

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO DE UN KAYAK PARA LA INICIACIÓN TEMPRANA AL PIRAGÜISMO

TRABAJO FINAL DEL

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

REALIZADO POR

JOSE ROS DIEGO

TUTORIZADO POR

BÉLGICA VICTORIA PACHECO BLANCO

FECHA: VALENCIA, 08-07-2019

Índice

Resumen	
1. Objeto	5
2. Justificación	6
3. El objeto de diseño	6
3.1 Origen, evolución y actualidad	6
3.2 El kayak y sus partes	9
3.3 Seguridad en el kayak	10
3.4 Segmentos y tipologías	14
3.4.1 Kayak de mar	14
3.4.2 Kayak de río	15
3.4.3 Otras tipologías de kayak	17
4. El usuario y la experiencia	21
4.1 Usuarios de piragüismo	21
4.2 Modalidades en el piragüismo	22
4.3 Técnica de paleo y músculos implicados	25
4.4 Requerimientos técnicos para el diseño propuesto	34
4.5 Materiales y procesos de fabricación	43
4.6 El piragüismo en niños	50
4.6.1 Beneficios del deporte	50
4.6.2 Kayaks para niños	51
4.7 Experiencia del deporte	62
5. Consideraciones para el diseño de un kayak	64
5.1 Ergonomía del kayak	64
5.2 Entrevistas	68
5.3 Identificación de problemas para la práctica del kayak en niños	72
5.4 Diseño conceptual	73
5.5 Evaluación de los usuarios	78
6. Diseño del kayak	82
6.1 Diseño en detalle	82
6.2 Renders	90
6.3 Cálculos	91
6.4 Solución a los problemas planteados	95
7. Planos	98
8. Pliego de Condiciones	98
9. Presupuesto	117
10. Referencias	124
11. Anexo	125

Índice de figuras

Figura 1: Primeros kayaks	7
Figura 2: JJOO 1936	8
Figura 3: Partes del kayak I	9
Figura 4: Partes del kayak II	11
Figura 5: Chaleco	11
Figura 6: Casco	11
Figura 7: Postura kayak	11
Figura 8: Coger la pala	12
Figura 9: Asiento	12
Figura 10: Esquimotaje	12
Figura 11: Rescate I	13
Figura 12: Rescate II	13
Figura 13: Embarque	13
Figura 14: Kayak de mar	14
Figura 15: Surf ski	15
Figura 16: Kayak surf	15
Figura 17: Kayak de pista	16
Figura 18: Kayak descenso	16
Figura 19: Kayak slalom	16
Figura 20: Kayak hinchable	17
Figura 21: Kayak descubierta	17
Figura 22: Kayak polo	18
Figura 23: Pala asimétrica	18
Figura 24: Pala simétrica	18
Figura 25: Pala wing	19
Figura 26: Pala cóncava	19
Figura 27: Pala diédrica	19
Figura 28: Cuchara pala	20
Figura 29: Pértiga	20
Figura 30: Pala regulable	21
Figura 31: Canoa adaptada (Va'a)	25
Figura 32: Ataque acuático	26
Figura 33: Tracción	26
Figura 34: Salida de la pala	27
Figura 35: Subida de la pala	27
Figura 36: Ataque aéreo	28
Figura 37: Fase 1	29

Figura 38: Fase 1.1	29
Figura 39: Fase 2	30
Figura 40: Fase 2.1	30
Figura 41: Fase 3	31
Figura 42: Fase 3.1	31
Figura 43: Fase 4	32
Figura 44: Fase 4.1	32
Figura 45: Fase 5	33
Figura 46: Fase 5.1	33
Figura 47: Equilibrio	35
Figura 48: Equilibrio centro de gravedad	35
Figura 49: Estabilidad primaria	36
Figura 50: Estabilidad secundaria	37
Figura 51: Curva estabilidad	37
Figura 52: Eslora	38
Figura 53: Quilla recta	39
Figura 54: Quilla curva	39
Figura 55: Cascos	41
Figura 56: Canto casco	42
Figura 57: Rocker	43
Figura 58: Moldeo	49
Figura 59: Solo pelican	52
Figura 60: Casco de doble túnel	52
Figura 61: Minikayak	53
Figura 62: Plastex	54
Figura 63: Perception	55
Figura 64: Piccolo	56
Figura 65: Jackson	57
Figura 66: Kirton	58
Figura 67: MK1	59
Figura 68: MK2	60
Figura 69: MK4	60
Figura 70: Experiencia de uso de un kayak durante una sesión de entrenamiento	63
Figura 71: Posición en el kayak	65
Figura 72: Bocetos propuesta 1	74
Figura 73: Bocetos propuesta 2	75
Figura 74: Bocetos propuesta 3	76
Figura 75: Bocetos sistema de ruedas	77
Figura 76: Boceto zonas de vacío	77
Figura 77: Boceto elevación popa	77
Figura 78: Bocetos casco plano	78
Figura 79: Bocetos asa	78

Figura 80: Bocetos propuesta 1 usuarios	
79	
Figura 81: Bocetos propuesta 2 usuarios	
80	
Figura 82: Bocetos propuesta 3 usuarios	
81	
Figura 83: Kayak	83
Figura 84: Asiento	83
Figura 85: Reposapiés	84
Figura 86: Timón	84
Figura 87: Estructura timón	85
Figura 88: Tapa del timón	85
Figura 89: Ruedas	85
Figura 90: Sistema timón	86
Figura 91: Sistema asiento	86
Figura 92: Manga y eslora	87
Figura 93: Quilla	88
Figura 94: Estabilidad	88
Figura 95: Maniobrabilidad	89
Figura 96: Quilla	89
Figura 97: Quilla recta	89
Figura 98: Rocker	90
Figura 99: Renders	91
Figura 100: Medidas kayak	
92	
Figura 101: KayakFoundry	92
Figura 102: Curva de estabilidad	93
Figura 103: Factor de estabilidad	94
Figura 104: Centro de gravedad	94
Figura 105: Traslado del kayak	95
Figura 106: Asa del kayak	96
Figura 107: Zonas de vacío	97
Figura 108: Casco plano	97
Figura 109: Quilla en la proa	97
Figura 110: Asiento del kayak	98
Figura 111: Manejo del kayak	98
Figura 112: Ejemplo ABS	101
Figura 113: Ejemplo aluminio.	102
Figura 114: Ejemplo fibra de vidrio	103
Figura 115: Ejemplo silicona	103
Figura 116: Esquema proceso inyección	105
Figura 117: Etapas proceso inyección.	107

Figura 118: Procesos de estampación.	108
Figura 119: Laminación manual	108
Figura 120: Perno y tuerca	110
Figura 121: Timón	110
Figura 122: Pasacables	111
Figura 123: Sistema del timón	111
Figura 124: Tapa del timón	111
Figura 125: Cable del timón	112
Figura 126: Asa del kayak	113

Índice de tablas

Tabla 1: Usuarios	22
Tabla 2: Solo Pelican	53
Tabla 3: Minikayak	54
Tabla 4: K1 Mini	54
Tabla 5: Perception	55
Tabla 6: Aquarius	56
Tabla 7: Jackson	57
Tabla 8: Kirton	58
Tabla 9: MK1	59
Tabla 10: MK2	60
Tabla 11: MK4	61
Tabla 12: Medidas máximas	66
Tabla 13: Medidas mínimas	66
Tabla 14: Asa de la piragua	67
Tabla 15: Reposapiés	67
Tabla 16: Asiento-Reposapiés	67
Tabla 17: Asiento	68
Tabla 18: Bañera	68
Tabla 19: Modelo de entrevista 1	69
Tabla 20: Modelo de entrevista 2	71
Tabla 21: Tornillo del asiento	109
Tabla 22: Timón	110
Tabla 23: Tapa del timón	111
Tabla 24: Cable del timón	112
Tabla 25: Asa	112
Tabla 26: Costes de diseño del producto	118
Tabla 27: Costes de las piezas no diseñadas	119
Tabla 28: Coste total	120
Tabla 29: Presupuesto kayak	123

Título

Diseño de un kayak para la iniciación temprana al piragüismo

Disseny d'un caiac per a la iniciació primerenca al piragüisme

Design of a kayak for the early initiation to canoeing

Palabras clave: Kayak para niños; Aguas tranquilas; Diseño de producto.

Resumen

El objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) es diseñar un kayak para la iniciación temprana en la práctica del piragüismo, más concretamente en la práctica de aguas tranquilas. Para conseguirlo, se deben llevar a cabo una serie de tareas que se pueden resumir en teoría y estudio de campo que permiten detectar necesidades desde distintos puntos de vista y posteriormente materializarlas a través de un diseño de un producto de fabricación industrial.

La propuesta de diseño se centra en la práctica de la actividad en ríos sin corriente, lagos, pantanos y canales. El tipo de usuario al que va dirigido el kayak son niños de entre 6 y 9 años, ya que es la edad idónea para comenzar a practicar piragüismo con fines competitivos.

La primera parte del trabajo consiste en una recopilación de información sobre el piragüismo (historia, tipos de kayaks, usuarios, seguridad, modalidades y técnica de paleo). La segunda parte revisa la percepción de la experiencia del deporte en varios usuarios. Para conocer los problemas que pueden tener los niños en el proceso de iniciación al piragüismo se han realizado encuestas a niños y entrevistas a entrenadores, monitores y expertos. De esta muestra de campo, se han obtenido una serie de conclusiones que han servido de requerimientos conceptuales y técnicos a satisfacer en las etapas siguientes del proyecto.

El diseño del kayak en sí, se divide en dos partes: a) diseño conceptual, el cual soluciona los problemas planteados anteriormente mediante el diseño del kayak y sus componentes y, b) diseño del detalle, en el que se tienen en cuenta los requerimientos técnicos de un kayak para que satisfaga las necesidades detectadas previamente.

1. Objeto

El proyecto que se ha realizado consiste en la creación de un kayak para uso en etapas de iniciación al piragüismo. La finalidad principal es la de ayudar a los niños de entre 6 y 9 años a iniciarse con facilidad en el piragüismo. Para ello será necesario evaluar los posibles problemas que puedan surgir en la etapa de iniciación y buscarles solución mediante el diseño del kayak.

El propósito del proyecto es diseñar el kayak y sus componentes para que este pueda ser fabricado y utilizado por niños.

La finalidad del mismo sirve para realizar el trabajo de fin de grado del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y en Desarrollo de Productos.

2. Justificación

La principal razón que motiva a hacer este proyecto es el dar a conocer el deporte del piragüismo a los niños pequeños, ya que esta es la edad oportuna para iniciarse en el deporte. Para conseguir que el piragüismo sea conocido por los niños la mejor opción es ayudarles y hacer que el deporte sea atractivo para ellos. En ocasiones puede ser difícil iniciarse en un deporte como el piragüismo en edades tempranas por lo que el objetivo de este proyecto será el diseño de un kayak para niños de edades entre los 6 y 9 años. Con el diseño de un kayak específico para estas edades se pueden solucionar los problemas o inconvenientes que pueden surgir en la etapa de iniciación.

3. El objeto de diseño

3.1 Origen, evolución y actualidad

El kayak es una variedad de piragua de un solo tripulante que en su origen se utilizaba para pescar y cazar. En la actualidad su uso es fundamentalmente deportivo. El palista, a diferencia de las embarcaciones de remo, maneja el kayak sentado y orientado en dirección al avance, propulsando la embarcación mediante una pala de doble hoja.

El kayak es una embarcación normalmente larga (eslora) estrecha (manga), sólo está abierta en la 'bañera' donde se posiciona el palista. Existen en la actualidad tantos diseños y variantes como usos se le puede dar a la embarcación. Existen muchos diseños diferentes, desde diseños muy hidrodinámicos hasta diseños compactos y maniobrables.

Origen

La evidencia arqueológica más antigua conocida de un kayak se remonta 2.000 años. Su uso fue para sobrevivir a las duras condiciones, los pueblos árticos lo utilizaban para pescar. Fueron utilizados por los pueblos: Inuits de Canadá, Norses de Groenlandia e Islandia, Lapones del norte de Europa y las tribus Koryak y Chukchi de la Siberia.

Existían dos tipos de embarcaciones, el umiak que era un bote abierto y el kayak que tenía una terraza cubierta. Esta terraza cubierta hizo al kayak de mar más digno y más capaz de arrojar olas. En el umiak se solía llevar a toda la familia y sus posesiones. Se utilizaba en verano para transportar personas y mercancías a los campos estacionales de caza, así como para expediciones balleneras. Mientras que el kayak era de dimensiones más pequeñas y era utilizado para la caza y la pesca. Para la fabricación de los kayaks y umiaks se utilizaba madera recogida en las orillas de ríos o del mar, o bien huesos de ballena, todo ello formando una estructura sobre la cual se extendían pieles de foca. Las piezas se sujetaban unas con otras usando cornamentas, marfil o madera a modo de clavos.



Figura 1: Primeros kayaks

El primer kayak de madera llegó en Escocia en 1865 gracias a John Mc Gregor que construyó un bote tratando de copiar la estructura de los kayaks esquimales, que había visto en sus viajes por Alaska y Kamchatka. La embarcación fue construida en madera de roble con una cubierta de cedro.

Gracias a John Mc Gregor se fundó el Royal Canoe Club, primer club de kayakismo del mundo, en Inglaterra. El 27 de abril de 1867 se corre la primera carrera de canotaje en las aguas del Támesis, la distancia era de una milla.

En el año 1900 un estudiante de arquitectura de Munich llamado Alfred Heurich construyó un modelo de kayak desmontable en madera y lona engomada. Cinco años después vendió su patente a Johann Klepper, un sastre de Rosenheim, el cual se convirtió en empresario fabricando kayaks desmontables. Eran ligeros, fáciles de desmontar y transportar, y se hicieron muy populares en Alemania.

Gracias a la expansión del kayak por Alemania este deporte se introdujo como especialidad en los Juegos Olímpicos de Berlín de 1936.



Figura 2: JJOO 1936

En 1960 aparecen la resina y la fibra de vidrio y de carbono, materiales que permitieron construir embarcaciones más rápidas, económicas y con más facilidad para reproducir las curvas. También destaca por la facilidad a la hora de reparar el material.

En los años 80s aparece el plástico rotomoldeado, con este material se construyen modelos fáciles de producir, resistentes y económicos. Con este hito se masifica el acceso a estas embarcaciones y se consolida el deporte del kayak.

En 1981 Anton Prijon adquiere una máquina que permite la fabricación de kayaks por el nuevo método de extrusión, el rotomoldeado, fabricando el primer kayak de este material en 1982 más resistente y flexible.

En la actualidad los materiales más utilizados son los plásticos rotomoldeados para kayaks amateur o principiante y las fibras de vidrio y de carbono para kayaks profesionales. Existen infinidad de modelos de kayaks diferentes que se describirán más adelante.

Por otro lado en el panorama español podemos destacar dos citas que marcan el piragüismo como deporte nacional.

En 1930 se celebra en España el primer Descenso Internacional del Sella, el acontecimiento más representativo del piragüismo español. Es conocido como el origen del Piragüismo moderno.

En 1959 nace la Federación Española de Piragüismo, desvinculándose de este modo de la Federación Española de Remo. En ese momento había 180 palistas afiliados en toda España, se organizaron 25 regatas y el primer Campeonato Nacional en el Guadalquivir a su paso por Sevilla.

3.2 El kayak y sus partes

Existen diferentes tipos de kayaks dependiendo del uso que se le quiera dar y de la modalidad de deporte en que se utilice pero todos los kayaks tienen las mismas partes que vienen explicadas a continuación.

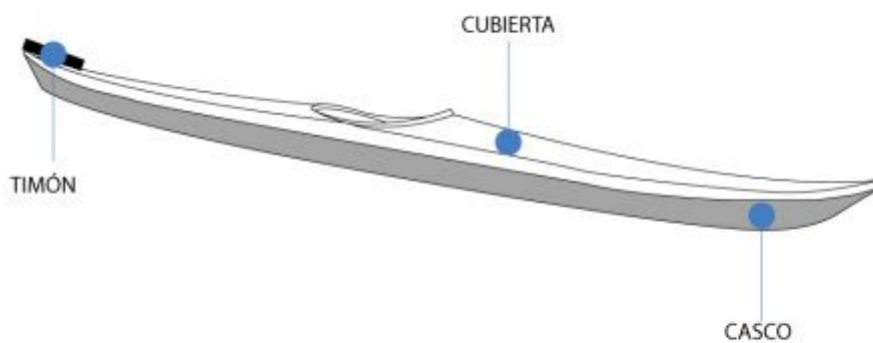


Figura 3: Partes del kayak I

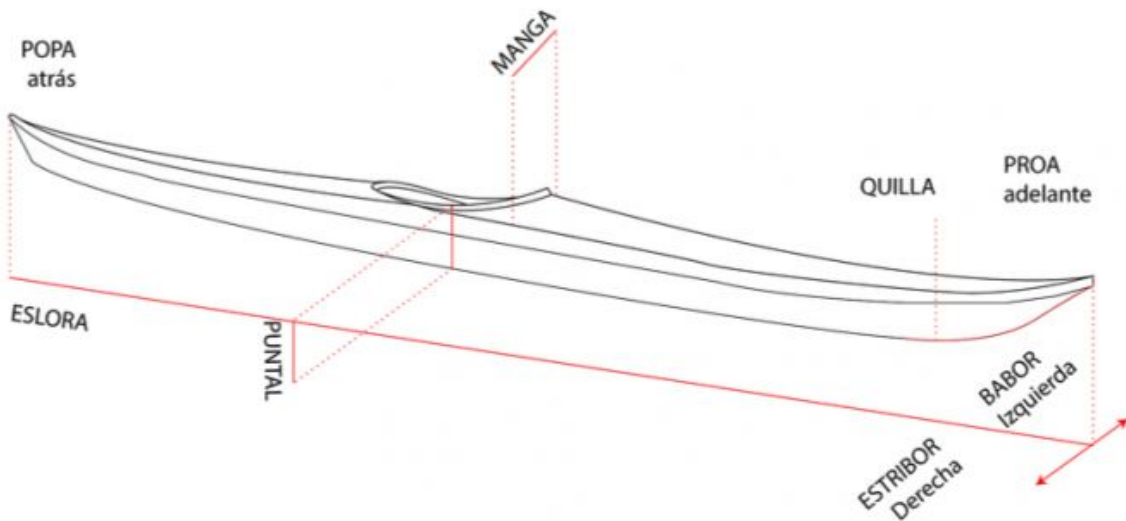


Figura 4: Partes del kayak II

- Eslora: longitud total del kayak
- Manga: ancho total del kayak
- Puntal: altura del kayak en la parte central
- Timón: pieza que permite cambiar el rumbo del kayak y reducir la deriva, se sitúa en la parte trasera.
- Asiento: parte donde se coloca el piragüista sentado, debe estar centrado tanto en la manga como en la eslora para evitar que el kayak se incline de un lado a otro o hacia delante o atrás.
- Proa: parte delantera del kayak, su forma influye en el comportamiento y velocidad del kayak.
- Popa: parte trasera del kayak.
- Bañera: orificio por el que se entra y sale del kayak. En este se encuentra el asiento y el reposapiés.
- Cubierta: parte superior del kayak.
- Casco: parte inferior del kayak. La forma del casco es la que define el comportamiento de la embarcación en el agua.
- Quilla: es la línea central que recorre el casco de proa a popa, influye en los giros y la dirección del barco.

-Pedales / reposapiés: lugar donde se apoyan los pies. En caso de llevar timón, se controla mediante los pies que accionan los pedales y estos giran el timón gracias a unas cuerdas que llegan hasta él.

3.3 Seguridad en el kayak

El piragüismo es un deporte acuático por lo que en los más pequeños puede resultar peligroso si no se toman las medidas de seguridad adecuadas. Para la práctica del piragüismo es imprescindible tener unas nociones de seguridad en el agua y en especial si se trata de niños pequeños. Los puntos más destacables de la seguridad en el agua son:

-Para realizar piragüismo es imprescindible saber nadar, ya que en caso de que la piragua vuelque es necesario ingresar de nuevo en ella desde el agua o acercarse a la orilla más cercana.

-Los menores de 18 años deberán llevar chaleco salvavidas en todas las modalidades del piragüismo, ya sea practicado en el mar, en un río o en un lago. Existen algunos modelos deportivos para que no sea un impedimento a la hora de remar.



Figura 5: Chaleco

-En caso de realizar piragüismo en aguas bravas o descenso de río se deberá utilizar un casco para evitar cualquier golpe con piedras, ramas o cualquier otro obstáculo.



Figura 6: Casco

-Para remar es necesario conocer la postura y la técnica (explicadas en el punto X.X) para evitar lesiones que puedan producirse al mantener una mala postura durante mucho tiempo encima del kayak.

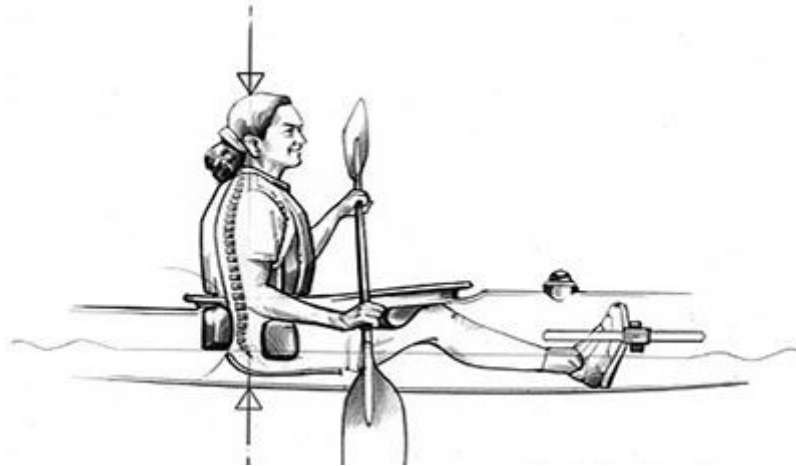


Figura 7: Postura kayak

-Los palistas deben conocer el material a utilizar y el correcto uso del mismo.

-La pala: deberá tener la misma longitud que el palista con el brazo extendido y se debe coger formando 90 grados con el brazo.

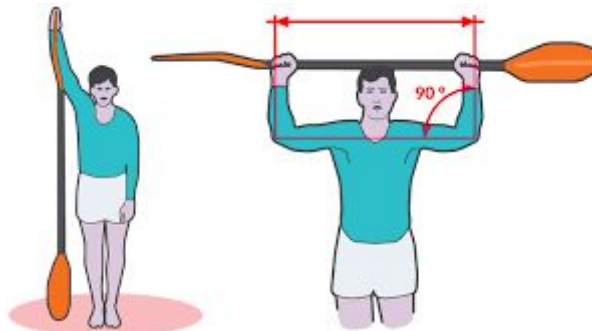


Figura 8: Coger la pala

-El kayak. deberá ser un kayak del tamaño del palista para que se pueda sentar en el asiento y llegue sin ninguna dificultad al reposapiés



Figura 9: Asiento

-Los niños deben conocer las técnicas de rescate desde el agua y fuera del agua en caso de caerse de la piragua:

-Rescate desde el agua:

-Esquimotaje: técnica de recuperación de la posición en el kayak que consiste en una vez el kayak ha volcado sin salir de él se utiliza la pala para dar la vuelta al kayak y volver a la posición de paleo.

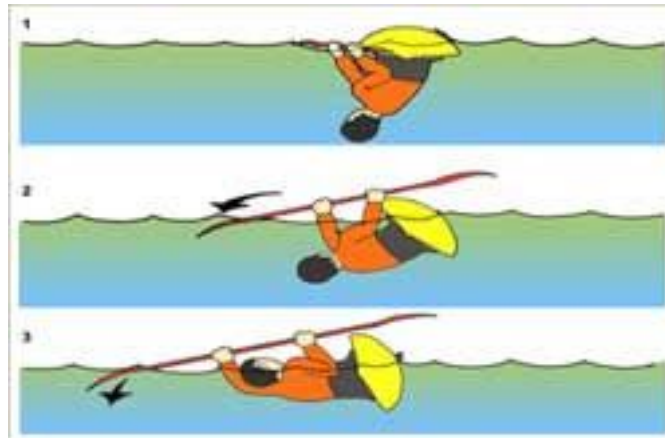


Figura 10: Esquimotaje

-Rescate en T: consiste en vaciar el kayak para volver a subir con la ayuda de otro piragüista.



Figura 11: Rescate I

-Rescate por el costado: consiste en subir al kayak de nuevo por el lado con la ayuda del otro kayak y con la pala de apoyo en dirección perpendicular.



Figura 12: Rescate II

-Embarque: el embarque desde tierra se realiza en caso de vuelco para volver a subir al kayak.

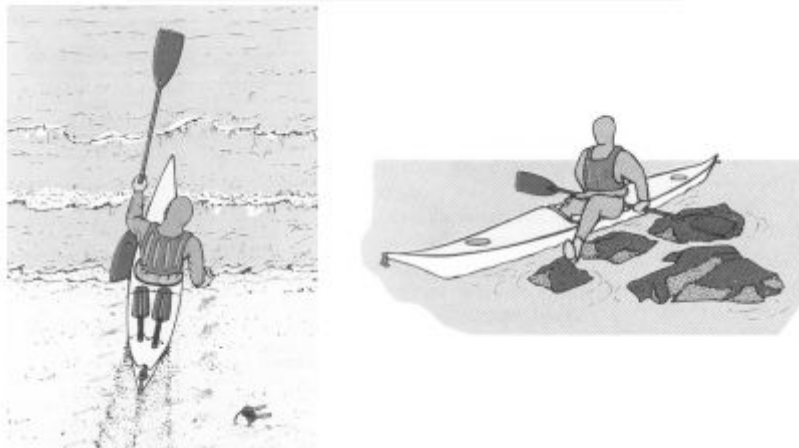


Figura 13: Embarque

-Los niños siempre deberán estar acompañados por un monitor o entrenador que tenga el curso para poder entrenar a grupos de niños e iniciarlos en el piragüismo.

-Iniciador de piragüismo: permite iniciar a pequeños grupos de niños en el piragüismo.

-Monitor de piragüismo (nivel I): permite entrenar a grupos de piragüistas en la iniciación a la competición.

-Entrenador deportivo de piragüismo en aguas tranquilas (nivel II): permite entrenar a grupos de piragüistas para campeonatos a nivel nacional.

-Entrenador deportivo de piragüismo en aguas tranquilas (nivel III): permite entrenar a grupos de piragüistas para campeonatos a nivel internacional.

3.4 Segmentos y tipologías

En el piragüismo existen diferentes tipos de kayaks según su forma y modalidad del deporte, se pueden diferenciar en dos grandes grupos: kayak de mar y kayak de río.

3.4.1 Kayak de mar

- Kayak de travesía: kayak para realizar travesías en el mar, caracterizado por la proa y la popa elevadas para poder navegar contra el oleaje sin problemas. Son kayaks largos para realizar largas distancias, su punto fuerte no es la velocidad ya que necesitan ser estables para navegar por el mar. Algunos modelos tienen timón y otros no, teniendo que girar la embarcación con el remo.



Figura 14: Kayak de mar

- Kayak de competición en mar: kayak para competir en carreras en el mar, son más rápidos que los kayaks de travesía, son embarcaciones largas y estrechas pero lo suficiente estables para poder realizar una carrera en el mar. Para minimizar los choques producidos por el oleaje tienen bastante volumen en la proa.



Figura 15: Surf ski

- Surf kayak: son kayaks para surfear olas, de eslora inferior a 3m, muy estables y maniobrables.



Figura 16: Kayak surf

3.4.2 Kayak de rio

- Kayak de pista: kayak diseñado para competir en aguas tranquilas, como un río o un embalse. Este kayak se distingue por su escasa manga, de ahí su inestabilidad, pero destaca en su gran velocidad. Cuentan con un timón ya que al ser tan estrechos los giros no son su mayor virtud.



Figura 17: Kayak de pista

- Kayak de descenso o aguas bravas: kayaks rápidos y capaces de desenvolverse bajo fuertes corrientes y grandes volúmenes de agua. Son largos, algo estrechos y con formas verticales en proa y popa. Acumulan cierto volumen extra por encima de flotación, especialmente en proa. Este rasgo les permite salir a flote rápidamente y evolucionar ágilmente en saltos o desniveles de agua.



Figura 18: Kayak descenso

- Kayak de slalom: Kayaks para las competiciones de slalom en aguas bravas. Estas embarcaciones navegan en zonas de corriente donde es esencial una gran capacidad de maniobra. Son kayaks muy cortos y estrechos 3,5m X 0,6m, son redondeados y planos en proa y popa para lograr un buen manejo de los giros y maniobras agresivas.



Figura 19: Kayak slalom

3.4.3 Otras tipologías de kayak

-Kayak hinchables: Son kayaks que se utilizan para dar paseos en aguas tranquilas o para pescar en ríos o lagos, su característica principal es la facilidad de transporte.



Figura 20: Kayak hinchable

-Kayak descubierto "Sit On Top" o de pesca: son kayaks autovaciales. Sus medidas suelen variar entre los 3 y los 5 metros de eslora y su manga suele ser superior a los 55 cm para dar estabilidad en la pesca.



Figura 21: Kayak descubierto

-Kayak polo: son kayaks cortos, de casco, proa y popa redondeadas, en muchas ocasiones se protege con una pieza de goma porque son frecuentes los golpes entre jugadores. Son embarcaciones estables, maniobrables y en general lentas en comparación a los modelos de pista.



Figura 22: Kayak polo

Tipos de palas

Existen diferentes tipos de palas según su forma y modalidad del piragüismo a la que vayan dirigidos.

1.Pala Asimétrica

Estas palas son rotadas y asimétricas y gracias a ello el paleo es más fluido y el hecho de que sea rodada, elimina esfuerzo a realizar.



Figura 23: Pala asimétrica

2.Pala Simétrica

Son el tipo de palas más básicas, utilizadas para kayaks autovaciables, de recreo e iniciación en kayak de mar. El perfil de la pala permite ser más estable y equilibrada cuando entra al agua, y en la salida también es más sencilla ya que levanta menos agua.



Figura 24: Pala simétrica

3.Pala Wing

Proporciona un avance recto que ayuda a coger velocidad a la embarcación (aguas tranquilas, ríos, kayak de mar). Esta pala tiene forma de cuchara para poder coger la mayor cantidad de agua y así poder impulsar la embarcación. Usar una pala wing correctamente toma un largo tiempo de entrenamiento debido a que la acción de meter la pala en el agua debe ser lo más perpendicular posible ya que si no esta pala no cumple su objetivo.



Figura 25: Pala wing

4.Pala Cóncava

Esta pala tiene una forma cóncava en la cara interna de la hoja, hace que esta se fije totalmente en el agua para poder aplicar la fuerza, de manera que el aprovechamiento de tu esfuerzo es máximo. Este tipo de hojas obliga a usar los

músculos del torso y espalda, en vez de sólo los brazos, consiguiendo un paleo más eficaz, usando menos energía. Se utiliza para Surfski y kayak de mar.



Figura 26: Pala cóncava

5.Hoja Diédrica

Es una pala diseñada para el descenso de aguas bravas. Se utiliza para efectuar una palada media que proporciona al palista estabilidad, control y precisión.



Figura 27: Pala diédrica

Características de las palas

Tras ver los diferentes tipos de palas se explicará a continuación las características diferentes que pueden tener las palas:

– El tamaño de la cuchara



Figura 28: Cuchara pala

Existen diferentes tamaños según la edad y la forma de remar:

-Small: 49 x 15,8 cm. Utilizada por cadetes y junior.

- Medium: 50 x 16,4 cm. Es la pala más usada por mujeres y niños, y para hombres en Descensos y SurfSki.
- Medium plus: 51 x 16,6 cm. Para hombres con frecuencia de paleo alta. También la utilizan las mujeres palistas fuertes y pesadas.
- Large: 52 x 17 cm. Es la pala más usada por palistas hombre.
- Large plus: 52,5 x 17,2 cm. Utilizada por palistas hombre, fuertes y pesados.

– La pértiga (de 29 mm de diámetro exterior):



Figura 29: Pértiga

- Blando: Utilizado en descenso de ríos. Indicado para niños.
- Rígido: Utilizado para velocidad en pista y maratón.
- Super rígido: Especial para K1 200m pista. 100% carbono. Solo indicada para palistas pesados y muy poderosos.
- Eje flexible: Utilizado para surfski y descensos de Ríos. 70% Carbono / 30% Kevlar.

– Palas desmontables

Estas palas tienen un sistema moderador que permite poder hacer la pértiga más larga y girar las cucharas sin necesidad de despegar una cuchara, además, permite desmontarla siendo así más fácil de guardar y transportar.



Figura 30: Pala regulable

- La longitud de la pala se puede ajustar hasta en 10cm en tramos marcados de 5mm.
- El diámetro exterior de 29mm.
- Existen versiones flexibles y rígidas. Si el remo está construido en 100% de carbono tiene un peso de 240 Gr.

- El giro

Es la diferencia de grados que existe entre las dos cucharas. Es posible ajustar este ángulo desde los 90° hasta los 0° en tramos de 5°. El ángulo depende del estilo y forma de remar del piragüista.

4. El usuario y la experiencia

4.1 Usuarios de piragüismo

Existen diferentes usuarios que practican el piragüismo como pasatiempo, otros usuarios que lo practican a nivel de la élite, por lo tanto lo convierten en su profesión o simplemente otros usuarios que se inician en él para competir de forma no profesional, a continuación se muestra una lista con todos ellos.

-Usuarios amateur

Son aquellos usuarios que practican el piragüismo de forma ocasional o que están iniciándose pero no compiten en ninguna clase de competición.

-Usuarios en etapas de iniciación:

Son niños que comienzan a iniciarse en el piragüismo en edades tempranas entre los 6 y 12 años. Más adelante nos centraremos en este grupo en concreto para diseñar un kayak para la etapa de iniciación.

-Usuarios en competición (divididos por edades)

Estos son las diferentes categorías de palistas que existen en el piragüismo divididas por edades, por embarcaciones (C - Canoa, K - Kayak) y por las distancias que se recorren en las regatas.

Usuario	Edad	Distancias (metros)	Embarcaciones
Prebenjamín	<=8	200, 500, 1000	K1, K2, C1, C2
Benjamín	9-10	200, 500, 1000	K1, K2, C1, C2
Alevín	11-12	200, 500, 1000, 2000	K1, K2, K4, C1, C2, C4
Infantil	13-14	200, 500, 1000, 2000, 3000	K1, K2, K4, C1, C2, C4
Cadete	15-16	200, 500, 1000,	K1, K2, K4, C1,

		2000, 5000	C2, C4
Juvenil	17-18	200, 500, 1000, 2000, 5000	K1, K2, K4, C1, C2, C4
Sub 23	19-23	200, 500, 1000, 2000, 5000	K1, K2, K4, C1, C2, C4
Senior	24-34	200, 500, 1000, 2000, 5000	K1, K2, K4, C1, C2, C4
Veterano	>=35	200, 500, 1000, 2000, 5000	K1, K2, K4, C1, C2, C4

Tabla 1: Usuarios

Este trabajo se va a centrar en los usuarios más pequeños, prebenjamines y benjamines, en el rango de edad de 6 a 9 años, ya que es la edad idónea para comenzar a practicar el piragüismo ya que en estas edades consiguen dominar la piragua con facilidad y pueden comenzar a introducirse en el piragüismo con objetivos competitivos. Otra de las causas de la elección de este usuario es que existen muchos menos modelos de piraguas que en edades más avanzadas, ya que suelen comenzar con piraguas estándar que no se adaptan muy bien al usuario.

4.2 Modalidades en el piragüismo

Tanto en el piragüismo como en otros deportes se practican varias modalidades, en este deporte se distinguen por el tipo de embarcación utilizada, el lugar donde se desarrolla y la distancia a recorrer. A continuación se explican cada una de las modalidades y las diferencias que hay entre ellas.

a) Piragüismo en Aguas Tranquilas

Esta modalidad se practica sobre aguas sin corrientes ni obstáculos. Todas las embarcaciones salen al mismo tiempo con el objetivo de cruzar la meta en primer lugar. Suele desarrollarse en lagos, embalses, ríos tranquilos, canales, etc.

