿Qué largo considera habrá de tener un muelle flotante?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 31.

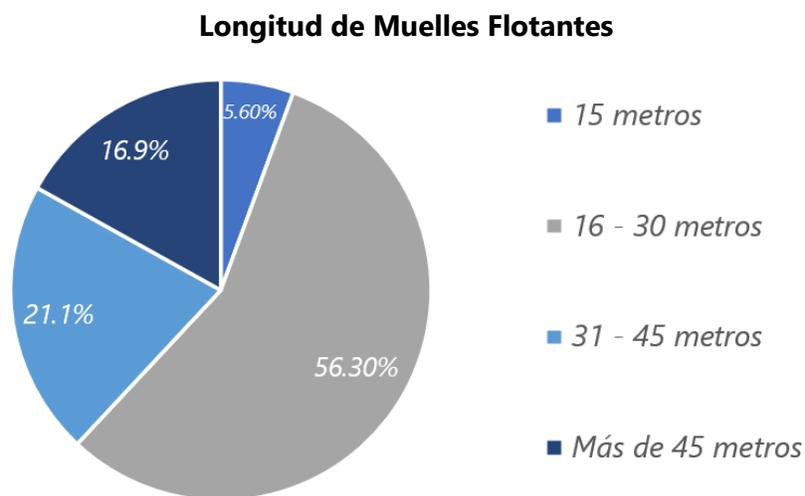


Ilustración 31 - Respuesta a la pregunta #14 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 31, se muestran los resultados con respecto a la pregunta catorce, la cual forma parte de la decisión para realizar el diseño. El porcentaje relevante es de 56.30% e indica que los usuarios prefieren que los muelles flotantes tengan una longitud entre 16 -30 metros.

La pregunta número quince indica: "Para uso turístico ¿Qué ancho considera deba tener un muelle flotante?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 32.

Ancho de Muelles Flotantes

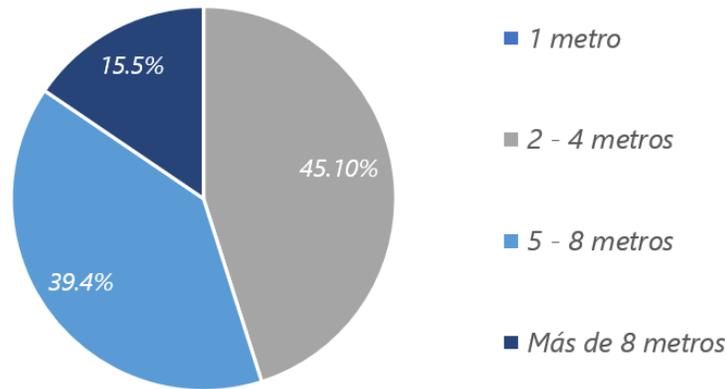


Ilustración 32 - Respuesta a la pregunta #15 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 32, se muestran los resultados con respecto a la pregunta quince, que tienen relación con la anterior e indica que el mayor porcentaje, de 45.10%, considera que el ancho del muelle debe ser entre 2 a 4 metros, así mismo, el 39.4% denota que debe ser entre 5 a 8 metros, por lo que se podrían considerar distancias entre 2 a 8 metros.

La pregunta número 16 indica: "¿Se sentiría seguro utilizando este tipo de estructuras flotantes?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 33.

Seguridad al Usar Muelles Flotantes

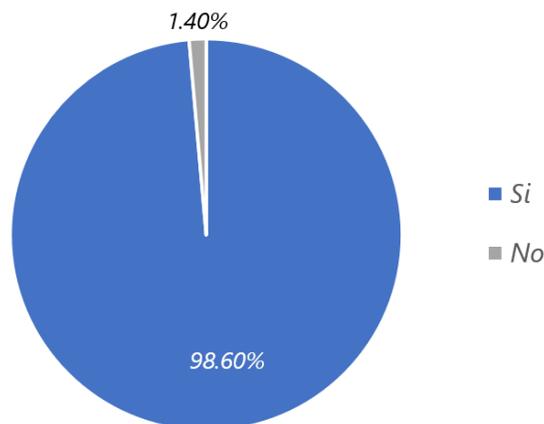


Ilustración 33 - Respuesta a la pregunta #16 H.C.N.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 34, se muestran los resultados con respecto a la pregunta dieciséis, la cual es de suma importancia ya que recopila la opinión personal de los usuarios con respecto a si se

sienten seguros utilizando muelles flotantes. El 98.60% indica que sí se sentirían seguros mientras el 1.40% indica que no.

5.1.2. CUESTIONARIO DIRIGIDO A LOS INGENIEROS

La pregunta número uno indica: “¿Ha tenido participación directa o indirecta en el proceso constructivo de un muelle?”, por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 34.

Participación en la construcción de un Muelle Flotante

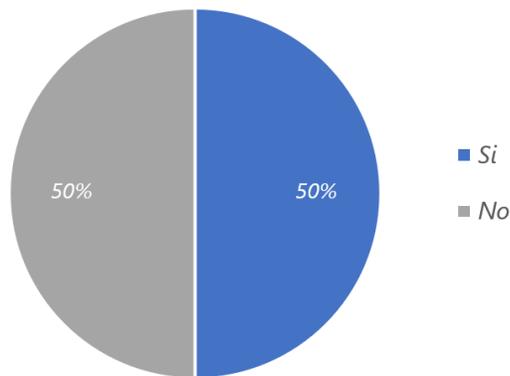


Ilustración 34 - Respuesta a la pregunta #1 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 34, se muestran los resultados con respecto a la primera pregunta, donde se buscaba tener una respuesta directa de sí o no por parte de los ingenieros civiles con respecto a si habían tenido algún tipo de participación en el proceso constructivo de un muelle, el total de las respuestas fueron seis usuarios, donde los datos obtenidos fue de un 50% que sí habían tenido participación directa o indirecta en la construcción de un muelle, que equivalen a tres ingenieros, y el otro 50% que no, que de igual forma equivale a la otra mitad de los encuestados, tres.

La pregunta número dos indica: “¿Qué tan factible considera sea la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras para uso turístico? (Siendo 1 No factible y 5 Muy factible)”, por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 36.

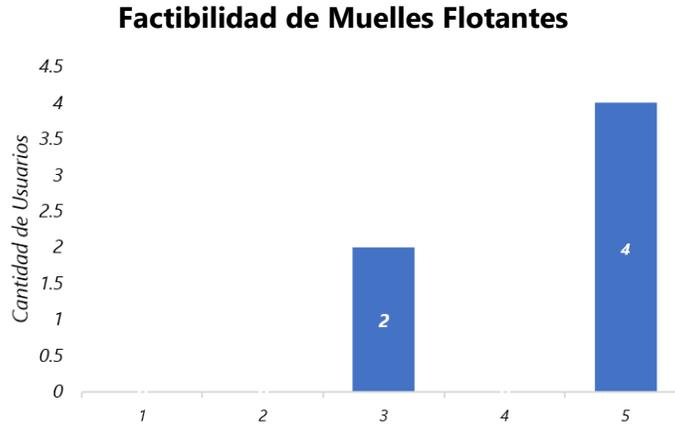


Ilustración 35 - Respuesta a la pregunta #2 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 35, se muestran los resultados con respecto a la segunda pregunta, donde se observan las respuestas en cuanto a la factibilidad de implementar muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, siendo 1 no factible y 5 muy factible. Los datos obtenidos para una puntuación de tres fueron del 33.3% que representa a dos de los encuestados, y un 66.7% para la respuesta 5 (muy factible) que representa a cuatro de los encuestados, en conclusión, se determinó que existe un alto nivel de factibilidad para implementar este tipo de estructuras en las zonas costeras al norte del país.

La pregunta número tres indica: "¿Qué tan novedoso considera sea la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras para uso turístico? (Siendo 1 no novedoso y 5 Muy novedoso)", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 36.

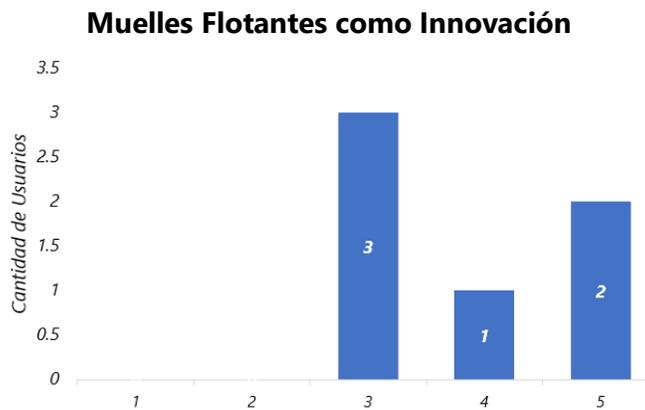


Ilustración 36 - Respuesta a la pregunta #3 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 36, se muestran los resultados con respecto a la tercera pregunta, donde se observan gráficamente las respuestas en cuanto a qué tan novedoso es implementar muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, siendo 1 no novedoso y 5 muy novedoso. Los datos obtenidos para una puntuación de 3 fueron del 50% que representa a 3 de los encuestados, para la puntuación 4 un 16.7% que representa 1 de los encuestados, y para la respuesta 5 (muy novedoso) un 33.3% que representa a 2 de los encuestados, en conclusión, se determinó que existe un alto nivel de innovación para el sector al implementar este tipo de estructuras en las zonas costeras al norte del país.

La pregunta número cuatro indica: "En base a su experiencia, considerando temas de acarreo y disponibilidad, ¿Qué material considera es el más idóneo para implementar en esta zona?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 37.

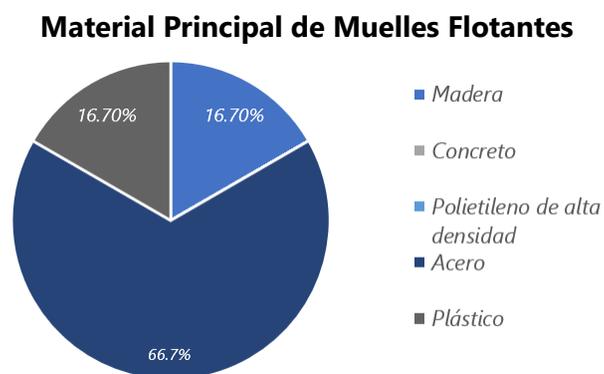


Ilustración 37 - Respuesta a la pregunta #4 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 37, se muestran los resultados con respecto a la cuarta pregunta, donde los porcentajes de mayor a menor representan la idoneidad de los materiales en relación con su disponibilidad y temas de acarreo. En base a los obtenido de la encuesta, cuatro ingenieros consideran el acero el material más idóneo, que representa el 66.7%, uno de los encuestados indica el plástico es el indicado para un 16.7% y otro ingeniero que la madera es el material idóneo para un 16.7%. Sin embargo, estas respuestas fueron tomadas de expertos de Chile, quienes en su experiencia y su lugar de residencia (Chile) establecen que el acero es el material más idóneo debido a que en este país el material se encuentra muy fácilmente, por lo que, el material de

diseño se basará en las respuestas obtenidas de la encuesta de los habitantes de la Costa Norte que se resume en el diseño de muelles flotantes de madera y polietileno de alta densidad.

Las preguntas de repuestas breve que corresponden de la cinco a la siete del cuestionario dirigido a los ingenieros fueron omitidas debido a que las respuestas se basaron en el material acero, siendo este un material no escogido para el diseño final de muelle flotantes debido a que los expertos encuestados no residen en el país, siendo estos extranjeros específicamente de Chile. De igual forma, se presentan a continuación:

La pregunta número cinco indica: "En base al material que escogió anteriormente, ¿Qué especificaciones técnicas debe cumplir para poder utilizarlo en la construcción de muelles flotantes? (por ejemplo: el material cemento debe ser tipo V)", por consiguiente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Respuesta #1: "El material dependerá del uso del muelle. No es lo mismo si se requiere tránsito de carga o vehículos que si es sólo para personas o si es para fondear embarcaciones de manera permanente."

Respuesta #2: "Primero limpiamos las playas y reciclamos el material utilizable."

Respuesta#3: Es importante el recubrimiento o pintura de la madera para evitar el ataque de hongos por variabilidad de la humedad."

Respuesta #4: "Acero naval."

Respuesta #5: "Acero estructural con tratamiento galvanizado."

Respuesta #6: "Acero galvanizado, pasadores de inox, uniones de goma, etc."

La pregunta número seis indica: "En base al material que escogió, ¿Qué técnicas constructivas considera deban tomarse en cuenta?", por consiguiente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Respuesta #1: "Hacer una mezcla con resina."

Respuesta #2: "Se puede dejar la madera por un tiempo debajo del agua para que la sal la proteja de los hongos y que se utilice para los herrajes de unión, metales resistentes a la corrosión."

Respuesta #3: "Es necesario contar con espacios amplios para su construcción e infraestructura para su traslado e instalación."

Respuesta #4: "Debe ser de construcción modular, unido mediante pasadores. La estructura de cada módulo del ser soldada."

Respuesta #5: "Nuevamente, dependerá del uso. Lo más recomendable es que sea pre armado."

Respuesta #6: "Naturales de construcción de artefactos navales."

La pregunta número siete indica: "Basándose en las técnicas constructivas que escogió, ¿Qué maquinaria o equipo considera necesarios para la elaboración de muelles flotantes?", por consiguiente, se obtuvieron los siguientes resultados:

Respuesta #1: "Bases de madera para mejorar la torsión y el deslizamiento del muelle."

Respuesta #2: "No se requeriría de maquinaria más que herramientas manuales como taladros o martillos."

Respuesta #3: "Remolcadores de alta capacidad de tiro y grúas para el movimiento de perfiles, además de soldadores calificados."

Respuesta #4: "Soldadura mediante arco sumergido."

Respuesta #5: "Camión con grúa móvil y embarcaciones menores."

Respuesta #6: "Maquinaria básica de soldadura, piscina de galvanizado, mecanizado de piezas."

La pregunta número ocho indica: "¿Qué tipo de anclaje considera que proporcione la mejor estabilidad a la estructura?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 38.

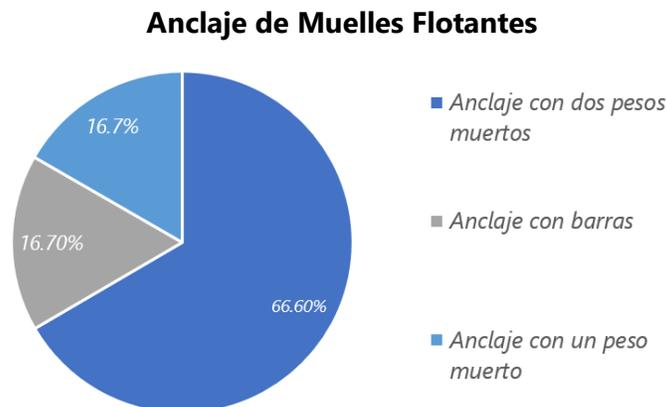


Ilustración 38 - Respuesta a la pregunta #8 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 38, se muestran los resultados con respecto a la octava pregunta, el porcentaje relevante es de 66.6% y este indica que el mejor anclaje para proveer estabilidad a la estructura es el anclaje con dos pesos muertos, por lo cual será el tipo por considerar en el diseño.

La pregunta número nueve indica: "¿En qué parte del muelle recomienda colocar los anclajes de estabilidad?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 39.

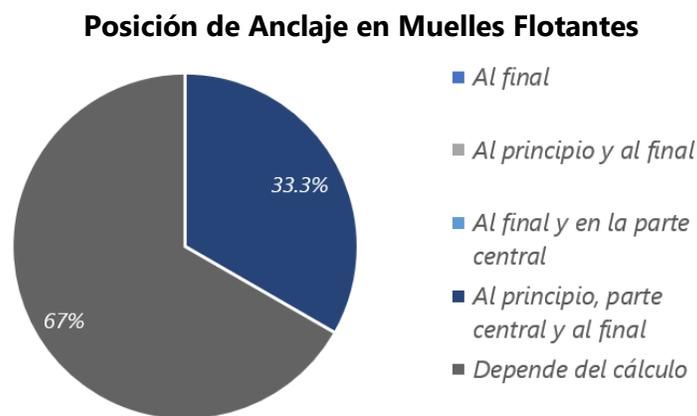


Ilustración 39 - Respuesta a la pregunta #9 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 39, se muestran los resultados con respecto a la novena pregunta, la cual tiene como finalidad identificar el posicionamiento de los anclajes en la estructura del muelle flotante. El resumen de los resultados fue el siguiente: Al final con un 0%, Al principio y al final con un 0%, Al final y en la parte central con un 0%, y Al principio, al centro y al final con un 33.3% siendo 2 de los encuestados, estas fueron las 4 opciones brindadas en la encuesta, siendo la 5ta opción "otros: especifique" donde los encuestados determinaron que la posición de los anclajes se define mediante cálculos que dependen de la longitud del muelle, condiciones hidrostáticas, y secciones del muelle.

La pregunta número diez indica: "¿Qué forma considera es la apropiada para el anclaje con peso muerto?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 40.

Forma de Anclaje de Peso Muerto

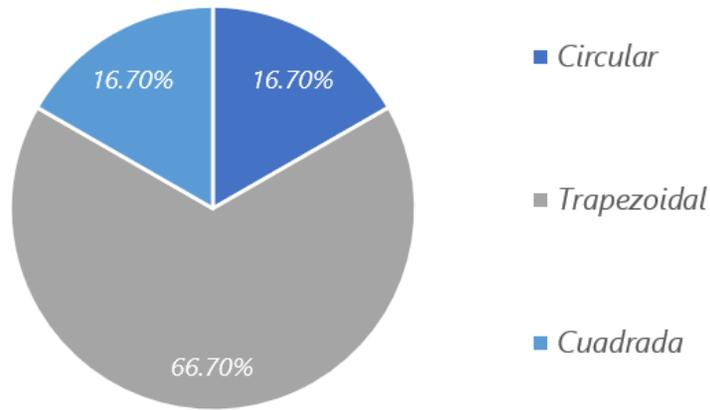


Ilustración 40 - Respuesta a la pregunta #10 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 40, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número diez, la cual indica que la forma ideal es trapezoidal con un 66.70% de usuarios que así lo consideran. No obstante, haciendo referencia a la pregunta número ocho, el diseño del anclaje será con barras, por lo que la forma deja de ser una consideración.

La pregunta número once indica: "¿Qué material recomienda ser el más idóneo para los flotadores del muelle flotantes? (Los flotadores son los encargados de brindarle flotabilidad a la estructura)", por consiguiente, se obtuvieron los resultados a continuación:

Material de Flotadores

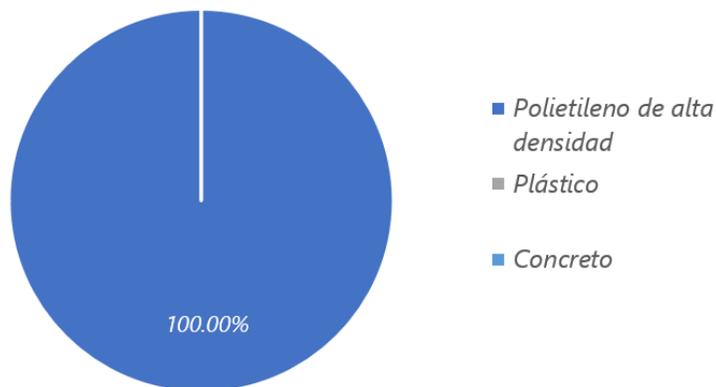


Ilustración 41 - Respuesta a la pregunta #11 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 41, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número once, donde representa los porcentajes del material más idóneo para los flotadores del muelle, siendo el polietileno el material seleccionado con un 100 % debido a que su vida útil y aplicación tiene mayores ventajas que el uso de un material alterno como el concreto o plástico.

La pregunta número doce indica: para fines turísticos "¿Qué dimensiones recomienda deba tener un muelle flotante?", por consiguiente, se obtuvieron dimensiones tentativas que podrían considerarse para un pre-dimensionamiento del muelle flotante, las respuestas fueron las siguientes: Las respuestas fueron expresadas B (ancho), h (alto) y L (largo) en metros:

- 5 m x 1.5 m x 20 m
- 2 m x 0.30 m x 4 m como mínimo y máximo 6 m x 0.30 m x 9m
- 2 m x 0.2 m x 6 m
- 2 m x 0.2 m x 15 m
- Las dimensiones se deben obtener mediante cálculos y una estimación de la cantidad de usuarios del muelle.
- 2 m x 10 m de largo.

En conclusión, para un ancho de muelle se utilizará la media de los resultados obtenidos de la encuesta de los habitantes y la de los ingenieros, dando como resultado un ancho tentativo de 2-3 metros. Para la altura del puente el valor se podría escoger en los intervalos de 0.2-1 metro y para la longitud del puente se obtuvieron respuestas distantes, por lo que, el intervalo a utilizar sería entre 10-20 metros.

La pregunta número trece indica: "¿De qué manera recomienda anclar el muelle flotante a la orilla?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 42.

Tipo de Anclaje a la Orilla

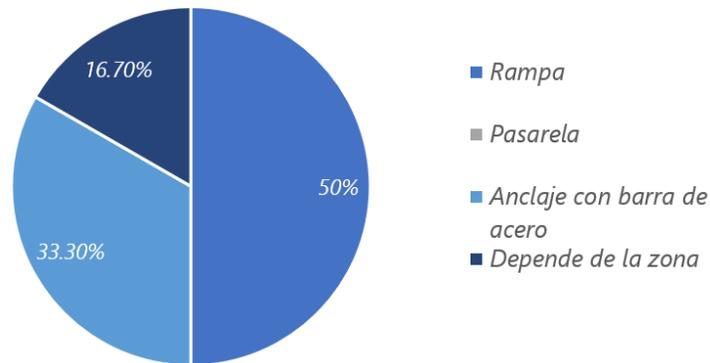


Ilustración 42 - Respuesta a la pregunta #13 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 42, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número trece, donde se muestran los resultados obtenidos en cuanto a la recomendación de anclar el muelle flotante a la orilla, siendo tres opciones las propuestas donde la primera opción de rampas obtuvo un 50% que representa 3 de los ingenieros, las pasarelas como segunda opción obtuvo un 33.3% y uno de los encuestados no seleccionó ninguna de las opciones propuestas y concluyó que el anclaje depende de las características de la costa, amplitud de marea y del uso del muelle. En conclusión, se utilizarán rampas para anclar la estructura flotante a la orilla de la costa.

La pregunta número catorce indica: "¿Cuál es la distancia mínima que debe tener el muelle de la orilla de la costa?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 43.

Distancia Entre el Muelle y la Orilla

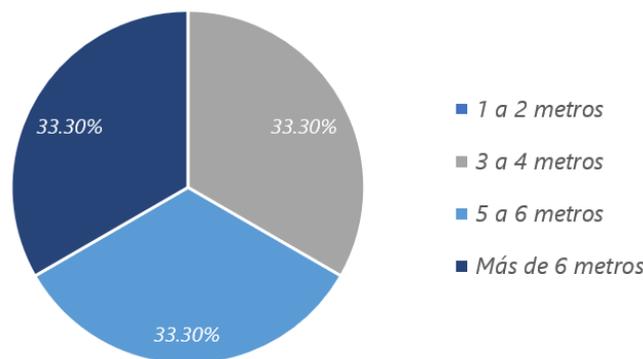


Ilustración 43 - Respuesta a la pregunta #14 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 43, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número trece. Con el fin de conocer cuál es la distancia mínima que debe tener el muelle de la orilla de la costa se propusieron cuatro opciones, donde la primera opción con una distancia mínima entre 1-2 mts tuvo 0%, de 3 a 4 metros tuvo un 33.3% que representa dos de los encuestados, entre 4 y 5 metros tuvo 33.3% y la opción de más de 5 metros también con un 33.3%, por lo que, las tres respuestas fueron parejas y se estimará un promedio de las longitudes para la distancia mínima que se utilizará en el diseño del muelle flotante.

La pregunta número quince indica: "¿En qué intervalo de tiempo recomienda que se le debería dar mantenimiento a este tipo de estructuras?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 44.

Intervalo de Tiempo entre Mantenimiento

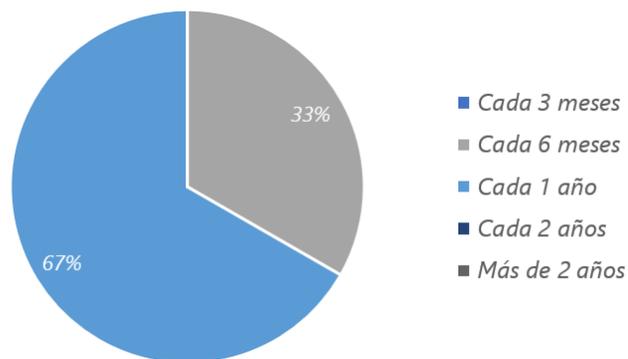


Ilustración 44 - Respuesta a la pregunta #15 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 44, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número trece, los cuales demuestran la recomendación que brindan los ingenieros en cuanto a intervalos de tiempo para el mantenimiento de la estructura, donde cada 6 meses obtuvo una puntuación del 33.3% que representa 2 de los encuestados, y cada 1 año tuvo un 66.7% que equivale a los 4 encuestados restantes, demostrando así que este tipo de muelles requiere de muy poco mantenimiento y una larga vida útil.

La pregunta número dieciséis indica: "¿Qué estudios se deben realizar para implementar los muelles flotantes en la Costa Norte?". Con la finalidad de conocer qué tipo de estudios se deben realizar previamente a la instalación y diseño de un muelle flotante, se realizó esta pregunta, donde los resultados obtenidos reflejan que los estudios más importantes que se deben hacer son los siguientes: Estudios de mareas, correntometría, batimetría (topografía marina), estudio de vientos, tráfico de personas y embarcaciones.

La pregunta número diecisiete indica: "¿Qué normas nacionales considera se pueden aplicar para el diseño y construcción de los muelles flotantes?", por consiguiente, al haber realizado la encuesta a ingenieros de Chile, estos consideraron normas nacionales de su lugar de residencia, en este caso la respuesta obtenida fue el Reglamento para la Construcción, reparación y conservaciones de las naves mercantes y especiales mayores y de artefactos navales, sus inspecciones y su reconocimiento (Chile), por lo que, no tiene validez como norma nacional de Honduras y se considerará como una norma internacional.

La pregunta número dieciocho indica: "¿Qué normas internacionales considera se pueden aplicar para el diseño y construcción de los muelles flotantes?", por consiguiente, al desconocer las normas nacionales, se preguntó acerca de normas internacionales que puedan ser útiles al momento de desarrollar el diseño de muelles flotantes en la presente investigación. Las respuestas obtenidas fueron la norma de Chile, explicada en la pregunta 17-IE, también normas de estándares británicos UK, Ergonomía e inclusión, Det Norske Veritas: Design of offshore steel structures, General (LRFD Method), y Minimum Design Standard Specifications for Floating Facilities desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros civiles del ejército de los Estados Unidos. En conclusión, se utilizarán estas normativas recabando los aspectos más importantes para aplicarlos en el entorno nacional de Honduras.

La pregunta número diecinueve indica: "¿Qué tipo de contenido considera usted que es imprescindible en un manual de diseño de muelles flotantes?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 45.

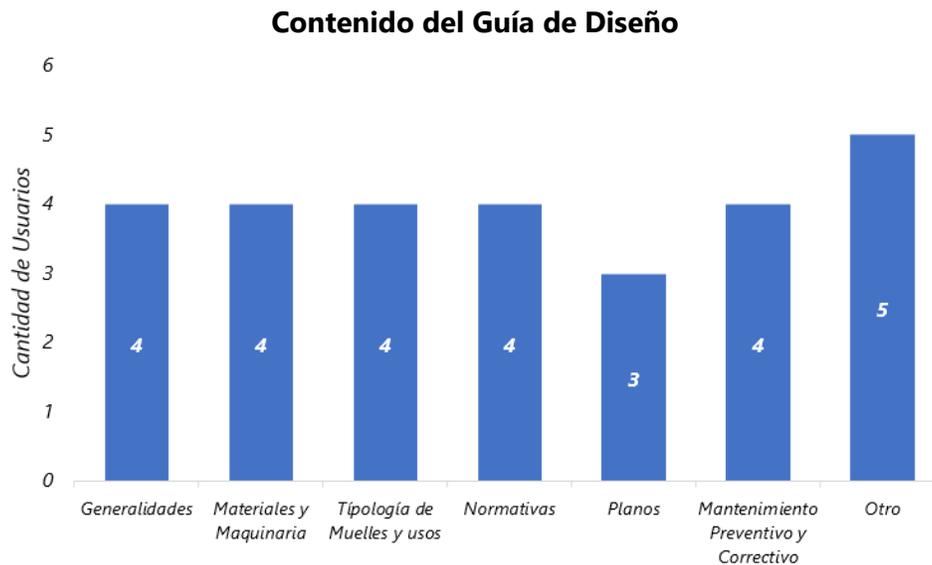


Ilustración 45 - Respuesta a la pregunta #19 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 45, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número trece, se decidió preguntar a expertos qué contenido es imprescindible para un manual de diseño de muelles flotantes, donde las opciones propuestas fueron: Generalidades, Materiales y maquinaria, Tipología de muelles, Normativas, y Planos, siendo todas seleccionadas por parte de los encuestados, y además se obtuvieron otras respuestas y son las siguientes: Memoria de cálculo, estudios del tipo de naves en caso de que funcione como atracadero, Definir estudios de condiciones ambientales y metodología de cálculo de componentes, Antecedentes del sitio como batimetría, estudios de corriente, viento y olas, y criterios de diseño. En base a la retroalimentación por parte de los ingenieros, se decidió el contenido final que contendría el manual y este se dividirá de la siguiente manera: Capítulo 1: Tipología de muelles, estructuración, materiales, maquinaria, usos, ventajas y desventajas, Capítulo 2: Normativas base para el diseño de muelles, Capítulo 3: Diseño de muelles flotantes (muelle de madera y muelle de polietileno); Capítulo 4: Planos y Capítulo 5: Mantenimiento correctivo y preventivo de la estructura.

La pregunta número veinte indica: "¿Qué tipo de planos considera son necesarios para el diseño de muelles flotantes?", por consiguiente, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Ilustración 46.

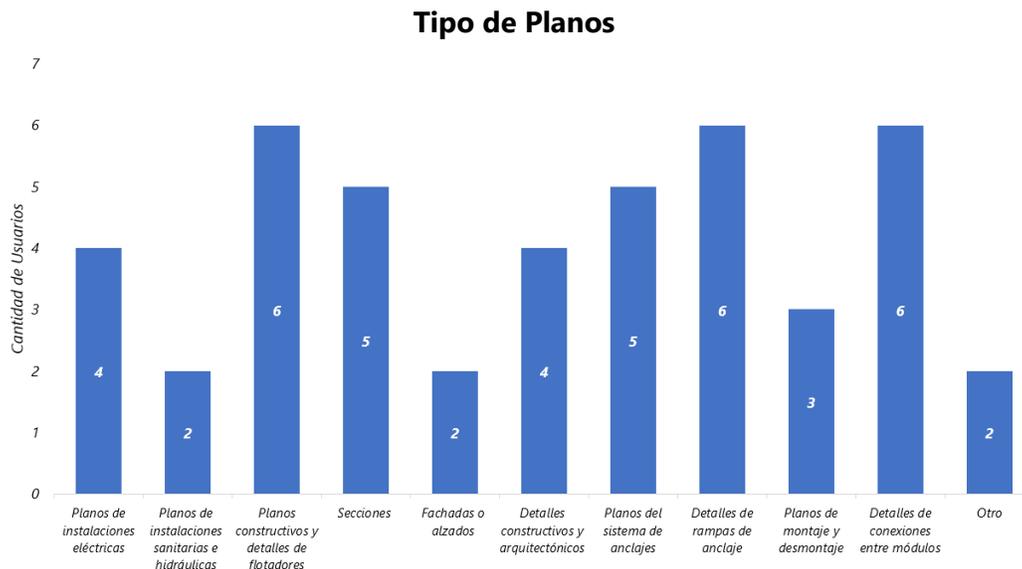


Ilustración 46 - Respuesta a la pregunta #20 I.E.

Fuente: (Propia, 2021).