La modalidad de Piragüismo en Aguas tranquilas se divide a su vez en otras dos:

- Piragüismo de Velocidad o Sprint, en el que se recorren distancias de 200, 500 y 1.000 metros.
- Piragüismo de Fondo, en el que se incluyen distancias de 2.000, 5.000, 10.000 y +10.000 metros.

b) Piragüismo Slalom

Esta modalidad se practica sobre aguas Bravas, es decir, con corrientes y obstáculos.

Se trata de bajar el río pasando por una serie de puertas numeradas que deben ser cruzadas en el orden establecido.

Las embarcaciones hacen el recorrido pasando por las puertas de una en una tratando de hacerlo en el menor tiempo posible.

Las categorías que compiten en esta modalidad son el Kayak de un tripulante (K1) y la Canoa con 1 y 2 tripulantes (C1 y C2).

c) Descenso de Aguas Bravas

Esta disciplina se practica en ríos con corrientes y obstáculos naturales. El objetivo es descender el río evitando los obstáculos con el menor tiempo posible.

En esta modalidad se puede competir en Kayak de 1 y 2 plazas (K1, K2).

Dentro del descenso de aguas bravas existen 2 modalidades:

-Largo Recorrido: Con distancias superiores a 3 Km.

-Rapid Racing: Recorridos entre 600 y 800 metros.

d) Piragüismo en Maratón

Son competiciones de larga distancia, dentro de la modalidad de aguas tranquilas, donde todos los palistas toman la salida a la vez y deben llegar a la meta en el menor tiempo posible.

Durante el recorrido los palistas deben realizar porteos, en los cuales deben salir del agua y cargar con la embarcación durante una distancia entre 100 y 300 metros para luego volver a entrar en el agua y seguir remando.

Las distancias de esta modalidad van desde los 18 km para los palistas más jóvenes hasta los 30 km para los palistas más experimentados.

e) Descenso

Esta competición pertenece a la modalidad de aguas tranquilas y se trata de descender un río sin obstáculos ni grandes corrientes en el menor tiempo posible.

También se pueden incluir porteos como en la modalidad de maratón.

En España existe una prueba muy conocida, el Descenso Internacional del Sella disputada en Asturias por palistas de todo el mundo.

f) Kayak Polo

Esta modalidad es un juego de pelota que enfrenta a dos equipos de 5 jugadores cada uno. Los jugadores van montados en Kayak y llevan una pala y mediante ella o la mano intentan marcar goles en la portería contraria.

Normalmente se suele competir en piscinas pero en ocasiones también en aguas naturales. Las porterías se encuentran a 2 metros de altura y el portero intenta evitar los goles con ayuda de su pala.

g) SurfSki

Competición que se realiza en mar con embarcaciones específicas para esta modalidad. Existen pruebas desde los 500 metros hasta travesías de más de 50 km. Normalmente la salida se da desde la orilla obligando a los palistas a recorrer algunos metros corriendo hasta sus embarcaciones.

h) Kayak Surf

Esta modalidad al igual que en el surf, se aprovecha la fuerza de las olas para mantenerse el mayor tiempo posible sobre ellas. Se utiliza un Kayak con el casco plano y una pala para surfear las olas.

i) Freestyle o Estilo Libre

Modalidad acrobática que trata de ejecutar maniobras y trucos durante un tiempo establecido con el objetivo de sumar los máximos puntos posibles.

j) Piragüismo Adaptado o Paralímpico

Esta modalidad está destinada a personas con discapacidad que utilizan embarcaciones adaptadas. Se disputa tanto en kayak o canoa con un único palista y sobre una distancia de 200 metros.



Figura 31: Canoa adaptada (Va'a)

El Piragüismo Adaptado está dirigido a personas con discapacidad en el tronco o en alguna extremidad inferior así como a quienes sufren deterioro del rango de movimiento o pérdida de fuerza muscular.

k) Piragüismo Olímpico

En los Juegos Olímpicos se incluyen las modalidades de Aguas Tranquilas y Slalom.

En Aguas Tranquilas las distancias reconocidas como olímpicas son todas de velocidad: 200, 500 y 1.000 metros. Cada tipo de embarcación tiene una distancia determinada:

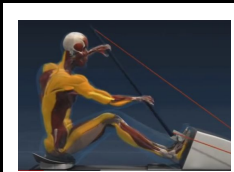

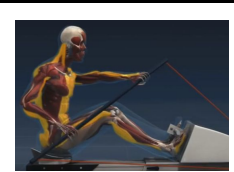
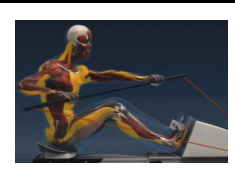
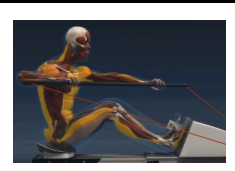
-C1 – 1000m, C2 – 1000m, K1 – 200m, K1 – 1000m, K2 – 1000m, K4 – 500m

(C - Canoa) (K - Kayak)

Y en cuanto al Slalom, se disputan las modalidades K1 y C1.

4.3 Técnica de paleo y músculos implicados

En el piragüismo es tan importante la forma y técnica del paleo que sin una correcta técnica el palista podría sufrir sobrecargas o lesiones. Por lo tanto una buena técnica de paleo es aquella en la que se utilizan diferentes músculos de todo el cuerpo, para explicar mejor la función de cada músculo se pueden dividir por la actuación que tienen en las 5 fases del paleo:

				
Ataque acuático	Tracción	Salida de la pala	Subida de la pala	Ataque aéreo

1º Fase. Ataque acuático

El brazo derecho completamente extendido es el que actúa para meter la pala lo más lejos posible, para ello actúan diferentes músculos, especialmente el dorsal y los abdominales para hacer la tracción del cuerpo y el trapecio, el deltoides, el bíceps y el tríceps para sostener la pala en el punto más lejano.



Figura 32: Ataque acuático

2º Fase. Tracción

En la tracción es el punto donde se aplica la fuerza máxima para arrastrar la mayor cantidad de agua posible con la pala, para ello se realiza un movimiento de tracción horizontal en el que los principales músculos que actúan son el dorsal, el bíceps, el pectoral, el deltoides posterior y el trapecio.



Figura 33: Tracción

3º Fase. Salida de la pala

En la salida de la pala es donde termina el movimiento de tracción horizontal que aplica la fuerza de avance de la embarcación para comenzar el cambio de palada, los músculos implicados en este movimiento son: el deltoides, el trapecio, el tríceps y los abdominales.



Figura 34: Salida de la pala

4º Fase. Subida de la pala

La subida de la pala es un movimiento que no precisa de mucha fuerza ya que simplemente es un movimiento de cambio para que actúe la otra zona del cuerpo, pero para ello se eleva la pala del agua al aire y actúan el trapecio, el dorsal y el deltoides posterior.



Figura 35: Subida de la pala

5º Fase. Ataque aéreo

El ataque aéreo es un movimiento posicional, es decir, se mantiene la posición de ataque aéreo durante un microsegundo para posteriormente realizar el ataque acuático, para ello los músculos encargados de mantener la posición horizontal de la pala son el deltoides, el dorsal, el trapecio y los abdominales.



Figura 36: Ataque aéreo

En las imágenes podemos observar que además de el tronco superior las piernas también actúan en las 5 fases del paleo, esto es debido a que al realizar la tracción horizontal en el paleo y por lo tanto llevar una parte de nuestro cuerpo hacia atrás, la pierna de esta parte del cuerpo se extiende y por lo tanto la otra pierna se encoge. Por lo tanto para que el paleo sea más efectivo y se cansen menos los músculos del tronco superior se utiliza el ligero “pedaleo” de las piernas ya que nos proporcionará una fuerza extra, para ello, los músculos principalmente implicados son el cuádriceps y el gemelo.

Técnica de paleo

Una vez explicados los músculos que intervienen en la técnica de paleo, se explicará cómo es la técnica correcta. En el piragüismo es muy importante aprender la técnica de paleo ya que con ella se maximiza la fuerza con la que el palista desplaza el agua con su pala. Para ello la técnica se divide en 5 fases.

1ª Fase. Ataque Acuático.

Comienza con la introducción de la pala en el agua hasta que ésta se sumerge por completo.

Objetivos

- Realizar una entrada de la hoja de la pala completa y rápida.
- El ángulo de entrada debe ser el adecuado para aplicar la máxima fuerza en el mínimo tiempo posible.



Figura 37: Fase 1

Posición

- Torsión hacia el lado de Paleo 50° - 65° .
- Brazo del lado de Paleo completamente extendido y brazo de Empuje flexionado.
- Pierna del mismo lado flexionada, la pierna contraria está extendida.
- La pala tiene una dirección hacia delante y abajo.
- Ángulo de entrada de la pala entre 30° - 45° .
- Con la Introducción completa de la pala en el agua conseguimos una angulación de 65° - 75° .



Figura 38: Fase 1.1

2ª Fase. Tracción

Comienza con la hoja sumergida por completo (65° - 75°) y termina cuando comienza a salir (120° - 130°).

Objetivos

- Máxima aceleración de la embarcación a partir del apoyo de la pala en el agua.
- Mantener la pala en 90° el mayor tiempo posible.
- Entre los 60° - 110° es cuando se logran los esfuerzos óptimos.



Figura 39: Fase 2

Posición

- Pala hundida (65° - 75°).
- Brazo de tracción extendido y la mano en su punto más bajo.
- Tronco en 65° con el eje de desplazamiento.
- Brazo de Empuje se mantiene respecto al tronco.
- Antebrazo mantiene su angulación con el brazo.
- Pierna del lado de Paleo está flexionada y la contraria extendida.
- La pala va hacia abajo y atrás.
- La mano mantiene la profundidad de la pala y la proximidad al barco.
- Brazo de empuje va ligeramente hacia abajo (Mantiene la profundidad de la pala en la última parte).



Figura 40: Fase 2.1

3ª Fase. Salida de la Pala.

Comienza Cuando la pala inicia a salir (120° - 130°) y termina cuando está fuera por completo (145° - 150°).

Objetivos

Extraer la pala rápidamente sin provocar una reducción de la velocidad.



Figura 41:Fase 3

Posición

- Mano de Extracción a la altura de la cadera y codo flexionado ligeramente.
- Mano de empuje al frente, acompaña la torsión a la altura de la vista, delante de las rodillas.
- Tronco torsionado hacia el lado de Paleo (110°).
- Pierna del lado de Paleo ligeramente extendida.
- La pala se desplaza hacia atrás mínimamente y hacia el lateral.



Figura 42: Fase 3.1

4ª Fase. Subida de la Pala.

Comienza cuando la pala sale del agua por completo y termina cuando la hoja está más distante al palista.

Objetivos

Completar la torsión del tronco en el máximo grado posible logrando la distancia máxima de la hoja de ataque respecto al tronco (máxima amplitud).



Figura 43: Fase 4

Posición

- Tronco hacia el lado de Paleo 120° - 130° .
- Brazo de Tracción ligeramente flexionado.
- Mano a la altura de la axila y lateralmente en el punto más alejado del tronco de toda la palada.
- Codo hacia atrás y ligeramente por debajo del hombro.
- Brazo de impulsión se encuentra al frente, a la altura de la vista y por delante de las rodillas.
- La pierna del lado de Paleo extendida al máximo (135°)
- Pierna del Lado de Impulsión flexionada.
- La pala va hacia arriba acercándose al palista, el punto de giro está cerca de la mano de empuje.



Figura 44: Fase 4.1

5ª Fase. Ataque Aéreo.

Comienza con la máxima torsión y posición más distante (paralela) de la hoja al palista y termina con la entrada de la hoja en el agua.

Objetivos

Conseguir condiciones óptimas para una buena introducción de la pala en el agua.
Transmitir la inercia del cuerpo hacia delante al barco.
Cambiar el sentido de la torsión del tronco.



Figura 45: Fase 5

Posición

- Tronco hacia el lado de Paleo 120° - 130° .
- Brazo de Tracción ligeramente flexionado.
- Mano a la altura de la axila y lateralmente en el punto más alejado del tronco de toda la palada.
- Codo hacia atrás y ligeramente por debajo del hombro.
- Brazo de impulsión se encuentra al frente, a la altura de la vista y por delante de las rodillas.
- La pierna del lado de Paleo extendida al máximo (135°)
- Pierna del Lado de Impulsión flexionada.
- La pala hace un balanceo buscando colocar la hoja de ataque lo más alejada del palista.
- El movimiento de la hoja de Ataque es hacia abajo y hacia delante.



Figura 46: Fase 5.1

4.4 Requerimientos técnicos para el diseño propuesto

Diseño

Para hacer el diseño del kayak es necesario conocer para qué modalidad se va a utilizar, que usuario lo va a llevar y qué cualidades queremos que tenga el kayak.

Todos los kayaks se caracterizan por 4 cualidades principales, que son:

- Estabilidad
- Velocidad
- Maniobrabilidad
- Tracking

Depende de algunos parámetros del diseño del kayak como la forma o las líneas se pueden diseñar kayaks donde predominan algunas cualidades sobre otras según el tipo de kayak que queremos diseñar. A continuación se explicarán las diferentes cualidades nombradas anteriormente:

Estabilidad

Es una de las cualidades más importantes en un kayak ya que los palistas principiantes necesitan remar en kayaks estables para iniciarse en el piragüismo.

La estabilidad es la propiedad de un cuerpo de mantenerse en equilibrio estable o de volver a dicho estado tras sufrir una perturbación, por lo tanto la estabilidad en un kayak es la capacidad de recuperar la posición de equilibrio después de escorar e inclinarse.

Fuerzas que afectan a la estabilidad

Existen dos fuerzas principales que afectan a la estabilidad del kayak.

-El peso del conjunto total del kayak, palista y pala, que forman una fuerza descendente. Este peso se contrarresta con una fuerza igual y de sentido contrario, el empuje. El conjunto de estas dos fuerzas determinan la estabilidad del kayak.

-El empuje es una fuerza ascendente que actúa por toda la superficie mojada del kayak. Para poder representar el empuje, se utiliza un centro de fuerza en el que estén representadas todas las fuerzas que actúan de empuje ascendente distribuidas a lo largo del kayak.

Para determinar la estabilidad del kayak nos centraremos en el centro de gravedad (CG), el centro de masas (CM) y el centro de flotabilidad o empuje (CB o CE).

El Principio de Arquímedes nos dice que: "Un barco que flota y que está en equilibrio tiene

que tener el centro de gravedad CG a una profundidad mayor que el centro de empuje CE. Si una fuerza lo desequilibra ligeramente, éste siempre tenderá a equilibrarse de nuevo y formar un sistema de equilibrio estable”.

En el caso de un kayak, el centro de gravedad CG está por encima del centro de empuje CB por lo tanto no cumple el principio de Arquímedes.

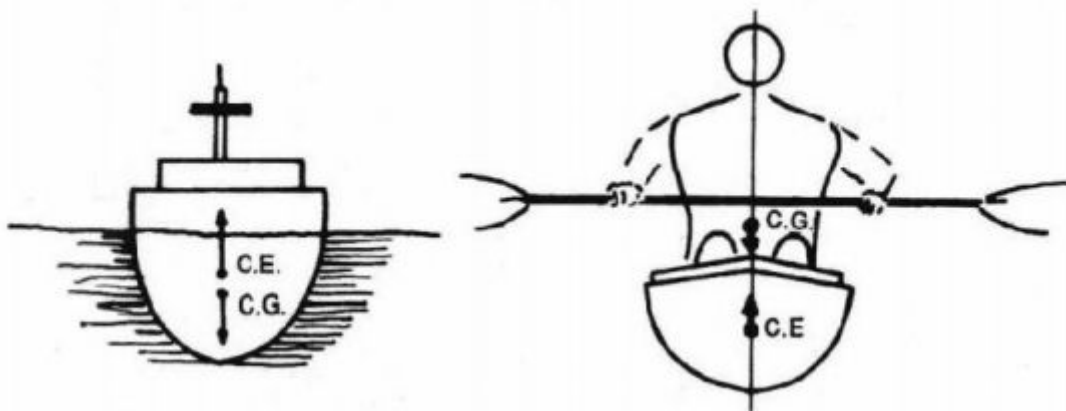


Figura 47: Equilibrio

Si otra fuerza modifica la situación de equilibrio, el kayak escora, a medida que el kayak escora hacia un lado, el centro de gravedad CG, también se desplaza hacia el mismo lado. En este caso, si el centro de flotación no se mueve, el peso del palista estará más alejado de las fuerzas de empuje que le soportan y vuelca.

Esto ocurre porque mientras el kayak escora hacia el lado en que el palista se inclina, un lado del kayak se hunde en el agua, mientras que el lado contrario sale del agua. Cuando esto ocurre se está añadiendo volumen en el lado en el que se está inclinando el palista y quitando volumen del lado contrario, lo que causa que el centro de empuje CE se mueva hacia el lado que el palista se inclina.

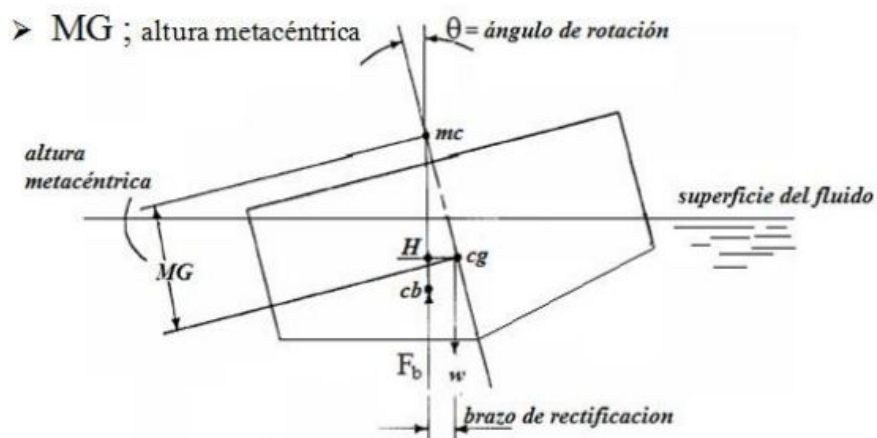


Figura 48: Equilibrio centro de gravedad

En un kayak estable, cuando escora las fuerzas de empuje CE se mueven en la dirección de la escora por lo que fuerza al kayak a volver a la posición de adrizado. En un kayak muy estable el centro de empuje CE se mueve más rápidamente hacia el lado de la escora que el centro de gravedad CG.

Por lo tanto para que un kayak sea estable, debe aplicar una fuerza para volver a la posición inicial de equilibrio.

En el diseño del kayak podemos controlar la estabilidad del kayak mediante la forma del casco y la altura del asiento, ya que el casco puede ayudar a crear una fuerza de retorno al sistema de equilibrio del kayak y la altura del asiento puede hacer que el CG esté lo más bajo posible.

Tipos de estabilidad

En el diseño de kayaks, se conocen dos tipos de estabilidad:

- Estabilidad primaria o inicial
- Estabilidad secundaria

La estabilidad primaria es la tendencia de un kayak a resistirse a escorar. Esta estabilidad viene dada por la forma del casco ya que cuanto más plano sea mayor estabilidad primaria tendrá. Por ejemplo los kayaks autovaciables o de pesca tienen una gran estabilidad primaria ya que el casco es plano y esto dificulta que el kayak escore. Por lo tanto un kayak con gran estabilidad primaria es capaz de responder ante posibles agentes externos que modifiquen la situación primitiva hasta devolverlo al equilibrio como sea el oleaje o el viento.

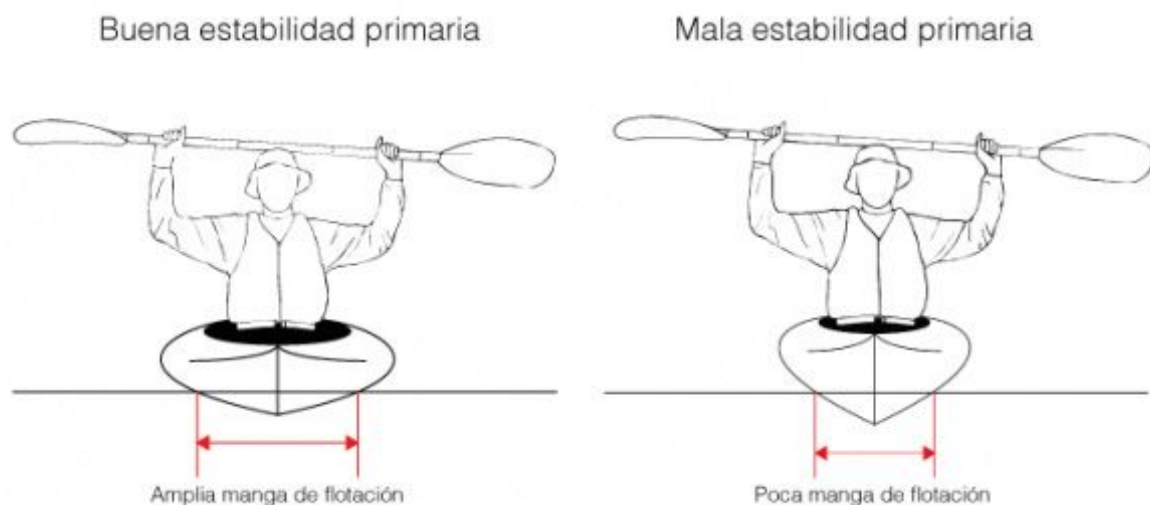


Figura 49: Estabilidad primaria

La estabilidad secundaria es la capacidad de un kayak a generar un momento

adrizante cuando la escora es superior a 10° . Esta capacidad depende de la manga en la flotación y de las secciones transversales. En el diseño se intenta que haya el mayor volumen posible por encima de la flotación, ya que esto aumentará el brazo adrizante y por tanto la estabilidad. Estos parámetros aumentarán el máximo ángulo de escora que pueda soportar el kayak sin volcar.

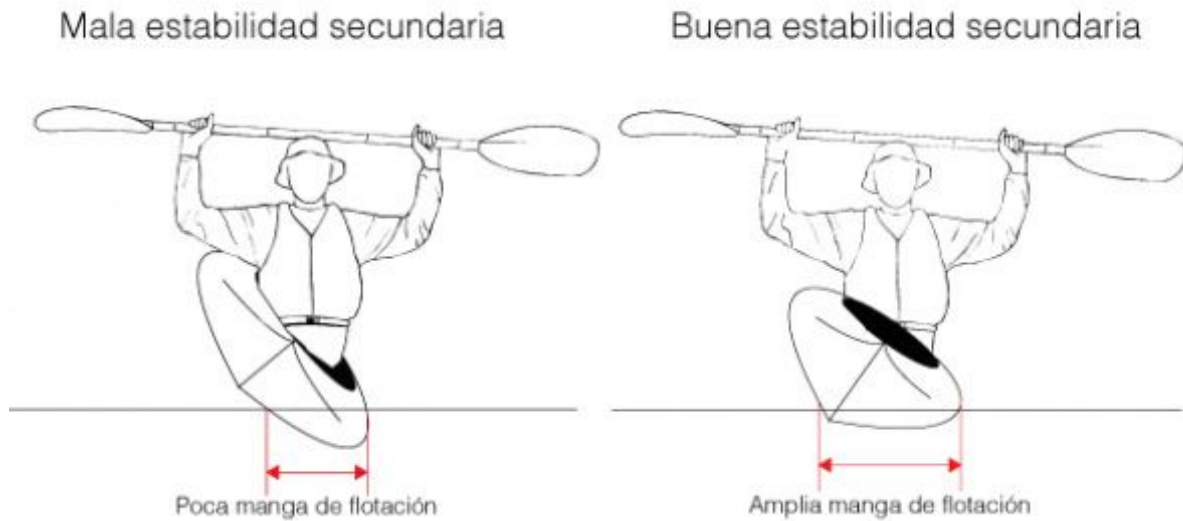
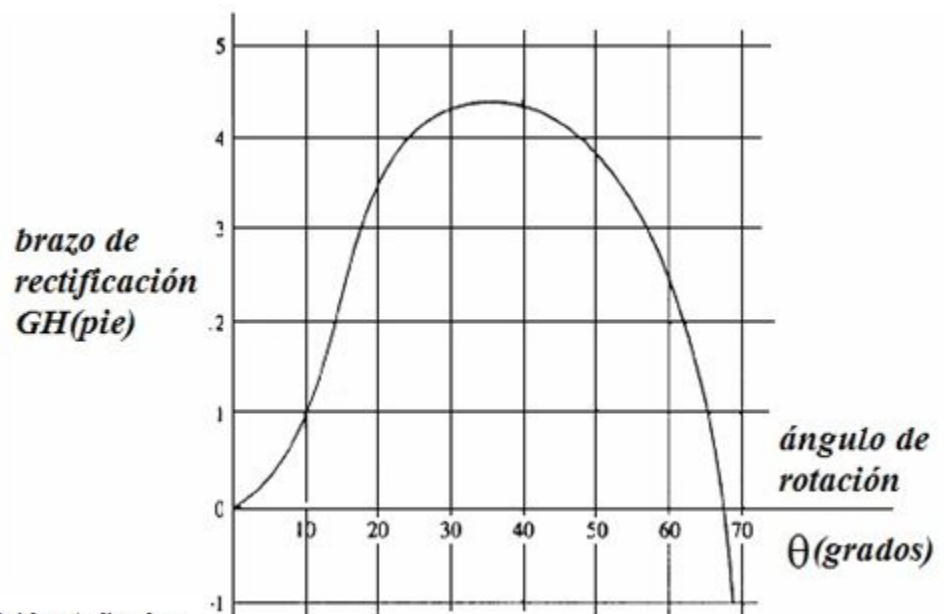


Figura 50: Estabilidad secundaria

La curva de estabilidad no es más que una gráfica que relaciona el ángulo de escora con la distancia entre el CE y el CG. En las curvas de estabilidad, solo se considera la estabilidad estática en condiciones de reposo.



Fuente: Mecánica de Fluidos Aplicada-
Robert L. Mott

Figura 51: Curva estabilidad

Se divide la curva en 4 partes:

1. La primera hasta 10° de escora, permite conocer la estabilidad primaria del kayak. Cuanto mayor sea la pendiente de la curva, mayor será la estabilidad primaria.
2. La segunda parte, nos indica el máximo par adrizante para un ángulo de escora determinado, un mayor par adrizante a un mayor ángulo indica buena estabilidad secundaria.
3. En la tercera parte, la curva cae hasta contar el eje de los ángulos de escora, lo que indica que el par de adrizamiento del kayak disminuye hasta 0. Un pequeño aumento de la fuerza escorante podría hacer volcar el kayak.
4. El brazo adrizante pasa a ser negativo, y el momento realizado tiende a hacer volcar el kayak.

En el diseño de un kayak lo que se debe buscar, es el compromiso entre estabilidad, velocidad, tracking haciendo prevalecer unas cualidades sobre otras en función del uso que se le vaya a dar al kayak, y de los gustos del palista.

Velocidad

El factor principal que afecta a la velocidad de un kayak es el peso de conjunto palista, kayak y pala ya que este peso determina la cantidad de agua desplazada y esto afectará a la facilidad con la que el kayak se desliza en el agua.

Todos los kayaks tienen una velocidad límite, la cual está directamente relacionada con la eslora en la flotación (una eslora mayor permite alcanzar una velocidad máxima mayor).

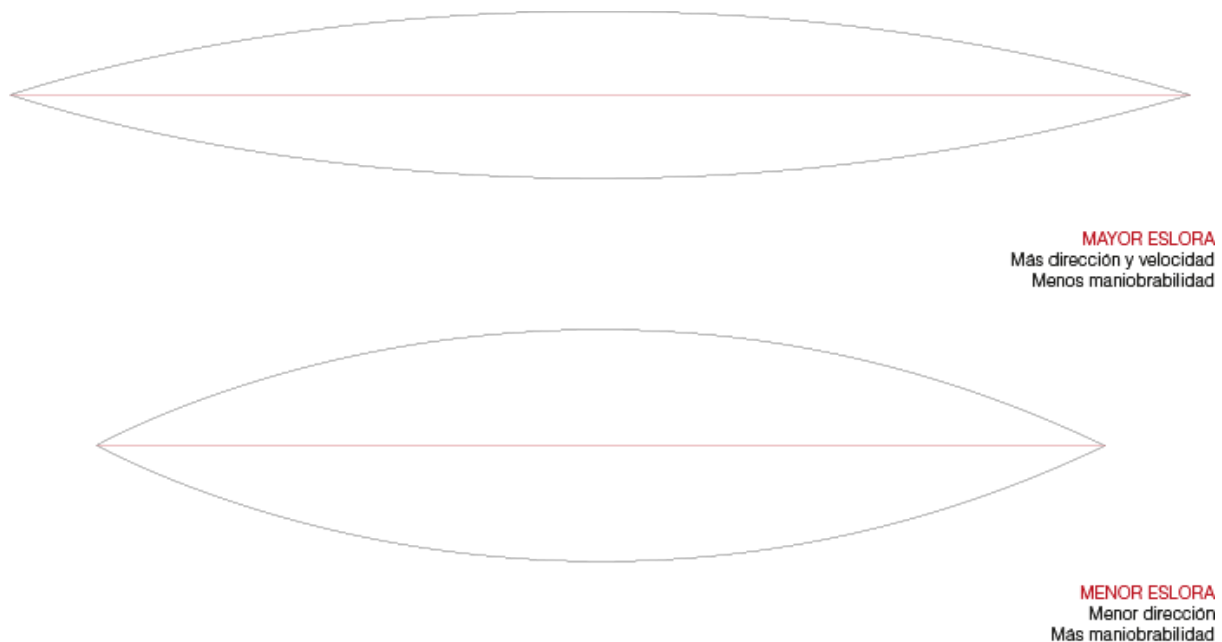


Figura 52: Eslora

La máxima velocidad del kayak se consigue cuando el kayak genera olas en la proa por la velocidad que lleva y estas se sincronizan con las olas generadas por la popa, el conjunto de estas genera olas más grandes en las que el kayak será propulsado. En resumen, en el diseño de un kayak la velocidad vendrá determinada principalmente por la eslora del kayak pero esto tendrá consecuencias en cuanto a la maniobrabilidad del kayak que se verá más adelante.

Tracking o direccionalidad

El término tracking se refiere a la facilidad con la que el kayak sigue una línea recta. Esta cualidad del kayak se verá influenciada por la forma del casco del kayak. Si el kayak tiene un casco plano o redondeado este tendrá dificultades para seguir en línea recta pero si se trata de un casco en forma de V mejorará considerablemente el tracking. También se suele diseñar el casco con una quilla para que esta ayude al kayak a seguir una línea recta.

La quilla es la línea central que recorre el casco de proa a popa, es el factor que determina la maniobrabilidad. Una quilla recta proporciona excelente dirección pero mala maniobrabilidad. Una quilla curva las cualidades opuestas.



Figura 53: Quilla recta

Quilla recta.

Más dirección y velocidad, menos maniobrabilidad.



Figura 54: Quilla curva

Quilla curva.

Menos dirección y velocidad, más maniobrabilidad.

Maniobrabilidad

El término maniobrabilidad se refiere a la facilidad con la que se puede cambiar la dirección de un kayak. La maniobrabilidad depende principalmente de la superficie de deriva, es decir, la superficie mojada del casco que se opone al cambio de dirección del kayak, pero también afectan otros factores externos a la embarcación como la habilidad del palista, el viento o las olas.

Para mejorar esta cualidad muchos fabricantes diseñan los kayaks con el asiento apogado, es decir, con el asiento más cercano a la popa que a la proa, y con esto consiguen disminuir la superficie mojada en la proa mejorando la capacidad de giro.

Una vez vistas las cuatro cualidades principales en el diseño de un kayak se pueden sacar una serie de conclusiones:

- El comportamiento de los kayaks depende principalmente de parámetros como su eslora, su manga y las formas de sus secciones longitudinales y transversales.
- Estos parámetros son los que afectan al rendimiento del kayak en el agua.
- Los kayaks con mayor eslora alcanzan velocidades superiores que los kayaks con menor eslora.
- Los kayaks con menor eslora son más maniobrables que los kayaks con mayor eslora.
- Los kayaks con poca manga son más inestables que los kayaks con una manga mayor.

Para el diseño del kayak es muy importante la relación eslora manga o “aspect ratio” ya que esta es la que nos determinará la característica del kayak. Por ejemplo un kayak con una eslora grande y una manga escasa será muy rápido pero a su vez inestable y menos maniobrable, por el contrario un kayak con escasa eslora y gran manga será un kayak estable y maniobrable pero poco veloz. De otra manera, los kayaks con una manga escasa, tienen poca resistencia mientras que los kayaks con mucha manga necesitan mucho más trabajo para alcanzar la misma velocidad que un kayak estrecho.

Formas de los cascos en las piraguas

La forma del casco de un kayak es la parte principal para saber cómo se comportará en el agua. Cada forma se adapta para conseguir un comportamiento específico en el agua, por ejemplo un casco enfocado a las aguas bravas no será el mismo que un casco de un kayak de mar.

Formas de los cascos

Existen cuatro tipos de cascos que serían los más comunes; redondeado, en forma de V, planos y en forma de túnel o acanalados.

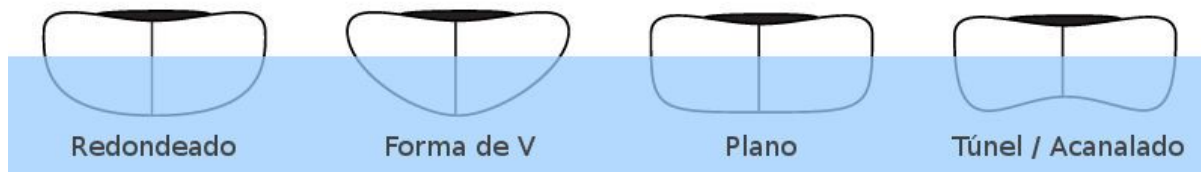


Figura 55: Cascos

Cascos redondeados

Como su nombre indica estos cascos tienen los cantos redondeados proporcionando al kayak una mayor velocidad debido a una menor resistencia en el agua. Los cascos redondeados se utilizan principalmente en piraguas que necesitan una buena maniobrabilidad y normalmente tienen una mejor estabilidad secundaria que primaria.

Cascos en forma de V

Tienen la parte inferior en forma de V, lo que les permite cortar mejor el agua al avanzar, haciéndolos más efectivos para mantener el rumbo en trazadas más rectas como ocurre en los kayaks de pista. Estos cascos son más rápidos pero más inestables ya que ofrecen mayor estabilidad secundaria que primaria.

Cascos planos

Los cascos planos se utilizan en varias modalidades de piragüismo, en kayaks de slalom o aguas bravas que se utilizan para hacer descensos o maniobras bruscas. Basándonos en características como la longitud, anchura y curvatura, los cascos planos ofrecen una gran estabilidad y maniobrabilidad. Este tipo de cascos tienen una gran estabilidad primaria.

Cascos en forma de túnel

En este tipo de cascos la característica principal es la estabilidad. Los kayaks con este tipo de cascos combinan la estabilidad primaria de los cascos planos junto con la estabilidad secundaria de los redondeados. Mantienen el rumbo de una forma adecuada pero son kayaks más bien lentos.

Estabilidad primaria y secundaria

Además de la forma básica del casco también hemos de tener en cuenta la curvatura del mismo ya sea en los laterales (pantoque) o en la parte inferior y recorriendo longitudinalmente el barco, lo que se conoce como arrufo o rocker. Dichas curvaturas, o la falta de ellas, afectarán al rendimiento de la piragua, principalmente en cuanto a la estabilidad.

Cantos o Pantoque

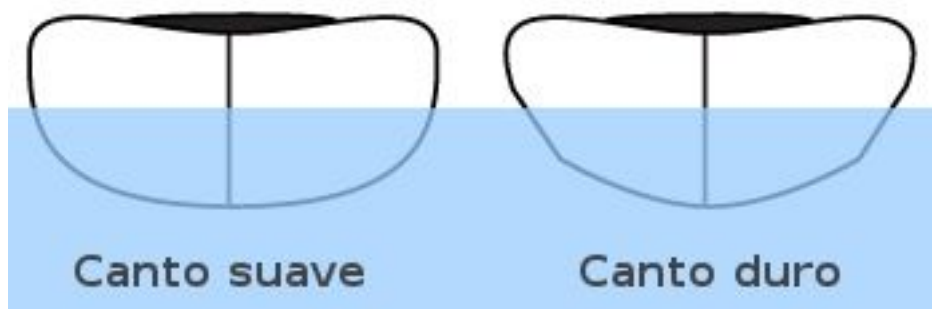


Figura 56: Canto casco

El canto es la zona del kayak que va desde la parte inferior y lateral del casco hasta la parte de arriba proporcionando al kayak una forma más redondeada o rectangular. Un canto duro tiene un ángulo mayor en el diseño, mientras que un canto suave indica un ángulo más redondeado.

Los cantos más duros mantienen mejor el rumbo y ofrecen una gran estabilidad primaria aunque también proporcionan una superficie más aplanada para navegar en aguas movidas. Por el contrario, los cantos suaves proporcionan mayor estabilidad secundaria y tienden a ser más rápidos.

Estas dos diferenciaciones son los casos extremos, en el mercado se suele llegar a un punto intermedio dependiendo del fin que se le vaya a dar al kayak.

Rocker o arrufo

El rocker es la curvatura del casco que lo recorre longitudinalmente de popa a proa. Un rocker o arrufo mayor proporciona mayor maniobrabilidad y rapidez en los giros ya que la proa y la popa ejercen menor resistencia en el agua al estar elevadas. Los kayaks con mayor rocker suelen ser menos veloces y menos efectivos a la hora de mantener el rumbo ya que al tener la proa elevada no corta el agua mientras avanza.

Por otro lado, un kayak con menor rocker mantendrá mejor el rumbo ya que la proa y la popa ejercen una resistencia mayor en el agua evitando que gire con facilidad.



Menos rocker



Más rocker

Figura 57: Rocker

4.5 Materiales y procesos para la fabricación

MATERIALES

Polietileno

Se obtiene de la polimerización del etileno. Es uno de los plásticos más usados en el mundo.

Los kayaks de polietileno se pueden fabricar con dos técnicas distintas, el rotomoldeado y el extrusionado. Además del tipo de construcción la densidad del polietileno también influye en las prestaciones del kayak.

Propiedades del material en el Anexo 3.1

PVC

El poli (cloruro de vinilo) o PVC (poly (vinyl chloride)) es un polímero termoplástico. Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C para ser deformado.

En la industria existen dos tipos:

- Rígido: para envases, ventanas, tuberías.
- Flexible: cables, juguetes, calzados, pavimentos.

El que se usa para la fabricación de kayaks, es el flexible, ya que únicamente se usa para la fabricación de las lonas de los kayaks hinchables.

Características generales:

- Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad (1,4 g/cm³), buena resistencia mecánica y al impacto.
- Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años.
- Debido a los átomos de cloro que forman parte del polímero PVC, no se quema con facilidad ni arde por sí solo y cesa de arder una vez que la fuente de calor se ha retirado.
- Rentable. Bajo coste de instalación.

Propiedades del material en el Anexo 3.2

Composites

Un composite o material compuesto, es la combinación de materiales a partir de una unión no química de dos o más componentes, que da lugar a un material nuevo con

propiedades distintas a los materiales que lo componen. Se pueden identificar dos partes en un composite, la matriz, y el refuerzo.

Las propiedades del nuevo material, dependen de las características de los componentes.

Los composites usados en la construcción de kayaks, son el PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio) ,los laminados con fibra de carbono y/o kevlar con epoxi y los laminados de fibra de carbono y /o con resina vinilester.

Fibra de vidrio

Las fibras de vidrio están constituidas principalmente por sílice, que se combina con diferentes óxidos.

La elevada resistencia de la fibra de vidrio se produce por los enlaces covalentes entre el silicio y los radicales de oxígeno.

Propiedades de la fibra de vidrio:

- Excelente resistencia mecánica específica
- Resistencia a la humedad.
- Resistencia al ataque de agentes químicos.

En el mercado se puede encontrar en distintos formatos:Fieltros, como por ejemplo el MAT o el velo de superficie, en el que las fibras están dispuestas de forma completamente aleatoria.

Sistemas no mallados: como los tejidos, ensamblados o trenzados, en los que la disposición de las fibras se encuentra en unas direcciones en concreto.

Sistemas mallados: son ordenamientos textiles planos que se confeccionan mediante mallado o encadenado de una fibra o de un sistema de fibras a otra fibra o sistema de fibras.

Propiedades del material en el Anexo 3.3

Fibra de carbono:

La fibra de carbono, se puede obtener de numerosas fuentes, aunque la más usada es el poliacrilonitrilo.

Tipos de fibra de carbono:

1. Fibras de alta tenacidad(HT): Su resistencia y tenacidad es superior a la fibra de vidrio. Tienen un coste moderado.
2. Fibras de alto módulo (HM) : Estas fibras, tal y como indica su nombre, presentan un módulo de elasticidad muy alto. Tienen un coste elevado, bajo alargamiento a la rotura y pueden provocar corrosión galvánica.
3. Fibras de módulo intermedio (IM) :Son una solución de compromiso entre las fibras de alta tenacidad y las fibras de alto módulo. Mejoran su resistencia y su rigidez.

Propiedades principales de las fibras de carbono:

- Elevada resistencia y rigidez
- Alta resistencia a la vibración.
- Buen comportamiento a la fatiga.
- Resistencia a altas temperaturas.
- Elevada resistencia química a los ácidos y disolventes
- No se ven afectadas por el contacto con el agua de mar.

Propiedades del material en el Anexo 3.4

Fibras aramídicas (kevlar)

Están clasificadas como una poliamida aromática. Están constituidas por grupos amida y anillos aromáticos, que le proporcionan una elevada estabilidad térmica. La unidad que se repite, es la poliamida aromática. Los enlaces por puentes de hidrógeno mantienen unidas las cadenas en dirección transversal. Estas fibras tienen alta resistencia en el sentido longitudinal, y baja en el sentido transversal. La existencia de anillos poliméricos, le proporciona una alta rigidez.

Hay dos tipos comerciales de kevlar:

1. Kevlar 29: Alta resistencia y baja densidad: su uso fundamental se destina a la protección balística, la confección de cuerdas, y cables.
2. Kevlar 49: Alta resistencia, alto módulo y baja densidad. Es el tipo de fibra más alto para combinar con diferentes matrices en la confección de materiales compuestos. Este es el tipo de kevlar que se usa en la construcción de kayaks.

Propiedades generales del kevlar:

- Alta resistencia específica a la tracción.
- Excelente resistencia al impacto. Alta capacidad de absorción de energía.
- Densidad menor que todas las fibras sintéticas utilizadas en laminados.
- Excelente comportamiento ante la corrosión en cualquier ambiente.
- Buena resistencia a la fatiga.
- Su rotura se produce progresivamente.

Matrices o resinas:

Resina de poliéster:

Es la resina más utilizada a escala mundial, ocupa el 90% del volumen de consumo de las matrices termoestables y dadas sus características es la más utilizada en la construcción de embarcaciones en serie, también en kayaks.

Formulación y procesos de fabricación de resinas poliéster. Las resinas poliéster están formadas por una mezcla homogénea de una cadena polimérica central, en base a poliéster, que se encuentra disuelta en monómero estireno, el cual además de ser usado como diluyente de la resina cumple una función estructural dentro del curado de la resina. Otro componente de la resina es un inhibidor que permite que la resina no reacciona espontáneamente, es decir no gelifique antes de agregar los promotores de la reacción.

La cadena polimérica en base a poliéster es la unidad fundamental de la resina, y dependiendo de los monómeros que componen dicha cadena, van a ser las características propias que la resina pueda tener. Dicha cadena está formada por distintos tipos de:

Propiedades generales:

- Su resistencia y rigidez no son muy elevadas.
- Durante el endurecimiento se contrae entre el 6 y el 10%.
- La viscosidad a temperatura ambiente es de 300cPs aproximadamente.

Tipos de resinas de poliéster.

En la construcción de kayaks podemos encontrar dos tipos de resina principalmente:

- Resinas ortoftálicas: Son las más frecuentes y las de menor coste entre las resinas de poliéster. Absorben hasta un 2,5% de agua en inmersiones prolongadas.
- Resinas isoftálicas: Tienen mejores propiedades mecánicas que las ortoftálicas y mejor resistencia en ambientes marinos, es decir, menor absorción de agua. La mayoría de gelcoats para uso naval, se formulan en base isoftálica.

Propiedades del material en el Anexo 3.5

Resina epoxi:

Una resina epoxi o poliepóxido es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o «endurecedor». Las resinas epoxi más frecuentes son producto de una reacción entre epiclorhidrina y bisfenol A.

Las principales propiedades de las resinas de epoxi son:

- Humectación y adherencia óptima.
- Buena resistencia mecánica.
- Resisten la humedad.
- Resisten temperaturas elevadas
- Excelente resistencia química
- Excelentes propiedades Adhesivas.

Propiedades del material en el Anexo 3.6

Resinas viniléster:

Originalmente estas resinas fueron desarrolladas para la fabricación de materiales compuestos resistentes a los agentes químicos. Esta buena resistencia se debe a los pocos grupos de ésteres que contiene en su cadena comparado con otras resinas.

Propiedades generales:

- Alto grado de resiliencia.
- Buena resistencia a la fatiga
- Buena adhesión a las fibras de refuerzo.

Madera

Además de los kayaks de fibra de vidrio y los kayaks de plástico, también existen kayaks de madera, hechos artesanalmente, con muchos tipos de madera distinta, y posteriormente laminados con epoxy.

Las maderas usadas más frecuentemente, son el okume y el pino amarillo, aunque también se pueden encontrar kayaks de cedro rojo, y una infinidad más de maderas tropicales.

PROCESOS DE FABRICACIÓN

-Kayak de plástico (Polietileno rotomoldeado)

La mayoría de los kayaks de plástico se fabrican con la técnica del rotomoldeo, el material que se utiliza en esta técnica es el polietileno en polvo 100% reciclable. Depende del polietileno utilizado, PE de baja, media o alta densidad, las propiedades del kayak varían en cuanto a rigidez, dureza, impactos y abrasión.

Proceso de fabricación:

Primero se introduce el PE en polvo dentro de un molde de aluminio que gira por varios ejes dentro de un horno. Cuando el molde se calienta se funde el PE y este se extiende en forma líquida por las paredes internas del molde. Este proceso es controlado por una serie de variables:

-Temperatura: la temperatura está calibrada para proporcionar un óptimo punto de fusión y cocción y mantener las propiedades del material. Las temperaturas suelen rondar entre los 200 y 220 °C.

-Tiempo: se calcula el tiempo exacto de cocción del PE ya que es importante para conservar las propiedades del plástico.

-Rotación: la rotación del molde permite que el PE líquido se extienda de proa a popa por la acción centrífuga.

-Balanceo: el molde se balancea para que el material cubra la sección intermedia del molde. Este balanceo es calculado para que el material se reparta en las zonas del kayak que sufren más estrés.

-Enfriamiento: cuando termina el proceso de cocción se extrae el molde del horno y empieza el proceso de enfriamiento. Un grupo de ventiladores enfrían el plástico para que este no sufra ninguna alteración, una vez termina el proceso de enfriado el kayak se retira del molde. Después de retirar el kayak del molde se pulen las juntas formadas por las dos mitades del molde.

Con este proceso los modelos en polietileno tienen una gran dureza, resistencia al impacto y durabilidad, aunque estos suelen ser pesados pero fáciles de fabricar.

-Kayak de plástico (Polietileno extrusado insuflado Htp)

Es una técnica menos utilizada para la fabricación de los kayaks aunque tiene un coste mayor al rotomoldeado la calidad del material es mejor. El polietileno utilizado para extrusado insuflado tiene mayor masa molecular y mayor densidad que el polietileno utilizado para rotomoldear y por lo tanto mayor dureza.

Proceso de fabricación:

En primer lugar se extruye el polietileno en una máquina a 205°C en forma de tubo de donde saldrá en estado viscoso. Se introduce en un molde en el que se aplica aire a presión para que el tubo se adapte a las cavidades del molde.

A continuación se refrigera el kayak con aire a baja temperatura. Posteriormente se retira del molde y un operario comienza a quitar las rebabas que se producen al cerrar el molde.

-Kayak de PVC

PVC se utiliza únicamente para los kayaks y piraguas hinchables. Normalmente, el tejido está formado por una capa exterior de PVC y una interior de poliéster. Los de mejor calidad tienen dos capas, la exterior solo tiene la misión de proteger a la interior que es la hinchable. Algunos de ellos mejoran la penetración en el agua añadiéndoles láminas de plástico ABS entre las dos capas proporcionándole rigidez.

-Kayak de fibra de vidrio y fibra de carbono

Son los materiales con mejores características para los kayaks, ya que tienen un aspecto pulido, gran ligereza y rigidez.

Proceso de fabricación:

En primer lugar se aplican capas de fibra de vidrio o de carbono en un molde de poliéster con la forma del kayak. A las capas de fibra se les aplica resina, poliéster

para la fibra de vidrio o epoxi para la fibra de carbono, esta resina es aplicada mediante unos rodillos.

Se añadirán tantas capas de fibra como se considere la rigidez del kayak.

Para fabricar un kayak entero se utilizan dos moldes, uno para cada mitad del kayak, en los cuales se realiza un proceso de vacío para eliminar la resina restante.

Por último se unen las dos partes del kayak y se pegan con fibra para reforzar las juntas.

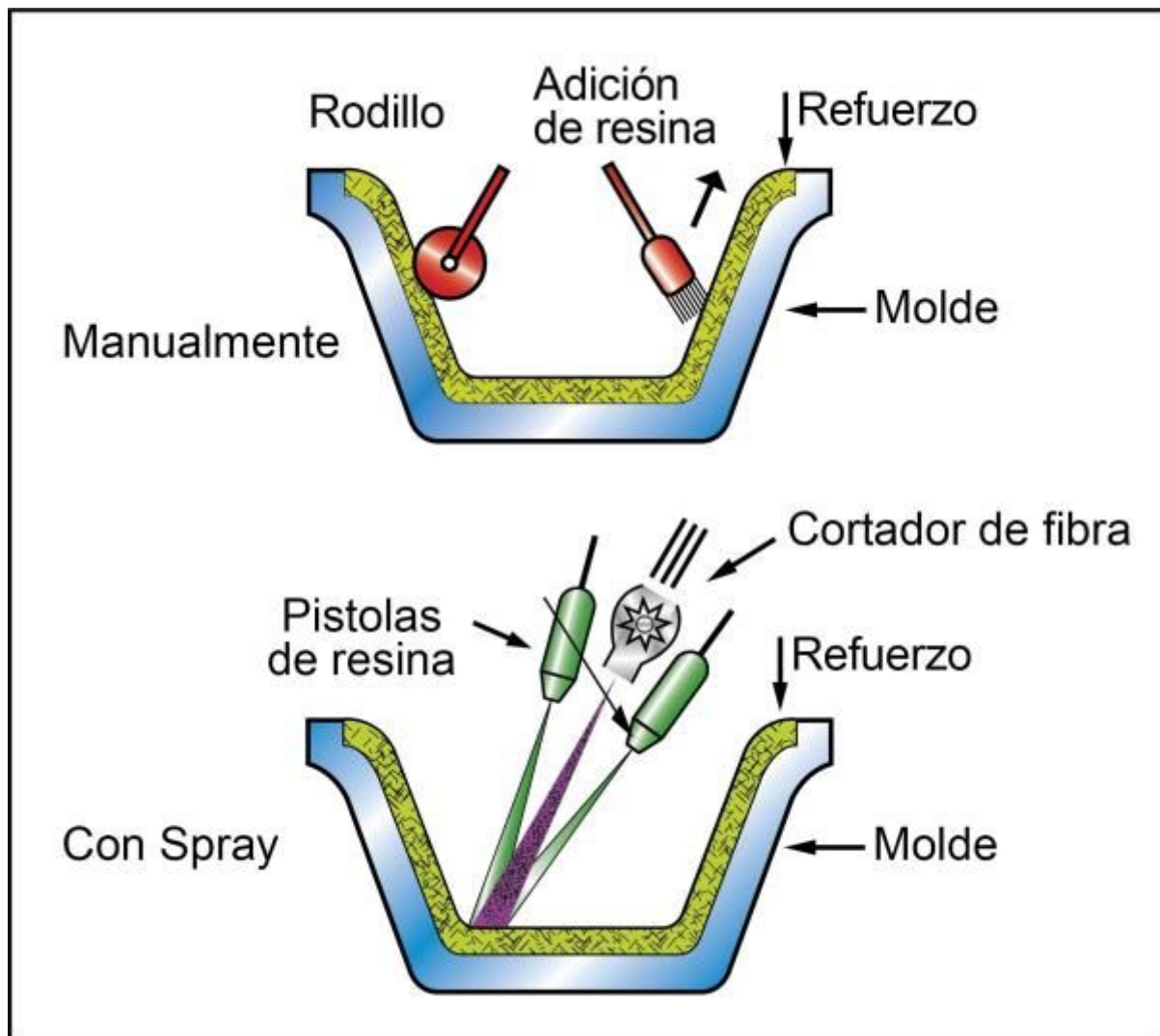


Figura 58: Moldeo

-Kayak de madera

Los kayaks de madera suelen ser minoritarios debido a su elevado coste de fabricación. Estos kayaks se fabrican de manera artesanal con madera de roble y se refuerzan con epoxi y fibra de vidrio. Para la construcción se forma una estructura en forma de costillas en la cual se sitúan listones de madera que quedarán unidos con el epoxi y la fibra de vidrio.

4.6 El piragüismo en niños

Una vez visto la historia, las tipologías, los usuarios, los beneficios y el deporte en el piragüismo se pasa a enfocar el objetivo de este trabajo que es el piragüismo en los niños, en especial en niños prebenjamines y benjamines (de 9 años o menos). Para enfocar mejor el trabajo se ha elegido un tipo de usuario, que son los niños prebenjamines y benjamines en etapas de iniciación, una modalidad que es el piragüismo de aguas tranquilas y un objetivo que es la iniciación a la competición en esta modalidad.

4.6.1 Beneficios del deporte

El piragüismo es un deporte que se puede practicar en edades tempranas, a partir de los 5-6 años los niños y niñas pueden empezar a dar sus primeras paladas. Al tratarse de un deporte acuático, que puede resultar más peligroso de practicar, muchas veces los padres inician este deporte junto a sus hijos, pero también es posible que los niños practiquen este deporte por su cuenta a cargo de un monitor/entrenador en grupos de más niños, ya que les puede proporcionar numerosos beneficios que se comentan a continuación.

Beneficios del piragüismo:

-Mejora de la condición física

La práctica del piragüismo mejora la condición física y esto puede ayudar en las etapas de crecimiento de los niños.

-Implicación de todo el cuerpo

Es un deporte muy completo ya que para remar se utiliza todo el cuerpo, no solo los brazos o la espalda sino también las piernas, el tronco y los hombros, por lo tanto implica una mejora general de todo el cuerpo.

-Beneficios en la forma física

Gracias a la práctica del piragüismo se tonifican los músculos, se aumenta la resistencia, mejora la flexibilidad, se adquiere un mayor equilibrio y aumenta la fuerza general de tu cuerpo.

-Deporte poco lesivo

Es un deporte muy poco lesivo como la natación, que es muy indicada para las fases de crecimiento en los niños. También destacar que no es un deporte de contacto como puede ser el fútbol y tampoco un deporte con impactos como lo es el atletismo, en el que el impacto de las rodillas al correr puede suponer desgaste y lesiones.

-Mejora de las relaciones sociales

El piragüismo se puede practicar individualmente (k1) o colectivamente (k2, k4) por lo que ayuda a formar relaciones sociales con otros integrantes del equipo. En edades tempranas como los niños prebenjamines ayuda a obtener valores como el compañerismo, espíritu de equipo, el compromiso o el esfuerzo.

-Contacto con la naturaleza:

Es un deporte acuático por lo que implica estar en contacto con la naturaleza ya sea practicado en el mar, en un río o un lago y permite conocer lugares que serían inaccesibles practicando otros deportes. En los más pequeños puede crear una idea de cuidado y concienciación con el medio ambiente.

-Deporte complementario

El piragüismo puede ser un deporte complementario a otros deportes ya que fortalece todos los músculos del cuerpo y aumenta la resistencia y flexibilidad, y esto puede ser beneficioso para la mejora en otros deportes.

4.6.2 Kayaks de niños

Como ya se ha visto existen muchos tipos de kayaks dependiendo de la modalidad para la que se utilicen y del usuario al que vayan dirigidos. En el mercado existen diferentes tipos de kayaks para la iniciación al piragüismo en edades tempranas, a continuación se ha realizado una lista de aquellos que se pueden utilizar para la iniciación en niños de edades entre 6 y 9 años.

SOLO Pelican



Figura 59: Solo pelican

El Pelican SOLO es un kayak de iniciación muy estable y de un tamaño reducido para que pueda ser utilizado por niños pequeños. El casco de este “sit on top” es de doble túnel, es fácil de maniobrar y proporciona una gran estabilidad. Tiene un peso de 8,6 kg ya que el material es polietileno.



Figura 60: Casco de doble túnel

Marca	Pelican, https://www.pelicansport.com/ca_en/solo
Material	Polietileno
Largo	183 cm.
Ancho	61 cm
Altura	23 cm
Peso	8,6 kg.
Capacidad máxima	45,4 kg

Modalidad	Iniciación en aguas tranquilas en niños
Precio	169.99€

Tabla 2: Solo Pelican

Minikayak

El Mini Kayak es una piragua diseñada para la iniciación de niños entre 6-12 años de edad. Es una piragua de cortas medidas y poco peso, una piragua rápida ya que es estrecha y su casco es más fino, es algo inestable por lo que se debe instruir al niño para su utilización.

Esta piragua es utilizada para inicio a la competición en regatas en línea y maratón para las categorías pre benjamín, benjamín y alevín. Tiene un peso de 9 kg, es ligera, ya que tiene un tamaño considerable, 4m de eslora, pero está fabricada en fibra de vidrio.



Figura 61: Minikayak

Marca	Polledo, http://parientepolledo.com/
Material	Fibra de vidrio
Largo	4 metros
Ancho	55 cm
Altura	30 cm
Peso	9 kg
Capacidad máxima	45 kg
Modalidad	Regatas en línea y maratón de iniciación

Tabla 3: Minikayak

K-1 Mini



Figura 62: Plastex

Piragua de iniciación a la competición en niños de entre 6 y 12 años. Es utilizada para piragüismo en aguas tranquilas ya que es una piragua rápida y algo menos estable, por lo tanto se debe instruir al niño antes de su utilización. Es un modelo muy parecido al minikayak, también construido en fibra de vidrio, pesa 10 kg por lo tanto es un kayak bastante ligero.

Marca	Plastex, http://www.plastexboats.com/es/
Material	Fibra de vidrio
Largo	4,2 metros
Ancho	47 cm
Peso	10 kg
Capacidad máxima	50 kg
Modalidad	regatas en línea y maratón de iniciación

Tabla 4: K1 Mini

Perception Prodigy XS Kayak Review

El Perception Prodigy XS es un kayak diseñado para iniciación de niños pequeños entre 5 y 12 años en el kayak de mar. Es un kayak muy estable debido a sus 58 cm de ancho pero esto no dificulta la acción de meter la pala en el agua al remar. Este

kayak es bastante pesado ya que pesa 12kg y no es un kayak muy grande, 3 metros de eslora.



Figura 63: Perception

Marca	Prodigy, https://www.perceptionkayaks.com/eu/fr
Material	Polietileno rotomoldeado
Largo	3,05 metros
Ancho	58 cm
Bañera	71x46 cm
Altura	26 cm
Peso	12 kg
Capacidad máxima	55 kg
Modalidad	iniciación a la travesía y kayak de mar en niños
Precio	609€

Tabla 5: Perception

Aquarius Piccolo

Kayak para niños utilizado para iniciación en aguas tranquilas. Tiene un asiento ergonómico con la altura baja para dar más estabilidad. El casco es plano con una quilla en toda la longitud por lo que es un kayak estable y manejable. Tiene un peso de 7kg por lo que es un kayak muy ligero pero la manga de 50 cm hace que sea menos rápido.



Figura 64: Piccolo

Marca	Piccolo, http://www.nauticexpo.es/
Material	-Versión estándar: poliamida -Versión club: kevlar
Largo	3 metros
Ancho	47 cm
Bañera	64x50 cm
Peso	-Versión estándar: poliamida 9 kg -Versión club: kevlar 7 kg
Capacidad máxima	40 kg
Modalidad	Iniciación piragüismo aguas tranquilas en niños

Tabla 6: Aquarius

Jackson kayak

Jackson Kayak es un kayak diseñado para la iniciación de descenso de ríos en niños, aunque también se puede utilizar en aguas tranquilas. Es de un tamaño muy reducido ya que se utiliza en edades entre los 3 y 9 años. Es un kayak muy estable ya que la forma del casco es plana y es bastante ancho. Es un kayak algo pesado ya que pesa 9kg pero solo mide 161 cm de eslora.



Figura 65: Jackson

Marca	Jackson, https://jacksonkayak.com/
Material	polietileno rotomoldeado
Largo	1,61 metros
Ancho	51 cm
Peso	9 kg
Capacidad máxima	15-36 Kg
Modalidad	Iniciación en descenso de ríos o en aguas tranquilas en niños
Precio	895€

Tabla 7: Jackson

KIRTON KAYAK



Figura 66: Kirton

El kayak de la marca Kirton es un kayak de iniciación a la competición para la modalidad de aguas tranquilas. Su eslora de 4,2 m y la manga de 49 cm hacen que sea un kayak algo inestable pero bastante rápido, también es un kayak muy ligero ya que en su mejor calidad ronda los 7 kilos de peso.

Marca	Kirton, http://www.kirtonkayaks.co.uk/home/our-boats/k1/10-tarka
Material	-Elite: kevlar y carbono -Ultra: carbono
Largo	4,2 metros
Ancho	49 cm
Alto	30 cm
Peso	-Elite: 8,5 kg -Ultra: 7 kg
Capacidad máxima	55 Kg
Modalidad	Piragüismo aguas tranquilas en niños

Tabla 8: Kirton

MK1 Dolphin

Kayak para niños utilizado para iniciación a la competición en aguas tranquilas. Es un kayak rápido ya que está diseñado para la competición pero también es estable por la forma del casco. Tiene un peso de 10kg por lo que es un kayak algo ligero ya que tiene una eslora de 4,15 m.

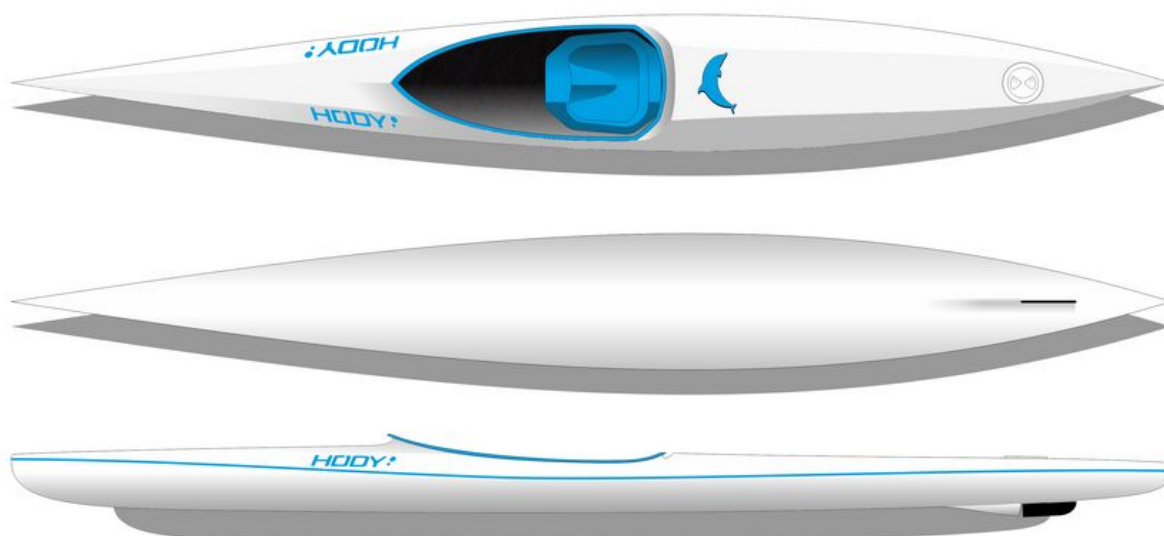


Figura 67: MK1

Marca	Dolphin, http://www.hodysport.hu/en/
Material	Fibra de vidrio
Largo	4,15 metros
Ancho	47 cm
Alto	28 cm
Peso	10 kg
Capacidad máxima	50 Kg
Modalidad	Piragüismo aguas tranquilas en niños

Tabla 9: MK1

MK2 Dolphin

Kayak para niños utilizado para iniciación a la competición en aguas tranquilas. Es una embarcación de equipo para iniciarse en la competición.

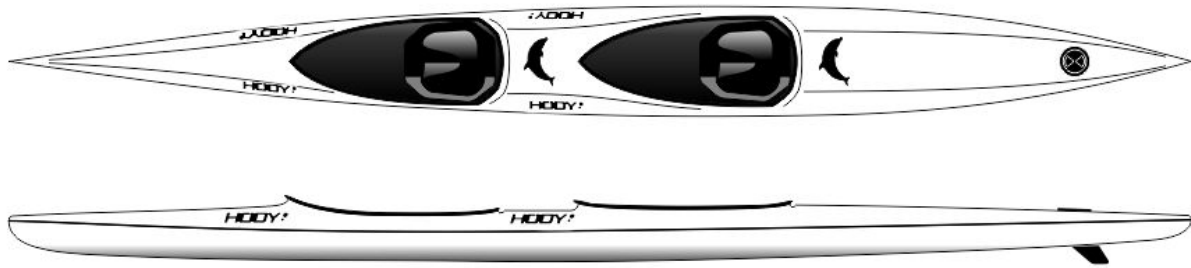


Figura 68: MK2

Marca	Dolphin, http://www.hodysport.hu/en/
Material	Fibra de vidrio
Largo	5,5 metros
Ancho	50 cm
Alto	30 cm
Peso	15 kg
Capacidad máxima	100 Kg
Modalidad	Piragüismo aguas tranquilas en niños

Tabla 10: MK2

MK4 Dolphin

Kayak para niños con peso inferior a 50 kg utilizado para iniciación a la competición en aguas tranquilas. Es una embarcación de equipo para iniciarse en la competición.

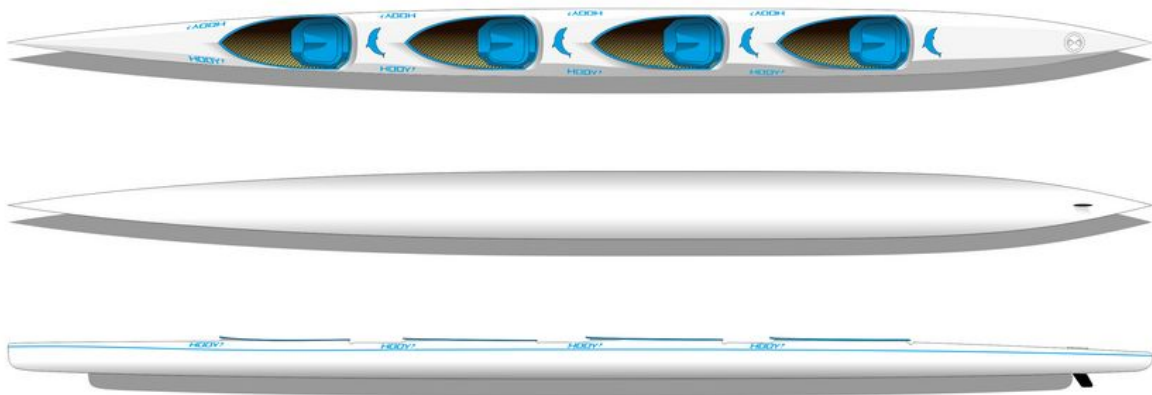


Figura 69: MK4

Marca	Dolphin, http://www.hodysport.hu/en/
Material	Fibra de vidrio
Largo	8,5 metros
Ancho	50 cm
Alto	32 cm
Peso	10 kg
Capacidad máxima	220 Kg
Modalidad	Piragüismo aguas tranquilas en niños

Tabla 11: MK4

Tras analizar los diferentes kayaks del mercado diseñados para la iniciación de niños pequeños al piragüismo se puede sacar algunas conclusiones de sus características.

Por lo general los kayaks para iniciación en aguas tranquilas son los llamados minikayaks o kayaks de promoción, son kayaks bastante estables y fáciles de maniobrar, pero debido a esto son kayaks poco veloces para utilizar en carreras o

competiciones. Estos kayaks son bastante ligeros ya que su peso oscila entre los 7 y 10 kg y suelen medir entre 4 y 4,5 metros de eslora y 45 y 50 cm de manga.

Los kayaks de mar o de descenso son kayaks muy estables con menos eslora pero más manga y son kayaks muy maniobrables pero esto hace que sean algo lentos. Estos kayaks son algo pesados ya que no son muy grandes, suelen medir entre 2 y 3 metros de eslora y 45 y 60 cm de manga y su peso oscila entre los 8 y 12 kg.

Los materiales utilizados para los kayaks de mar son el polietileno rotomoldeado, este material es resistente pero hace que los kayaks sean más pesados y para los kayaks de río se utilizan las fibras de vidrio, el kevlar o las fibras de carbono ya que son materiales más ligeros.

4.7 Experiencia del deporte

Se ha realizado una pequeña encuesta a diversos usuarios que practican piragüismo asiduamente y que compiten en carreras de ámbito autonómico y nacional sobre su experiencia en el deporte. Gracias a estas preguntas se puede conocer posibles puntos a mejorar en la experiencia al practicar piragüismo.

La encuesta se ha realizado a 10 usuarios a los cuales se les ha preguntado sobre sus preferencias con temas relacionados con la práctica del piragüismo. Los temas son los siguientes:

1. Sacar y recoger el material (piragua, pala, reloj, cubre...)
2. Calentamiento
3. Entrenamiento suave (R0, R1)* pero largo
4. Entrenamiento fuerte (R2, R3)* pero corto
5. Entrenamiento libre (por mi cuenta)
6. Caerme de la piragua
7. Entrenar salidas y ciabogas
8. Llevar una piragua rápida pero algo inestable
9. Llevar una piragua estable pero menos rápida
10. Competir en carreras
11. Competir en barcos de equipo (K2, K4)

*(R0= 30 paladas por minuto, R1= 40 paladas por minuto, R2= 50 paladas por minuto, R3 = 60 paladas por minuto)

Y para responder a estos temas los usuarios podían elegir entre 4 respuestas diferentes:

- Me gusta mucho
- Me gusta
- No me gusta
- No me gusta nada

En la figura 58 se pueden observar los resultados obtenidos, donde se observa cuál es la opinión sobre cada una de las etapas consideradas en una sesión de práctica. De estas opiniones (experiencias) aquellas con una menor puntuación son interpretadas como puntos negativos sobre los que se debe prestar atención y eliminar su experiencia negativa en la práctica del kayak.