En base a la ilustración 46, se muestran los resultados con respecto a la pregunta número trece, en la cual se establecieron qué tipo de planos son necesarios para un manual de diseño de muelles flotantes y las respuestas obtenidas fueron las siguientes:

- Planos de instalaciones eléctricas
- Planos de instalaciones sanitarias e hidráulicas (Si aplica)
- Planos constructivos y detalles de flotadores
- Secciones (longitudinal, transversal o las que sean necesarias)
- Fachadas o alzados
- Detalles constructivos y arquitectónicos
- Planos del sistema de anclajes
- Detalles de rampas de anclaje
- Planos de montaje y desmontaje
- Especificaciones de los materiales y cantidades de obra
- Detalles de conexiones entre módulos

5.2 RESUMEN DE VARIABLES

En referencia a las cuatro variables del documento, se recopiló la información presentada con anterioridad a través de dos encuestas dirigidas hacia los habitantes de la Costa Norte e ingenieros expertos.

Con respecto a la primera variable, se dieron a conocer las necesidades de los usuarios entorno a la implementación de los muelles flotantes en la Costa Norte. El 93% de los encuestados indica que creen que esta estructura funcionaria como atracción turística en la zona y el 81.70% establecen que los muelles deberían tener la función de atracadero para embarcaciones pequeñas con cinco a ocho espacios. Así mismo, los habitantes revelan que los muelles deberían tener iluminación, estación de electricidad y agua, bancos y escaleras.

Además, indican que el muelle debe tener forma de F y forma de T, siendo este principalmente de madera y polietileno de alta densidad con una longitud de 16 metros a 30 metros y un ancho entre 2 metros y 8 metros.

Por otra parte, se tiene la segunda variable, a través de la cual se obtienen recomendaciones y requerimientos de los ingenieros. Estos mencionan que para brindarle estabilidad al muelle se debe usar el anclaje con dos pesos muertos y que la posición de estos depende del diseño y cálculo del muelle flotante. Para anclar el muelle a la orilla, recomiendan utilizar una rampa. Así mismo, indican que los flotadores deben ser de polietileno de alta densidad.

Las dimensiones de la estructura mencionaron que el ancho debe ser de 2 metros a 3 metros, la altura entre 0.2 metros a 1 metro y por último el largo entre 10 metros a 20 metros.

La tercera variable habla sobre las normativas, los ingenieros recomendaron las siguientes normativas internacionales: Estándares británicos UK, Ergonomía e inclusión, Det Norske Veritas: Design of offshore steel structures, General (LRFD Method), y Minimum Design Standard Specifications for Floating Facilities desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros civiles del ejército de los Estados Unidos.

Por último, en cuanto a la cuarta variable, el contenido de la guía que los ingenieros recomendaron son los siguientes: Generalidades, materiales, tipología y usos de muelles, normativas, planos y mantenimiento preventivo y correctivo.

5.3 ENTREGABLE

En el siguiente entregable se abordarán los aspectos de los muelles flotantes, como ser los tipos que existen, las partes de su estructura, usos, ventajas y desventajas de forma general, así mismo, las normativas que se utilizaran para el diseño de los dos tipos de muelles flotantes, uno siendo de madera y el otro de polietileno, los cuales fueron escogidos debido a los resultados de las encuestas de los habitantes de la Costa Norte, brindando un ejemplo paso a paso de ambos para realizar cálculos como ser cantidad de flotadores, características del anclaje, fuerzas externas que sufre el muelle, estructuración, etc. y una tabla especificando los materiales. Por último, se presentan los planos correspondientes a los diseños expuestos en el mismo documento.

¿CÓMO SE LEE ESTA GUÍA?

La guía para el diseño de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, consiste en cinco capítulos, los cuales están compuestos de temas y subtemas. Para la fácil comprensión del mismo, a continuación, se presenta la estructura y como se lee:



Ilustración 47 - ¿Cómo se lee esta guía?

Fuente: (Propia, 2021).

GUÍA PARA EL DISEÑO DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS



FELIPE GARCÍA
LAURA ZELAYA

2021



DEDICATORIA

DEDICAMOS ESTA GUÍA DE DISEÑO A NUESTRAS FAMILIAS, AMIGOS,
COMPAÑEROS DE CARRERA Y DOCENTES QUIENES NOS BRINDARON SU APOYO
INCONDICIONAL Y SUS CONOCIMIENTOS A LO LARGO DE ESTA ETAPA
UNIVERSITARIA PARA FORMAR LOS PROFESIONALES QUE SEREMOS.

RESUMEN EJECUTIVO



La guía para el diseño de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, fue creado para aplicar una nueva metodología de muelles como atracción turística en el país para el beneficio de los habitantes e ingenieros civiles, el cual brinda las características de los muelles flotantes, así como los tipos y su estructuración, las ventajas y desventajas, las normativas en las cuales se basa y su diseño.

Esta investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, por medio del enfoque cualitativo se utilizó la entrevista para recopilar información, por otra mano y por el enfoque cuantitativo se tiene un estudio no experimental, el diseño transversal y alcance descriptivo mediante un método exploratorio secuencial con una muestra no probabilística y con la técnica de la encuesta.

A través de la información recopilada, se obtuvo que el 93% de los encuestados consideran que la implementación de muelles flotantes atraería a los turistas a la zona y así mismo, brindaron las características que estos deben tener, como ser el material principal y sus dimensiones.

Esta guía se basa en dos diseños de muelles flotantes, uno de madera y el segundo de polietileno de alta densidad, en base a las necesidades de los habitantes y recomendaciones de los ingenieros expertos, así mismo, fue desarrollado bajo tres normativas, las cuales son: "Especificaciones Estándar de Diseño Mínimo para Instalaciones Flotantes", "Normas Técnicas y Comentarios para Puertos e Instalaciones Portuarias de Japón" y "Flotación del Muelle Dock Builders Supply".

¿CÓMO SE LEE ESTA GUÍA?

La guía para el diseño de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, consiste en cinco capítulos, los cuales están compuestos de temas y subtemas. Para la fácil comprensión del mismo, a continuación, se presenta la estructura y como se lee:



TABLA DE CONTENIDO

01

GLOSARIO

PÁGINA 1

02

ASPECTOS GENERALES DE MUELLES FLOTANTES

PÁGINA 4

03

NORMATIVAS

PÁGINA 24

04

DISEÑO

PÁGINA 37

05

MANTENIMIENTO

PÁGINA 69

PLANOS

PÁGINA 77

GLOSARIO

Acero Galvanizado: El acero es una aleación de hierro con carbono, y el acero galvanizado está procesado con un tratamiento final para recubrirlo con varias capas de zinc.

Aluminio Anodizado: El aluminio anodizado pasa por un proceso empleado para incrementar la capa de óxido en la superficie del aluminio. Al hacerlo, se genera una capa protectora de gran dureza y alta resistencia a la abrasión.

Anclaje: Son dispositivos constituidos por tirantes o por barras rígidas que integradas en un talud de roca o en ciertas partes de una obra, trabajando a tracción, aumentan su resistencia y estabilidad.

Atracadero: Lugar donde pueden atracar sin peligro embarcaciones pequeñas.

Batimetría: La batimetría es el estudio de la profundidad marina.

Buque de Diseño: El BD (buque de diseño), para efectos de diseño estructural, es el buque más grande entre aquellos que se esperan que usen las instalaciones.

Carga Distribuida: Son aquellas que se aplican a toda la longitud de un elemento estructural o a gran parte del mismo. Las cargas distribuidas generalmente actúan sobre gran parte del área del piso.

Carga Muerta: La carga muerta cubre todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo su estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escalera, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación.

Carga Viva: Las cargas vivas son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales tales como viento, sismo, ni la carga muerta.

Concreto Reforzado: El concreto reforzado, también denominado concreto u hormigón armado, es un material compuesto que resulta convencionalmente de la incorporación de barras o mallas de acero en la masa del concreto. En otras palabras, es un concreto que cuenta con armadura metálica interna.

Corriente: En términos generales, movimiento horizontal del agua. Las corrientes se pueden clasificar como corrientes de marea y oceánicas.

Costa: Orilla del mar, de un río, de un lago, etc., y tierra que está cerca de ella.

Elementos Prefabricados: Se le denomina prefabricado a los elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido manufacturados en un área (fábrica) distinta a la de su aplicación.

GLOSARIO

Embarcación: Construcción capaz de flotar, de ser dirigida por el hombre y propulsada por el viento u otro procedimiento; designa especialmente las de poco tonelaje.

Estable: Que se mantiene sin peligro de cambiar, caer o desaparecer. Que permanece en un lugar durante mucho tiempo. Que mantiene o recupera el equilibrio.

Flotabilidad: Cualquier objeto parcial o totalmente sumergido en el líquido experimenta una fuerza de elevación llamada fuerza de flotación. Según el principio de Arquímedes, esta fuerza es igual al peso del fluido desplazado.

Flotadores: Pieza hecha de una materia flotante, como corcho, caucho o plástico, llena de aire en estos últimos casos, que se sujeta al cuerpo de quien se introduce en el agua para evitar que se hunda.

Francobordo: distancia horizontal desde el nivel del agua hacia la parte superior de la estructura.

Mantenimiento: Todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

Marea: Variación periódica del nivel de un cuerpo de agua que asciende y desciende en respuesta a las interacciones gravitacionales entre el Sol, la Luna y la Tierra

Muelles: Construcción al borde del agua adecuada para atracar embarcaciones y facilitar operaciones de embarque y desembarque de mercancías o pasajeros.

Muelles Flotantes: Un muelle flotante es aquel que no tiene su sujeción en el fondo marino o fluvial, aunque también se denominan como tales a aquellos muelles cuya sujeción al fondo tiene cierto grado de flexibilidad.

Muelles Turísticos: El área de embarque está habilitada generalmente para embarcaciones que dan algún servicio a los turistas: Paseo en barco, desplazamientos a zonas de buceo u otras actividades/deportes náuticos, etc. Pueden contar con algún servicio complementario al turista, tipo zona comercial u hostelera.

Pasarela o Puente de Acceso: conectan las costas y los bancos empinados con los muelles o pasarelas para embarcaciones.

Pesos Muertos: Constituye el peso propio de todos los componentes de la estructura en sí misma.

GLOSARIO

Pilote: Elemento de cimentación profunda que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo.

Plywood: La madera contrachapada se elabora pegando láminas finas de chapa de madera las unas contra las otras. El grosor de una lámina individual es de entre 0.2 y 3.2 mm.

Polietileno de Alta Densidad: Proveniente del petróleo, es uno de los plásticos más utilizados para la fabricación de artículos de todo tipo. Por su composición química o física cuenta con características para ser aplicado en diferentes industrias. Se le conoce también como PEAD.

Poliestireno: El poliestireno también se fabrica en forma de material espumoso llamado poliestireno expandido (EPS) o poliestireno extruido (XPS), valorado por sus propiedades de aislamiento y acolchado. El poliestireno en espuma puede tener más de 95 por ciento de aire y se usa como aislante doméstico y de electrodomésticos, envase protector liviano, tablas para surf, servicio de alimentos y envasado de alimentos, repuestos automotrices, sistemas de estabilización de caminos y acotamientos y mucho más.

Turismo: Es un fenómeno social, cultural y económico que supone el desplazamiento de personas a países o lugares fuera de su entorno habitual por motivos personales, profesionales o de negocios. Esas personas se denominan viajeros (que pueden ser o bien turistas o excursionistas; residentes o no residentes) y el turismo abarca sus actividades, algunas de las cuales suponen un gasto turístico.

Vida Útil: Período de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza su ejecución, durante el que debe mantenerse el cumplimiento de las exigencias de la estructura. Durante ese período requerirá una conservación normal, que no implique operaciones de rehabilitación. La vida útil nominal depende del tipo de estructura y debe ser fijada por la Propiedad previamente al inicio del proyecto.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES DE MUELLES FLOTANTES

¿QUÉ ES UN MUELLE FLOTANTE?

PÁGINA 5

TIPOLOGÍA

PÁGINA 6

ESTRUCTURACIÓN

PÁGINA 9

VENTAJAS

PÁGINA 19

DESVENTAJAS

PÁGINA 21

DESVENTAJAS – SOLUCIONES

PÁGINA 22

MUELLE FLOTANTE VS CONVENCIONAL

PÁGINA 23

01



¿QUÉ ES UN MUELLE FLOTANTE?

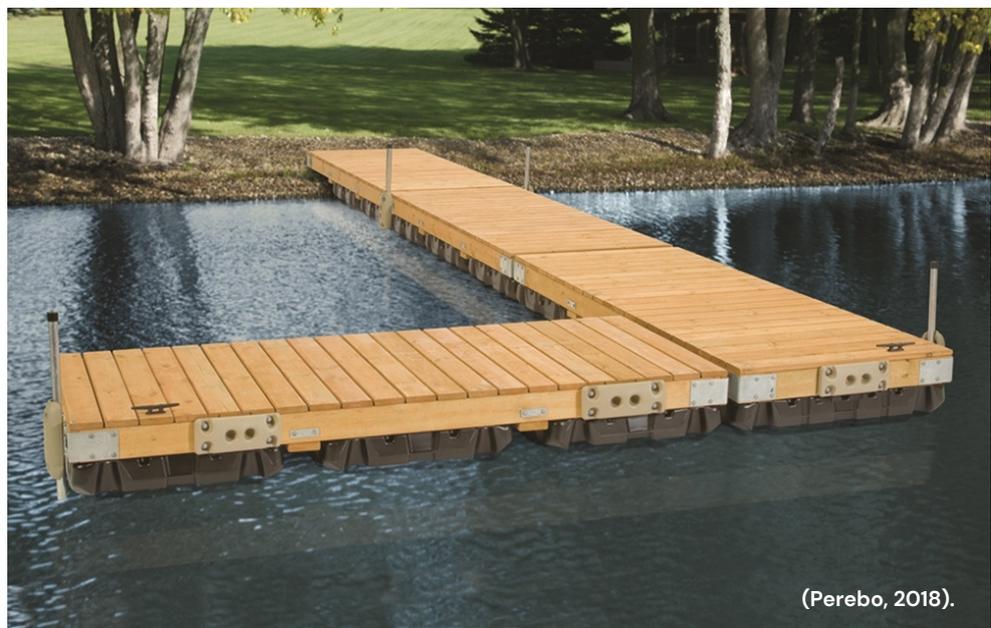
MUELLES FLOTANTES

Un muelle flotante es una estructura que no tiene sujeción con el fondo marino, por lo que flota sobre la superficie del cuerpo de agua, brinda fácil instalación y manejo del mismo. A diferencia de los muelles fijos, los flotantes se mueven a medida que el nivel del agua sube o baja y están fabricados con diferentes materiales, como ser:

- Madera
- Acero
- Polietileno de alta densidad
- Plástico
- Concreto

Así como están hechos de diferentes materiales, tiene diversas formas dependiendo del uso que se les dará, como ser forma en "F", "L", "U", "T" y rectangular. Puede ser utilizado como atracadero, de forma turística, comercial, industrial y residencial. También, constan de diferentes piezas, las principales siendo:

- Plataforma
- Flotadores
- Fingers
- Anclajes
- Conexiones de Acceso
- Sistemas de Defensa
- Accesorios



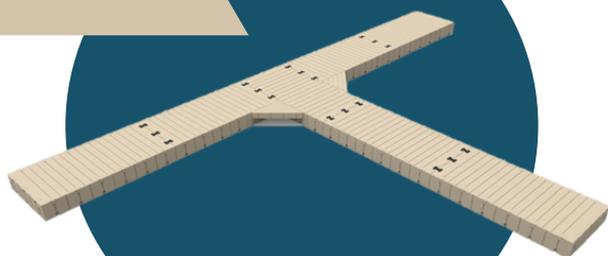
(EZDocks, 2020, párr. 3)

(Perebo, 2018).

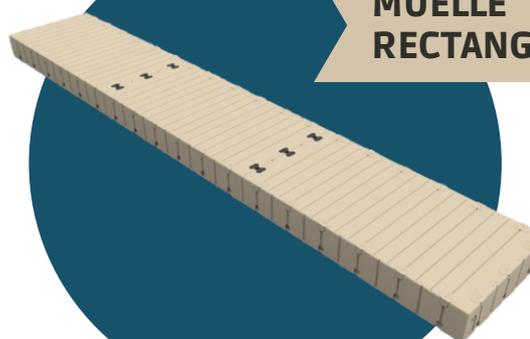
TIPOLOGÍA

SEGÚN SU FORMA:

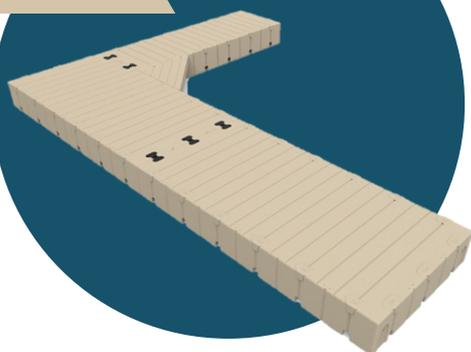
MUELLE EN "T"



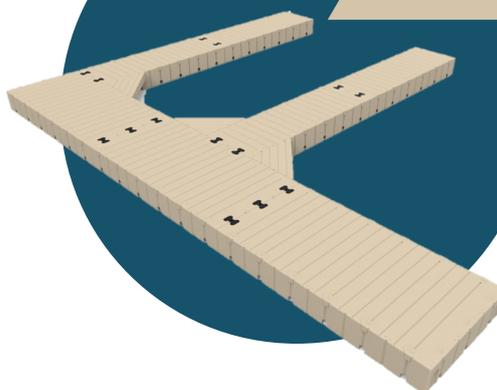
MUELLE RECTANGULAR



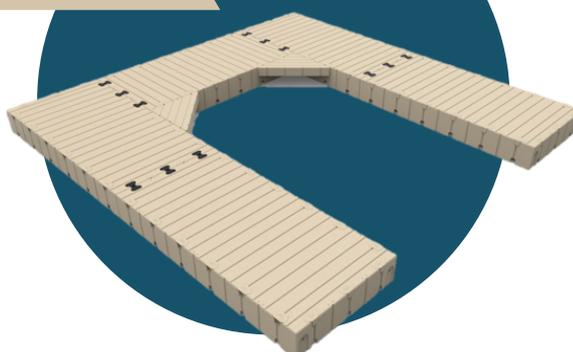
MUELLE EN "L"



MUELLE EN "F"



MUELLE EN "U"



SEGÚN SU FUNCIONALIDAD:

TURÍSTICOS



Se utilizan para ser colocados cerca de restaurantes, hoteles, campamentos u otro lugar relacionado al turismo que este frente al mar para desarrollar actividades como ser pesca, buceo, eventos especiales, plataforma de natación, atracar embarcaciones pequeñas, etc. Brindan comodidad y atraen a los clientes a utilizarlos y consumir en los lugares ubicados en la zona.

COMERCIAL



Los muelles flotantes para uso comercial están destinados a recibir cargamento, por lo cual su estructura debe poseer las características para recibir, atracar y soportar este tipo de actividades y naves.

RESIDENCIAL



Para uso residencial, tiene las mismas características que el muelle flotante turístico, con la diferencia que este es colocado frente a una vivienda, por lo cual el peso y tamaño se reducen por la cantidad de personas a utilizarlo en comparación a uno diseñado para el público general.

INDUSTRIAL



Los muelles industriales tienen el objetivo de brindar una opción que facilite y beneficie las actividades que enriquecen la industria ubicadas en un cuerpo de agua o cerca del mismo. Existen diferentes aplicaciones, como ser transporte de sedimentos, plataformas de trabajo, batimetría, etc.

SEGÚN SU MATERIAL :

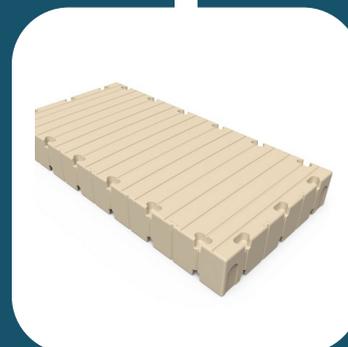
MADERA



ACERO



CONCRETO

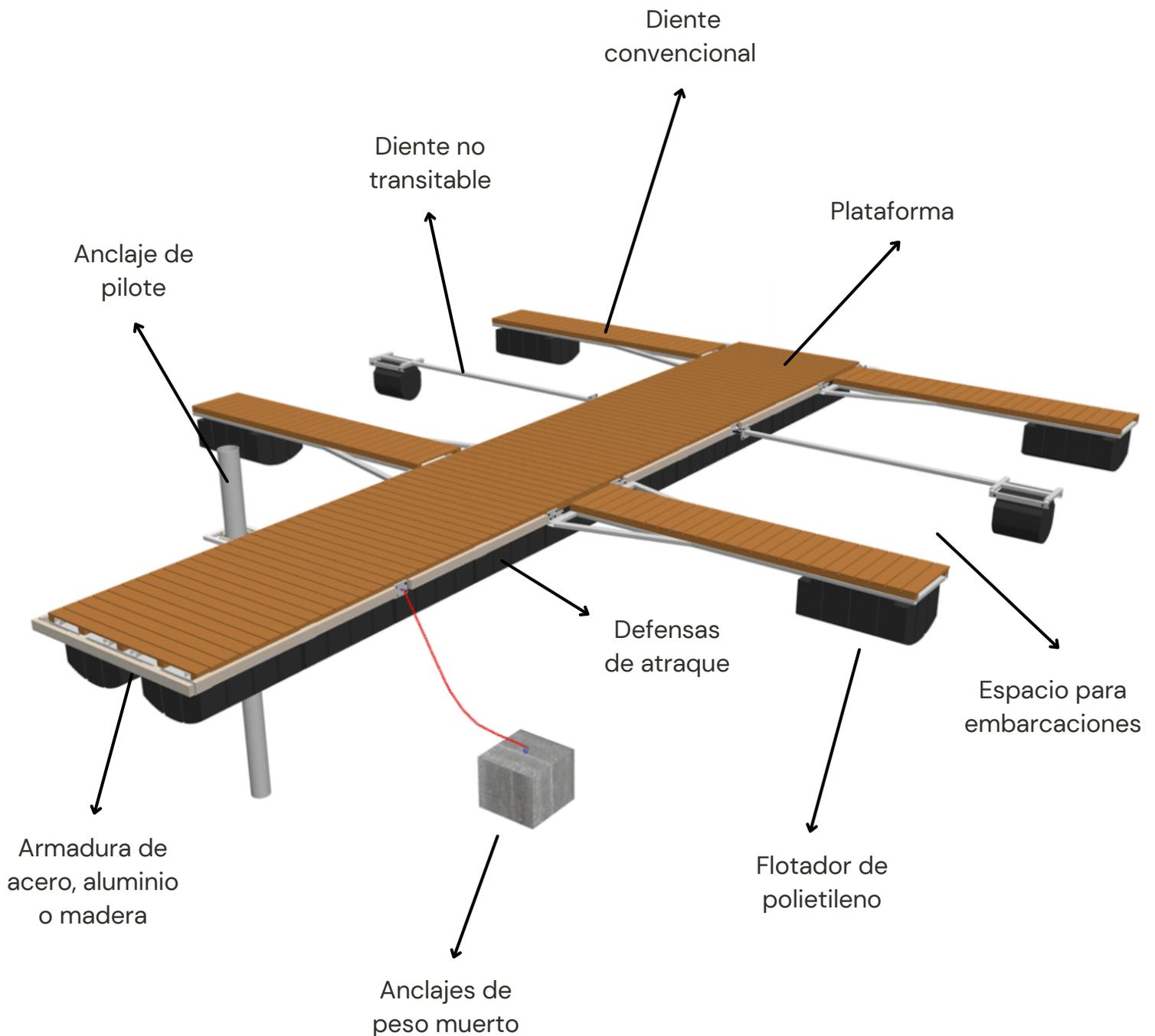


POLIETILENO

PLÁSTICO

ESTRUCTURACIÓN

PARTES DE UN MUELLE FLOTANTE:



(Perebo, 2018)

PLATAFORMA:

La plataforma es la parte superior de la estructura, en otras palabras, la cubierta de un muelle, la cual puede ser de madera, aluminio o plástico. Esta parte debe ser resistente y antideslizante, ya que en esta pieza es donde se encuentra el traslado de personas o cargamentos.

FLOTADORES:

Los flotadores se utilizan para brindarle flotabilidad al muelle, se colocan en la parte inferior de la estructura y la cantidad a colocar depende del tamaño, forma y uso que tendrá el muelle.

Existen dos tipos de materiales para los flotadores:

- Concreto
- Polietileno de Alta Densidad

CONCRETO:

Los flotadores de concreto ofrecen mayor estabilidad a la estructura, son utilizados mayormente en muelles flotantes cuya plataforma es estrecha y en zonas donde la marea es alta.

También es el ideal para estructuras que son reforzadas y pesadas ya que su gran capacidad de flotación permite soportar estructuras con capacidades de carga de hasta 350 kg/m².

Su estructura se basa en poliestireno expandido en el centro cubierto con una capa de hormigón con árido fino y reforzado con una armadura interna de acero inoxidable.



POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD:

Los flotadores de polietileno de alta densidad están anclados en la parte inferior de la estructura, usualmente se colocan en dos alineaciones paralelas para brindar mayor estabilidad al muelle flotante. Existen dos tipos, los que están huecos y los flotadores rellenos de poliestireno.

El flotador hueco es más ligero, con mayor facilidad de movimiento y menos costoso. Sin embargo, si este llega a ser golpeado, se tendría que reemplazar en su totalidad ya que se llenaría de agua rápidamente.

Por otro lado, los flotadores que están rellenos de poliestireno son más pesados y robustos, pero le brindan mayor estabilidad al muelle. Son resistentes a impactos y a perforaciones, ya que pueden pasar varios años antes de que el flotador pierda su eficiencia debido a que el poliestireno evitaría que este se llene de agua y se hunda.



MODULARES:



Existe otro tipo de flotadores de polietileno de alta densidad, los cuales no requieren una plataforma sobre ellos, a estos se les llama flotadores modulares. Su estructura está basada en la conexión de bloques de polietileno de forma individual, lo cual brinda una personalización única ya que se puede armar como un rompecabezas de la forma que se requiera. Tiene la ventaja de tener fácil instalación y movilización.

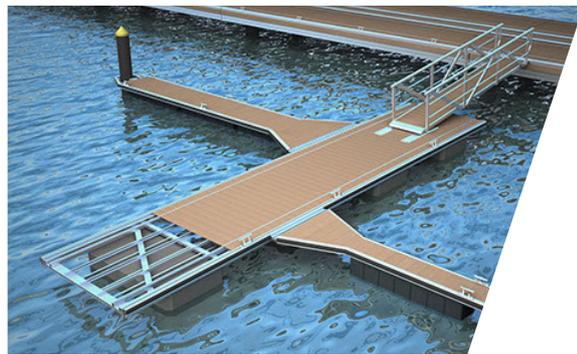
FINGERS (DIENTES):

Los fingers, también llamados dientes o salidas, tienen las mismas características de la estructura principal del muelle flotante, contiene el mismo material y usualmente el mismo tipo de flotador, siendo la diferencia que la dimensión de estos tiende a ser más pequeña.

Son utilizados para el anclaje de embarcaciones, asimismo, brindarles un espacio individual a cada una. Si este supera los 10 m, es apropiado colocar anclaje a la estructura.

Existen dos tipos de fingers, convencionales y no transitables. Los convencionales son los que tienen la capacidad de ser transitados por las personas mientras los no transitables son simples, prácticamente es una barra de acero saliente de la estructura principal que no necesita ningún tipo plataforma y al final de la misma se coloca una boya para mantener su flotabilidad y estabilidad. Su longitud máxima es 6 m, si es mayor a eso se utilizan los fingers convencionales.

DIENTES TRANSITABLES



DIENTES NO CONVENCIONALES

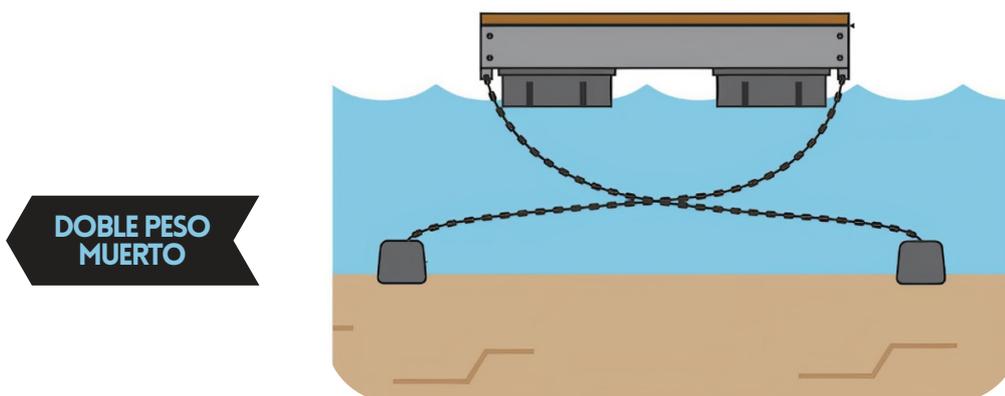


ANCLAJES:

El anclaje garantiza un mejor rendimiento y una larga vida útil al muelle flotante ya que brinda estabilidad al mismo. Debido a su flotabilidad, el anclaje es muy importante para combatir cambios de clima y los niveles cambiantes del agua, de esta forma el sistema se mantiene en su posición. Existen diferentes tipos de anclaje, como ser el anclaje de peso muerto, pilotes de acero y barras horizontales de acero, los cuales se colocan dependiendo de la profundidad del agua en la zona donde serán posicionados.

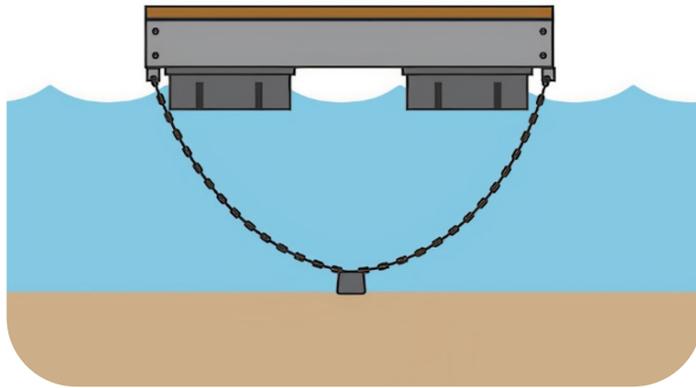
PESO MUERTO:

El sistema de anclaje de peso muerto es uno de los más utilizados para estabilizar los muelles flotantes, este normalmente consiste en bloques de hormigón armados que son amarrados al muelle por cadenas o cuerdas y descansan en el fondo marino, se suministran mediante diferentes formas y pesos entre 500 kg a 10,000 kg. Estos se pueden colocar al final del muelle o a lo largo del mismo, su posicionamiento depende de la forma y tamaño de la estructura.



En primer lugar, se observa la configuración básica, la cual consiste en colocar los pesos muertos intercalados, este método se utiliza cuando la profundidad es mayor a 4 pies (1.2 m).

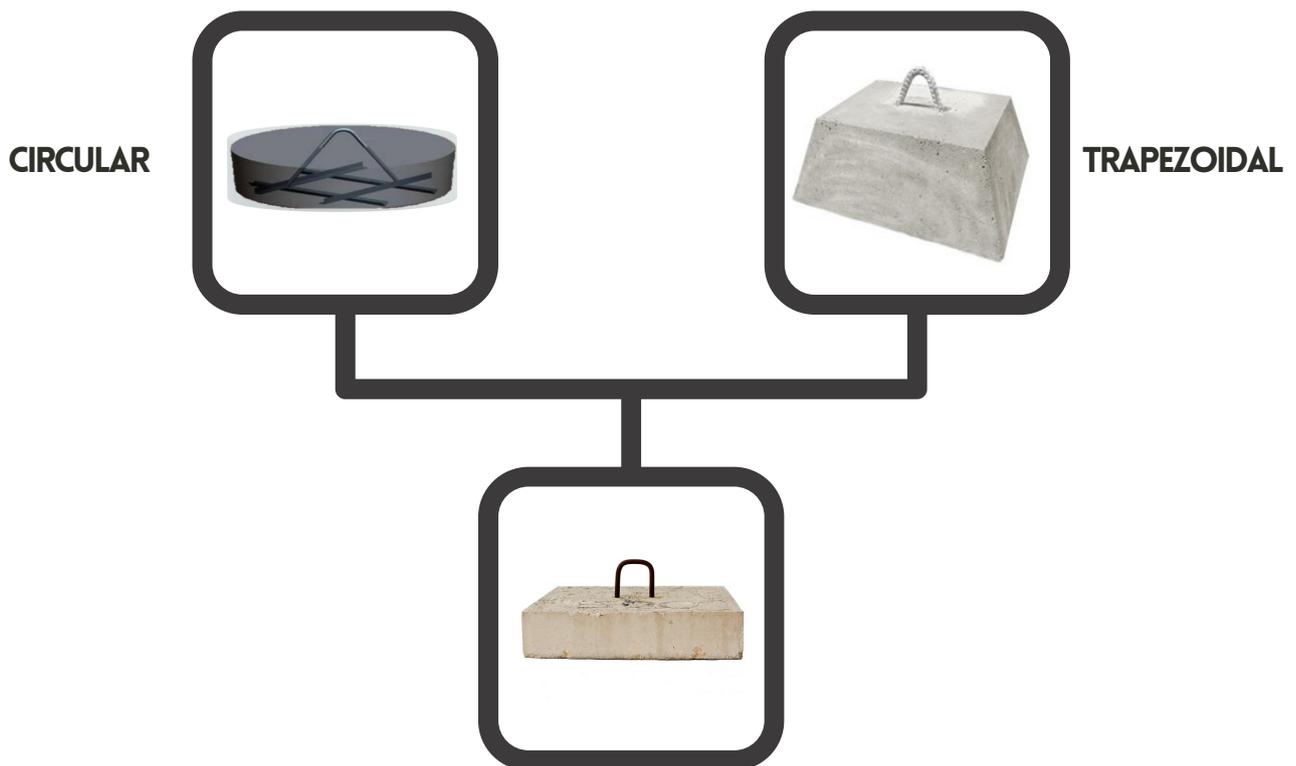
Cuando se tiene una plataforma cuadrada, las cuales son llamadas plataformas de natación, se coloca un solo peso muerto anclado con dos cadenas. Esta configuración también se utiliza cuando la profundidad es mayor a 4 pies (1.2 m).



PESO MUERTO INDIVIDUAL

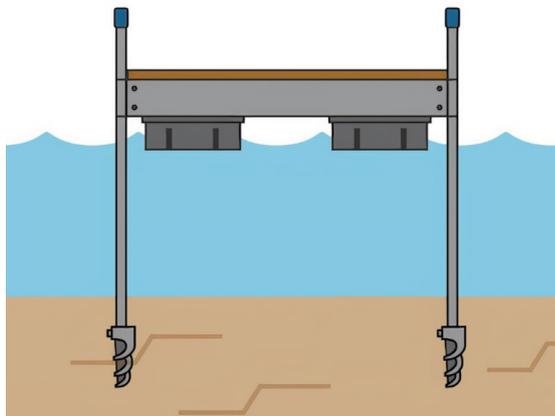
Así mismo, el peso muerto puede tener diferentes formas, como ser:

- Trapezoidal
- Circular
- Cuadrado



PILOTES:

Otro tipo de anclaje convencional son los pilotes, los cuales, así como los pesos muertos, pueden ser colocados al final del muelle o a lo largo del mismo y consisten en un tubo de acero galvanizado. Se colocan mediante bridas laterales o interiores, permitiendo el movimiento de la estructura por el oleaje y son utilizados cuando la profundidad es menor a 4 pies (1.2 m).

**PILOTES**

Ahora bien, existe otro tipo de anclaje utilizado cuando el muelle se coloca de forma paralela y cerca de la orilla. Así mismo, cuando el terreno de conexión (la orilla) y el fondo marino contiene muchas irregularidades. Estas son las barras de acero, que así como los anclajes anteriores, permiten los movimientos con respecto a las fluctuaciones del agua.

ANCLAJE A LA ORILLA

CONEXIONES DE ACCESO

Las conexiones de acceso son los elementos que conectan los muelles flotantes con la orilla, crean un camino para acceder al muelle de forma segura, es decir, proveen una entrada y una salida para personas o cargas.

Eliminan la necesidad de saltar o estirarse para alcanzar la estructura o la orilla. Dependiendo de la zona donde el muelle sea ubicado, es posible que no se necesite un conector y que el muelle se vincule directamente con la orilla cuando el terreno es plano y esté al nivel del agua.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

- Debe ser resistente al calor y evitar astillas, así mismo texturizar la superficie para un agarre óptimo.

- El material se escoge dependiendo del uso del muelle y el material principal del mismo.

- La superficie debe ser resistente al deslizamiento ya que el agua está constantemente cerca de la estructura o sobre ella.

- Las rampas y pasarelas de acceso son habitualmente fabricadas con aluminio, polietileno o madera.

RAMPAS DE ACCESO:

Las rampas son utilizadas para cubrir distancias cortas y para proveer acceso cuando existen desniveles de tierra, es una solución que requiere poco tiempo y esfuerzo para su instalación y mantenimiento. Las desventajas que esta estructura posee es que no cubre distancias tan largas, no contiene barandas y no son adecuadas para condiciones de aguas muy agitadas.



PASARELA:

La pasarela de acceso es utilizada cuando se necesita abarcar distancias mayores entre el muelle y la costa a diferencia de la rampa, que abarca distancias cortas. Se adaptan mejor a cualquier condición del agua y proveen mayor estabilidad. Sin embargo, no son ideales para los cambios bruscos de pendientes, por lo cual se necesitaría también una rampa de conexión.



SISTEMAS DE DEFENSA:

El sistema de defensa se encuentra alrededor del muelle flotante, es el encargado de amortiguar y proteger la estructura de los impactos de las embarcaciones, su diseño y selección dependen de los tipos de naves que se recibirán.



ACCESORIOS EN MUELLES:

Los accesorios proveen una atracción extra hacia los muelles flotantes, asimismo comodidad, seguridad e innovación. Algunos de ellos son:

- Iluminación
- Bancas
- Pedestal electrico y agua potable
- Escaleras

BANCAS



PEDESTAL DE AGUA/ELECTRICIDAD



ILUMINACIÓN



ESCALERAS



VENTAJAS

Los muelles flotantes tienen diversas formas que se pueden utilizar para diferentes actividades, por su fácil manejo y ensamblaje, se le pueden quitar y agregar piezas para cambiar su forma.

VARIEDAD

Debido a su ligereza, los muelles flotantes son fáciles de ensamblar y desensamblar ya que no están fijados en el fondo marino.

FÁCIL ENSAMBLAJE

Tiene menos piezas que un muelle tradicional y al no estar completamente sumergidas en el agua, los efectos de corrosión u oxidación en elementos metálicos se reducen y en materiales como el polietileno, el impacto ambiental es nulo.

ECOLÓGICO

Al ser una estructura flotante, se debe procurar no utilizar elementos pesados y es por eso que este tipo de muelles son los más ligeros, utilizando piezas de polietileno, que a su vez, proporcionan estabilidad y seguridad.

LIGERO Y SEGURO

El mantenimiento que se le brinda a los muelles flotantes hechos de polietileno es casi nulo, a los muelles hechos de materiales convencionales como ser la madera o el acero, se les debe brindar un mantenimiento más seguido.

BAJO MANTENIMIENTO

Los muelles flotantes se pueden armar por piezas, por lo que armarlos sería como un rompecabezas y se puede colocar de cualquier forma y así mismo cambiarla fácilmente.

PERSONALIZACIÓN

DESVENTAJAS

Debido a que la estructura no es fija, se produce un balanceo y ruido por el movimiento del agua, este puede ser reducido si se le coloca anclajes al muelle flotante para brindar estabilidad, sin embargo, no se puede quitar completamente.

BALANCEO

Los muelles flotantes presentan un problema durante la marea baja, dado que flotan en el agua, se acercarán más al suelo a medida que disminuyan los niveles del agua, potencialmente, esto puede resultar en daños a los flotadores.

MAREA BAJA

Cuando se utilizan muelles flotantes con plataformas de madera o acero, son más propensos a sufrir daños en su estructura debido a los impactos producidos por oleaje alto, en cambio, los muelles de polietileno son aptos para cualquier tipo de oleaje y marea

OLEAJE

DESVENTAJAS

SOLUCIONES

Para evitar balanceo y ruido, esto se puede solucionar diseñando e instalando muelles cortos, por lo que necesitarían menos anclajes, menos plataformas conectadas y se reduce el ruido de las cadenas y se le coloca barandas para que los visitantes sientan mayor seguridad.

BALANCEO

Se debe realizar un estudio previo de la zona en la cual se quiere instalar el muelle, específicamente de los niveles de la marea a lo largo del año, ya que si la marea baja de forma notoria, el muelle no se puede instalar y así se evita el daño hacia los flotadores.

MAREA BAJA

Si en el área donde se instala el muelle existe oleaje considerable, se debe tomar en cuenta reforzar la estructura con herraje ya que la fuerza de las olas y el movimiento constante puede aflojar el herraje de acero, por lo que despedazaría el muelle.

OLEAJE

MUELLE FLOTANTE VS FIJO

Aspectos	Muelle Flotante	Muelle Fijo
Costo	El costo de construcción se reduce debido a que no se debe perforar el fondo marino.	Se debe contratar a un profesional para perforar el fondo marino e instalar sus bases, por lo que la instalación es costosa.
Vida Útil	20 a 50 años	25 a 35 años
Instalación	Su función es mejor en cuerpos de agua con poco tráfico de barcos y para aguas profundas o no profundas.	Su función es mejor en cuerpos de agua con poca profundidad ya que la instalación de las bases es costosa y para tráfico pesado y liviano de barcos.
Ruido	Debido a sus herrajes de acero, si existe un movimiento alto del cuerpo de agua, estos pueden causar ruido.	No hace ruido.
Movimiento	Se mueve con respecto al movimiento del cuerpo del agua por ser flotante.	No tiene movimiento debido a que es estacionario.
Tiempo de Instalación	2 días	4 - 6 semanas

CAPÍTULO 2

NORMATIVAS

**ESPECIFICACIONES ESTÁNDAR DE DISEÑO
MÍNIMO PARA INSTALACIONES FLOTANTES**

PÁGINA 26

**NORMAS TÉCNICAS Y COMENTARIOS PARA
PUERTOS E INSTALACIONES PORTUARIAS**

PÁGINA 27

**FLOTACIÓN DEL MUELLE DOCK BUILDERS
SUPPLY**

PÁGINA 36

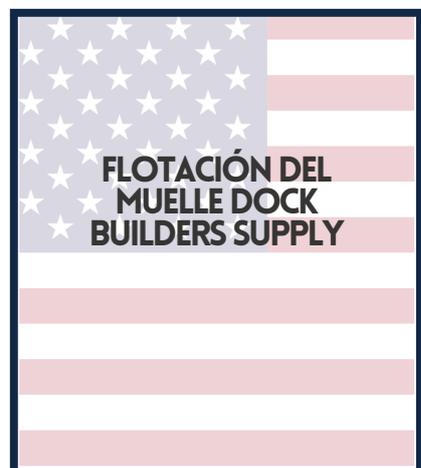
02 

NORMATIVAS

Las normas son los parámetros, ecuaciones, referencias, tablas, entre otras cosas, que se requieren para el desarrollo del diseño de muelles flotantes. Incluyen los requerimientos, estudios previos y consideraciones a tomar en cuenta, como ser:

- Oleaje
- Corriente
- Flotabilidad
- Cargas
- Estructura

Debido a que en Honduras no existen normas nacionales con respecto a la construcción de muelles flotantes, se utilizarán las normas implementadas en países cercanos para estas estructuras, como ser Chile, las cuales son las siguientes:



ESPECIFICACIONES ESTÁNDAR DE DISEÑO MÍNIMO PARA INSTALACIONES FLOTANTES

Las Especificaciones Estándar de Diseño Mínimo para Instalaciones Flotantes tiene como objetivo brindar los criterios mínimos que se necesitan para un diseño adecuado de muelles flotantes. Esta norma es internacional y se basa en el Army Corp of Engineers de Estados Unidos, considera más que todo los materiales que se deben utilizar.

Este documento contiene dos tipos de materiales que se pueden utilizar para estas estructuras, en primer lugar, el metal, el cual las conexiones pueden ser soldadas o atornilladas y es de manera obligatoria utilizar metal nuevo, el tipo de metal depende del Instituto Americano de Especificaciones de Construcción de Acero o AISC, en referencia a sus siglas en inglés. Todo el metal utilizado en este tipo de construcciones debe ser galvanizado o un acabado en aluminio anodizado. En segundo lugar, menciona la madera, la cual debe ser utilizada para la plataforma, encabezados y pasarelas, no se debe usar debajo de la línea del agua.

El piso de la plataforma debe ser construida con no menos de madera tipo plywood de $\frac{3}{4}$ " y espaciada para permitir expansión. La plataforma también puede ser construida con hormigón o metal. Al ser construida de madera, esta debe cubrirse con un conservante.

Con respecto a la flotación, se menciona que el material a utilizar no se debe llenar de agua, deben ser resistentes al daño de los animales y no deben contaminar el agua. El material aprobado por este documento es el poliestireno extruido y el polietileno.

Otro tema que se toma en consideración es la pasarela de acceso al muelle, esta no debe tener menos de 3 pies (0.9 m) de ancho y no más de 4 pies (1.2 m) de ancho. La flotación que se requiere se determina dependiendo de la longitud de la pasarela y/o la conexión del muelle y la orilla y el método a utilizar para anclar la pasarela a la plataforma debe estar estipulado en los planos. También, se deben considerar pasamanos en este tipo de obras.

NORMAS TÉCNICAS Y COMENTARIOS PARA PUERTOS E INSTALACIONES PORTUARIAS DE JAPÓN

La información que se presenta a continuación proviene del documento de las Normas Técnicas y Comentarios para Puertos e Instalaciones Portuarias con origen en Japón. Esta normativa contiene algunos de los parámetros y estudios que se deben conocer para realizar un diseño de muelles flotantes, tiene como objetivo brindar lo que se debe considerar en el diseño de estas estructuras, fuerzas y cargas para que esta tenga una prolongada vida útil y establece que los muelles flotantes deberán diseñarse de manera que sean estables y seguros durante la manipulación y carga/descarga de cargas y el embarque/desembarque de pasajeros y vehículos y que tengan suficiente durabilidad dependiendo del uso. El sistema de amarre, incluidas las cadenas de amarre y las anclas, se diseñará para tener suficiente fuerza contra las fuerzas externas anticipadas.

Un muelle flotante tendrá una superficie y un francobordo apropiados para el propósito de su utilización. Las dimensiones de un muelle serán apropiadas para que sea estable frente a las fuerzas y cargas externas que actúen sobre el.

Ahora bien, las fuerzas y cargas externas que se considerarán en el diseño de un muelle flotante son las siguientes:

- Carga estática y carga viva
- Fuerzas de reacción de pasarelas y puente de acceso (depende como se conecta al muelle)
- Presión hidrostática (oleaje, corriente)
- Peso muerto
- Contrapeso

El manual considera una carga viva de 5.0 kN/m² para pasajeros que se usa comúnmente para muelles flotantes, principalmente para personas de embarque y desembarque de buques de pasaje. En cambio, el manual establece que no es necesario considerar la fuerza de las olas, la fuerza de la corriente y la presión dinámica del agua a menos que se deba hacer debido a las condiciones especiales del sitio, etc.

Sin embargo, cuando existe un riesgo razonable de que el muelle flotante pueda estar sujetos a las acciones de las olas, es necesario considerar las siguientes fuerzas: las fuerzas de las olas ejercidas sobre el muelle que se supone que está rígidamente fijo en su posición y las fuerzas del fluido debido a los movimientos de este.

En primer lugar, cabe destacar que la fuerza del viento que actúa sobre los muelles flotantes se considera insignificante ya que un área bastante pequeña está expuesta al viento. El área expuesta también está situada cerca del suelo, lo que significa que la velocidad del viento que actúa sobre los muelles flotantes es mucho más pequeña que los 10 metros sobre el suelo.

Luego de establecer la condición del viento, se obtiene la siguiente fuerza que actúa en un cuerpo flotante debido a las olas. A continuación, se muestra la ecuación de la fuerza de las olas:

$$P = \rho_0 g H L_p d$$

Ecuación 1 – Fuerza de las olas

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 594)

P = fuerza de las olas (kN)

ρ_0 = densidad del agua de mar (t/m³) = 1.03 t/m³

g = gravedad (m/s²) = 9.8 m/s²

H = altura de la ola (m)

L_p = longitud del cuerpo flotante (m)

d = calado del cuerpo flotante (m)

En la **ecuación 1** se muestra la fuerza de las olas en la estructura, considerando que un porcentaje de la misma esta sumergida en el agua, a continuación, se muestra la ilustración correspondiente a la ecuación anterior.

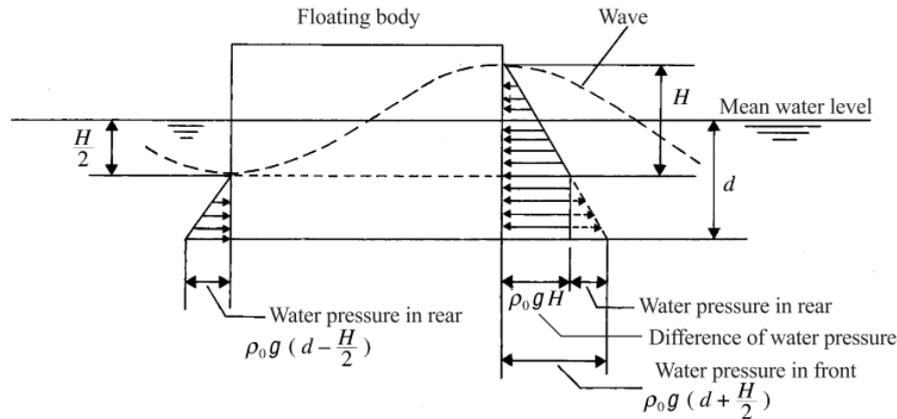


Ilustración 1 - Fuerza de las Olas Actuando en un Cuerpo Flotante

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 594)

En la **ilustración 1** se muestra la fuerza que ejerce una ola en la estructura, tomando en cuenta la altura de la ola y la altura de la estructura sumergida y sin sumergir. No se recomienda un muelle flotante rígido, ya sea que este fabricado de madera, acero o concreto, en un cuerpo de agua que produzca olas de más de 0.9 m de altura, ya que el muelle podría dañarse o romperse y al mismo tiempo dañar las embarcaciones que estarían atracadas en el.

Con la corriente y la fuerza de corrientes que actúa en una estructura flotante se toma en consideración la fuerza de arrastre. Las corrientes son las encargadas de movilizar el agua y se originan de las olas, el viento, mareas u ondas internas. A continuación, se presenta la fórmula de dicha fuerza.

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_o A U^2$$

Ecuación 2 - Fuerza de la Corriente

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 30)

Donde:

F_d = Fuerza producida por la corriente (kN)

P_o = Densidad del agua (t/m³)

C_d = Coeficiente de arrastre

U = Velocidad de la corriente (m/s)

A = Área proyectada del objeto en la dirección de la corriente (m²)

Para la fuerza de arrastre, el coeficiente de arrastre depende de la forma de la estructura y se expresa de la siguiente manera:

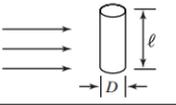
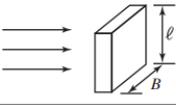
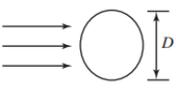
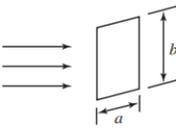
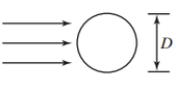
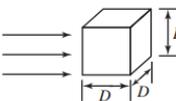
Shape	Projected area	Drag coefficient
Circular cylinder (rough surface) 	$D \ell$	$1.0 (\ell > D)$
Rectangular prism 	$B \ell$	$2.0 (\ell > B)$
Circular disc 	$\frac{\pi}{4} D^2$	1.2
Flat plate 	$a b$	$a/b = 1 \rightarrow 1.12$ $a/b = 2 \rightarrow 1.15$ $a/b = 4 \rightarrow 1.19$ $a/b = 10 \rightarrow 1.29$ $a/b = 18 \rightarrow 1.40$ $a/b = \infty \rightarrow 2.01$
Sphere 	$\frac{\pi}{4} D^2$	$0.5 \sim 0.2$
Cube 	D^2	$1.3 \sim 1.6$

Ilustración 2 - Coeficiente de arrastre

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 139)

En la **ilustración 2** se muestra que para cada forma se tiene un coeficiente diferente, este también depende de las medidas de dicha forma y se debe tomar en cuenta para tanto la estructura como el anclaje que esta tendrá.

Este tipo de fuerzas tienen relación con el oleaje que se encuentra en la zona, por ende, como se mencionó anteriormente, se calculan según el área a implementar el muelle.

A continuación, se presentan los pesos unitarios de los materiales que la norma considera apropiados para el diseño de los muelles:

Material	Unidad de Peso (kN/m ³)
Acero y acero de fundición	77
Hierro fundido	71
Aluminio	27.5
Concreto reforzado	24
Concreto sin acabados	22.6
Madera	7.8
Hormigón asfáltico	22.6
Piedra (granito)	26
Piedra (arenisca)	25
Arena, grava y escombros (secos)	16
Arena, grava y escombros (mojados)	18
Arena, grava y escombros (saturado)	20

Ilustración 3 - Coeficiente de arrastre

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 207)

La **ilustración 3** muestra el peso unitario que se debe considerar como carga muerta en la estructura del diseño.

Otra carga que se toma en consideración son las cargas distribuidas de manera desigual. Al calcular la estabilidad de una estructura en su conjunto, la carga distribuida de manera desigual se puede convertir en una carga uniforme en un área de una plataforma, galpón de tránsito o almacén. Sin embargo, donde se encuentra una gran carga concentrada, esta se debe tener en cuenta sin convertirse en una carga uniforme.

Ahora bien, las cargas de nieve, vehículos y manipulación de carga no se toman en cuenta en este tipo de obra ya que es para uso turístico, donde la carga viva son las personas que la transitan. La rampa de acceso, también debe considerarse como carga (esto depende si se coloca sobre la primera plataforma o conectada en el marco) para muelles flotantes, las dimensiones de un acceso se determinarán de manera apropiada para no socavar la seguridad de usuarios.

De acuerdo con los tipos de estructuras, algunas rampas de acceso pueden moverse hacia arriba y hacia abajo en respuesta al cambio en el nivel del agua, mientras que otras pueden moverse más hacia la izquierda y hacia la derecha en respuesta a los movimientos del muelle.

El documento indica lo siguiente con respecto a esta estructura:

- El ancho de un puente de acceso debe ser de 75 cm o más. En particular, una amplitud adecuada debe ser asegurado si se requiere consideración para su uso por personas desfavorecidas.
- Es preferible que la pendiente de un puente de acceso no sea superior a 1:4.
- Es preferible que los puentes de acceso estén equipados con dispositivos antideslizantes.

Una vez se considera la rampa de acceso, se debe establecer si el muelle tendrá fingers o dientes para el amarre de embarcaciones. Si es así, las especificaciones de las instalaciones de amarre se pueden determinar en referencia a la **ilustración 4**. La distancia entre dos muelles adyacente debería determinarse adecuadamente de acuerdo con el número de embarcaciones de recreo que se amarraran entre los dos muelles para evitar cualquier contacto de las embarcaciones con muelles auxiliares o entre ellas. A continuación, se muestra las consideraciones para evitar accidentes o contactos innecesarios en la estructura y embarcaciones.

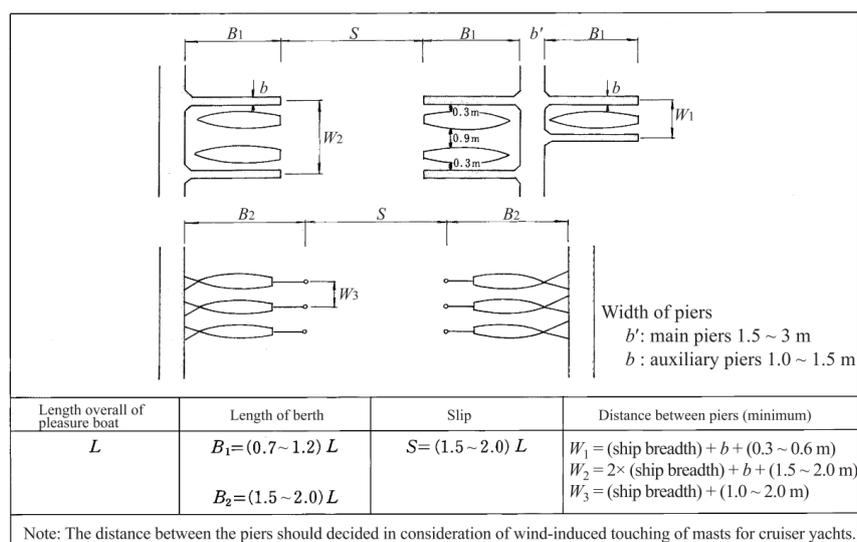


Ilustración 4 - Consideraciones de dientes

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 593)

La **ilustración 4** muestra las distancias, tanto anchos como longitudes, que se deben tomar en cuenta para el funcionamiento apropiado de los fingers o dientes para atracar embarcaciones sin ningún tipo de obstáculos.

Ahora bien, la estabilidad de un muelle será diseñada adecuadamente para que la estructura cumpla con los requerimientos estructurales para su uso. A continuación, se presentan algunas características que se deben satisfacer de tal forma que el muelle flotante sea estable:

- El muelle flotante debe satisfacer la condición de estabilidad de un cuerpo flotante y tener el francobordo requerido, incluso con acciones de la fuerza de reacción del puente de acceso y sobrecarga total en el tablero y con presencia de agua dentro del muelle debido a fugas.
- Incluso cuando el recargo completo en la cubierta se carga en un solo lado de la cubierta dividido por la longitud del eje simétrico del muelle y la fuerza de reacción de un puente de acceso se aplica en este lado (si el puente está unido allí), el muelle debe satisfacer la condición de estabilidad de un cuerpo flotante y la inclinación de cubierta debería ser igual o inferior a 1:10 con el francobordo más pequeño de 0 o más.
- La altura del agua acumulada dentro de la plataforma por fugas a ser considerada en el examen de la estabilidad del muelle generalmente se toma al 10% de la altura del muelle. El francobordo que se mantendrá en este caso es principalmente alrededor de 0.5 m.

Cabe destacar que el francobordo sugerido por la norma debe ser entre 30 cm – 50 cm.

Finalmente, el anclaje es el encargado de brindarle estabilidad al muelle flotante, este consiste en una cadena que amarra la estructura del muelle flotante a un peso muerto colocado en el fondo del cuerpo de agua. La estructura de las cadenas de amarre se examinará utilizando un método apropiado de tal manera que las cadenas pueden sujetar de forma segura un muelle flotante bajo la acción de las fuerzas externas que actúan en la estructura. En este caso, se considerarán las fuerzas externas del oleaje y la corriente.

Se determina el peso de la cadena, el cual su tamaño se recomienda que sea entre 5/16" a 3/8". Con este dato establecido, se procede a calcular el peso sumergido por unidad de longitud de la cadena y se implementa en la siguiente ecuación, utilizada para encontrar la longitud de la cadena:

$$\ell = \frac{P}{w} (\tan\theta_2 - \tan\theta_1)$$

Ecuación 3 - Longitud de la cadena

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 491)

Donde:

l = longitud de la cadena (m)

P = fuerza externa horizontal (kN)

w = peso sumergido por unidad de longitud de la cadena (kN / m)

(Theta 1) θ_1 = ángulo que forma la cadena con el plano horizontal en la unión entre el ancla de amarre y la cadena ($^\circ$)

(Theta 2) θ_2 = ángulo que forma la cadena con el plano horizontal en la unión entre la cadena de amarre y el muelle flotante ($^\circ$)

Una cadena es normalmente diseñada con la condición de que solo una cadena debe resistir contra todas las fuerzas externas, por lo que se divide en cuatro para colocar una cadena en las cuatro esquinas de una plataforma y se asume que forma una línea catenaria, debido a esto, la cadena se puede representar aproximadamente con una línea recta, por lo que $(\theta_1) = (\theta_2)$ y la ecuación 3 quedaría de la siguiente forma: $\ell = \frac{P}{w}$

Ahora bien, la distancia horizontal entre un ancla de amarre y el muelle flotante cuando una fuerza horizontal actúa sobre el muelle es dado por la **ecuación 4** y, por lo tanto, la cantidad de desplazamiento horizontal del muelle desde su posición estacionaria sin fuerza horizontal se puede evaluar fácilmente, a continuación, se muestra la ecuación a utilizar:

$$K_h = \sqrt{\ell^2 - h^2}$$

Ecuación 4 - Consideraciones de dientes

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 491)

Donde:

Kh = distancia horizontal entre el ancla de amarre y la unión entre el pontón y la cadena (m)

l = longitud de la cadena (m)

h = profundidad del agua debajo del fondo del pontón (m)

Los resultados de las ecuaciones mostradas anteriormente son representados en la siguiente imagen:

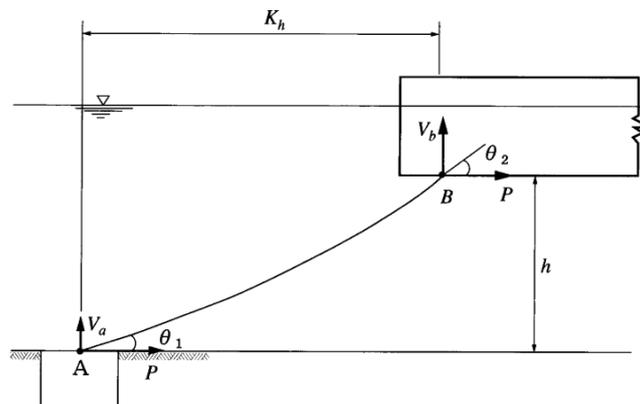


Ilustración 5 – Sistema de amarre

Fuente: (OCDI, 2002, pág. 491)

La **ilustración 5** representa el sistema de amarre con cadena y peso muerto, en el cual las fuerzas horizontales del oleaje y la corriente actúan sobre el, así mismo, la funcionalidad de este depende de la profundidad de la zona, las características de la cadena y el peso muerto. Cabe destacar que la fuerza horizontal que actúa sobre peso muerto es la misma que la fuerza horizontal que actúa sobre el muelle flotante.

El ancla de amarre debe diseñarse de manera que tanto su resistencia horizontal y vertical sean mayores que la fuerza horizontal y la fuerza vertical que actúan sobre él, respectivamente. En el caso de un bloque de concreto colocado sobre arena, la resistencia horizontal es la fuerza de fricción del fondo y la resistencia vertical es el peso sumergido del bloque. Las resistencias tienen que ser mayores a las fuerzas externas para verificar que lo soporta.

La fuerza vertical empleada en el cálculo de la fuerza de fricción del fondo es la diferencia entre el peso sumergido del bloque y la componente vertical de la tensión de la cadena que actúa sobre el bloque.

Cabe mencionar que, si el muelle es continuo y no dividido en secciones, se recomienda colocar el anclaje cada 6 m, por lo que se podría decir que existen secciones de 6 m de largo para lograr utilizar el procedimiento brindado por la norma.

FLOTACIÓN DEL MUELLE DOCK BUILDERS SUPPLY

La siguiente normativa tiene como objetivo calcular la cantidad de flotadores que debe tener un muelle flotante de madera para soportar las cargas sin sumergirse completamente. El primer paso es calcular las cargas muertas y vivas de la estructura.

La carga muerta es el peso de la estructura, la plataforma, las conexiones, las unidades de flotación y todo el equipo conectado permanentemente, como tuberías, bombas, servicios públicos, bancos, etc. Como regla general, el peso muerto en la mayoría de los muelles que se construyen con madera típicamente tiene entre 10 lb/pie² (48.82 kg/m²) y 15 lb/pie² (73.24 kg/m²) de estructura.

La carga viva es esencialmente el peso de las personas y el equipo que se colocará en la estructura flotante. Se recomienda que la estructura esté diseñada para aproximadamente un 40% de inmersión, de modo que el 60% restante pueda usarse para soportar la carga viva.

Una vez se obtienen las cargas, se debe calcular cuántos flotadores se necesitan para soportar las cargas. Los flotadores proveen datos como ser cuánto peso soportará cada flotador en profundidades de inmersión diferentes, así mismo sus dimensiones. Se establece el tamaño del flotador y qué tan profundo se desea sumergir. En condiciones normales de la vida diaria, los flotadores nunca deben sumergirse más del 50%, en el caso que se seleccione el porcentaje de sumersión de 50%, se saca ese porcentaje de la flotabilidad total del flotador, y así el 50% soporta la carga muerta y el restante la carga viva.

Para obtener la cantidad mínima de flotadores, se multiplica el área de la plataforma flotante por un valor entre 10 lb/pie² (48.82 kg/m²) y 15 lb/pie² (73.24 kg/m²) y así se obtiene el peso muerto. Luego se escoge un flotador y a su capacidad de flotabilidad total, el porcentaje de sumersión deseado. Por consiguiente, se divide la carga muerta entre las libras obtenidas del porcentaje de sumersión para obtener el número de flotadores que se deben utilizar.