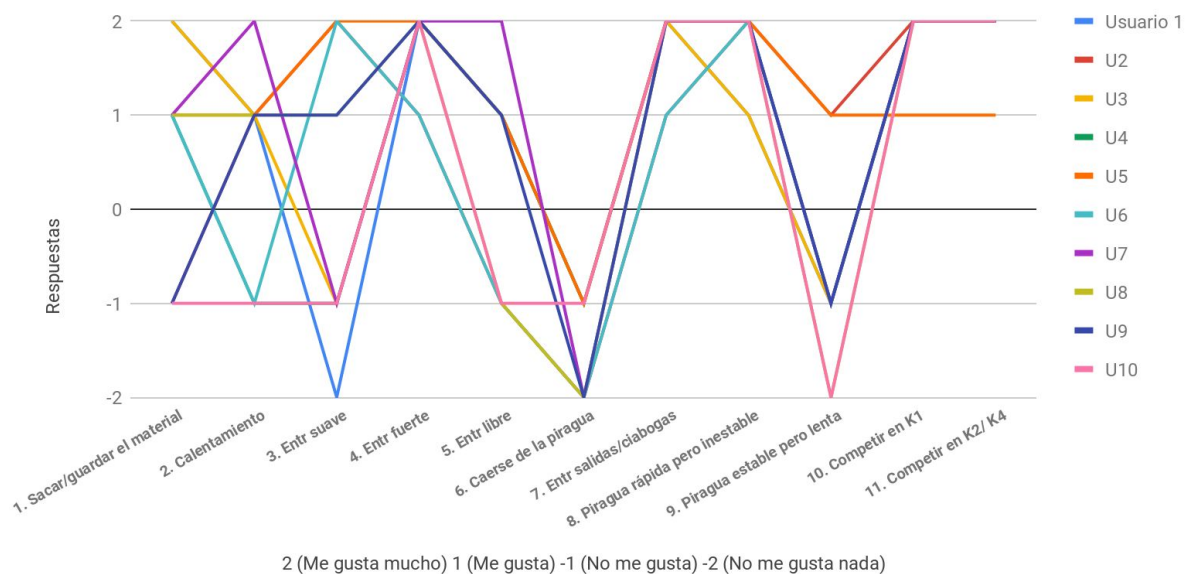


Figura 70: Experiencia de uso de un kayak durante una sesión de entrenamiento

Los resultados se pueden clasificar en acciones que generan experiencias negativas y positivas.

Dentro de las acciones negativas o de menor agrado se encuentran: el entrenamiento suave con ritmos R0 y R1, caerse de la piragua y llevar una piragua estable pero lenta.

Por lo tanto de los temas que han generado experiencias negativas se han sacado una serie de conclusiones:

1. A los usuarios no les gusta realizar entrenamientos largos y con ritmo bajo y tampoco les gusta llevar una piragua que sea lenta, por lo tanto un posible punto a mejorar puede ser que la piragua sea capaz de alcanzar una notable velocidad.
2. A los usuarios, no les gusta el caerse de la piragua (e), por lo tanto para diseñar una piragua habrá que encontrar el punto intermedio entre una piragua que no sea muy inestable y que sea veloz.

Por otra parte, las acciones de más agrado para los usuarios entrevistados han sido: el entrenamiento fuerte con ritmos R2 y R3, los entrenamientos de salidas y ciabogas, llevar una piragua inestable pero rápida y las competiciones.

Entre los temas que más han gustado a los usuarios se han sacado un par de conclusiones globales a ellos:

1. A los usuarios les gustan los entrenamientos con ritmos altos, llevar una piragua que sea veloz y las competiciones, por lo tanto un posible factor a tener en cuenta al diseñar la piragua será la velocidad que esta puede alcanzar.
2. También ha salido un resultado positivo en cuanto a los entrenamientos de salidas y ciabogas, son dos aspectos en los que hay que tener un buen manejo de la piragua para poder realizarlos con facilidad, por lo tanto también puede ser una posible mejora en la piragua.

Los aspectos positivos se convierten en requerimientos de diseño que deben incluirse en la nueva propuesta que se desarrolle. Sin embargo, las acciones negativas podrían ser resueltas con las siguientes mejoras:

1. Para mejorar la velocidad se tiene en cuenta los parámetros del diseño del casco del kayak, ya que este es el que mayor influencia tiene en este aspecto.
2. Para mejorar la estabilidad del kayak se tiene en cuenta la forma con la que será diseñado el kayak.

La conclusión en global de la encuesta es que a los usuarios les gusta sentirse veloces en la piragua, ya que les gustan los ritmos altos y las competiciones. Este debe ser un punto a tener en cuenta a la hora de diseñar la piragua, pero no hay que olvidar otros puntos mencionados en la encuesta como la estabilidad o el manejo, por lo tanto un diseño eficiente será aquel que consiga equilibrar estos tres aspectos destacando un poco la velocidad por encima de los otros.

5. Consideraciones para el diseño de un kayak

5.1 Ergonomía del kayak

En el diseño del kayak se ha de tener en cuenta la ergonomía ya que es un factor muy importante debido a que el palista deber ir cómodamente y con una posición correcta dentro de la embarcación. Para ello se van a tener en cuenta diversos factores que afectarán al diseño de las distintas partes del kayak, tales como: el tipo de usuario, las medidas de la población o la posición en el kayak.

Posición

La posición en el kayak debe de ser la correcta para evitar lesiones por malas posturas o sobrecargas. Se debe tener la espalda recta, esta nunca deberá ser apoyada en el respaldo del kayak, y la cabeza erguida con la vista al frente, las piernas ligeramente flexionadas y los pies apoyados en el reposapiés, entre las piernas se debería dejar un espacio similar al diámetro de una pelota de tenis.

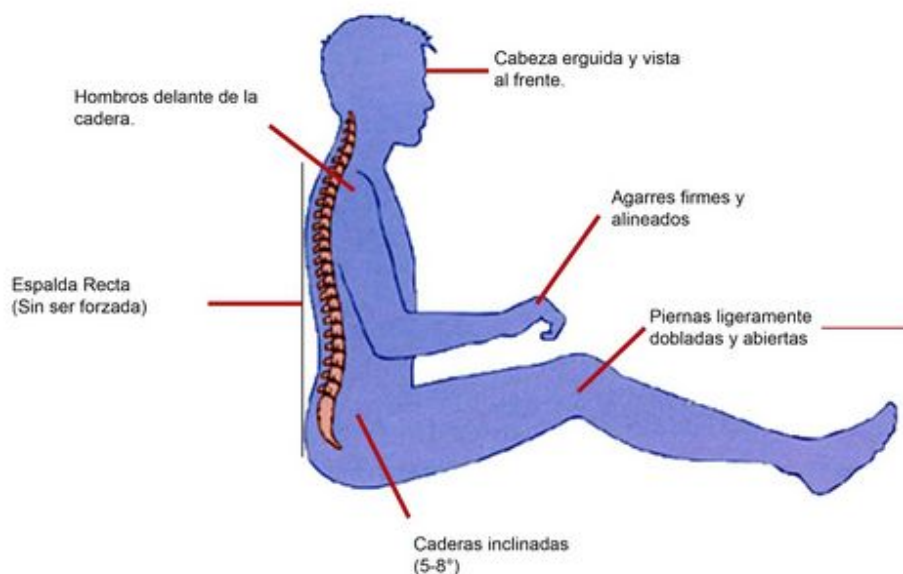


Figura 71: Posición en el kayak

Tras ver la postura del palista se pueden sacar diversas conclusiones:

1. La distancia del reposapiés al asiento se deberá calcular con las medidas antropométricas de la longitud de las piernas de los niños entre 6 y 9 años.
2. El ancho del asiento del kayak deberá corresponder con el ancho de la cadera de los niños de edades entre 6 y 9 años.
3. El ancho y la altura del reposapiés deberá corresponder con la talla de pie que utilicen los niños entre 6 y 9 años.
4. El ancho del kayak (manga) deberá ser unos centímetros mayor que el ancho de las caderas de los niños para poder aplicar cómodamente la torsión en el paleo.
5. Las dimensiones de la bañera del kayak vendrán determinadas por el ancho de la cadera y la distancia desde la espalda hasta la rodilla de los niños.
6. El diámetro del asa de la piragua deberá ser el adecuado para que los niños de 6 a 9 años puedan levantar la piragua con facilidad.

Para determinar estas medidas se ha tomado como referencia un estudio de la Universidad de Guadalajara llamado "Dimensiones antropométricas de población latinoamericana", disponible en Anexo 2. En un principio se pretendían tomar las medidas con un estudio de la población infantil española, pero este estudio no existe

o no está al alcance, por lo tanto se realizará con el estudio de la Universidad de Guadalajara.

Medidas a tener en cuenta del estudio

Medidas máximas: para determinar las medidas máximas del rango de edad entre 6 y 9 años cogeremos las medidas del percentil 95 de los niños de 9 años, ya que estas son las medidas más grandes del rango de niños y niñas de 6 y 9 años.

Nº dimensión	Dimensión	Percentil 95
25	Altura codo sentado	216 mm
28	Altura poplítea	383 mm
30	Anchura cadera sentado	321 mm
31	Longitud nalga-rodilla	500 mm
41	Anchura de la mano	91 mm
44	Longitud del pie	231 mm
46	Anchura del pie	91 mm

Tabla 12: Medidas máximas

Medidas mínimas: para determinar las medidas mínimas del rango de edad entre 6 y 9 años cogeremos las medidas del percentil 5 de las niñas de 6 años, ya que estas medidas corresponden a las medidas más pequeñas del rango de niños y niñas de 6 y 9 años.

Nº dimensión	Dimensión	Percentil 5
28	Altura poplítea	265 mm
31	Longitud nalga-rodilla	341 mm
43	Diámetro empuñadura	22 mm

Tabla 13: Medidas mínimas

Una vez se han determinado las medidas antropométricas que se necesitan para el diseño de la piragua, se van a relacionar con las diferentes partes del kayak.

-Asa de la piragua:

Para calcular el diámetro del asa se ha cogido el percentil 5 de las medidas de la empuñadura de las niñas de 6 años, para que todos los niños puedan coger el asa con facilidad.

43	Diámetro empuñadura	22 mm
----	---------------------	-------

Tabla 14: Asa de la piragua

Por lo tanto el asa deberá ser de un diámetro máximo de 22mm.

-Reposapiés:

Para diseñar las medidas del ancho y largo del reposapiés se han cogido el percentil 95 de las medidas del pie de los niños de 9 años, para que a todos los niños les quepan los pies en el reposapiés.

44	Longitud del pie	231 mm
46	Anchura del pie	91 mm

Tabla 15: Reposapiés

Por lo tanto el reposapiés tendrá como mínimo unas medidas de 231 mm de largo y 91 mm de ancho.

-Distancia Asiento-Reposapiés:

Para determinar la distancia desde la parte trasera del asiento hasta el reposapiés se han cogido el percentil 5 de las medidas de la pierna de las niñas de 6 años y el percentil 95 de las de los niños de 9 años, para que todos los niños vayan sentados en el asiento y lleguen al reposapiés sin problemas.

28	Altura poplítea	265 mm
31	Longitud nalga-rodilla	341 mm
Total		606 mm

28	Altura poplítea	383 mm
31	Longitud nalga-rodilla	500 mm

Total	883 mm
-------	--------

Tabla 16: Asiento-Reposapiés

Por lo tanto la distancia Asiento-Reposapiés será de 606 mm en el mínimo y de 883 mm en el máximo.

-Asiento

Para calcular la anchura del asiento se ha cogido el percentil 95 del ancho de la cadera de los niños de 9 años, para que todos los niños puedan ir sentados en el asiento cómodamente.

30	Anchura cadera sentado	321 mm
----	------------------------	--------

Tabla 17: Asiento

Por lo tanto el ancho del asiento deberá tener una medida de 321 mm.

-Bañera

Para calcular la anchura y longitud de la bañera se ha cogido el percentil 95 de las caderas y la pierna de los niños de 9 años, para que todos los niños puedan entrar al kayak sin problemas.

30	Anchura cadera sentado	321 mm
31	Longitud nalga-rodilla	500 mm

Tabla 18: Bañera

Por lo tanto las dimensiones de la bañera deberán ser mayores de: 321 mm para el ancho y 500 mm para el largo.

5.2 Entrevistas

Para conocer la experiencia de los expertos en piragüismo sobre la iniciación de los niños en este deporte se han realizado dos tipos de entrevistas a monitores, entrenadores y veteranos, ya que es la mejor manera de conocer los problemas que pueden ocurrir durante la iniciación.

El objetivo de estas entrevistas es conocer los problemas que han observado durante la etapa de iniciación al piragüismo y conocer sus opiniones sobre los problemas que se presentan.

La primera entrevista se ha realizado a los monitores que llevan toda su vida relacionada con el piragüismo tanto como pasatiempo como competición. Se trata de una entrevista semiestructurada, ya que sirve para conocer la opinión del entrevistado sobre un tema general y también conocer la respuesta a un tema más específico.

La segunda entrevista se ha realizado a varios entrenadores con más de 10 años de trabajo con niños, desde su etapa de iniciación hasta su madurez e iniciación en la competición.

Modelo de entrevista 1

Entrevista realizada a monitores y veteranos del piragüismo que llevan varios años entrenando y compitiendo.

1	¿Cuáles son los mayores problemas que tienen los niños en la iniciación al piragüismo?
Objetivo	Conocer si los problemas del entrevistado corresponden con los problemas planteados anteriormente, en caso de encontrar un nuevo problema se preguntará sobre él.
2	¿Crees que los modelos de piraguas que existen en el mercado son adecuados para la iniciación o cambiarías algo de ellos?
Objetivo	Conocer posibles mejoras de diseño en la piragua.
3	¿Es frecuente que los niños no puedan levantar ni trasladar su piragua debido al tamaño y peso de esta?
Objetivo	Conocer si los niños necesitan ayuda para manipular el kayak.
4	¿Los niños suelen volcar muchas veces en etapas de iniciación? En este caso, ¿qué hacen para regresar a la piragua o para llevarla a la orilla?
Objetivo	Conocer la seguridad de la piragua y saber cómo se actúa en caso de que un niño vuelque.

5	¿La estabilidad en la piragua es un problema que los niños arrastran durante un periodo largo durante la iniciación o aprenden rápido y dominan la piragua con facilidad?
Objetivo	Conocer las dificultades de la estabilidad en la etapa de iniciación en niños

Tabla 19: Modelo de entrevista 1

Resultados

Los resultados a la entrevista se encuentran en el Anexo 1.

En este modelo de entrevista los entrevistados coinciden en varios temas como el equilibrio, estabilidad y manejo de la piragua como principales problemas en la etapa de iniciación, ya que son los puntos más importantes que deben dominar para iniciarse en el piragüismo y a su vez los más difíciles ya que solo se consiguen a base de mucha práctica.

En cuanto a la seguridad en el kayak, también coinciden en que los niños suelen caerse de la piragua las primeras semanas de iniciación y que para volverse a subir deben ir hasta la orilla nadando y esto les trae problemas muy graves ya que se les puede hundir la piragua antes de llegar a la orilla.

Por último también coinciden en que los niños tienen problemas o inconvenientes para llevar la piragua al embarcadero, ya que no pueden levantarla debido a su peso y dimensiones y precisan ayuda del monitor o de un compañero.

Modelo de entrevista 2

Entrevista realizada a entrenadores de piragüismo que llevan varios años entrenando con niños.

1	¿Cuáles son los mayores problemas que tienen los niños que has entrenado o has ayudado en su etapa de iniciación al piragüismo?
Objetivo	Conocer si los problemas del entrevistado corresponden con los problemas planteados anteriormente, en caso de encontrar un nuevo problema se preguntará sobre él.
2	¿Crees que los modelos de piraguas que existen en el mercado son adecuados para la iniciación o cambiarías algo de ellos?

Objetivo	Conocer posibles mejoras de diseño en la piragua.
3	¿Los niños que entrenas encuentran dificultades al transportar su piragua debido al tamaño y peso de esta?
Objetivo	Conocer si los niños necesitan ayuda para manipular el kayak.
4	¿Los niños suelen volcar muchas veces en etapas de iniciación? En este caso, ¿qué hacen para regresar a la piragua o para llevarla a la orilla?
Objetivo	Conocer la seguridad de la piragua y saber cómo se actúa en caso de que un niño vuelque.
5	Tras observar la evolución de la etapa de iniciación en los niños, ¿cuánto suelen tardar en sentirse cómodos con la estabilidad y dominar la piragua con facilidad?
Objetivo	Conocer las dificultades de la estabilidad en la etapa de iniciación en niños

Tabla 20: Modelo de entrevista 2

En este modelo de entrevista se preguntará a los entrenadores sobre los niños que ellos mismos han entrenado y ayudado en la etapa de iniciación.

Resultados

Los resultados a la entrevista se encuentran en el Anexo 1.

Las respuestas al segundo modelo de entrevista se asemejan mucho con las de la primera entrevista en cuanto a los temas de estabilidad y seguridad en el kayak. Pero en esta ocasión también se habla de temas como el manejo de la piragua como uno de los problemas en la iniciación, ya que a los niños les cuesta hacer maniobras como giros en ciaboga, remar hacia atrás o hacer salidas con la piragua parada.

También comentan que las piraguas de iniciación no son del todo aptas para poder iniciarse en la competición ya que son piraguas estables pero demasiado pesadas para los niños prebenjamines y benjamines y por lo tanto no muy rápidas.

Tras preguntar a diversos monitores, entrenadores y expertos en piragüismo podemos concluir que los principales problemas que tienen los niños al practicar piragüismo son la estabilidad y el manejo y control de la piragua, todos coinciden en que los niños deben aprender estos aspectos para poder practicar este deporte,

para ello se utilizan kayaks de promoción o minikayaks que son más estables y pesados para dar estabilidad.

También coinciden otros problemas como el traslado del kayak, ya que los monitores o entrenadores tienen que llevar la piragua hasta la orilla o deben llevarla entre dos compañeros.

En cuanto a la seguridad del kayak todos coinciden en que para volver a subir a la piragua los niños tienen que ir hasta la orilla nadando y una vez allí vaciar el kayak y volverse a subir.

Por lo tanto a continuación se ampliarán estos problemas para poder resolverlos y analizarlos por separado mediante el diseño del kayak de iniciación.

5.3 Identificación de problemas para la práctica del kayak en niños

Los problemas identificados en la práctica del kayak y que pueden ser aprovechados como oportunidades de diseño para mejorar la experiencia del deporte han sido recopiladas de las entrevistas, la experiencia de usuario y la búsqueda y análisis de los diferentes kayaks del mercado.

En la práctica del piragüismo en niños se han encontrado diversos problemas o inconvenientes que pueden dificultar la iniciación a este deporte en edades tempranas, ya que con la propia experiencia se encuentran problemas en acciones tan simples como coger el kayak, transportar el kayak, meter el kayak en el agua, subirse en él, etc. Por lo tanto el diseño del kayak para niños tendrá como principal objetivo resolver estos problemas para que la iniciación a este deporte sea mucho más fácil. A continuación se exponen los principales problemas encontrados:

a) Traslado del kayak: en ocasiones los niños pequeños tienen dificultades para trasladar el kayak desde el hangar donde se guarda hasta el embarcadero para comenzar a palear, estos problemas son debidos a el gran tamaño de las embarcaciones (oscilan los 4-5 metros de largo) que es una longitud considerable en comparación con la altura de los niños.

b) Depositar el kayak en el agua: a menudo los kayaks no son fáciles de introducir en el agua debido a que solo se pueden coger de la bañera y esto puede ocasionar golpes o rasguños tanto en la proa como en la popa debido a su gran longitud.

c) Gran peso para la poca fuerza de los niños: los kayaks para niños oscilan entre los 8 y 15 kg por lo que suponen una dificultad para que puedan trasladarlos sin ayuda de un carrito con ruedas o la ayuda de un adulto.

d) Vuelque del kayak en niños principiantes: durante el periodo de iniciación es muy común que los niños vuelquen durante la práctica ya que no están familiarizados con la técnica, estabilidad y postura del kayak y deben conocer algunas maniobras de rescate ya que por ejemplo si dejan el kayak boca abajo este se hunde y no podrían retornar al embarcadero.

e) Estabilidad del kayak: la estabilidad del kayak también supone un problema sobre todo en la iniciación al piragüismo y en las competiciones. Los niños principiantes se deben familiarizar con la estabilidad del kayak que utilizan, por lo tanto al principio deben utilizar kayaks que sean estables. Este problema se puede apreciar también en las competiciones en las que el río lleva oleaje debido a la gran cantidad de participantes o también en las maniobras de giro con varias piraguas a la vez.

f) Manejo del kayak: el manejo del kayak también supone algún problema en la iniciación al piragüismo ya que a los niños les cuesta hacer maniobras o giros con el kayak durante los primeros meses de aprendizaje. Esto es debido a la gran eslora que tienen los kayaks ya que miden entre 4 y 5 metros y no suelen ser embarcaciones muy manejables.

5.4 Diseño conceptual

El diseño conceptual servirá para mostrar las diversas propuestas de diseño para la piragua resolviendo los problemas que se han encontrado anteriormente en la iniciación al piragüismo en los niños pequeños.

Propuesta 1

La primera propuesta para el diseño de la piragua se trata de una piragua ancha con el casco redondeado y una ligera quilla en la popa. Esta propuesta incorpora dos asas para coger el kayak, una en la proa y otra en la bañera, la de la proa servirá para llevar el kayak junto con el sistema de ruedas de la popa. También tiene un asiento regulable para que puedan subir niños de diversas edades y zonas de vacío en la proa y la popa para que el kayak no se hunda en caso de que el niño caiga al agua.

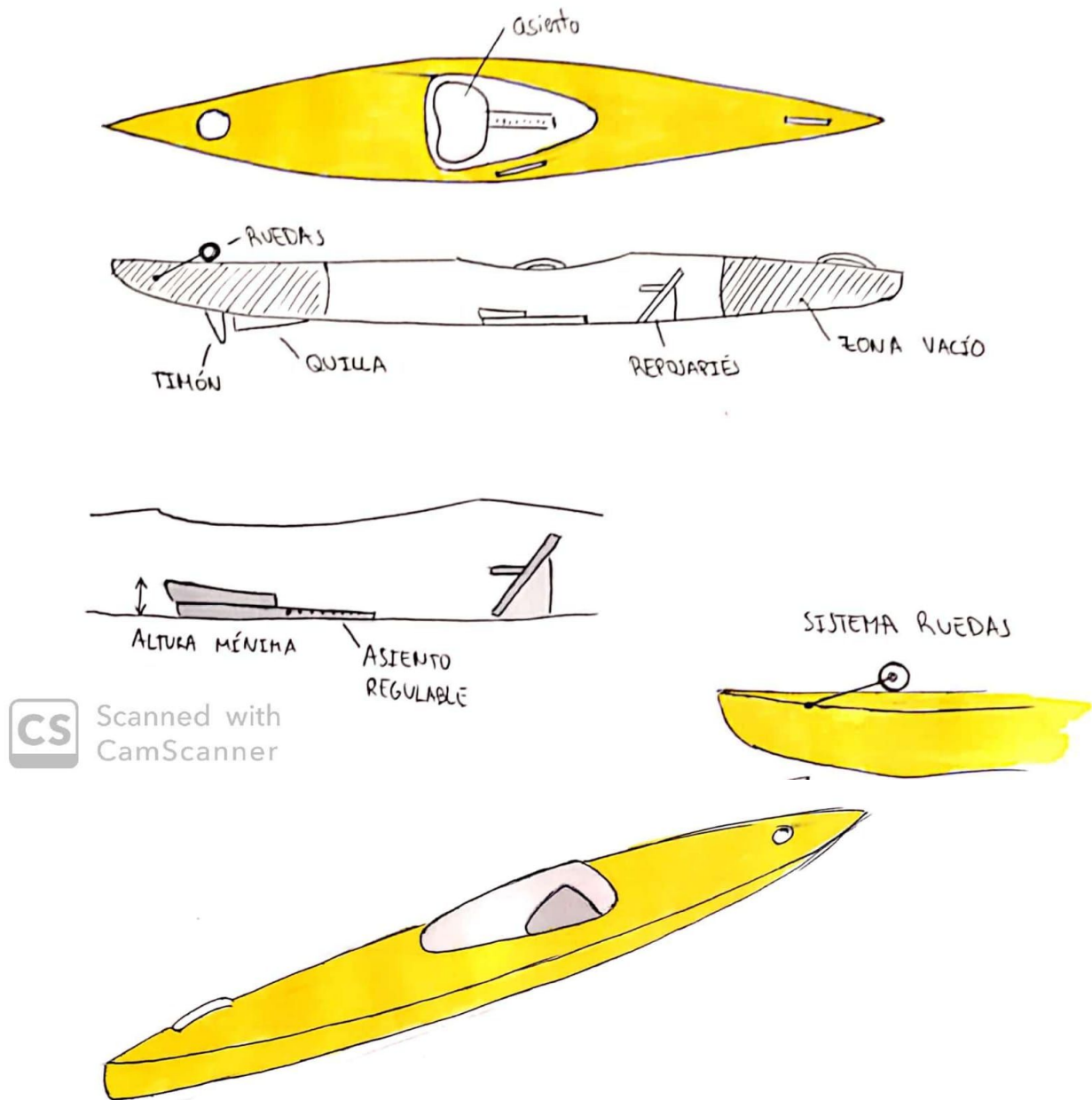


Figura 72: Bocetos propuesta 1

Propuesta 2

La segunda propuesta es un rediseño de la primera mejorando algunos aspectos como: la altura del asiento será la mínima posible para que el punto de equilibrio del piragüista sea más bajo, y también se ha cambiado la forma del casco a una forma plana para dar más estabilidad al kayak. Al cambiar la forma del kayak la quilla pasa a estar en la zona de la proa hasta la mitad de la piragua.

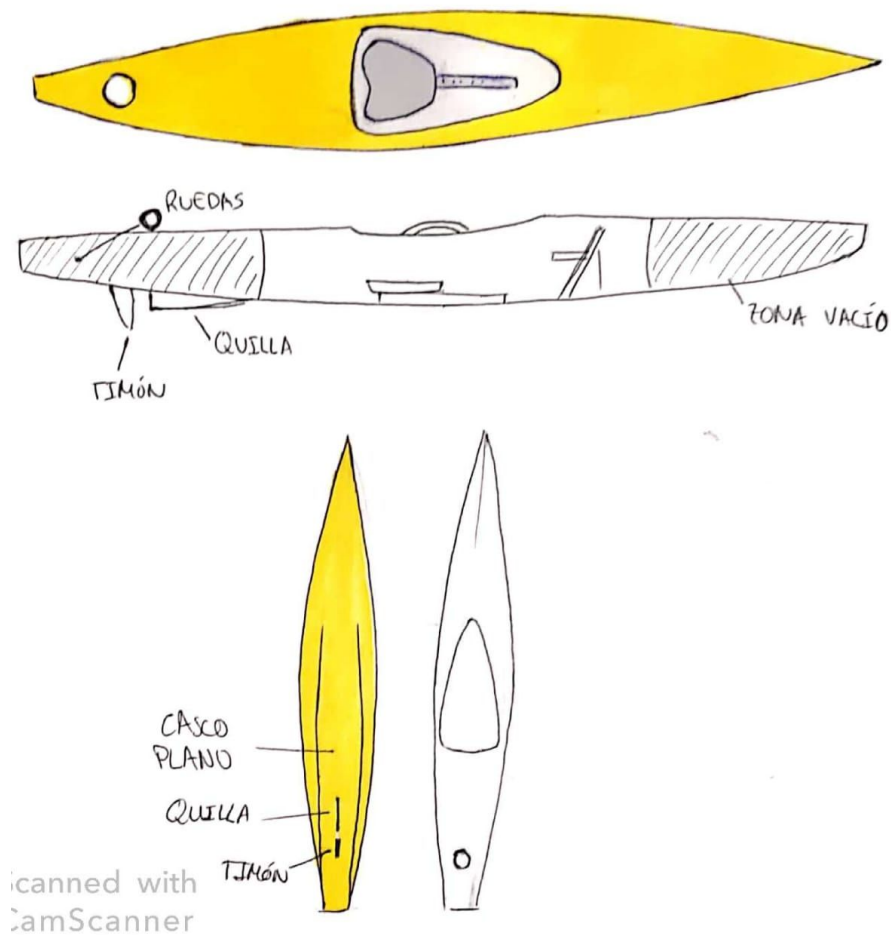


Figura 73: Bocetos propuesta 2

Propuesta 3

La tercera propuesta es la propuesta definitiva, en esta propuesta de diseño se han resuelto todos los problemas anteriormente planteados para la iniciación a la competición entre niños de 6 a 9 años.

Respecto a las dos propuestas anteriores se ha modificado la popa, ya que ahora tiene un ligero ángulo de inclinación para mejorar la maniobrabilidad y se ha reducido mínimamente la manga de la piragua, ya que se pretende diseñar una piragua rápida y la estabilidad la proporciona el casco plano del kayak.

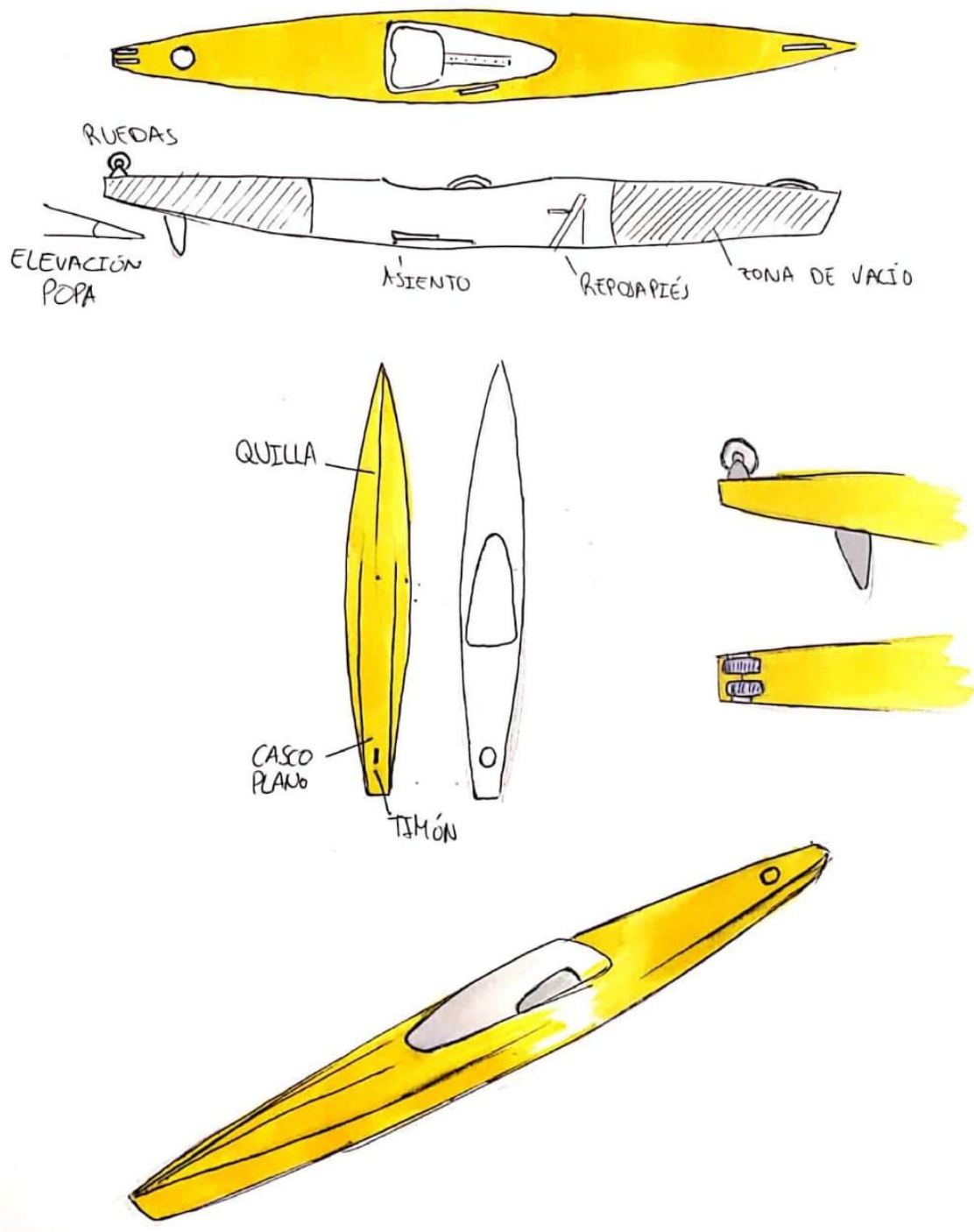


Figura 74: Bocetos propuesta 3

Soluciones para el kayak

El diseño conceptual trata de buscar soluciones a los problemas planteados en el apartado anterior, a continuación se explican por separado cada una de las características de la propuesta definitiva (propuesta 3) que solucionan los problemas de la práctica del piragüismo mediante el diseño del kayak.

-Sistema de ruedas en la parte de arriba de la popa: se utilizan para transportar el kayak sin afectar al casco, ya que es la superficie que tiene contacto con el agua. Soluciona el problema a) Traslado del kayak.

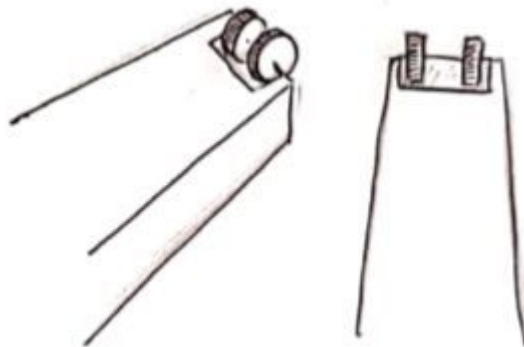


Figura 75: Bocetos sistema de ruedas

-Zonas de vacío: dos zonas de vacío, una en la proa y otra en la popa, sirven para mantener a flote el kayak en caso de que el palista vuelque. Soluciona el problema d) Vuelque del kayak en niños principiantes.

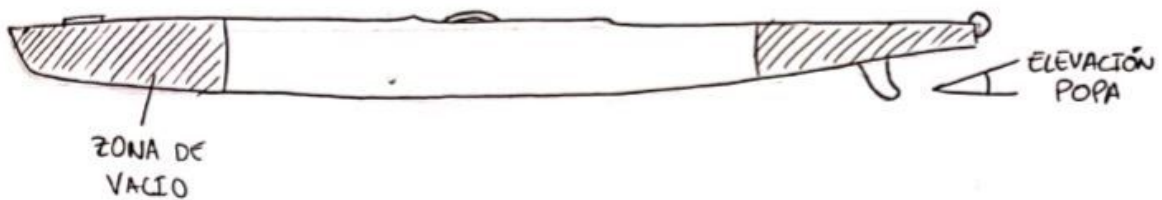


Figura 76: Boceto zonas de vacío

-Elevación de la popa: la ligera elevación de la popa ayuda a mejorar el manejo de la piragua ya que ejerce menor rozamiento con el agua a la hora de hacer los giros. Soluciona el problema f) Manejo del kayak.



Figura 77: Boceto elevación popa

-Casco plano: el casco plano del kayak dará estabilidad al palista ya que evitará el balanceo hacia los lados. Soluciona el problema e) Estabilidad del kayak.

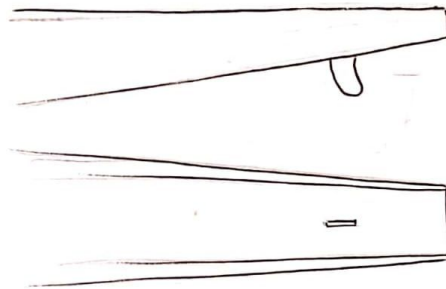


Figura 78: Bocetos casco plano

-Asa: asa delantera para poder llevar el kayak con el sistema de ruedas.
Soluciona el problema a) Traslado del kayak.