CAPÍTULO 3

DISEÑO

DISEÑO DE MUELLE FLOTANTE DE MADERA

PÁGINA 38

EJEMPLO DE DISEÑO DE MUELLE FLOTANTE DE MADERA

PÁGINA 48

DISEÑO DE MUELLE FLOTANTE DE POLIETILENO

PÁGINA 57

EJEMPLO DE DISEÑO DE MUELLE FLOTANTE DE POLIETILENO

PÁGINA 61

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

PÁGINA 66

MADERA VS POLIETILENO

PÁGINA 68

03



DISEÑO

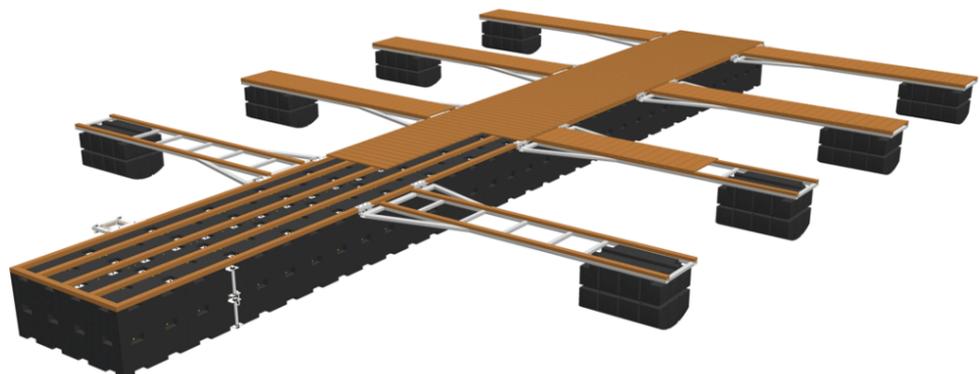
MUELLE FLOTANTE DE MADERA:

El muelle flotante de madera es el tipo de muelle en el cual tanto la estructura, que es el marco, y la plataforma están contruidos de madera, uniendo las tablas con piezas de acero. En primer lugar, luego de establecer el material, se debe indicar la forma general (v. *página 6*) y las dimensiones.

Una vez establecida la forma y las dimensiones, se diseñan las secciones que componen el muelle flotante, la cantidad de las mismas dependen de la longitud total de la estructura. (Por ejemplo, si se escoge la forma rectangular y que tenga 2 m de ancho y 6 m de largo, su configuración final se conforma por dos plataformas de 2 m x 3 m.)

Así mismo, se establecen las dimensiones de las tablas que se utilizarán para el marco y la plataforma, para este tipo de estructuras, los tamaños utilizados son los siguientes:

- Marco: 2" x 8"
- Plataforma: 2" x 6"



Ahora bien, como regla general, el peso muerto de las secciones construidas de madera es entre 48.82 kg/m² a 73.24 kg/m², por lo que se debe sacar al área de la plataforma y multiplicarlo por un valor entre los mencionados anteriormente.

Área de plataforma: $B \times L$

Peso muerto: $A \times (48.82 \text{ kg/m}^2 - 73.24 \text{ kg/m}^2)$

Por consiguiente, se debe escoger el flotador, el tamaño de este puede ser pequeño o grande, siempre y cuando sea capaz de soportar la carga muerta y la carga viva y todos deben tener la misma altura (v. Anexo 1). Antes de determinar la cantidad de flotadores, se debe establecer el porcentaje de sumersión, el máximo que se utiliza es de 50%, este porcentaje indica la flotabilidad que será utilizada para soportar la carga muerta, el porcentaje restante, que estará encima del nivel del agua, es el encargado de soportar la carga viva. (Por ejemplo, si se escoge un 40%, se saca ese porcentaje de la flotabilidad total del flotador seleccionado.)

Para determinar la cantidad de flotadores necesarios, se realiza una división del peso muerto de la plataforma entre el porcentaje seleccionado de la flotabilidad total, siendo el cálculo el siguiente:

Cantidad de flotadores: peso muerto/porcentaje de flotabilidad total

El porcentaje restante para soportar la carga viva es del 100% menos el porcentaje seleccionado. Tomando en cuenta que los flotadores se sumergen completamente al 100%, se realiza el siguiente calculo para obtener la flotabilidad disponible para la carga viva:

Flotabilidad total = Cantidad de flotadores x flotabilidad total de un flotador

Flotabilidad disponibles para la carga viva = Flotabilidad total – Peso Muerto

Este mismo procedimiento se realiza nuevamente si se tienen dos o más plataformas con dimensiones diferentes y se debe confirmar que la cantidad de flotadores calculados caben dentro de las dimensiones establecidas de la plataforma. Estos se colocan en cada esquina y procurando que la distancia entre cada flotador sea menor que 8 ft (2.4 m).

Ahora bien, si el diseño considera que debe tener la función de atracadero para embarcaciones pequeñas, se establecen las dimensiones siguiendo la **ilustración 4**, así mismo, estableciendo la longitud y el ancho de la nave de diseño que se utilizará. La configuración de los fingers se calcula de la siguiente forma:

L (Longitud de la embarcación)

$B1$ (Longitud del finger): $(0.7-1.2) \times L$

Ancho de embarcación

b (ancho finger): $1 \text{ m} - 1.5 \text{ m}$

$W1$ (espacio mínimo entre fingers) = Ancho de embarcación + $B1$ + $(0.3 - 0.6)$

Por consiguiente, se obtiene el francobordo, este debe ser entre 0.3 m a 0.5 m, si no cumple, se debe cambiar las dimensiones del flotador o la estructura. El francobordo se muestra a continuación:

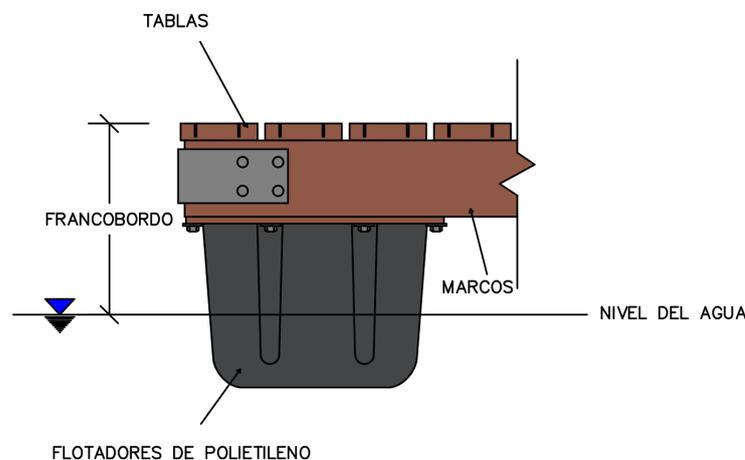


Ilustración 6 - Francobordo

Fuente: (Propia, 2021).

Al tener la configuración de las plataformas, fingers, flotadores y las tablas a utilizar, se deben considerar los elementos de conexión de acero y tornillería. Por el hecho de que la madera es el material principal, cada unión en la estructura debe tener estos elementos, a continuación, se muestran las que se utilizan en un muelle flotante:



A. PLACA DE RESPALDO



B. ESQUINA EXTERIOR



C. ESQUINA INTERIOR



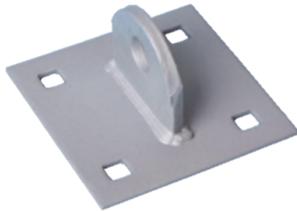
D. VIGUETA INTERIOR



E. PLACA LAVADORA



F. PLACA HEMBRA



G. PLACA MACHO



H. PIN CONECTOR



I. RETENEDOR DE CADENA



J. ESQUINA EXTERIOR MACHO



K. ESQUINA EXTERIOR HEMBRA



L. PERNOS ROSCANTES



M. ARANDELA PLANA



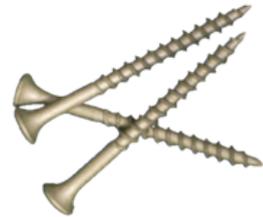
N. PERNOS



O. TUERCAS



P. ARANDELAS DE SEGURIDAD



Q. TORNILLOS DE CUBIERTA

Todo el herraje de acero es galvanizado en caliente de 1/4". Cada uno tiene perforaciones de 9/16" en centros de 3 1/2", excepto donde se indique. Los tamaños de las ranuras son 9/16" x 1 5/8" excepto donde se indique. Todos los conectores macho y hembra tienen una lengüeta de 3/8" con un orificio de 7/8" para encajar un pasador o perno de 3/4".

Los pernos son de 1/2" x 2 1/2" y los pernos roscantes de 2 1/2". Las arandelas de seguridad son de 1/2" y las tuercas de 1/2". Los tornillos de cubierta son de 3".

El proveedor en el cual el manual basa las piezas de acero del muelle es Dock Edge, los cuales realizan estas piezas exclusivamente para muelles de madera. (v. página 64 para más información sobre estas piezas).

Los herrajes de acero del proveedor Dock Edge está diseñado para usarse con madera de ancho mínimo de 6".

Así mismo, se muestran algunos parámetros para utilizar estas piezas:

- Todo el herraje está montado con pernos.
- Es recomendado utilizar siempre placas de respaldo u otra pieza de herraje de acero cuando se atornille a través de madera junto con arandelas de seguridad. Esto eliminará el perno tirando hacia adentro o a través de la madera.
- El encadenamiento adecuado de un muelle es fundamental. Se utiliza anclajes de muelle adecuados y cadenas transversales.

Una vez establecidos los conectores requeridos para la estructura, se escogerán los elementos de acero que se necesitan en cada una de las cuatro esquinas dependiendo del tamaño B de la sección.

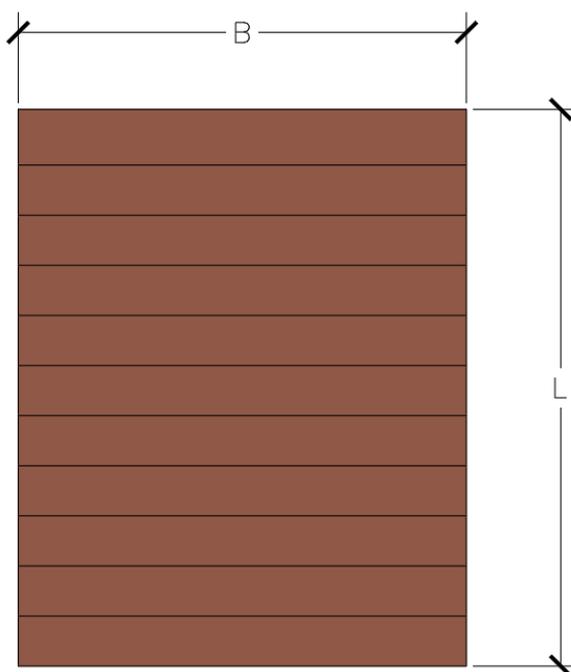
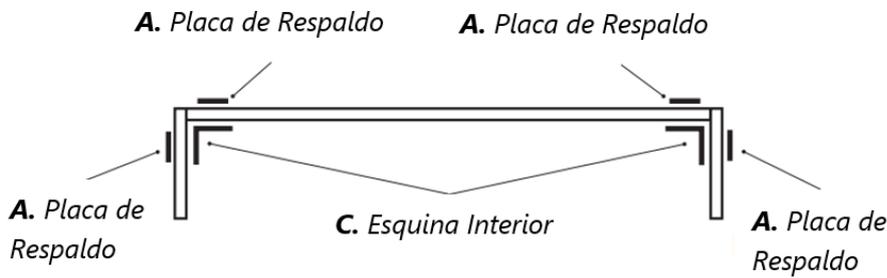


Ilustración 7 - Ancho y Largo de Una Plataforma
Fuente: (Propia, 2021).

Dependiendo del valor de B, se escoge entre las siguientes configuraciones:

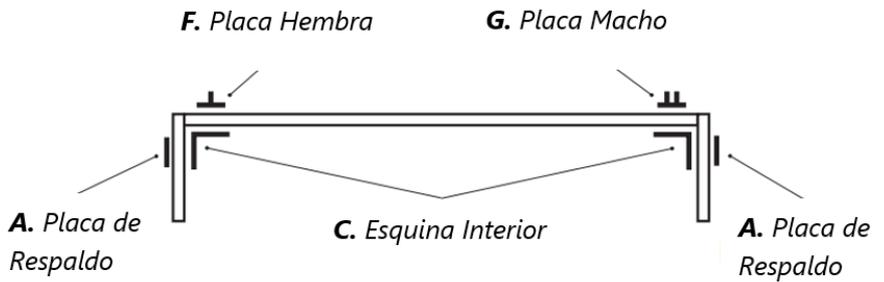


A. CONEXIONES DE ACERO PARA MUELLES DE HASTA 4 M DE ANCHO

DOCK EDGE, 2019

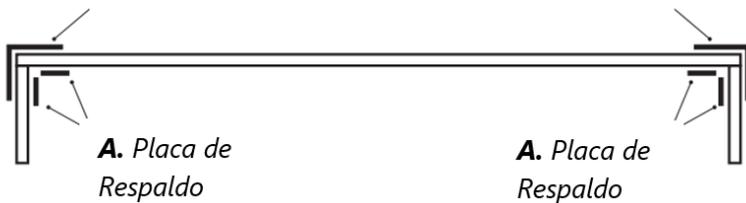
B. CONECTORES ENTRE SECCIONES DE HASTA 4 M DE ANCHO

DOCK EDGE, 2019



B. Esquina Exterior

B. Esquina Exterior



C. CONEXIONES DE ACERO PARA MUELLES MAYORES DE 4 M DE ANCHO

DOCK EDGE, 2019

D. CONECTORES ENTRE SECCIONES MAYORES DE 4 M DE ANCHO

DOCK EDGE, 2019

J. Esquina Exterior Macho

K. Esquina Exterior Hembra



Para las conexiones de acero de A hasta la K (exceptuando el pin conector), se utiliza el perno, la arandea plana y la tuerca (v. *página 40*) para asegurarlos a la estructura de madera. Se muestra a continuación las configuraciones del perno:

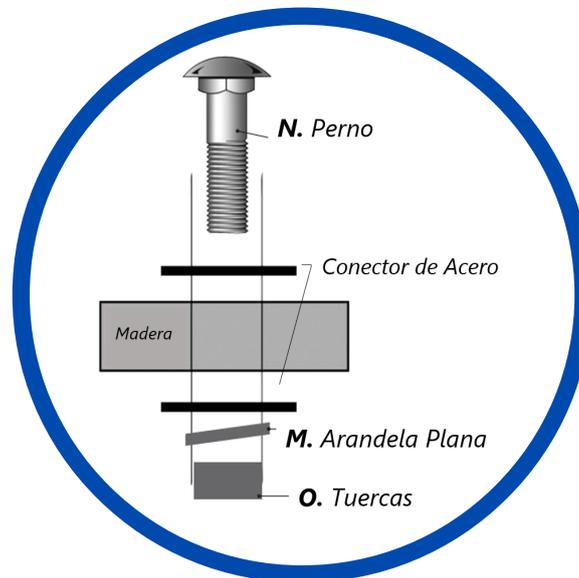
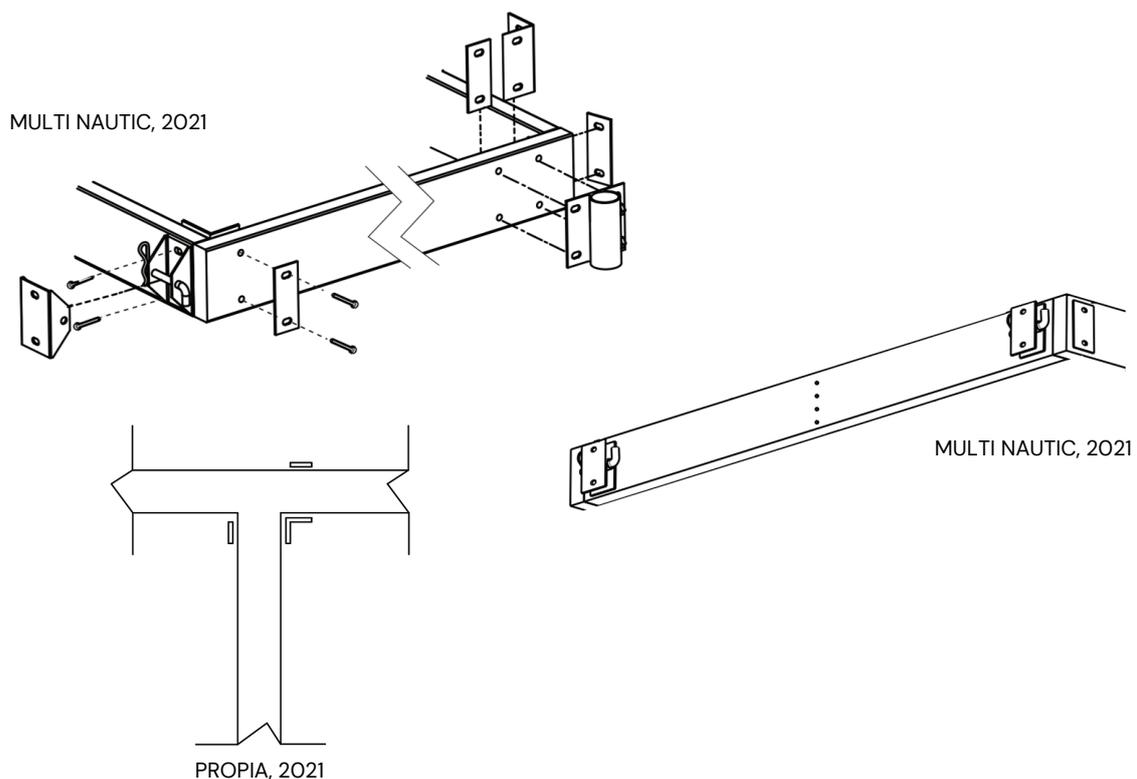


Ilustración 8 - Configuración de Perno

Fuente: (Multi Nautic, 2021).

Por consiguiente, se muestran las formas en las cuales se utilizan las conexiones de acero con los pernos, mostrados en la **ilustración 8**.



Por consiguiente, se utilizan los pernos roscantes (L) y arandelas planas (M) para asegurar el flotador al marco de la estructura. A continuación se muestra su instalación:

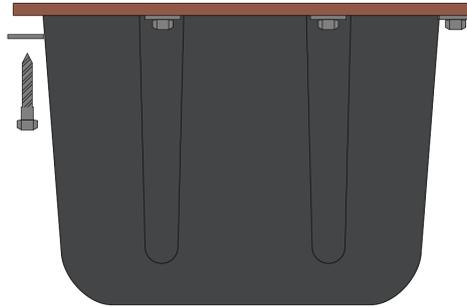


Ilustración 9 - Configuración de Pernos Roscantes y Flotador

Fuente: (Propia, 2021).

Finalmente, para conectar los tablones de madera de la plataforma al marco de la estructura, se utilizan tornillos de cubierta (Q) y se colocan de la siguiente forma:

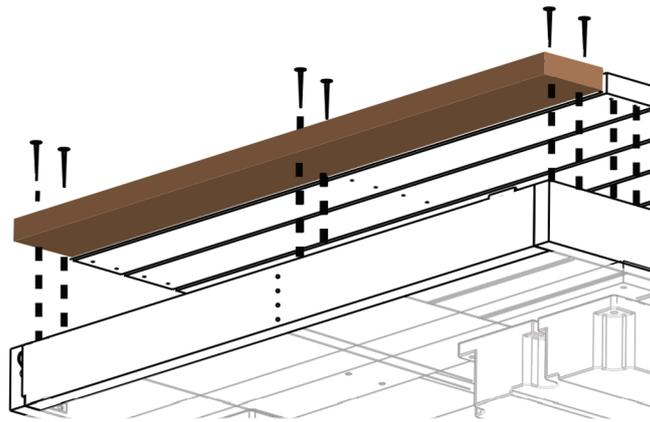


Ilustración 10 - Configuración de Tornillos de Cubierta

Fuente: (Multi Nautic, 2021).

Así mismo, se deberán analizar las cargas externas, las cuales son las de oleaje y corriente. Para la fuerza de las olas, se usa la **ecuación 1** y por consiguiente se obtiene la fuerza externa producida por la corriente utilizando la **ecuación 2**. Dependiendo de la zona donde se colocará el muelle flotante, se deben obtener los valores de la altura máxima de las olas y la velocidad de la corriente, así mismo, se establece el área proyectada de la estructura en dirección de las fuerzas externas.

Una vez se obtiene la fuerza externa horizontal, que es la fuerza de las olas más la fuerza de la corriente, se procede a realizar los cálculos para el sistema de anclaje con cadenas y peso muerto. En primer lugar, se debe determinar que tamaño de cadena se utilizará, se recomienda que sea entre 5/16" a 3/8" y con la **ecuación 3**, se establecerá la longitud de la cadena.

En la normativa indica que los cálculos son para que una sola cadena soporte las fuerzas externas, por lo que la longitud se divide entre la cantidad de anclajes que se colocaran en el muelle, la configuración básica es colocar un anclaje en las cuatro esquinas de la plataforma. El resultado es la longitud mínima que se debe utilizar para que la cadena soporte las fuerzas horizontales.

Ahora bien, la distancia horizontal entre un ancla de amarre y el muelle flotante cuando una fuerza horizontal actúa sobre el muelle es dado por la **ecuación 4**. En este caso, se debe obtener la profundidad del agua debajo del fondo de la plataforma. La distancia que se obtiene es el máximo de separación que se puede colocar el anclaje del muelle flotante.

Con respecto al peso muerto, se recomienda un peso entre 500 lb a 1500 lb y se debe determinar la forma (v. *página 14*). Del peso seleccionado, se saca el peso al sumergirse en agua de mar y para comprobar que el peso escogido resiste a las fuerzas, se debe calcular la fuerza de fricción de la siguiente forma:

$$F = \text{coeficiente de fricción} \times \text{fuerza externa horizontal}$$

Se suma la fuerza de fricción con el peso sumergido en el agua del peso muerto, este resultado debe ser mayor a la fuerza externa horizontal para comprobar que el peso muerto es el adecuado.

Luego, se realiza el diseño de la rampa de acceso, la cual debe tener un ancho entre 0.9 m a 1.2 m, preferiblemente la pendiente no debe ser superior a 1:4. La longitud depende de la distancia de la orilla hacia el muelle flotante y la altura.

EJEMPLO DE DISEÑO

MUELLE FLOTANTE DE MADERA:

A continuación, se brindara un ejemplo representativo siguiendo los parámetros mencionados anteriormente para diseñar un muelle flotante. Cabe destacar que se colocarán valores representativos con respecto a los datos necesarios de la zona de implementación.

Considerando las necesidades de los habitantes de la zona y las recomendaciones de los ingenieros, se determinó lo siguiente:

- Material principal: madera
- Ancho 1 (A1): 4 metros
- Ancho 2 (A2): 4 metros
- Longitud total 1 (L1): 25 metros
- Longitud total 2 (L2): 16 metros
- Forma: "T"
- Material de los flotadores: polietileno de alta densidad

En la **ilustración 11** se muestra la simbología de las dimensiones del muelle flotante.

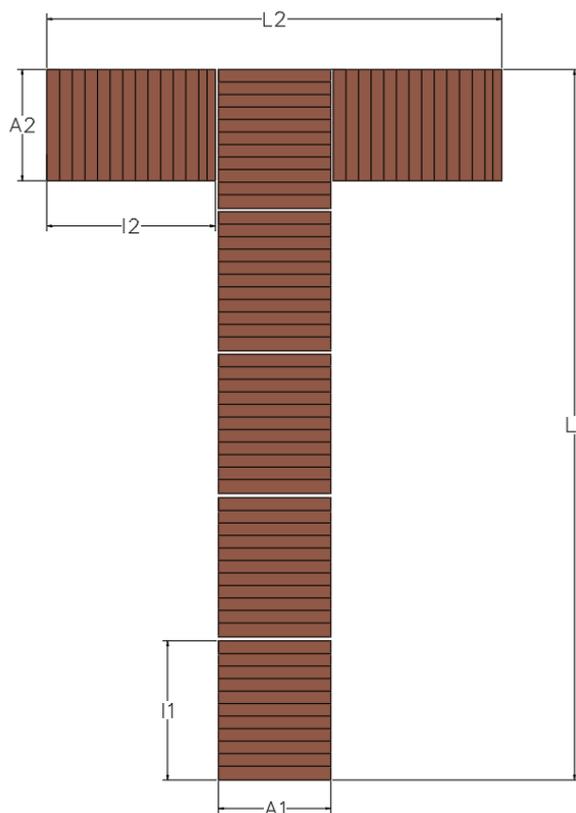


Ilustración 11 - Muelle Flotante Forma de "T"

Fuente: (Propia, 2021).

Debido a que es una estructura flotante, se realizarán piezas rectangulares iguales, de A1 x I1 serán cinco piezas de 4 metros x 5 metros y al unir las con piezas de acero, brindarán la longitud total antes mencionada de 25 metros. Para A2 x I2, se harán dos piezas de 4 metros x 6 metros.

Un vez establecida la estructura, se colocan las conexiones de acero (v. páginas 39 - 43). En este caso, se siguen las configuraciones A y B de la página 41 debido a que la B de las secciones miden 4 m. Así mismo, se siguen los mismos parámetros mostrados en la **ilustración 8,9 y 10**.

Ahora bien, para obtener el peso muerto, se realizara con el promedio de 48.8 kg/m² a 73.24 kg/m², dando como resultado 61.03 kg/m². A continuación se muestra el cálculo para una pieza rectangular correspondiente a A1 x I1:

$$\begin{aligned}\text{Área de plataforma: } & 4 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 20 \text{ m}^2. \\ \text{Peso muerto: } & 20 \text{ m}^2 \times 61.03 \text{ kg/m}^2 = 1,220.6 \text{ kg}\end{aligned}$$

Por consiguiente, se debe escoger el flotador, en este caso, el flotador a utilizar es de 36" x 48" x 20" relleno de poliestireno, con una flotabilidad total de 513.47 kg (v. Anexo 1) por cada flotador.

Antes de determinar la cantidad de flotadores, se debe establecer el porcentaje de sumersión. El porcentaje a utilizar en el ejemplo es de 40%, por lo que se multiplica la flotabilidad total por 40%, dando un resultado de: 205.39 kg. Para determinar la cantidad de flotadores necesarios, se realiza una división del peso muerto entre 205.39 kg de flotabilidad, siendo el cálculo el siguiente:

$$\text{Cantidad de flotadores: } 1,220.6 \text{ kg} / 205.39 \text{ kg} = 5.94$$

La cantidad de flotadores mínimos a utilizar por plataforma es de seis unidades para A1 x L1. En este caso, se utilizaran ocho unidades para cubrir todas las caras de la estructura por igual.

El porcentaje restante para soportar la carga viva es de 60%. Tomando en cuenta que los flotadores se sumergen completamente al 100%, se realiza el siguiente calculo para obtener la flotabilidad disponible para la carga viva:

Cantidad de flotadores: 8 unidades

Flotabilidad total (100%): 513.47 kg (por flotador)

Peso muerto: 1220.6 kg

$$8 \text{ flotadores} \times 513.47 \text{ kg} = 4,107.76 \text{ kg}$$

$$4,107.76 \text{ kg} - 1220.6 \text{ kg} = 2,887.16 \text{ kg} \text{ disponibles para la carga viva.}$$

A continuación, se realiza el mismo calculo nuevamente para A2 X I2 debido a que las dimensiones de la plataforma son diferentes:

$$\text{Área de plataforma: } 4 \text{ m} \times 6 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso muerto: } 24 \text{ m}^2 \times 61.03 \text{ kg/m}^2 = 1,464.72 \text{ kg}$$

Flotador a utilizar: 36" x 48" x 20"

Flotabilidad por flotador: 513.47 kg

Porcentaje de sumersión. 40%

$$\text{Cantidad de flotadores: } 1,464.72 \text{ kg} / 205.39 \text{ kg} = 7.13$$

La cantidad de flotadores a utilizar por plataforma es de 8 unidades para A2 x I2. La carga viva es la siguiente:

Cantidad de flotadores: 8 unidades

Flotabilidad total (100%): 513.47 kg

Peso muerto: 1,464.72 kg

$$8 \text{ flotadores} \times 513.47 \text{ kg} = 4,107.76 \text{ kg}$$

$$4,107.76 \text{ kg} - 1,464.72 \text{ kg} = 2,643.04 \text{ kg} \text{ disponibles para la carga viva.}$$

En conclusión, en A1 X L1 hay cinco plataformas y se utilizan una cantidad total de 40 flotadores y en A2 x L2 que hay 2 plataformas, se utilizan 16 flotadores, en total siendo 56 unidades. Al escoger los flotadores, se debe procurar que todos tengan la misma altura (v. Plano O4).

Se procede a posicionar los flotadores en cada sección, colocando flotadores en cada esquina y procurando que la distancia entre cada flotador sea menor que 8 ft (2.4 m).

Ahora bien, se determinó que el muelle debe tener la funcionalidad de fingers o dientes para atracar embarcaciones pequeñas, se estableció que debe tener seis espacios para atracar mediante la información recopilada, por lo cual se colocarán tres fingers en cada lado de la estructura y se establecen las dimensiones siguiendo la **ilustración 4**. La longitud de la embarcación pequeña que se utilizará es de 5 m, recordando que este dato es representativo y se debe obtener por el diseñador dependiendo de la nave de diseño a utilizar. A continuación, se muestran los cálculos:

L (Longitud de la embarcación): 5 m

B1 (Longitud del finger): $0.7 \times L = 0.7 \times 5 = 3.5 \text{ m}$

Ancho embarcación: 2 m

b (ancho finger): 1 m

W1 (espacio mínimo entre fingers): $= 2 \text{ m} + 1 \text{ m} + 0.45 \text{ m} = 3.45 \text{ m}$

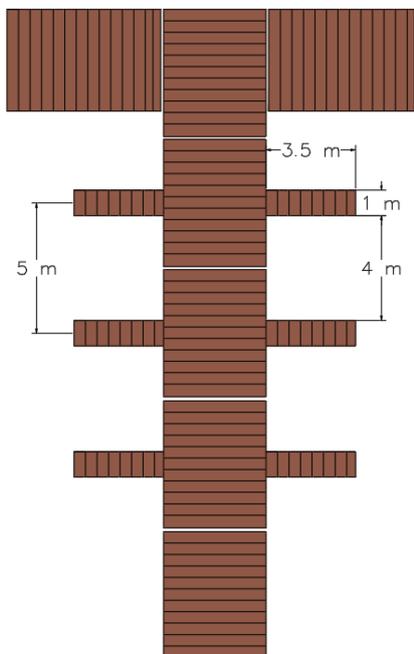


Ilustración 12 - Posicionamiento de Fingers
Fuente: (Propia, 2021).

La **ilustración 12** muestra el posicionamiento de los fingers, y se le deben colocar flotadores, en este caso se escogen dos flotadores de 36" x 48" x 20" y se coloca uno al inicio y el otro al final de cada finger, por lo que en total serían 12 flotadores.

Una vez determinada la estructura, se deberán analizar las cargas externas, las cuales son las de oleaje y corriente. A continuación, se muestra la vista frontal y la vista en planta del muelle flotante en la parte final, donde se encuentra el área proyectada hacia las fuerzas externas de la estructura:

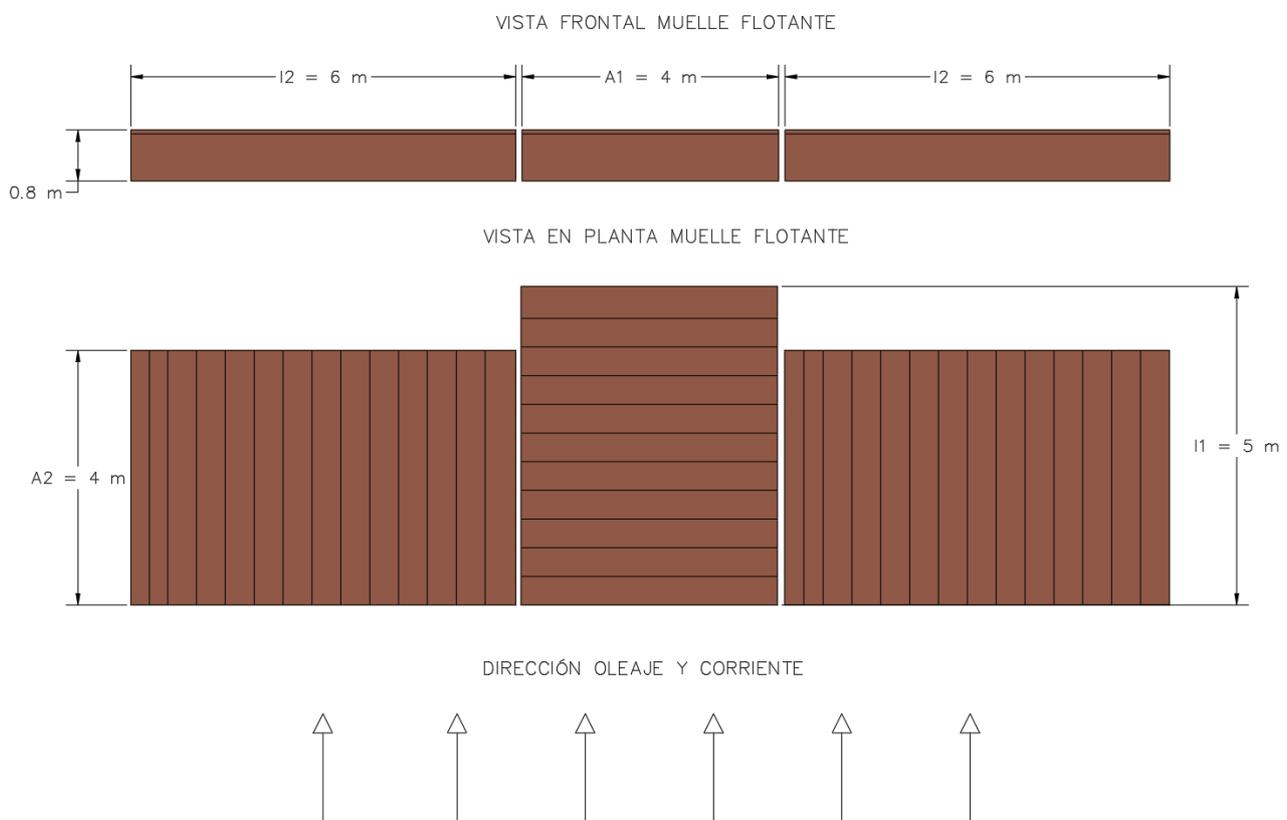


Ilustración 13 – Área Proyectada de Fuerzas Externas
Fuente: (Propia, 2021).

En la **ilustración 13** se muestra el área proyectada de las fuerzas externas, que son la fuerza del oleaje y la corriente con su respectiva dirección.

Para la fuerza de las olas, se usa la **ecuación 1** y se utilizará un valor representativo de 0.15 m para la altura de las olas. Se establecen los siguientes factores:

$D =$ densidad del agua de mar (t/m²) = 1.03 t/m²

$g =$ gravedad (m/s²) = 9.8 m/s²

$L_p =$ longitud del cuerpo flotante (m) = 4 m (A2)

$H =$ altura de la ola (H máx) (m) = 0.15 m

$d =$ calado del cuerpo flotante (m) = 0.2 m

Entonces:

$$P = (1.03)(9.8)(0.15)(4)(0.2) = 1.21 \text{ kN}$$

Esta fuerza es para la sección A2 x l2, para la sección A1 x l1, se cambia la longitud del cuerpo flotante (L_p) a 5 m (l1):

$$P = (1.03)(9.8)(0.15)(5)(0.2) = 1.51 \text{ kN}$$

Por consiguiente, se obtiene la fuerza externa producida por la corriente utilizando la **ecuación 2**, así como en el procedimiento anterior, se coloca un valor representativo de 0.7 m/s para la velocidad de la corriente, con los siguientes factores:

$\rho =$ Densidad del agua de mar (t/m³) = 1.03 t/m³

$C_D =$ Coeficiente de arrastre = 1.05 (rectángulo)

$U =$ Velocidad de la corriente (m/s) = 0.7 m/s

$A =$ Área proyectada del objeto en la dirección de la corriente. (m²) = 1.2 m² (0.2 m x l2).

Entonces:

$$F_D = \frac{1}{2} (1.05)(1.03)(1.2)(0.7^2) = 0.31 \text{ kN}$$

Esta fuerza es para la sección A2 x l2, para la sección A1 x l1, se cambia el área proyectada (A) a 0.8 (0.2 m x A1) y es la siguiente:

$$F_D = \frac{1}{2} (1.05)(1.03)(0.8)(0.7^2) = 0.21 \text{ kN}$$

Una vez se obtienen las fuerzas externas, se procede a realizar los cálculos para el sistema de anclaje con cadenas y peso muerto. En primer lugar, se debe determinar que tamaño de cuerda se utilizará, se recomienda que sea entre 5/16" a 3/8", para el ejemplo, se utilizará 3/8" y con la **ecuación 3**, considerando que $\theta_1 = \theta_2$, se establecerá la longitud de la cadena con los siguientes factores:

P = fuerza externa horizontal (kN) = 1.51 kN + 0.31 kN = 1.82 kN

w = peso sumergido por unidad de longitud de la cadena (kN/m) = 0.05 kN/m

Entonces:

$$\ell = \frac{1.82 \text{ kN}}{0.05 \text{ kN/m}} = 36.4 \text{ m}$$

En el caso de P , se utilizan los valores más altos entre las dos secciones. La normativa indica que los cálculos son para que una sola cadena soporte las fuerzas externas, por lo que la longitud se divide entre cuatro, dando el resultado de 9 m por cadena, posicionadas en cada esquina de las plataformas. Esta es la longitud mínima que se debe utilizar para que la cadena soporte las tanto fuerzas horizontales como la estructura.

Ahora bien, la distancia horizontal entre un peso muerto y el muelle flotante cuando una fuerza horizontal actúa sobre el muelle es dado por la **ecuación 4**, la profundidad representativa será de 1.5 m, y se presentan los siguientes factores:

ℓ = longitud de la cadena (m) = 9 m

h = profundidad del agua debajo del fondo del pontón (m) = 1.5 m

$$K_h = \sqrt{9^2 - 1.5^2} = 8.8 \text{ m}$$

La distancia de 8.8 metros es el máximo de separación que se puede colocar el anclaje del muelle flotante para que la cadena no sufra tensión innecesaria.

Con respecto al peso muerto, se escogerá el peso de 600 lb (272.15 kg) con una forma trapezoidal para el ejemplo, este se convierte a 343 lb (255.58 kg) al sumergirse en agua de mar.

Para comprobar que el peso seleccionado resiste a las fuerzas, se calcula la fuerza de fricción de la siguiente forma:

$$F = 0.4 \times 1.82 = 0.728 \text{ kN}$$

Donde:

μ = coeficiente de fricción = 0.4 (v. Anexo 2)

N = fuerza = 1.82 kN

Se suma la fuerza de fricción con el peso sumergido en el agua del peso muerto, este resultado debe ser mayor a la fuerza impuesta en el bloque y se comprueba de la siguiente forma:

$$(0.728 + 1.53) = 2.26 \text{ kN} > 1.82 \text{ kN OK}$$

Donde:

F = Fuerza de fricción = 0.728 kN

Ws = Peso sumergido = 343 kg = 1.53 kN

En conclusión, se utilizará un peso muerto de 600 lb (272.15 kg), el cual se convierte en 343 lb (255.58 kg) al sumergirse en el agua, debido a que se comprobó que si es resistente. A continuación se muestra el detalle del peso muerto (v. plano O5):

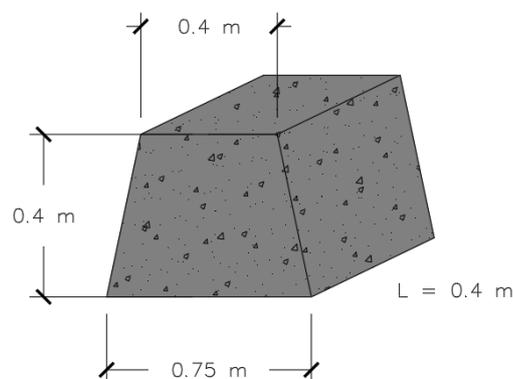


Ilustración 14 - Anclaje de Peso Muerto
Fuente: (Propia, 2021).

Luego, se realiza el diseño de la rampa de acceso, la cual debe tener un ancho entre 0.9 m a 1.2 m, preferiblemente la pendiente no debe ser superior a 1:4. La longitud depende de la distancia de la orilla hacia el muelle flotante y la altura.

La longitud representativa que se utilizara es de 3 m y la altura de la orilla 1.25 m, con una longitud de 3 m, así mismo, el ancho que se utilizará es de 1 m. Su configuración sera la misma que los fingers.

Por ultimo, se colocan los accesorios, los cuales son:

- Bancos
- Pedestales de Agua y Electricidad
- Iluminación

(v. plano O6)

No existe un parámetro que indique los accesorios que se pueden o no colocar en la estructura, pero se debe tener en consideración no sobrecargar el muelle flotante ya que el francobordo disminuiría, así mismo como la carga viva disponible.

DISEÑO

MUELLE FLOTANTE DE POLIETILENO:

El muelle flotante modular de polietileno de alta densidad esta compuesto por una serie de cubos unidos por tornillos de montaje del mismo material. Al diseñar, en primer lugar, se debe establecer las dimensiones, la forma (v. *pagina 6*), uso y si se le colocaran canales de servicios como ser electricidad o agua. A continuación, en base a lo determinado anteriormente, se selecciona uno de los tres tipos básicos de cubos:



BASE Y CUBIERTA
DEL CUBO DE SERVICIO



CUBO G2

CUBO DE PERFIL BAJO

Ilustración 15- Configuraciones Modulares

Fuente: (Candock, 2018).

El cubo de servicio incluye una cubierta para facil acceso a los servicios electricos, cables, tuberias, magueras, etc. y asi mismo que no esten a la vista en la estructura, posee el mismo francobordo que el cubo G2.

El cubo G2 y el cubo de perfil bajo están diseñados bajo las mismas especificaciones, con la diferencia que el francobordo es diferente, el cubo G2 tiene un francobordo de 0.3 m mientras que el perfil bajo de 0.2 m, el perfil bajo es utilizado para abordar y realizar maniobras de desembarco fácilmente con embarcaciones aún más pequeñas como ser kayaks o tablas de surf. A continuación se muestran sus especificaciones:

CUBO G2 Y DE SERVICIO

Dimensiones:

L X A = 0.48 m x 0.48 m

Altura: 0.35 m

Peso:

5.5 kg

Capacidad de Flotación:

68 kg por cubo

296 kg/m²



CUBO PERFIL BAJO

Dimensiones:

L X A = 0.48 m x 0.48 m

Altura: 0.23 m

Peso:

5 kg

Capacidad de Flotación:

50kg por cubo

210 kg/m²



Luego de escoger los cubos, se conectan entre si para cubrir las dimensiones totales establecidas y armando la forma deseada, estos se conectan de la siguiente forma:

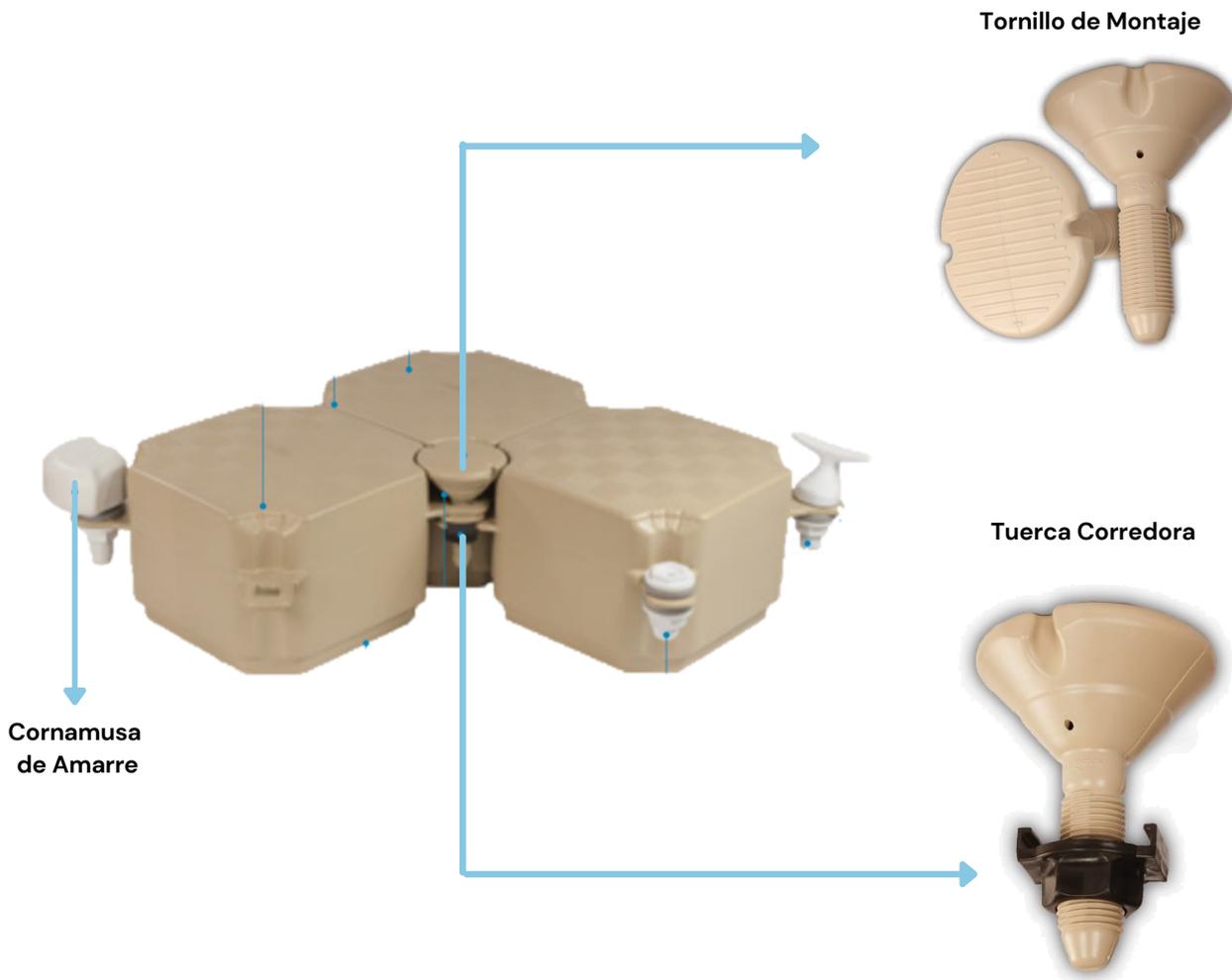


Ilustración 16- Conexión Entre Módulos

Fuente: (Candock, 2018).

En el caso de darle al muelle flotante la función de atracadero para embarcaciones pequeñas, los cubos en las orillas se dejan como en la **ilustración 16**, con la cornamusa de amarre, de lo contrario, se coloca un cubo de orilla y angular, mostrados en la **ilustración 17**.



Ilustración 17- Cubo Angular y de Orilla

Fuente: (Candock, 2018).

Una vez se establece la forma, el uso y los cubos a utilizar, se calcula la cantidad y se realiza el cálculo para obtener las fuerzas externas horizontales que actúan en la estructura para colocar el sistema de anclaje. Cabe mencionar que por el tamaño de los cubos y como se conectan entre sí, este tipo de muelle se puede colocar en cualquier tipo de zona sin importar la altura de las olas y el movimiento causado por las mismas, a diferencia de los muelles flotantes fabricados con madera, acero o concreto, que no pueden ser instalados en zonas donde las olas superen 0.9 m de altura.

Sin embargo, el anclaje se calcula siguiendo las fórmulas establecidas con anterioridad (página 31), donde se toma en cuenta las fuerzas externas horizontales del oleaje y la corriente, siguiendo el ejemplo del muelle flotante de madera para obtener la longitud de la cadena y el peso muerto.

EJEMPLO DE DISEÑO

MUELLE FLOTANTE DE POLIETILENO:

A continuación, se brindara un ejemplo representativo siguiendo los parámetros mencionados anteriormente para diseñar un muelle polietileno. Cabe destacar que se colocaran valores representativos con respecto a los datos necesarios de la zona de implementación.

Considerando las necesidades de los habitantes de la zona y las recomendaciones de los ingenieros, se determinó lo siguiente:

- Material principal: polietileno de alta densidad
- Cubo: G2
- A1 x L1: 4.32 m x 20.16 m
- A2 x L2: 2.4 m x 5.76 m
- Forma: "F"

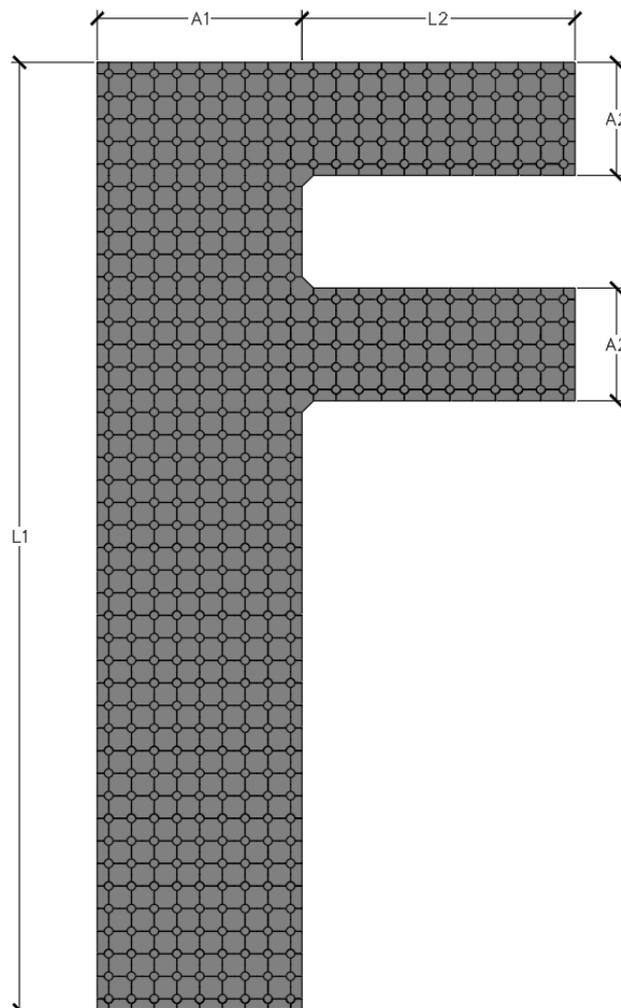


Ilustración 18- Muelle Flotante Forma "F"

Fuente: (Propia, 2021).

Debido al diseño del muelle, los flotadores son los encargados de realizar la forma seleccionada con sus dimensiones y no contiene una plataforma sobre ellos, por lo que el primer calculo es proveer la cantidad de cubos que se conectarían entre sí para formar la estructura.

En este caso, el área del muelle es 104 m², y el área de cada cubo es de 0.23 m² (0.48 m x 0.48 m), para sacar la cantidad de cubos, se realiza el siguiente calculo:

$$\text{Cantidad de Cubos } G2 = \frac{104 \text{ m}^2}{0.23 \text{ m}^2} = 453 \text{ und}$$

Según el cálculo anterior, se necesitarían 453 cubos para armar la estructura, conectados con el tornillo de montaje presentado en la **ilustración 16**.

Ahora bien, para realizar el cálculo del anclaje, se realiza el mismo procedimiento planteado en el diseño del muelle flotante de madera (v. páginas 49 – 52) con la diferencia que este diseño es continuo mientras el anterior esta dividido en secciones, por lo que no se colocan anclajes en cuatro esquinas de una plataforma, estos se colocan a cada 6 m como lo indica la norma.

En primer lugar, se realiza el calculo de la fuerza de las olas y se utilizara el valor representativo de 0.15 m para la altura de la ola. A continuación, se establecen los siguientes factores:

D = densidad del agua de mar (t/m²) = 1.03 t/m²

g = gravedad (m/s²) = 9.8 m/s²

Lp= longitud del cuerpo flotante (m) = 6 m (separación entre anclajes)

H = altura de la ola (H máx) (m) = 0.15 m

d= calado del cuerpo flotante (m) = 0.05 m

Entonces:

$$P = (1.03)(9.8)(0.15)(6)(0.05) = 0.45 \text{ kN}$$

Esta fuerza es para la sección A1 x L1, para la sección A2 x L2, se cambia la longitud del cuerpo flotante a 2 m (A2) y es la siguiente:

$$P = (1.03)(9.8)(0.15)(2)(0.05) = 0.15 \text{ kN}$$

Así mismo, se obtiene la fuerza externa producida por la corriente utilizando la **ecuación 2**, se coloca un valor representativo de 0.7 m/s para la velocidad de la corriente, con los siguientes factores:

ρ_0 = Densidad del agua de mar (t/m³) = 1.03 t/m³

C_D = Coeficiente de arrastre = 1.05 (rectángulo)

U = Velocidad de la corriente (m/s) = 0.7 m/s

A = Área proyectada del objeto en la dirección de la corriente. (m²) = 0.2 m² (0.05 m x A1).

Entonces:

$$F_D = \frac{1}{2} (1.05)(1.03)(0.2)(0.7^2) = 0.053 \text{ kN}$$

Esta fuerza es para la sección A1 x L1, para la sección A2 x L2, se cambia el área proyectada a 0.3 (0.2 m x L2) y es la siguiente:

$$F_D = \frac{1}{2} (1.05)(1.03)(0.3)(0.7^2) = 0.08 \text{ kN}$$

Se toman los valores más altos entre ambas secciones para obtener la fuerza externa horizontal, así mismo, se selecciona el tamaño de la cadena, para este ejemplo se utilizará 3/8" y con la ecuación 3 se obtiene la longitud de la cadena:

P = fuerza externa horizontal (kN) = 0.45 kN + 0.08 kN = 0.53 kN

w = peso sumergido por unidad de longitud de la cadena (kN/m) = 0.05 kN/m

Entonces:

$$l = \frac{0.53 \text{ kN}}{0.05 \text{ kN/m}} = 10.6 \text{ m}$$

El resultado se divide entre dos ya que se colocarán dos anclajes a cada 6 m, por lo que la longitud de cada cadena es 5.5 m. Ahora bien, la distancia horizontal entre un peso muerto y el muelle flotante cuando una fuerza horizontal actúa sobre el muelle es dado por la **ecuación 4**, la profundidad representativa será de 1.5 m, y se presentan los siguientes factores:

ℓ = longitud de la cadena (m) = 5.5 m

h = profundidad del agua debajo del fondo del pontón (m) = 1.5 m

$$K_h = \sqrt{5.5^2 - 1.5^2} = 5.29 \text{ m}$$

La distancia de 5.29 metros es el máximo de separación que se puede colocar el anclaje del muelle flotante para que la cadena no sufra tensión innecesaria.

Con respecto al peso muerto, se escogerá el peso de 500 lb (226.8 kg) con una forma trapezoidal para el ejemplo, este se convierte a 286 lb (129.7 kg) al sumergirse en agua de mar.

Para comprobar que el peso escogido resiste a las fuerzas, se calcula la fuerza de fricción de la siguiente forma:

$$F = 0.4 \times 0.53 = 0.212 \text{ kN}$$

Donde:

μ = coeficiente de fricción = 0.4 (v. Anexo 2)

N = fuerza = 0.53 kN

Se suma la fuerza de fricción con el peso sumergido en el agua del peso muerto, este resultado debe ser mayor a la fuerza impuesta en el bloque y se comprueba de la siguiente forma:

$$(0.212 + 1.27) = 1.482 \text{ kN} > 0.53 \text{ kN OK}$$

Donde:

F = Fuerza de fricción = 0.212 kN

W_s = Peso sumergido = 129.7 kg = 1.27 kN

En conclusión, se utilizará un peso muerto de 500 lb (226.8 kg), el cual se convierte en 286 lb (129.7 kg) al sumergirse en el agua, debido a que se comprobó que si es resistente. A continuación se muestra el detalle del peso muerto:

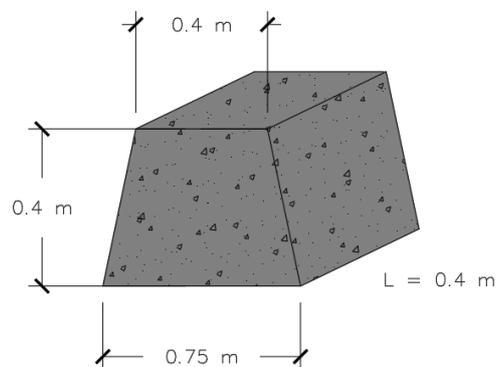


Ilustración 19 - Anclaje de Peso Muerto
Fuente: (Propia, 2021).

Para conectar la cadena con el peso muerto a la estructura del muelle, se utiliza el tornillo de anclaje que se observa en la **ilustración 20**, el cual se posiciona lo mas al borde posible y en este caso, a cada 6 m.



Ilustración 20 - Tornillo de Anclaje
Fuente: (Candock, 2018).

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Materiales	Especificaciones
Madera	<p>Madera de pino tratada a presión.</p> <p>Dimensiones de tablas mínimo de 2" x 6" para plataforma y 2" x 8" para armadura.</p> <p>(En el siguiente catálogo se brinda información con respecto a la madera de pino tratada. Proveedores nacionales: Yodeco, Tracoma, Zinma, Serma. Link: http://southernpineglobal.com/app/uploads/AS_Treated_SPANeuro_0715_web.pdf)</p>
Flotadores	<p>36" x 48" x 20" , flotabilidad 1132 lb.</p> <p>Polietileno de alta densidad.</p> <p>(En el siguiente catálogo se brinda información con respecto a las diferentes dimensiones de flotadores que existen en el mercado con su respectiva flotabilidad. Proveedor: Dock Builders. Link: https://www.dockbuilders.com/store/catalog/DockBuilders-Catalog.pdf)</p>
Elementos de Conexión	<p>Todo el herraje de acero es galvanizado en caliente de 1/4". Cada uno tiene perforaciones de 9/16" en centros de 3 1/2", excepto donde se indique. Los tamaños de las ranuras son 9/16" x 1 5/8" excepto donde se indique. Todos los conectores macho y hembra tienen una lengüeta de 3/8" con un orificio de 7/8" para encajar un pasador o perno de 3/4".</p> <p>(En los siguientes catálogos se brinda información con respecto a los elementos de conexión para los muelles flotantes. Proveedores: Tie Down y Dock Edge. Links: https://www.tiedown.com/pdf/a936.pdf https://www.projectk.co.jp/marine/pdf/docksystem.pdf http://www.dockedge.com/wp-content/uploads/sites/3/2019/06/Floating-Dock-How-To-Guide.pdf</p>
Módulos	<p>Polietileno de alta densidad con superficie antideslizante.</p> <p>Dimensión: 19" x 19" x 15", peso: 12.13 lb., flotabilidad: 150 lb.</p> <p>(En el siguiente catálogo se brinda información con respecto a los flotadores modulares que existen en el mercado con su respectiva flotabilidad. Proveedor: Candock Link: https://www.candock.com/wpcontent/uploads/2017/10/2018-CANDOCK-brochure-SP-1.pdf)</p>

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Materiales	Especificaciones
Concreto	Cemento Tipo 5 Dosificación: 1:2:4 Árido Grueso: no mayor a 2" Árido Fino: arena de playa lavada
Pedestal	Dimensiones: 11.13" x 11.13" x 42.50" (En el siguiente catálogo se brinda información con respecto a los diferentes pedestales que se pueden instalar. Proveedor: NauticExpo Links: https://pdf.nauticexpo.com/pdf/marina-electrical-equipment/harbor-light/57855-89782.html)
Bancos	Prefabricado Dimensiones: 23.6" x 55.12" (v. Plano 5)

MADERA VS POLIETILENO

El diseño realizado para los muelles flotantes de polietileno y madera se hicieron en condiciones establecidas, es decir, se utilizaron datos promedios de temperatura, datos de vientos y mareas de las zonas turísticas más influyentes en la **Costa Norte** (Mar Caribe), por lo que, si se pretende diseñar esta estructura para ambientes alternos (como ser ríos, lagunas, lagos, etc.) se debe recopilar la información necesaria del lugar para un correcto diseño.

A continuación se presenta una tabla comparativa entre el muelle flotante de madera y el muelle flotante de polietileno de forma general.

Aspectos	Muelle de Madera	Muelle de Polietileno
Peso	61.03 kg/m ²	23.91 kg/m ²
Mantenimiento	Mantenimiento mínimo una vez cada 3 meses	Mantenimiento mínimo una vez cada año
Vida Útil	20 años	50 años
Instalación	2 días plataforma 1 día anclaje	2 - 4 horas plataforma 1 días anclaje
Estabilidad	Estructura rígida = mejor estabilidad ante los efectos del oleaje	Estructura flexible = mayor movilidad ante los efectos del oleaje

(TDOCKS, 2016)

(TDOCKS, 2018)

CAPÍTULO 4

MANTENIMIENTO

¿QUÉ ES MANTENIMIENTO?
PÁGINA 70

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
PÁGINA 71

04 

MANTENIMIENTO

¿QUÉ ES MANTENIMIENTO?

El mantenimiento son todas las actividades o acciones que tienen como fin mantener o reparar un objeto, equipo, estructura, maquinaria, etc. a un estado en el cual pueda cumplir la función que se requiere. Estas acciones son tanto técnicas como administrativas, ambas con el mismo fin.

Se abordarán dos tipos de mantenimiento, los cuales son el **mantenimiento preventivo y correctivo**.

El mantenimiento preventivo consiste en todo aquello que tenga el objetivo de revisar de forma continua y bajo ciertos requerimientos los equipos o estructuras para evitar el mal funcionamiento de las mismas, es decir, las averías que se ocasionan por el uso o el paso del tiempo.

El mantenimiento correctivo es el encargado de reparar o corregir cuando se presentan los errores o averías para regresar al objeto a su función inicial. Estas averías se presentan fuera de planes estipulados, por lo cual cabe la posibilidad de que no se tengan repuestos al alcance.



MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Existen áreas en las cuales, al momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento en muelles flotantes, los encargados del mismo deben tener presente lo siguiente:

LIMPIEZA:

La limpieza en un muelle flotante es de suma importancia, ya que por el tránsito de las personas y la posible contaminación, como ser basura, esta puede acumularse en el muelle, por lo que una superficie limpia siempre debe estar presente. Esta actividad, si es posible, se puede realizar de una a dos veces por semana.

Si la plataforma no está lo suficientemente sucia como para necesitar que se limpie por presión, se puede utilizar una escoba para deshacerse de los desechos que se hayan acumulado en la plataforma flotante y de esta forma se evitan daños en la estructura. Se recomienda no utilizar agua a presión de forma seguida, ya que esto puede levantar astillas y causarle daño a la madera, si se llega a utilizar, se debe procurar que la presión no sea mayor a 600 PSI (422 t/m²).

Ahora bien, en el caso severo, se recomienda retirar el muelle del cuerpo de agua para ser limpiado con químicos dependiendo del material.

CRECIMIENTO MARINO:

La mayoría de los cuerpos de agua tienen microorganismos que tienden a adherirse a estructuras estacionarias (también conocido como crecimiento marino). Por lo general, este crecimiento marino es más prominente en agua salada que en agua dulce.

La acumulación de crecimiento marino agrega peso al dique flotante, lo que con el tiempo hará que se caiga un poco más (reduciendo el francobordo). Se recomienda el raspado de rutina o el lavado a presión de los flotadores para evitar la acumulación de dicho crecimiento.

En el caso de que el crecimiento dañe los flotadores, se recomienda cambiarlos de forma inmediata para que el francobordo no descienda de la altura mínima.

RETIRAR:

Por el hecho de ser un muelle flotante, esta estructura se puede extraer del agua en caso de que existan climas que pongan en peligro la estructura. Al momento de realizar esta acción, no se debe arrastrar sobre grava áspera u otro objeto afilado debido a que dañaría los flotadores.

En el caso de una tormenta, se debe tener en cuenta el aumento del oleaje, por lo que, se debe brindar holgura al anclaje para que el muelle pueda soportar los cambios del cuerpo de agua.

En el caso de que este procedimiento no se realice o que se le brinde demasiada holgura al anclaje, este puede sufrir daños debido a la tensión a la que está expuesto, así mismo, golpear barcos o cualquier tipo de estructura que este cerca del muelle por su alto rango de movimiento.

Por otro lado, si la tormenta es severa, se recomienda retirar el muelle. Este se conecta por secciones, lo que facilita este procedimiento. Para lograr evitar cualquier tipo de riesgos ante pronóstico de lluvias, sin importar su severidad, lo mejor es retirar la estructura si se cuenta con el debido tiempo.

PASOS PARA RETIRAR UN MUELLE FLOTANTE DE MADERA:

- Retirar todo los pasadores que conectan la estructura con las cadenas de los anclajes de peso muerto.

- Desenlazar la última sección del muelle retirando los soportes de conexión que se encuentran entre las secciones.