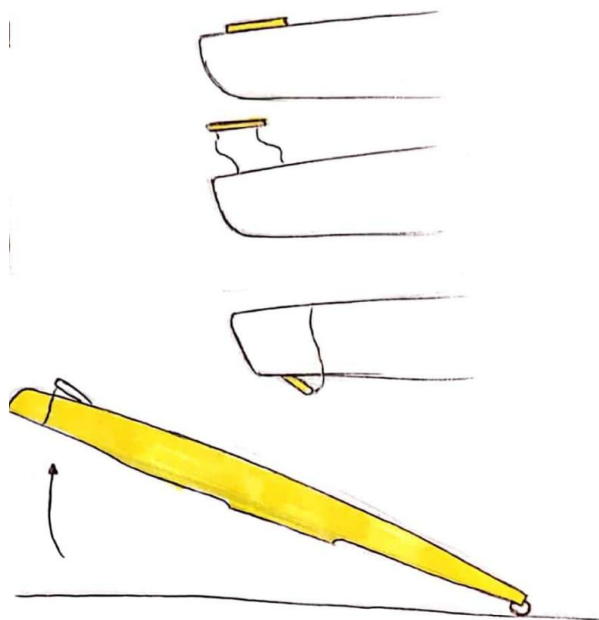


Figura 79: Bocetos asa

5.5 Evaluación de los usuarios

Para poder elegir entre las propuestas de diseño conceptual del kayak se han enseñado a los mismos usuarios, los entrenadores y monitores, que contestaron a las encuestas para que estos den su opinión y encuentren fallos o mejoras a tener en cuenta. Tras terminar las tres propuestas conceptuales, se explicó a los usuarios el proyecto llevado a cabo y se enseñaron las propuestas para que dieran su opinión sobre cada una, las opiniones quedan apuntadas en las hojas con los bocetos.

Propuesta 1

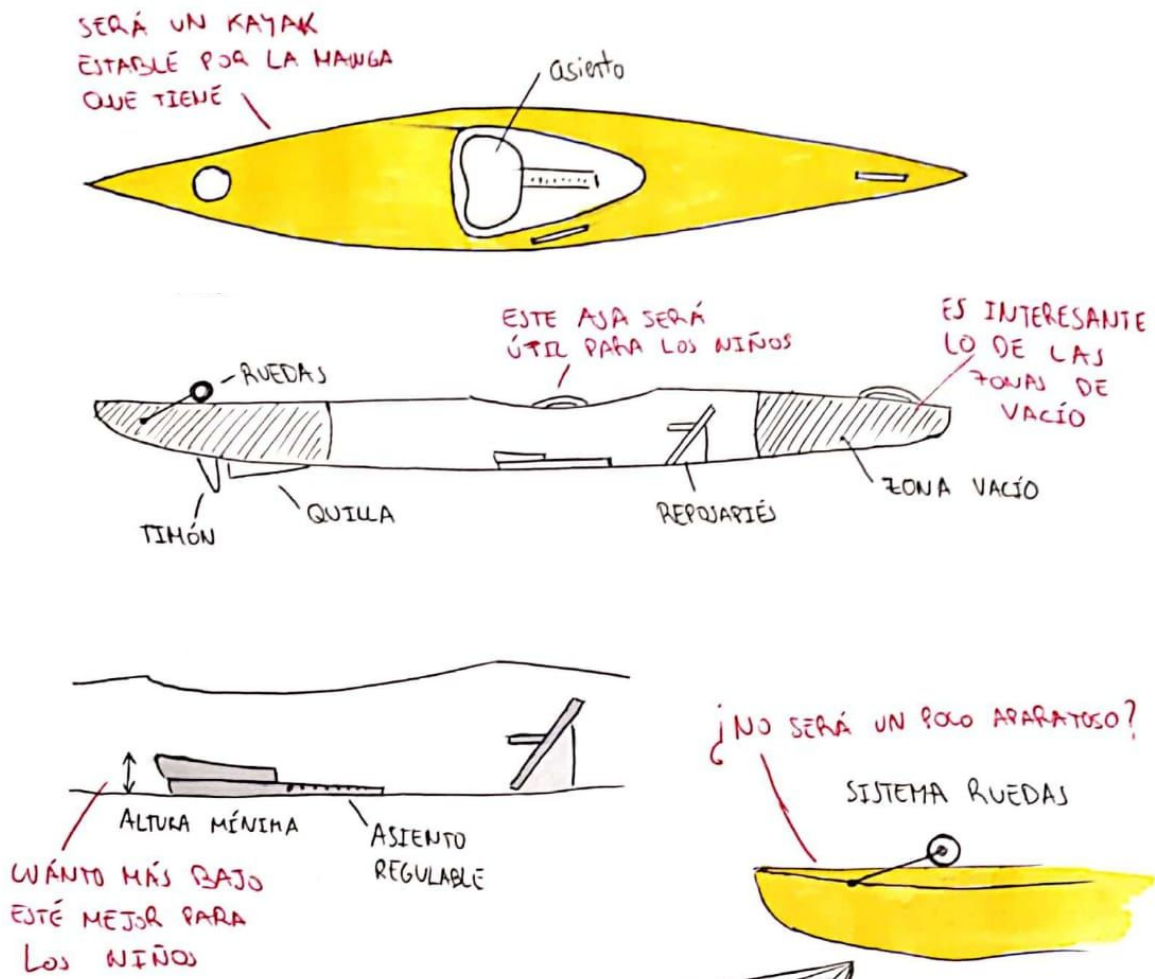


Figura 80: Bocetos propuesta 1 usuarios

De la propuesta 1 se puede destacar dos mejoras posibles, el sistema de ruedas ya que un usuario piensa que va a ser algo aparatoso y la manga de la piragua, ya que a simple vista otro usuario piensa en que va a ser estable.

Propuesta 2

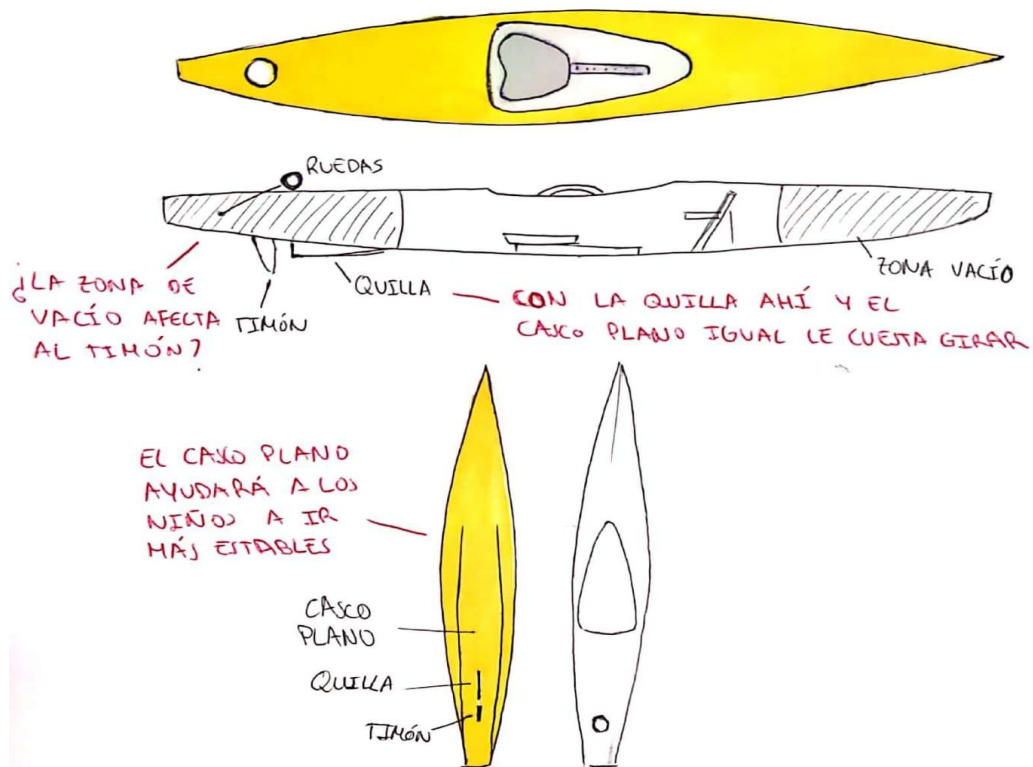


Figura 81: Bocetos propuesta 2 usuarios

En cuanto a la segunda propuesta los usuarios piensan que el casco plano puede ser un buen aliado para el usuario ya que proporcionará una estabilidad extra, pero esto puede generar una pérdida de maniobrabilidad, ya que la quilla está situada en la zona de la popa, por lo tanto este también puede ser un posible elemento a mejorar.

Propuesta 3

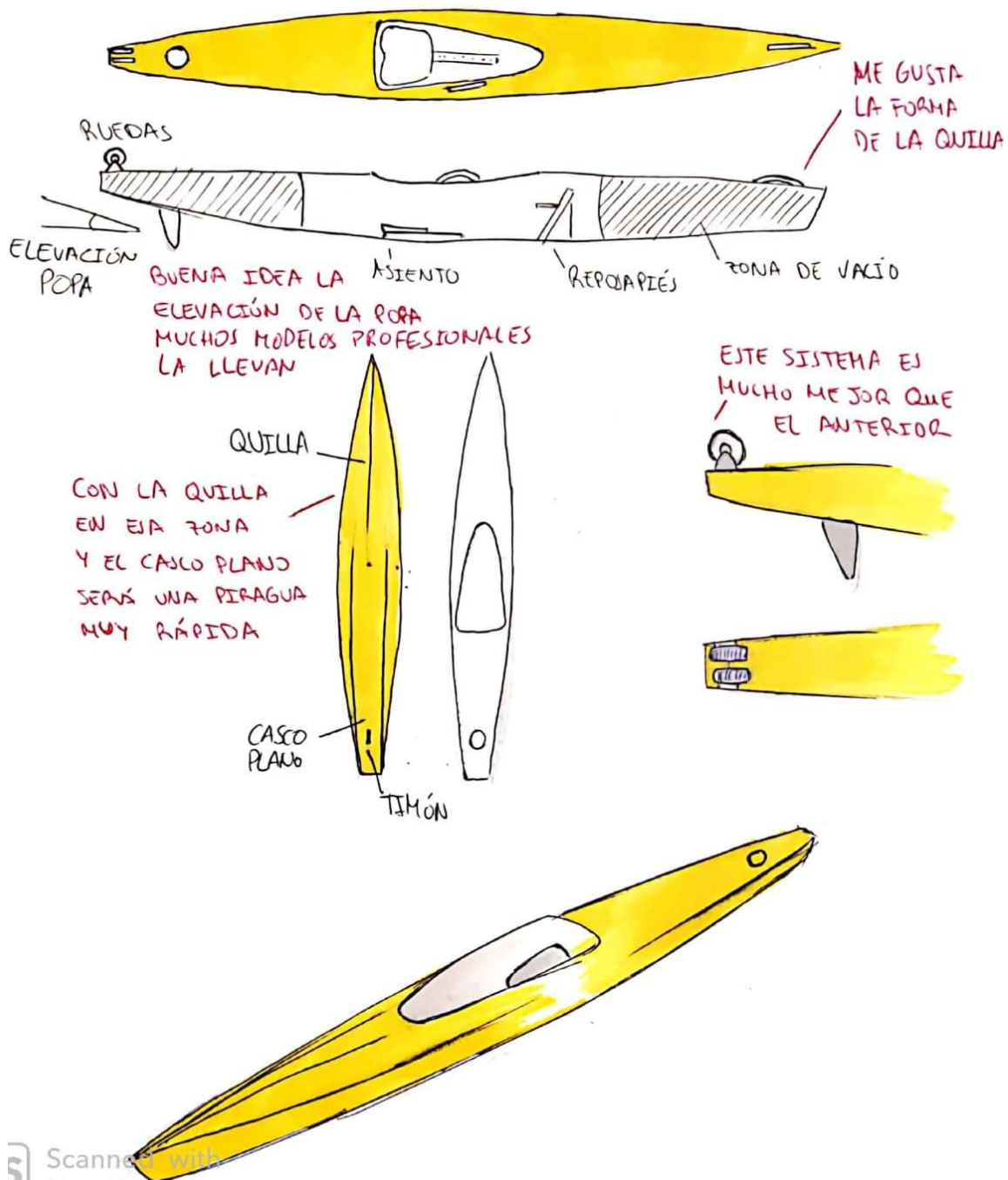


Figura 82: Bocetos propuesta 3 usuarios

La propuesta 3 ha sido muy bien valorada por los usuarios, ya que tanto los monitores como los entrenadores coinciden en que la quilla en la zona de la proa y el casco plano hará que la piragua sea rápida y a su vez estable.

Por otro lado la elevación de la popa también ha tenido buenas opiniones, ya que los usuarios la consideran necesaria si se quiere diseñar una piragua con el casco plano, de lo contrario el usuario tendría muchas dificultades para girar la embarcación.

En cuanto al sistema de las ruedas les ha parecido un mejor sistema ya que es mucho más simple y va a realizar correctamente su función.

Todas estas propuestas y mejoras para el kayak a las que se ha llegado mediante el diseño conceptual se verán reflejadas más adelante en el diseño en detalle de la solución final del producto.

6. Diseño del kayak

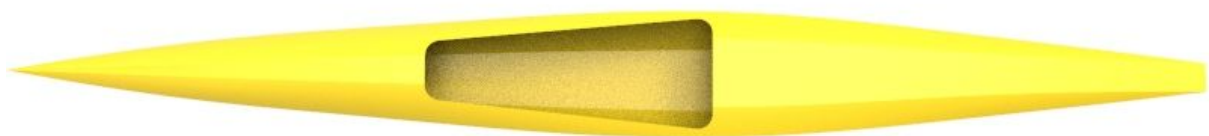
6.1 Diseño en detalle

En este apartado se van a explicar todas las piezas del kayak por separado y las funciones principales de estas. Seguidamente se muestra una lista con todas ellas:

1. Kayak
2. Asiento
 - 2.1 Tornillo del asiento
3. Reposapiés
4. Timón
 - 4.1 Estructura del timón
 - 4.2 Tapa del timón
 - 4.3 Cable del timón x2
5. Asa x2
6. Estructura de las ruedas
7. Ruedas

1. Kayak

El kayak es la pieza principal del kayak, en el cual van colocados todos los componentes. Su forma y características vendrán explicadas en apartados posteriores.



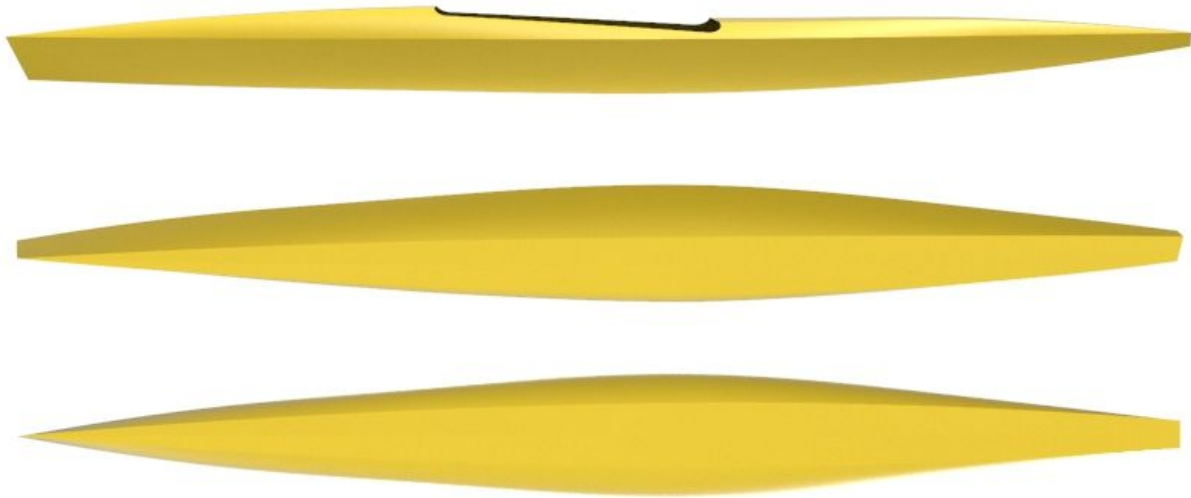


Figura 83: Kayak

2. Asiento

El asiento se ha diseñado con una pestaña para poder regular en función del niño que vaya a utilizar la piragua: asimismo tiene una forma curva que se acopla a las caderas para ir cómodamente.

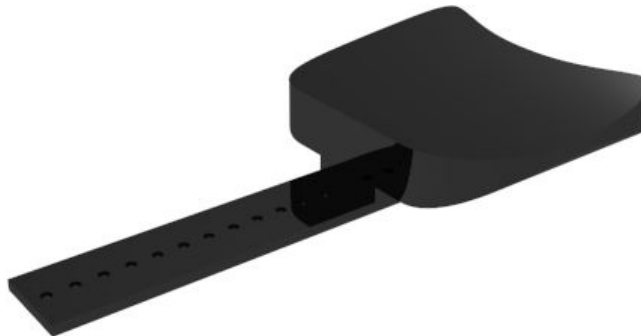


Figura 84: Asiento

2.1 Tornillo del asiento

Tornillo que servirá como fijación del asiento al kayak, este no será diseñado, se comprará a un fabricante con medidas estándar.

3. Reposapiés

El reposapiés se ha diseñado para que todos los niños de 6 a 9 años puedan accionar el timón fácilmente siguiendo las medidas antropométricas del rango de usuarios para su diseño.

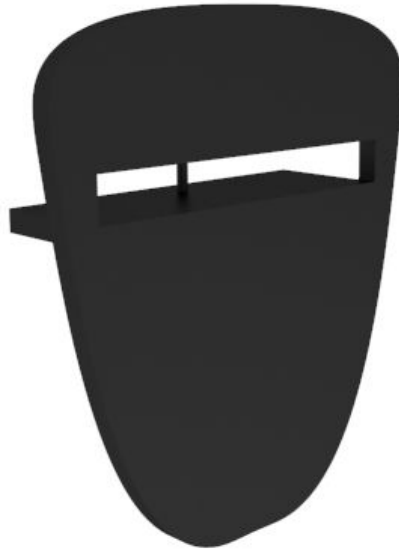


Figura 85: Reposapiés

4. Timón

El timón tiene un diseño muy ligero y curvado, ya que este tipo de timones son los que se utilizan en las modalidades de piragüismo de aguas tranquilas. Se comprará directamente al proveedor con medidas estándar.



Figura 86: Timón

4.1 Estructura del timón

La estructura del timón va alojada en el reposapiés mediante un soporte giratorio y a su vez va unido con el timón mediante dos cuerdas de 2,5 metros.



Figura 87: Estructura timón

4.2 Tapa del timón

Tapa para poder cambiar o reparar el timón en caso de que este se estropee. Se compra al fabricante con medidas estándar.



Figura 88: Tapa del timón

4.3 Cable del timón

El cable del timón se comprará a un fabricante con medidas de 2,5 metros para el timón y de 20 cm para el asa de la proa.

5. Asa

El asa se comprará a un fabricante con medidas estándar, siempre teniendo en cuenta la ergonomía de los usuarios.

6. Estructura de las ruedas

La estructura irá colocada en la popa del kayak y servirá para alojar las ruedas (7).



Figura 89: Ruedas

Requerimientos técnicos del kayak

Anteriormente en el trabajo se ha hablado de los requerimientos técnicos que necesita el kayak para su diseño, después de haber realizado el diseño del detalle y tener los renders del producto final se pueden explicar mejor.

Sistema del timón

Este es el sistema de giro de la piragua, se une la estructura del timón con el timón mediante un cable que estará tensado, por lo tanto al girar la estructura el timón girará hacia el lado contrario. Este sistema es el sistema estándar que utilizan casi todas las piraguas para girar, se ha utilizado este ya que es un sistema eficaz, no conlleva grandes gastos de material y en caso de reparación los componentes son muy baratos.

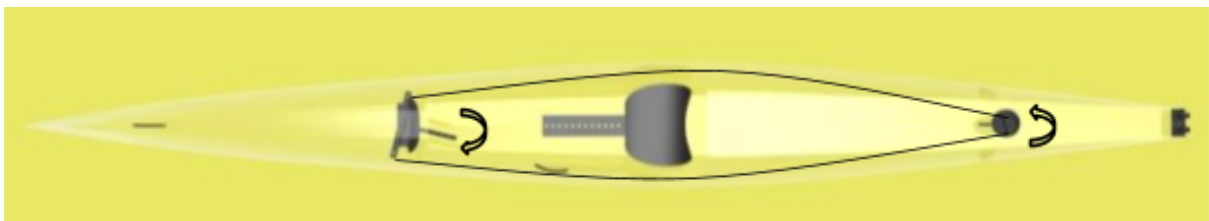


Figura 90: Sistema timón

Sistema del asiento

El asiento se puede regular 30 cm hacia delante para que el kayak pueda ser utilizado tanto por los niños de 6 como los de 9 años. Este se anclará al kayak mediante un tornillo fijo y una rosca, como el casco del kayak es recto y la base del asiento también asegura que el asiento no se moverá del sitio.

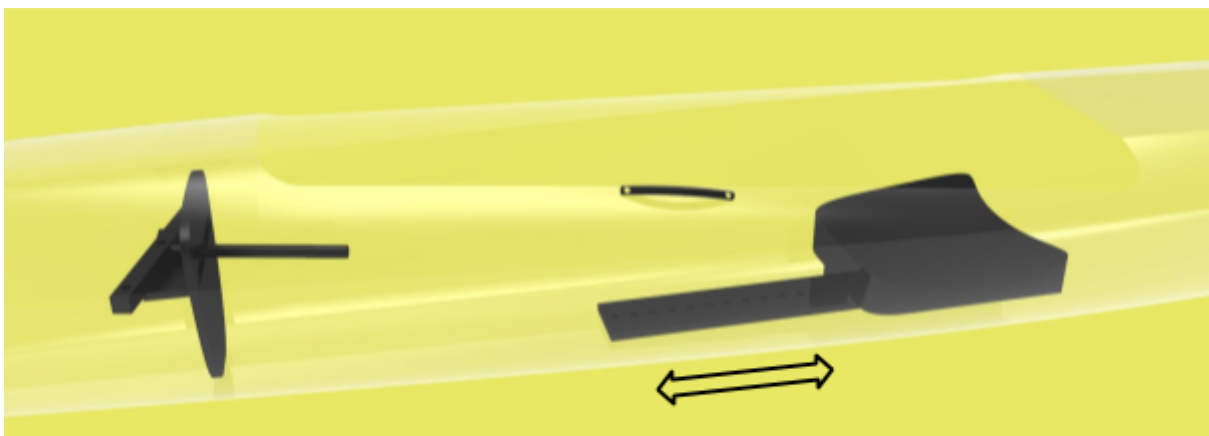


Figura 91: Sistema asiento

Requerimientos del diseño del casco

Para diseñar el casco de la piragua se deben tener en cuenta 4 factores mencionados en apartados anteriores:

- Velocidad
- Estabilidad
- Maniobrabilidad
- Tracking

Tras realizar las encuestas, las entrevistas y la búsqueda de kayaks en el mercado se ha llegado a una serie de conclusiones para diseñar el kayak de iniciación a la competición. Las conclusiones son las siguientes:

- Debe ser un kayak ligero y rápido ya que de lo contrario no sería apto para iniciarse en la competición.
- También tiene que tener estabilidad primaria ya que el kayak es de iniciación y es fácil que durante el aprendizaje los niños vuelquen durante las primeras semanas.
- Debe ser un kayak maniobrable, de lo contrario dificulta el aprendizaje de los giros y las maniobras en las competiciones.

Una vez se han planteado los requerimientos en cuanto al diseño, se va a explicar el diseño final del casco y como este soluciona todos los requerimientos propuestos.

Velocidad

Para que el kayak sea veloz se ha diseñado el casco teniendo en cuenta 3 factores, la eslora, la manga y la quilla. El kayak mide 4,2 metros de eslora por lo tanto es un kayak largo para poder coger una velocidad máxima que sea beneficiosa para competir. La manga del kayak es de 45 cm, se ha respetado las medidas antropométricas de la cadera de los niños para que vayan cómodos en el kayak y se ha optado por una manga un poco ancha pero sin ser muy grande para no reducir la velocidad del kayak.

En cuanto a la quilla del kayak está situada en la zona de la proa, en esta zona ayuda al kayak a que siga un rumbo recto y no gire hacia los lados con una pequeña ola o movimiento del agua.



Figura 92: Manga y eslora



Figura 93: Quilla

Estabilidad

Uno de los factores más importantes a la hora de diseñar la piragua es la estabilidad. En esta piragua se ha buscado como principal objetivo la estabilidad primaria, ya que será útil para poder seguir un rumbo en línea recta sin que la piragua se balancee hacia los lados. Para conseguir que la piragua tenga estabilidad primaria se ha diseñado el casco con forma plana, de esta forma cuando el niño vaya con cierta velocidad la piragua mantendrá este rumbo sin balanceos.

La estabilidad secundaria ha tenido un lugar secundario en la estabilidad del kayak, ya que se ha querido priorizar la estabilidad primaria, pero también se ha tenido en cuenta en el diseño de la manga de flotación, ya que esta es de 25 cm por lo que es una manga considerable para recuperar la posición inicial en caso de balanceo.

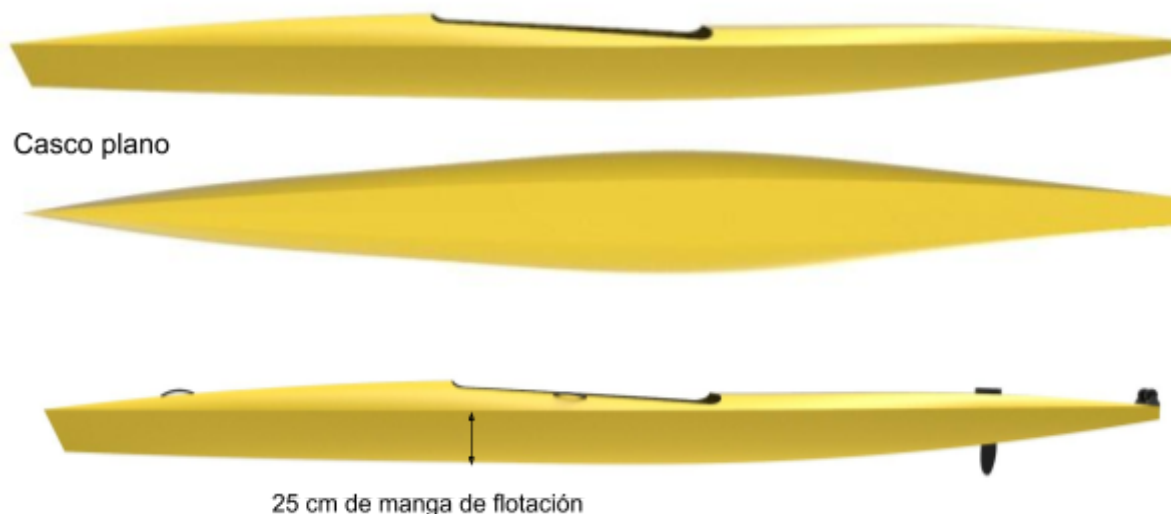


Figura 94: Estabilidad

Maniobrabilidad

El diseño del casco afecta también a la maniobrabilidad del kayak, en este caso se ha optado por un casco con forma plana en vez de los cascos redondos utilizados comúnmente, pero este factor empeora la maniobrabilidad, ya que esta característica depende principalmente de la superficie de deriva, es decir, la superficie mojada del casco que se opone al cambio de dirección del kayak, pero

para resolver esto se ha elevado ligeramente la popa para evitar el rozamiento con el agua y así poder girar y maniobrar la embarcación con facilidad.



Figura 95: Maniobrabilidad

Tracking

El tracking del kayak está principalmente influenciado por la forma del kayak, ya que definirá si el kayak tiende a seguir una línea recta. El tipo de casco que mayor tracking tiene es el de forma de V ya que hace que el kayak mantenga el rumbo en línea recta, pero este tipo de casco no sirve ya que la estabilidad primaria es muy baja. Por lo tanto se ha optado por un casco plano, pero con la quilla delantera y la forma de la quilla de la proa recta. Ya que el casco plano no ayuda a que el kayak tenga un gran tracking este factor se puede conseguir mediante la quilla desde la proa hasta la mitad de la piragua y por la forma recta que tiene la quilla en la proa.

Quilla desde la proa hasta la mitad de la superficie



Figura 96: Quilla

Quilla con forma recta



Figura 97: Quilla recta

Otro factor que influye en el tracking es el rocker, es decir, la curvatura del casco que lo recorre longitudinalmente de popa a proa. Cuanto menor es el rocker, es decir, sigue una línea recta, mayor direccionalidad o tracking se obtiene, por lo tanto en el diseño del kayak se ha optado por utilizar un casco que sigue una línea recta hasta las 3/4 partes del kayak.

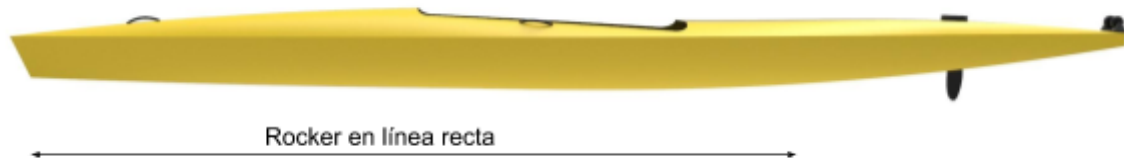
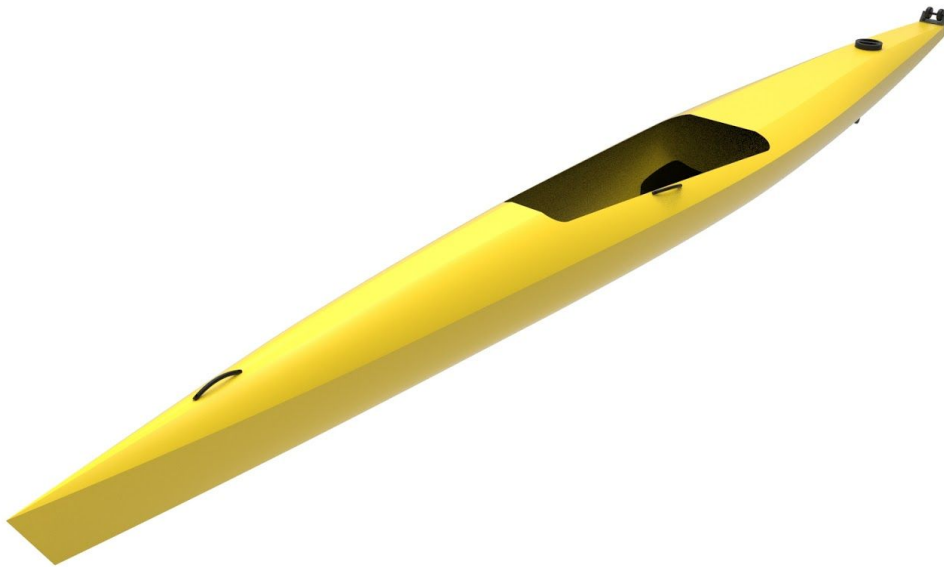


Figura 98: Rocker

6.2 Renders

Gracias al programa SolidWorks se ha realizado un modelado con las medidas reales del producto final y con el programa KeyShot se han realizado los renders del producto. En este apartado se muestra el producto final con todos sus componentes.



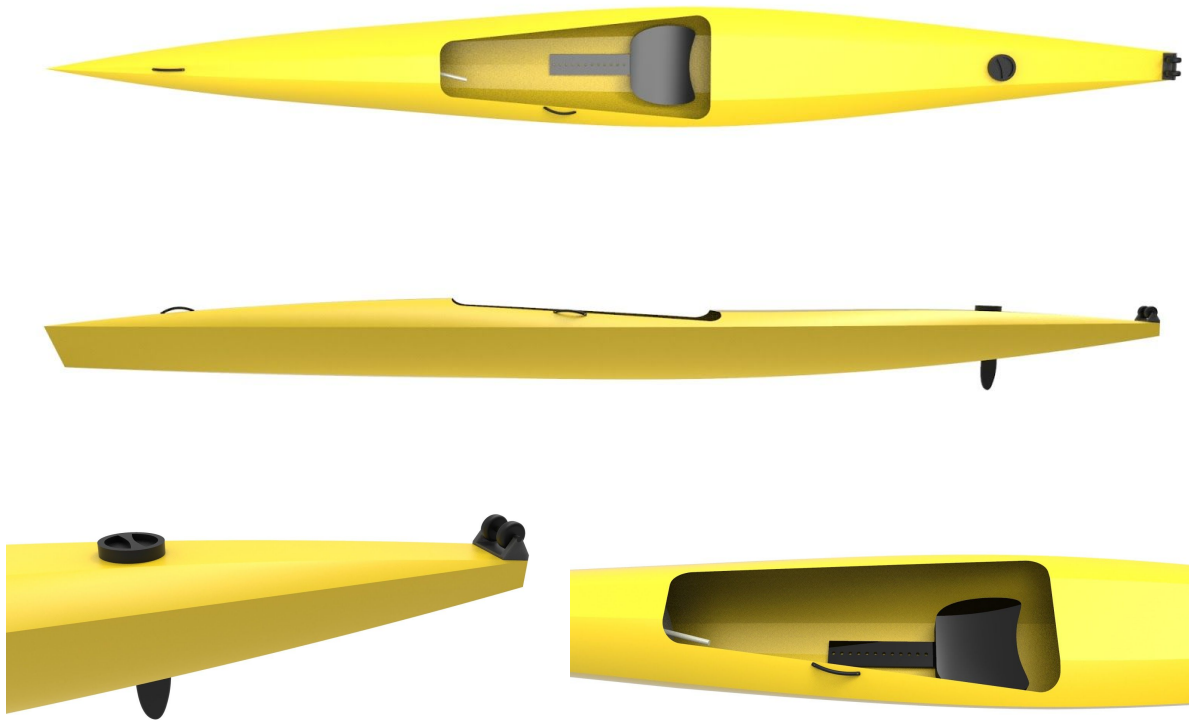


Figura 99: Renders

6.3 Cálculos

En el diseño del kayak se han realizado una serie de cálculos necesarios relacionados con el kayak. A continuación se van a detallar todos ellos:

-El peso del kayak

El cálculo del peso del kayak se ha realizado con el programa SolidWorks, ya que una vez realizado el modelado con las medidas reales del producto el programa es capaz de decirnos la superficie del kayak.

Con un grosor de 3mm en toda su superficie el kayak tiene 3250 cm³ de volumen.

La densidad de la fibra de vidrio es de 2,46 g/cm³.

$$\text{Peso} = 3350 \text{ cm}^3 * 2,46 \text{ g/cm}^3 = 8241 \text{ gramos} = 8,241 \text{ kg}$$

Por lo que el peso del kayak será de 8,2 kg.

-La estabilidad del kayak

El cálculo de la estabilidad del kayak se ha realizado con el programa KayakFoundry, un programa de simulación de diseño de kayaks. El programa tiene

un kayak con unas medidas estándar y se han modificado a las medidas del kayak diseñado para que el programa muestre las características de la embarcación.

Hydrostatics	Metric Units
Kayak	
Design Name	
Designer	
Principal Dimensions	
Overall Length	425.2 cm
Waterline Length	405.2 cm
Overall Beam	45.2 cm
Waterline Beam	41.2 cm
Draft	9.6 cm
Entry	4.1 cm
Exit	409.3 cm
Half Angle of Entry	6.05°
Half Angle of Exit	10°
Cockpit	
Shape	A
Paddler Weight	49.9 kg
Aft edge to CG	35.5 cm
Length	100.2 cm
Width	39.4 cm
Fore Edge Height	23.57 cm
Aft Edge Height	23.79 cm
Aft Edge Position	256.9 cm

Figura 100: Medidas kayak

Como se observa en la imagen se han introducido los datos del kayak diseñado en el programa para que simule un kayak similar al diseñado. El kayak diseñado tiene 425 cm de eslora, 45 cm de manga y 30 cm de puntal, mientras que la bañera mide 100 cm de largo y 39 de ancho. La curvatura del casco y las formas de la proa y la popa se han conseguido simular gracias a las líneas transversales que se pueden modificar, el resultado es un kayak muy similar al diseñado con el programa SolidWorks, el único inconveniente es que KayakFoundry solo hace cálculos con cascos redondeados, por lo que no será posible conocer la estabilidad exacta sino que será un cálculo aproximado al real.