- Mover la sección del muelle hacia la orilla. Se recomienda enumerar las secciones del muelle para que cuando se coloquen nuevamente se realicé en orden.

- Almacenar sobre una lona para que los flotadores no sufran daños y en forma de "stacks". No es necesario quitar ningún herraje de acero.



Ilustración 21 - "Stack" de Plataformas

Fuente: (Chesapeake Dock, 2018).

En el caso de los muelles de polietileno, estos simplemente se retiran de los anclajes de peso muerto y se decide que tamaño de secciones retirar, ya que por ser modulares, no contienen piezas de acero y se puede remover de cualquier ubicación, haciendo el procedimiento más sencillo.

CONEXIONES:

Las conexiones entre las secciones deben inspeccionarse según sea necesario si parecen sueltas o desalineadas. Esta es una de las partes más importantes de un muelle flotante ya que son las que unen las secciones entre si, así mismo, son parte del herraje de acero de la estructura.

HERRAJE DE ACERO

La acción del viento y las olas puede hacer que las piezas se aflojen, por lo que se recomienda una inspección visual de rutina. Esto requiere un recorrido en el que se evalúe y ajusten las piezas de acero según sea necesario. Se sugiere que esto se haga mínimo una vez al año, y que se revisen los accesorios como ser escaleras, bancas, luces, etc.

Si se encuentra un herraje dañado o faltante, se debe reemplazar de inmediato. Se recomienda reemplazar con herrajes de acero inoxidable. El herraje faltante o dañado si no se reemplaza ejercerá presión extra sobre los demás, causando daños extra. Si no se repara como una reparación menor, esto generalmente se sumará a una reparación mayor.

SISTEMA DE ANCLAJE:

Las cadenas de ancla, grilletes, eslabones rápidos y todos los demás accesorios de anclaje son propensos a oxidarse y, por lo general, no durarán más de una docena de años (algunas regiones o tipos de agua pueden hacer que la oxidación sea más agresiva), lo que requiere una inspección periódica de todo el sistema en el muelle y fondeaderos (en el fondo del agua).

Debido a que el peso muerto se encuentra en el fondo del mar, es necesario realizarles su debida inspección, ya que son el punto clave para mantener la estructura estabilizada.

En el caso del peso muerto, si se efectuó la mezcla de concreto y el procedimiento de colado de la forma correcta, este no necesitaría inspección constante, ya que, si la permeabilidad es la adecuada, el agua no penetrara y por ende no causara oxidación en los elementos de acero.

SISTEMA DE FLOTACIÓN:

Si no se mantiene la flotación adecuada, el muelle comenzará a hundirse lentamente hasta el fondo. Cuando un área del muelle flotante ha comenzado a inclinarse o está flotando más bajo de lo que debería, se debe inspeccionar y revisar los flotadores que se encuentran debajo de la plataforma, si uno de los flotadores no está funcionando en su totalidad lo más probable es que se deba reemplazar por uno nuevo.

El mantenimiento de los flotadores es uno de los primordiales debido a que estos son los encargados de mantener la estructura a flote, los cuales soportan la carga muerta y viva del muelle. Se debe determinar qué tipo de flotador se tiene en la estructura, si es hueco, al momento que algún flotador sufra un daño, se debe reemplazar inmediatamente, ya que este se llena de agua y pierde por completo su funcionalidad. Caso contrario de tener el flotador relleno de poliestireno, no es necesario reemplazarlo de forma inmediata, ya que el relleno evita que este se llene de agua por lo que aun cumpliría su función, pero siempre se debe realizar el cambio a su debido tiempo.

PLATAFORMA DE MADERA:

El agua salada también tiene la tendencia a dañar la madera que está en contacto constante y directo, específicamente los muelles de barcos y las cubiertas que sobresalen del agua. La madera absorbe el agua salada en la estructura, y de manera similar, una vez seca, se forman cristales de sal en las celdas de madera y separan las fibras. A pesar del daño a las capas exteriores, las casas de madera, cubiertas y muelles aún pueden ser estructuralmente sólidos durante más de 30 años, ya que las capas internas de la madera conservan su resistencia.

Para proporcionar una larga vida útil a la madera se recomienda revestirla con algún tipo de impermeabilizante de base aceite, con el fin de protegerla contra la salinidad del mar. Además, se cuenta con alternativas naturales como ser recubrimiento con aceites naturales: Aceite de linaza, de coco, de creosota, entre otros productos.

La función de un aceite impregnante de uso exterior penetra a la madera generando una protección desde el interior contra el agua y los rayos UV. Cabe mencionar que estos productos protegen maderas densas y mejora el grano de madera al penetrar en los poros, restaurando la calidez y riqueza natural de la madera.

CAPÍTULO 5

PLANOS

MUELLE FLOTANTE DE MADERA

01 VISTA EN PLANTA

PÁGINA 78

02 DETALLE DE ARMADO DE LA PLATAFORMA Y ARMADURA

PÁGINA 79

03 DETALLE DE FLOTADORES

PÁGINA 80

04 DETALLE DE ELEMENTOS DE CONEXIÓN Y FLOTADORES

PÁGINA 81

05 DETALLE DE ANCLAJE

PÁGINA 82

06 DETALLE DE ACCESORIOS

PÁGINA 83

07 CANTIDADES DE OBRA

PÁGINA 84

MUELLE FLOTANTE DE POLIETILENO

08 VISTA EN PLANTA / DETALLES DE MÓDULOS

PÁGINA 85

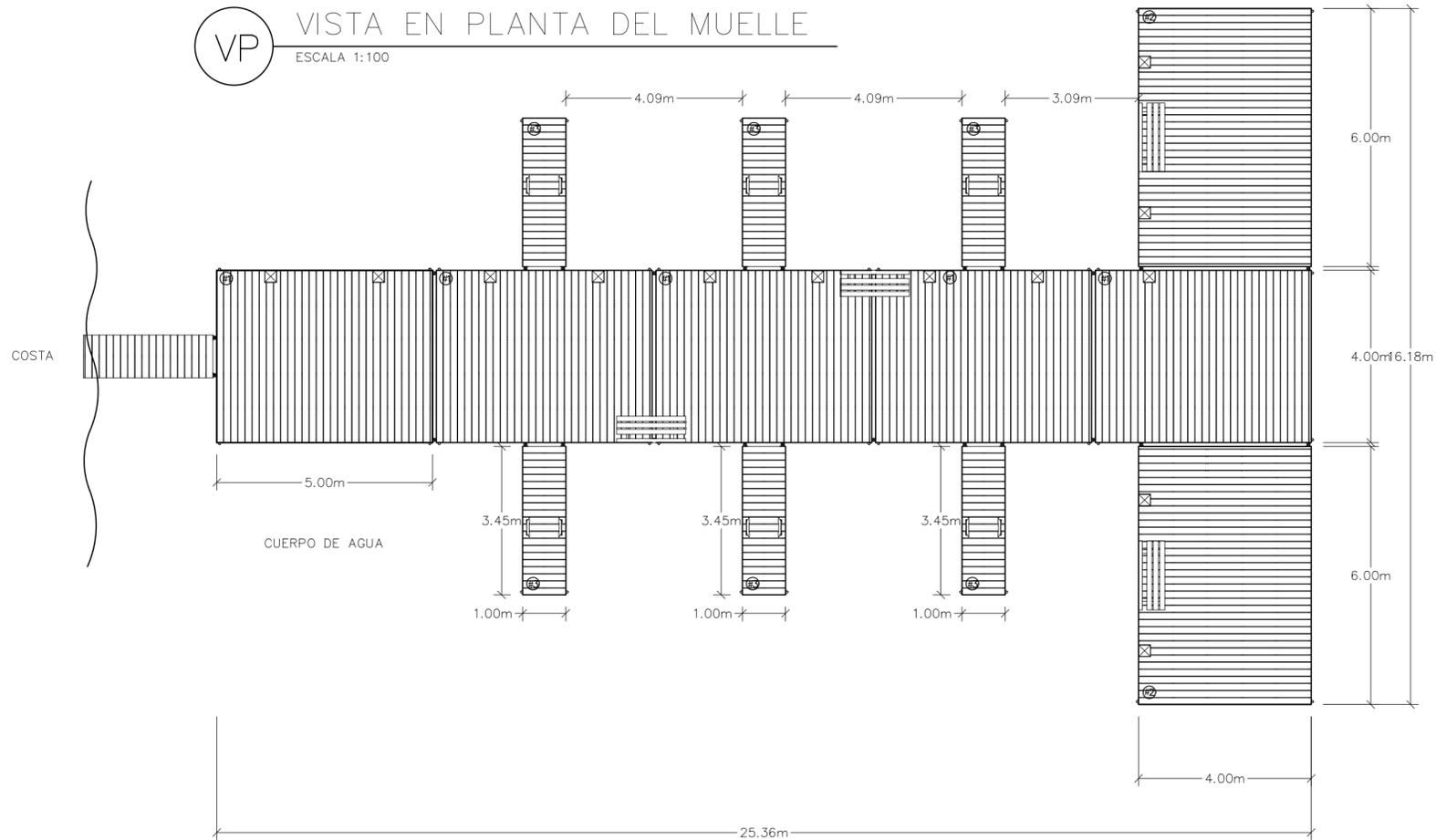
09 DETALLE DE ANCLAJE POLIETILENO

PÁGINA 86

05



VP VISTA EN PLANTA DEL MUELLE
ESCALA 1:100



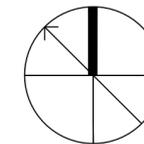
ESPECIFICACIONES GENERALES:

CONSIDERANDO LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS:

1. MATERIAL: MADERA DE PINO
2. DIMENSIONES: ESPECIFICADAS EN PLANO
3. FLOTADORES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 36"X48X20"
4. NAVE DE DISEÑO: LANCHA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
LONGITUD: 5 METROS
ANCHO: 2 METROS
5. UNIDADES DE PLATAFORMA EN SISTEMA MÉTRICO
6. UNIDADES DE ELEMENTOS DE CONEXIÓN EN SISTEMA INGLÉS (UNIDADES COMERCIALES EN PULGADAS)
7. CAPACIDADES DE PLATAFORMAS (FACTOR DE SEGURIDAD 1.5):
PLATAFORMA #1: 18 PERSONAS
PLATAFORMA #2: 25 PERSONAS
PLATAFORMA #3 - FINGER: 3 PERSONAS



NORTE:



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:
- VISTA EN PLANTA DE PLATAFORMA FLOTANTE.
- VISTA EN PERFIL DE SECCIONES.

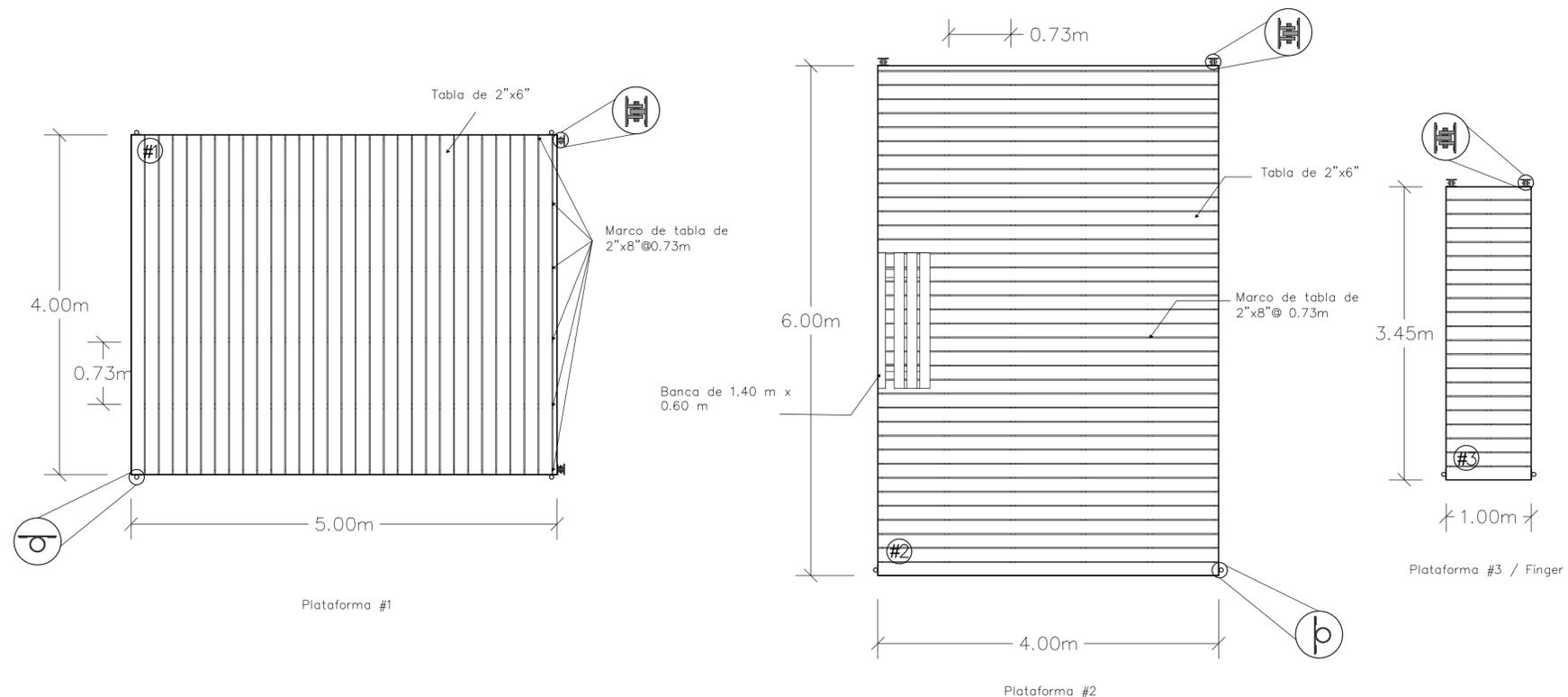
ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066
LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:
- UNIDADES COMERCIALES DE ELEMENTOS DE CONEXIÓN ENTRE SECCIONES EN PULGADAS.
- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE EN METROS.

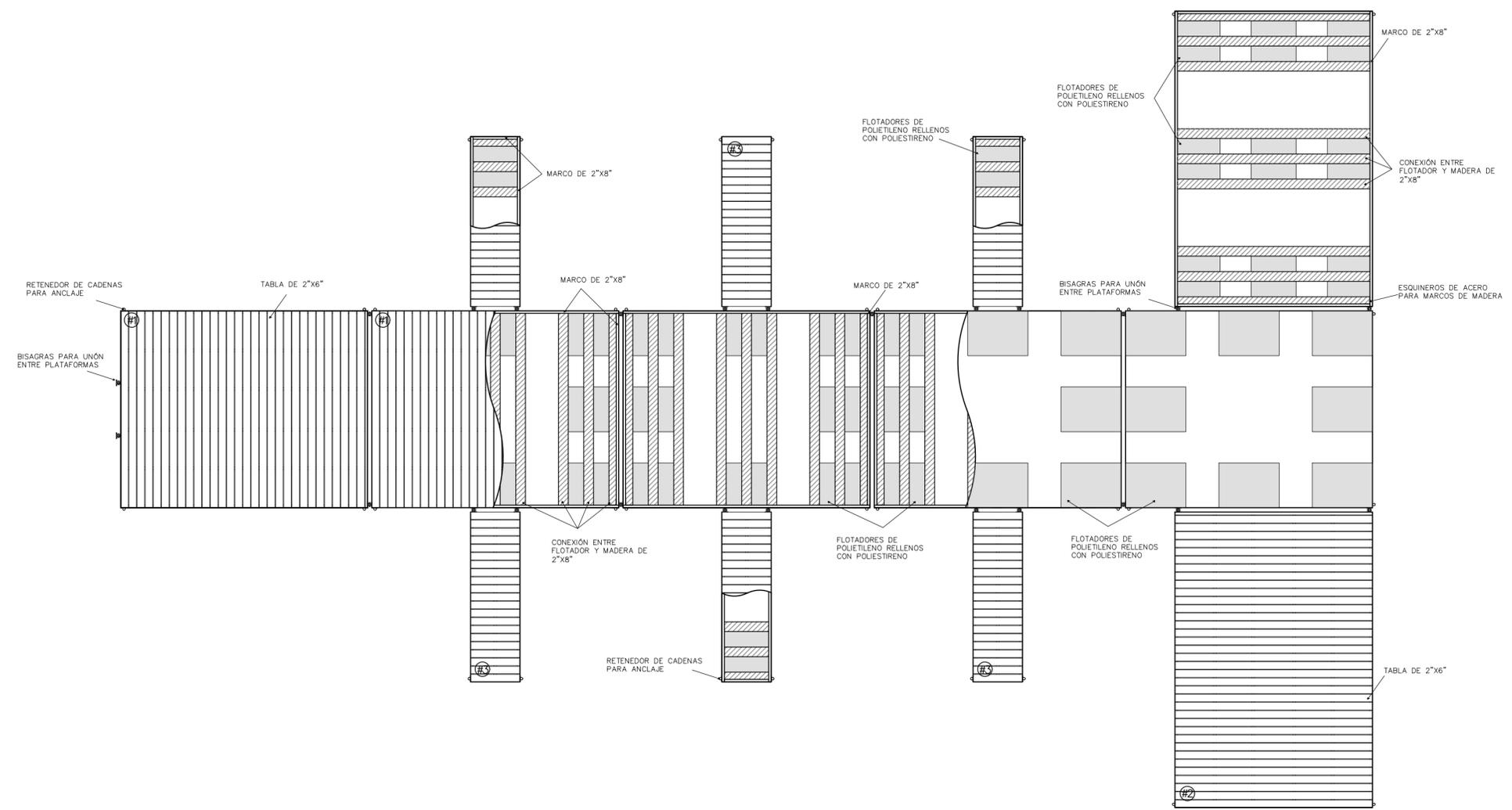
ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
Especificada en plano	S.P.S 15/OCT/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
01	PLANO 01/100
C-001	

VP VISTA EN PLANTA DE SECCIONES
ESCALA 1:50



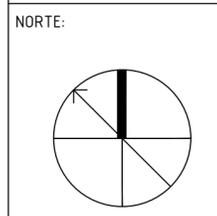
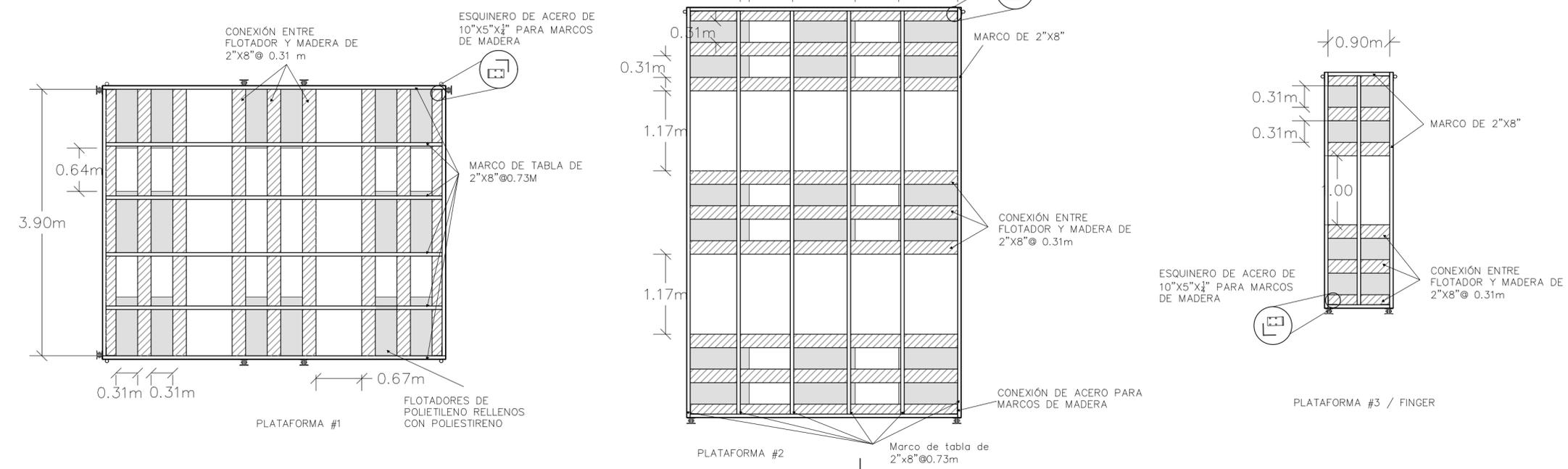
DA DETALLE DE ARMADO DE PLATAFORMA

ESCALA 1:75



DA DETALLES DE ARMADURA DE MADERA POR SECCIÓN

ESCALA 1:50



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:

- DETALLE DE ARMADO DE PLATAFORMA.
- DETALLES DE ARMADURA DE MADERA POR SECCIÓN.

ALUMNOS:

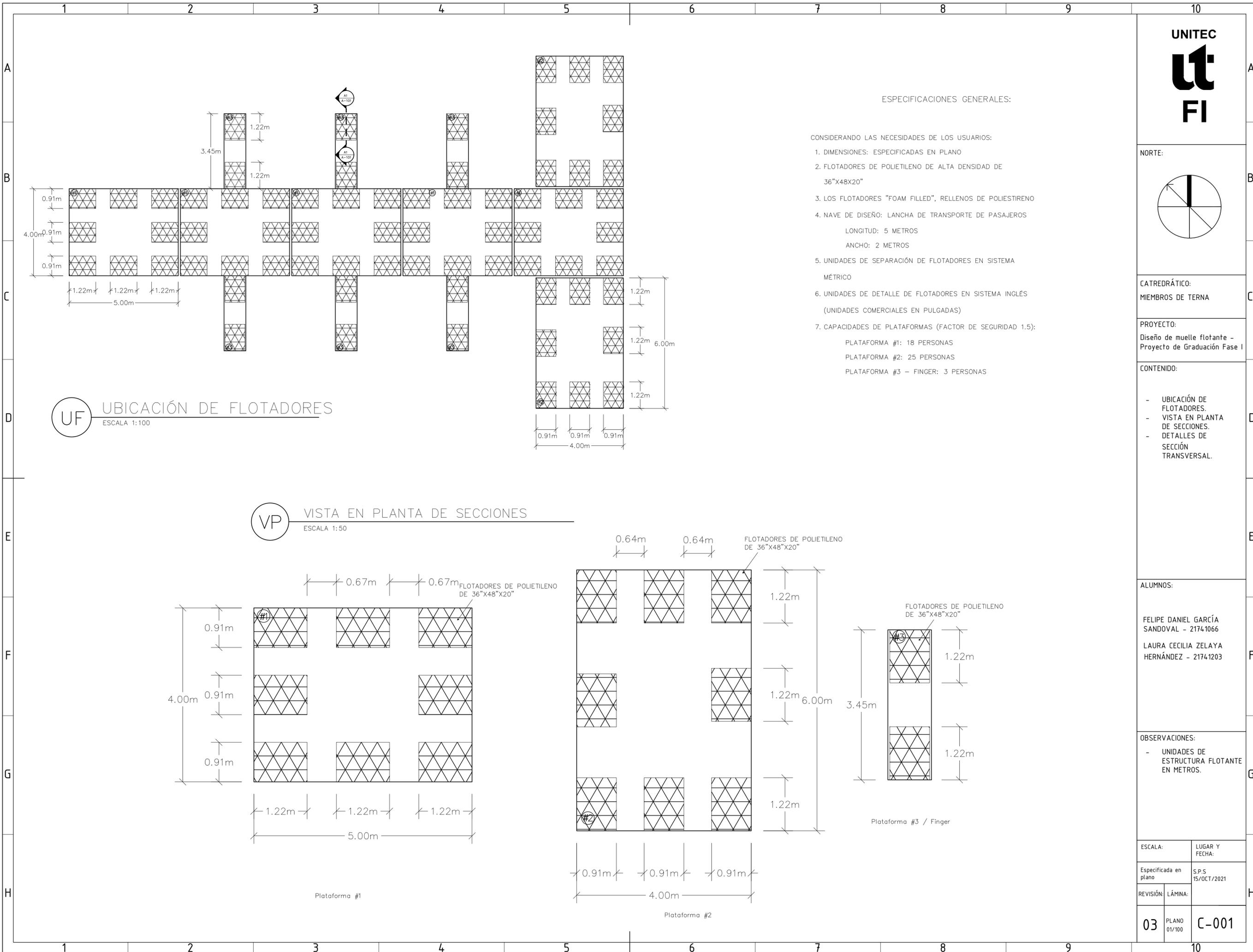
FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066

LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:

- UNIDADES COMERCIALES DE ELEMENTOS DE MADERA Y FLOTADORES DE POLIETILENO.
- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE EN METROS.

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
Especificada en plano	S.P.S 15/OCT/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
02	PLANO 01/100
C-001	

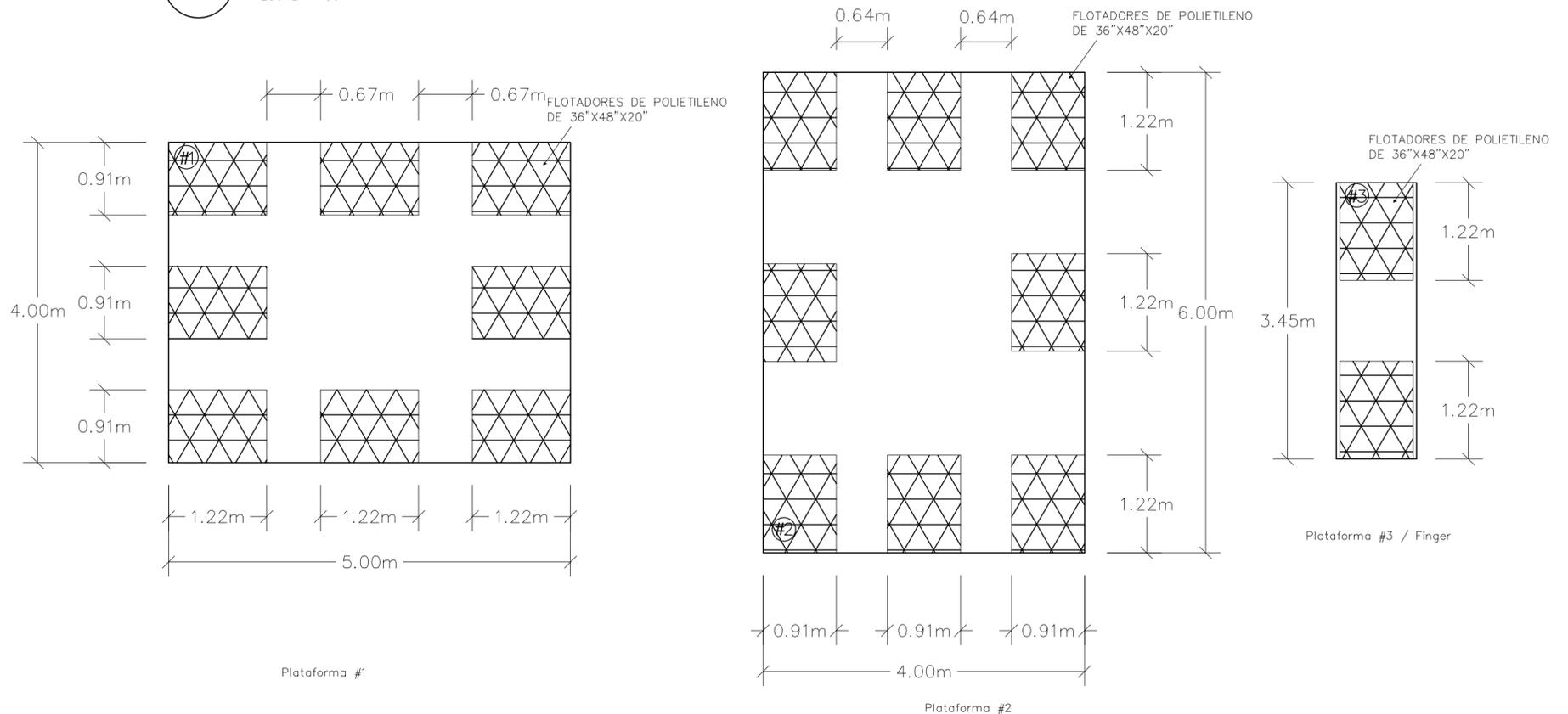


ESPECIFICACIONES GENERALES:

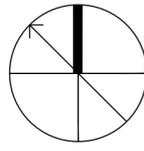
- CONSIDERANDO LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS:
1. DIMENSIONES: ESPECIFICADAS EN PLANO
 2. FLOTADORES DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 36"X48X20"
 3. LOS FLOTADORES "FOAM FILLED", RELLENOS DE POLIESTIRENO
 4. NAVE DE DISEÑO: LANCHAS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
LONGITUD: 5 METROS
ANCHO: 2 METROS
 5. UNIDADES DE SEPARACIÓN DE FLOTADORES EN SISTEMA MÉTRICO
 6. UNIDADES DE DETALLE DE FLOTADORES EN SISTEMA INGLÉS (UNIDADES COMERCIALES EN PULGADAS)
 7. CAPACIDADES DE PLATAFORMAS (FACTOR DE SEGURIDAD 1.5):
PLATAFORMA #1: 18 PERSONAS
PLATAFORMA #2: 25 PERSONAS
PLATAFORMA #3 - FINGER: 3 PERSONAS

UF UBICACIÓN DE FLOTADORES
ESCALA 1:100

VP VISTA EN PLANTA DE SECCIONES
ESCALA 1:50



NORTE:



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante - Proyecto de Graduación Fase I

- CONTENIDO:
- UBICACIÓN DE FLOTADORES.
 - VISTA EN PLANTA DE SECCIONES.
 - DETALLES DE SECCIÓN TRANSVERSAL.

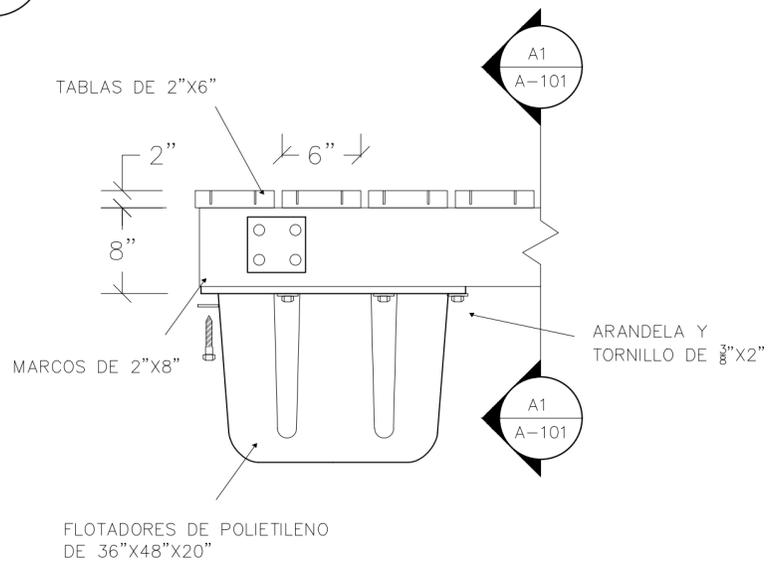
ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066
LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

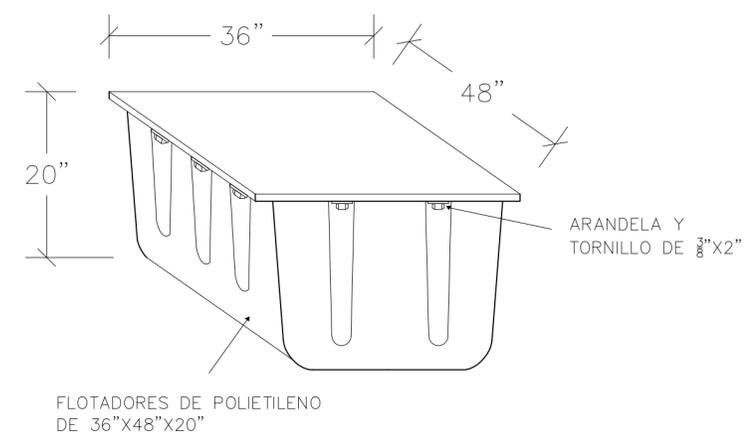
OBSERVACIONES:
- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE EN METROS.

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
Especificada en plano	S.P.S 15/OCT/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
03	PLANO 01/100
C-001	

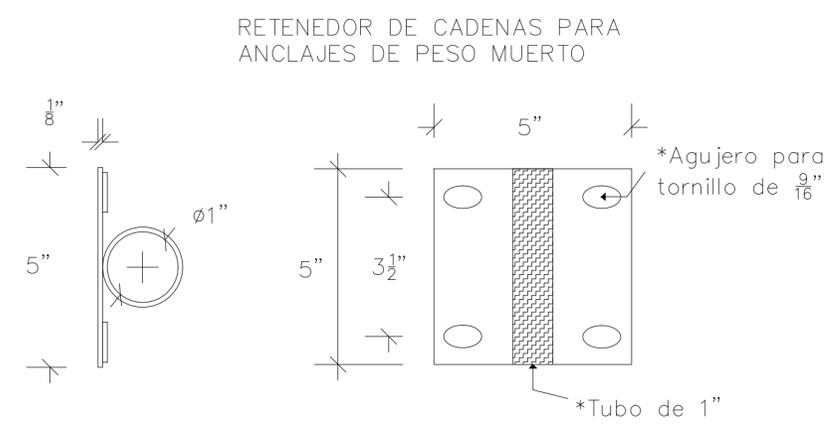
SC SECCIÓN DE CORTE A - A
ESCALA 1:40



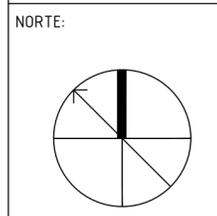
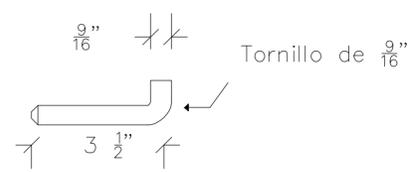
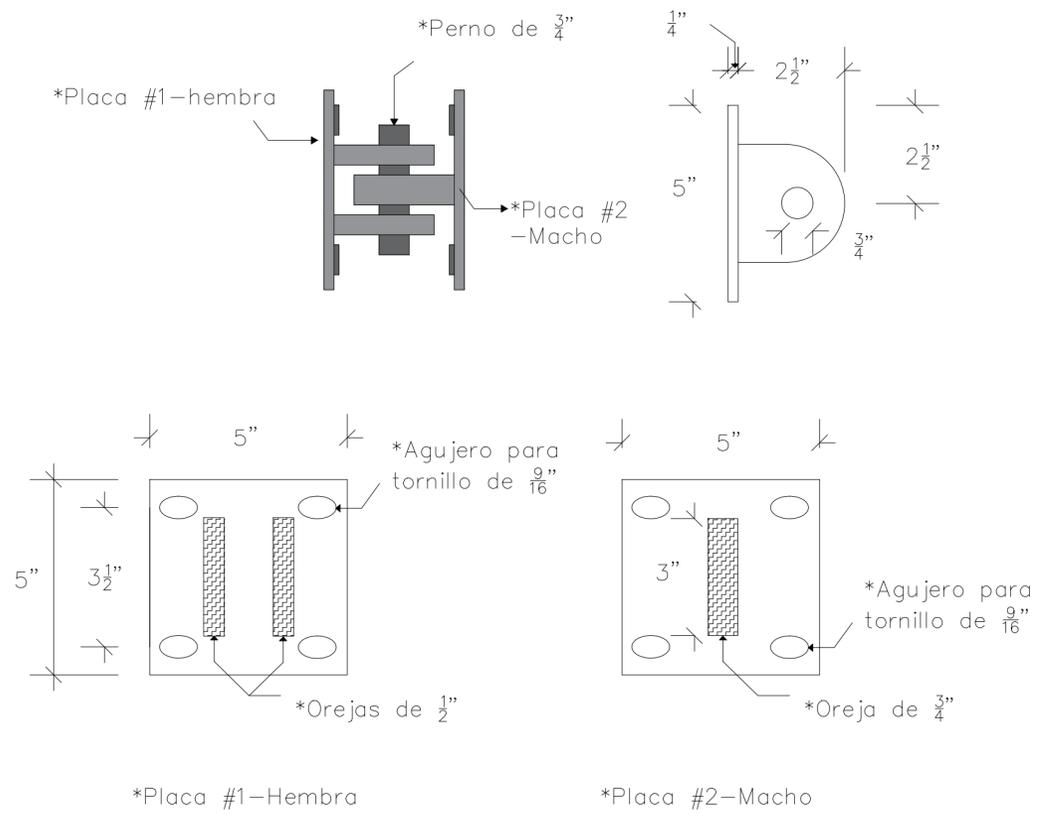
DF DETALLE DE FLOTADORES
ESCALA 1:40



DE DETALLE DE ELEMENTOS DE CONEXIÓN
ESCALA 1:3



BISAGRAS PARA MUELLE FLOTANTE



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:
- DETALLE DE FLOTADORES
- DETALLES DE ELEMENTOS DE CONEXIÓN ENTRE PLATAFORMAS.

ALUMNOS:

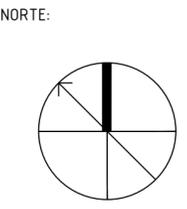
FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066
LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:
- UNIDADES COMERCIALES DE ELEMENTOS DE CONEXIÓN ENTRE SECCIONES EN PULGADAS.
- UNIDADES COMERCIALES DE FLOTADORES EN PULGADAS.

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
Especificada en plano	S.P.S 15/OCT/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 01/100 C-001

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. Recomendable utilizar concreto ciclopeo
2. Pesos muertos podrían ser reemplazados por otro objeto que cumpla con la misma función
3. Respetar posición de los pesos en forma cruzada



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:

- VISTA EN PLANTA DE UBICACIÓN DE ANCLAJES.
- DETALLE DE ANCLAJE DE PESO MUERTO.
- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL MUELLE.

ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066

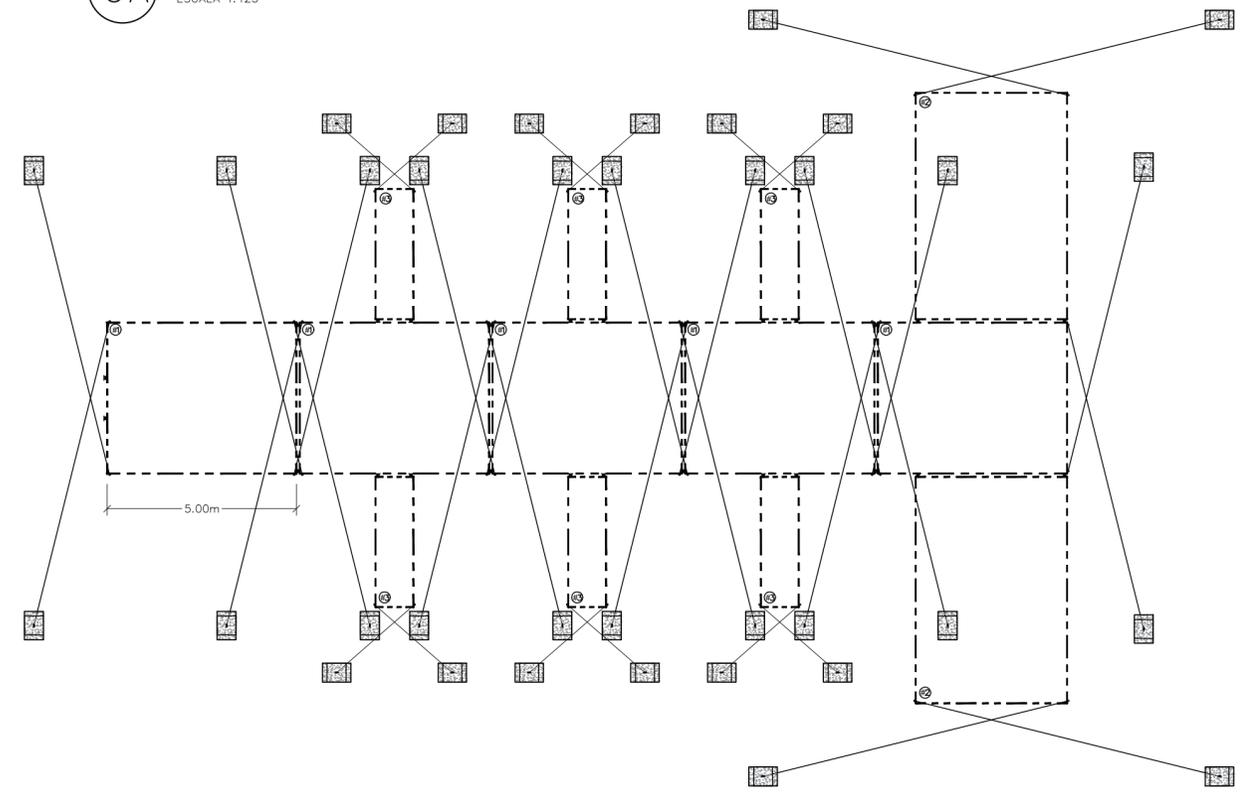
LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:

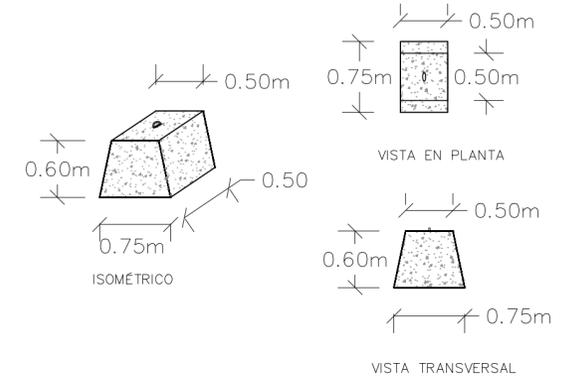
- UNIDADES COMERCIALES DE ELEMENTOS DE FLOTADORES EN PULGADAS.
- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE Y ANCLAJE DE PESO MUERTO EN METROS.

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
Especificada en plano	S.P.S 15/OCT/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
05	PLANO 01/100
C-001	

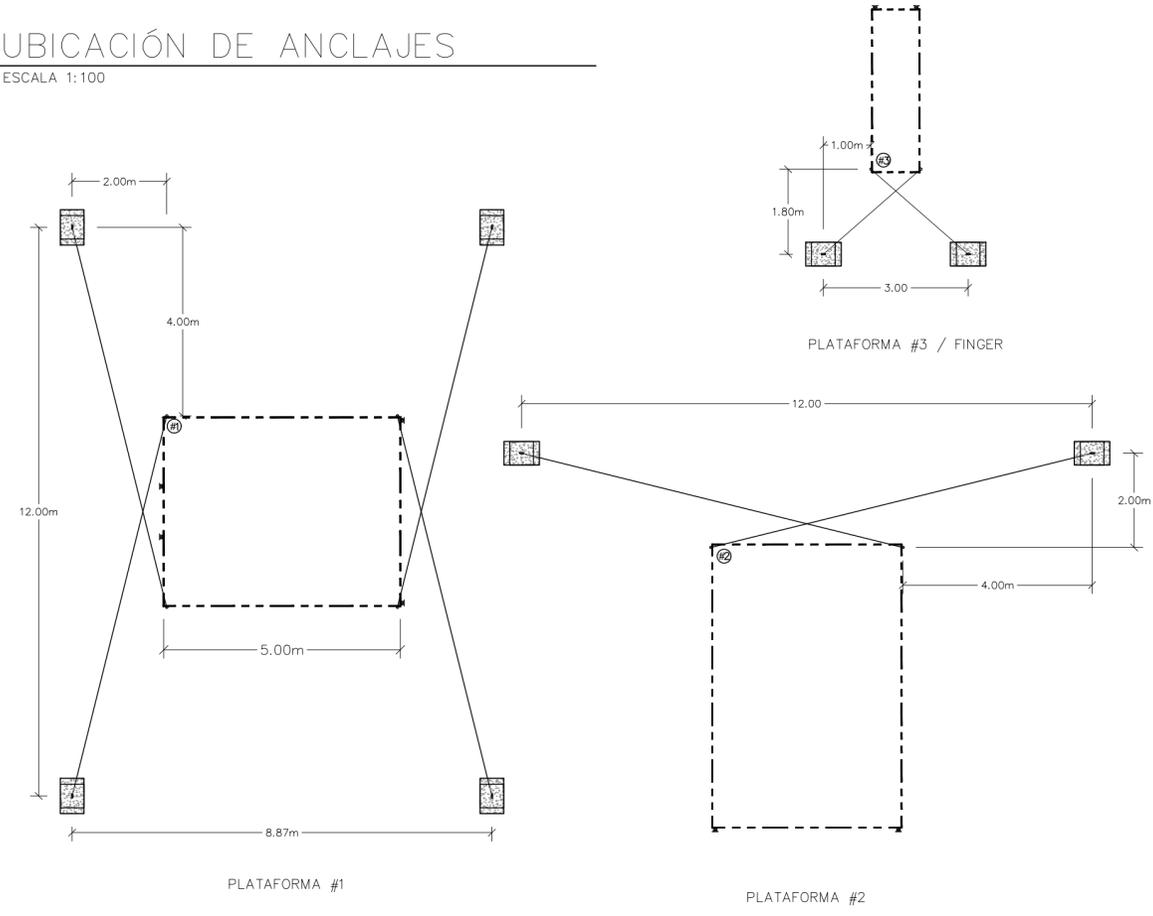
UA UBICACIÓN DE ANCLAJES
ESCALA 1:125



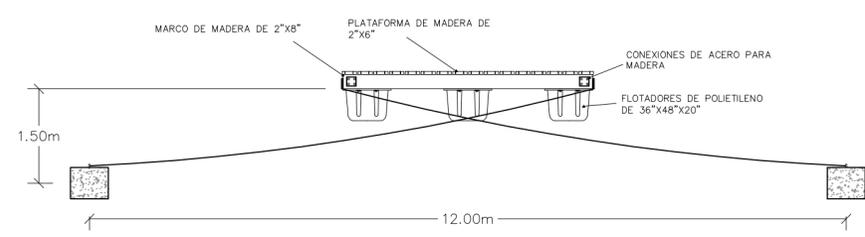
DA DETALLE DE ANCLAJE DE PESO MUERTO
ESCALA 1:50



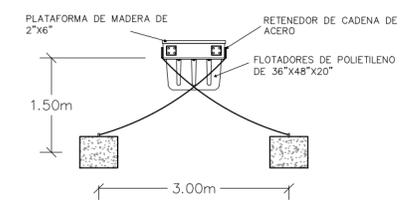
UA UBICACIÓN DE ANCLAJES
ESCALA 1:100



SC SECCIÓN TRANSVERSAL DE MUELLE CON ANCLAJES
ESCALA 1:75



SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLATAFORMA #1 Y #2

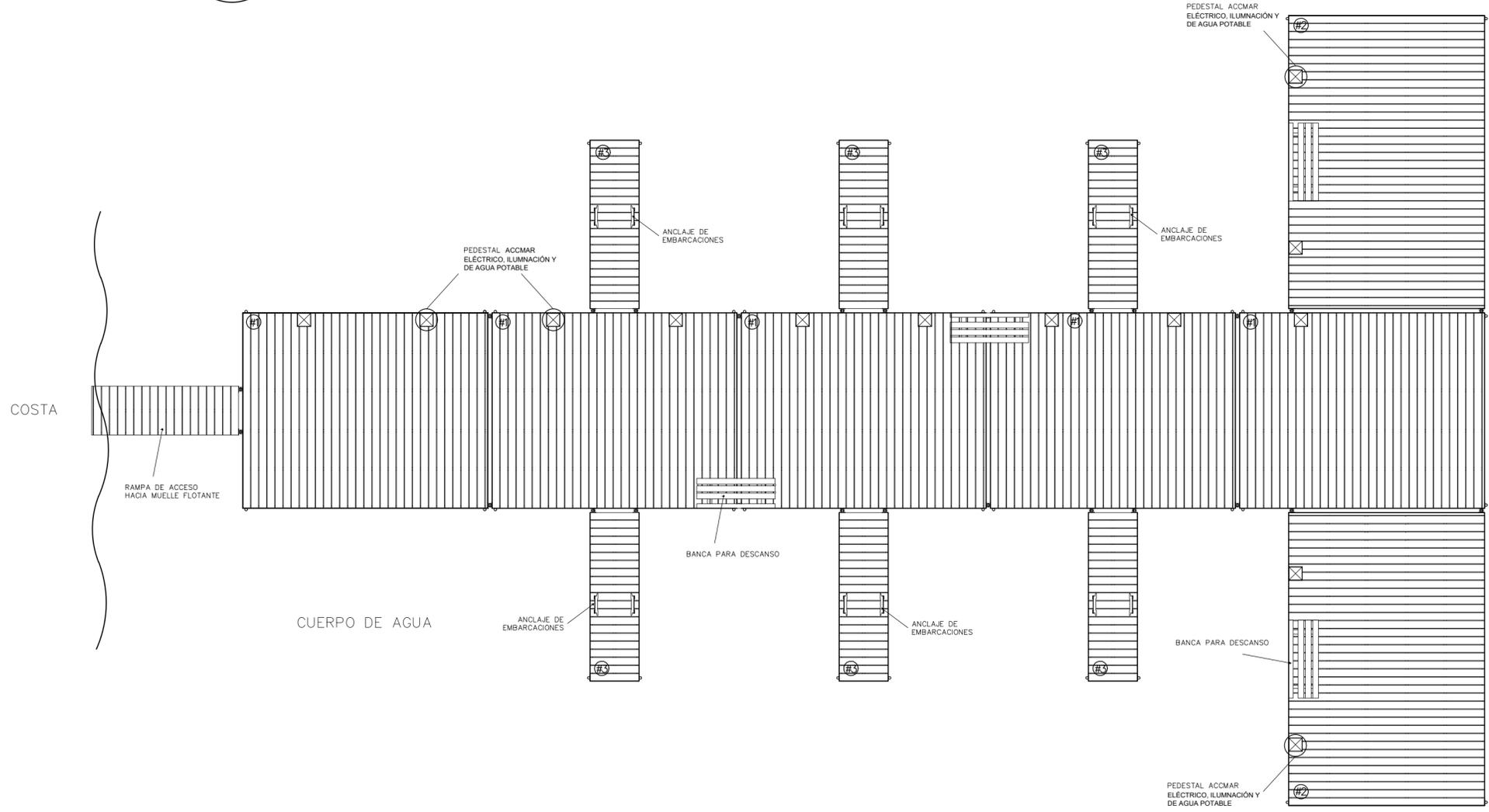


SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLATAFORMA #3 / FINGERS

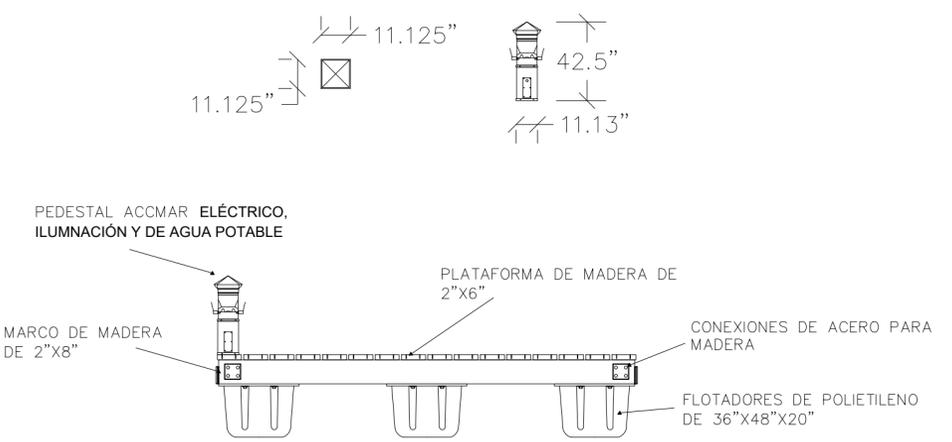
PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

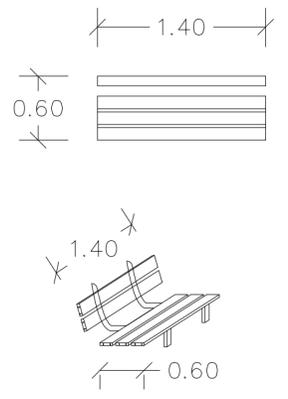
UA UBICACIÓN DE ACCESORIOS
ESCALA 1:75



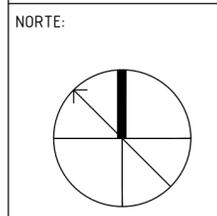
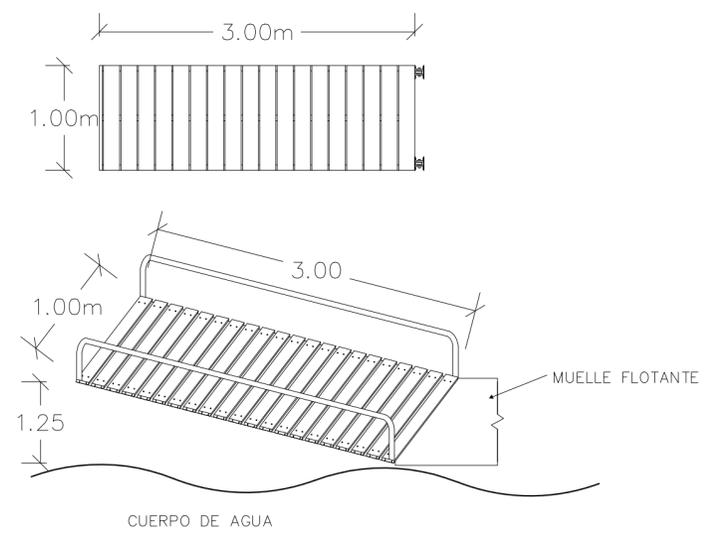
DP DETALLE DE PEDESTAL
ESCALA 1:45



DB DETALLE DE BANCA
ESCALA 1:45



DA DETALLE DE RAMPA DE ACCESO
ESCALA 1:45



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

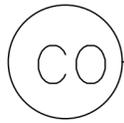
CONTENIDO:
- PLANTA DE UBICACIÓN DE ACCESORIOS EN PLATAFORMA.
- DETALLES DE ACCESORIOS.

ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066
LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:
- UNIDADES COMERCIALES DE ELEMENTOS DE MADERA Y FLOTADORES DE POLIETILENO.
- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE EN METROS.

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
Especificada en plano	S.P.S 15/OCT/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
06	PLANO 01/100
C-001	

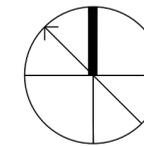


CANTIDADES DE OBRA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DESPERDICIO	CANTIDAD	TOTAL
1.00	MATERIALES				
1.01	MADERA DE PINO	PIE TABLAR	5%	5396.57	5667.00
1.02	BANCAS DE DESCANSO	UND	0%	4.00	4.00
1.03	PEDESTALES DE ILUMINACIÓN, ELECTRICIDAD Y AGUA	UND	0%	13.00	13.00
1.04	RETENEDORES DE CADENA	KIT	0%	36.00	36.00
1.05	BISAGRAS PARA PLATAFORMA	KIT	0%	18.00	18.00
1.06	TORNILLOS PARA FLOTADORES	UND	5%	750.00	788.00
1.07	CLAVOS DE 3"	LBS	8%	88.84	96.00
1.08	FLOTADORES DE POLIETILENO	UND	1%	75.00	76.00
1.09	CADENAS PARA ANCLAJE	M LINEAL	2%	231.99	237.00
1.10	CONCRETO PESO MUERTO	M ³	3%	6.75	7.00
1.11	ANCLAJES PARA EMBARCACIONES	UND	0%	52.00	52.00
1.12	ESQUINEROS DE ACERO PARA MARCO DE MADERA	UND	0%	12.00	12.00



NORTE:



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:

- CANTIDADES DE OBRA

ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA
SANDOVAL - 21741066
LAURA CECILIA ZELAYA
HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:

-

ESCALA:

LUGAR Y
FECHA:

Especificada en
plano

S.P.S
15/OCT/2021

REVISIÓN:

LÁMINA:

07

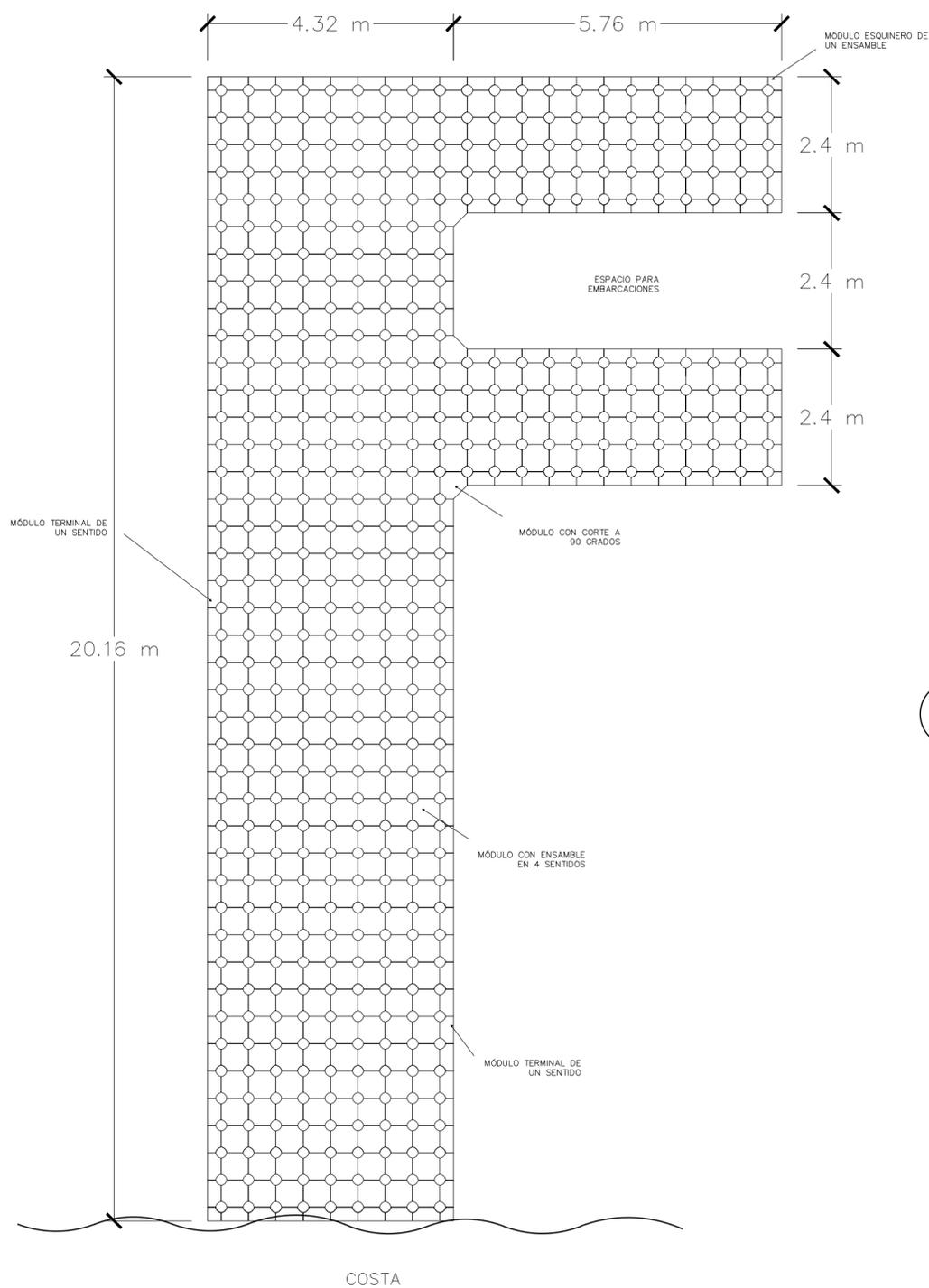
PLANO
01/100

C-001



VISTA EN PLANTA DEL MUELLE

ESCALA 1:100

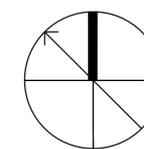


ESPECIFICACIONES GENERALES:

1. DIMENSIONES: ESPECIFICADAS EN PLANO
2. MATERIAL DEL MÓDULO: RESINA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD DE 0.48m x 0.48m x 0.35m (19" x 19" x 14")
3. PESO: 5.5 kg (12 lbs)
- CAPACIDAD DE FLOTACIÓN: 68 kg (150 lbs) POR CUBO O 272 kg/m²
4. SUPERFICIE: ANTIDESLIZANTE:



NORTE:



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:
- PLANTA DE UBICACIÓN DE ACCESORIOS EN PLATAFORMA.
- DETALLES DE ACCESORIOS.

ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA SANDOVAL - 21741066
LAURA CECILIA ZELAYA HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:
- UNIDADES COMERCIALES DE ELEMENTOS DE MADERA Y FLOTADORES DE POLIETILENO.
- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE EN METROS.

ESCALA: LUGAR Y FECHA:

Especificada en plano S.P.S. 15/OCT/2021

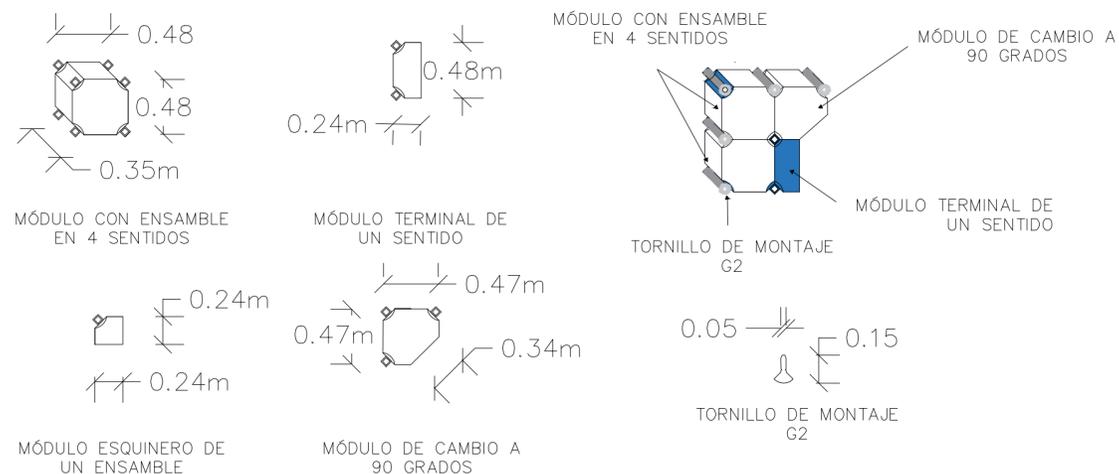
REVISIÓN: LÁMINA:

06 PLANO 01/100 C-001



DETALLES DE MÓDULO FLOTANTE

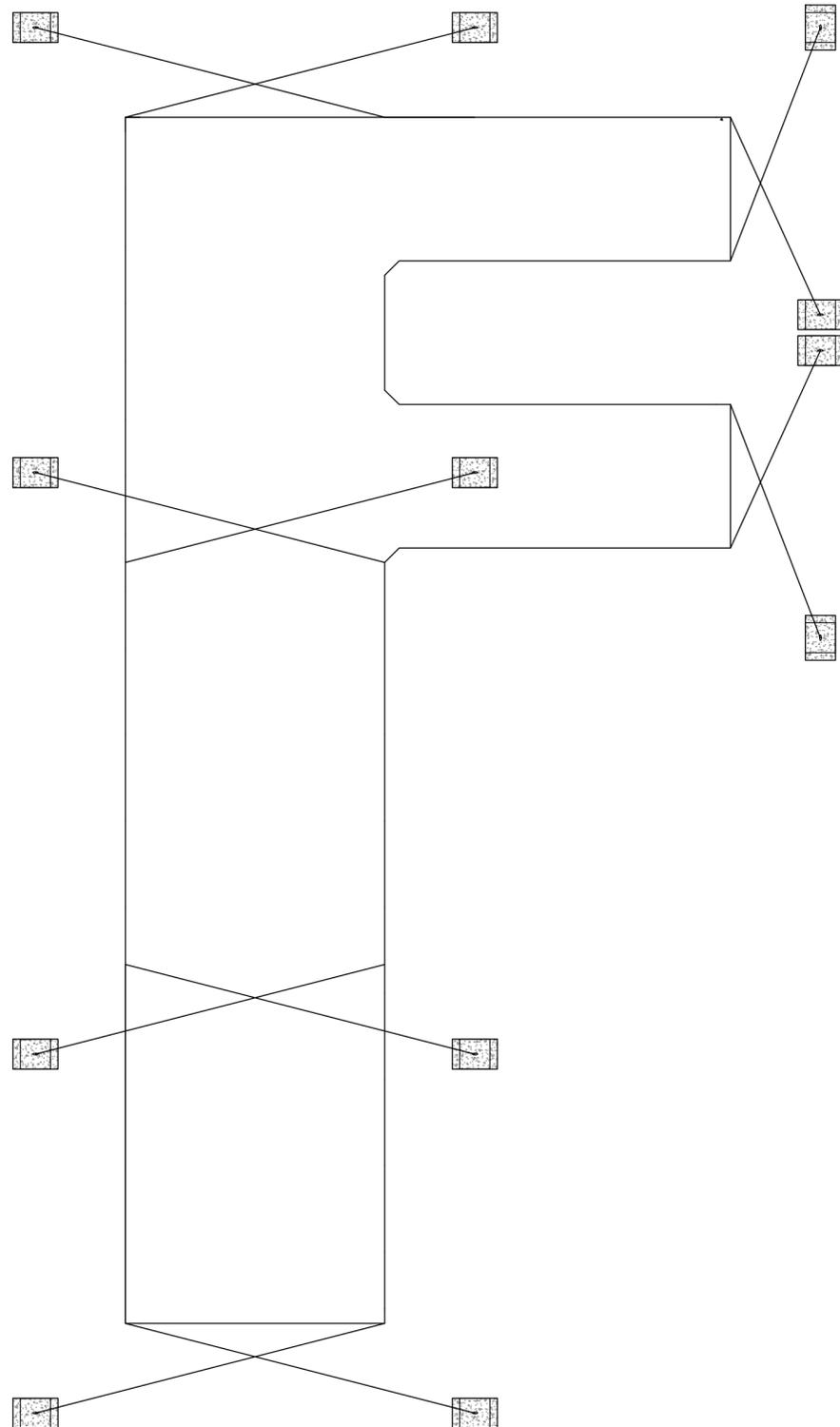
ESCALA 1:50



UA

UBICACIÓN DE ANCLAJES

ESCALA 1:100



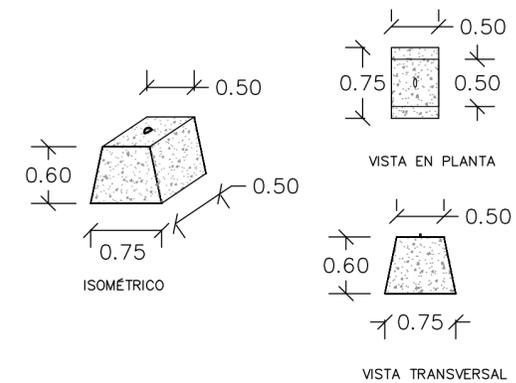
ESPECIFICACIONES GENERALES

1. Recomendable utilizar concreto ciclopeo
2. Pesos muertos podrían ser reemplazados por otro objeto que cumpla con la misma función
3. Respetar posición de los pesos en forma cruzada

DA

DETALLE DE ANCLAJE DE PESO MUERTO

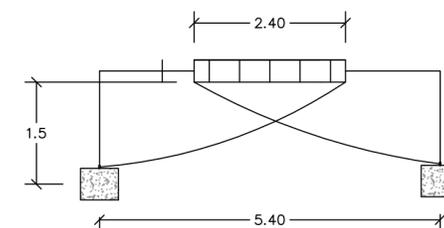
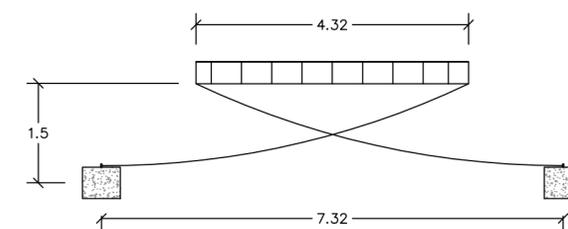
ESCALA 1:50



SC

SECCIÓN TRANSVERSAL DE MUELLE CON ANCLAJES

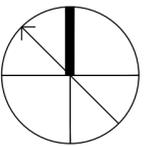
ESCALA 1:75



UNITEC



NORTE:



CATREDRÁTICO:
MIEMBROS DE TERNA

PROYECTO:
Diseño de muelle flotante -
Proyecto de Graduación Fase I

CONTENIDO:

- VISTA EN PLANTA DE UBICACIÓN DE ANCLAJES.
- DETALLE DE ANCLAJE DE PESO MUERTO.
- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL MUELLE.