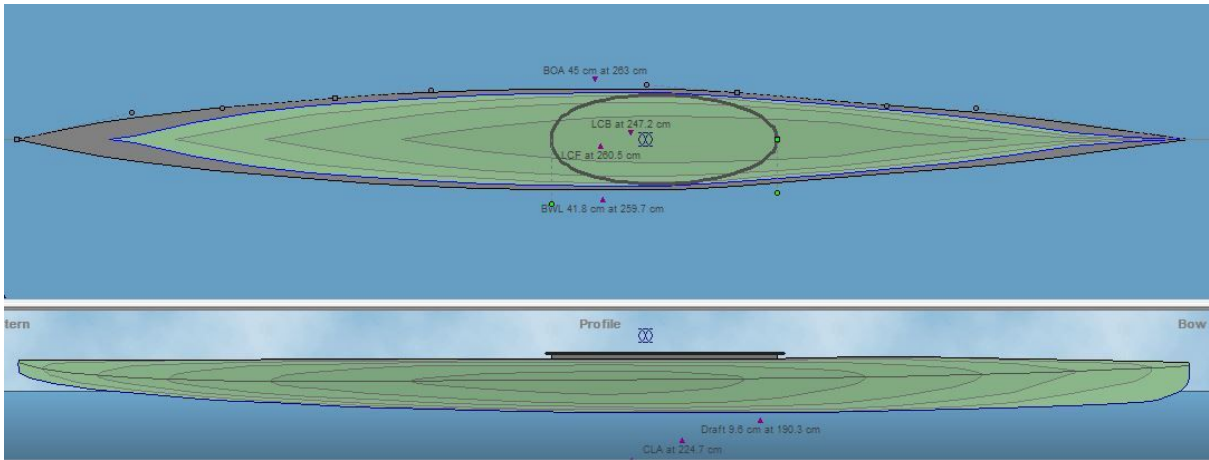


Figura 101: KayakFoundry

Para el cálculo de la estabilidad del kayak utilizamos la curva de estabilidad, que es una gráfica que relaciona el ángulo de escora con la distancia entre el CE y el CG. En las curvas de estabilidad, solo se considera la estabilidad estática en condiciones de reposo.

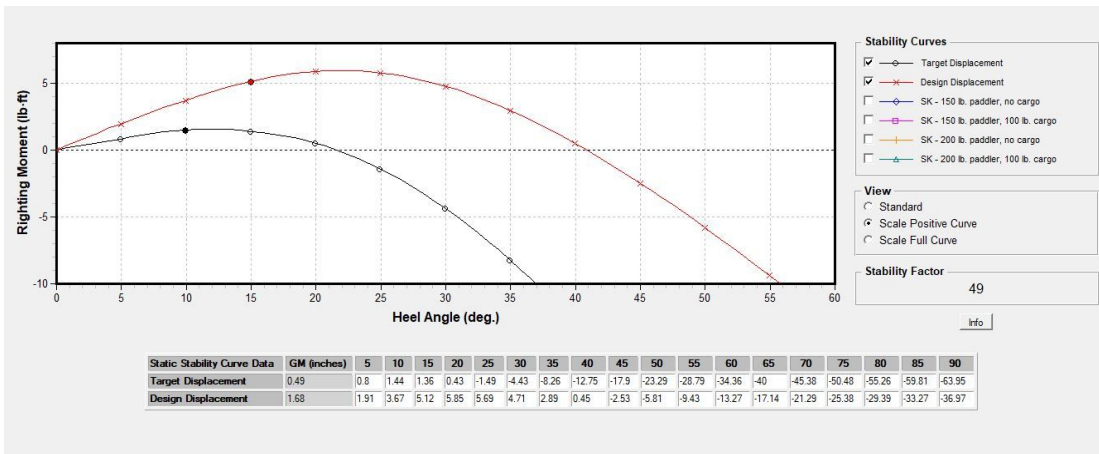


Figura 102: Curva de estabilidad

Como se observa en la gráfica el par adrizante máximo es de 23° , mientras que el ángulo límite de escora es de 41° .

Por lo tanto la estabilidad primaria de la embarcación vendrá dada por los 23° de par adrizante, es decir, si la embarcación se inclina hasta 23° seguirá estando en equilibrio.

La estabilidad secundaria se encuentra en el rango posterior, es decir entre los 23° y 41° el palista tiene margen de reacción para volver a dejar la embarcación en equilibrio, puesto que en este rango de grados no está en equilibrio y a partir de 41° la embarcación tiende a volcar.

También hay que destacar el factor de estabilidad, este factor viene dado por la curva de estabilidad, un diseñador de yates Steve Killing, creó este factor para poder comparar la estabilidad de las embarcaciones más fácilmente.

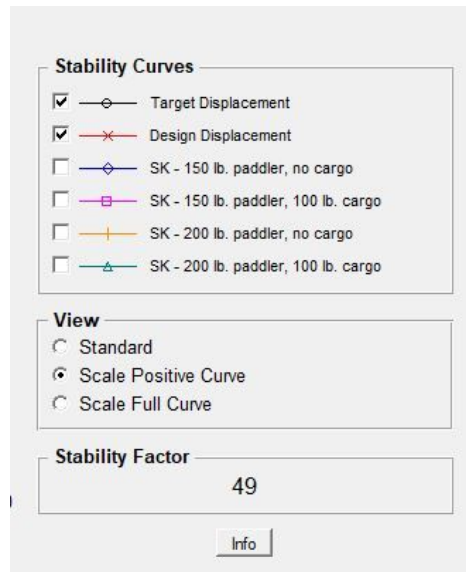


Figura 103: Factor de estabilidad

Un factor de 100 sería el de un kayak en el que cualquier persona que no ha realizado piragüismo nunca podría manejar y estaría estable. Para los kayaks profesionales de competición el factor varía entre 40 y 50, 40 para los más inestables y 50 para los más estables.

El kayak diseñado tiene un factor de 49, como se puede observar en la Figura 102, por lo tanto cumple con el objetivo del proyecto, el diseño de un kayak para la iniciación a la competición.

-El centro de gravedad

El cálculo del centro de gravedad es necesario ya que sirve para posicionar el asiento en el kayak, debe estar en el centro de gravedad ya que si se posiciona en una distancia alejada a este punto el kayak se inclinaría hacia delante o hacia detrás y la proa o la popa podrían quedar por debajo del nivel del agua influyendo gravemente en el rumbo del kayak.

Con el programa SolidWorks se ha calculado el centro de gravedad a partir del modelado con las medidas reales y este se sitúa en el centro de la manga del kayak y a 205 cm de la proa.

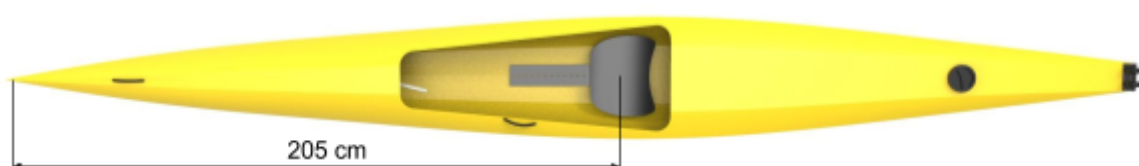


Figura 104: Centro de gravedad

6.4 Solución a los problemas planteados

a) Traslado del kayak: para resolver el traslado del kayak la solución es incorporar un sistema de ruedas en la proa que no afecten al casco, ya que afectaría a la velocidad del kayak, y un asa en la parte delantera, así el niño podría trasladar el kayak sin hacer mucho esfuerzo.



Figura 105: Traslado del kayak

b) Depositar el kayak en el agua: para depositar el kayak en el agua con mayor facilidad y evitando golpes o ralladuras en la zona del casco se diseñará un asa en el centro de gravedad del kayak para que se pueda levantar de este punto y así evitar que el kayak se caiga hacia un lado debido a su peso.

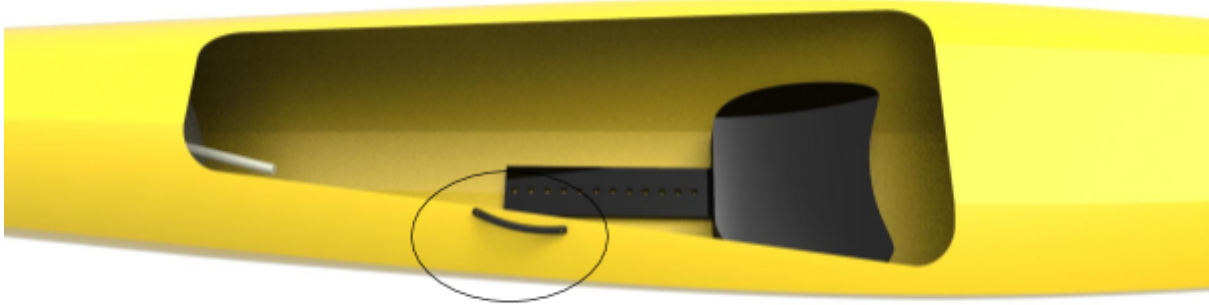


Figura 106: Asa del kayak

c) Peso del kayak: el peso del kayak viene dado por sus dimensiones, por el grosor de la embarcación y por el material utilizado, por lo tanto se utiliza una fibra que disminuye el peso y se diseña el kayak con las medidas pertinentes para el rango de edad de entre 6 y 9 años, evitando que las medidas sean estándar y por lo tanto evitando un sobredimensionado del kayak.

Características fibra de vidrio

- Densidad: 2,46 - 2,58 g/cm³
- Límite elástico: 110 - 192 MPa
- Resistencia a tracción: 138 - 241 MPa
- Precio: 20,6 - 29,1 €/kg

Características fibra de carbono

- Densidad: 1,6 g/cm³
- Límite elástico: 550 - 1,05e3 MPa
- Resistencia a tracción: 550 - 1,05e3 MPa
- Precio: 31,7 - 35,2 €/kg

Comparando los dos tipos de fibra, se observa que ambas tienen una densidad muy baja, por lo que serán buenos materiales para fabricar el kayak. La fibra de carbono tiene mejores características que la fibra de vidrio, pero su precio es mucho mayor por lo que para este proyecto se utilizará la fibra de vidrio.

d) Vuelque del kayak en niños principiantes: para resolver el problema de la seguridad en el kayak se diseñarán dos zonas de vacío, una en la proa y otra en la popa para evitar que la piragua se hunda en medio del río/pantano y así ayudar a los niños a que puedan volver fácilmente a la orilla sin que el kayak se hunda.



Figura 107: Zonas de vacío

Dos tercios del kayak tienen zonas de vacío, por lo tanto en caso de que el kayak volcara y se llenara de agua por la bañera este no se hundiría.

e) Estabilidad del kayak: para mejorar la estabilidad se diseñará el caso del kayak con forma plana en la proa y con una quilla que recorrerá el kayak desde la popa hasta la parte plana del casco. También se tiene en cuenta la altura del asiento, ya que se diseña lo más bajo posible para que el centro de gravedad sea bajo.

Casco plano



Figura 108: Casco plano

Quilla en la proa



Figura 109: Quilla en la proa

Asiento

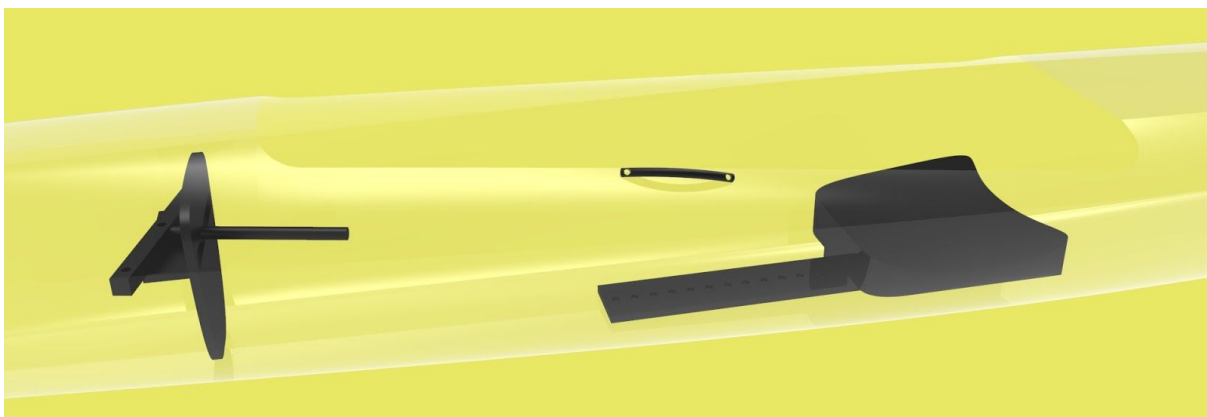


Figura 110: Asiento del kayak

f) Manejo del kayak: para conseguir un mejor manejo del kayak se debería disminuir la eslora pero esto afectaría al kayak disminuyendo su velocidad considerablemente, por lo tanto se resolverá con una ligera elevación de la popa ya esto implica menos rozamiento con el agua consiguiendo un mayor manejo de los giros y maniobras de la piragua.



Figura 111: Manejo del kayak

7. Planos

En este apartado se muestran los planos de despiece y de los componentes fabricados del kayak.

Planos en Anexo 5

8. Pliego de condiciones

8. Pliego de condiciones

8.1 Definición y alcance

8.2 Condiciones y normas de carácter general

8.3 Condiciones particulares. Especificaciones técnicas

8.3.1 Materiales

8.3.2 Procesos de fabricación

8.3.3 Especificaciones técnicas de las piezas

8.3.3.1 Piezas no diseñadas

8.3.3.2 Piezas diseñadas

8.3.4 Descripción del plan de ejecución o montaje

8. Condiciones particulares. Especificaciones técnicas

8.1 Definición y alcance

El objeto de este pliego es la definición de las condiciones técnicas, facultativas, legales y económicas para la fabricación del kayak para la iniciación al piragüismo. La finalidad del mismo sirve para realizar el trabajo de final de grado del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y en Desarrollo de Productos.

En caso de incongruencia documental prevalece este documento como único válido.

8.2 Condiciones y normas de carácter general

8.2.1 Normativa y disposiciones legales aplicables

Se listan a continuación las disposiciones legales que afectan al uso y explotación comercial de embarcaciones deportivas en España.

- Real Decreto RD 875/2014 del 10 de octubre regula las titulaciones náuticas para el gobierno de las embarcaciones de recreo.
- Orden FOM/3200/2007 del 26 de octubre regula las embarcaciones de recreo.
- Real Decreto 544/2007 del 27 de abril regula el abanderamiento y la matriculación de las embarcaciones de recreo.
- Real Decreto 1434/1999 del 10 de septiembre regula los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo.

A continuación se listan las normativas que afectan al diseño de las embarcaciones deportivas en España:

- Norma UNE-EN ISO 12217-3:2017 referente a: Pequeñas embarcaciones. Evaluación y clasificación de la estabilidad y la flotabilidad. Parte 3: Embarcaciones de eslora inferior a 6 m.
- Norma UNE-EN ISO 9094:2017 referente a: Pequeñas embarcaciones. Protección contra incendios.
- Norma UNE-EN ISO 14946:2002/AC:2005 referente a: Embarcaciones de recreo. Capacidad de carga máxima.
- Norma UNE-EN ISO 12215-1:2001 referente a: Embarcaciones de recreo. Construcción de cascos y escantillones. Parte 1: Materiales: Resinas termoestables, refuerzos de fibra de vidrio, laminado de referencia.

8.2.2 Definición legal de kayak.

La orden FOM/3200/2007 del 26 de octubre regula las embarcaciones de recreo: “A los efectos de esta orden, se entiende por:

1. «Embarcaciones de recreo»: Embarcación de cualquier tipo, con independencia de su medio de propulsión, proyectada para fines deportivos o de ocio y construida según las normas de construcción vigentes en cada caso, cuyo casco tenga una eslora superior a 2,5 metros, medida según los criterios fijados en las normas armonizadas aplicables.

2. «Artefactos flotantes o de playa»:

1.º Piraguas, kayaks y canoas sin motor.

2.º Patines con pedales o provistos de motor con potencia inferior a 3,5 kW.

3.º Las tablas a vela.

4.º Las tablas deslizantes con motor, las embarcaciones de uso individual y otros ingenios similares a motor.

5.º Instalaciones flotantes fondeadas.

6.º Otros de similares características, distintos a los relacionados anteriormente.”

Por lo tanto, el kayak no es considerado una embarcación de recreo, sino que es un artefacto flotante o de playa.

8.2.3 Matriculación e identificación de la embarcación.

El Real Decreto 544/2007 del 27 de abril regula el abanderamiento y la matriculación de las embarcaciones de recreo, en su artículo 3:

“Están excluidas del ámbito de aplicación de este real decreto las motos náuticas y los artefactos náuticos, con independencia de que se usen exclusivamente para la práctica del deporte sin ánimo de lucro o la pesca no profesional”

El artículo 2 del Real Decreto 1434/1999 del 10 de septiembre que regula los reconocimientos e inspecciones de las embarcaciones de recreo:

“Este Real Decreto se aplicará a las embarcaciones de recreo matriculadas en España, considerándose como tales aquellas de todo tipo, con independencia de su medio de propulsión, que tengan una eslora de casco comprendida entre 2,5 y 24 metros, proyectadas y destinadas para fines recreativos y deportivos, y que no transporten más de 12 pasajeros”

Por tanto, el kayak no requiere ningún tipo de matriculación ni inspecciones técnicas u obtención de certificados de navegabilidad.

8.2.4 Limitantes para uso de embarcaciones deportivas y de recreo.

El artículo 3 del Real Decreto RD 875/2014 del 10 de octubre, relativo a las regulaciones aplicables sobre titulaciones náuticas para el gobierno de embarcaciones de recreo, deberán atenerse a las cláusulas de este real decreto las embarcaciones proyectadas con fines recreativos o deportivos de los siguientes tipos:

- a. Piraguas, kayaks, canoas sin motor y otros artefactos sin propulsión mecánica.
- b. Patines con pedales o provistos de motor con potencia inferior a 3.5 kW.
- c. Motos náuticas.
- d. Tablas a vela.
- e. Tablas deslizantes con motor y otros ingenios similares.
- f. Instalaciones flotantes fondeadas.

Por lo tanto el uso del kayak no requiere uso de licencia de gobierno de embarcación ya sea de patrón, capitán o licencia de navegación básica.

8.3 Características de los materiales

En este apartado se identifican las materias primas de las piezas que se diseñan. Se justifica la elección del material y se describen sus características principales. Para así poder referenciarlos cuando se describan las especificaciones técnicas particulares de cada una de las piezas.

1. PLÁSTICO ABS



Figura 112: Ejemplo ABS

Justificación: Se elige el ABS para las partes de plástico rígidas del kayak ya que es un material que permite obtener molduras detalladas, acepta una paleta de colores casi ilimitada, no es tóxico y su resistencia permite certificar la integridad del producto en el entorno acuático. Además, puede ser reciclado para su reutilización casi completa.

Características:

- Composición: Acrilonitrilo (15-35%), Butadieno (5-30%), Estireno (40-60%)
- Densidad: 1,01E3-1,21E3 kg/m³
- Límite elástico: 18,5-51 MPa
- Resistencia a compresión: 31-86,2 MPa
- Resistencia a tracción: 27,6-55,2 MPa
- Temperatura de vitrificación: 87,9-128 °C
- Máxima temperatura en servicio: 87,9-128 °C
- Mínima temperatura en servicio: -123- -73,2 °C
- Se trata de un buen aislante tanto térmico como eléctrico.
- Precio: 2,03-3,7 €/Kg

2. ALUMINIO

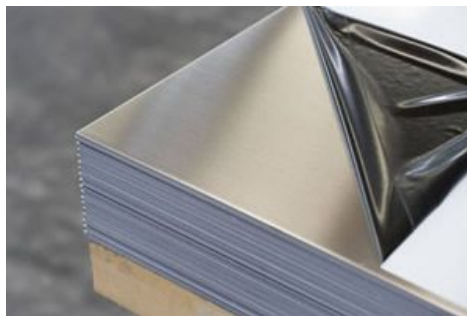


Figura 113: Ejemplo aluminio.

Justificación: Para las piezas que precisen el uso de aluminio como materia prima se utilizarán aleaciones de aluminio envejecible. Este se comprará en forma de chapa de 2 mm para el timón. Se elige este material por la facilidad para su procesado y fabricación. De sus características destacan la alta resistencia a la corrosión y durabilidad. Las aleaciones envejecibles, además de una resistencia excepcional no pesan demasiado, algo muy favorable de cara a la ligereza del kayak. Para las piezas que precisen este material se utilizará la aleación de serie 7000, adecuada para piezas de forja y chapa, siendo este caso el segundo.

Características:

- Composición: Serie 7000; Al + 4 a 9% Zn + 1 a 3% Mg + Si, Fe, Cu y en ocasiones Zr y Ag
- Densidad: 2,5E3-2,9E3 kg/m³
- Límite elástico: 65-610 MPa
- Resistencia a compresión: 95-610 MPa
- Resistencia a tracción: 180-620 MPa
- Temperatura de fusión: 495- 640 °C
- Máxima temperatura en servicio: 120-200 °C
- Mínima temperatura en servicio: -273 °C
- Se trata de un material conductor tanto térmico como eléctrico.
- Precio:1,61-1,69 €/kg

3. FIBRA DE VIDRIO

Justificación: Las fibras de vidrio están constituidas principalmente por sílice, que se combina con diferentes óxidos.

En el mercado se puede encontrar en distintos formatos, pero el que se utilizará para el kayak es en forma de sistemas mallados: son ordenamientos textiles planos que se confeccionan mediante mallado o encadenado de una fibra o de un sistema de fibras a otra fibra o sistema de fibras.



Figura 114: Ejemplo fibra de vidrio.

Características:

- Densidad: $1,75e3 - 1,97e3$ kg/m³
- Límite elástico: 110 - 192 MPa
- Resistencia a tracción: 138 - 241 MPa
- Máxima temperatura en servicio: 140 - 220 °C
- Se trata de un buen aislante eléctrico.
- Excelente resistencia mecánica específica
- Resistencia a la humedad.
- Precio: 20,6 - 29,1 €/kg

4. ELASTÓMERO DE SILICONA



Figura 115: Ejemplo silicona

Justificación: Las características que más influyeron en la elección de este material fueron su buena fluidez y resistencia térmica. Se utilizará para fabricar las ruedas mediante inyección.

Características:

- Composición: $(O-Si(CH_3)_2)_n$
- Densidad: 1,3E3-1,8E3 kg/m³
- Límite elástico: 2,4-5,5 MPa
- Resistencia a compresión: 10-30 MPa
- Resistencia a tracción: 2,4-5,5 MPa
- Temperatura de vitrificación: -123- -73,2 °C
- Máxima temperatura en servicio: 227-286,9 °C
- Mínima temperatura en servicio: -73,2- -48,2 °C
- Se trata de un buen aislante tanto térmico como eléctrico.
- Precio:2,68-5,01 €/kg

8.2 Fabricación

En el siguiente punto se explican los procesos de fabricación que tendrán lugar para realizar las piezas diseñada. Para así poder referenciarlos cuando pasemos a las especificaciones técnicas particulares de cada una de las piezas.

1. INYECCIÓN DE PLÁSTICO

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido (o ahulado) en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta.

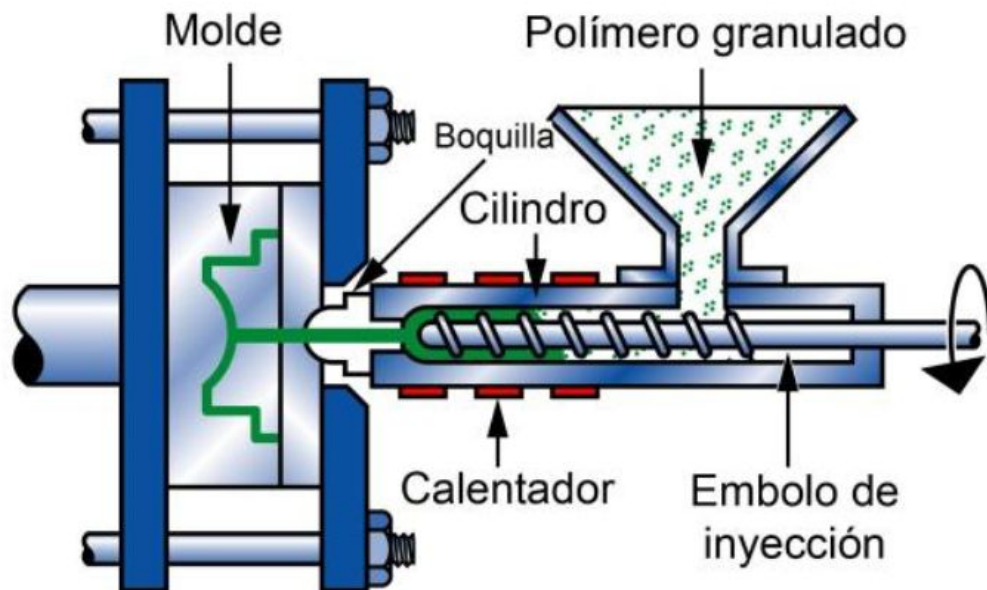


Figura 116: Esquema proceso inyección.

En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semicristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes. La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

El principio del moldeo:

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticos a las de la pieza que se desea obtener. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

La unidad de inyección:

La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero. Para lograr esto se utilizan husillos de diferentes características según el polímero que se desea fundir. El estudio del proceso de fusión de un polímero en la unidad de inyección debe considerar tres condiciones termodinámicas:

- Las temperaturas de procesamiento del polímero.
- La capacidad calorífica del polímero C_p [cal/g °C].
- El calor latente de fusión, si el polímero es semicristalino.

El proceso de fusión involucra un incremento en el calor del polímero, que resulta del aumento de temperatura y de la fricción entre el barril y el husillo. La fricción y esfuerzos cortantes son básicos para una fusión eficiente, dado que los polímeros no son buenos conductores de calor. Un incremento en temperatura disminuye la viscosidad del polímero fundido; lo mismo sucede al incrementar la velocidad de corte. Por ello ambos parámetros deben ser ajustados durante el proceso. Existen, además, metales estándares para cada polímero con el fin de evitar la corrosión o degradación. Con algunas excepciones —como el PVC—, la mayoría de los plásticos pueden utilizarse en las mismas máquinas.

La unidad de inyección es en origen una máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo el barril calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante. La profundidad entre el canal y el husillo disminuye gradual (o drásticamente, en aplicaciones especiales) desde la zona de alimentación hasta la zona de dosificación. De esta manera, la presión en el barril aumenta gradualmente. El esfuerzo mecánico, de corte y la compresión añaden calor al sistema y funden el polímero más eficientemente que si hubiera únicamente calor, siendo ésta la razón fundamental por la cual se utiliza un husillo y no una autoclave para obtener el fundido.

Una diferencia sustancial con respecto al proceso de extrusión es la existencia de una parte extra llamada cámara de reserva. Es allí donde se acumula el polímero fundido para ser inyectado. Esta cámara actúa como la de un pistón; toda la unidad se comporta como el émbolo que empuja el material. Debido a esto, una parte del husillo termina por subutilizarse, por lo que se recomiendan cañones largos para procesos de mezclado eficiente. Tanto en inyección como en extrusión se deben tomar en cuenta las relaciones de PvT (Presión, volumen, temperatura), que ayudan a entender cómo se comporta un polímero al fundir.

Ciclo de moldeo:

En el ciclo de moldeo se distinguen 6 pasos principales (aunque algunos autores llegan a distinguir hasta 9 pasos):

1. Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.

2. Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.
3. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.
4. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.
5. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.
6. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse.

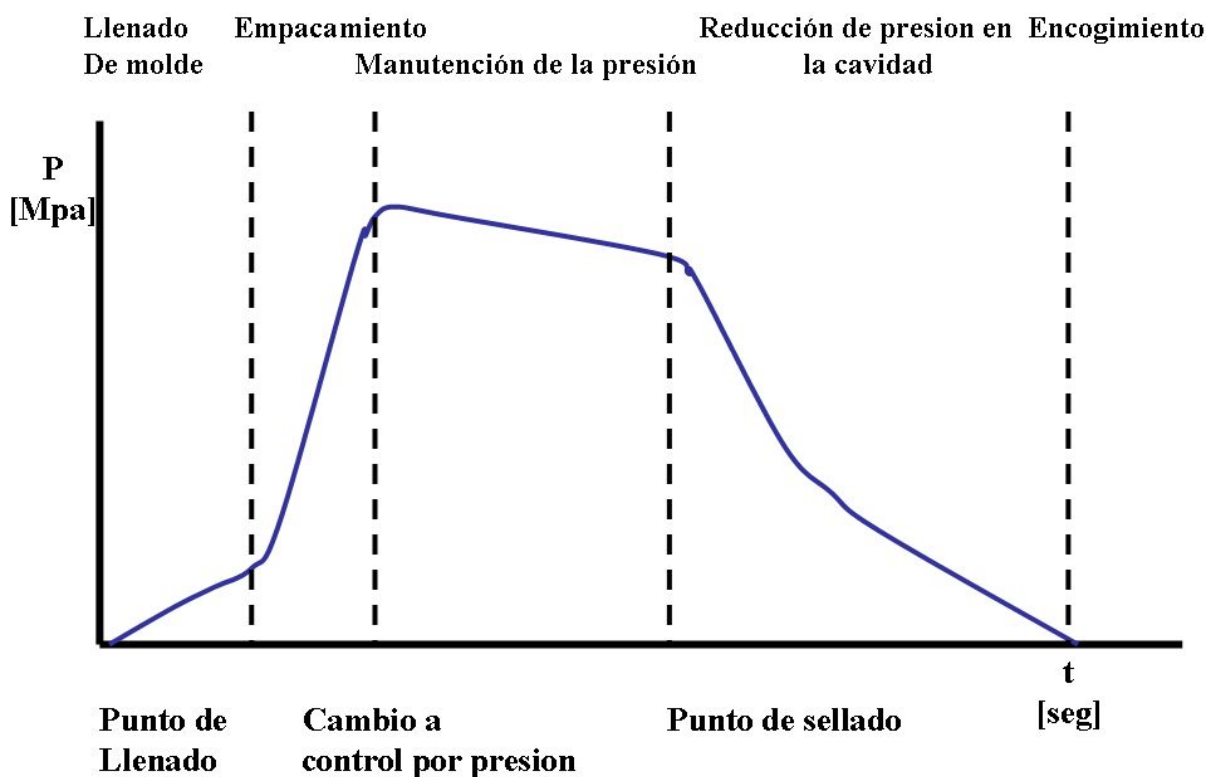


Figura 117.: Etapas proceso inyección.

2. LAMINACIÓN MANUAL

El proceso de fabricación de laminación manual consiste en aplicar capas de fibra de vidrio o de carbono en un molde de poliéster con la forma del kayak. A las capas de fibra se les aplica resina, poliéster para la fibra de vidrio o epoxi para la fibra de carbono, esta resina es aplicada mediante unos rodillos.

Se añadirán tantas capas de fibra como se considere la rigidez del kayak.

Para fabricar un kayak entero se utilizan dos moldes, uno para cada mitad del kayak, en los cuales se realiza un proceso de vacío para eliminar la resina restante. Por último se unen las dos partes del kayak y se pegan con fibra para reforzar las juntas.

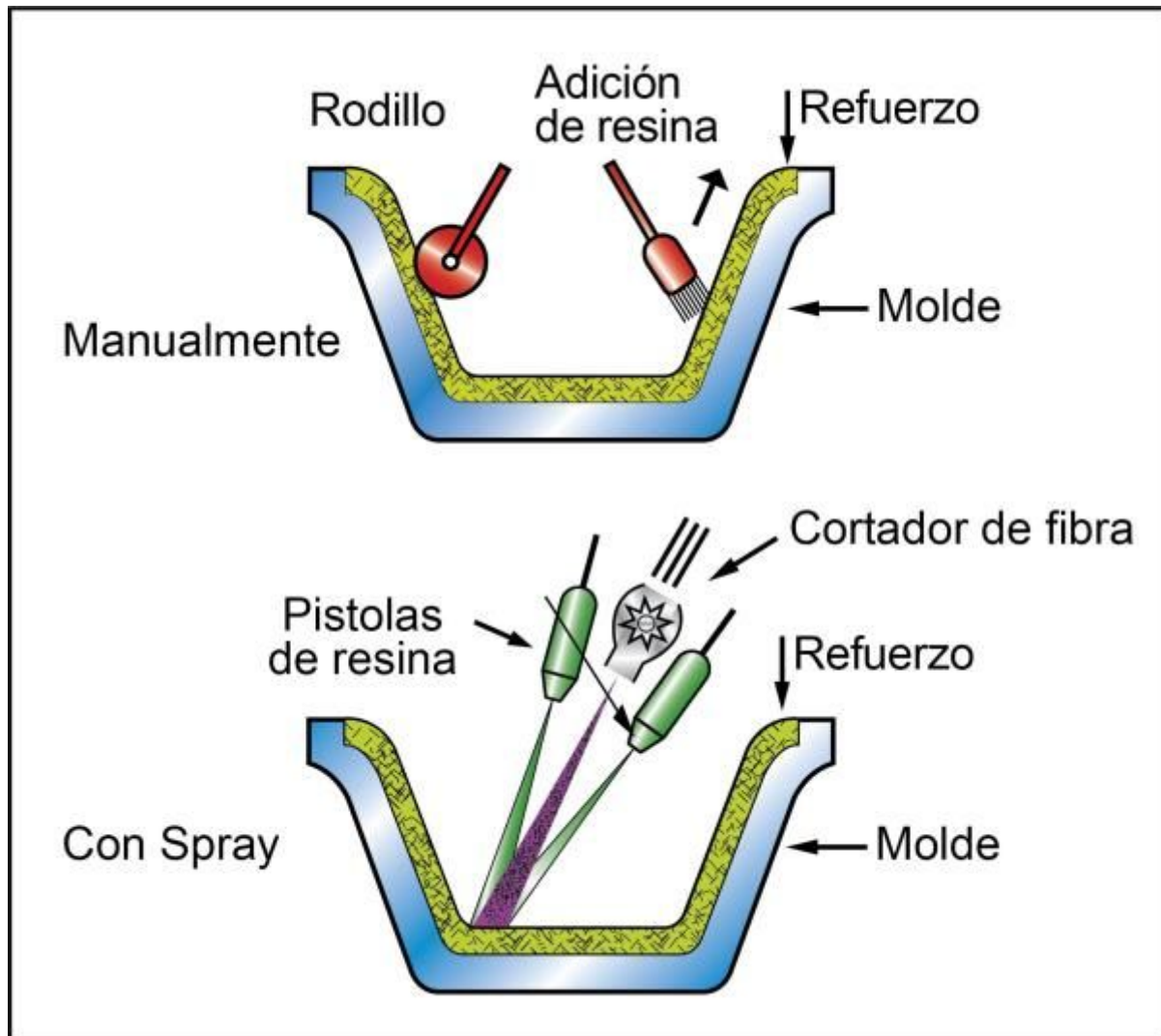


Figura 119: Laminación manual

3: MOLDEO POR VACÍO-LAMINADO MANUAL

El proceso de laminación es exactamente el mismo que en el laminado manual, con la única diferencia que una vez se ha acabado de impregnar las telas, se introduce la pieza laminada en una bolsa, a la que se le hace el vacío con una bomba de vacío, y de esta manera el laminado se compacta. Con esta compactación lo que se consigue es extraer el aire atrapado entre capas, compacta las capas de refuerzo por transmisión de fuerzas, evita que la orientación del laminado se modifique durante el curado y reduce la humedad en el laminado.