ALUMNOS:

FELIPE DANIEL GARCÍA
SANDOVAL - 21741066

LAURA CECILIA ZELAYA
HERNÁNDEZ - 21741203

OBSERVACIONES:

- UNIDADES DE ESTRUCTURA FLOTANTE Y ANCLAJE DE PESO MUERTO EN METROS.

ESCALA:

LUGAR Y
FECHA:

Especificada en
plano

S.P.S
15/OCT/2021

REVISIÓN:

LÁMINA:

08

PLANO
01/100

C-001

ANEXOS

ITEM NUMBER	SIZE	CU. FT.	WT. (LBS)	BUOYANCY (LBS)
DF-C-20072-08	20" x 72" x 8"	6.67	26	356
DF-C-20072-10	20" x 72" x 10"	8.33	29	443
DF-C-20096-10	20" x 96" x 10"	11.11	39	598
DF-C-24036-12	24" x 36" x 12"	6	21	332
DF-C-24036-16	24" x 36" x 16"	8	25	446
DF-C-24036-20	24" x 36" x 20"	10	28	537
DF-C-24048-08	24" x 48" x 8"	5.33	22	288
DF-C-24048-12	24" x 48" x 12"	8	27	454
DF-C-24048-16	24" x 48" x 16"	10.7	32	598
DF-C-24048-18	24" x 48" x 18"	12	34	652
DF-C-24048-20	24" x 48" x 20"	13.3	36	731
DF-C-24048-24	24" x 48" x 24"	16	41	882
DF-C-36048-08	36" x 48" x 8"	8	32	472
DF-C-36048-12	36" x 48" x 12"	12	38	700
DF-C-36048-16	36" x 48" x 16"	16	44	925
DF-C-36048-20	36" x 48" x 20"	20	50	1132
DF-C-36048-24	36" x 48" x 24"	24	57	1364
DF-C-36072-12	36" x 72" x 12"	18	55	1061
DF-C-36072-16	36" x 72" x 16"	24	64	1402
DF-C-36072-20	36" x 72" x 20"	30	72	1718
DF-C-36072-24	36" x 72" x 24"	36	82	2072
DF-C-36072-32	36" x 72" x 32"	48	105	2678
DF-C-36096-12	36" x 96" x 12"	24	73	1412
DF-C-36096-16	36" x 96" x 16"	32	85	1870
DF-C-36096-20	36" x 96" x 20"	40	95	2295
DF-C-36096-24	36" x 96" x 24"	48	108	2771
DF-C-36096-32	36" x 96" x 32"	64	134	3626
DF-C-42072-16	42" x 72" x 16"	28	74	1636
DF-C-48048-12	48" x 48" x 12"	16	49	940
DF-C-48048-16	48" x 48" x 16"	21.3	57	1242
DF-C-48048-20	48" x 48" x 20"	26.6	64	1522
DF-C-48048-24	48" x 48" x 24"	31.9	73	1836
DF-C-48060-12	48" x 60" x 12"	20	60	1186
DF-C-48060-16	48" x 60" x 16"	26.7	69	1568
DF-C-48060-20	48" x 60" x 20"	33.3	78	1923
DF-C-48060-24	48" x 60" x 24"	40	88	2320
DF-C-48072-12	48" x 72" x 12"	24	71	1420
DF-C-48072-16	48" x 72" x 16"	32	82	1880
DF-C-48072-20	48" x 72" x 20"	40	93	2307
DF-C-48072-24	48" x 72" x 24"	48	105	2786
DF-C-48072-32	48" x 72" x 32"	64	131	3648
DF-C-48096-12	48" x 96" x 12"	32	94	1900
DF-C-48096-16	48" x 96" x 16"	42.7	108	2518
DF-C-48096-20	48" x 96" x 20"	53.3	122	3092
DF-C-48096-24	48" x 96" x 24"	64	137	3737
DF-C-48096-32	48" x 96" x 32"	86	167	4920

Anexo 1 – Características de Flotadores
Fuente: (Dock Builders, 2021).

Nombre del suelo	Coefficiente de fricción
Concreto sobre tierra	0.3
Hormigón sobre arcilla seca	0.4
Hormigón sobre arcilla húmeda	0.2
Hormigón sobre arena seca	0.5 - 0.6
Hormigón sobre arena húmeda	0.4
Hormigón sobre roca seca	0.6 - 0.7
Hormigón sobre roca húmeda	0.5

Anexo 2 - Coeficiente de Fricción

Fuente: (Chegg, 2017).

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor Bogota. (2015). *Análisis de Caras*. Obtenido de Instituto de Desarrollo Urbano <https://www.idu.gov.co/web/content/7444/Gu%C3%ADa+metodo/%C3%B3gica+de+an>
- Army Corps. (2013). *Minimum Design Standard Specifications Floating Facilities*. Obtenido de Army Corps of Engineer: [https://www.swt.usace.army.mil/Portals/41/docs/missions/recreation/smps/des specs.pdf](https://www.swt.usace.army.mil/Portals/41/docs/missions/recreation/smps/des%20specs.pdf)
- Candock. (2018). *Muelle Modular Flotante*. Obtenido de Candock: <https://www.candock.com/wp-content/uploads/2017/10/2018-CANDOCK-brochure-SP-1.pdf>
- ColMarina. (2018). *Muelles y Plataformas Flotantes*. Obtenido de ColMarina: <http://www.colmarina.com/productos>
- Dock Builders. (2021). *Dock Flotation*. Obtenido de Dock Builders Supply: <https://www.dockbuilders.comv/dock-float-calculations.htm>
- Dock Edge. (2020). *The Leading Edge of Dock innovation*, Obtenido de Dock Edge: <https://dockedge.com/wp-content/uploads/sites/3/2020/02/DockEdge14th.pdf>
- Excel Dock. (2017). *Aplicaciones*. Obtenido de Excel Dock: <https://exceldock.com/portfolio-posts/industrial/>
- EZ Dock. (2020). *Muelles Flotantes*, Obtenido de EZ Dock: <https://www.ez-dock.com/es/>
- Itpsl. (2017). *Pantalanes Flotantes*, Obtenido de Itpsl:http://itpsl.es/catalogo_pdf/pantalanes.pdf
- Jack Docks. (2021). *Build your Own Floating Dock*. Obtenido de Jack Docks: <https://www.jackdocks.com/product/build-your-own-lowpro-floating-dock-section/>
- Lizano, O. (s.f.). *Batimetría*, Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/profile/Omar-Lizano/publication/240917694_Batimetría_modelos_de_elevación_digital_y_sus_aplicaciones/links/Oc96051c79636e862000000/Batimetria-modelos-de-elevaion-digital-y-sus-aplicaciones.pdf
- Ministerio de Fomento. (2011). *Instrucción de Hormigón Estructural*. España: secretaria General Técnica.
- Ministerio de Obras Públicas. (2016). *Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras*. Obtenido de Ministerio de Obras Públicas: http://www.abcpuertos.cl/documentos/MOP/MOP_Vol_4_Criterios_Operacion_Parte_1.pdf
- Morales, À. (2019). *Análisis de la Correlación entre Parámetros de Control en Máquinas Pilotadoras*. Obtenido de UPC; https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8568/00_pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NSR-98. (2017). *Cargas*.
- OCDI. (2002). *Technical Standards and Commentaries of Port*. Japan: Daikousha Printing Co., Ltd
- Peebo. (2018). *Floating Docks*, Obtenido de Perebo: <https://www.perebo.com/products/jetties/>
- Poralu. (2016). *Pontones y Otros Productos*, Obtenido de Poralu: <https://www.poralu.com/es/pontones-y-otros-productos/>

VI. CONCLUSIONES

- 1) Con respecto a las necesidades de los habitantes de la Costa Norte, se determinó mediante el instrumento de la encuesta que el 93% indica que la implementación de un muelle flotante en la zona funcionaria como atracción turística y el 81.7% establece que estas estructuras deben tener la función de atracadero para embarcaciones pequeñas con una cantidad entre cinco a ocho espacios. Por consiguiente, se dio a conocer que las características innovadoras que son necesarias a implementar en los muelles son iluminación, estación de electricidad y agua, bancos y escaleras. Así mismo, los habitantes dieron a conocer que las formas más atractivas son forma "F" y forma "T" y que los materiales a utilizar son madera y polietileno de alta densidad con un largo entre 16 m a 30 m y ancho de 2 m a 8 m. Con respecto al mantenimiento, el 71.8% de los encuestados es capaz de brindar mantenimiento en el caso de estar a cargo de un muelle, mientras que el 28.2% indica que no. Por ende, estas características fueron consideradas en el diseño propuesto dentro de la guía.
- 2) A través de la encuesta aplicada, se conocieron las recomendaciones y características de los muelles según los ingenieros expertos de Chile, estos indicaron que las dimensiones de la estructura deben ser las siguientes: un ancho de 2 metros a 3 metros, la altura entre 0.2 metros a 1 metro y por último el largo entre 10 metros a 20 metros. Los anclajes recomendados son con dos pesos muertos de forma trapezoidal, sin embargo, se requirió utilizar las fórmulas planteadas en las normas para obtener su posicionamiento en el fondo marino, el peso y longitud de cadena, ya que dependen del impacto de las fuerzas externas como ser oleaje y corriente. Los flotadores requeridos son de polietileno de alta densidad rellenos de poliestireno, con una separación máxima de 2.4 m entre ellos y el conector a la orilla depende de la longitud entre esta y el muelle, pero usualmente se coloca una rampa de acceso, por lo que se tomó en cuenta en el diseño. Previo al mismo, si no se tiene la información requerida, recomiendan realizar estudios para obtener los datos de la marea, corriente y fondo marino. Sin embargo, al ser recomendaciones aplicadas en Chile,

para desarrollar el diseño, se tuvieron que ligar con las necesidades de los habitantes del país.

- 3) Las normativas nacionales e internacionales que se utilizaron para establecer el diseño fueron recopiladas a través de las recomendaciones de los ingenieros expertos y estudios similares realizados en Chile. En el caso de las nacionales, no se obtuvieron debido a que en Honduras no existe una norma para este tipo de muelles, por otra mano, las normativas internacionales recomendadas y utilizadas en otros estudios, así mismo, implementadas en el diseño propuesto, son las siguientes: "Especificaciones Estándar de Diseño Mínimo Para Instalaciones Flotantes" de Estados Unidos, "Normas Técnicas y Cometarios para Puertos e Instalaciones Portuarias" de Japón y por último "Flotación del Muelle Dock Builders Supply" de Estados Unidos, las cuales contienen los parámetros para diseñar correctamente un muelle flotante. Se escogieron las que aplicaban a la investigación.
- 4) Según los encuestados, el contenido imprescindible que debe comprender la guía para el diseño e implementación de muelles flotantes son generalidades, materiales, tipología de muelles, usos, normativas, planos y mantenimiento preventivo y correctivo, por lo cual cada uno de estos temas se incluyó dentro de los capítulos en la Guía de Diseño Para la Implementación de Muelles Flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, el cual consiste en cinco capítulos, tomando en cuenta que el cuarto será presentado en fase II.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Se aconseja realizar encuestas dirigidas hacia las personas que utilizarían o construirían este tipo de estructuras en la zona para conocer sus necesidades y así obtener información de valor con respecto a si es factible un muelle flotante o no en dicho lugar, así mismo, obtener las especificaciones que deben tener como ser las dimensiones, materiales, formas, accesorios y principalmente que uso se le daría, como se turístico, comercial, residencial o industrial.
- 2) Se invita a los diseñadores a obtener información directamente de expertos en el diseño e implementación de muelles flotantes ya que facilitan el uso de las normativas y debido a su experiencia, proveen información valiosa con respecto a los diseños realizados por estos mismos.
- 3) Debido a que este tipo de estructuras no existen en el país, no se encuentran normas o expertos nacionales, por lo que se sugiere utilizar normativas aplicadas en países cercanos, tomando el ejemplo de diseño y obtener opinión de expertos que previamente realizaron un diseño con las mismas normas a utilizar, así mismo, todo tipo de recomendación brindada, se debe realizar una revisión basándose en las normas, ya que cada zona de instalación tiene sus propios datos con respecto al oleaje, corriente, profundidad del cuerpo de agua, orilla, etc.
- 4) Se sugiere expandir el contenido de la guía, brindando información donde se desarrolle el diseño de un muelle flotante con diferente uso al visto en la guía presentada, como ser comercial, residencial o industrial, igualmente, proveer un material principal diferente a los propuestos con su respectiva normativa, tratando de ilustrar la información obtenida.

VIII. APLICABILIDAD

La guía de diseño para la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras, 2021, puede ser aplicado para implementar un muelle flotante de madera o polietileno de alta densidad, ya que provee las normativas en las cuales fue basado, el procedimiento para obtener los datos de valor y ejemplos de cómo realizar el diseño. A continuación, se determinan los individuos que pueden hacer uso del presente documento:

1. Personas que residen en zonas costeras, así mismo que sean propietarios de hoteles, restaurante o cualquier comercio que pueda ser beneficiado por el incremento de turistas debido a la implementación de este tipo de estructura.
2. Ingenieros civiles y arquitectos que se vean involucrados en el diseño e implementación de muelles flotantes, por lo cual se les facilitaría el uso de la guía ya que la información necesaria para realizar el diseño con el material de madera o polietileno se encuentra en un solo documento.
3. A estudiantes de la carrera de ingeniería civil y/o interesados en el área de construcción para incrementar sus conocimientos con respecto a una nueva metodología de muelles para beneficio de la economía y atracción del país.

La creación de esta guía brinda la posibilidad de implementar algo novedoso en las zonas costeras del país, ya que no existía un documento en Honduras que explicara lo que es muelles flotantes, mucho menos las normas creadas específicamente para este tipo de estructuras y el procedimiento para diseñarlo correctamente, por lo que también sirve para introducir la técnica y motivar a seguir expandiendo más diseños con respecto a materiales, formas, usos, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, F. (2017). *Comercialización de Productos en Pequeños Negocios o Microempresas*. Madrid: CEP S.L.
- Alcaldía Mayor Bogota. (2015). *Análisis de Cargas*. Obtenido de Instituto de Desarrollo Urbano : <https://www.idu.gov.co/web/content/7444/Gu%C3%ADa+metodo%3%B3gica+de+an>
- Apen. (2016). *Microsoft Office*. Obtenido de Apen: <https://apen.es/glosario-de-informatica/microsoft-word/>
- Arkiplus. (2021). *Cargas Distribuidas*. Obtenido de Arkiplus: <https://www.arkiplus.com/cargas-distribuidas/>
- Autodesk. (2021). *Civil 3D*. Obtenido de Autodesk: <https://www.autodesk.mx/products/civil-3d/overview>
- BBC News Mundo. (2019). *Google*. Obtenido de BBC News Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49852478>
- Becosan. (2020). *Concreto Reforzado*. Obtenido de Becosan: <https://www.becosan.com/es/concreto-reforzado/>
- BIMMX. (2018). *Elementos Prefabricados en la Construcción*. Obtenido de BIMMX: <http://www.bimmx.com/bloges/elementos-prefabricados-en-la-construccion>
- BSI. (1999). *Maritime structures, Part 6: Design of inshore moorings and floating structures*. Board of BSI.
- Chemical. (2016). *Poliestireno*. Obtenido de Chemical: <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/>
- El País. (18 de Noviembre de 2018). *Cierran el Muelle Teleño por Fallas en su Estructura*. Obtenido de El País: <https://www.elpais.hn/2018/11/18/cierran-el-muelle-teleno-por-fallas-en-su-estructura/>
- Esmelux. (2018). *El Acero Galvanizado*. Obtenido de Esmelux: <https://www.esmelux.com/blog/el-acero-galvanizado>
- Fernández, Y. (2020). *¿Qué es Canva?* Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/basics/que-canva-como-funciona-como-usarlo-para-crear-diseno>
- Fontur. (2019). *Terminología de Turismo*. Obtenido de Fontur: <https://fontur.com.co/es/glosario?q=es/glosario>
- Forbes. (2 de Abril de 2020). *Sector turístico de Honduras estimó pérdida de 1,050 millones de dólares*. Obtenido de Forbes Centroamérica: <https://forbescentroamerica.com/2020/04/02/sector-turistico-de-honduras-estimo-perdida-de-1050-millones-de-dolares/>

- Lemus, L. (10 de Agosto de 2014). *Nuevo Muelle y Paseo Turístico atraen inversiones a La Ceiba*. Obtenido de La Prensa: <https://www.laprensa.hn/honduras/laceiba/737012-98/nuevo-muelle-y-paseo-turistico-atraen-inversiones-a-la-ceiba>
- Lexico. (2021). *Muelle*. Obtenido de Lexico by Oxford: <https://www.lexico.com/es/definicion/muelle>
- Lizano, O. (s.f.). *Batimetría*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/profile/Omar-Lizano/publication/240917694_Batimetria_modelos_de_elevaion_digital_y_sus_aplicaciones/links/0c96051c79e636e8b2000000/Batimetria-modelos-de-elevaion-digital-y-sus-aplicaciones.pdf
- Martín, J. (2013). *Mantenimiento*. Obtenido de AEC: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>
- Maxipet. (2020). *Características del polietileno de alta densidad*. Obtenido de Maxipet: <https://maxipet.net/blog/caracteristicas-del-polietileno-de-alta-densidad>
- Méndez, A. (2014). *Guía de Blackboard para Estudiantes*. Obtenido de Universidad del Turabo: <https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/Educacion-distancia/Estudiantes/guia-blackboard-del-estudiante.pdf>
- Ministerio de Fomento. (2011). *Instrucción de Hormigón Estructural*. España: Secretaría General Técnica.
- Ministerio de Obras Públicas. (2016). *Guía de Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras*. Obtenido de Ministerio de Obras Públicas: http://www.abcpuertos.cl/documentos/MOP/MOP_Vol_4_Criterios_Operacion_Parte_1.pdf
- Molina, A. (2018). *Microsoft Project*. Obtenido de Esan: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/10/microsoft-project-su-aplicacion-en-la-gestion-de-proyectos/>
- Molina, E. (28 de Septiembre de 2018). *Buscan Construir Muelle Flotante para Repuntar Turismo en Omoa*. Obtenido de La Prensa: <https://www.laprensa.hn/honduras/1220545-410/-construir-muelle-flotante-turismo-omoa-honduras->
- Morales, Á. (2019). *Ánalisis de la Correlación entre Parámetros de Control en Máquinas Pilotadoras*. Obtenido de UPC: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/8568/00.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MRSEC. (2021). *Fuerzas de Fluídas: Densidad y Flotabilidad*. Obtenido de MRSEC Education Group: <https://education.mrsec.wisc.edu/fuerzas-de-fluidas-densidad-y-flotabilidad/>
- NOAA. (1999). *Introducción a las Mareas Oceánicas*. Obtenido de UCAR: https://www.meted.ucar.edu/glossaries/tidesgloss_es.htm
- NSR-98. (2017). *Cargas*.
- OCDI. (2002). *Technical Standards and Commentaries of Port*. Japan: Daikousha Printing Co., Ltd.

- Osorio, B. b. (2019). *Muelle Flotante Maldivas*. Obtenido de <http://consultaspublicas.semarnat.gob.mx/expediente/qroo/estudios/2019/23QR2019TD066.pdf>
- Oxford Language. (2020). *Embarcación*. Obtenido de Oxford Language: <https://www.lexico.com/es/definicion/embarcacion>
- Oxford Languages. (2020). *Atracadero*. Obtenido de Oxford Languages: <https://www.lexico.com/es/definicion/atracadero>
- Pineda, C. (29 de Marzo de 2021). *Semana Santa, Salvavidas del Turismo Hondureño*. Obtenido de El Heraldo: <https://www.elheraldo.hn/pais/1453121-466/semana-santa-salvavidas-turismo-honduras>
- Pinto, O. (2011). *Diseño de un Muelle Flotante de Acero*. Obtenido de PUCP: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/499/PINTO_ASCUN_A_OMAR_MUELLE_FLOTANTE_ACERO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Prensa, L. (14 de Junio de 2010). *Colapsa Muelle Turístico del Municipio de Trujillo*. Obtenido de La Prensa: <https://www.laprensa.hn/honduras/495800-97/colapsa-muelle-turistico-del-municipio-de-trujillo>
- Pronectis. (2020). *¿Qué es Google Forms y para que sirve en empresas?* Obtenido de Pronectis: <https://pronectis.com/novedades/que-es-google-forms-y-para-que-sirve-en-empresas/>
- RAE. (2020). *Costa*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/costa>
- RAE. (2020). *Cuestionario*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/cuestionario>
- RAE. (2020). *Estable*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/estable>
- RAE. (2020). *Flotador*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/flotador>
- Rodríguez, G. (28 de Noviembre de 2016). *Paralizan Obras de Reconstrucción de Muelle Turístico*. Obtenido de El Heraldo: <https://www.elheraldo.hn/pais/1021929-466/paralizan-obras-de-reconstruccion-de-muelle-turistico-en-san-lorenzo>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill .
- SemirrigidasCobra. (2019). *Muelle Flotante*. Obtenido de SemirrigidasCobra: <http://semirrigidascobra.es/muelle-flotante/>
- Stacbond. (2019). *Aluminio Anodizado*. Obtenido de Stacbond: <https://stacbond.com/aluminio-anodizado-proceso-de-anodizacion-propiedades-y-usos/>
- UNWTO. (2018). *Términos de Turismo*. Obtenido de UNWTO: <https://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos>
- Valencia, M. (2018). *Honduras is Great*. Obtenido de <https://hondurasisgreat.org/henecan-puerto-honduras/>
- Vicent, J. (2020). *¿Qué es Google Meet y Cómo Usarlo?* Obtenido de TreceBits: <https://www.trecebits.com/2020/04/27/que-es-google-meet-y-como-usarlo/>

- WeatherSpark. (2021). *El clima y el tiempo promedio*. Obtenido de WeatherSpark:
<https://es.weatherspark.com/y/13773/Clima-promedio-en-Tela-Honduras-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- WoodProducts. (2017). *Madera Contrapachada*. Obtenido de Wood Products:
<https://www.woodproducts.fi/es/content/madera-contrachapada>
- XplorHonduras. (2014). *Muelle Fiscal de La Ceiba*. Obtenido de XplorHonduras:
<https://www.xplorhonduras.com/muelle-fiscal-de-la-ceiba/>
- Yepes, V. (2012). *Concepto y Clasificación de los Anclajes*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/08/concepto-y-clasificacion-de-los-anclajes/>

ANEXOS

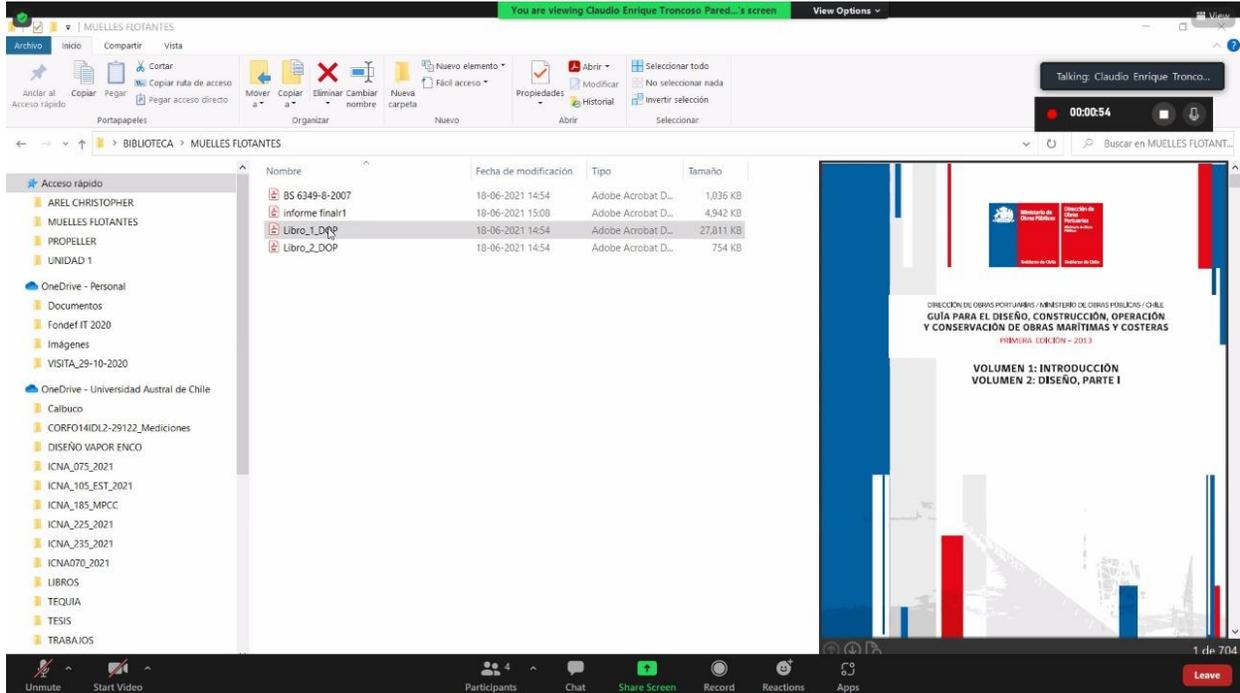


Ilustración 48 - Entrevista al Ing. Claudio Troncoso (Chile).

Fuente: (Propia, 2021).



Ilustración 49 - Noticia sobre construcciones flotantes llegando a Honduras.

Fuente: (El País, 2018).



Ilustración 50 - Noticia sobre el cierre del muelle de Tela por falta de mantenimiento.

Fuente: (El País, 2018).



Ilustración 51 - Noticia sobre el colapso del muelle en Trujillo.

Fuente: (La Prensa, 2010).

laprensa.hn/honduras/construir-muelle-flotante-turismo-omoa-honduras-EWLP1220545

La Prensa INICIO • PREMIUM • HONDURAS • SAN PEDRO • SUCESOS • MUNDO • DEPORTES • ESPECTÁCULOS • SUSCRÍBASE

TEMAS DESTACADOS [Vacunas coronavirus](#) [Elecciones Honduras](#) [Migrantes Honduras](#) [Selección Honduras](#)

HONDURAS Unidad Fiscal investiga la compra irregular de equipo en el Seguro Social

HONDURAS Más de 7,500 empleados públicos no se quieren vacunar

HONDURAS Preso alcalde de Talanga por no justificar L321 millones

HONDURAS Según Unah, cruce de Sputnik V y Moderna o Pfizer es efectivo

HONDURAS En 7 días 10 embarazadas fallecieron por covid-19

HONDURAS Honduras pide a Guatemala, EEUU y México retorno digno para sus inmigrantes

"Buscan construir muelle flotante para repuntar turismo en Omoa"

29 septiembre 2018 / 11:09 AM / Efrain Molina

VIVE LAS NOTICIAS A OTRO NIVEL

FÁCIL NAVEGACIÓN MEJOR DESEMPEÑO

Tags: Turismo en Hond

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS SECRETARÍA DE SALUD #AVANZAMOS #TODOS CON MASCARILLA

¡YA ABRIMOS!

Ilustración 52 - Noticia sobre construir muelle flotante en Omoa, Cortés.

Fuente: (La Prensa, 2018).



MANUAL DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS, 2021

El siguiente formulario tiene la función de recopilar información sobre si existe la necesidad de implementar muelles flotantes para uso turístico en la Costa Norte de Honduras, así mismo, conocer las características y requerimientos más importantes que deben contener este tipo de estructuras para brindar un manual de diseño entorno a los resultados.

¿Existe un muelle turístico en el área donde reside? *

- Si
- No

En el caso de que su respuesta anterior es si, ¿Cuántas personas considera que visitan el muelle a diario? (Si su respuesta anterior es no, pase a la siguiente pregunta)

- 0 - 50
- 69 - 100
- 101 - 150
- Más de 150

Ilustración 53 - Encuesta dirigida hacia los habitantes de la Costa Norte.

Fuente: (Propia, 2021).



MANUAL DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MUELLES FLOTANTES EN LA COSTA NORTE DE HONDURAS, 2021

El siguiente formulario tiene la función de recopilar información sobre si existe la necesidad de implementar muelles flotantes para uso turístico en la Costa Norte de Honduras, así mismo, conocer las características y requerimientos más importantes que deben contener este tipo de estructuras para brindar un manual de diseño entorno a los resultados.

¿Ha tenido participación directa o indirecta en el proceso constructivo de un muelle? *

- Sí
- No

¿Qué tan factible considera sea la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras para uso turístico? (Siendo 1 No factible y 5 Muy factible) *

- 1 2 3 4 5
-

¿Qué tan novedoso considera sea la implementación de muelles flotantes en la Costa Norte de Honduras para uso turístico? (Siendo 1 No factible y 5 Muy factible) *

- 1 2 3 4 5

Ilustración 54 - Encuesta dirigida hacia ingenieros expertos.

Fuente: (Propia, 2021).