8.3 Especificaciones técnicas de las piezas

En este apartado se describen de forma específica las especificaciones técnicas de cada una de las piezas que forman parte del producto final. Para ello se han dividido en dos grupos: Piezas no diseñadas, es decir, aquellas que se han obtenido de un proveedor externo y piezas diseñadas, aquellas que requieren fabricación propia.

Componentes del diseño

1. Kayak
2. Asiento
 - 2.1 Tornillo del asiento
3. Reposapiés
4. Timón
 - 4.1 Estructura del timón
 - 4.2 Tapa del timón
 - 4.3 Cable del timón x2
5. Asa x2
6. Estructura de las ruedas
7. Ruedas

8.3.1 Piezas no diseñadas

2.2 Tornillo del asiento

Perno y tuerca estructural

Métrica	M20
Longitud	75 mm
Rosca	Parcial
Material	Acero inoxidable
Precio	1.25 €
Fabricante	Wurth

Tabla 21: Tornillo del asiento

Detalles técnicos en Anexo 4



Figura 120: Perno y tuerca

4. Timón

Timón de maratón

El timón se adquiere junto al sistema del timón para amarrar el cable y junto a los pasacables que sujetan el cable a lo largo del kayak.

Alto	130 mm
Ancho	120 mm
Material	Fibra de carbono y acero inoxidable
Precio	Timón 35 € Sistema 25€ Pasacable 5€ Total 65€

Tabla 22: Timón



Figura 121: Timón



Figura 122: Pasacables



Figura 123: Sistema del timón

4.2 Tapa del timón

Diámetro exterior	140 mm
Diámetro interior	125 mm
Material	Polietileno
Peso	100 gr,
Precio	9.99€

Tabla 23: Tapa del timón



Figura 124: Tapa del timón

4.3 Cable del timón

Cable de acero inoxidable utilizado en la instalación de timones.

Para el kayak serán necesarios 6 metros de cable

Total: 9€

Diámetro	1.5 mm
Material	Acero inoxidable 316
Precio	1.5€ / metro
Marca	Portear

Tabla 24: Cable del timón



Figura 125: Cable del timón

5. Asa

Asa para kayak, incluye tornillería de acero inoxidable. Un asa irá fijada con los tornillos a la bañera del kayak y la otra irá alojada en la proa del kayak mediante dos cuerdas. Se necesitarán dos asas, en total: 16€.

Longitud	150 mm
Grosor	1.5 mm
Material	Acero inoxidable
Precio	8€
Marca	Roman

Tabla 25: Asa



Figura 126: Asa del kayak

8.3.2 Piezas diseñadas

1. Kayak

Es la pieza principal donde se van a colocar todos los componentes.

1.1 Materiales

El material seleccionado para esta pieza es la fibra de vidrio, cuyas propiedades mecánicas y características están explicadas en el punto 8.1. El material se adquirirá mediante un proveedor adecuado que nos proporcione la materia prima.

1.2 Procesos de fabricación

El proceso de fabricación para el kayak será el moldeo por vacío-laminado manual explicado en el punto 8.2.

1.3 Pruebas y ensayos

Antes de la producción de un lote de piezas, se simulará el proceso de producción y se elaborará un estudio detallado de este. Para ello se utilizará un programa de simulación CAE. Analizando cada parámetro, evaluando sus resultados y detectando los posibles defectos que pueden aparecer.

1.4 Condiciones de entrega

Una pieza se considerará terminada cuando cumpla el proceso completo de moldeo y el lote haya superado las pruebas y ensayos correctamente. Entonces pasará de la planta de producción a la sección de montaje, donde el producto será ensamblado por los operarios pertinentes.

2. Asiento

El asiento se sitúa en la parte media del kayak, va anclado a este mediante un tornillo y una rosca.

2.1 Materiales

El material seleccionado para esta pieza es la fibra de vidrio, cuyas propiedades mecánicas y características están explicadas en el punto 8.1. El material se adquirirá mediante un proveedor adecuado que nos proporcione la materia prima.

2.2 Procesos de fabricación

El proceso de fabricación para el asiento será el moldeo por vacío-laminado manual explicado en el punto 8.2.

2.3. Pruebas y ensayos

Antes de la producción de un lote de piezas, se simulará el proceso de producción y se elaborará un estudio detallado de este. Para ello se utilizará un programa de simulación CAE. Analizando cada parámetro, evaluando sus resultados y detectando los posibles defectos que pueden aparecer.

2.4 Condiciones de entrega

Una pieza se considerará terminada cuando cumpla el proceso completo de moldeo y el lote haya superado las pruebas y ensayos correctamente. Entonces pasará de la planta de producción a la sección de montaje, donde el producto será ensamblado por los operarios pertinentes.

3. Reposapiés

El reposapiés se sitúa en la zona de la proa del kayak y va anclado a este mediante refuerzo con fibra.

3.1 Materiales

El material seleccionado para esta pieza es el plástico ABS, cuyas propiedades mecánicas y características están explicadas en el punto 8.1. El material se adquirirá mediante un proveedor adecuado que nos proporcione la materia prima en forma de gránulos.

3.2 Proceso de fabricación

Para la fabricación de la carcasa 1 se utilizará el proceso de inyección de plástico explicado en el apartado 8.2 utilizando el material anteriormente especificado.

3.3 Pruebas y ensayos

Para comprobar la calidad del material utilizado, se realizará una prueba del índice de fluidez (UNE 53200, DIN 53735).

A su vez, antes de la producción de un lote de piezas, se simulará el proceso de la inyección y se elaborará un estudio detallado de este. Para ello se utilizará el programa SolidWorks Plastics. Analizando cada parámetro, evaluando sus resultados y detectando los posibles defectos que pueden aparecer

3.4 Condiciones de entrega

Una pieza se considerará terminada cuando cumpla el proceso completo de inyección y el lote haya superado las pruebas y ensayos correctamente. Entonces pasará de la planta de producción a la sección de montaje, donde el producto será ensamblado por los operarios pertinente.

4.1 Estructura del timón

La estructura del timón se colocará en el reposapiés del kayak, se unirá mediante una pequeña holgura al soporte del reposapiés para que pueda girar sobre él.

4.1.1 Materiales

El material seleccionado para esta pieza es el plástico ABS, cuyas propiedades mecánicas y características están explicadas en el punto 8.1. El material se adquirirá mediante un proveedor adecuado que nos proporcione la materia prima en forma de chapa.

4.1.2 Proceso de fabricación

Para la fabricación de la estructura del timón se utilizará el proceso de inyección de plástico explicado en el apartado 8.2 utilizando el material anteriormente especificado.

4.1.3 Pruebas y ensayos

Para comprobar la calidad del material utilizado, se realizará una prueba del índice de fluidez (UNE 53200, DIN 53735).

A su vez, antes de la producción de un lote de piezas, se simulará el proceso de la inyección y se elaborará un estudio detallado de este. Para ello se utilizará el programa SolidWorks Plastics. Analizando cada parámetro, evaluando sus resultados y detectando los posibles defectos que pueden aparecer

4.1.4 Condiciones de entrega

Una pieza se considerará terminada cuando cumpla el proceso completo de inyección y el lote haya superado las pruebas y ensayos correctamente. Entonces pasará de la planta de producción a la sección de montaje, donde el producto será ensamblado por los operarios pertinente.

6. Estructura de las ruedas

La estructura de las ruedas irá fijada al kayak mediante resina y un refuerzo de fibra de vidrio. Se colocará en la cubierta del kayak en la zona de la popa para poder alojar las ruedas.

6.1 Materiales

El material seleccionado para esta pieza es el plástico ABS, cuyas propiedades mecánicas y características están explicadas en el punto 8.1. El material se adquirirá mediante un proveedor adecuado que nos proporcione la materia prima en forma de chapa.

6.2 Proceso de fabricación

Para la fabricación de la estructura de las ruedas se utilizará el proceso de inyección de plástico explicado en el apartado 8.2 utilizando el material anteriormente especificado.

6.3 Pruebas y ensayos

Para comprobar la calidad del material utilizado, se realizará una prueba del índice de fluidez (UNE 53200, DIN 53735).

A su vez, antes de la producción de un lote de piezas, se simulará el proceso de la inyección y se elaborará un estudio detallado de este. Para ello se utilizará el programa SolidWorks Plastics. Analizando cada parámetro, evaluando sus resultados y detectando los posibles defectos que pueden aparecer

6.4 Condiciones de entrega

Una pieza se considerará terminada cuando cumpla el proceso completo de inyección y el lote haya superado las pruebas y ensayos correctamente. Entonces pasará de la planta de producción a la sección de montaje, donde el producto será ensamblado por los operarios pertinente.

7. Ruedas

Las ruedas se colocarán en la estructura fijada anteriormente en la popa del kayak.

7.1 Materiales

El material seleccionado para esta pieza es un poliuretano elastomérico, cuyas propiedades mecánicas y características están explicadas en el punto 3.1. El material se adquirirá mediante un proveedor adecuado que nos proporcione la materia prima en forma de gránulos.

7.2 Proceso de fabricación

Para la fabricación de las ruedas se utilizará el proceso de inyección de plástico utilizando el material anteriormente especificado.

7.3 Pruebas y ensayos

Para comprobar la calidad del material utilizado, se realizará una prueba del índice de fluidez (UNE 53200, DIN 53735) que ha sido explicada anteriormente. Antes de la producción de un lote de piezas, se simulará el proceso de la inyección y se elaborará un estudio detallado de este. Para ello se utilizará el programa SolidWorks Plastics o algún software de CAE similar. Analizando cada parámetro, evaluando sus resultados y detectando los posibles defectos que pueden aparecer.

7.4 Condiciones de entrega

Una pieza se considerará terminada cuando cumpla el proceso completo de inyección y el lote haya superado las pruebas y ensayos correctamente. Entonces pasará de la planta de producción a la sección de montaje, donde el producto será ensamblado por los operarios pertinente.

8.3.4. Descripción del plan de ejecución o montaje.

Después de la fabricación de las piezas, estas se envían a un almacén en la sección de montaje donde operarios se encargarán de montar las piezas siguiendo la siguiente metodología y orden.

1. El kayak se fabrica en dos partes, la cubierta y el casco, los cuales se unen mediante una junta de fibra de vidrio y resina de poliéster.
2. Una vez están unidas las dos partes se hacen los agujeros del timón, de la tapa del timón y del asa de la bañera.
3. Se unen la estructura del timón y el reposapiés mediante la holgura del soporte giratorio.

4. El reposapiés se coloca en el kayak con una junta de fibra de vidrio y resina de poliéster para que este quede fijo.
5. Para unir el asiento al kayak es necesario colocar un tornillo con rosca de manera vertical en la base del kayak, este tornillo se fijará con resina de poliéster.
6. Se coloca el timón a través del agujero y posteriormente se coloca la tapa del timón con su rosca.
7. La estructura de las ruedas se acopla en la popa del kayak para poder alojar a las ruedas.
8. El asa de la bañera se atornilla por los agujeros previamente hechos y el asa de la proa se unirá mediante dos cuerdas de unos 20 cm.
9. Por último se unirán el timón a la estructura del timón mediante dos cuerdas de unos 2,5 metros para que el sistema de giro pueda funcionar.

9. Presupuesto

En este apartado del documento, se estimarán los costes de producción asociados a la fabricación y diseño del kayak. El coste total del kayak será la suma de los siguientes puntos:

1. Costes de diseño del producto. Se tendrá en cuenta las horas empleadas en cada tarea de este proyecto. El coste por hora será el de Ingeniero proyectista (25€/h), según la media salarial en España de un ingeniero con 10 años de experiencia.
2. Materia prima. Se analizará el coste de adquisición de los materiales y de los moldes necesarios. Se asumirá que la vida útil del molde es de 1000000 de inyecciones.
- 2.2. Fabricación. Se estimará el coste de fabricación de cada uno de los componentes.
3. Coste total. Se estimará un coste final resultado del sumatorio de todos los costes parciales.

1. Costes de diseño del producto.

Tarea	Descripción	Coste (€/h)	Tiempo (h)	Total (€)
Investigación	Investigación sobre el piragüismo	25	20	500
Estudio del usuario	Realización de encuestas, entrevistas a los usuarios	25	20	500

Estudio ergonómico	Análisis de las dimensiones antropométricas de los usuarios	25	5	125
Diseño conceptual	Realización de varias propuestas de diseño	25	15	375
Diseño del detalle	Modelado 3D, cálculos y requerimientos técnicos del producto	25	70	1750
Planimetría	Realización de los planos del producto	25	15	375
Pliego de condiciones	Normas aplicables al producto y	25	10	250
Presupuesto	Redacción del presupuesto	25	5	125
TOTAL				4000

Tabla 26: Costes de diseño del producto

2. Materia prima

Piezas no diseñadas:

Pieza	Foto	Precio (€)	Proveedor
2.1 Tornillo del asiento		1.25	https://www.wurth.es/sb-pernos-y-tuercas-estructurales
4. Timón		65€	http://www.eliokayaks.com/

			
4.2 Tapa del timón		9.99	https://www.urkanyak.com/Detalle-Producto/Repuestos-14/Tambuchos-50/Tapa-Rosca-140-mm-para-Swing-1041.html
4.3 Cable del timón		1.5€ unidad 6 unidades Total: 9€	https://www.portear.com/timones-orzas-para-kayak-piragua/2900-cable-acero-timon-portear.html
6. Asa		8€ unidad 2 unidades Total: 16€	http://www.romankayaks.es/tienda/detalle/Articulo.asp?A=55&F=1
TOTAL		101.24€	

Tabla 27: Costes de las piezas no diseñadas

Piezas diseñadas:

1. Kayak

Materia prima

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Fibra de vidrio	kg	8	17.3	138.4
Resina de poliéster	kg	1	6.94	6.94
Catalizador	kg	0.02	1.93	1.93

TOTAL: 197.27
€

TOTAL: 138.4

· Proveedor - Plastiform

<https://www.tiendaonlineplastiform.es/>

- Fibra de vidrio: Cantidad mínima de compra: 100 gr (1,73 €)
- Resina de poliéster. Cantidad mínima de compra: 1kg (6.94 €)
- Catalizador. Cantidad mínima de compra: 20 gr (1.93 €)

Maquinaria

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Molde amortizado (lote de 200 piezas)	Ud.	-	10000	50

TOTAL: 50

- Según expertos del sector la fabricación del molde tendría un coste de 10000€.

2. Asiento

Materia prima

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Fibra de vidrio	kg	0.5	17.3	8.65
Resina de poliéster	kg	1	6.94	6.94
Catalizador	kg	0.02	1.93	1.93

TOTAL: 8.65

- Proveedor - Plastiform

<https://www.tiendaonlineplastiform.es/>

- Cantidad mínima de compra: 100 gr (1,73 €)

TOTAL: 22.52 €

Maquinaria

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Molde amortizado (lote de 200 piezas)	Ud.	-	1000	5

TOTAL: 5

- Según expertos del sector la fabricación del molde tendría un coste de 1000€.

3. Reposapiés

Materia prima

Descripción	Ud.	Cant	Pre	Pre
-------------	-----	------	-----	-----

TOTAL: 2.466€

			unitario	parcial
Plástico ABS granulado	kg	0.5	3.5	1.75

TOTAL: 1.75

· Proveedor - Grupo REPOL (Castellón, España):

<https://www.repol.com/plasticos-tecnicos/compounds-estirenicos-abs-dinarex.ph>

· Cantidad mínima de compra: 1000kg (por 3500€).

Maquinaria

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Máquina Inyectora Lien Yu TF80 - 11kW	h	0.0	1.45	0.0161
Molde amortizado (lote de 50000 piezas)	Ud.	-	35000	0.7

TOTAL: 0.716

· Inyectora:

http://www.maquitecsolutions.com/pages/pdf/inectoras_lienyu.pdf

· Precio del kWh: 0.13236€

· El tiempo de inyectado por pieza es de 40 segundos.

· Según expertos del sector la fabricación del molde tendría un coste de 35000€.

4.1 Estructura del timón

Materia prima

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Plástico ABS granulado	kg	0.4	3.5	1.4

TOTAL: 1.4

· Proveedor - Grupo REPOL (Castellón, España):

<https://www.repol.com/plasticos-tecnicos/compounds-estirenicos-abs-dinarex.ph>

· Cantidad mínima de compra: 1000kg (por 3500€).

TOTAL: 2.016€

Maquinaria

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Máquina Inyectora Lien Yu TF80 - 11kW	h	0.0	1.45	0.0161
Molde amortizado (lote de 10000 piezas)	Ud.	-	30000	0.6

TOTAL: 0.616

· Inyectora:

http://www.maquitecsolutions.com/pages/pdf/inectoras_lienyu.pdf

- Precio del kWh: 0.13236€
- El tiempo de inyectado por pieza es de 40 segundos.
- Según expertos del sector la fabricación del molde tendría un coste de 30000€.

6. Estructura de las ruedas

Materia prima

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Plástico ABS granulado	kg	0.1	3.5	0.35

TOTAL: 0.35

- Proveedor - Grupo REPOL (Castellón, España):
<https://www.repol.com/plasticos-tecnicos/compounds-estirenicos-abs-dinarex.ph>
- Cantidad mínima de compra: 1000kg (por 3500€).

Maquinaria

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Máquina Inyectora Lien Yu TF80 - 11kW	h	0.0033	1.45	0.00483
Molde amortizado (lote de 5000 piezas)	Ud.	-	1000	0.2

TOTAL:
0.5548€

TOTAL: 0.2048

- Inyectora:
http://www.maquitecsolutions.com/pages/pdf/inyectoras_lienyu.pdf
- Precio del kWh: 0.13236€
- El tiempo de inyectado por pieza es de 12 segundos.
- Según expertos del sector la fabricación del molde tendría un coste de 1000€.

7. Ruedas

Materia prima

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Poliuretano elastomérico granulado	kg.	0.1	4.2	0.42

TOTAL: 0.626€

TOTAL: 0.42

· Proveedor - Elaplast (Barcelona, España):

<http://www.elaplast.es/productos/elastomeros-de-poliuretano-prensado>

/

· Cantidad mínima de compra: 1000kg. (por 4200€).

Maquinaria

Descripción	Ud.	Cant	Pre unitario	Pre parcial
Máquina Inyectora Lien Yu TF80 - 11kW	h	0.0042	1.45	0.00604
Molde amortizado (lote de 5000 piezas)	Ud.	-	1000	0.2

TOTAL: 0.206

· Inyectora:

http://www.maquitecsolutions.com/pages/pdf/inectoras_lienyu.pdf

· Precio del kWh: 0.13236€

· El tiempo de inyectado por pieza es de 15 segundos.

· Según expertos del sector la fabricación del molde tendría un coste de 1000€.

4. Coste total.

Tarea	Descripción	Coste (€)
Diseño del producto	Costes en concepto del diseño del producto	4000
Materia prima	Costes de la materia prima para fabricar y costes de fabricación	No diseñados: 101.24
		Diseñados: 225.45
Fabricación	Moldes necesarios para la fabricación	78000
TOTAL		82326.69

Tabla 28: Coste total

PRESUPUESTO KAYAK		
CONCEPTO	%	COSTE

COSTE BÁSICO		326.69
COSTE COMERCIAL	10	359.36
COSTE TOTAL	12	402.48
IVA	21	487

Tabla 29: Presupuesto kayak

COSTE FINAL DEL KAYAK

487 €

10. Referencias

-Casas Ferrer A. Diseño y cálculo de un kayak de madera de 5.387 metros de eslora (LOA). 2012. Proyecto final de carrera - Ingeniería Técnica Naval.

-Trujillo Acosta M. Diseño del casco de embarcación ligera tipo canoa-kayak para uso deportivo y recreativo. 2018. Proyecto final de master - Master ingeniería industrial.

-Libro: Vicente Esteban. (1980) Piragüismo. Editorial: Federación Española de Piragüismo

-Jürgen Weineck (2007). La anatomía deportiva. Badalona, España. Editorial: Paidotribo.

-Fernando Alacid Cárceles. Enseñanza del piragüismo. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.

-Revista: Real federación española de piragüismo. Aguas vivas (2018). Recuperado de <https://rfep.es/aguas-vivas/>.

-Macarena Caro (2015). Estudio del kayak. Recuperado de https://wiki.ead.pucv.cl/Clase_10:_Estudio_del_Kayak

-Valentina Cornejo (2015). Hidrodinámica del kayak. Recuperado de https://wiki.ead.pucv.cl/Hidrodin%C3%A1mica_del_Kayak

- Comisión Directiva de CSD. (Junio de 2010). Reglamento general técnico. Recuperado de <https://rfep.es/archivos/reglamento-general-tecnico-27052010-CSD.pdf>
- Federación valenciana de piragüismo (2006). Competiciones. Recuperado de <https://fepiraguismocv.com/>
- Piragüismo Algeciras (2016). Fases de la técnica del kayak. Recuperado de <http://piraguismoalgeciras.es/fases-de-la-tecnica-del-kayak/>
- Club piraguas sirio cangas de onís. (2009). Fases de la técnica de paleo. http://www.clubpiraguassiriocangasdeonis.com/tecnica_club_sirio_cangasdeonis.html
- Urbankayak SL (2006). Fabricación del kayak. Recuperado de <https://www.urkankayak.com/Fabricacion/Kayak-Marlin-151.html>
- Palas de kayakistas (2015) Recuperado de <https://elpiraguismodeunai.wordpress.com/2015/01/14/palas-de-kayakistas/>
- Marcas de kayaks. Recuperado de <https://www.diariodekayak.es/marcas-de-kayak/>
- Ávila Chaurand R, Prado León L, González Muñoz E. Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. (2007). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz?enrichId=rgreq-b73a1e25a5be8b58624d9b84b9f7a4ec-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzMxNzIyNDMzO0FTOjlyNTgyMDUxMDU2MDI1NkAxNDMwODUxMjEzNTM1&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf
- Andreaskeppeler. (9 febrero 2012), Paddlelite. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=EVUfpnedBKc>

11. Anexo

Anexo 1. Modelos de entrevista

Modelo de entrevista 1

Resultados

Monitor 1

1. La estabilidad y manejo de la piragua, y también volver a subirse dentro de la piragua una vez han volcado ya que se llena de agua y les cuesta mucho volver a subir o llevarla hasta la orilla.
2. Sí, suelen ser bastante estables para los niños, pero no son muy rápidas ya que son algo pesadas.
3. Sí, ellos solos pueden levantarla pero no transportarla ya que le suelen dar golpes con mucha facilidad, para llevar la piragua del club al agua deben llevarla entre dos niños o que les ayude el entrenador.
4. Las primeras semanas suelen volcar mucho, incluso llegan a caerse nada más subirse. Para volver a la orilla deben girar la piragua rápidamente antes de que entre mucha agua y meter la pala dentro y nadar empujando la piragua hasta la orilla.
5. En edades tempranas suelen aprender rápido, en un mes o un par de meses suelen mejorar con el manejo de la piragua y la estabilidad.

Monitor 2

1. Aprender la correcta técnica de paleo, el equilibrio en la piragua y el manejo de la piragua en las ciabogas, giros, salidas, etc.
2. Sí, son modelos muy estables y gracias a esto permiten aprender rápido a los niños el equilibrio y el manejo de la piragua.
3. Sí, casi siempre necesitan la ayuda de alguien, ya sea de un adulto o de otro niño para llevarla entre los dos.
4. Sí, los primeros meses suelen caerse con facilidad de la piragua y también cuando cambian de piragua a una más estrecha. Para volver o bien vuelven al embarcadero nadando o se arriman a la orilla del río y allí vacían la piragua y vuelven a subir.
5. No, la estabilidad se aprende con la práctica, por lo tanto cuando llevan varios meses remando ya no es ningún problema para ellos.

Veterano 1

1. Aprender a dominar la piragua y a remar correctamente.
2. Sí, son piraguas estables y algo más pesadas para que los niños empiecen a familiarizarse con el mundo del piragüismo.
3. Sí, no pueden llevar ellos mismos las piraguas ya que son muy largas y en épocas de iniciación los niños son muy pequeños.

4. Sí, hasta que dominan completamente la piragua es normal que vuelquen. Para volver a subirse tienen que irse hasta la orilla o embarcadero, vaciar la piragua y volverse a subir.
5. Suelen aprender rápido, ya que las primeras piraguas son estables y más pesadas, pero una vez cambian de piragua tienen que volver a coger el equilibrio de nuevo.

Modelo de entrevista 2

Resultados

Entrenador 1

1. La estabilidad durante los primeros meses, muchos niños se frustran al principio al ver que no consiguen la estabilidad todo lo rápido que ellos quisieran.
2. Sí, se suelen utilizar piraguas de promoción o minikayaks, que son muy anchos y más pesados por lo que proporcionan una estabilidad mayor.
3. Sí, ellos solos no pueden con la piragua, solo algunos niños más mayores pero aun así les cuesta un poco llevarla al embarcadero. Lo normal es que el entrenador les ayude a transportarlas.
4. Sí, los primeros días vuelcan mucho ya que se sienten inseguros al no controlar la piragua. Para volver a subir tienen que llevar la piragua nadando hasta la orilla o esperar a que el entrenador les ayude a subir a la piragua de nuevo desde el agua.
5. Los niños que yo he entrenado suelen adaptarse a la estabilidad de la piragua durante el primer mes, pero el manejo completo de la piragua suele tardar más, depende del niño hasta 4 o 5 meses.

Entrenador 2

1. La estabilidad en la piragua y conseguir un paleo efectivo.
2. Se utilizan kayaks de promoción, Son embarcaciones muy anchas, muy estables y bastantes duras para los golpes.
3. Sí es bastante frecuente, por ello se pide que en parejas se ayuden al transporte de la embarcación.
4. Sí, suelen volcar mucho cuando no controlan la estabilidad y cuando hay oleaje al ser muchas piraguas en el agua. A los niños que entreno les suelo enseñar las técnicas de rescate en parejas desde el agua para que puedan subirse de nuevo a la piragua sin tener que volver hasta la orilla.

5. Suelen adaptarse rápido a la piragua y a conseguir no volcar, pero lo que sí les cuesta más es la correcta técnica de paleo y los movimientos para que esta técnica sea eficiente.

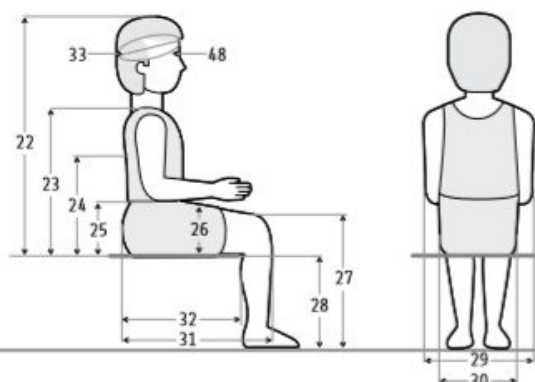
Entrenador 3

1. Conseguir dominar la piragua para poder realizar entrenamientos y competiciones.
2. Sí, son piraguas estables que ayudan a que los niños aprendan a manejar la piragua rápidamente, pero en ocasiones son piraguas demasiado lentas y pesadas para posteriormente poder participar en competiciones y carreras.
3. Sí, siempre les tengo que llevar yo las piraguas o llevar entre dos niños agarrando cada uno de la proa y la popa.
4. Sí, las primeras semanas caen de la piragua con facilidad ya que no la dominan del todo, y para volver a subirse a la piragua deben ir hasta la orilla y vaciarla por completo.
5. La verdad es que suelen aprender rápido a manejar la piragua ya que son piraguas estables y fácilmente manejables.

Anexo 2. Fuente de las medidas antropométricas

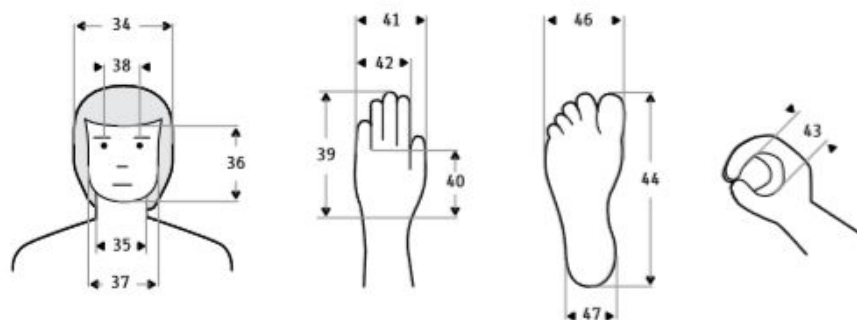
Fuente utilizada para las medidas antropométricas utilizadas para el diseño del kayak.

En posición sentado
Escolares
Sexo masculino
9 a 11 años



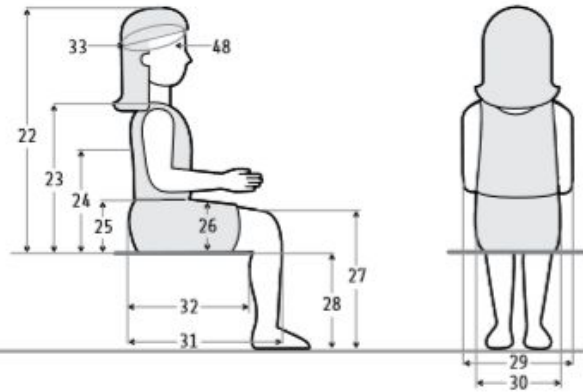
Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)					
			Percentiles					Percentiles					Percentiles			
	\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95	\bar{x}	D.E.	5	50	95	
22	Altura normal sentado	698	31	647	697	749	714	37	653	714	775	736	34	680	734	792
23	Altura hombro sentado	435	27	390	435	479	450	32	397	450	503	467	31	416	464	518
24	Altura omoplato	337	25	296	336	378	347	27	302	345	392	363	27	318	363	408
25	Altura codo sentado	173	26	130	174	216	175	27	130	177	220	184	26	141	184	227
26	Altura máx. muslo	113	16	87	112	139	118	17	90	116	146	124	17	96	123	152
27	Altura rodilla sentado	412	27	368	412	457	429	28	383	429	475	451	32	398	450	504
28	Altura poplítea	347	22	311	348	383	361	24	321	361	401	377	23	339	376	416
29	Anchura codos	380	47	302	374	458	388	47	311	386	466	409	53	322	403	497
30	Anchura cadera sentado	269	31	218	267	321	283	37	222	279	344	290	32	237	286	343
31	Largo nalga-rodilla	452	29	405	450	500	471	32	418	469	524	497	34	441	496	553
32	Largo nalga-poplíteo	370	28	324	369	416	386	27	342	384	431	406	31	355	404	458
33	Diámetro a-p cabeza	179	8	166	180	192	179	8	166	180	192	181	7	169	181	192
48	Perímetro cabeza	527	17	499	527	555	529	17	501	530	557	535	18	506	534	564

**Cabeza, pie, mano
Escolares
Sexo masculino
9 a 11 años**



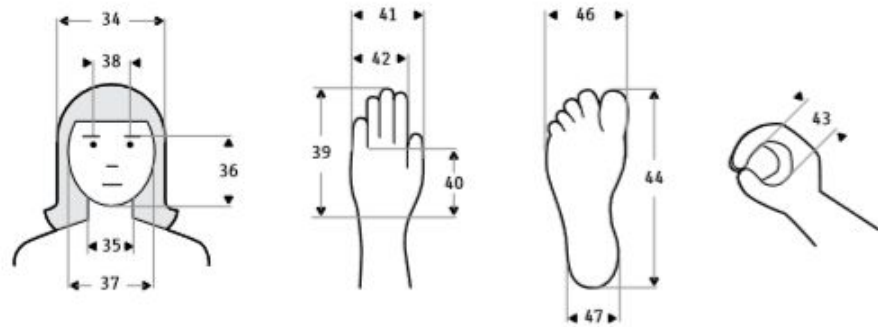
Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34 Anchura cabeza	148	7	136	148	160	149	6	139	149	159	150	6	140	150	160
35 Anchura cuello	95	10	78	95	111	95	10	79	95	112	97	9	82	96	112
36 Altura cara	114	7	102	114	125	116	7	104	115	127	118	8	105	118	131
37 Anchura cara	121	9	108	121	136	124	9	111	124	137	124	8	109	125	139
38 Diámetro interpupilar	52	5	44	52	60	53	6	43	53	63	53	6	43	53	63
39 Longitud de la mano	146	8	133	145	159	151	9	136	150	166	158	10	141	157	174
40 Longitud palma mano	83	6	73	83	93	86	6	76	86	95	90	6	80	90	100
41 Anchura de la mano	81	6	71	80	91	83	6	73	82	93	87	7	75	86	97
42 Anchura palma mano	66	5	58	66	75	68	5	60	68	77	72	5	64	71	81
43 Diámetro empuñadura	30	3	25	30	35	31	3	26	31	36	33	3	28	33	38
44 Longitud del pie	211	12	191	211	231	220	13	198	220	241	229	13	207	228	250
46 Anchura del pie	81	6	71	81	91	84	6	74	83	94	87	6	77	87	97
47 Anchura talón	57	6	47	57	67	59	6	49	60	69	62	7	50	61	73

En posición sentado
Escolares
Sexo femenino
6 a 8 años



Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)					
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95			5	50	95	
22	Altura normal sentado	626	28	580	628	672	649	29	601	647	697	671	32	618	672	724
23	Altura hombro sentado	382	24	342	382	422	400	27	355	401	444	419	29	371	420	467
24	Altura omoplato	302	23	264	302	340	313	24	273	312	353	328	26	285	325	371
25	Altura codo sentado	159	19	128	159	190	170	25	129	170	211	171	25	130	170	212
26	Altura máx. muslo	99	17	76	97	122	104	14	81	102	127	110	16	84	109	136
27	Altura rodilla sentado	350	25	309	350	392	370	25	329	369	412	389	25	348	390	431
28	Altura poplitea	298	20	265	297	331	312	22	276	312	348	329	21	295	327	364
29	Anchura codos	329	38	266	325	392	342	42	273	339	411	355	46	279	350	431
30	Anchura cadera sentado	236	24	203	234	282	246	28	200	240	292	259	34	218	252	326
31	Longitud nalga-rodilla	386	27	341	386	431	411	28	365	419	457	433	28	387	430	479
32	Longitud nalga-popliteo	324	25	283	325	366	339	26	296	340	382	359	27	315	358	404
33	Diámetro a-p cabeza	173	8	160	172	186	174	7	162	175	185	176	8	163	175	189
48	Perímetro cabeza	505	16	479	505	531	508	14	485	510	531	514	13	490	512	540

**Cabeza, pie, mano
Escolares
Sexo femenino
6 a 8 años**



Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)				
	\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles			\bar{x}	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34 Anchura cabeza	141	6	131	141	151	142	7	130	143	153	143	7	131	143	154
35 Anchura cuello	84	7	72	83	95	86	8	73	85	97	88	7	76	87	99
36 Altura cara	106	8	93	106	119	108	7	96	109	119	111	7	99	110	122
37 Anchura cara	115	8	101	115	128	116	9	101	116	131	118	9	103	118	133
38 Diámetro interpupilar	47	6	37	47	56	47	5	39	48	55	49	5	41	49	57
39 Longitud de la mano	129	8	116	129	142	134	8	121	134	147	139	8	126	139	152
40 Longitud palma mano	73	6	63	73	83	76	6	66	76	86	78	6	68	78	88
41 Anchura de la mano	71	5	63	70	79	73	5	65	73	81	75	6	65	75	85
42 Anchura palma mano	58	4	51	58	65	60	4	53	60	67	62	5	54	62	70
43 Diámetro empuñadura	27	3	22	26	32	28	3	23	28	33	29	3	24	29	34
44 Longitud del pie	182	11	164	183	200	190	11	172	190	208	200	12	180	199	220
46 Anchura del pie	72	5	64	71	80	74	5	66	74	82	77	6	67	76	87
47 Anchura talón	51	5	43	50	59	52	5	44	52	60	53	5	45	53	61

Anexo 3. Propiedades de los materiales

3.1 Propiedades del polietileno

Propiedades generales				
Densidad	ⓘ	939	- 960	kg/m ³
Precio	ⓘ	* 1,36	- 1,4	EUR/kg
Propiedades mecánicas				
Modulo de Young	ⓘ	0,621	- 0,896	GPa
Límite elástico	ⓘ	17,9	- 29	MPa
Resistencia a tracción	ⓘ	20,7	- 44,8	MPa
Elongación	ⓘ	200	- 800	% strain
Dureza-Vickers	ⓘ	5,4	- 8,7	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	ⓘ	21	- 23	MPa
Tenacidad a fractura	ⓘ	* 1,44	- 1,72	MPa.m ^{0.5}
Propiedades térmicas				
Punto de fusión	ⓘ	125	- 132	°C
Máxima temperatura en servicio	ⓘ	* 90	- 110	°C
¿Conductor térmico o aislante?	ⓘ	Buen aislante		
Conductividad térmica	ⓘ	0,403	- 0,435	W/m.°C
Calor específico	ⓘ	* 1,81e3	- 1,88e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	ⓘ	126	- 198	µstrain/°C
Propiedades eléctricas				
¿Conductor eléctrico o aislante?	ⓘ	Buen aislante		
Propiedades ópticas				
Transparencia	ⓘ	Translucido		

3.2 Propiedades del PVC

Propiedades generales

Densidad	(i)	1,3e3	-	1,58e3	kg/m ³
Precio	(i)	* 1,18	-	1,35	EUR/kg

Propiedades mecánicas

Modulo de Young	(i)	2,14	-	4,14	GPa
Límite elástico	(i)	35,4	-	52,1	MPa
Resistencia a tracción	(i)	40,7	-	65,1	MPa
Elongación	(i)	11,9	-	80	% strain
Dureza-Vickers	(i)	10,6	-	15,6	HV
Resistencia a fatiga para 10 ^ 7 ciclos	(i)	16,2	-	26,1	MPa
Tenacidad a fractura	(i)	1,46	-	5,12	MPa.m ^{0.5}

Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	(i)	60	-	70	°C
¿Conductor térmico o aislante?	(i)	Buen aislante			
Conductividad térmica	(i)	0,147	-	0,293	W/m.°C
Calor específico	(i)	1,36e3	-	1,44e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	(i)	100	-	150	µstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	(i)	Buen aislante			
----------------------------------	-----	---------------	--	--	--

Propiedades ópticas

Transparencia	(i)	Translucido			
---------------	-----	-------------	--	--	--

3.3 Propiedades de la fibra de vidrio

3.4 Propiedades de la fibra de carbono

Propiedades generales

Densidad	ⓘ	1,5e3	-	1,6e3	kg/m ³
Precio	ⓘ	* 31,7	-	35,2	EUR/kg

Propiedades mecánicas

Modulo de Young	ⓘ	69	-	150	GPa
Límite elástico	ⓘ	550	-	1,05e3	MPa
Resistencia a tracción	ⓘ	550	-	1,05e3	MPa
Elongación	ⓘ	* 0,32	-	0,35	% strain
Dureza-Vickers	ⓘ	* 10,8	-	21,5	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	ⓘ	* 150	-	300	MPa
Tenacidad a fractura	ⓘ	* 6,12	-	20	MPa.m ^{0.5}

Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	ⓘ	* 140	-	220	°C
¿Conductor térmico o aislante?	ⓘ	Mal aislante			
Conductividad térmica	ⓘ	* 1,28	-	2,6	W/m.°C
Calor específico	ⓘ	* 902	-	1,04e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	ⓘ	* 1	-	4	μstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	ⓘ	Mal conductor			
----------------------------------	---	---------------	--	--	--

Propiedades ópticas

Transparencia	ⓘ	Opaco			
---------------	---	-------	--	--	--

3.5 Propiedades de la resina de poliéster

Propiedades generales

Densidad	(i)	1,04e3	-	1,4e3	kg/m ³
Precio	(i)	* 3,25	-	3,64	EUR/kg

Propiedades mecánicas

Modulo de Young	(i)	2,07	-	4,41	GPa
Límite elástico	(i)	* 33	-	40	MPa
Resistencia a tracción	(i)	41,4	-	89,6	MPa
Elongación	(i)	2	-	2,6	% strain
Dureza-Vickers	(i)	9,9	-	21,5	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	(i)	* 16,6	-	35,8	MPa
Tenacidad a fractura	(i)	* 1,09	-	1,69	MPa.m ^{0.5}

Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	(i)	130	-	150	°C
¿Conductor térmico o aislante?	(i)	Buen aislante			
Conductividad térmica	(i)	* 0,287	-	0,299	W/m.°C
Calor específico	(i)	* 1,51e3	-	1,57e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	(i)	99	-	180	μstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	(i)	Buen aislante			
----------------------------------	-----	---------------	--	--	--

Propiedades ópticas

Transparencia	(i)	Transparente			
---------------	-----	--------------	--	--	--

3.6 Propiedades de la resina epoxi

Propiedades generales

Densidad	ⓘ	1,11e3	-	1,4e3	kg/m ³
Precio	ⓘ	* 1,91	-	2,47	EUR/kg

Propiedades mecánicas

Modulo de Young	ⓘ	2,35	-	3,08	GPa
Límite elástico	ⓘ	36	-	71,7	MPa
Resistencia a tracción	ⓘ	45	-	89,6	MPa
Elongación	ⓘ	2	-	10	% strain
Dureza-Vickers	ⓘ	10,8	-	21,5	HV
Resistencia a fatiga para 10 ⁷ ciclos	ⓘ	* 22,1	-	35	MPa
Tenacidad a fractura	ⓘ	0,4	-	2,22	MPa.m ^{0.5}

Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	ⓘ	140	-	180	°C
¿Conductor térmico o aislante?	ⓘ	Buen aislante			
Conductividad térmica	ⓘ	0,18	-	0,5	W/m.°C
Calor específico	ⓘ	1,49e3	-	2e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	ⓘ	58	-	117	μstrain/°C

Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	ⓘ	Buen aislante			
----------------------------------	---	---------------	--	--	--

Propiedades ópticas

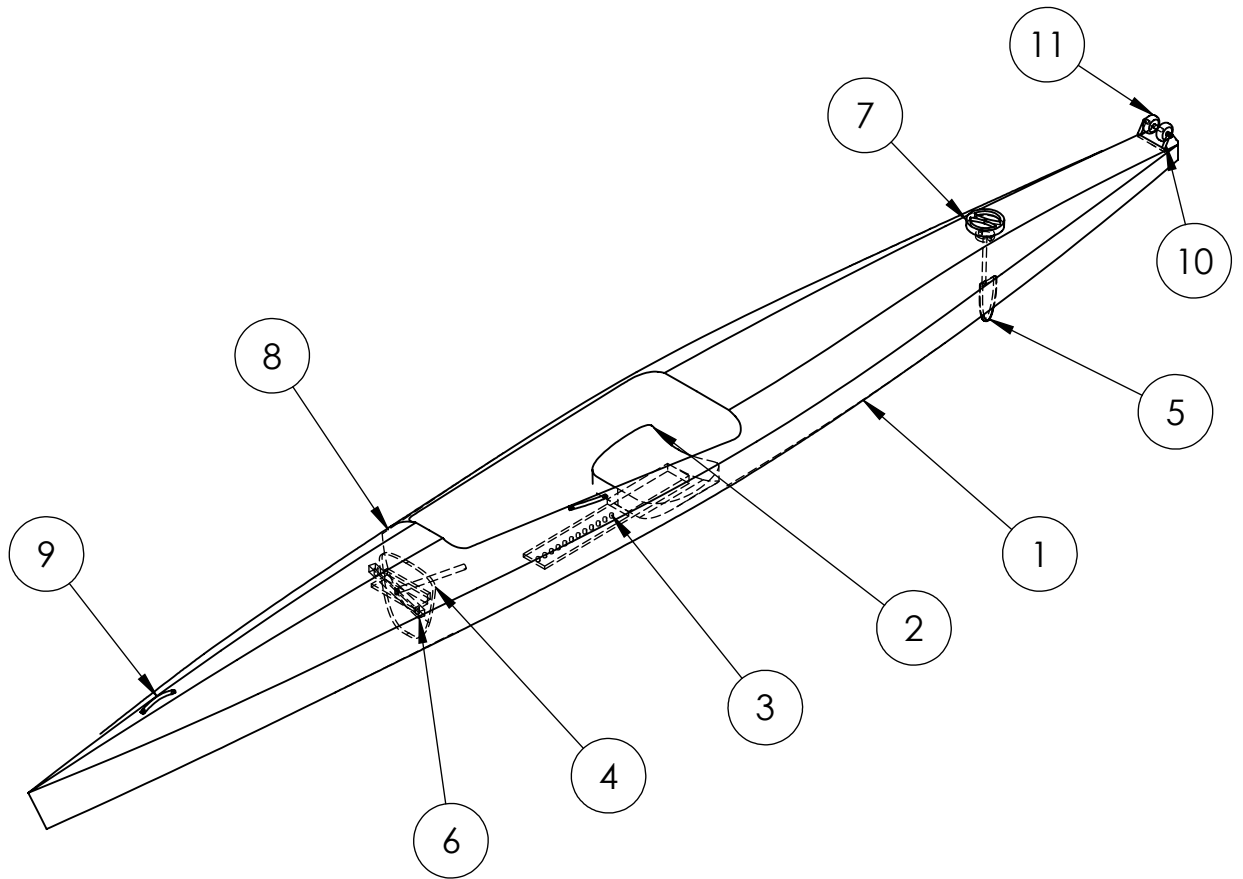
Transparencia	ⓘ	Transparente			
---------------	---	--------------	--	--	--

Anexo 4. Información de la tornillería

SB- PERNOS Y TUERCAS ESTRUCTURALES

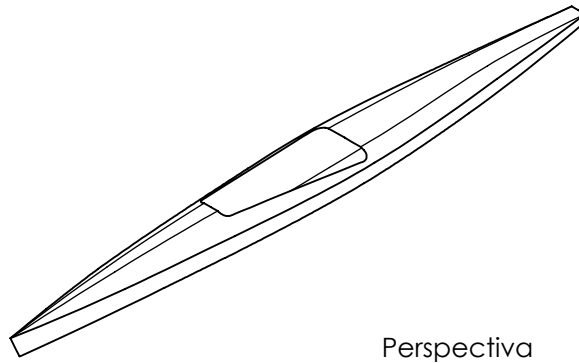
Tamaño de rosca d	l mm	Stahl 8.8 feuerverzinkt			
		ISO 4017 Rosca completa Art. N°	U/E	ISO 4014 Rosca parcial Art. N°	U/E
M16	85	0059 516 85	25/1	0059 416 85	25/1
	90	0059 516 90		0059 416 90	
	95			0059 416 95	
	100	0059 516 100		0059 416 100	
	105			0059 416 105	
	110	0059 516 110		0059 416 110	
	115			0059 416 115	
	120	0059 516 120		0059 416 120	
	125			0059 416 125	
	130	0059 516 130		0059 416 130	
	140			0059 416 140	
	150	0059 516 150		0059 416 150	
	160	0059 516 160		0059 416 160	
	170	0059 516 170		0059 416 170	
	180			0059 416 180	
	190	0059 516 190			
	200	0059 516 200			
220		0059 416 220			
240		0059 416 240			
M20	45	0059 520 45	25/1		25/1
	50	0059 520 50			
	55	0059 520 55			
	60	0059 520 60			
	65	0059 520 65		0059 420 65	
	70	0059 520 70		0059 420 70	
	75	0059 520 75		0059 420 75	
	80	0059 520 80		0059 420 80	
	85			0059 420 85	
	90	0059 520 90		0059 420 90	
	95			0059 420 95	
	100	0059 520 100		0059 420 100	
	110	0059 520 110		0059 420 110	
	120	0059 520 120		0059 420 120	
	130	0059 520 130		0059 420 130	
	140	0059 520 140		0059 420 140	
	150	0059 520 150		0059 420 150	
	160	0059 520 160		0059 420 160	
	170	0059 520 170		0059 420 170	
	180	0059 520 180		0059 420 180	
190	0059 520 190	0059 420 190			
200	0059 520 200	0059 420 200			
220		0059 420 220			
240	0059 520 240	10/1	0059 420 240	10/1	

Anexo 5. Planos

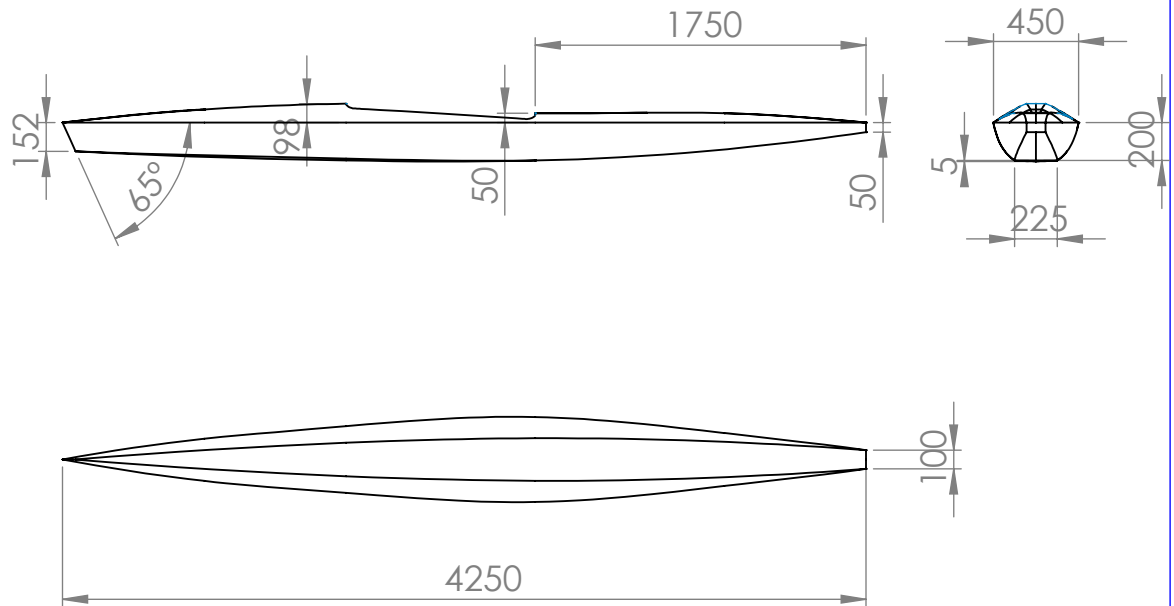
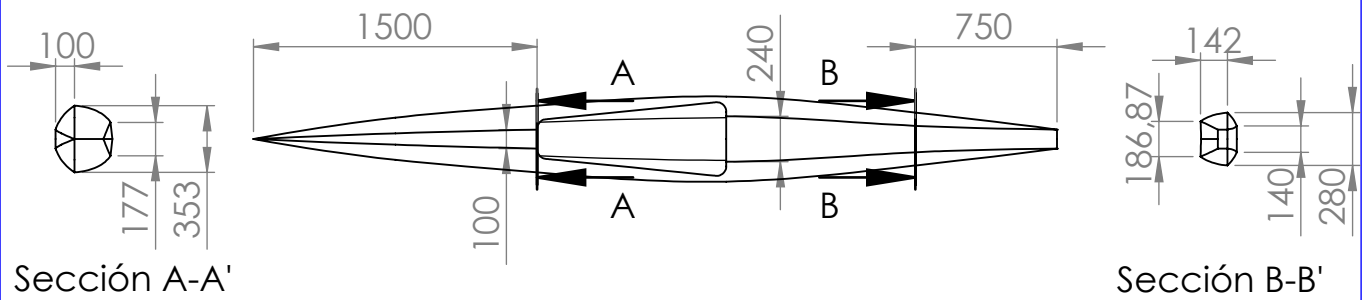


Número	Cant.	Código	Designación	Norma	Material
1	1	1	Kayak	-	Fibra de vidrio y resina de poliéster
2	1	2	Asiento	-	Fibra de vidrio y resina de poliéster
3	1	2.1	Tornillo del asiento	ISO 4014	Acero inoxidable
4	1	3	Reposapiés	-	Plástico ABS
5	1	4	Timón	-	Aluminio
6	1	4.1	Estructura del timón	-	Plástico ABS
7	1	4.2	Tapa del timón	-	Polietileno
8	2	4.3	Cable del timón	-	Acero inoxidable 316
9	2	5	Asa	-	Acero inoxidable
10	1	6	Estructura de las ruedas	-	Plástico ABS
11	1	7	Ruedas	-	Plástico ABS

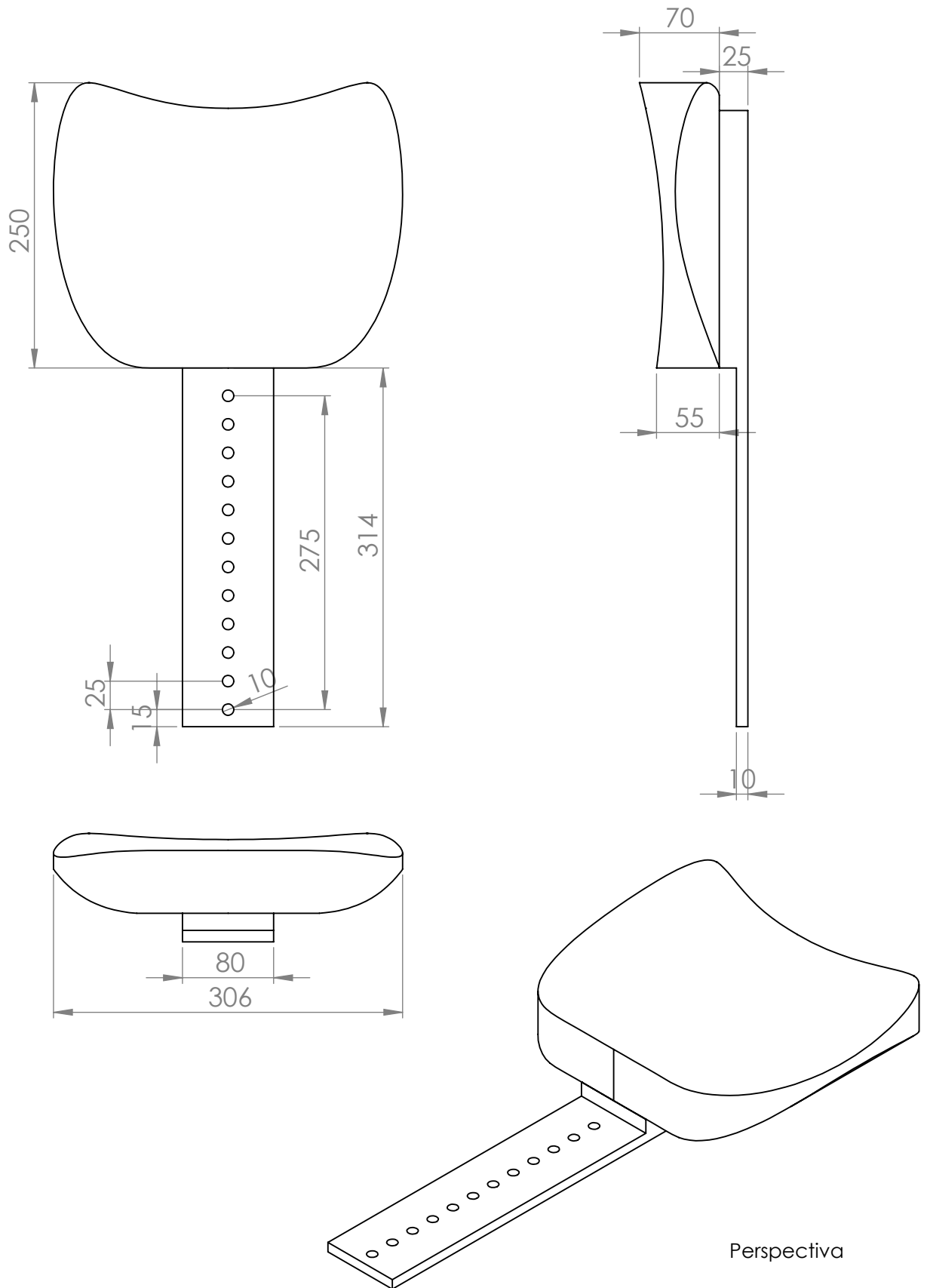
	Fecha	Nombre	Firmado	
Dibujado	25/06/19	Jose		
Comprobado	25/06/19	Jose		
Ids normas				
Escala	Ensamblaje Kayak			Nº: -
1:20				Sustituye a:
				Sustituido por:



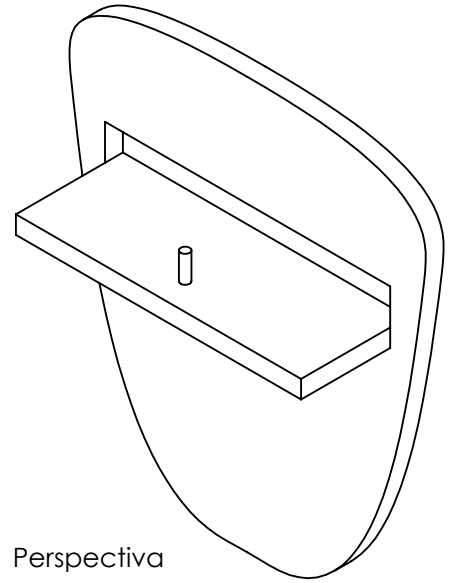
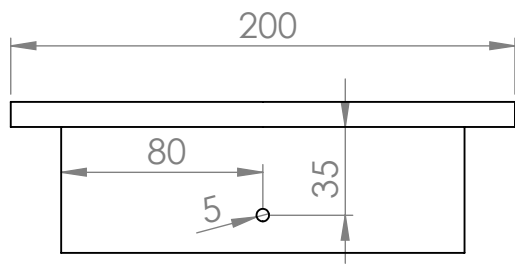
Perspectiva



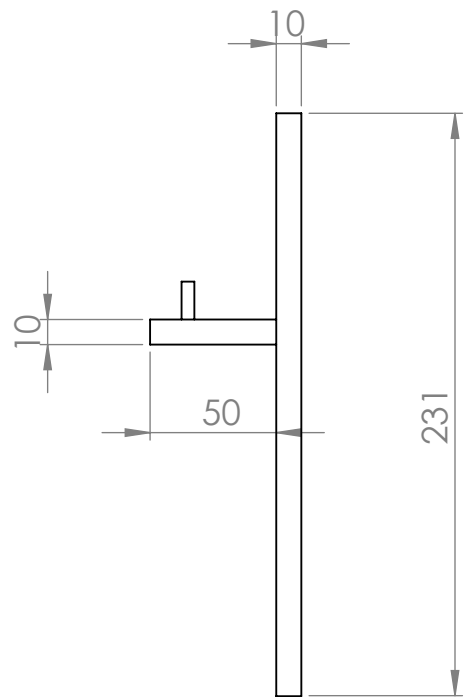
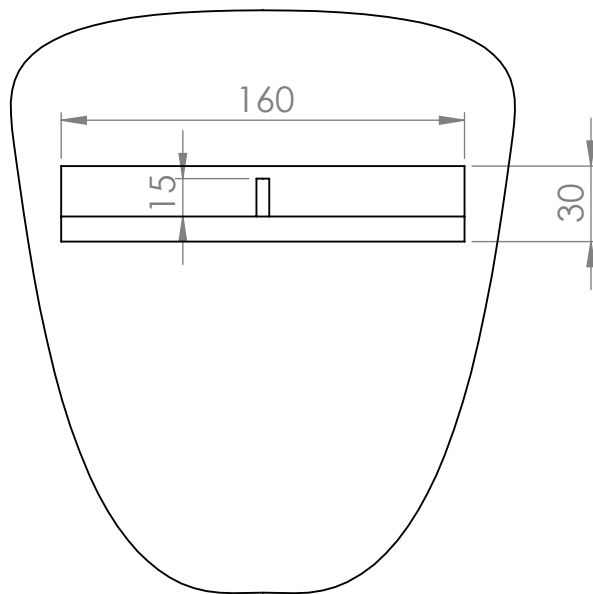
	Fecha	Nombre	Firmado	
Dibujado	25/06/19	Jose		
Comprobado	25/06/19	Jose		
Ids normas				
Escala	Título:			Nº: 1
1:40	Kayak			Sustituye a:
				Sustituido por:



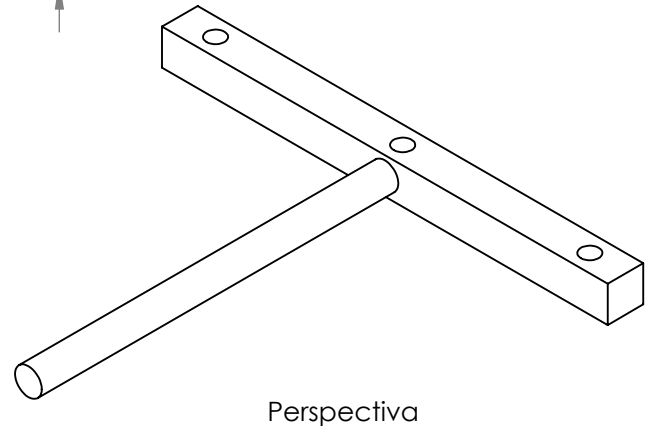
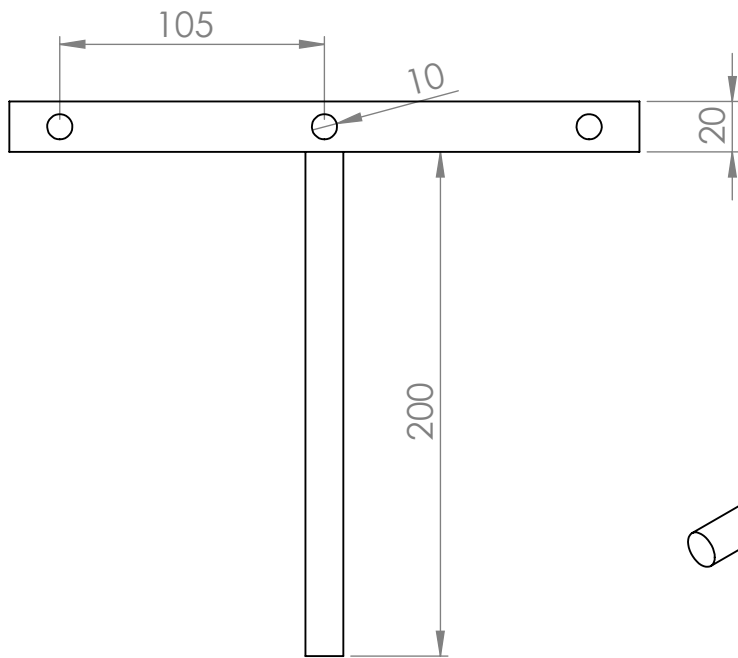
	Fecha	Nombre	Firmado	
Dibujado	25/06/19	Jose		
Comprobado	25/06/19	Jose		
Ids normas				
Escala	Asiento			Nº: 2
1:5				Sustituye a:
				Sustituido por:



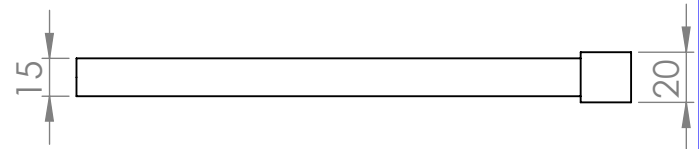
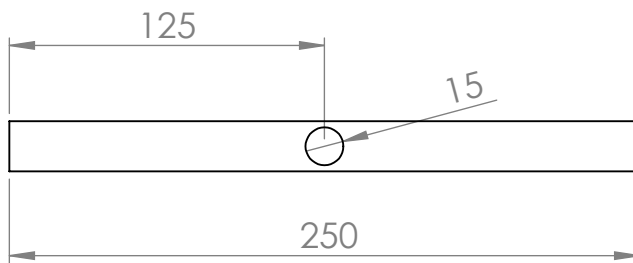
Perspectiva



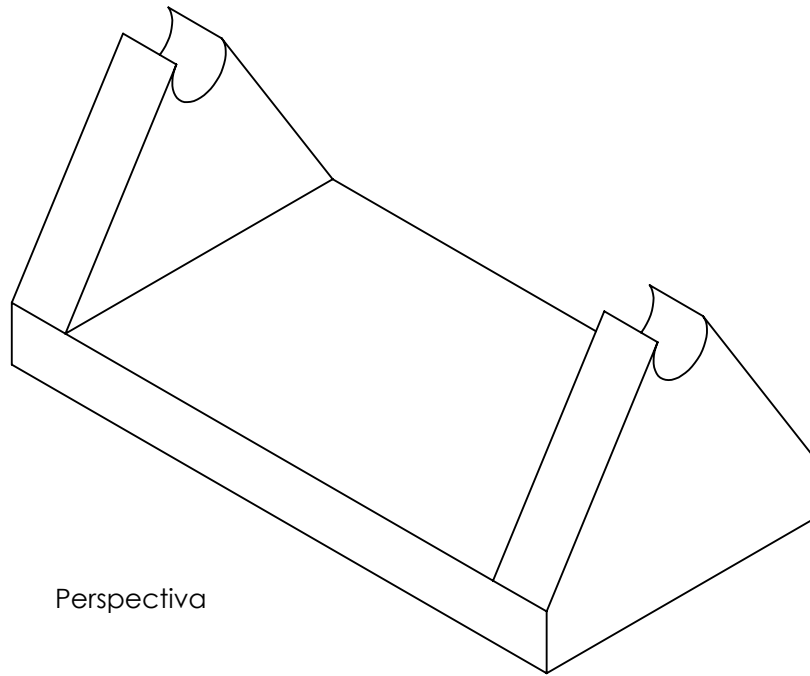
	Fecha	Nombre	Firmado	
Dibujado	25/06/19	Jose		
Comprobado	25/06/19	Jose		
Ids normas				
Escala	Reposapiés			Nº: 3
1:3				Sustituye a:
				Sustituido por:



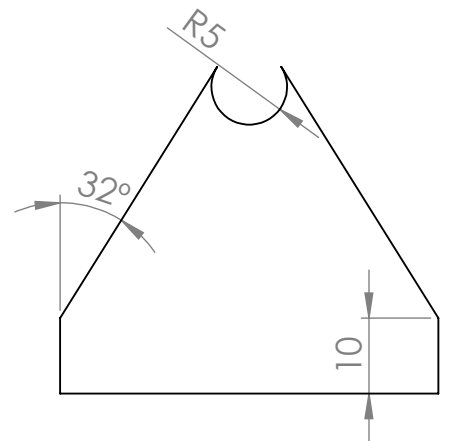
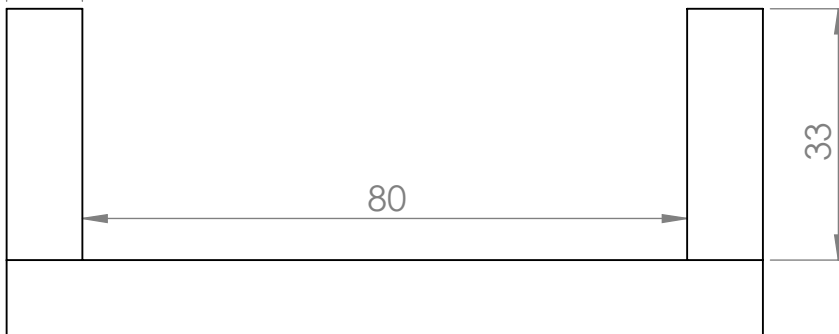
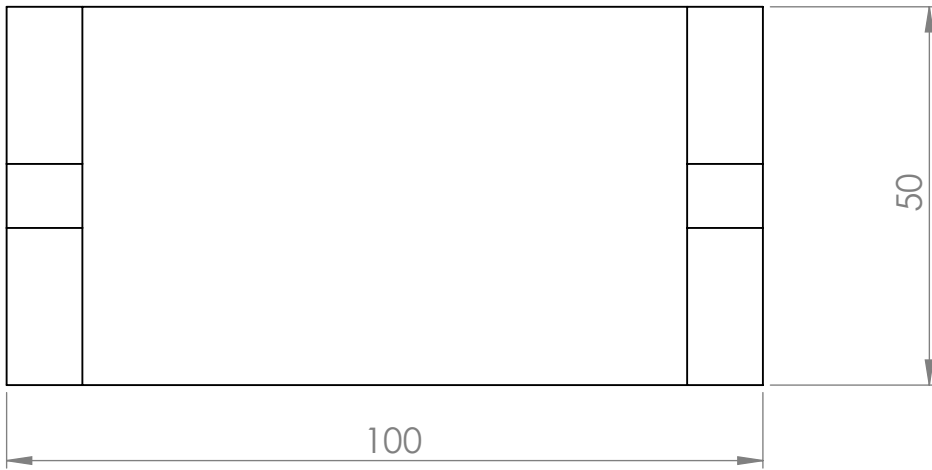
Perspectiva



	Fecha	Nombre	Firmado	
Dibujado	25/06/19	Jose		
Comprobado	25/06/19	Jose		
Ids normas				
Escala	Estructura del timón			Nº: 4.1
1:5				Sustituye a:
				Sustituido por:

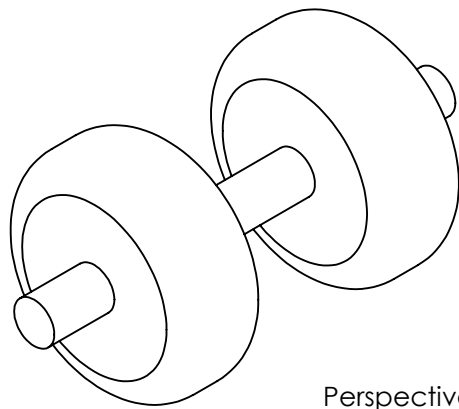


Perspectiva

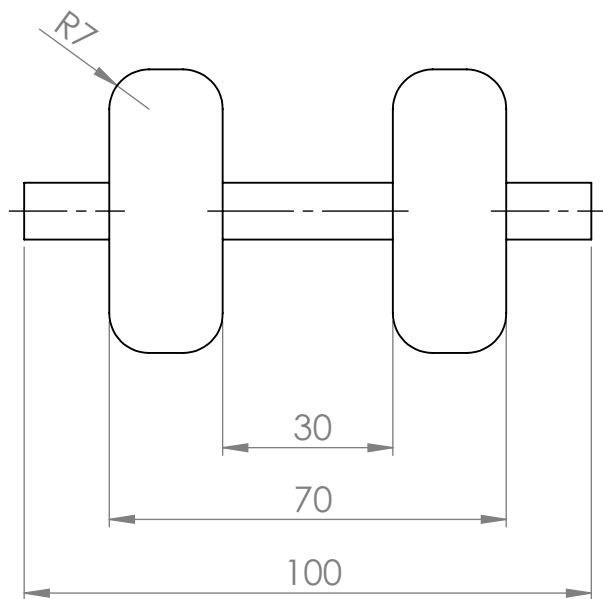
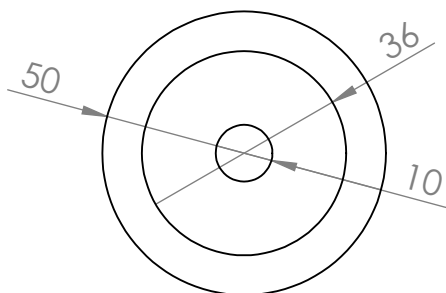


	Fecha	Nombre	Firmado
Dibujado	25/06/19	Jose	
Comprobado	25/06/19	Jose	
Ids normas			

Escala	Estructura de las ruedas	Nº: 6
1:1		Sustituye a:
		Sustituido por:



Perspectiva



	Fecha	Nombre	Firmado	
Dibujado	25/06/19	Jose		
Comprobado	25/06/19	Jose		
Ids normas				
Escala	Título:			Nº: 7
3:4	Ruedas			Sustituye a:
				Sustituido por: