



# DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño  
Facultad de Arquitectura, Diseño y  
Estudios Urbanos

Autor: Felipe Lorenzini Raty  
Profesor guía: Alberto González Ramos

**Enero 2021**  
**Santiago, Chile**

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
para optar al título profesional de Diseñador



# BAGUAL

Sistema de cruce de ríos autosuficiente





# BAGUAL

Sistema de cruce de ríos autosuficiente

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño  
Facultad de Arquitectura, Diseño y  
Estudios Urbanos

Autor: Felipe Lorenzini Raty  
Profesor guía: Alberto González Ramos

**Enero 2021**  
**Santiago, Chile**

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
para optar al título profesional de Diseñador

Proyecto dedicado a Jeannine, André, el  
balseiro don Perejil y don Millatureo, el  
“pasador de ríos”.

Agradecimientos especiales a mi familia  
por el apoyo y a mis amigos Mati, Bruno  
y Pantoja por ser parte fundamental de  
este proyecto y de sus orígenes.

## Motivación personal

Yo nací y me crié en la capital—y me considero un Santiaguino de “tomo y lomo”. Sin embargo, los orígenes de mi familia materna se encuentran arraigados en la región de Aysén. Mis abuelos junto a sus familiares llegaron jóvenes a la localidad de Chile Chico, donde nació y se crió mi madre junto a todos mis tíos, muchos de los que aún se encuentran en la región. Permutando entre Chile Chico y Entrada Baker, la vida era autosuficiente, aislada y sacrificada, y la cotidianidad se vivía como una constante aventura, donde el esfuerzo y el ingenio eran las herramientas más confiables.

Uno de los desafíos que continuamente debían enfrentar las familias en esta localidad era cruzar el Río Jeinimeni, que dividía la frontera entre Chile y Argentina. Paso clave para llegar a Los Antiguos, el pueblo hermano argentino de Chile Chico, donde se abastecían de provisiones y bencina. Además este cruce era la conexión con el resto de Chile, dado que en esos tiempos todavía no existía la Carretera Austral. En la orilla vivía don Millatureo, el “pasador de ríos”. Al llegar al cruce uno hacía cambio de luces y aparecía don Millatureo sobre su caballo. Aunque el fondo del río está en constante cambio, Millatureo lo conocía muy bien, y guiaba a los vehículos a través de los lugares más seguros. Muchas veces el río estaba crecido y esta ayuda no era suficiente. Los camiones o camionetas que se quedaban atrapados en el fondo debían esperar a que el “pasador de ríos” se acercara con su caballo, para recoger a los pasajeros. Mi madre siempre recuerda una ocasión en que mi abuelo la tuvo que entregar desde un auto semi hundido a los brazos del jinete y su caballo.

Crecí escuchando estas historias y explorando la tierra que las presencié. Este proyecto en parte significa volver a los orígenes de mi familia, a fin de descubrir, y visibilizar, esta realidad tan distinta a lo que vivimos en la capital. Una realidad que se mantiene en la sombra de los medios de comunicación e información, pero que continúa viva y encarnada en los esforzados pobladores de estas tierras inhóspitas.



*Figura 1: Mi abuelo junto a familiares de mi abuela remolcando una camioneta estancada en el delta del Río Jeinimeni, Chile Chico.*



*Figura 2: Balsero del Baker transportando ganado en una balsa de ciprés. Región de Aysén.*

“[el río] es una barrera natural que por años nuestros pobladores han sorteado arriesgando sus vidas, para salir con sus productos y regresar a sus campos”

*Patricio Ulloa, Alcalde de Cochrane*

## Introducción

Debido a sus características geográficas y meteorológicas, las tres regiones más australes de Chile presentan una abundante cantidad de ríos de gran envergadura, que cruzan y dividen el territorio terrestre. Esto implica un gran desafío de conectividad para el país, ya que, aunque estos cauces recorren cuencas que facilitan la construcción de caminos, también suponen una barrera natural para aquellos que deben cruzarlo y que se encuentran en la ladera opuesta de estas rutas. De esta forma, una gran cantidad de comunidades repartidas en estas cuencas se encuentran, en consecuencia, en estados críticos de aislamiento. Este incide directamente en la cotidianidad y bienestar de quienes habitan, trabajan, y transitan estas tierras. Se generan dificultades que van desde ir a comprar insumos básicos, hasta asistir a un establecimiento de salud frente a una enfermedad o emergencia. Para estas comunidades, solo la posibilidad de cruzar un río significa la integración a la red vial. Sin embargo, el transporte acuático es notoriamente más complejo y costoso que el terrestre, y requiere de un presupuesto operacional muy elevado. Esto provoca que sean pocos los lugares estratégicos que cuentan con este tipo de servicios (barcazas y puentes), donde se genera un importante esfuerzo fiscal.

Este proyecto explora y propone una nueva opción de cruce fluvial, de una escala reducida y menor costo, buscando una mejor solución a las necesidades de los habitantes de zonas aisladas por motivo fluvial. Se

propondrá un método que pueda satisfacer la mayor cantidad de puntos geográficos en aislamiento crítico, combatiendo un mapa de conectividad desigual y el alto impacto que esta provoca en el desarrollo de su población afectada.

**Palabras clave:** Conectividad, zona aislada, cruces fluviales, balsas.



Figura 3: Cruce acceso a Huentemó, 70 habitantes, Chiloé (2019).

		Página						
<b>1</b> <b>Levantamiento de información</b>	<b>1.1</b>	Macrozona Sur, aislamiento rural	10	<b>4</b> <b>Consideraciones de diseño</b>	<b>Sabiduría Local</b>			
	<b>1.2</b>	Localización de entidades en estado crítico de aislamiento	12		<b>4.1</b>	Plataforma rectangular plana	40	
	<b>1.3</b>	Fragmentación por cuerpos de agua	13		<b>4.2</b>	Objetos flotantes independientes	41	
	<b>1.4</b>	La estrecha relación entre ríos y caminos	16		<b>4.3</b>	Fuerza corporal	42	
	<b>1.5</b>	Complejidad de los ríos de gran embergadura	18		<b>Antecedentes y Referentes</b>			
	<b>1.6</b>	Balsas de río	20		<b>4.4</b>	Antecedentes	44	
	<b>1.7</b>	Perpetuación de la balsa	23		<b>4.5</b>	Referentes	46	
	<b>1.8</b>	Fragmentación del territorio y poblacional	25		<b>5</b> <b>Proceso inicial de diseño</b>	<b>5.1</b>	Mapa de interacciones	48
	<b>1.9</b>	Oportunidad de diseño	27			<b>5.2</b>	Supuestos	49
	<b>2</b> <b>Formulación del proyecto</b>	<b>2.1</b>	Qué, Por qué y Para qué			29	<b>5.3</b>	Geometría de cruce
<b>2.2</b>		Objetivos del proyecto	30	<b>5.4</b>		Irregularidad de la corriente	52	
<b>2.3</b>		Usuario	31	<b>5.5</b>		Propuestas divergentes	53	
<b>2.4</b>		Contexto	32	<b>5.6</b>		Nuevos alcances de diseño	57	
<b>3</b> <b>Interacciones Críticas</b>	<b>3.1</b>	Seguridad	34	<b>6</b> <b>Pilares de investigación</b>		<b>Sistema de ascendedores</b>		
	<b>3.2</b>	Movimiento de carga	35			<b>6.1</b>	Jalar vs avanzar	59
	<b>3.3</b>	Fallas	36			<b>6.2</b>	Funcionamiento	61
	<b>3.4</b>	Flujo de cruce	36			<b>6.3</b>	Ciclo de movimiento	63
	<b>3.5</b>	Dinámicas del río	37		<b>6.4</b>	Prototipo 1	64	
					<b>Flotador móvil</b>			
					<b>6.5</b>	Disposición y forma	65	
					<b>6.6</b>	Análisis CFD	66	
					<b>6.7</b>	Turbina	68	
					<b>6.8</b>	Prototipo 2	69	
			<b>6.9</b>	Flotabilidad	70			
			<b>6.10</b>	Prototipo 3	72			
			<b>6.11</b>	Fabricación	74			
			<b>6.12</b>	Prototipo 4	76			
			<b>Banco de inercia</b>					



# 7

## Propuesta de Diseño

<b>7.1</b>	Definición de la propuesta	80
<b>La balsa</b>		
<b>7.2</b>	Componentes	82
<b>7.3</b>	Funcionamiento	83
<b>7.4</b>	Control del usuario	84
<b>El tensor</b>		
<b>7.5</b>	Geometría de cruce	85
<b>7.6</b>	Anclaje	86
<b>7.7</b>	Movimiento del tensor	87
<b>Banco de inercia</b>		
<b>7.8</b>	Caracter optativo	88
<b>7.9</b>	Oportunidad	88
<b>7.10</b>	Funcionamiento	88
<b>7.11</b>	Flujo de carga	88
<b>7.12</b>	Resumen de la propuesta	90

# 8

## Diseño enfocado en el usuario

<b>8.1</b>	Componentes	93
<b>8.2</b>	Los balseros	95
<b>8.3</b>	Señalética	96

# 9

## Prototipo Final

<b>9.1</b>	Modelo Funcional	101
<b>9.2</b>	Fabricación	102
<b>9.3</b>	Componentes principales	106
<b>9.4</b>	Testeo	107
<b>9.5</b>	Rediseño	109
<b>9.6</b>	Consideraciones finales	110

# 10

## Identidad, implementación y proyecciones

<b>10.1</b>	Imagotipo	112
<b>10.2</b>	Colores y fondo	113
<b>10.3</b>	Costos de materiales	114
<b>10.4</b>	Costos de fabricación	115
<b>10.5</b>	Ventajas comparativas	116
<b>10.6</b>	Asociación	117
<b>10.7</b>	Modelo Canvas	118
<b>10.8</b>	Proyecciones	119
<b>10.9</b>	Cumplimiento de objetivos específicos	120
<b>10.10</b>	Conclusiones	121
<b>10.11</b>	Bibliografía	123

# 1

## Levantamiento de información

- 1.1 Macrozona Sur, aislamiento rural
- 1.2 Localización de entidades en estado crítico de aislamiento
- 1.3 Fragmentación por cuerpos de agua
- 1.4 La estrecha relación entre ríos y caminos
- 1.5 Complejidad de los ríos de gran embergadura
- 1.6 Balsas de río
- 1.7 Perpetuación de la balsa
- 1.8 Fragmentación del territorio y poblacional
- 1.9 Oportunidad de diseño

## 1.1 Macrozona Sur

### Aislamiento rural

Dentro del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, se encuentra la División de Transporte Público Regional (DTPR). Además de otras labores, esta se encarga de otorgar los subsidios de servicios de transporte de zonas aisladas, que actualmente benefician a más de 772.000 personas (DTPR, 2020a). Dichos subsidios financian la operación de 1.027 servicios a lo largo de todo el país, en los modos terrestre, marítimo, fluvial, aéreo y lacustre (DTPR, 2020b). No obstante, es importante estudiar las diferencias de cada región en cuanto a población, gasto y carácter de sus servicios.

El estudio de *Identificación de Localidades en Condiciones de Aislamiento*, realizado por la División de Políticas y Estudios junto al Departamento de Estudios y Evaluación, denota que la Macrozona Sur, compuesta por la Región de Los Lagos, la Región de Aysén y La Región de Magallanes y la Antártica Chilena, es aquella con mayor presencia de localidades aisladas. Una localidad aislada es por definición:

“un punto en el espacio, habitado por menos de 3.000 habitantes, que cuenta con bajos niveles de integración (acceso a bienes y servicios del estado y de privados), con dificultades de acceso, y que por consecuencia de lo anterior, se encuentra en una situación de desventaja y desigualdad social respecto del desarrollo del país”.

*(División de Políticas y Estudios & Departamento de Estudios y Evaluación, 2012)*



**772.000 personas**

Reciben subsidios de transporte en zonas aisladas  
*(División de Transporte Público Regional, 2020)*

**Macrozona Sur**

Zona con mayor índice de aislamiento del país  
*(Departamento de Estudios y Evaluación, 2012)*

Dado los elevados índices de aislamiento de la Macrozona Sur respecto del resto del país, el presupuesto de los subsidios ejecutados para transporte de zonas aisladas está concentrado en esta zona.

Solo en el pasado año 2019 fueron \$12.807 millones los dispuestos para el transporte en zonas aisladas de estas tres regiones, lo que representó el 63,8% del presupuesto total de estos servicios para todo Chile (MTT, 2020). Este elevado porcentaje no se explica por la cantidad de población beneficiada, que, aunque alcanza la importante cifra 191.000 personas, solo representa el 27,6% de la población total subsidiada (MTT, 2020).

Pese a tener el mayor apoyo presupuestario, las diferencias de conectividad a lo largo de Chile siguen siendo abrumadoras. Estas impactan ampliamente en

el desarrollo de las zonas aisladas, incluyendo áreas como salud y educación. A modo de ilustración, un estudiante de la Región de Aysén se demora en promedio 15 veces más al establecimiento de educación media más cercano que un estudiante de la Región Metropolitana (figura 4).

Dentro del mapa de conectividad y especialmente dentro de la Macrozona Sur, existen zonas puntualmente complejas, donde el acceso a la red vial está interrumpido o es inexistente. Aunque en general se trata de pequeñas comunidades, son en conjunto, una suma poblacional importante. Conectar estas zonas es clave para avanzar hacia una integración de los pobladores y una menor desigualdad. En total, las tres regiones de la Macrozona Sur cuentan con 448 entidades rurales en estado de aislamiento crítico y 553 en estado de aislamiento alto (DTPR, 2016b).

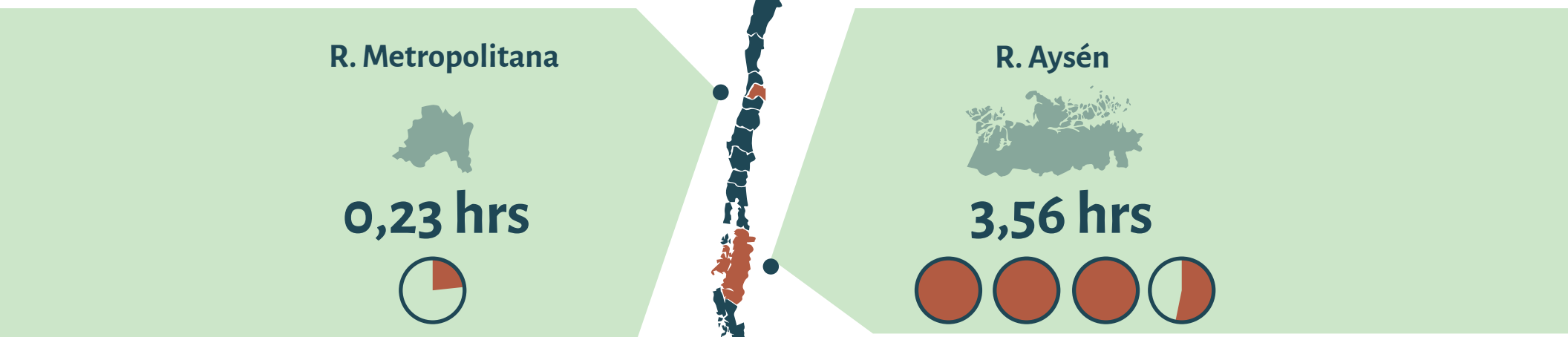


Figura 4: Tiempo promedio al establecimiento de educación media más cercano por región.

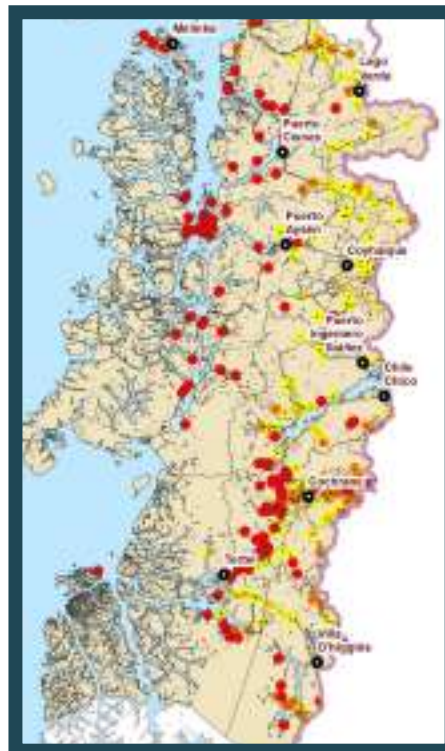
## 1.2 Localización de entidades en estado crítico de aislamiento



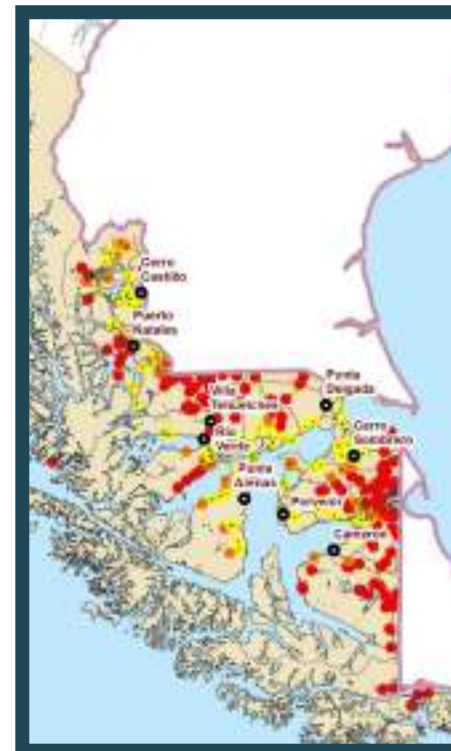
Figura 5, 6 y 7: Grado de aislamiento por entidad rural (DTPR, 2016)



Región de Los Lagos



Región de Aysén



Región de Magallanes





Un ejemplo del alto costo del transporte acuático fue la construcción de una barcaza con capacidad de 4 vehículos para el Lago O'Higgins en la región de Aysén, la cual tuvo un costo de \$1.758 millones. Este sobrepasa

con creces el gasto anual del 2019 para la totalidad de las cuatro regiones más norteñas de nuestro país en materia de subsidios de transporte de zonas aisladas.

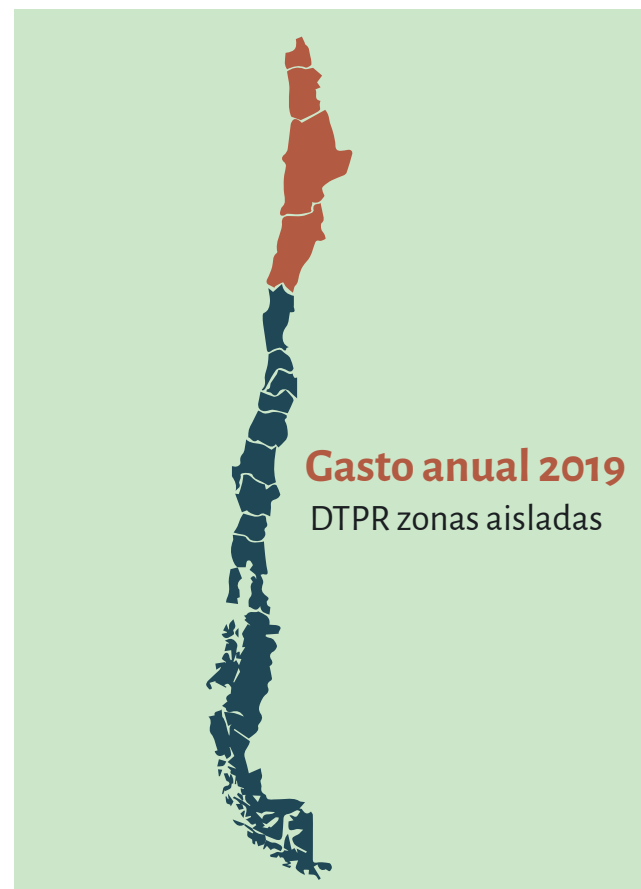
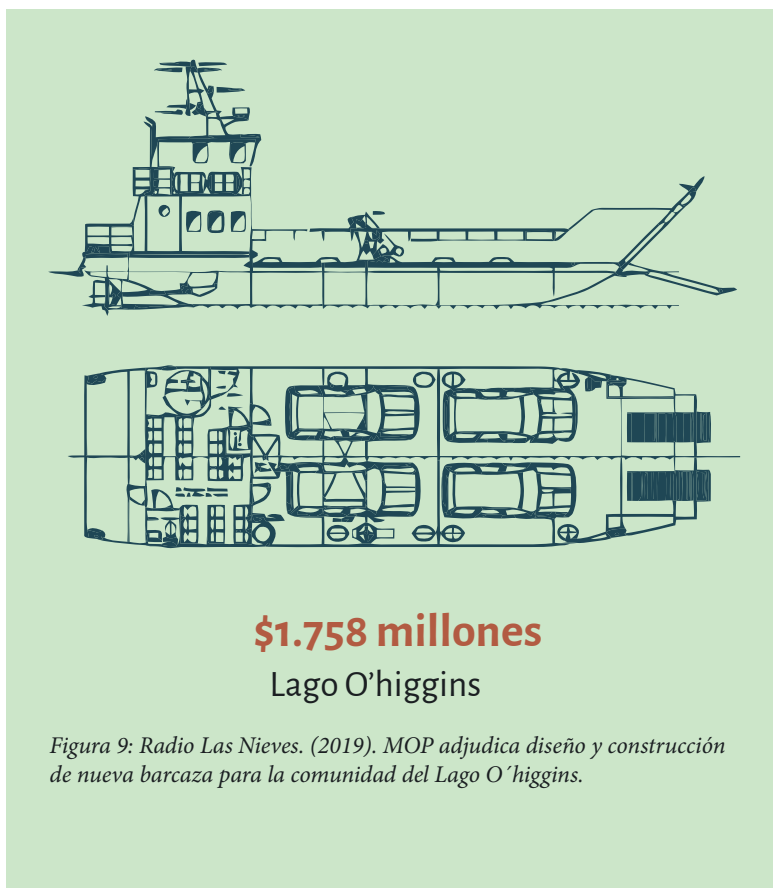
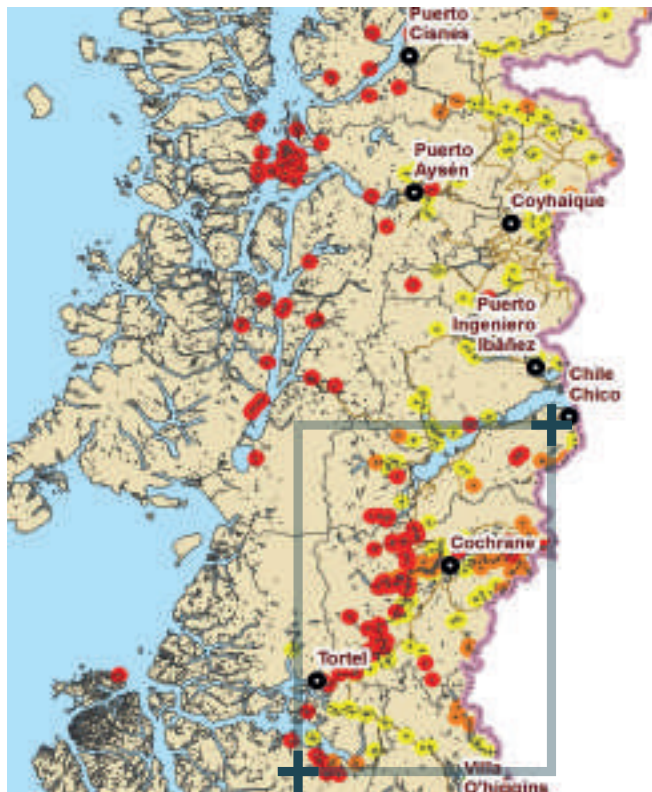


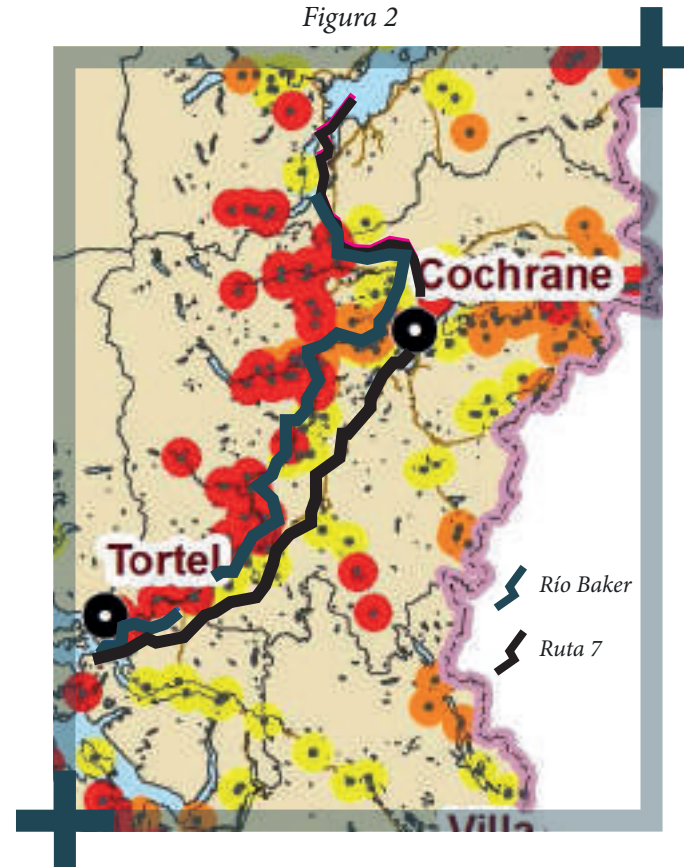


Figura 10 y 11: DTPR. (2016). Análisis aislamiento Región de Aysén.  
Grado de aislamiento por entidad rural



Como muestra el mapa de Grado de aislamiento por entidad rural de la Región de Aysén (figura 10), una buena parte de las localidades de aislamiento crítico se encuentran anexas a grandes cuerpos de agua, muchas de ellas repartidas en los fiordos, quedando aisladas por largas distancias marítimas. Caso que se repite en sus dos regiones aledañas. Sin embargo, existe una gran cantidad de casos de aislamiento crítico y alto, en sectores que no parecen tener grandes masas de agua cerca.

Figura 2



Como muestra la figura 11, hay una gran acumulación de puntos críticos entre la ciudad de Tortel y Cochrané, sorprendentemente cerca de donde pasa la vía más importante de la región, la Ruta 7. Solo este tramo presenta más de 48 localidades en estado crítico de aislamiento. La explicación yace en el Río Baker, que avanza de forma contigua y paralela a la carretera, dejando gran parte de la ribera oeste del río aislada debido a su gran tamaño.



## 1.4 La estrecha relación entre ríos y caminos

Figura 12, Carretera austral bordeando el Río Murta.



“Los ríos se encausan por debilidades estructurales o fallas, que luego van labrando y nivelando, así los caminos aprovechan estas partes donde el trabajo ya está hecho”

*Entrevista Esteban Sagredo, Doctor en Geología de la Universidad de Cincinnati*

Tal como en el caso del Río Baker, los caminos y los ríos conviven constantemente a lo largo de toda la Macrozona Sur. Esto se debe a que tanto los cauces como las rutas viales hacen uso de las cuencas montañosas. Por un lado, los ríos confluyen de forma natural hacia estas “líneas” de baja altura, y son estos mismos los que las nivelan y marcan a través de la erosión. Por otra parte, dentro de estas regiones de geografía abrupta, estas cuencas se muestran como oportunidades para construir caminos de menor esfuerzo y bajo costo. De esta forma es común que las diferentes rutas vayan acompañadas por cauces de agua.

Los caminos son los que definen el territorio

aprovechable por las personas, sobre todo en estas regiones montañosas, donde los habitantes tienden a poblar lugares estrechamente contiguos a las carreteras. Es aquí donde la presencia de los ríos se vuelve crítica; por un lado, facilitan el trazado de rutas viales, pero al mismo tiempo limitan el uso del terreno a solo una ladera de la cuenca. Sin embargo, los pobladores muchas veces se han visto obligados a habitar sectores de la orilla opuesta, ya que las tierras realmente aprovechables escasean debido al carácter indómito y geografía abrupta de la patagonia, además de ser terrenos mucho más económicos dada la inexistencia de conectividad terrestre.

Con motivo de verificar la relación existente entre los caminos y los ríos, se realizó para este proyecto un estudio estimado de la icónica Carretera Austral o Ruta 7. Este consistió en el análisis de imágenes satelitales para contabilizar el trazado de los kilómetros en que la ruta orillaba distintos cuerpos de agua. Los resultados obtuvieron que el 58,3% de la distancia recorrida por la Carretera Austral está acompañada por ríos, equivalente a 539,7 km.

Al momento de definir los parámetros del estudio, se definieron dos clasificaciones para los ríos; aquellos que tienen un ancho estimado menor a 40 metros y aquellos que tienen un ancho mayor a 40 metros (calculados del límite entre orilla a orilla). Esto debido a que la factibilidad de cruzar los ríos y disponer de mecanismos de conectividad fluvial depende de forma directa de la envergadura de estos cauces. Resultó que más de la mitad de estos tienen un ancho crítico superior a los 40 metros de distancia.

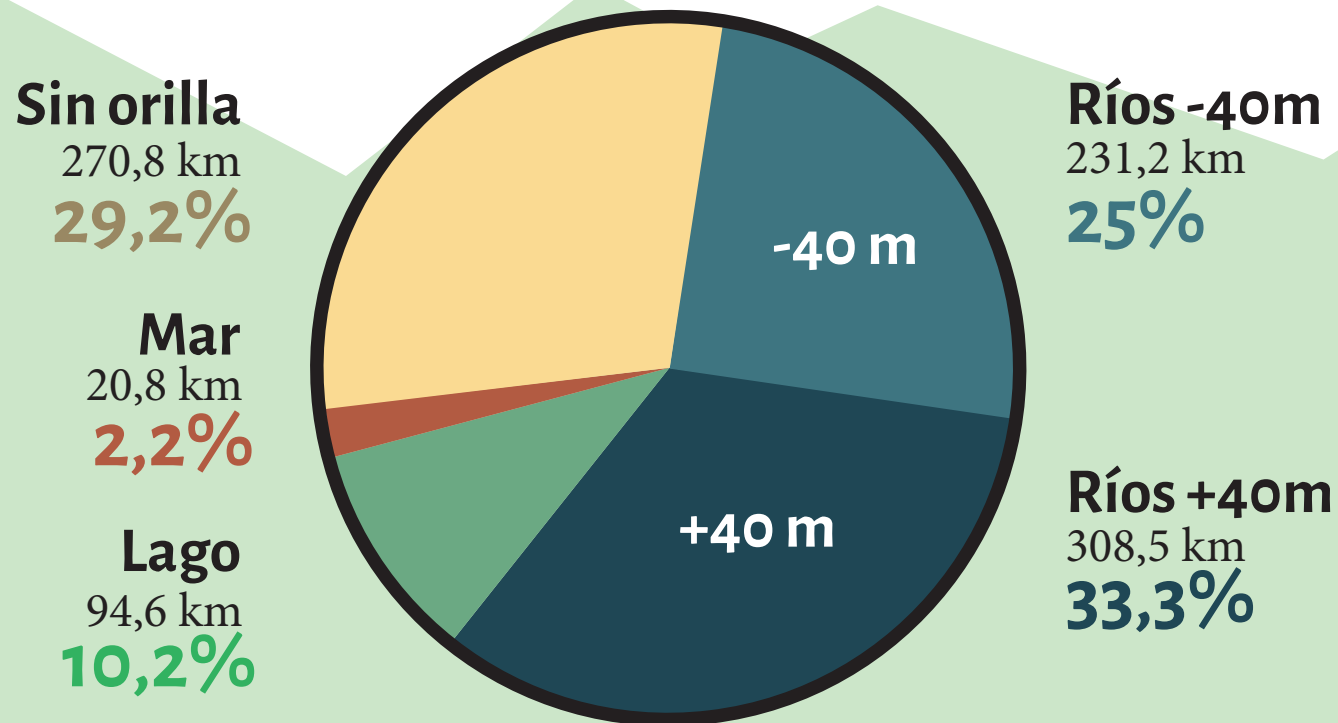


Figura 13: Tramos Puerto Montt - Tortel (926 km). En el estudio se considera orilla un rango de 1km entre el camino y el cuerpo de agua. Grado de error representado por la diferencia entre la suma de las categorías y el total, igual a 40 km. Fuente: elaboración propia.

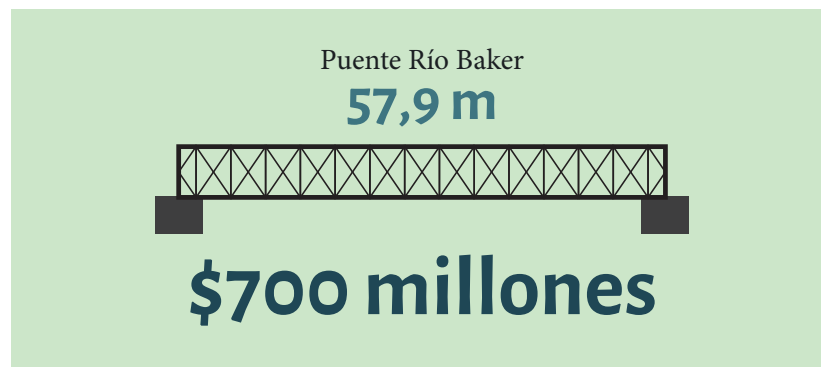
## 1.5 Complejidad de los ríos de gran envergadura

La presencia de ríos de gran envergadura en la Macrozona Sur complejiza la conectividad comparado con cauces más pequeños, dado que el costo de los sistemas empleados para cruzar, es muy sensibles a las distancias que debe trazar. Además, la morfología de las cuencas de estos ríos suele ser más amplia debido a las grandes crecidas y bajadas de su caudal, a diferencia de otros cauces que recorren quebradas más definidas, las cuales facilitan la estructura de los diversos métodos de cruce.

Un ejemplo es el de los carritos de río o tarabitas, que, aunque son muy comunes dentro de la Macrozona Central, Mauricio Quercia (2020) señala que “difícilmente se ven en las zonas más australes, ya que no son estructuras aptas para recorrer largas distancias y transportar peso”. Además, estos sistemas son peligrosos, dependiendo solo de un cable para sostener

todo el mecanismo. Es por esto que la instalación de la estructura que sostiene este tensor es lo más costoso de este sistema de cruce, el cual depende directamente de la distancia a la que se encuentran las estructuras. Para un carrito de río inaugurado el 2019 en Longaví, esta tuvo un costo de \$7 millones (Linaresenlinea, 2019).

De la misma forma, el ancho de estos ríos aqueja de forma directa a los puentes. Estos, aunque son la solución más completa, entregando libertad de tránsito, movimiento de carga e independencia de otros servicios externos, se vuelven exponencialmente costosos a medida que aumenta su tamaño. Por ejemplo, si tomamos dos puentes, el del Río Baker y el del Río Polux, (ambos dentro de la Región de Aysén y de tipo mecánico), tenemos que el primero casi cuadruplicó el costo del segundo, teniendo poco más del doble de su tamaño. (Radio Las Nieves, 2019).





Puente Río Baker

Inagurado a fines del año 2019



## 1.6 Balsas de río

Pese a la dificultad derivada del tamaño de los ríos, estos en general son navegables, como el Río Mañihuales, Murta, Frío, Baker, Pascua, Petrohue, Verde, Palena, Grey entre otros. De esta forma la solución que ha entregado el Estado, al imposibilitarse la construcción de un puente, son una variedad de tipos de barcazas y balsas, habilitadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y operadas por Dirección de Vialidad. Actualmente, existen 29 servicios subsidiados de balsas de río, ubicadas desde la Región del Maule a la Región de Magallanes. Dado que los ríos pueden ser muy caudalosos y que los puntos de conexión están establecidos, estas balsas hacen uso de grandes piolas metálicas que establecen y dirigen su recorrido, además de ser una importante garantía de seguridad. Las balsas de río son variadas y cuentan con múltiples diferencias en cuanto a su estructura y propulsión.

Estas características están determinadas según el lugar donde es implementada la balsa, aunque muchas veces se adaptan mecanismos preexistentes a sectores de diversa índole, buscando entregar rápidamente una solución a la conectividad.



Figura 14: Balsa Caracoles Lonquimay, *Carinao G. (2017). Cruzando el Bio-Bio.*

## Tipos de balsas de río

Bajo el principio común de ser un objeto flotante que se mueve a través de un tensor que determina su recorrido, las balsas de río usan variados tipos de mecanismos para su propulsión, donde la mayoría funciona con motores petroleros que traccionan el cable para avanzar. Otros usan hélices para su traslación. Interesantes son el caso de la balsa de Río Blanco y Río Baker en la región de Aysén (imagen 1 y 2), que hacen uso de la corriente para desplazarse de orilla a orilla. Otros sistemas mantienen métodos bastante primitivos hasta la actualidad, como la balsa de Callaqui en la Región de Biobío, donde el personal encargado se preocupa de mover la estructura de forma absolutamente manual, solo contando con un par de guantes para proteger sus manos de la tracción del cable (imagen 4).

## Dependencia del servicio

Sin importar el tipo de embarcación, todas cuentan con uno, dos o hasta tres funcionarios del MOP a cargo, de los cuales depende el funcionamiento del servicio. Por esta misma razón, los horarios de tránsito son establecidos, y limitan el movimiento de sus habitantes a acotados periodos de tiempo, generando complicaciones logísticas, dependencia de los pobladores y complejos cuadros de emergencia frente a eventualidades fuera del periodo de funcionamiento del servicio.

## Costo

Pese a ser una solución más económica que la construcción de un puente (cuando los ríos son de gran embergadura), siguen siendo sistemas caros, no solo en su construcción e instalación, sino también en su costo operacional y constante mantenimiento. Por esto, los balseos se instalan en lugares puntuales y urgentes, donde la población afectada es mayor, para así justificar la inversión.

## Fallas

Sumado al elevado costo operacional y de mantenimiento, estos servicios presentan una gran cantidad de fallas técnicas, las cuales pueden ser provocadas por rupturas de piezas del mecanismo, o también por eventos naturales como temporales y grandes subidas y bajadas de río. Un ejemplo concreto es la balsa del sector El Malito (imagen 3), en la Región de los Lagos, donde el pasado 19 de mayo del 2020 presentó un nuevo desperfecto, dejando a más de 30 familias completamente aisladas. “Más de la mitad de las veces está con millonarias fallas, costando al Estado una interminable hoja de mantenciones por el evidente desgaste constante de las piezas móviles del aparato” declaró TVD PATAGONIA (2020), una de las organizaciones de la prensa provincial local.



**1**

*Balsa Río Baker, propulsada por el río más caudaloso de Chile, comuna de Cochrane, XI Región.*



**3**

*Balsa del sector El Malito, provincia de Palena, X región.*

**2**

*Balsa El Blanco, moviendo un furgón con ganado en las cercanías de Puerto Aysén, XI Región*



**4**

*Balsa Callaqui, de propulsión manual, con capacidad para dos vehículos clase B.*

## 1.7 Perpetuación de la balsa

Pese a tener grandes desventajas y funcionar de manera intermitente, los balseos han sido puntos vitales para generar conectividad en sectores de difícil acceso, por lo que estos servicios han perdurado en el tiempo, postergando durante muchos años e incluso décadas las construcciones de puentes. No obstante, los mecanismos usados para las balsas no se han modernizado con el paso del tiempo, y más allá de diferencias en cuanto a estructura o materialidad, el concepto se ha mantenido primitivo hasta la actualidad. En parte esto se debe a la figura del balseo, que mantiene las costumbres y se preocupa de facilitar el funcionamiento del dispositivo. De esta forma, y frente a la falta de opciones, la balsa se ha vuelto parte

de la cotidianidad de quienes transitan estas tierras, ocupando un puesto en la cultura de estas localidades.

Sin embargo, hay que recalcar que la disposición de una balsa subvencionada es un privilegio para aquellas localidades que disponen de este transporte, pues significó un enorme esfuerzo fiscal per cápita para poder implementarse. Siguen siendo muchas las comunidades que se mantienen en estado crítico de aislamiento por motivo fluvial, sin tener soluciones reales. Es para estas comunidades donde se ha vuelto urgente modernizar el concepto de balsa y proponer un método inteligente que logre abaratar los costos de un cruce de río.

“Como olvidar la Balsa Caracoles, viví muchos años al otro lado del río en Caracoles y la balsa era nuestro único medio para cruzar el río Bío Bío (...). Mis cariños y recuerdos a don Raúl Contreras y su familia, que era el balseo de vialidad encargado de la balsa Caracoles. Cuantas veces nos cruzó fuera de su horario de trabajo ...”

*Testimonio Pilar Fahrenkrog*



Pese a no pertenecer a la Macrozona Sur, la balsa Caracoles, ubicada en el sector de Alto Bío Bío, es un ejemplo de la perdurabilidad del uso de la balsa subvencionada como sistema de transporte a través del tiempo. Además del cambio de materialidad de madera a metal y contar con una estructura más sofisticada, el concepto y mecanismo de balsa se ha mantenido estático durante el tiempo.

*Fotografías de W. Fahrenkrog*



*Esqueleto de madera de la antigua balsa de Caracoles a un costado del acceso al embarcadero.*

*Balsa Caracoles en los años 80, de madera y sin elementos de seguridad.*

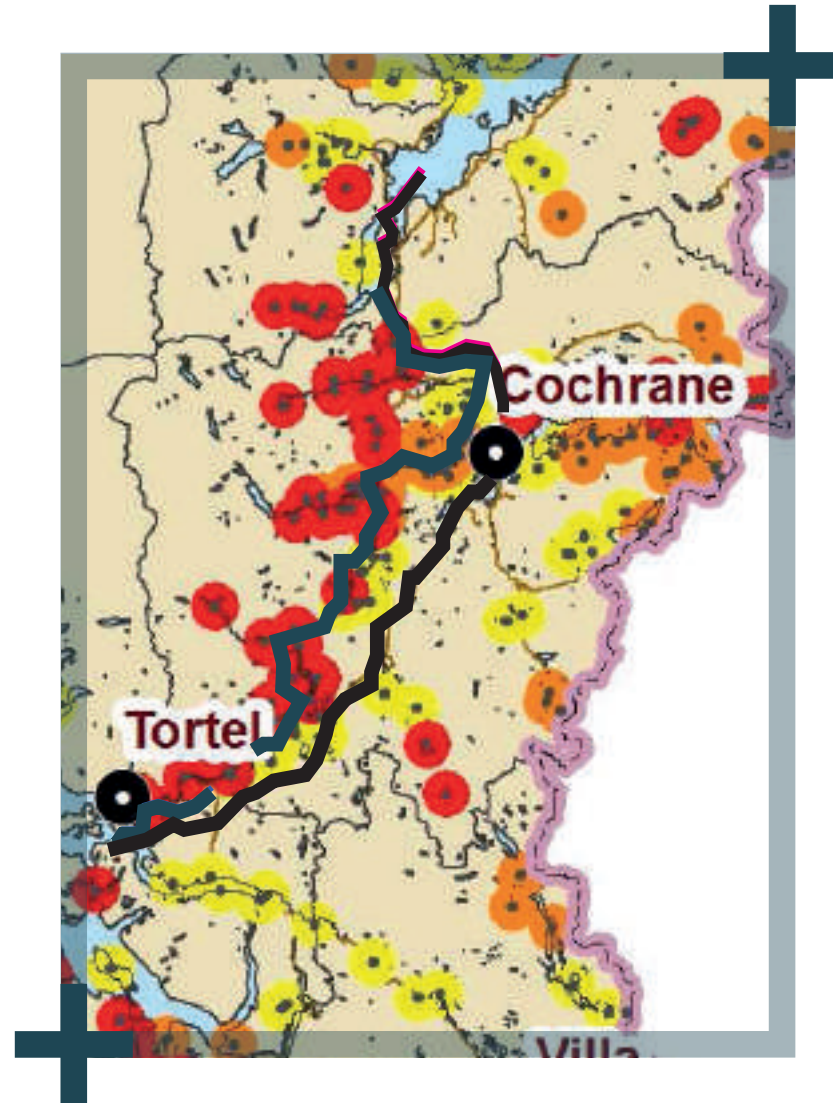
*Balsa Caracoles de estructura metálica, previa a la actual.*

*Balsa Caracoles actual*

## 1.8 Fragmentación del territorio y poblacional

A pesar de las opciones entregadas por el Ministerio de Obras Públicas, existe un problema fundamental que es la raíz de por qué se encuentran aún tantas localidades en aislamiento crítico por motivo fluvial, y también da cuenta de por qué los puentes y las balsas no han logrado solucionar la conectividad de estos puntos de manera efectiva.

Si volvemos al caso ya comentado del Río Baker (página 14), notaremos que en este sector ya se instalaron dos puentes y se han implementado dos servicios de balsas subvencionadas. Aun así, se mantienen 48 entidades rurales en estado crítico de aislamiento. Esto se debe a la fragmentación del territorio, ubicando las tierras aprovechables por los pobladores de forma repartida a través de la cuenca. Como menciona el Centro de Investigación de Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) de la Universidad de Concepción: “la compleja estructura geográfica de la cuenca del Baker, (...) genera restricciones al crecimiento de los centros poblados por el aislamiento derivado de la alta fragmentación del territorio” (Muñoz et al., 2006).



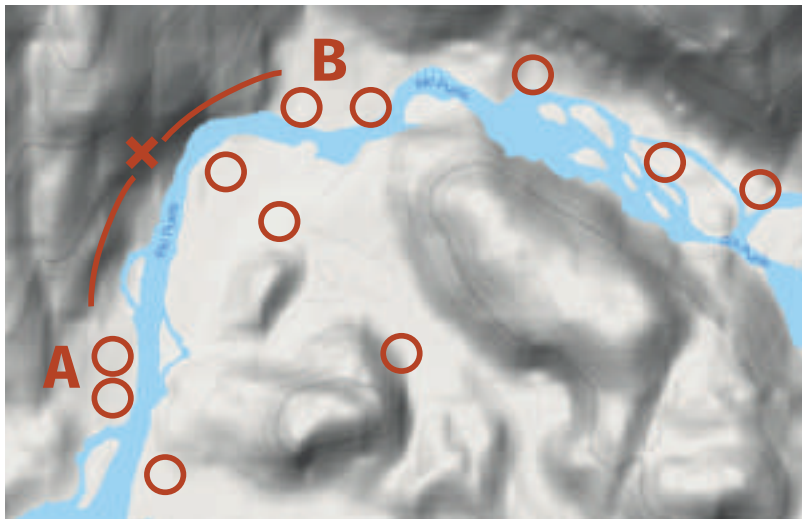


Figura 15 y 16, superposición de mapa de imagen satelital con mapa topográfico. Poblados marcados en círculo

Sumado a esto, el Gobernador de la Provincia de General Carrera menciona en una entrevista para este proyecto, que “el metro de pavimentación en la región, tiene un costo promedio de \$1.500.000 y en lugares específicos puede llegar hasta \$10.000.000” (Quercia Martinic, 2020). Dado esto, la posibilidad de construir caminos por ambas riberas sería imposible de costear.

Estas condiciones geográficas de las cuencas se repiten a lo largo de toda la Macrozona Sur. Una forma clara para visualizar este problema es superponer y comparar imágenes satelitales que ubican la presencia de poblados y localidades, con las de mapas topográficos. Como podemos ver en el ejemplo del Río Puelo (figura 15 y 16) los pobladores se han situado de forma repartida a lo largo de la cuenca estableciéndose en los sectores planos a orillas del río (círculos naranja), donde las tierras se pueden aprovechar para cultivos y la crianza de ganado. Sin embargo, estas características se encuentran fragmentadas y aisladas unas de otras por las grandes pendientes montañosas. De esta forma la localidad del sector “A” se ve desconectada del sector “B” por ende, no podrían hacer uso de un punto de cruce en común.

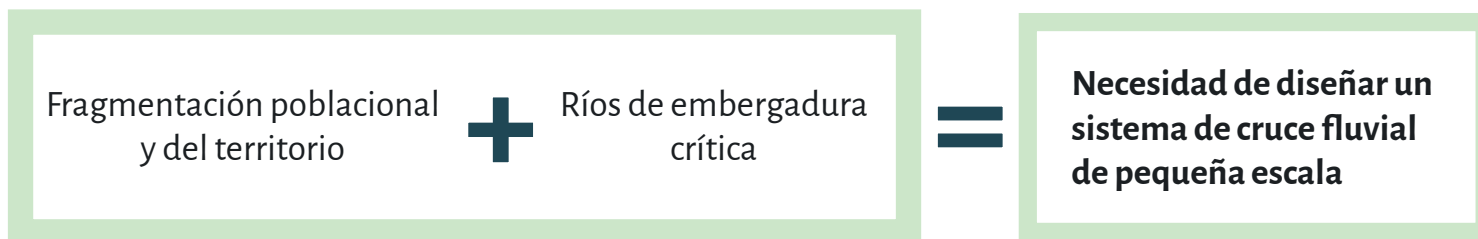
Dada la desconexión de las laderas, las comunidades no podrían hacer uso del mismo punto de cruce de río.

## 1.9 Oportunidad de diseño

En síntesis, la fragmentación poblacional y del territorio, sumado a los ríos de envergadura crítica, están inhabilitando el uso de grandes, complejos y costosos sistemas y estructura que realmente no dialogan con las pequeñas comunidades que se encuentran repartidas a lo largo de las cuencas de la Macrozona Sur.

En estas áreas, se necesita implementar un sistema de cruce fluvial de una escala mucho más pequeña, que sea autosuficiente y tenga un bajo costo. En definitiva, que logre aprovechar un contexto mucho más familiar para poder entregar una solución más simple, y replicable a lo largo de la mayor cantidad de puntos críticos de aislamiento.

Dicho sistema de cruce fluvial, aportaría otra salida a las situaciones a las que tienen que exponerse los habitantes de estas localidades aisladas. Sus posibilidades se limitan a recorrer largas distancias alternativas, el uso de carritos de andarivel o tarabitas, botes particulares, balsas de su propia manufactura y otros mecanismos. Estos muchas veces significan un riesgo y un gran esfuerzo para la población, además de que no permiten el transporte de carga y facilitar el desarrollo de las localidades.



# 2

## Formulación del proyecto

2.1 Qué, Por qué y Para qué

2.2 Objetivos del proyecto

2.3 Usuario

2.4 Contexto

## Concepto general

Sistema para cruce de ríos de gran embergadura de **pequeña escala** para comunidades aisladas

## Patrón de valor

Aprovechar las cualidades de un contexto y espacio más cercano y familiar, para así encontrar una solución más **simple, todo terreno, sostenible y eficaz**, que permitirá replicar este sistema y conectar a la mayor cantidad de zonas de aislamiento crítico por intersección fluvial.

## Qué

Sistema de cruce fluvial flotante de pequeña escala y bajo costo, que permite transportar personas y carga de forma segura, simple y autosuficiente, a través de intersecciones hídricas en un rango de 40 a 100 metros de distancia.

## Por qué

Dentro de los sistemas actuales para cruzar ríos, no existe uno que se adapte a las pequeñas comunidades, que permita el transporte de personas y carga de forma accesible y eficaz, con la oportunidad de ser replicado en la gran cantidad de zonas aisladas por motivo de intersección fluvial.

## Para qué

Las localidades aisladas por motivo fluvial se integren a la red vial, teniendo acceso a bienes y servicios básicos del estado y de privados, mejorando así, su situación de desventaja y desigualdad social respecto del desarrollo del país.

## 2.2 Objetivos del proyecto

### Objetivo general

Diseñar un sistema que permita implementarse en la mayor cantidad de puntos críticos de aislamiento por motivo de intersección de río, mejorando la conectividad y facilitando el desarrollo de estas comunidades rurales sin acceso a la red vial y lejanas de los bienes básicos públicos y privados

1

### Objetivos específicos

Vincular dinámicas propias de las comunidades aisladas, a las facultades que debe tener el sistema de cruce fluvial.

**I.O.V.** Su efectividad se mide en la capacidad de definir parámetros, que el prototipo debe cumplir para ser eficiente y eficaz para sus usuarios.

2

Estandarizar el sistema de cruce fluvial a las diferentes zonas aisladas.

**I.O.V.** Aumentar el rango de localidades y ríos en los que se puede implementar y hacer uso del sistema.

3

Aumentar la seguridad del traslado de personas y carga.

**I.O.V.** Evaluar la cantidad de escenarios posibles de accidente y sus respectivos riesgos.

4

Facilitar la interacción del cruce fluvial de los pobladores.

**I.O.V.** Analizar la variación de los factores que inciden en el esfuerzo de los pobladores al efectuar este traslado.



## 2.3 Usuario

El proyecto define como usuario directo a las jefas y jefes de hogar, ya que, aunque el diseño debe incluir a toda la comunidad, son ellos quienes serán los responsables del sistema de cruce y quienes limitan las dinámicas de su uso. A continuación, se describe un breve arquetipo individual y posteriormente una descripción de su familia y contexto para entregarle mayor perspectiva al arquetipo.

### Jorge Millacura

- Tiene 48 años
- Actualmente reside en su mismo lugar de nacimiento
- Trabaja en diversas labores del campo
- Construyó su casa propia junto con un amigo y su pareja
- No sabe nadar

La familia de Jorge está conformada por Marta, su pareja de 45 años y sus dos hijos Martín y Carla de 12 y 15 años respectivamente. La ocupación de los padres es principalmente el trabajo de sus propias tierras y otras labores esporádicas en campos privados. Sus dos hijos asisten diariamente al establecimiento educacional más cercano, acarreados por Marta o Jorge dependiendo de la situación. Durante su tiempo libre, ayudan y acompañan a sus padres en las labores propias del campo. Su casa se encuentra en un poblado junto a otras diez familias, ubicado a orillas de un río



de gran envergadura, en la franja contraria por la que pasa un camino rural. Tanto como para ir a trabajar o para asistir al establecimiento educacional, los miembros de esta familia deben subir 5 kilómetros caminando por un sendero río arriba, donde el cauce es más calmo y tienen un pequeño bote que comparten con sus vecinos para atravesar el río. Cuando necesitan mover materiales para la construcción de su terreno o bien deben transportar su ganado a otro campo, se realizan diversas maniobras que muchas veces van acompañadas por sus vecinos. En algunas ocasiones deben recorrer grandes distancias alternativas, transportando carga y ganado. Otras veces se la ingenian ocupando su pequeño bote, adaptando su uso a las circunstancias. Este conciso arquetipo familiar, es una guía proyectual para bajar de forma concreta las ideas y prototipos que surjan del proyecto.

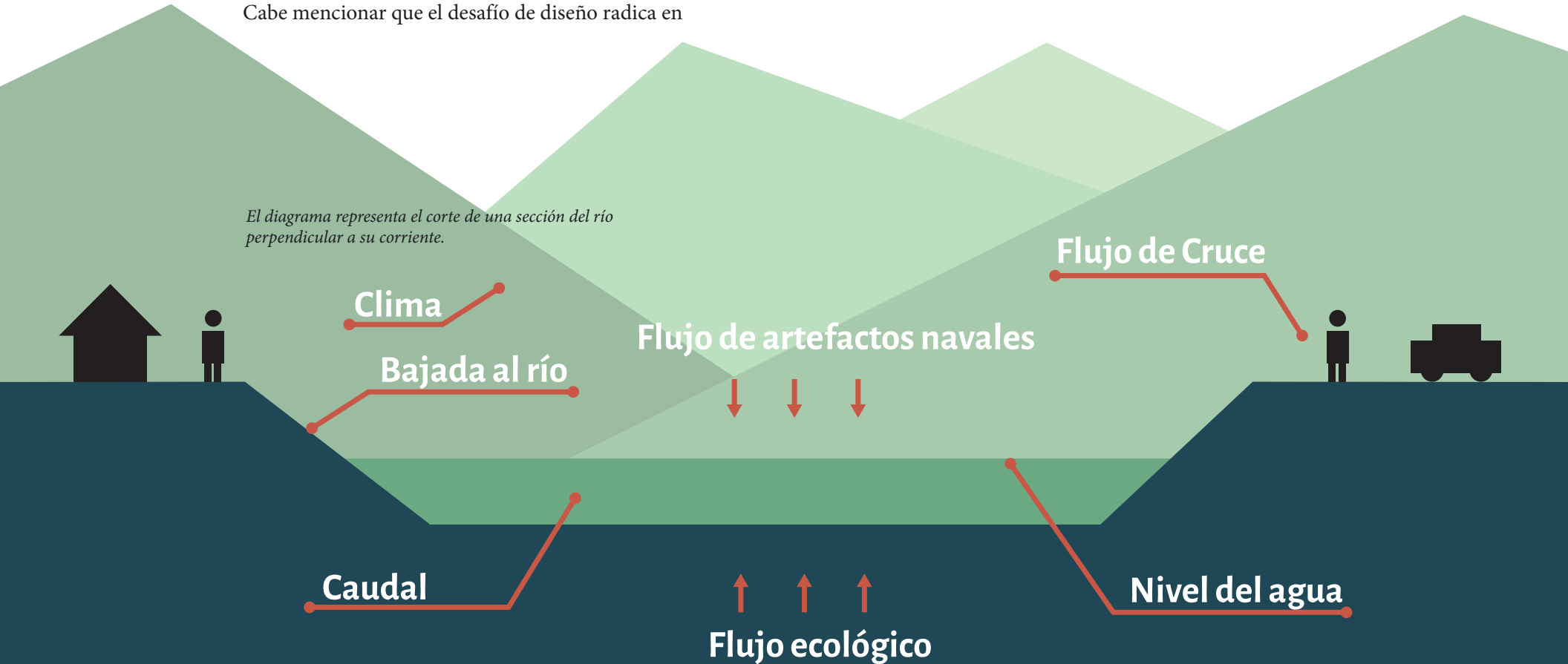


## 2.4 Contexto

Se define como contexto de implementación pertinente al proyecto, un sector aislado por un río con un ancho de 40 a 100 metros de distancia, una profundidad mínima de 1 metro y un flujo de caudal superior a 150 m<sup>3</sup>/s. La bajada de su orilla debe ser accesible y tener las cualidades de un río navegable por botes y otras pequeñas embarcaciones, dado que estas últimas características son en las que se fijan los pobladores al momento de establecer su localidad. Cabe mencionar que el desafío de diseño radica en

comprender la variedad de actores que influyen en el contexto de un cruce fluvial y las relaciones entre ellos (diagrama). De esta forma se puede proponer un flujo que logre generar el cruce sin pasar a llevar el equilibrio y la continuidad formado entre estos actores. Las interacciones críticas que se desprenden del contexto de cruce fluvial se pueden estudiar a base de los mecanismos que los propios pobladores han generado a falta de soluciones estatales.

*El diagrama representa el corte de una sección del río perpendicular a su corriente.*



# 3

## Interacciones Críticas

- 3.1 Seguridad
- 3.2 Movimiento de carga
- 3.3 Fallas
- 3.4 Flujo de cruce
- 3.5 Dinámicas del río

### 3.1 Seguridad

No importa el sistema de cruce, siempre lo primordial será la seguridad de aquellos que transitan por el río. Sin embargo, frente a la falta de soluciones, muchos sistemas que actualmente se mantienen en uso son muy peligrosos, y muchos de ellos son fabricados por los propios habitantes de estos sectores. Estos, aunque son pensados con la experiencia del lugar y un destacado ingenio, son propensos a tener fallas que pueden provocar pérdidas fatales. Además, el desgaste del tiempo y los eventos climáticos extremos pueden ser razones que pueden favorecer un posible accidente.

Cuando se trata de grandes ríos, incluso las grandes balsas y los puentes, pueden ser afectados poniendo en riesgo la salud de la población. La seguridad será entonces, un tema esencial y primario al momento de diseñar un sistema de cruce fluvial.

“desde 1988, nueve personas han perdido la vida intentando cruzar el río Lenca, que en invierno aumenta su caudal significativamente”

*Reinaldo Guala, presidente de la junta de vecinos de Colonia Sargazo, X Región. (Galindo, 2017)*



Figura 17: Sistema de anclaje y tensión de carritos de río al interior de San Fabián de Alico



Figura 18: Madre e hijo cruzando en un carrito de río en las afueras de San Fabián de Alico.

### 3.2 Movimiento de carga

El transporte de carga es imprescindible dado el tipo de vida que llevan los habitantes de estas zonas. Ellos, de forma autosuficiente, deben continuamente valérselas por sí mismos. Por otra parte, muchas veces sus tierras son su fuente de trabajo y de ingresos, teniendo que mover constantemente materiales de construcción, leña, forraje o incluso ganado. De una forma u otra, la capacidad de mover carga influye directamente en el desarrollo de su localidad y en la capacidad de sustentarse económicamente, reduciendo

enormes costos alternativos, como son el arriendo de grandes botes o el arreo de ganado a través de grandes distancias alternativas.

Por otra parte, el transporte de carga es el factor que más encarece las soluciones entregadas, siendo las pasarelas peatonales y las tarabitas mucho más baratas proporcionalmente que los balseos y los puentes vehiculares respectivamente.



“aunque hay actividad ganadera, su producción se ve frenada por la falta de insumos, como forraje, por ejemplo, porque no pueden entrar camiones con carga”

*Intendenta de Aysén, refiriéndose a las problemáticas de el sector el manzano, sector ubicado en la ladera opuesta del río en la Carretera Austral (El Mercurio, 2019).*

### 3.3 Fallas

Frente a cualquier falla del sistema de cruce fluvial, los pobladores quedan totalmente desconectados, sin tener la capacidad de trabajar, estudiar o abastecerse. Además de quedar vulnerables frente a cualquier emergencia. Estas complicaciones, que capaces de suspender o incluso destruir los mecanismos, pueden tardarse mucho tiempo en ser respuestas o remplazadas, sobre todo con los tiempos burocráticos de licitaciones y gastos considerablemente altos. A lo anterior se le suma la lentitud gubernamental que comúnmente afecta a provincias más aisladas, donde, como dicen popularmente en la zona austral, “lo único que corre, es el viento”.



Figura 19: Fallo de el casco de flotabilidad de la Balsa Baker, Sector El Manzano (2014).

Uno de estos casos es el del paso fronterizo El León, donde hace siete años se cayó el puente colgante que permitía cruzar el Río El Manso, y pese a las promesas de las autoridades a sus 150 habitantes, no ha sido repuesto

*(Cooperativa, 2018).*

### 3.4 Flujo de cruce

Como ocurre en los carritos de río y en las balsas, muchas veces estas deben devolverse debido al flujo irregular de las personas que atraviesan el cauce. Es común que el dispositivo se encuentre en la orilla opuesta de la persona que quiere usarlo, en el caso de los carritos de río este se devuelve con el uso de diferentes mecanismos de piolas que se tiran hasta lograr arrastrar la cabina, y en el caso de la balsa existe la figura del balseiro que se preocupa de transportar la embarcación respecto como lo obligue el flujo de cruce. En casos donde los mecanismos no tienen la flexibilidad de arrastrarse de la orilla opuesta o no cuentan con una persona a cargo del servicio, los habitantes de deben organizar y apoyar constantemente para que todos puedan cruzar, teniendo en muchos casos que ir individuos personalmente a buscar a otros habitantes que se encuentran en la ribera opuesta. De esta capacidad de movimiento se basa la dependencia del servicio, y es el principal factor que se debe resolver para lograr un sistema autosuficiente que pueda prescindir del costo y supeditación de un funcionario público.



### 3.5 Dinámicas del río

Es importante tener presente que el río es un actor en contante cambio, y, además de tener grandes variaciones por temporada según su tipo de régimen (nival, pluvial o mixto), puede someterse a cambios violentos y extremos en cuanto a su flujo. A esto se agregan los temporales y aludes, que se han acentuado aún más en los últimos años a consecuencia de las repercusiones del cambio climático. Estos desastres naturales no solo pueden detener el funcionamiento de estos servicios, sino que pueden destruir infraestructura de forma permanente.

Un ejemplo reciente fueron las grandes lluvias en la región de Los Lagos durante la mitad del mes de mayo, donde “más de 3.000 personas quedaron aisladas, además de la caída de puentes y pasarelas”.

*(Barria Lagos, 2020).*

Por esta razón, el sistema debe tener la capacidad de adaptarse a las diferencias de caudal y nivel del agua, sin afectar su funcionamiento, y, de existir algún inconveniente, ser capaz de repararse de forma rápida.



*Figura 20: Balsa encallada en el Río Baker debido a una brusca disminución de su caudal. Los habitantes intentan reincorporarla al río con el uso de palancas manuales.*

# 4

## Consideraciones de diseño

### Sabiduría Local

- 4.1 Plataforma rectangular plana
- 4.2 Objetos flotantes independientes
- 4.3 Fuerza corporal

### Antecedentes y Referentes

- 4.4 Antecedentes
- 4.5 Referentes

## Sabiduría Local



“Recolectan sólo troncos de ciprés muerto por incendios anteriores o cambio en las cotas de inundación. Arrastran luego los troncos al agua para armar las grandes balsas y navegar con ellas por el caudaloso río.”

*(Muñoz, 2006).*

*Figura 21: Balseros del Río Baker tomando mate en la balsa alrededor de una fogata.*



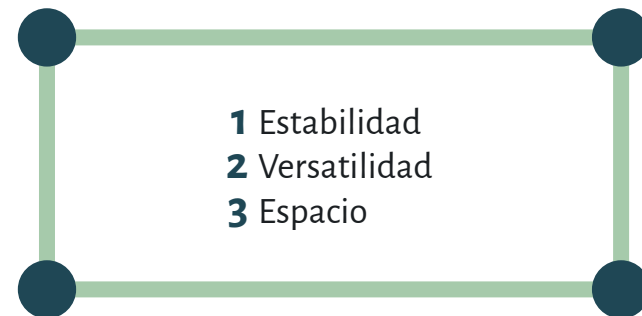
## 4.1 Plataforma rectangular plana

Una constante dentro de las balsas realizadas por los pobladores es la simpleza de su cubierta. Más allá del casco de flotación, la cubierta de la balsa tiene una forma rectangular y plana. Aunque parezca algo sin importancia, o signifique una fabricación de menor esfuerzo, existen varias razones para que la balsa conserve esa forma simple y geométrica.

La estabilidad de un rectángulo es óptima para soportar las fuerzas dinámicas que debe soportar el dispositivo sobre él, manteniendo una flotabilidad estable pese al movimiento de cargas y la disposición irregular del peso. Por otra parte, este tipo de plataforma es versátil para acoger todo tipo de objetos que se debe trasladar, siendo cómoda para mover desde leña hasta ganado y permitiendo el uso de herramientas como la carretilla para simplificar el traslado de carga. De esta forma la cubierta simple permite modificarse según la situación y las necesidades del momento.

Por último, esta forma permite el uso adecuado del espacio, lo que no ocurre en un bote pesquero, donde los objetos deben posicionarse de maneras complejas sobre una cubierta irregular, para poder mantener el bote estable y poder usarlo de forma cómoda.

Figura 22: Traslado de ganado a través de balsa casera en la comuna de Futaleufú, X Región.



## 4.2 Flotadores independientes

La fabricación de balsas con objetos existentes, como tambores de bencina, cámaras de neumático o cubos de poliuretano expandido, es una práctica que no solo se ha desarrollado en el Chile Austral, sino en todo Sudamérica y el mundo. Además de ser una forma barata de construir embarcaciones tiene muchas ventajas.

### Seguridad

Frente al daño y pérdida de flotabilidad de uno de los objetos flotantes, la balsa no se hunde de forma completa, como si puede pasar en embarcaciones de un solo casco, donde una fuga puede resultar en el naufragio de toda la balsa.

### Recambio

El daño puede ser reparado simplemente con el cambio del objeto dañado por uno nuevo, evitando la suspensión del dispositivo por largos periodos de tiempo.



### Bajo costo

Estos objetos flotantes se pueden fabricar de forma más masiva y barata, incluso existe la opción de ocupar objetos de reciclaje, otorgando una segunda vida útil a estos productos.

### Libertad de posición

Dado que los objetos son independientes, se pueden disponer de la forma que sea más conveniente según el diseño de la embarcación, teniendo la capacidad de alejarlos lo necesario del centro de masa para obtener una plataforma lo más estable posible.

### Todo terreno

Estos objetos de materialidad metálica o plástica pueden tener grandes propiedades para resistir los golpes y la continua convivencia con grandes rocas y troncos que se pueden encontrar en el trayecto.

### 4.3 Fuerza corporal

El uso de fuerza y el trabajo pesado es común para el usuario al que va dirigido este proyecto, quien constantemente tienen que realizar labores propias del campo, que dependen de su estado físico para ser concretadas.

El cuerpo es la herramienta más accesible y confiable para quienes, como estos pobladores, acostumbran a trabajar la tierra. Aún cuando se puede aprovechar esta fuerza, hay que tener presente que el mecanismo de transporte debe ser inclusivo y no requerir de un esfuerzo muy importante para realizar su cometido. Pero como ya vimos en el caso de la balsa de Callaqui, donde un solo balseiro era capaz de trasladar durante toda la jornada laboral una gran balsa metálica con capacidad para dos vehículos y sus respectivos pasajeros, se vuelve factible llegar a una propuesta que haga uso de la fuerza corporal, ya sea de forma asistida o más ergonómica.

Con el fin de entender las posibles facilidades que puede entregar el uso de fuerza corporal, podemos realizar una metáfora entre la bicicleta y la motocicleta (figura 23).

Comparación	
	
Simple de usar	Requiere conocimiento y práctica
No usa combustible	Gasto y logística del combustible
Fácil reparación	Repuestos costosos y necesidad de un mecánico experimentado
No contamina	Contaminación del río y del aire
Menor costo	Mayor costo estructural y operacional

Figura 23: Cuadro comparativo entre bicicleta y motocicleta.

## Antecedentes y referentes

A continuación, haremos una revisión de antecedentes y referentes de utilidad recogidos para este proyecto, sumados a los ejemplos ya mencionados, como la variedad de carritos de río y balsas de río. Estos servirán como guía para ampliar el espectro de posibilidades y conocer el estado del arte pertinente a este proyecto.

*Imagen: Air Drive, proyecto de innovación de Hovercraft*





## 4.4 Antecedentes

### Automobile barge, Philip Acocella

En muchos de los casos, los habitantes de la Macrozona Sur cuentan con vehículos, debido a las grandes distancias que se deben trazar y lo importante que es para las labores del campo. Además, dentro de esta zona se puede acceder al beneficio de las compras en Zona Franca. Teniendo esto en cuenta, es interesante contemplar al vehículo como una posible fuente de poder, el cual ya tiene todas las cualidades mecánicas de potencia y traslado. Una opción para recoger esta fuerza es el banco de inercia, un objeto compuesto por dos rodillos, donde se montan las ruedas y el vehículo puede accionar el motor de forma estacionaria. Mecanismo que normalmente se puede ver en los locales de servicio técnico automotriz. Este sistema no representa ninguna estructura mecánica o

ingenieril avanzada, ya que ésta se encuentra al interior del vehículo. Solo es una forma de transmisión simple que puede servir para el diseño y propulsión del sistema de cruce fluvial. Esta idea ya fue recogida el año 1924 por el estadounidense Philip Acocella, que diseñó el acople entre un bote y un auto en la patente US1568307A. Sin embargo, esta idea nunca se popularizó debido a las dificultades de transmitir la dirección y maniobrar el artefacto náutico, además de la ineficiencia del motor de un vehículo haciendo uso de una hélice. No obstante, es interesante contemplar el uso de este sistema simple y universal, ahorrando las fallas técnicas y costos de un mecanismo propulsor externo.

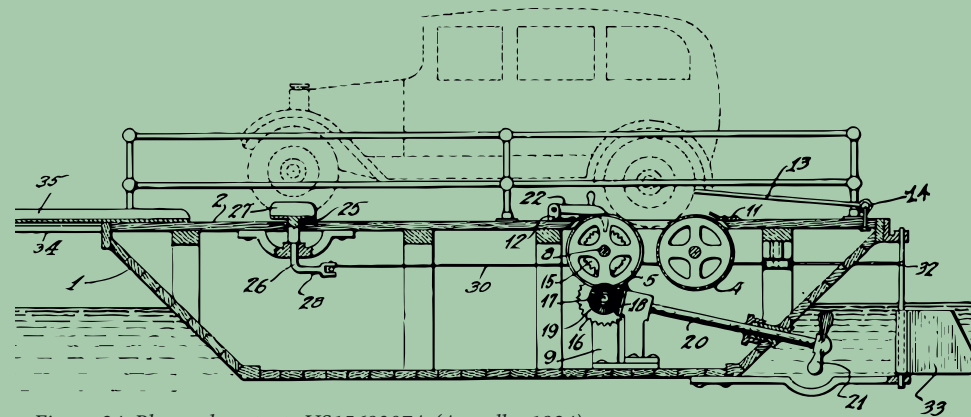


Figura 24: Planos de patente US1568307A (Acocella, 1924)

## Ferryboat de Hovercraft

Este producto hecho en Eslovenia está pensado para el traslado de carga, automóviles y maquinaria pequeña. Su estructura inflable hecha de hypalon se vuelve completamente rígida y estable, formando una estructura que según sus creadores “es prácticamente insumergible e incapaz de volcarse, lo que lo hace seguro para una amplia variedad de usos” (Kalvapalle, 2015).

Claramente, para este proyecto no es necesario que la estructura de la balsa sea inflable, dado que se va a implementar en lugares establecidos, sin la necesidad de transportarlo. Aun así, es un ejemplo de diseño simple que permite transportar materiales, máquinas y otras cargas de forma segura.



Figura 25: Ferryboat de Hovercraft



Figura 26: Balsa actual en el Río Amarillo.

## Balsas de piel de oveja

Un invento utilizado de hace ya 300 años en el Río Amarillo, ubicado en la región de Ningxia en China. Más allá de que resulte extravagante el uso de cuero de oveja para entregarle flotabilidad a la balsa, es interesante como se repite el uso de varios “objetos” flotantes que soportan una misma estructura, que permiten armar balsas de bajo costo y fácil reparación.

## 4.5 Referentes

### Sherp AVT de Alexei Garagashyan

Este vehículo ruso constituye uno entre varios ejemplos de embarcaciones que usan sus ruedas como estructura de flotabilidad. El Sherp AVT (figura 27), posee grandes neumáticos que le permiten ingresar al agua sin hundirse y moverse a través de ella. No obstante, estos vehículos que intentan propulsarse por el mismo uso de las ruedas son bastante ineficientes, debido a que el roce no es suficiente para traccionar el movimiento. Sin embargo, si las ruedas se encuentran libres frente a una corriente de agua, su utilidad se torna mayor. Estas podrían recoger la energía de la corriente para su uso, o bien disminuir el roce con que el agua golpea transformando la fuerza de traslación en rotación.

Por otra parte, son una interesante opción para acceder a la orilla, soportando los cambios de altura del caudal.

### Ruedas de Larmahue

El río es una fuente de energía continua y potente, más aún en la clase de ríos de alto caudal que son foco de esta investigación. Las ruedas o azudas de Larmahue (figura 28), actualmente Monumento Nacional de Chile (Sahady Villanueva et al., 2011), son un mecanismo de riego que eleva masas de agua usando la misma fuerza de la corriente del río. De esta

forma reparte agua en las acequias, con la suficiente altura para ser repartida por los cultivos. Este sistema, como también otros tipos de molinos y hélices simples, son un referente interesante para obtener energía que se puede usar en el sistema de cruce fluvial.

Figura 27: Sherp AVT, dado a conocer el año 2015.



Figura 28: Rueda de Larmahue





# 5

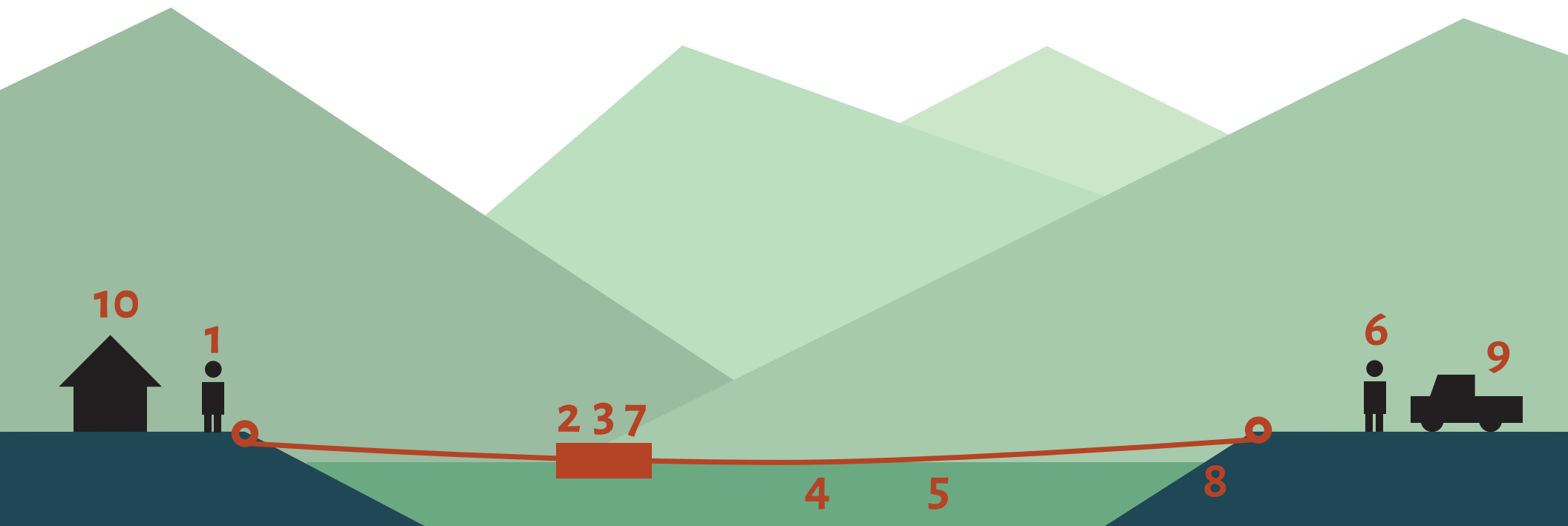
## Proceso inicial de diseño

- 5.1 Mapa de interacciones
- 5.2 Supuestos
- 5.3 Geometría de cruce
- 5.4 Irregularidad de la corriente
- 5.5 Propuestas divergentes
- 5.6 Nuevos alcances de diseño

## 5.1 Mapa de interacciones

Dado el caracterial multifactorial que incide en el cruce de un río, se dispone de este mapa de interacciones, a modo de sintetizar y tener presentes a cada actor del contexto. Será una herramienta para no caer en el error de avanzar en una propuesta que beneficie o resuelva ciertos factores en desmedro de otros.

- 1** Seguridad
- 2** Propulsión
- 3** Flotabilidad y estabilidad
- 4** Flujo de embarcaciones
- 5** Diferencias de caudal
- 6** Flujo de cruce
- 7** Recambio, fallas y costo
- 8** Acceso a la orilla
- 9** Movimiento de carga
- 10** Producción y trabajo



*El diagrama representa el corte de una sección del río perpendicular a su corriente.*

## 5.2 Supuestos

Comenzando el proceso de diseño, lo primero que se tubo presente fue eliminar todos los supuestos que giran alrededor de un sistema de cruce fluvial común, cuestionando constantemente la necesidad de mantener desde los principios más básicos que se encuentran iterados en estos mecanismos de transporte fluvial. Preguntas como, ¿por qué el cruce debe ser perpendicular al río? ¿por qué no puede ser en “diagonal”, en forma de péndulo o sumergido en el agua? Cuestionando y eliminando los supuestos de los sistemas ya existentes, podremos encaminarnos en soluciones más creativas he innovadoras, con un mayor potencial de impacto.

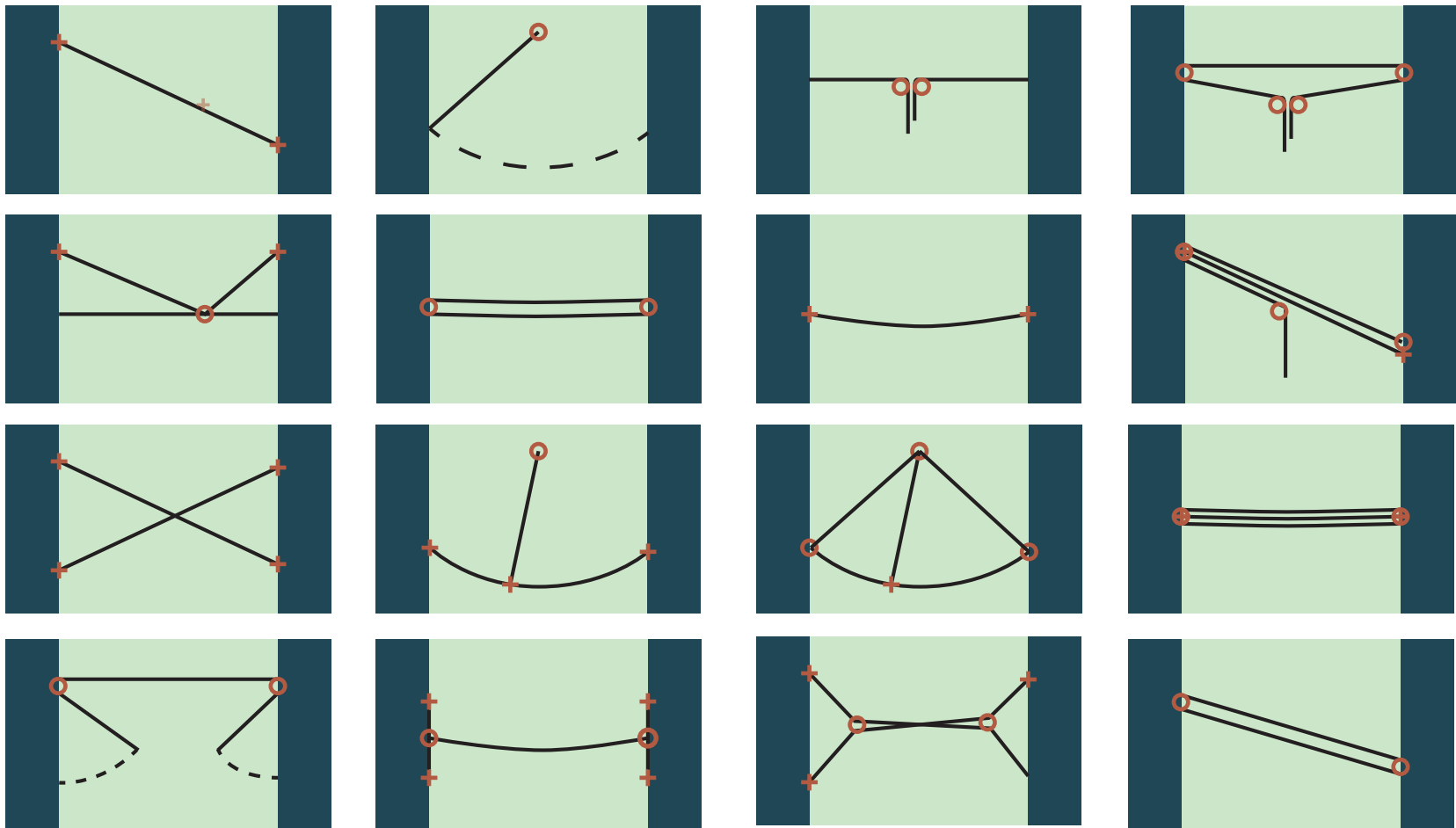
### 5.3 Geometría de cruce

Geometría de cruce es el nombre que le daremos al concepto más macro que amarra y determina el mecanismo fluvial. Este está definido por el uso de tensores y el movimiento de la balsa, constituyendo una de las piezas fundamentales del funcionamiento del mecanismo y su dinámica. La formulación de la geometría de cruce repercute en todos los ámbitos que después deben ser diseñados, como métodos de propulsión, seguridad y flujo general. Por esto, fue el primer tema para abordar en el proceso de diseño, ayudando a explorar nuevas y diversas posibilidades.

Con la ayuda de cuerdas, clavos, golillas y pinzas dispuestas sobre una plancha de terciado inclinada para simular la idea de corriente, se comenzó a pensar las diversas geometrías de cruce que se pueden formar. De a poco y sin la necesidad de un gran prototipo, empezaron a aparecer e influir los conceptos de tensión, catenarias entre otros, como también diversas ideas de propulsión que se derivan de cada geometría.

Resumen de las geometrías de cruce más destacadas y factibles durante el proceso de investigación, representadas con un lenguaje icónico desde una vista de planta del río.

↓ Dirección de la corriente



Río
  Orilla
  Tensor
  Recorrido
  Polea o rodamiento
 + Fijación del tensor

## 5.4 Irregularidad de la corriente

Dado que el prototipo usaba la gravedad para simular la corriente, se dejó de lado un factor muy importante, la irregularidad de la corriente. Teniendo en cuenta que una de las bases del patrón de valor del proyecto es la capacidad de ser replicado e implementado en la mayor variedad de puntos geográficos, este debe ser flexible y poder acomodarse a las diferencias que existen entre los distintos ríos y su variabilidad a lo largo de estos mismos.

Dentro de una misma **sección de río** pueden existir múltiples tipos de corriente, incluso es común que se generen **contracorrientes**, en especial en los sectores anexos a las orillas. Imaginemos que el sistema proponía un cruce en diagonal a favor de la corriente. Si el flujo de agua se detiene, podría provocar que la balsa no logre llegar a la orilla, quedando a metros de poder desembarcarse y dejando a la deriva a sus pasajeros.

Los casos que ya vimos de balsas que usaban únicamente la corriente para trasladarse, como la del Río Baker y Blanco, estaban emplazadas en ríos con gran caudal y corriente continua, puntos estratégicos para poder hacer uso de estos sistemas. No se puede suponer que todos los lugares donde se quiera implementar tendrán características similares. Si bien la corriente es una gran fuente de energía que se puede aprovechar, no debe ser la única fuente de propulsión si se busca una propuesta flexible y adaptable a cada zona aislada.

Bajo esta premisa se eliminaron las geometrías de cruce que contemplaban una corriente continua y pareja para funcionar de manera óptima.

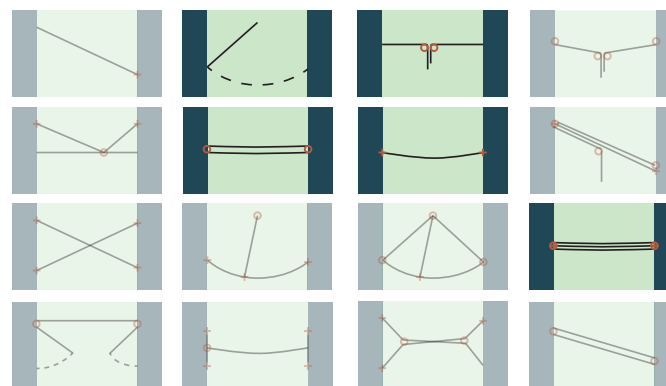


Figura 29: Las geometrías destacadas son aquellas factibles, mientras que las otras son las desechadas dada la irregularidad de la corriente.

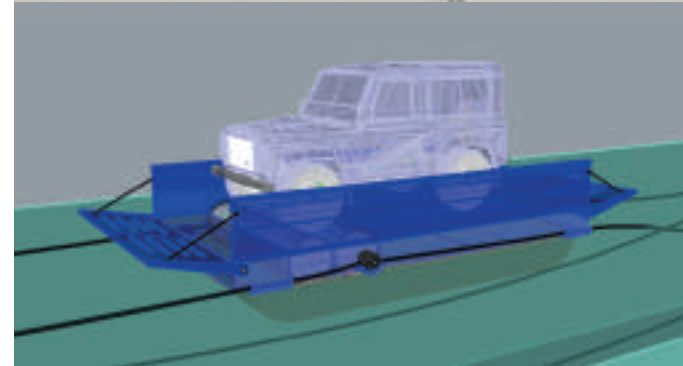
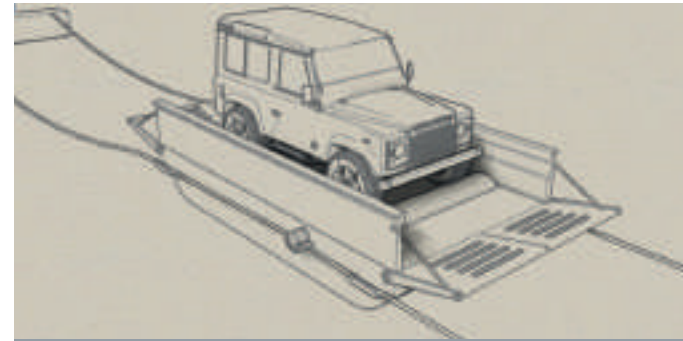


## 5.5 Propuestas divergentes

Teniendo en cuenta las posibles geometrías de cruce, se realizó una intensa búsqueda de nuevas propuestas procurando que las ideas fueran divergentes entre ellas. De esta manera se pretendía ver las dificultades que aparecían para sacar conclusiones y poder combinar los puntos positivos de cada propuesta. A continuación se describen brevemente las propuestas más destacadas y que tuvieron mayor incidencia en el prototipo final.

### I. Balsa de propulsión automotriz con tracción en tensor

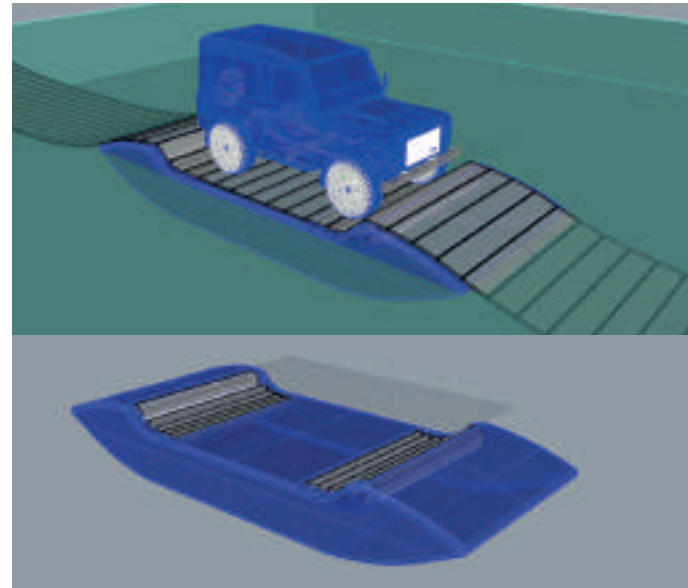
La idea de Philip Acocella en Automobile barge, pese a que no tuvo éxito dado la complejidad de la dirección de la embarcación y la ineficiencia de uso de hélices, si puede tener cabida para este proyecto. Gracias al tensor que demarca el recorrido, no es necesaria la implementación de una dirección en el mecanismo, y si sumamos que la tracción del auto puede ser transmitida directamente al cable, no tendría problemas para poder propulsar el trayecto. Sin embargo, las orillas son puntos críticos, y la idea de que el sistema funciones sin la presencia de un balsero se vuelve lejana.



**Rescatamos:** Acoplar el posible uso del automóvil y su enorme potencia mecánica, para evadir la compleja instalación y mantenimiento de un motor en el sistema de cruce.

## II. Puente con soporte flotante móvil

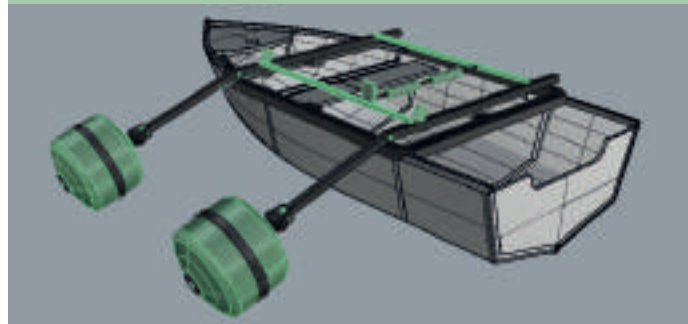
Frente al gran costo de los puentes, la idea de un puente con soporte móvil que solo debe sostener el objeto que cruza de forma puntual era una opción para pensar en abaratar los costos de su construcción. Sobre este concepto se basa la propuesta de un flotador móvil que acoge a un vehículo, y es este mismo quien gracias a rodillos tracciona su movimiento sobre una superficie sin estructura. Pese a que parecía una idea atractiva, resulta poco aterrizada dadas las corrientes, la tensión y las nulas garantías de seguridad al momento de cruzar.



## III. Accesorio para botes dispuestos para el cruce fluvial

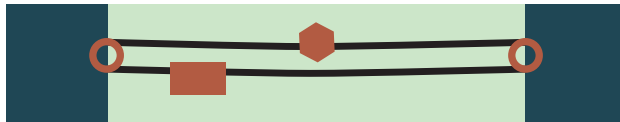
Con el fin de buscar la solución más barata posible, una opción era hacer uso de los botes que ya existen en estas zonas y transformarlos de forma que sean estables, seguros, y fáciles de usar al momento de cruzar un río. El sistema consiste en un marco que es fijado al bote de forma permanente. Esta estructura cuenta con dos sistemas, el primero es un sistema flotante de apoyo que contrarresta la fuerza de la corriente y vuelve estable la embarcación. El otro sistema hace uso de ascendedores, un mecanismo simple usualmente usado en escalda rescates o trabajos en altura, que consiste en un pequeño dispositivo que deja pasar una piola o cuerda, pero en un solo sentido. De esta forma el usuario “rema” con el dispositivo teniendo siempre la seguridad de estar firmemente adosado al tensor que cruza el recorrido.

**Rescatamos:** el uso de ascendedores como método de avanzar a través del tensor de forma simple y sin la necesidad de enrollar el cable.

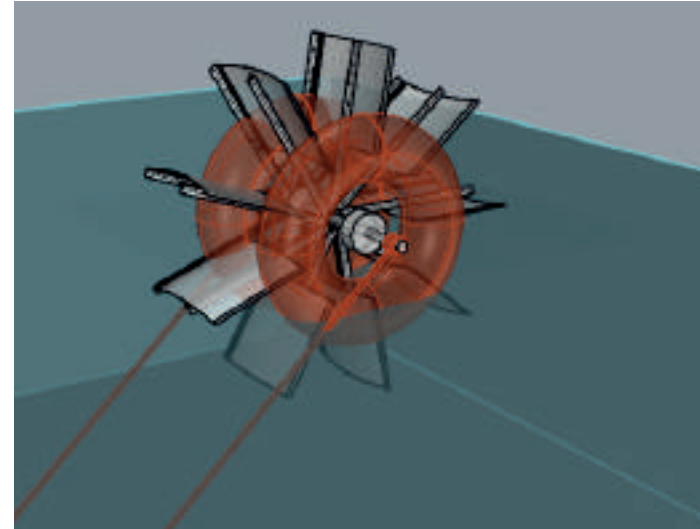


#### IV. Propulsión por molino flotante independiente

Dada la irregularidad de la corriente de agua, el sistema de propulsión podría ser independiente de la balsa, para así poder instalarse donde la corriente es más fuerte y, a través del uso de flotadores, mantenerse en la superficie. Una opción es el uso de un molino que puede traccionar el tensor en ambas direcciones. No obstante, el río puede traer troncos o rocas que podrían afectar el mecanismo y generar grandes complicaciones.

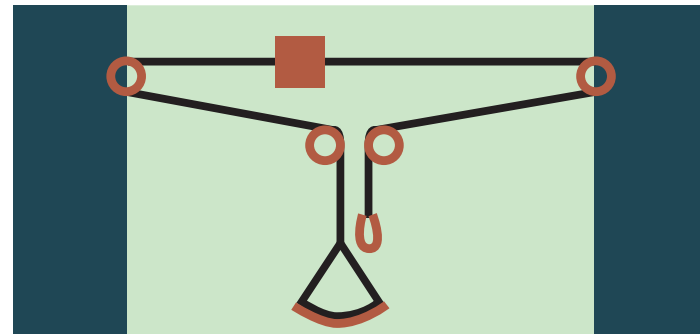


*Geometrías de cruce, molino representado por el hexágono.*



#### V. Sistema de paracaídas acuático

El uso de mayas también es una opción para generar el impulso necesario para mover la balsa. Estas teniendo la capacidad de recogerse o tensarse según se necesite, podrían actuar en forma de paracaídas para contener la fuerza de la corriente y generar la propulsión del sistema. Luego, destensando su estructura, permitir que vuelvan a su posición original.

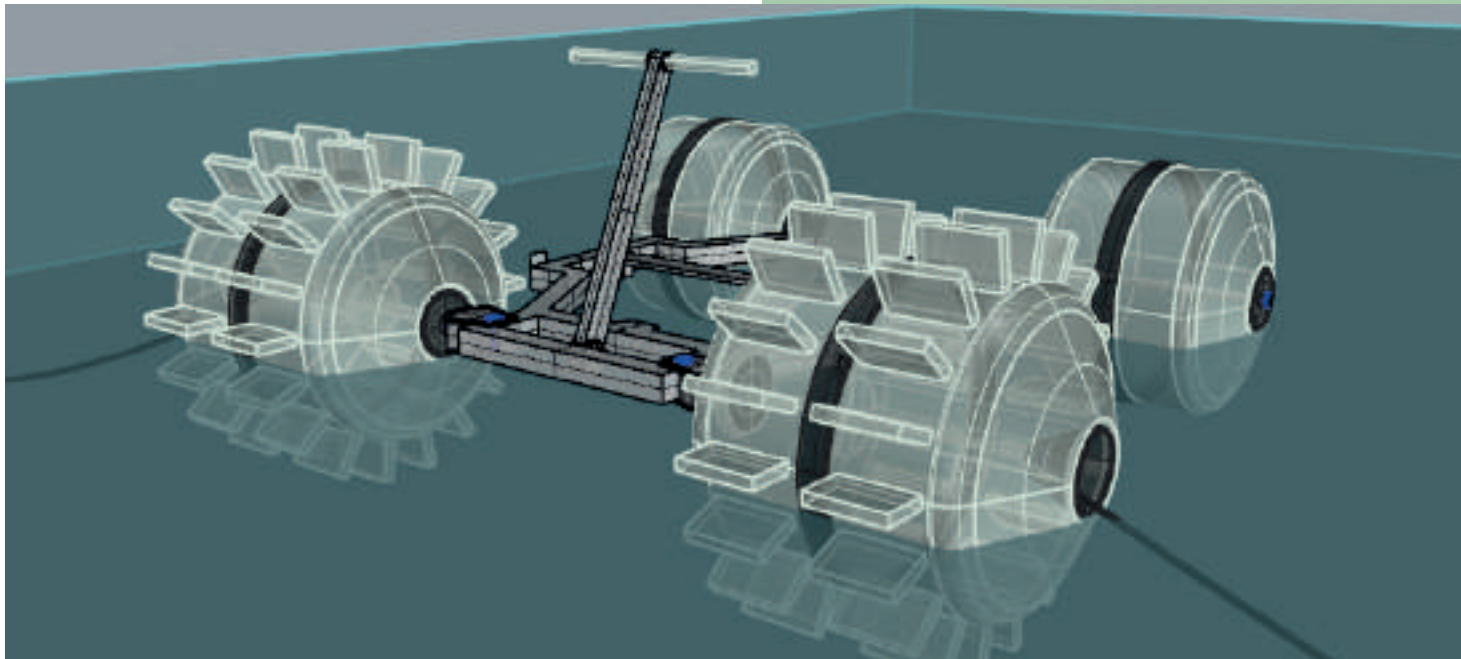


*Geometrías de cruce. Uso de dos "paracaídas de corriente" que funcionan de forma alternada.*

## VI. Plataforma con ruedas tipo molino

Esta propuesta pensaba utilizar 4 ruedas que le entregarían flotabilidad a la balsa. Dos de ellas tendrían “paletas” imitando el funcionamiento de las Ruedas de Larmahue, que, junto a una palanca manual, impulsarían la balsa de un extremo a otro. Pese a ser la idea más destacada gracias a las cualidades versátiles y resistentes que pueden entregar la ruedas, éstas giran en el sentido contrario a la dirección del trayecto, por ende, no se podrían haber usado sus propiedades rotativas para enfrentar lo orilla y tener la capacidad de sobrepasar obstáculos.

Se rescata el uso de ruedas como mecanismo de flotabilidad con propiedades estables y todo terreno gracias a su libre rotación. También un mecanismo asistido que mezcle el poder manual con el de la corriente.



## 5.6 Nuevos alcances de diseño

El análisis de estas diversas propuestas y sus respectivas complicaciones, despertaron nuevas consideraciones que el proyecto debe abordar para ser exitoso.

### Acceso a la orilla

Ya sea al comienzo o al final del trayecto, el límite formado entre la tierra y el agua es un punto crítico para la seguridad, desplazamiento y comodidad del sistema. La presencia de rocas, troncos y la baja altura del agua hacen de este sector un lugar de vulnerabilidad para la balsa y donde más se acentúan los golpes y accidentes.

A causa del caudal fluctuante de los ríos, este límite es móvil y su cambio puede ser constante y drástico. Por esto, el mecanismo de cruce debe estar preparado a estas dinámicas y tener una gran resistencia para absorber los impactos y terrenos irregulares que se encuentran en la orilla.

### Flujo de botes y objetos arrastrados por el río

Teniendo en cuenta que los ríos del contexto de implementación son navegables y pueden traer consigo troncos, ramas y otros objetos flotantes, hay que ser muy cuidadoso si se desea implementar un dispositivo que pueda afectar el libre movimiento de estos. Ya sea un tensor sumergido o un mecanismo flotante como el molino independiente o el paracaídas acuático descrito en la “lluvia de propuestas”, pueden

ser una barrera para estos objetos y pueden provocar graves accidentes.

### Necesidad de cruzar un vehículo

Desprendido de las propuestas que usan un vehículo como motor de cruce, surge la siguiente pregunta: ¿Es realmente necesario cruzar vehículos motorizados? Si tomamos en cuenta la fragmentación del territorio y el emplazamiento poblacional analizado en la página 26, nos daremos cuenta de que rara vez los pobladores se sitúan a grandes distancias del río. Debido a la accidentada geografía y la inexistencia de conectividad vehicular, no existen caminos que recorran las laderas opuestas a la ruta principal. Por esto, no es urgente la posibilidad de cruzar automóviles y otros vehículos motorizados que realmente no tendrían la capacidad de trasladarse por largas distancias dentro de estas zonas, y que, dado al aumento de costo que supone un sistema con esa capacidad de carga y garantías de seguridad, no es sustentable.

### La fuerza de la tensión y arrastre de la corriente

La tensión y la corriente son fuerzas que aumentan considerablemente con las largas distancias que se debe trazar en ríos de gran envergadura. De esta forma el trayecto no es una simple recta, sino que las fuerzas de la corriente y la catenaria del tensor triangulan el movimiento de la balsa alejándola de la línea imaginaria creada entre los puntos de anclaje, sobre todo en el punto medio del río.

# 6

## Pilares de investigación

### Sistema de ascendedores

- 6.1 Jalar vs avanzar
- 6.2 Funcionamiento
- 6.3 Ciclo de movimiento
- 6.4 Prototipo 1

### Flotador móvil

- 6.5 Disposición y forma
- 6.6 Análisis CFD
- 6.7 Turbina
- 6.8 Prototipo 2
- 6.9 Flotabilidad
- 6.10 Prototipo 3
- 6.11 Fabricación
- 6.12 Prototipo 4

### Banco de inercia

En base a lo rescatado de las propuestas desechadas y los nuevos alcances de diseño, el proceso de ideación se canalizo en 3 grandes pilares que son el foco de la investigación y la propuesta final. Estos pilares son el uso de ascendedores, la rueda como soporte de flotabilidad y el posible uso del vehículo como fuente de poder.



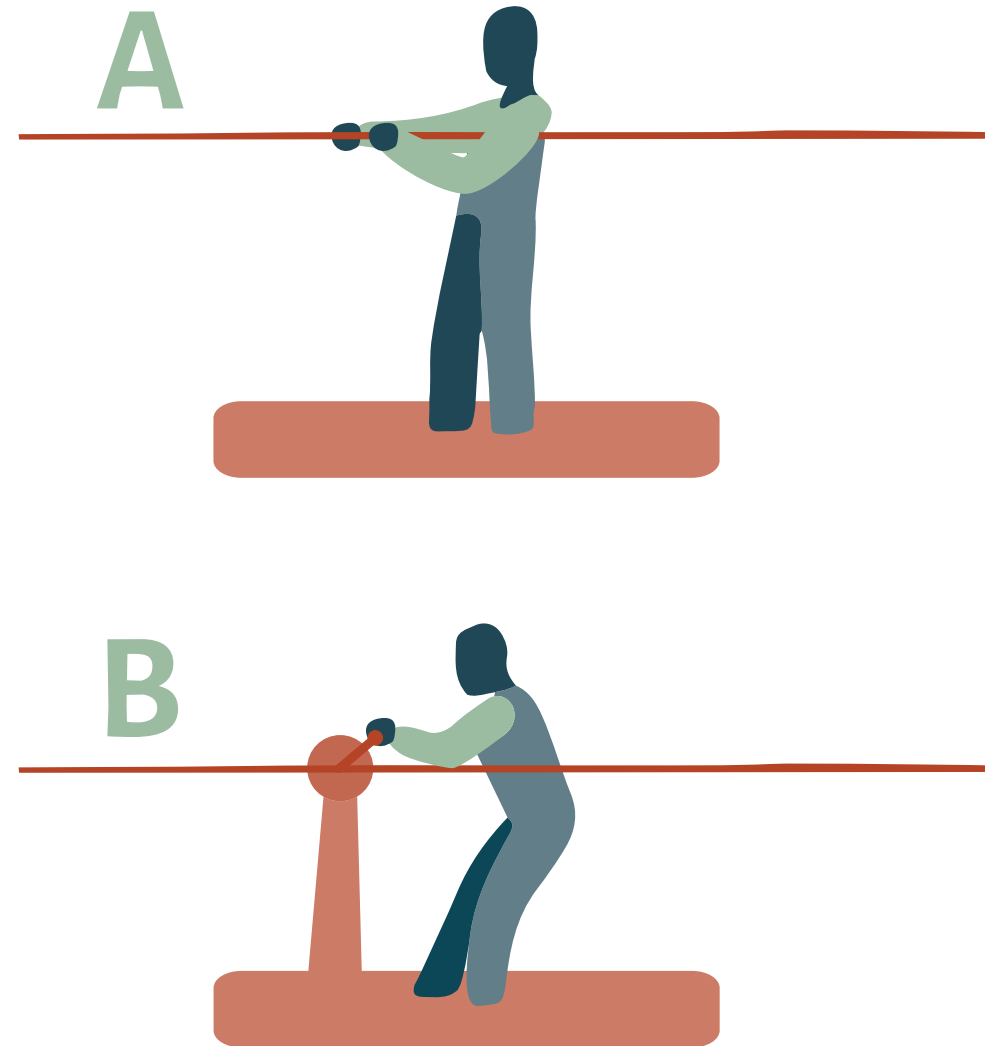
## Sistema de ascendedores

### 6.1 Jalar vs avanzar

Se presenta la siguiente situación hipotética. En un cruce de río hay dos pequeñas balsas (A y B) con una persona sobre cada una. En la balsa A la persona no cuenta con nada más que sus manos para **jalar** una cuerda atada de extremo a extremo, en el caso la balsa B esta cuenta con un rodillo y su respectiva palanca para girar de él y **avanzar** a través de ella. Si bien parece que el sistema de la balsa B es más sofisticado y cómodo que el de la balsa A, este le quita libertad de movimiento y podría resultar más complejo en su uso. Planteamos las siguientes situaciones.

**Supongamos** que la cuerda que une el trayecto está totalmente floja debido al aumento del nivel del agua. La persona de la balsa A recorrería rápidamente el tramo inicial de la cuerda hasta generar la tensión para poder avanzar, mientras que la persona de la balsa B tendría que dar varias vueltas “en banda” para poder empezar a generar el movimiento, y, de tener que devolverse, tardaría más tiempo en que el sistema reaccionara.

**Supongamos** que se quiere tensar la cuerda antes de iniciar el cruce. La persona de la balsa A rápidamente tensaría la cuerda que es independiente de la embarcación, mientras que en la balsa B esto se vería afectado por el dispositivo que sigue anclado a la cuerda.



**Supongamos** que la corriente se dirige en el mismo sentido del movimiento. La persona de la balsa A aprovecharía el impulso y avanzaría de forma rápida por la cuerda dejándola libre, mientras que la persona de la balsa B tendría que mover muy rápido la manivela para aprovechar el impulso entregado a la embarcación.

**Supongamos** que súbitamente se corta uno de los extremos de la cuerda. Es posible que el sistema de la balsa B se vea afectado y la falta de tensión de un extremo genere complicaciones en el rodillo, donde la cuerda podría liberarse o enredarse en el mecanismo.

**Supongamos** que frente a una emergencia se debe dejar el tensor y liberar la balsa. En el caso del sistema B esto no se podría efectuar y existe la posibilidad de generar un naufragio dado la potencia con que la corriente golpea la embarcación.

Aunque son situaciones caricaturescas, esconden dos principios que pueden ser muy importantes para otorgar la flexibilidad y seguridad que requiere un sistema de cruce fluvial. El primero, es el no estar anclado a un lugar puntual del tensor, lo que facilita generar movimientos más rápidos con un uso inteligente de la tensión. Un ejemplo de este principio se manifiesta en lo veloz que se puede avanzar si la balsa esta siendo empujada por la corriente.

El segundo principio es la independencia que tiene la balsa del tensor, teniendo la capacidad de liberarse o incorporarse a este sin complicaciones. Gracias a esto

el tensor se puede instalar y modificar constantemente sin depender de la balsa.

Esto no quiere decir que el sistema no deba aprovechar las propiedades mecánicas de el uso de palancas, rodillos o poleas. Es aquí donde entra la figura del ascendedor, el cual puede aprovechar las cualidades ergonómicas y resistentes de estos mecanismos e incluir las propiedades flexibles de la balsa A. En definitiva una forma de abstraer el concepto de jalar la cuerda de forma mecánica.

## 6.2 Funcionamiento

En principios básicos, un ascendedor es un dispositivo que permite la circulación de un cuerda o tensor en una sola dirección, además de tener la capacidad de desvincularse de la cuerda en todo momento. Este mecanismo comúnmente se usa en escalada o trabajos en altura, donde el sistema permite asegurar a la persona mientras recorre un trayecto en ascenso, sin incomodar la tarea que se este realizando. Existen diversos tipos de ascendedores que varían en su mecanismo, pero que trabajan con la misma lógica. Uno de los más comunes es el representado en la figura 30. Este funciona a través de una pequeña perilla que gracias a su forma y la ubicación del punto de pivote, deja correr libremente la cuerda en un sentido y en el contrario la fricciona contra la pared del dispositivo, provocando que mientras más fuerza se le aplique al tensor en esa dirección, más fuerte será su bloqueo.

Dado que la balsa debe poder moverse en ambas direcciones, un ascendedor se puede modificar fácilmente agregándole una perilla en sentido contrario (figura 31). De esta forma, si mantenemos control sobre cada perilla, teniendo la capacidad de levantarlas para inhabilitar su uso, le entregaremos la dirección deseada al mecanismo sin tener que cambiar su desplazamiento. De la misma forma que uno aprieta la cuerda con las manos para avanzar y la suelta para recorrer la misma sin traccionarla.

Ascendedor convencional

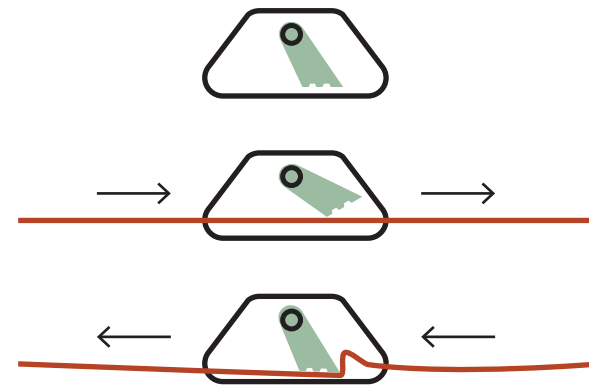


Figura 30

Ascendedor Modificado

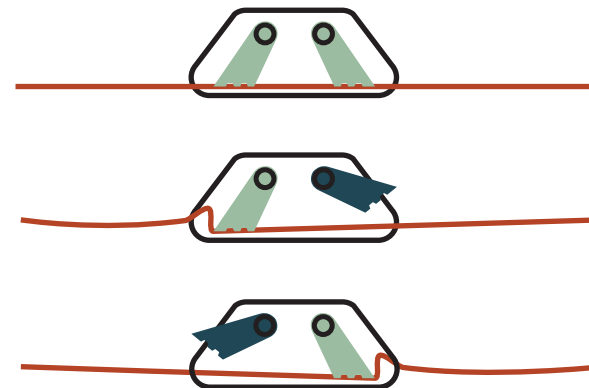


Figura 31

Gracias al ascendedor que nos entrega las cualidades destacadas del “jalar” versus el “avanzar”, ahora se puede agregar otros dispositivos mecánicos que permitan facilitar el movimiento de la balsa. Solo incorporando el ascendedor en una palanca (figura 32) estamos logrando potenciar la fuerza del sistema, además de volverlo más ergonómico en su uso. Sin embargo, de la misma forma que cuando uno jala de una cuerda, la fuerza se genera en un solo sentido, y

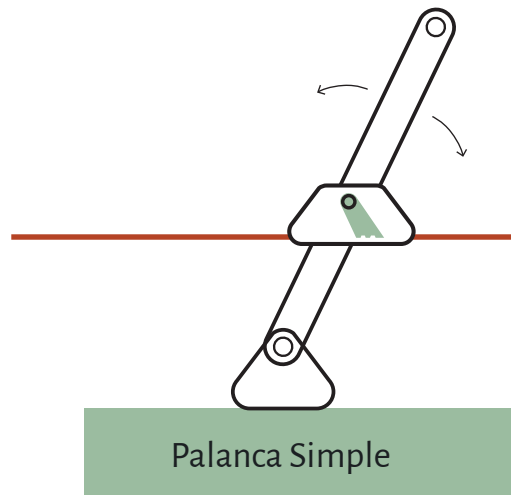


Figura 32

el movimiento de regreso no tiene otro fin que avanzar por el tensor para volver a realizar el esfuerzo. Con motivo de optimizar el mecanismo y que este se accione tanto en la “ida” como en la “vuelta” de la palanca, se propone el sistema tipo “rombo”, graficado en la figura 33. La idea es volver el ciclo circular, y evitar que la balsa se detenga cada vez que se devuelve la palanca.

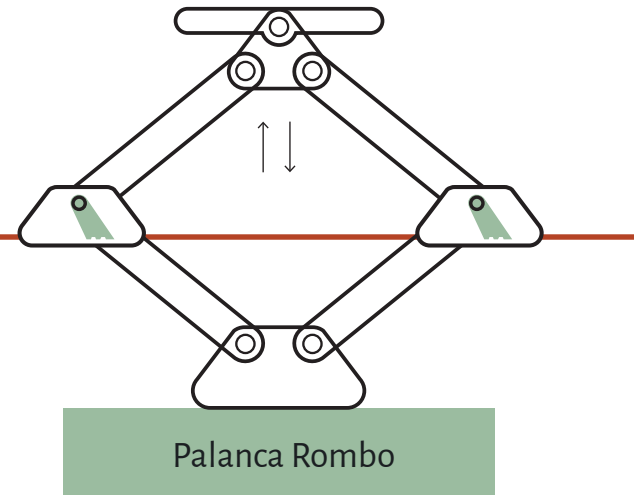
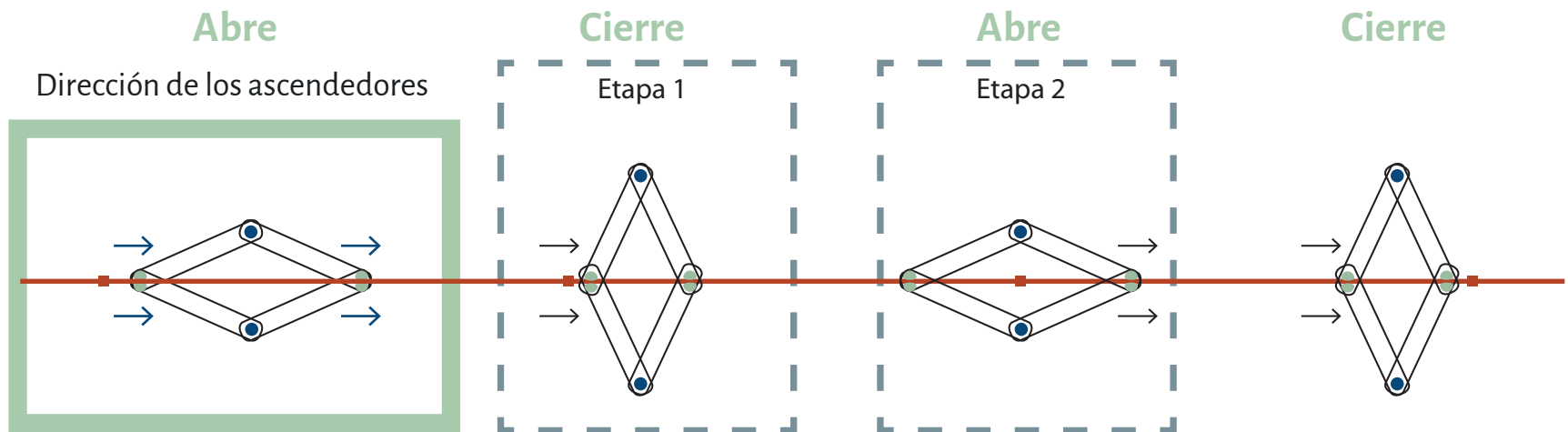


Figura 33

### 6.3 Ciclo de movimiento



*Ciclo de movimiento y fuerzas ejercidas del mecanismo tipo rombo sobre el tensor, a través del flujo de “abre y cierre”  
Constante iteración de la etapa 1 y etapa 2 para generar el avance continuo del mecanismo.*

- Punto de referencia fijado en el tensor
- Ascendedores
- Fuerza aplicada por el ascendedor
- ↗ Dirección de bloqueo



## 6.4 Prototipo 1: Sistema de ascendedores

### Motivo de testeo

Probar el uso de ascendedores bidireccionales y el mecanismo de palanca rombo.

### Método de testeo

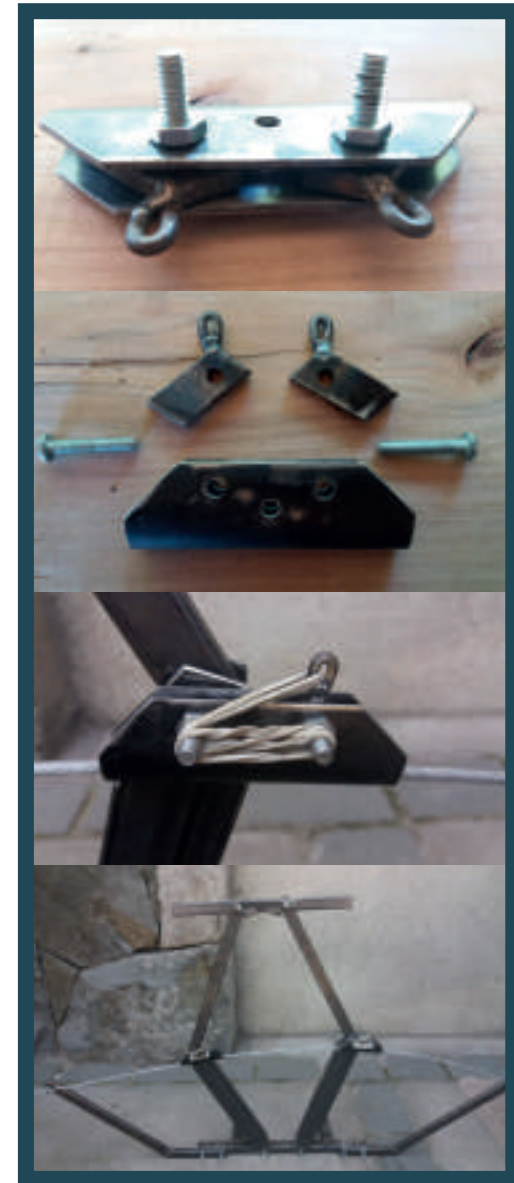
Uso de prototipo sobre una patineta o skate común en una calle inclinada, para ascender por la misma gracias a un tensor atado en el sector superior.

### Fabricación

Prototipo metálico para resistir la fuerza de la palanca y el tensor. Uso de golillas en los puntos de pivote para facilitar el movimiento de las piezas.

### Conclusiones

- I. Correcto funcionamiento del sistema, sin embargo resulta poco fluido debido a la movilidad y juego de sus partes las cuales no se encuentran bien apretadas, lo que mejoró considerablemente con el ajuste de los pernos.
- II. Necesidad de una pieza que mantenga rígido el rombo en el eje vertical, el cual tiene mucho juego debido a la fuerza del tensor.
- III. El resorte o elástico que mantiene las palancas del ascendedor contra el tensor, debe ser firme para actuar con rapidez y evitar un intermitente tironeo al cambiar la dirección de movimiento del rombo.



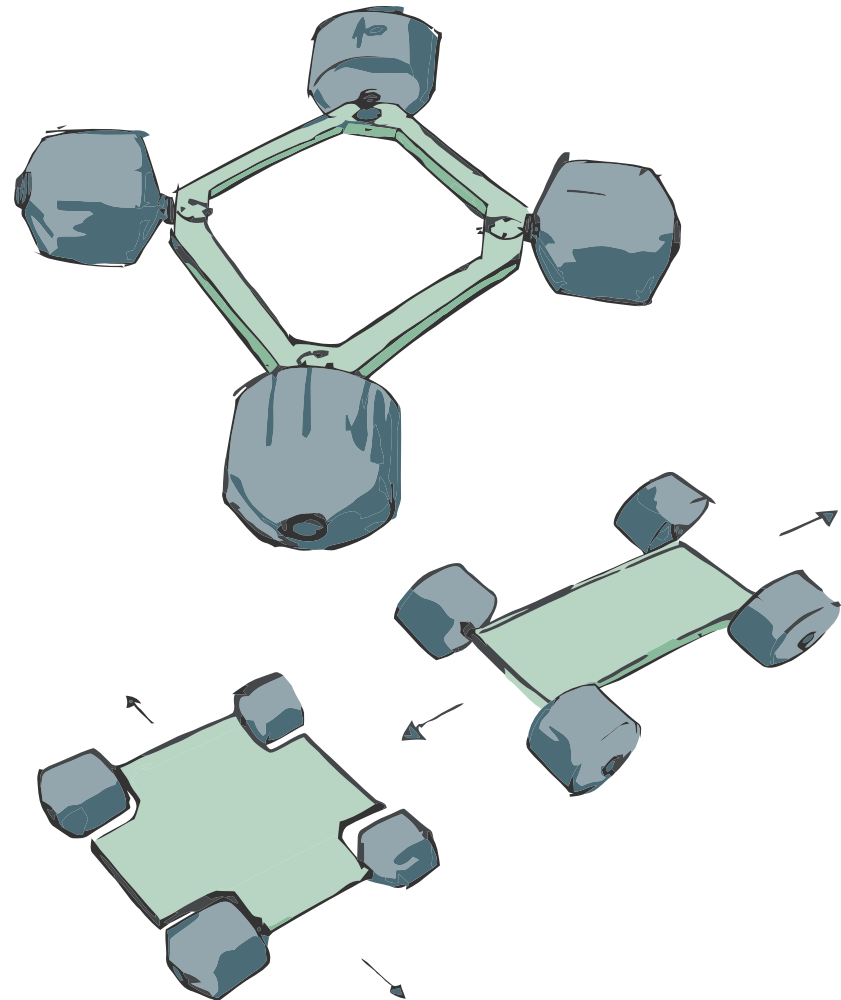
# Flotador Móvil

## 6.5 Disposición y forma

La rueda, tal como vimos en los antecedentes, es un dispositivo que se puede usar para otorgar cualidades “todo terreno” al sistema de cruce fluvial, además, de tener las propiedades positivas de usarse como un flotador independiente.

Recordando la propuesta de la plataforma con ruedas tipo molino (Página 56), estas también pueden ser una fuente de propulsión y receptor de energía fluvial. No obstante, la disposición de la rueda es vital para que su uso sea efectivo.

Para hacer una búsqueda más acertado de la forma y dirección que deben tener las ruedas para trabajar de manera óptima, se sometieron diversas geometrías básicas a un programa CFD (Computational Fluid Dynamics). De esta forma se podría analizar los puntos de presión y la velocidad del líquido, buscando la opción que opusiera menor resistencia al flujo de corriente y por ende, afectara menos la balsa.



## 6.6 Análisis CFD

A B C D

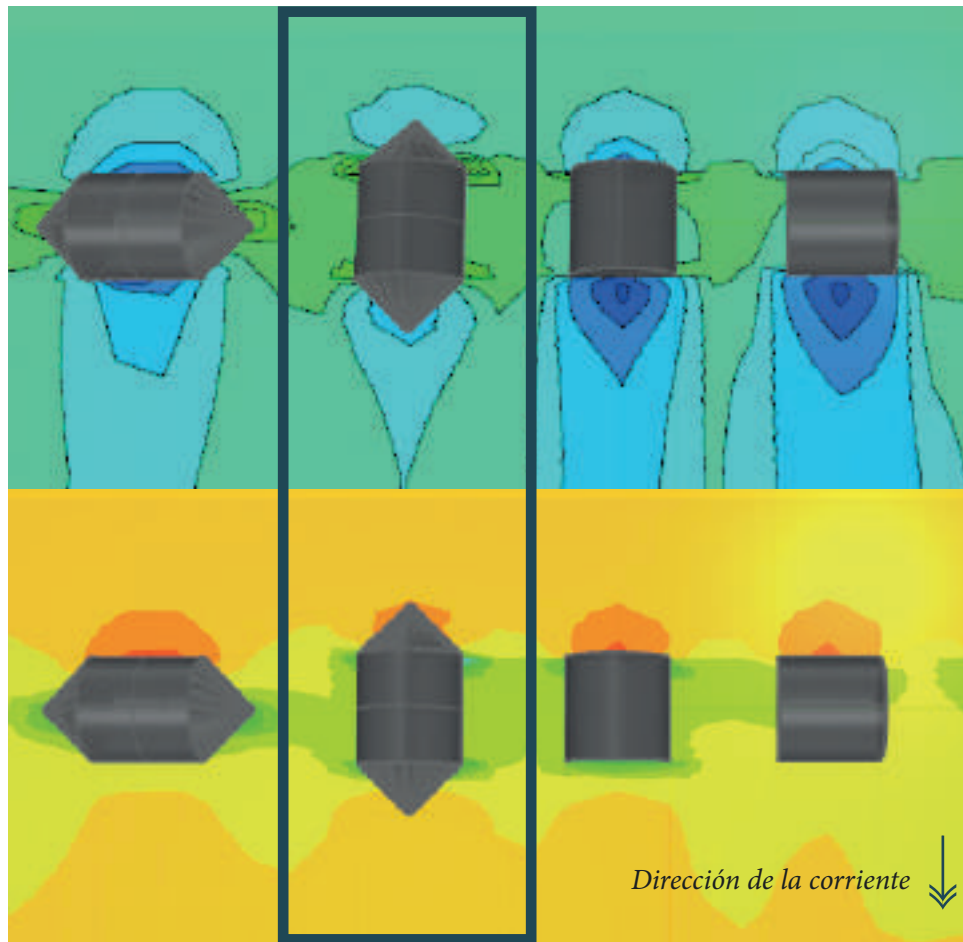


Figura 34:  
Gráfico de  
velocidad (m/s)

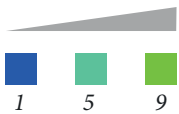
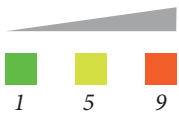


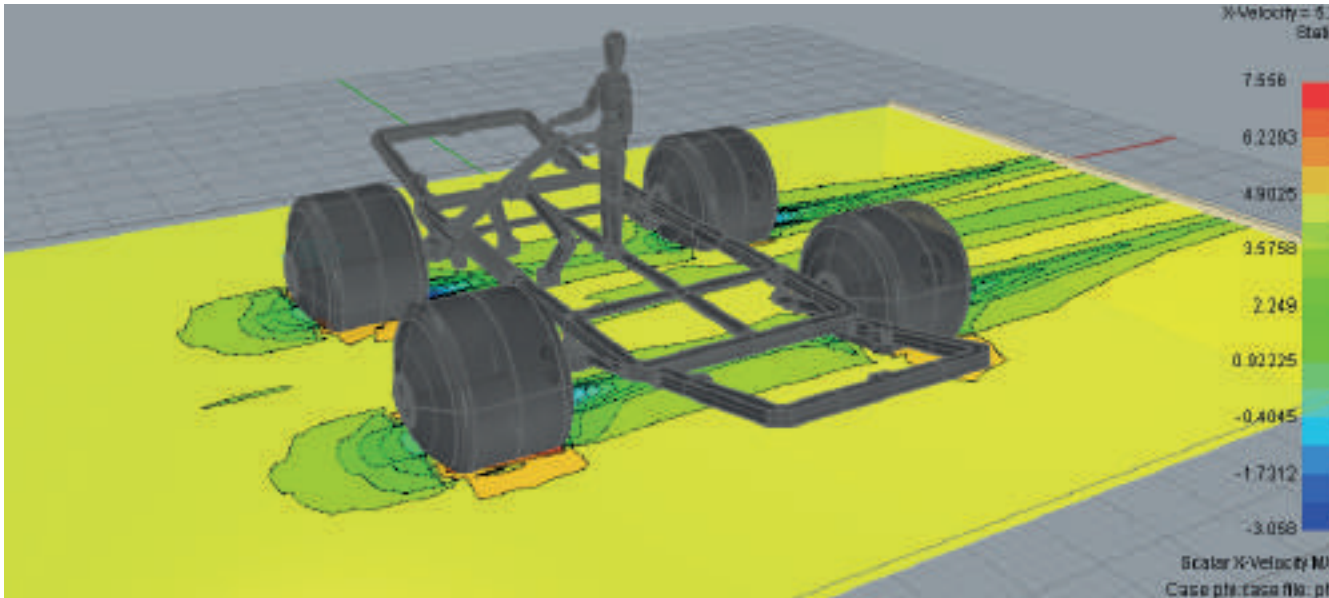
Figura 35:  
Gráfico de  
presión (m/s)



Como podemos ver en el resultado, la geometría B es la más hidrodinámica. Esta genera menor presión en la cara que impacta la corriente y crea una reducida estela de baja velocidad en la cara opuesta. En consecuencia, es la que menos interfiere con el flujo de la corriente, reduciendo la fuerza con que esta arrastra a la balsa.

Más allá de la geometría que resulta óptima, existe una constante en que aquellas formas que disponen el largo de su forma cilíndrica paralelo a la corriente (B y C) son más hidrodinámicas que aquellas que se disponen de forma perpendicular (A y D). Por ende y dejando de lado la inclinación de sus cantos, esa es la dirección que deben tener los flotadores de la balsa.

También podemos ver que las diferencias de velocidad y presión se sitúan en los extremos de esta forma, en otras palabras, se puede aumentar el largo de la geometría sin interferir en la corriente y entregando una mayor fuerza de flotabilidad.



Uno de los alcances positivos de que la disposición de la geometría B y C sean más hidrodinámicas, es que la rueda se dispone de forma que puede afrontar la orilla con la capacidad de rotar. Así facilita el acceso de la balsa al entrar en contacto con el fondo del río, trabajando como normalmente lo hace un vehículo terrestre.



## 6.7 Turbina

Pese a que la disposición de las ruedas no permite que funcionen como un molino de agua convencional (figura 28), existen otros mecanismos para captar la energía de la corriente de forma que el dispositivo gira en un eje paralelo a esta, como es el funcionamiento de las hélices y muchas turbinas. Estas gracias al uso de varias aspas o palas dispuestas de forma ladeada logran convertir la energía de forma transversal al flujo de agua.

Como podemos ver existe un notorio aumento de la velocidad en los sectores señalados por los cuadros 1 y 2. Llegando incluso a duplicar la velocidad del flujo de agua de la corriente. Estas zonas son óptimas para instalar aspas que recojan esa energía y la transformen en el motor del dispositivo que tracciona el cruce fluvial. A estos dispositivos los llamaremos flotadores móviles.



Figura 36:  
Gráfico de  
velocidad (m/s)

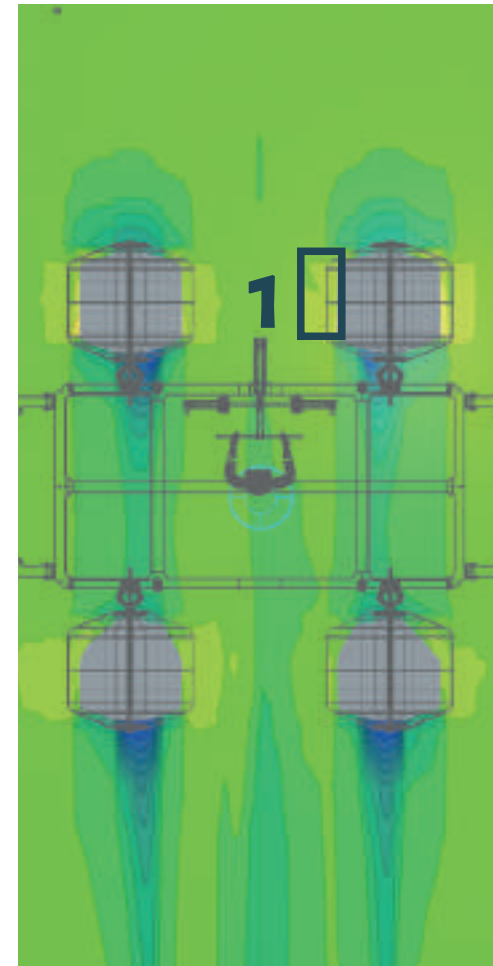
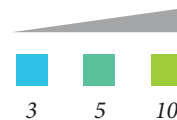
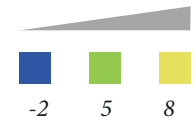


Figura 37:  
Gráfico de  
velocidad (m/s)





## 6.8 Prototipo 2: Flotadores móviles

### Motivo de testeo

Probar en una pequeña escala la factibilidad del uso de flotadores móviles como fuente de energía.

### Método de testeo

Prototipo de escala reducida que es arrastrado a lo largo de una piscina para simular la corriente de agua.

### Fabricación

Construcción de una estructura simple pero versátil, que permite modificar su ancho y fijar diversos objetos. Sobre esta se montan cuatro botellas con aspas plásticas pegadas de foma ladeada para simular una turбина y posicionadas en los puntos de mayor velocidad según el análisis CFD. Este mecanismo es ensamblado junto a una abstracción de lo que sería el sistema de ascendedores de tipo rombo.

### Conclusiones

- I. Los flotadores giran con bastante fuerza pese a tener sumergida menos de la mitad de su tamaño.
- II. Logra producir el movimiento de abre y cierre del rombo con fluidez, sin embargo, a veces se tranca debido al malfuncionamiento de la palanca de transmisión (perfil de aluminio que une el flotador con el rombo) que no se encuentra alineada con el movimiento.
- III. Se tuvo que realizar diversas perforaciones en las palancas inferiores del rombo, para ajustar la velocidad de la rueda al rango de apertura de este. Estas perforaciones podrían ser una opción para regular la relación entre la fuerza y distancia que el mecanismo logra efectuar según la fuerza que posee la corriente en que se instala.





## 6.9 Flotabilidad

Respecto a la capacidad de carga que debe resistir la balsa, la pregunta fundamental a responder es ¿qué deben cruzar normalmente los habitantes de estas zonas? La respuesta condicionará la capacidad de flotabilidad y empuje que deben tener los flotadores de nuestro sistema fluvial.

Como vemos en el cuadro inferior, se recogió los principales elementos que se deben transportar a través del río, con una aproximación de su peso.

Teniendo en cuenta estas cifras y definiendo como punto de partida el traslado de una persona y un toro, ya que resulta ser el animal más pesado, se estableció como capacidad mínima de carga los 1200 kg. En la figura 39 se realiza una conversión de esta cifra en los diversos elementos de carga.

<b>Personas</b>	Adulto	<b>80 kg</b>
<b>Forraje</b>	Fardo	<b>25-30 kg</b>
<b>Leña</b>	Metro c.	<b>460 kg</b>
<b>Materiales</b>	Listón 2x8"	<b>19.5 kg</b>
<b>Ganado</b>	Caballo	<b>450 - 500 kg</b>
	Toro o vaca	<b>600 - 1100 kg</b>
	Carnero	<b>45 - 160 kg</b>

Figura 38

Este es un anhelo de los campesinos, quienes ven en esta iniciativa una gran posibilidad para poder sacar sus animales, producción de madera y algunos productos de la tierra.

*Seremi de MOP respecto a la balsa El Blanco*

**1200 kg** Representación aproximada de la cantidad de elementos que suman un peso total de 1200 kg.

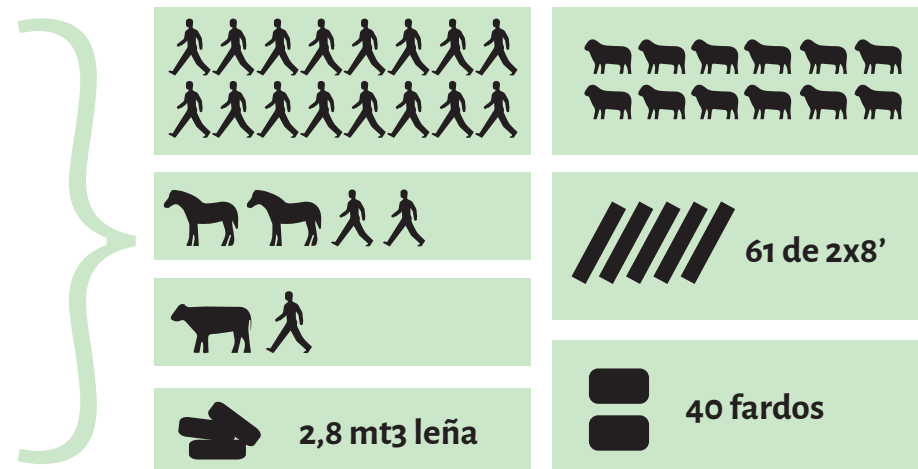


Figura 39: Cuadro de conversión.

Si la balsa cuenta con 4 flotadores, cada uno debe resistir 300 kg más el peso de la estructura para poder aguantar los 1200 kg de carga. Esta capacidad debe lograrse en una línea de flotación segura, lejos de que los flotadores se encuentren sumergidos en su totalidad. Por esto se plantea que cada flotador resista cerca de 800 kg, dejando más de la mitad de su tamaño sobre el agua, aún cuando se encuentre con su carga máxima.

La línea de soporte de los 300 kg, será notoriamente marcada, para que el usuario tenga cuidado en nunca sobrepasar esa línea de flotación, manteniendola totalmente visible por sobre el agua.

#### Flotador individual

- Volumen total: **785 litros**
- Volumen hasta la línea límite de flotación: **300 litros**

#### Balsa

- Volumen total: **3140 litros**
- Volumen hasta la línea límite de flotación de la balsa: **1200 litros**

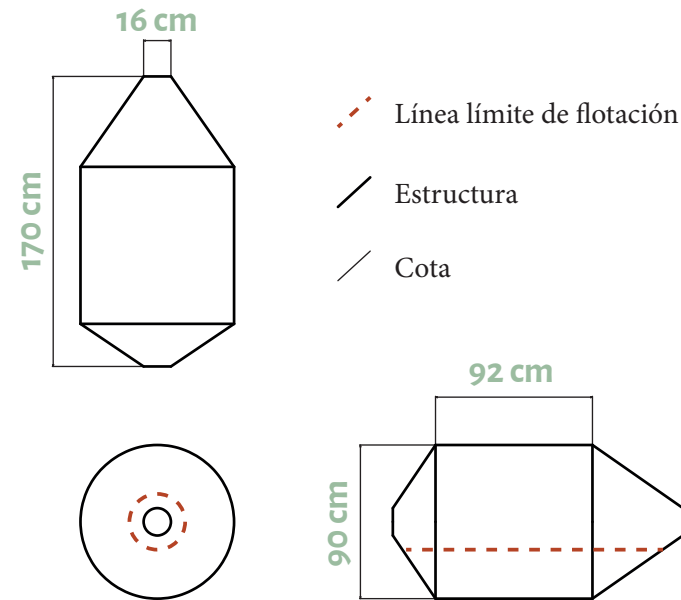
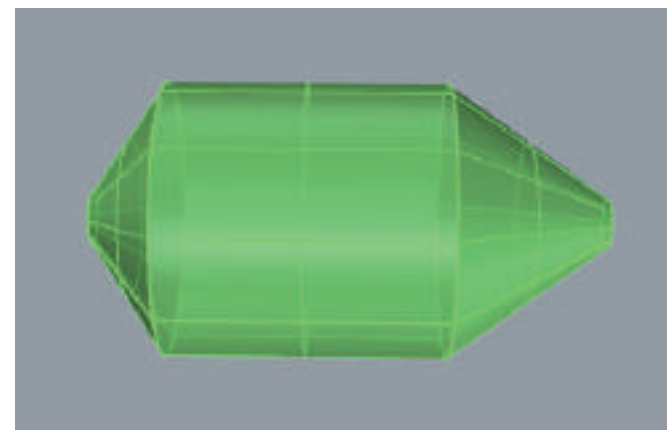


Figura 40: Dimensiones principales del flotador.



## 6.10 Prototipo 3: Flotadores con suspensión

### Motivo de testeo

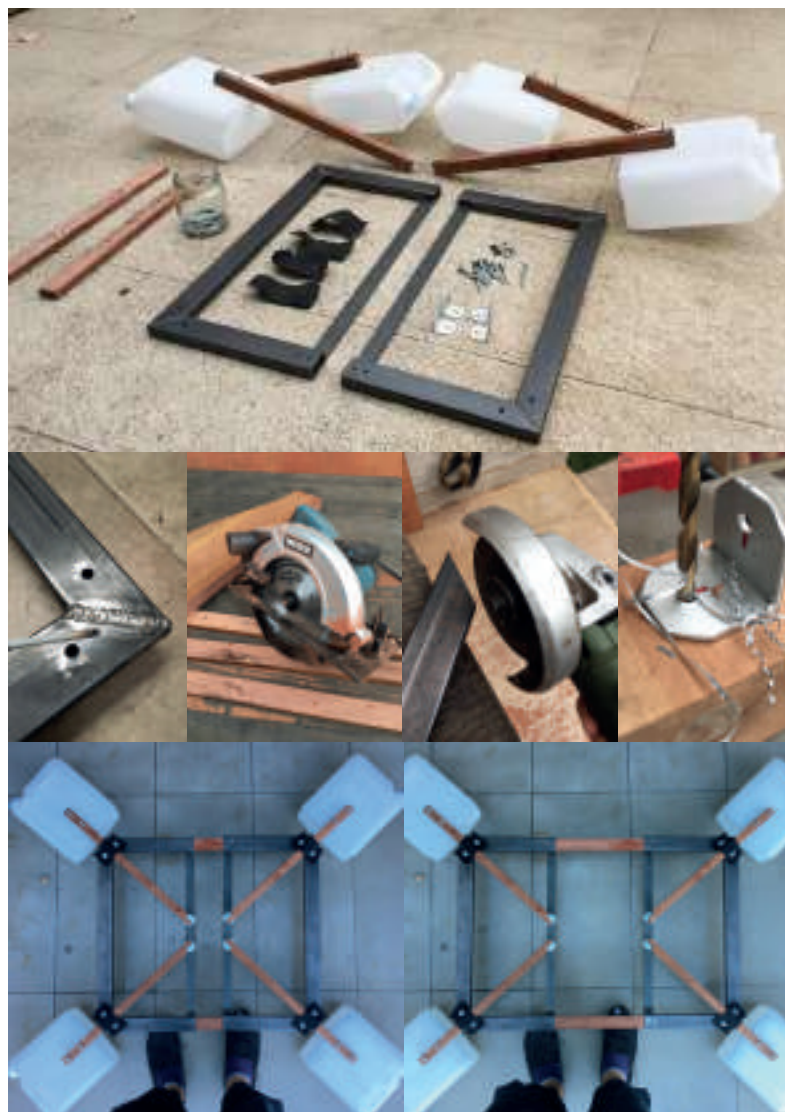
Puesto que estamos trabajando con flotadores independientes, existe la posibilidad de agregar un sistema de amortiguación que haga más estable y seguro el recorrido dado las irregularidades del río.

### Método de testeo

El prototipo es perturbado por diversas fuerzas mientras es grabado en cámara lenta para poder ser luego analizado en detalle. Se realizan dos pruebas, en la primera se genera oleaje de forma artificial en una piscina y en la segunda se lanzan diversos objetos sobre ella, simulando las fuerzas dinámicas que existirían sobre el mecanismo. En ambos casos se realiza primero la prueba bloqueando la suspensión y luego liberándola para así comparar las diferencias.

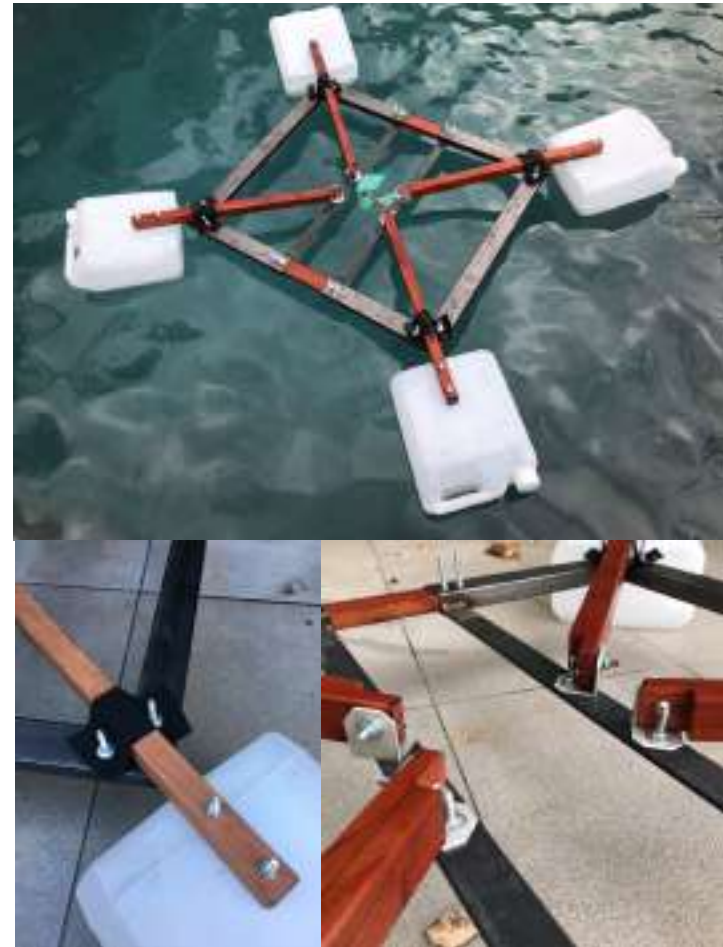
### Fabricación

Haciendo uso de la estructura del prototipo 2, se fijan cuatro bidones en brazos de madera que están apernados en el centro de la balsa, otorgándoles movilidad vertical, pero limitados por elásticos de género que amortiguan su movimiento. Estos elásticos tienen la capacidad de ser tensados o aflojados con los pernos que lo fijan a la estructura principal.



## Conclusiones

- I. Frente al oleaje la balsa se muestra más estable con el uso de la suspensión, que se adapta a la forma de la superficie del agua sin modificar significativamente al “horizonte” de la estructura principal. Sin embargo, la diferencia no es sustancial con el uso o sin el uso de los elásticos.
- II. En cuanto a las fuerzas dinámicas que se aplican sobre la balsa mientras se encuentra en aguas quietas, resulta que el uso de suspensión es negativo para el sistema, generando mayores diferencias de altura al presionar las distintas zonas de la estructura principal. Esto se debe a la suma que resulta entre el diferencial de altura que se genera al hundir uno de los flotadores y el cambio en la longitud del elástico.
- III. No es conveniente el uso de un sistema de suspensión que sostenga a los flotadores, dado que no resulta sustancialmente útil para las irregularidades de la superficie del agua y resulta notoriamente negativo para las fuerzas dinámicas que actúan sobre la balsa. Recordemos que además de personas, se necesita trasladar ganado que puede moverse de forma brusca. No obstante, el uso de una amortiguación muy corta y dura puede servir frente a los golpes de la balsa con el fondo del río, aunque la capacidad de rotación de los flotadores ya es una ayuda en ese sentido.



## 6.11 Fabricación del flotador

Los costos y complejidad de fabricación se concentran en los flotadores, que son el pilar fundamental del sistema de cruce, y, además de soportar la carga, son la turbina que potencia el mecanismo. Por otra parte, deben poder ser fácilmente reemplazados cuando se necesite, por esto es esencial que su fabricación sea lo más simple y barata posible.

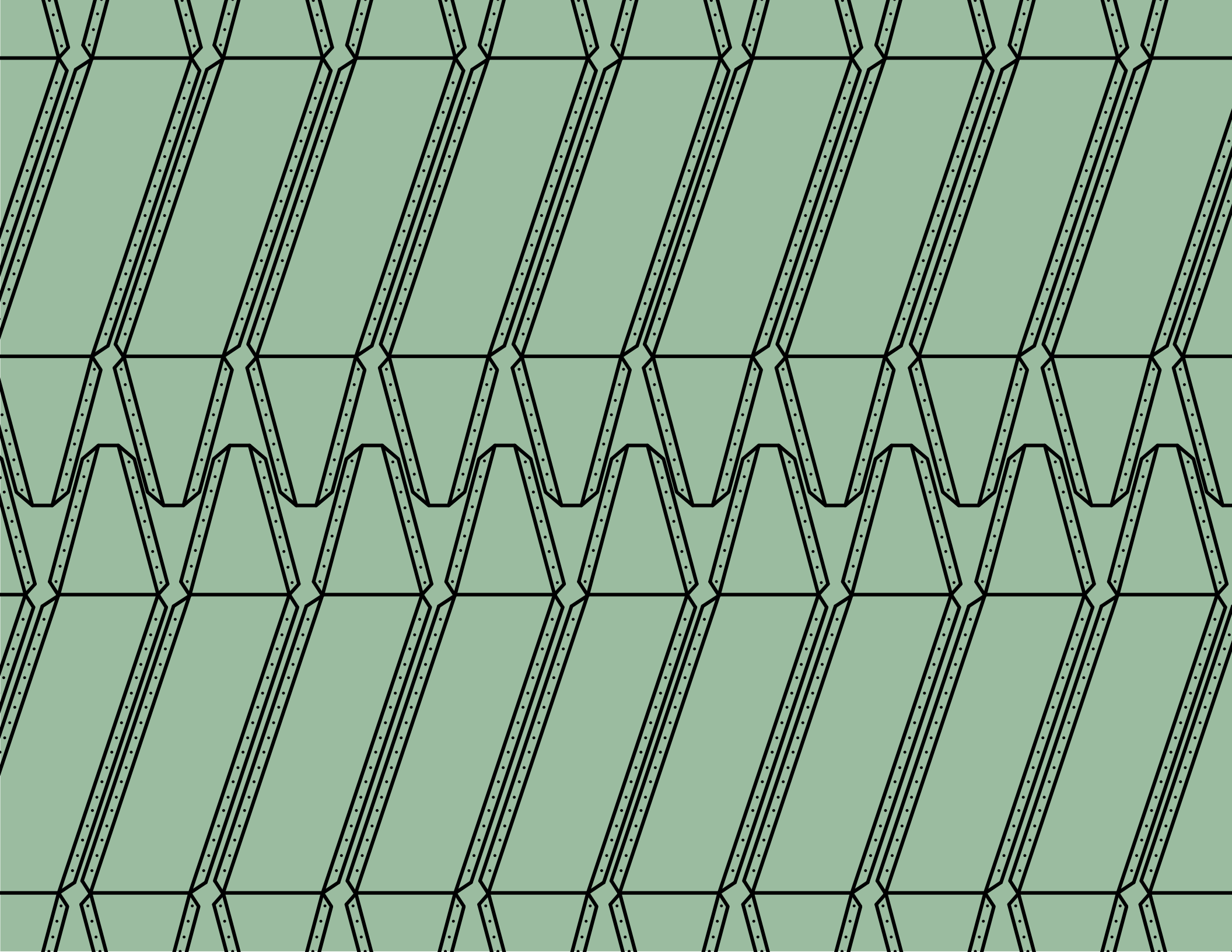
Una opción es la fabricación de estos dispositivos en termoplásticos roto moldeados o el uso de fibra de vidrio. Sin embargo, debido a los múltiples abscesos que representan las aspas de los flotadores tanto el molde como su ensamble resulta complejo. Sumado a esto, recordemos que son objetos que frente al desgaste y golpes pueden quedar inutilizados, por lo que es preferible un material de se degrade más rápido que los anteriormente mencionados.

Ante este desafío se buscó una forma de fabricar los flotadores en un material laminar que mediante diversos pliegues rigidice su estructura, logrando un objeto liviano pero resistente. Bajo esta idea las planchas de acero galvanizado, inoxidable o aluminio resultan buenas opciones, además de ser resistentes y baratas, éstas se pueden cortar en laser o plasma dependiendo de su grosor, marcando los pliegues y perforaciones necesarias para su fácil ensamble.

A modo de experimentación, se usó papel de alto gramaje para simular la rigidez de las planchas metálicas, el cual, al trabajarse en una escala pequeña, se puede comportar de forma similar al acero en dimensiones más grandes. Con el uso de técnicas propias del origami, se buscó generar líneas de mayor resistencia y distintos niveles de torsión para proporcionar la forma de turbina y estructurar la geometría. Se trabajó contantemente la torsión del papel sobre un pequeño límite entre generar mayores niveles de resistencia por la presión contenida y el colapso o quiebre del material.



Figura 41: Resultados de la experimentación, en diversos largos y niveles de torsión





## 6.12 Prototipo 4: Flotador de metal

### Motivo de testeo

Provar la capacidad de un material metálico de replicar la propuesta realizada en papel. Analisar sus capacidades de resistencia y torsión.

### Método de testeo

La misma fabricación del objeto será el método de testeo, analizando la capacidad de las planchas metálicas para adoptar la forma prevista.

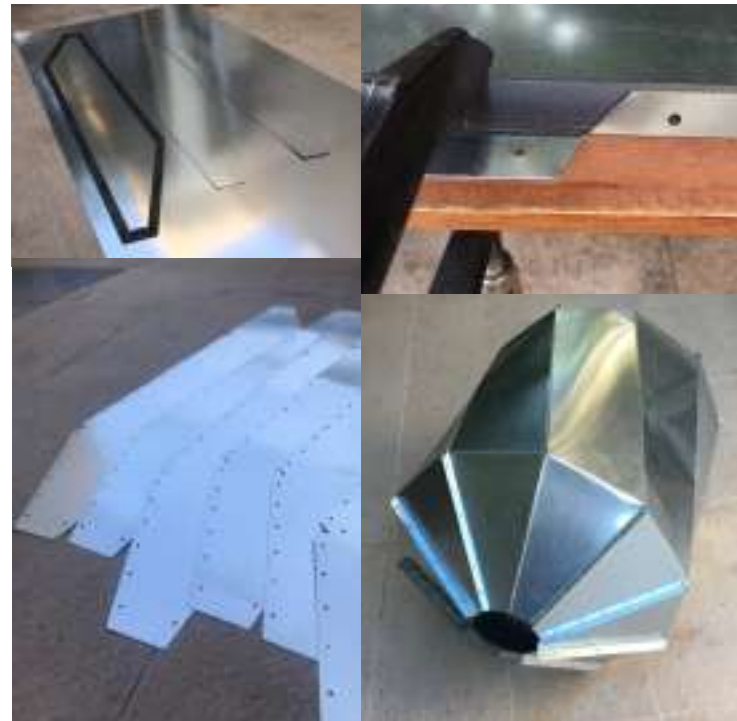
### Fabricación

Dada la gran cantidad de piezas que componen un flotador, se fabrico una matriz en pletinas de fierro, para calcar su forma y definir las perforaciones y dobleces. A partir de una plancha de galvanizado de 0.35 mm, cada pieza se corto con esmeril angular para luego posarse todas juntas en forma de “sándwich” y perforarse en conjunto. Luego se doblaron las piezas manualmente con la ayuda de guías y prensas. Por último se ensamblaron poco a poco para que no colapsara el material, usando remaches tipo pop de 4.0 x 6.0.

### Conclusiones

- I. El material logra tomar la forma sin colapsar. Al colocar la última pieza el flotador se vuelve muy resistente considerando el uso de una plancha de 0.35 mm.

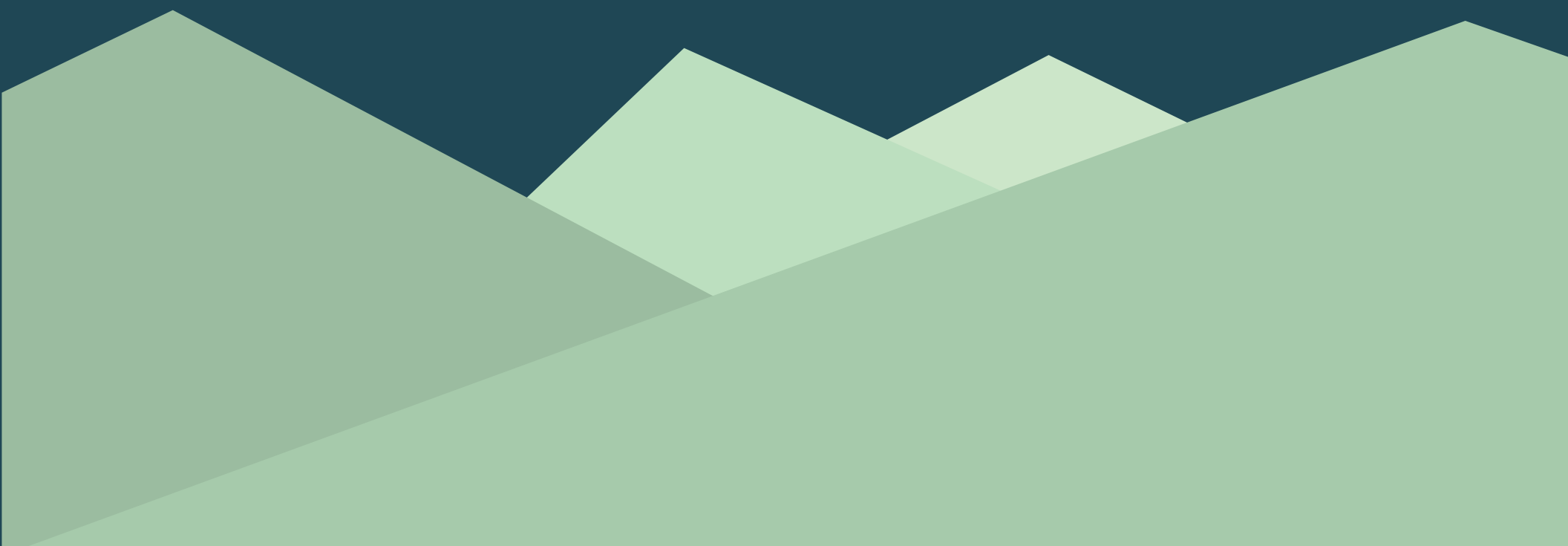
- II. Puesto que el prototipo no tenía “tapas” o alguna estructura que sostenga los extremos del flotador, estas se doblaban levemente al ejercerles presión. Una vez rígidos los extremos y cerrada la totalidad de la geometría, el desempeño estructural debería mejorar considerablemente.
- III. Aumentando el grosor de la plancha metálica, y teniendo la posibilidad de hacer dobleces curvos con un grabado en laser o plasma, se podría llegar a una solución muy resistente y económica.

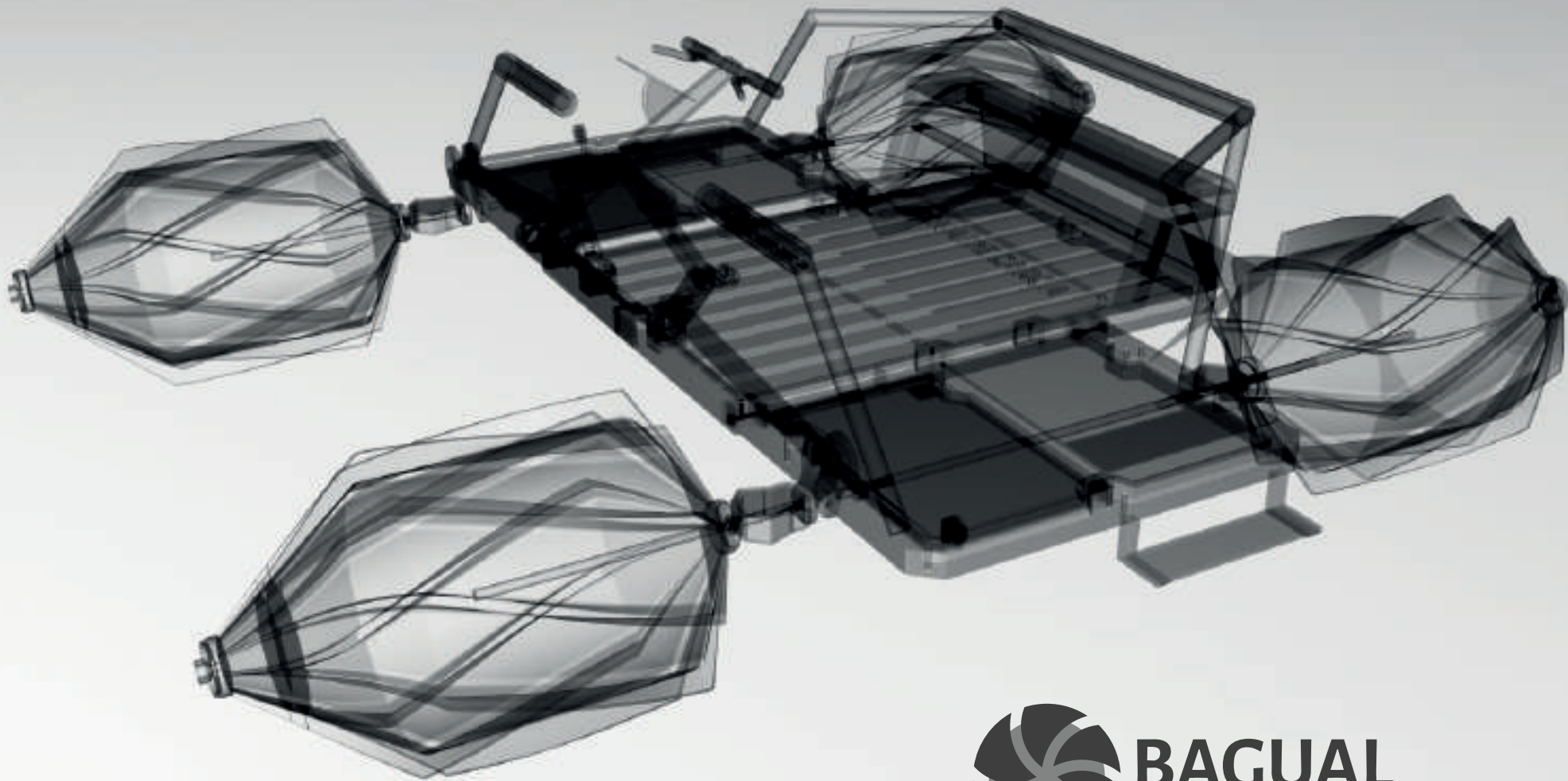




**BAGUAL**

Sistema de cruce fluvial todo terreno





**BAGUAL**  
Sistema de cruce fluvial todo terreno

# 7

## Propuesta de Diseño

**7.1** Definición de la propuesta

### **La balsa**

**7.2** Componentes

**7.3** Funcionamiento

**7.4** Control del usuario

### **El tensor**

**7.5** Geometría de cruce

**7.6** Anclaje

**7.7** Movimiento del tensor

### **Banco de inercia**

**7.8** Caracter optativo

**7.9** Oportunidad

**7.10** Funcionamiento

**7.11** Flujo de carga

# Preámbulo

Este proyecto busca proponer un sistema, no un producto determinado y estático. Por esto la definición de la propuesta se basa en su funcionamiento y su estrecha relación con el usuario y contexto, no en dimensiones o cálculos mecánicos específicos, que, aunque necesarios, no forman parte del estudio de interacciones presentado en este documento.

## 7.1 Definición de la propuesta

Recogiendo el estudio descrito en el levantamiento de información, interacciones críticas, antecedentes, referentes, proceso de diseño y pilares de investigación, la propuesta de diseño busca tomar los puntos claves del proyecto y hacerse cargo de las complicaciones que surgen en el desafío de generar conectividad fluvial. Como ya vimos en el mapa de interacciones (pag 48), existe una gran variedad de factores que inciden en el contexto fluvial. Por lo tanto, el diseño se plantea de forma adaptable y resistente a un contexto en continuo movimiento y cambio.

La propuesta final consiste en un sistema de tres partes: la balsa, el tensor y el banco de inercia. La balsa es el componente principal del sistema, ya que interactúa constantemente tanto con el río como con el usuario, y en ella se concentran todas las interacciones, mecanismos e innovación de este proyecto. Sin embargo, definir los dispositivos que la acompañan también es importantes para el sistema en su totalidad. A continuación se describen las tres partes, con sus respectivos componentes y funciones.





# La Balsa

## 7.2 Componentes

La estructura de la balsa consta de una plataforma plana, simple pero versátil, para así poder llevar distintos tipos de carga o modificar su forma agregando asientos, techo u otros artefactos que sean de utilidad según el lugar donde esta se emplace. Sobre esta plataforma se montan cuatro flotadores móviles, los cuales van posicionados en dos ejes que permiten que estos funcionen como turbinas y giren de forma conjunta para recoger la energía de la corriente. Por su parte, el eje que sostiene los flotadores móviles esta conectado al sistema de palanca rombo y sus respectivos ascendedores, tal como se definió en la página 62. Así este dispositivo trabaja de manera dual, tanto con la fuerza corporal del usuario como con la fuerza del río. Dependiendo de la zona en que se establece el sistema, puede no ser necesario el uso de fuerza corporal, pero teniendo presente la irregularidad de la corriente del río y un acceso efectivo a la orilla, se vuelve necesario emplear la fuerza del usuario en ciertos tramos.

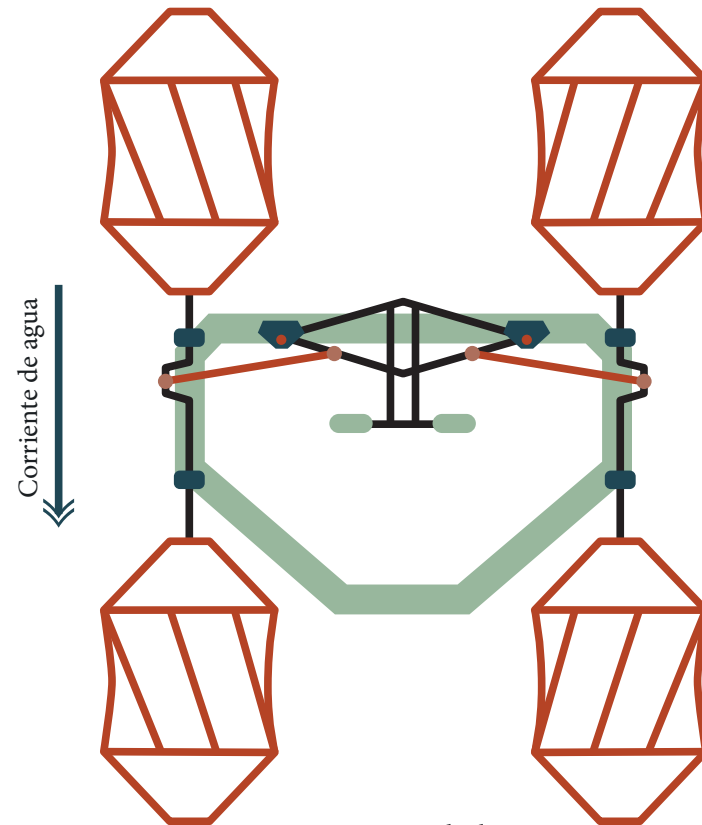


Figura 42: Vista de planta



## 7.3 Funcionamiento

### Rombo

Es la base estructural del mecanismo, que canaliza tanto la fuerza proveniente de los flotadores (corriente) como la aplicada sobre el manubrio (corporal). De esta forma y gracias al movimiento de “abre y cierre”, se avanza por el tensor mientras los ascendedores generan la tracción necesaria para mover la balsas a través del cable.

### Flotador móvil

Al girar con la corriente de forma similar a como lo hace una turbina, recogen la potencia del río y provocan el movimiento de abre y cierre del rombo a través de la palanca de transmisión. Los flotadores no mueven la balsa por girar en el agua, sino que ocupan la corriente para traccionar el tensor a través de los ascendedores dispuestos en el rombo.

### Manubrio

Es aquí donde se direcciona la balsa y se emplea la fuerza corporal de ser necesaria. Cuenta con dos manillas para determinar el recorrido de la embarcación, similares a las empleadas en los frenos de las bicicletas.

### Ascendedor

Traccionan de forma direccionada el tensor a través del movimiento del rombo. Cada ascendedor tiene la capacidad para bloquearse o liberarse en ambas direcciones, según se controle en las manillas del manubrio.

### Palanca de transmisión

Es la conexión entre el eje que sostiene los flotadores y el rombo. Transmite el giro de estas “ruedas” con el empuje necesario para generar el movimiento de abre y cierre.

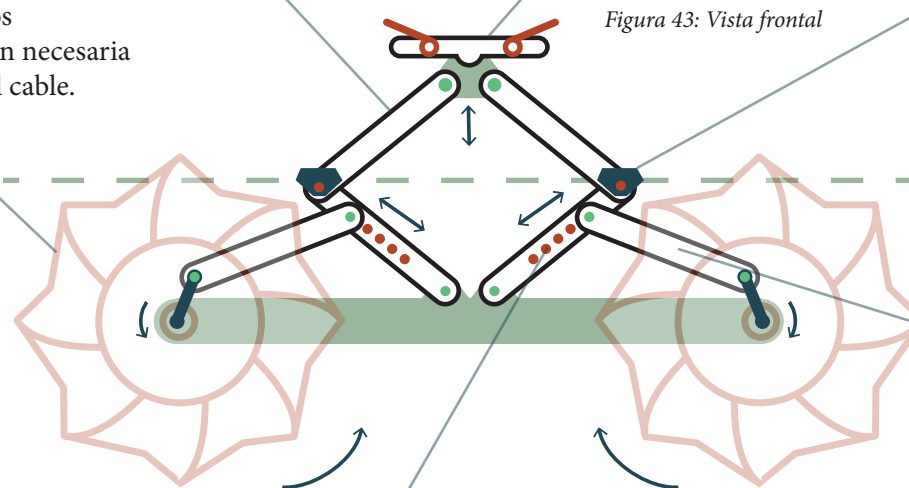


Figura 43: Vista frontal

### Ajuste de fuerza

Debido a la diversidad de ríos y sus diferentes corrientes, es necesario regular la fuerza empleada por el agua en función de la distancia que recorre la balsa. Esta adaptabilidad es posible con el ajuste de la palanca que une los flotadores con el rombo. De esta forma si se fija en un punto más cercano al ascendedor, menos fuerza necesitará el río para hacer avanzar la balsa, pero el movimiento de abre y cierre será corto, y el trayecto lento. De forma contraria, si la fijación es alejada del ascendedor, el río necesitará mucha fuerza para mover la balsa, pero el movimiento será rápido.

## 7.4 Control del usuario

Uno de los grandes desafíos fue lograr que la balsa fuera autosuficiente, debido al importante rol que normalmente cumple el balsero para controlar el flujo de cruce y maniobrar la balsa. Por esto, era necesario plantear una interfaz simple e intuitiva de usar, apta para todos los usuarios que quieran operar el sistema.

Para direccionar la balsa, las manillas situadas en el manubrio están conectadas por cables a los ascendedores, donde pueden activar o desactivar la perilla que bloquea el tensor en una dirección determinada. Las manillas se pueden mantener apretadas sin necesidad de estar en el manubrio, así se puede dejar el mecanismo funcionando, estando o no el usuario sobre la balsa. Como está representado en los 4 modos de operación, para avanzar a la izquierda se debe apretar la manilla izquierda y viceversa. Si ambas manillas están sueltas el sistema queda fijado al tensor sin avanzar y por el contrario, si ambas están apretadas la balsa queda libre de moverse por el tensor sin que el mecanismo influya en su movimiento.

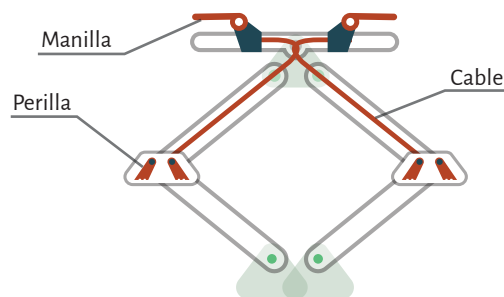


Figura 44: Componentes del sistema de dirección

Este sistema es vital para que la balsa se adapte al flujo de cruce. Cuando una persona hace uso del mecanismo y llega a su orilla de destino debe dejar presionada la manilla que direcciona la balsa a la ladera contraria. De esta forma si llega un usuario y la balsa se encuentra en la orilla opuesta a la suya, solo deberá atraerla hacia él un par de metros para que el sistema empiece a funcionar y la fuerza de la corriente la lleve hacia él.

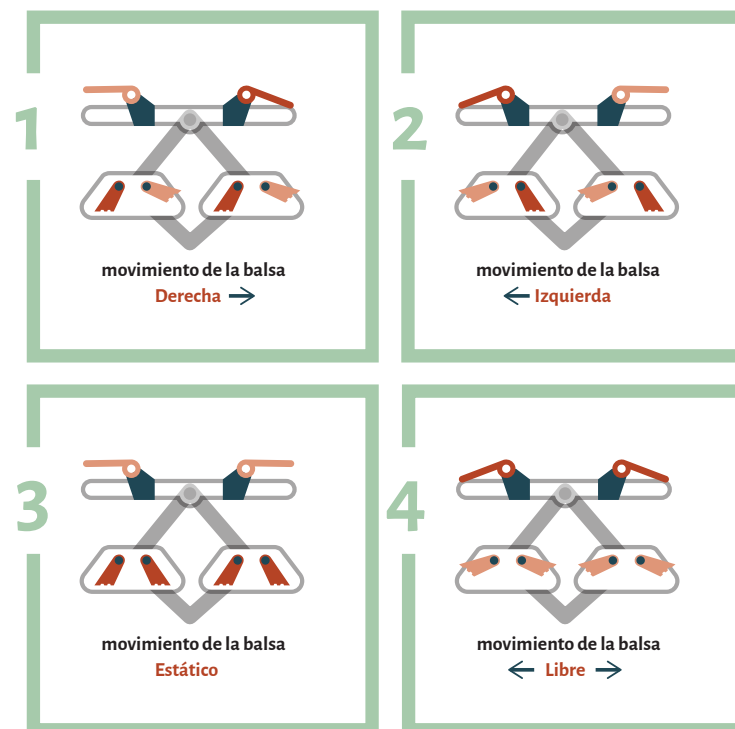


Figura 45: Modos de operación.

# El Tensor

## 7.5 Geometría de cruce

El tensor pasa de forma perpendicular a la corriente del río, cruzando dos veces de lado a lado unido en si mismo, para generar un ciclo circular. Este es sostenido en dos poleas, de forma que la balsa también se puede mover desde la orilla si está fijada a un punto del tensor. Cuando se encuentran en reposo (figura 46) ambas cuerdas poseen la misma catenaria y longitud, pero cuando la balsa ejerce fuerza sobre uno de los tensores este se alarga al tensar aquel que queda libre. Esto le entrega un mayor rango de movilidad al tensor que sujeta la balsa, entregando mayor libertad frente a diferencias de caudal, acceso a orilla o la misma diferencia de altura generada a lo largo de la catenaria. Las piolas se tensan por sobre el nivel del agua, a una

altura que permite el movimiento de las pequeñas embarcaciones que se mueven a lo largo de estos ríos.

Aunque en un comienzo se pensó que los tensores fueran sumergidos para simplificar el anclaje y el cruce de embarcaciones, luego de una reunión con Carlos Blamey, Ingeniero naval, se descartó esa posibilidad. Como explicó para este proyecto, un tensor generaría mucha resistencia contra la corriente, triangulando la balsa de una forma que sería difícil moverse a través del río. También es peligroso dado los troncos o otros objetos que puede arrastrar la corriente, los que podrían engancharse en el tensor y generar un accidente.

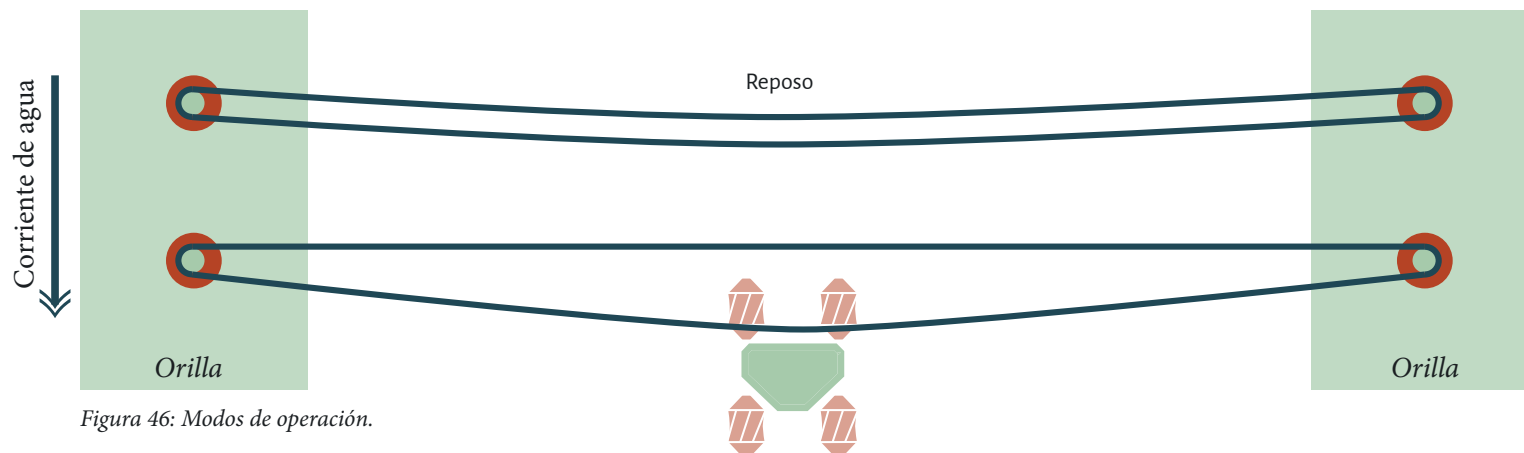


Figura 46: Modos de operación.

## 7.6 Anclaje

El dispositivo de anclaje del tensor cumple dos funciones. Primero su labor estructural, que permite fijar y tensar de manera simple el cable a la altura indicada según su contexto. En segundo lugar está su función rotativa, que permite bloquear el tensor o liberarlo para su movimiento.

### Estructura del tensor

En cuanto al desafío de estructurar el tensor, en un inicio se analizó la posibilidad de adosarse a grandes árboles debido al carácter boscoso de muchos sectores de la Macrozona sur, en especial a orillas de los ríos. Sin embargo, en una entrevista con Magdalena Orrel, ella menciona que colocar objetos que “abracen” los árboles puede ser muy dañino para ellos, ya que los nutrientes se mueven por la periferia del tronco. Generar estos cortes o altas presiones en el tronco podría provocar la muerte del árbol en unos 3 a 5 años.

Descartada esta opción, se diseñó un sistema empotrado sencillo, que permite derivar la fuerza de la componente horizontal que genera el tensor sobre el punto de anclaje y dirigirla contra el suelo (figura 47).

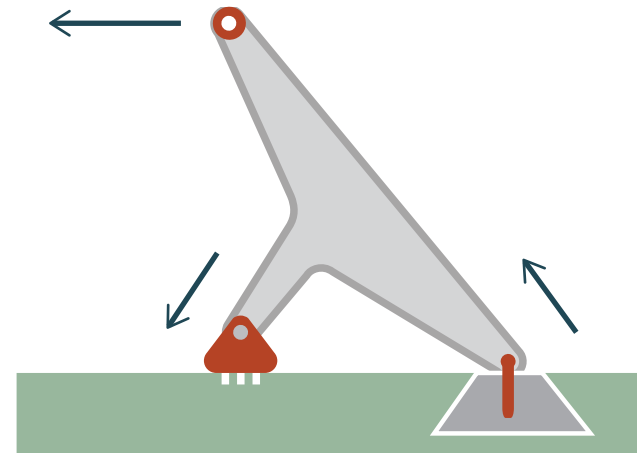


Figura 47: Diagrama de fuerzas sobre la estructura.

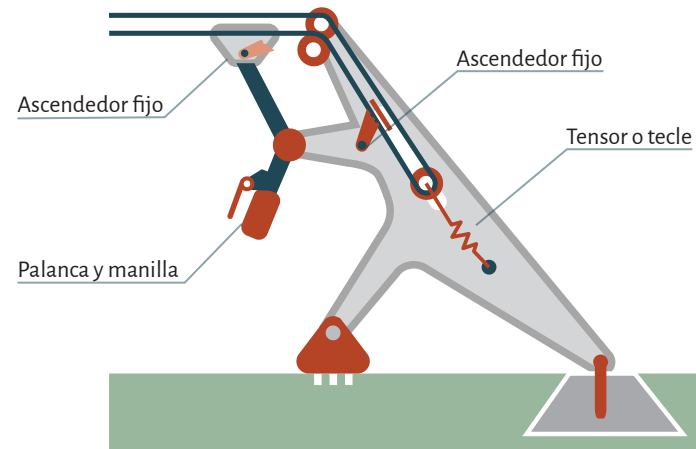


Figura 48: Componentes del dispositivo de anclaje, explicados en la página 87.

## 7.7 Movimiento del tensor

Respecto al mecanismo de rotación del cable, su función es mantener el tensor fijo cuando la balsa se encuentra en funcionamiento y liberarlo cuando esta se encuentra en la orilla opuesta y es necesario traerla de regreso. Para esto existe un ascendedores fijo en cada dispositivo de anclaje con una dirección opuesta uno del otro (diagrama de funcionamiento). Así, si es necesario acercar la balsa, solo se debe desactivar el ascendedor fijo que esta en la orilla y tirar del tensor hasta que la balsa se

posicione sobre la corriente y comience a funcionar de forma independiente.

Para no tener que tirar directamente del tensor, se propone un ascendedor móvil dispuesto en una palanca (figura 48). Este puede tener una manilla para desactivar el ascendedor fijo cuando se utilize, logrando tirar del cable sin que este se bloquee.

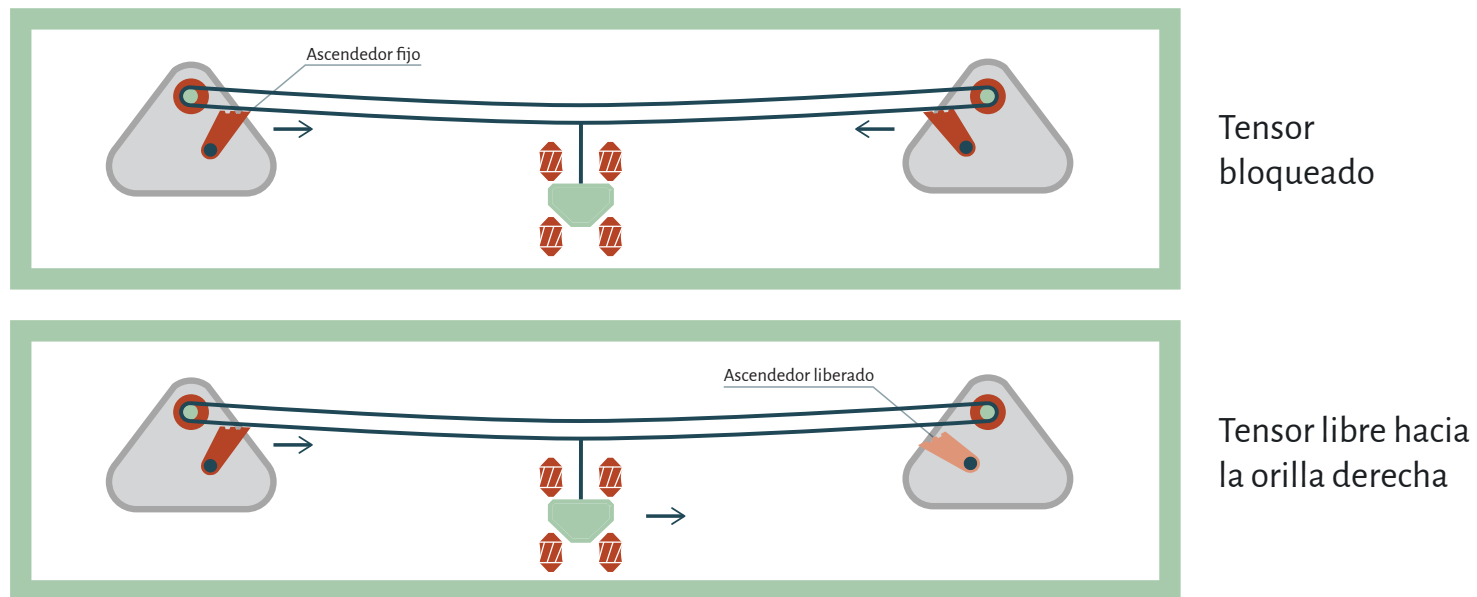


Diagrama de funcionamiento. Representación simplificada para explicar el funcionamiento de la figura 2



# Banco de inercia

## 7.8 Caracter optativo

Este mecanismo es externo al sistema de cruce fluvial, y aunque es parte de la propuesta de diseño, solo se presenta de forma optativa para los lugares específicos que necesiten su instalación. Surge como una respuesta a aquellos sectores aislados que presentan una producción importante de ganado, agricultura o madera, aumentando la capacidad de carga y facilitando tanto su movimiento como la seguridad de el trayecto. Sin embargo, no se considerará en el presupuesto del proyecto que se describe más adelante, ya que responde a lugares determinados.

## 7.9 Oportunidad

Aunque los mecanismos motorizados generalmente son complejos, requieren combustible, necesitan mantención y suelen presentar fallas constantemente, existe la posibilidad de usar una fuente externa al sistema de cruce fluvial. Como vimos en el análisis de contexto, la mayoría de los puntos que requieren un cruce de río tienen acceso a la conectividad vial por una de sus laderas. En consecuencia, el automóvil es una fuente de potencia mecánica que se puede aprovechar. Además, teniendo en cuenta que cada usuario usa su propio automóvil y genera los gastos de su propio combustible, el sistema se amolda a las preferencias de cada habitante, sin tener que forzar costosas y grandes instalaciones para aquellos pobladores que no hacen uso de estos sistemas.

## 7.10 Funcionamiento

Sin ahondar profundamente en el mecanismo, este consta de un banco de inercia simple ubicado en la orilla que tiene acceso a la red vial. El dispositivo está conectado a la polea que sostiene el tensor, transmitiendo el torque de los rodillos de forma que el conductor enganchando en la primera velocidad y en reversa, puede mover la balsa en ambos sentidos.

## 7.11 Flujo de carga

Imaginemos que llega una camioneta con forraje para el ganado que esta en los campos de la otra ladera (figura 49). Esta se montaría sobre el banco de inercia mientras se suben los fardos a la balsa. Una vez completada la primera carga, el conductor enganchado en primera y movería la balsa hasta la otra orilla, sin necesidad de que una persona vaya sobre ella. Llegando esta a la orilla, otra persona puede desembarcar los fardos hasta vaciar la capacidad de la balsa, así el conductor engancharía en reversa y traería la balsa de regreso para iterar el mismo proceso las veces que sea necesario para completar el traslado de todo el forraje. Si el movimiento de carga es en sentido inverso, la dinámica es prácticamente la misma, solo que la balsa se carga en la orilla aislada y el conductor mueve la balsa junto al forraje hacia él. Esta es una forma segura de trasladar materiales o ganado, sin tomar el riesgo de movilizar gente en la balsa cuando esta se encuentra con cargamento.

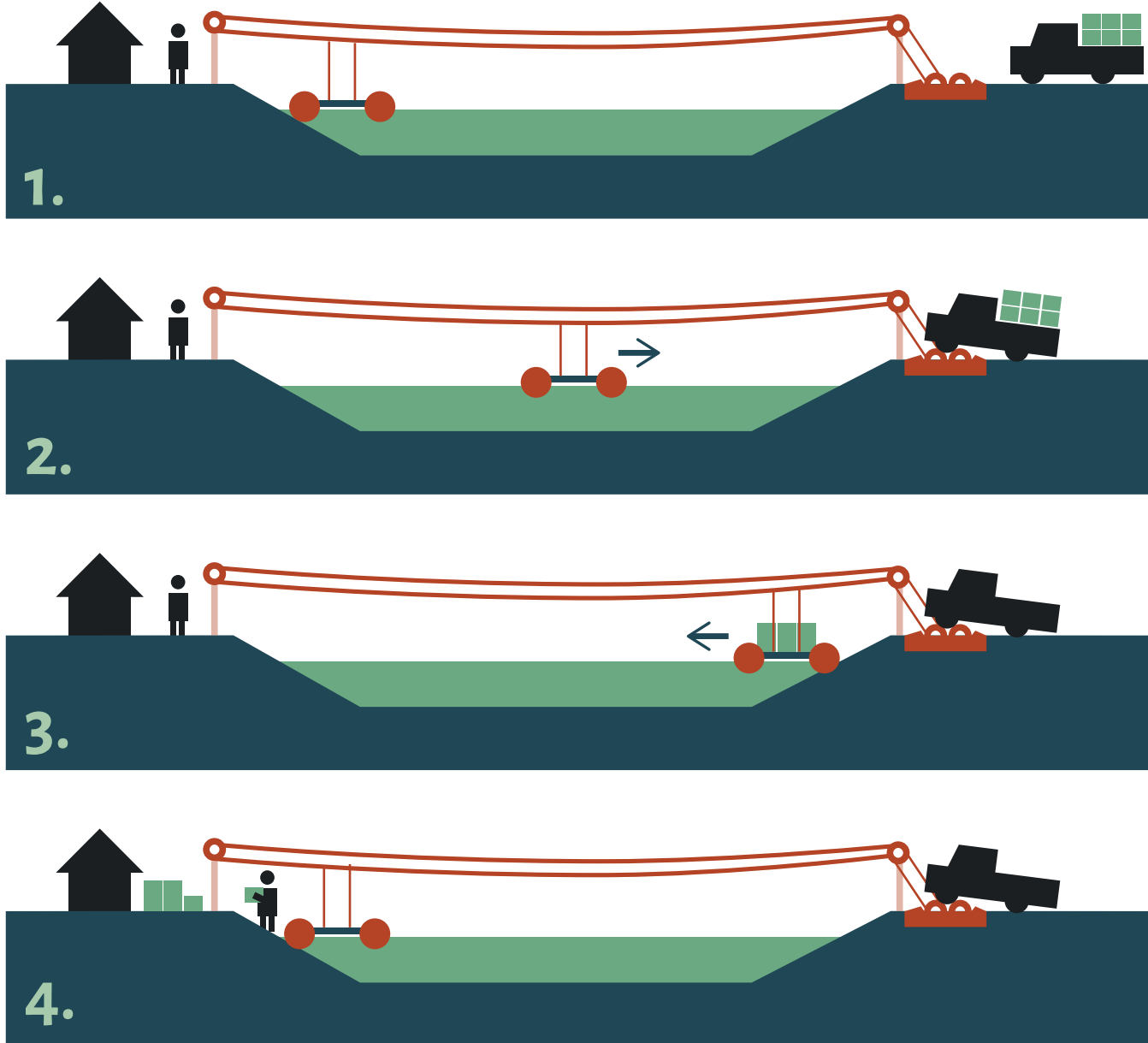


Figura 49: Diagrama de flujo de carga con sistema de banco de inercia

## 7.2 Resumen de la propuesta

A modo de síntesis y regresando al mapa de interacciones descrito en la página 48, se muestran los pilares del sistema y como estos influyen en los múltiples factores que integran el cruce, trabajando de forma conjunta para abarcar todas las dificultades.

### 1 Dispositivo Ascendedor

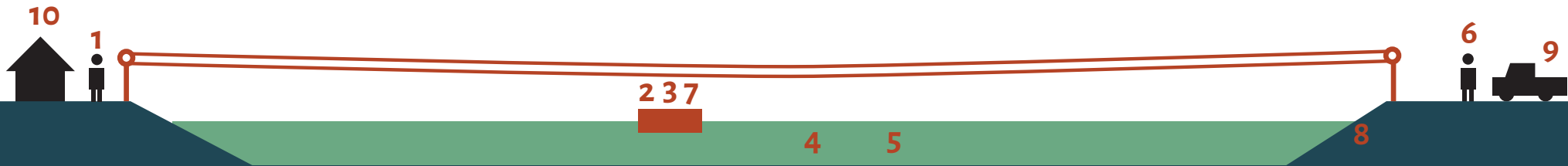
- Flujo de embarcaciones **4**
- Seguridad (desacople del tensor) **1**
- Versatilidad ante diferencias de caudal **5**
- Propulsión **2**

### 2 Flotadores móviles

- Propulsión **2**
- Acceso a la orilla **8**
- Flotabilidad y estabilidad **3**
- Recambio, fallas y costo **7**
- Regreso de la balsa **6**

### 3 Banco de inercia

- Movimiento de carga **9**
- Producción y trabajo **10**
- Seguridad (carga sin personas) **1**
- Regreso de la balsa **6**



## **Mecanismos pensados para el usuario**

Todos estos mecanismos, aunque parezcan complejos en el papel, buscan simplificar la interacción del habitante con el sistema, y minimizar la cantidad de controles o variables que debe manejar el usuario para entender y operar la balsa.

# 8

## Diseño enfocado en el usuario

**8.1** Componentes

**8.2** Los balseiros

**8.3** Señalética

## 8.1 Componentes







### Línea de flotación

La línea blanca alrededor del flotador representa la carga límite que debe soportar la balsa. Esta debe quedar completamente fuera del agua en todos los flotadores, actuando como referencia para que el usuario no sobrepase el peso indicado.



### Zona de carga

Ubicada de forma estratégica donde la balsa es más estable y segura con grandes cargas. También cuenta con un contenedor bajo el asiento, donde se encuentran los salvavidas y se puede dejar el equipaje o mercadería sujeto y sin entorpecer el espacio.



### Rampla desplegable

Para incorporarse a la balsa, se puede acceder a través del escalón de bajada o de la rampla desplegable. Esta última está pensada para el uso de carretillas o el paso de personas con movilidad reducida.

## 8.2 Los balseros

Aprovechando las cualidades familiares y cercanas de las comunidades foco de este estudio, se propone un sistema de “balseros”, generando un lazo de confianza y cuidado del sistema con los usuarios que lo utilizan.

Al momento de instalar el sistema BAGUAL, la organización pública o empresa a cargo realizará una inducción a todos los habitantes mayores de 18 años que quieran operar el mecanismo para convertirse en “balseros”. Solo ellos pueden maniobrar el sistema y son los encargados de su correcto funcionamiento. Las condiciones para convertirse en balsero es aceptar el compromiso social del cruce de personas y carga, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier accidente que no haya sido generado por el mal funcionamiento del sistema BAGUAL. También deberán facilitar su nombre y número de contacto, que será especificado en los embarcaderos, para que así la comunidad de balseros este abierta a recibir y ayudar a las personas que no estan capacitadas para maniobrar la balsa o son externas de la localidad del cruce.

Dentro de los balseros, se designarán tres voluntarios que tendrán el cargo de Balsero General. Ellos serán los encargados de realizar las mantenciones del sistema y permanecer en contacto con la organización que haya provisto el sistema BAGUAL, para dudas y la necesidad de repuestos. También tendrán la autoridad para inducir a nuevos balseros, teniendo que entregar una plantilla firmada por estos tres miembros a la organización a cargo, decretando que un nuevo individuo está capacitado para operar el sistema. De la misma forma los tres balseros generales pueden destituir a uno ya asignado por el mal uso del sistema BAGUAL.

El motivo principal de la existencia de balseros, es delegar responsabilidad, que asegure la preocupación de los habitantes por la seguridad de los pobladores y el correcto funcionamiento del sistema. Además de crear una dinámica de apoyo en torno a la comunidad y facilitar el flujo de personas por el sistema de cruce.



### 8.3 Señalética

A continuación, se muestra la señalética con las instrucciones necesarias para utilizar el sistema BAGUAL. Es aquí donde se desprende la relación de la balsa con el usuario, encontrándose implícito todo el flujo de interacciones de este con los distintos actores del contexto.

Como ya mencionamos, el foco del sistema BAGUAL, más allá de los factores técnicos en los que queda mucho por calcular y profundizar, busca hacerse cargo de las complejas dinámicas de cruce, pero mostrándose simple y seguro para el usuario. Los pasos descritos en la señalética dan cuenta de la experiencia de quienes operan (los balseros) o transitan (pasajeros) por este mecanismo.



**Advertencia**  
 Solo hacer uso de la balsa en compañía de los balseros designados

Está prohibido maniobrar la balsa bajo el efecto de alcohol o drogas

**En caso de que la balsa este al otro lado del río**

- 1 Usa la palanca naranja para traer la balsa hacia tu lugar de embarque, cuando los flotadores comiencen a girar, no es necesario que hagas uso de esta palanca.
- 2 Deja de mover la balsa una vez que las ruedas frontales hayan tocado el suelo lo suficiente para mantener la balsa quieta y estable.

- 1 Si llevas carga, súbela de a poco y colócala en el sector demarcado en la parte trasera de la balsa. No te preocupes por dejar la balsa cada vez que vas por más cargamento, esta ya se encuentra bloqueada para moverse hacia el río.
- 2 De necesitar carretilla, sube a la balsa y despliega la rampla de acceso, deberás volver a colocarla en su lugar antes de comenzar el trayecto.
- 3 Nunca debes sobrepasar la línea de seguridad de carga demarcada en cada flotador.
- 4 Colócate los chalecos salvavidas y ayuda a los menores de edad a ponerse los suyos.
- 5 Una vez dispuesta la balsa para partir, el balsero a cargo debe tomar el manubrio y leer las instrucciones descritas antes de comenzar el trayecto.



**Balseros designados**

Personal habilitados para operar la balsa

**Balseros generales**

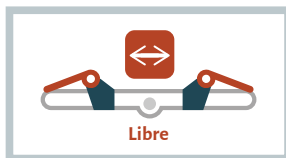
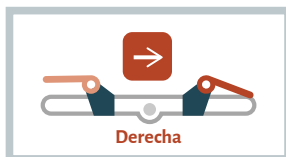
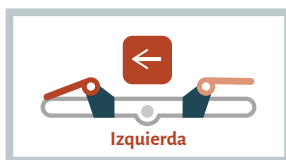
	Nombre	Contacto
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>	<input type="text"/>
12	<input type="text"/>	<input type="text"/>
13	<input type="text"/>	<input type="text"/>



## Antes de comenzar

- 1 Revisa que todas las personas tengan su salvavidas correctamente colocado.
- 2 Revisa que la línea de seguridad de los flotadores este totalmente fuera del agua.
- 3 Revisa que la rampla para carretillas este al interior de la balsa
- 4 Lee las intrucciones de este folleto por completo

### Control de la balsa



- 1 Desactiva la manilla presionada y pulsa completamente la manilla en el sentido que quieres avanzar.
- 2 Bombea el manubrio hacia arriba y hacia abajo hasta comenzar a moverte.
- 3 Una vez que la corriente bombea el manubrio por si solo, puedes dejar de aplicarle fuerza. Si la corriente deja de bombear, deberás comenzar nuevamente.
- 4 Al acercarte a la orilla, mueve la balsa hasta que las ruedas cercanas al fondo toquen el suelo y la balsa quede notoriamente estancada sobre el fondo.
- 5 Comienza el desembarque, tú, como balsero, debes ser el último en descender.
- 6 Una vez que estén todos y toda la carga en tierra, mueve nuevamente la balsa hacia la orilla, Al bajar el peso pudo moverse del suelo.

**¡** ¡Recuerda! Antes de dejar la balsa debes dejar presionada la manilla contraria para que vuelva a la otra orilla.

### Señalética rampla derecha

**¡Recuerda!**

Al desembarcar debes dejar presionada la manilla izquierda

### Señalética rampla izquierda

**¡Recuerda!**

Al desembarcar debes dejar presionada la manilla derecha

### Señalética asiento

Es obligación el uso de **Chaleco Salvavidas**  
Buscalo bajo este asiento

**Antes de comenzar**

- 1 Revisa que el chaleco presionado tenga su manilla de emergencia liberada.
- 2 Revisa que el chaleco esté correctamente instalado en el asiento.
- 3 Revisa que el chaleco esté correctamente instalado en el asiento.
- 4 Con la manilla de emergencia presionada.

**Control de la balsa**

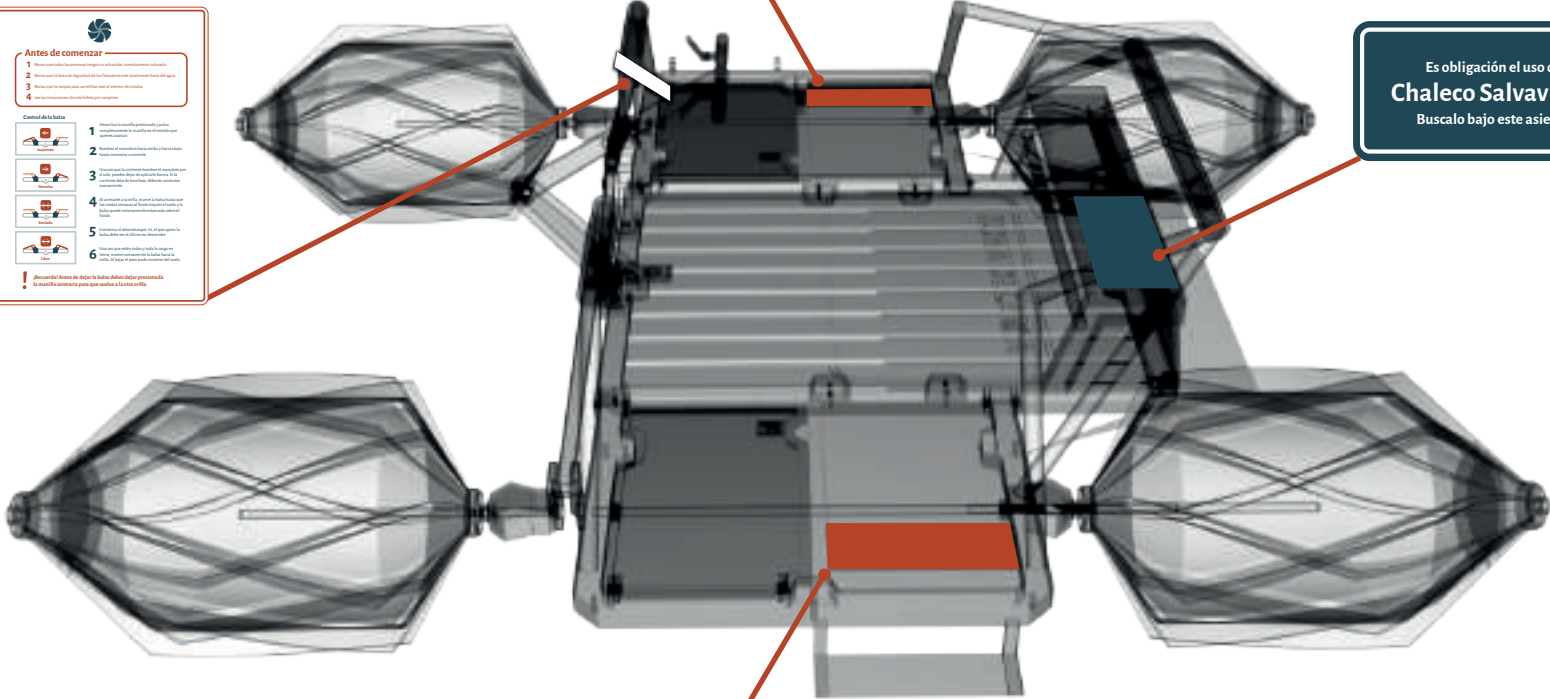
- 1 Desinfla el chaleco presionando la manilla de emergencia. El chaleco se infla automáticamente.
- 2 Encendido del motor de la balsa y liberación de la manilla de emergencia.
- 3 Revisa que el motor de la balsa esté correctamente instalado en el asiento.
- 4 El motor de la balsa, cuando se libera, se infla automáticamente. El motor de la balsa se infla automáticamente.
- 5 Encendido del motor de la balsa. El motor de la balsa se infla automáticamente.
- 6 Revisa que el motor de la balsa esté correctamente instalado en el asiento.

**¡Recuerda!** Antes de dejar la balsa debes presionarla. Si no presionas la manilla de emergencia, el motor de la balsa no se infla.

**¡Recuerda!**  
Al desembarcar debes dejar presionada la manilla izquierda

Es obligación el uso de **Chaleco Salvavidas**  
Buscalo bajo este asiento

**¡Recuerda!**  
Al desembarcar debes dejar presionada la manilla derecha





# 9

## Prototipo Final

**9.1** Modelo Funcional

**9.2** Fabricación

**9.3** Componentes principales

**9.4** Testeo

**9.5** Rediseño

**9.6** Consideraciones finales



## 9.1 Modelo funcional

En base a la clasificación de prototipos definida por la Universidad de Loughborough, un modelo funcional es un prototipo que pretende probar los principios operacionales claves para el funcionamiento de la propuesta, sin estar necesariamente asociado a la apariencia del producto final.

El prototipo final para este proyecto será de esta índole, que, aunque no se asemeja precisamente en materialidad, dimensiones o forma a la propuesta final, pretende testear los principios básicos del sistema a una escala humana. Las proyecciones y análisis obtenidos tanto de la construcción como del testeado de este modelo funcional, se utilizan para obtener conclusiones e identificar mejoras para futuros rediseños.



## 9.2 Fabricación

El diseño original de la propuesta se modificó de forma que el prototipo fuera lo más simple posible, pero capaz de testear el mecanismo de forma efectiva. Por ende, se hizo uso de materiales de bajo costo, sin importar que fueran menos resistentes o se oxidaran a futuro. También el tamaño de la balsa es considerablemente menor a la propuesta final, al igual que el tensor que une el trazado del río. En definitiva, se busca poner a prueba de forma tangible los principios y desafíos que debe sobrellevar el sistema.

El prototipo posee las partes principales del mecanismo. Una plataforma simple hecha en acero de carbono (perfiles metálicos comunes de construcción), el sistema de palancas tipo rombo, los ascendedores y los flotadores móviles, fabricados de la misma manera que en el prototipo 4, pero incorporando astas o aletas de terciado marino de 3mm.



1. Trazado y corte con esmeril angular de planchas galvanizadas de 0.35mm, que serían parte de los flotadores móviles.



2. Uso de matrices o machinas simples fabricadas en pletinas de 32mm para demarcar la forma y perforar las piezas de forma conjunta.



3. Plegado de las láminas ya cortadas y perforadas. Usando perfiles metálicos y listones de madera rectos fijados con prensas, se doblaban de forma manual gracias a su pequeño espesor.



4. Ensamble de las piezas con remaches Pop y uso de silicona de hojalatero para sellar los flotadores.







5. Fabricación de las piezas del rombo en pletinas de 38mm con perfiles cuadrados de 40mm. Para facilitar el movimiento de las palancas se dejó espacio para golillas internas en cada codo del sistema.



6. Corte, perforación y ensamble de las “tapas” de los flotadores. Estas estructuran y permiten pasar el eje que las sostiene.



7. Fabricación de la estructura principal en perfiles de acero de carbono y uso de listones de hualle para el piso y asiento de la balsa.



8. Pintado de los flotadores. Corte y ensamble de las astas en piezas de terciado marino de 3mm.



Resumen de las geometrías de arce más destacadas y factibles durante el proceso de investigación, representadas con un lenguaje geométrico desde la mirada de planta del río.



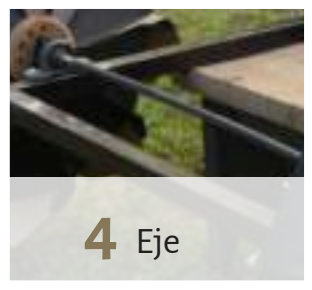
**3** Manubrio



**2** Ascendedor



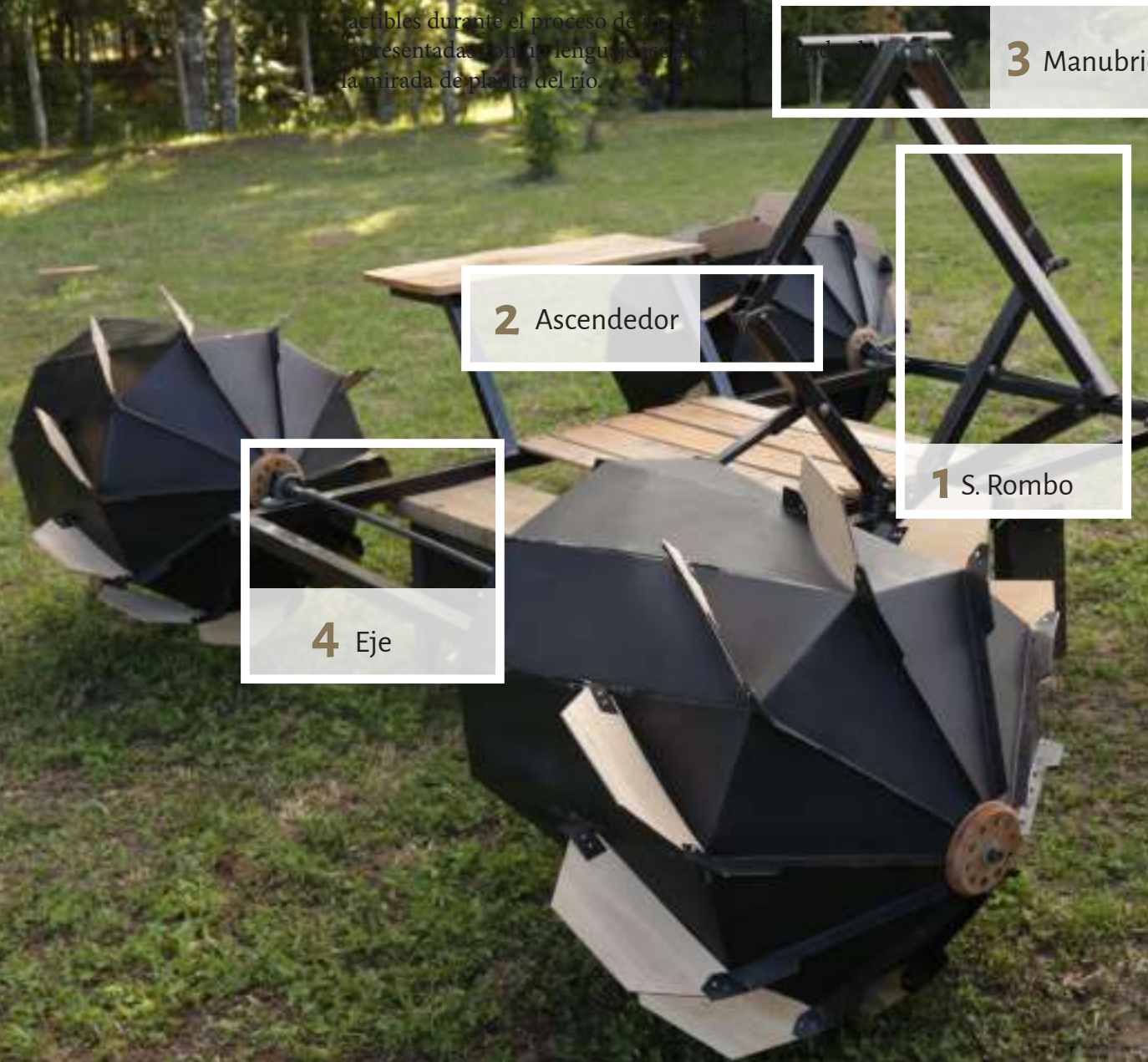
**1** S. Rombo



**4** Eje



**5** Flotador Móvil





### 9.3 Componentes principales

**1** Sistema de palancas tipo rombo, con dos barras frontales que fuerzan al mecanismo a mantener la estructura en su eje vertical al momento de generar al movimiento de abre y cierre.

**2** Mecanismo de ascendedor reutilizado del prototipo numero 1 y fijado en los extremos del rombo. Fabricados para usarse en piolas de acero inoxidable de 4mm con recubrimiento de pvc.

**3** Manubrio adosado al sistema de rombo con una altura y rango cómodo para generar el movimiento de bombeo.

**4** Ejes de los flotadores móviles. Estructuran y posicionan los flotadores al mismo tiempo que permite que roten de forma conjunta. Gracias a una palanca fuera del centro del eje, genera la fuerza necesaria para abrir y cerrar la estructura de rombo, con una transmisión simple que consta de un perfil unido a ambos sistemas.

**5** Flotador móvil. Recoge la potencia de la corriente al mismo tiempo que proporciona la flotabilidad de la balsa. Cada eje con sus respectivos flotadores giran en sentido contrario, de forma que cada par rota buscando traccionar la balsa hacia su respectiva orilla en el momento que estos tocan el fondo del río.



## 9.4 Testeo



El testeo se llevó a cabo en el Río Liucura, en la región de la Araucanía. Con un ancho de 58 metros y una corriente tranquila de aproximadamente 2 m/s, fue conveniente para la seguridad de la primera prueba.



Los flotadores no quedaron totalmente sellados, dando un tiempo de 25 minutos para testear antes de que el agua comenzara a tocar la plataforma.

Pese a la escasa corriente, los flotadores comenzaron a girar de inmediato entregándole energía a la palanca de rombo que se abría y cerraba sin tener que ayudarla de manera manual. Sin embargo, al instalar una piola metálica sin recubrimiento de pvc, dado que la original no tenía la distancia necesaria para cruzar el río, los ascendedores no lograban traccionar de buena manera el cable, refalándose con facilidad. Por ende, no se logró que el rombo jalara la balsa a través del cable.

Una de las grandes fallas fueron los ejes, que, al ser fabricados en fierro delgado de construcción, no

lograron soportar el peso sobre la balsa, y se doblaron sacando las ruedas de su eje normal de rotación. Sumado a esto, la tensión que generaba la corriente sobre la balsa recaía directamente sobre el rombo, que era su único punto de anclaje. Esto complicaba y friccionaba el mecanismo sin dejarlo moverse con libertad. Pese a estos dos factores, el mecanismo lograba funcionar de forma independiente, lo que entrega una mirada muy positiva de las capacidades del sistema

En términos generales la balsa resultó ser muy segura y estable. Por otra parte, la movilidad de la balsa de forma manual (dado que los ascendedores no funcionaron) resultó ser bastante liviana, dando una mirada optimista de lo sencillo que debe ser cruzar con el mecanismo de ascendedores funcionando.



## 9.5 Rediseño

### Piñón libre

Puesto que muchas veces la corriente no es suficiente o los flotadores tocan fondo, es necesario que la palanca manual sea independiente del sistema de corriente.

Para esto se puede agregar un piñón libre, mecanismo común en las bicicletas que permite que las ruedas sigan girando cuando uno cesa de pedalear. De esta forma, los flotadores moverían la estructura de rombo solo si están aportando a su movimiento.

### Recubrimiento de PVC

Como observamos en el testeo, el tensor debe tener recubrimiento de PVC para que los ascensores funcionen de forma efectiva, además que estos previenen la corrosión del cable. Una alternativa sería agregarle un material más elástico a los ascendedores para que presionen y se bloqueen mejor a una piola de acero al descubierto.

### Guías del tensor

Puntos de anclaje al tensor en los extremos de la balsa, que la mantengan estable y reciban la fuerza de arrastre de la corriente. Así la estructura de rombo podrá moverse libremente sin hacerse cargo de soportar la tensión.

### Reflectante

En el lugar de testeo existía un importante flujo de kayaks y pequeñas embarcaciones, incluso cuando ya el día tenía poca luz. Es bueno agregar luces reflectantes o solares que le indiquen la posición de la balsa a estas embarcaciones. Esto también beneficiaría a quienes usan la balsa de noche o con poca luz.

### Ejes resistentes o estructura

Dado que los ejes fueron los más dañados en el testeo, es necesario que sean de un material más duro y tener un diámetro lo suficientemente grande para soportar grandes cargas. También sería bueno extender la estructura hasta los extremos de los ejes y las ruedas, para que así estos no sufran tanta torsión.

## 9.6 Consideraciones finales del testeo

La contingencia complicó tanto el transporte como el testeo del prototipo, imposibilitando tanto la iteración del testeo, como las pruebas de este con el usuario al que apunta este proyecto. No obstante, la balsa entrego muchas impresiones positivas y significó una gran motivación para continuar el proyecto.

Dado a que era necesario cruzar el tensor para realizar el testeo, hubo que pedirle ayuda a dos grupos de personas que vivían en las cercanías del Río Liucura los que no dudaron en ayudarnos a cruzar el tensor en bote. En el intertanto, y mientras preguntaban en qué consistía el proyecto, comenzaron a decir que a ellos y personas cercanas que conocían les ayudaría mucho un sistema como este. Valoraban sobre todo la capacidad de mover distintos materiales y mercancías además de ser sencillo en su uso, sin tener que mover los botes o conseguirse formas de cruzar constantemente. Todo el dialogo que se dio durante el testeo con las personas de la localidad resultó un gran apoyo para el proyecto y un motivo para continuar su investigación.

# 10

## Identidad, implementación y proyecciones

- 10.1** Imagotipo
- 10.2** Colores y fondo
- 10.3** Costos de materiales
- 10.4** Costos de fabricación
- 10.5** Ventajas comparativas
- 10.6** Asociación
- 10.7** Modelo Canvas
- 10.8** Proyecciones
- 10.9** Cumplimiento de objetivos específicos
- 10.10** Conclusiones
- 10.11** Bibliografía



## 10.1 Imagotipo



**BAGUAL**  
Sistema de cruce de ríos autosuficiente

### Bagual: Significado

En la patagonia de Chile y Argentina, se denomina bagual al animal equino o vacuno que se a vuelto cimarrón o feral. En otras palabras, se ha hecho salvaje evitando la presencia humana. Se trata de un ejemplar de origen doméstico que por una eventualidad ha quedado libre, o de animales engendrados en estado salvaje.

Representa la capacidad de adaptarse a una naturaleza indómita y sobrevivir alejado de las zonas comunmente pobladas.

**El logotipo** al contener la palabra “agua” genera reminiscencia a todo lo relacionado con esta.

**El isotipo** hace referencia a los flotadores móviles desde una vista frontal, buscando graficar los conceptos de movimiento, giro, todo terreno y seguro.

## 10.2 Colores y fondo

R: 112 G: 168 B: 126

R: 40 G: 72 B: 86

R: 198 G: 173 B: 119

R: 183 G: 88 B: 59

Fondo blanco



**BAGUAL**

Fondo negro



**BAGUAL**

Vector plano



**BAGUAL**



**10.3 Costo de materiales**

<b>Producto</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unidad</b>	<b>Precio total</b>
Plancha galvanizada 2mm	Para flotadores de alta resistencia	<b>6 (3x1mt)</b>	<b>\$41.300</b>	<b>\$247.800</b>
Perfiles acero inoxidable	En formato cuadrado 80 x 80 x 2mm para la plataforma principal.	<b>4 (6mts)</b>	<b>\$32.200</b>	<b>\$128.800</b>
Perfiles acero inoxidable	En formato cuadrado 40 x 40 x 2mm para la estructura secundaria	<b>5 (6mts)</b>	<b>\$18.150</b>	<b>\$90.750</b>
Cable de Acero Galvanizado 100 mts.	Alta Resistencia 6.35 mm, ruptura en 3020 kg.	<b>1</b>	<b>\$96.400</b>	<b>\$96.400</b>
Barra de acero inoxidable	En calidad 304l y medida de 2" para los ejes de los flotadores.	<b>2</b>	<b>\$32.800</b>	<b>\$85.600</b>
Rodamiento	Tipo UFC en diametro interior de 2".	<b>4</b>	<b>\$5.200</b>	<b>\$65.600</b>
Rodamientos tipo golilla	En diametro interior de 5/16, para codos del rombo.	<b>10</b>	<b>\$1.100</b>	<b>\$11.000</b>
Dispositivo de ascendedores	Para tensor metálico de 6.35 mm.	<b>2</b>	<b>\$16.900</b>	<b>\$33.800</b>
Malla de metal	De metal plegado de alta resistencia, para piso de la plataforma.	<b>10 m2</b>	<b>\$8.000</b>	<b>\$80.000</b>
Pernos con golillas, tuercas y golillas de presión.	En diametro de 5/16" y 3" de largo, acero inoxidable 304l.	<b>100</b>	<b>\$140</b>	<b>\$14.000</b>
<b>Costo total materiales</b>				<b>\$853.750</b>

## 10.4 Costo de fabricación

Proceso	Especificación	Tiempo	Trabajadores	Costo total
Corte y soldadura	Corte de perfiles, planchas y mallas metálicas que componen la estructura de balsa y su anclaje, con su posterior soldadura TIG. (incluye discos de corte desvaste y barras de aportación.	2 días	3	\$250.000
Corte laser	Perforación, corte y semi corte para plegado de las planchas que conformán los flotadores móviles.	1 día	Empresa externa	\$100.000
Pintura y terminaciones	Sellado de los flotadores protección general contra la corrosión, pintura, detalles de tela industrial para asientos, techo y barandas e incorporación de las piezas gráficas.	2 días	3	\$200.000
<b>Costo total fabricación</b>				<b>\$550.000</b>

Los costos de producción explicitados en la tabla representan la fabricación de un sistema BAGUAL en un formato de producción poco industrializado, lo cual es una potencial ventaja de este proyecto dada la unificación de su diseño. Además, existe una gran cantidad de pérdidas de material debido al formato de venta que se pueden aprovechar para la fabricación de otro ejemplar. Por esto los precios de producción

pueden disminuir significativamente en una fabricación en masa.

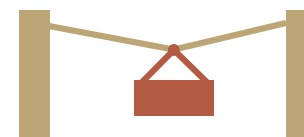
Dada la embergadura del proyecto los márgenes de error de costo pueden ser relevantes. Se recomienda contemplar un 30% más de su costo como presupuesto real para detalles y contratiempos.

## 10.5 Ventajas Comparativas



Capacidad de carga  
Sin necesidad de una estructura de anclaje robusta  
Apta para cuencas de gran embergadura y largas distancias

**Carrito de río**



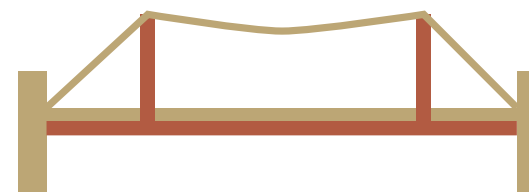
No necesita la existencia de un funcionario público a cargo  
No necesita la construcción de un embarcadero  
Notoriamente más económica  
Fácil de transportar  
Fácil de reparar

**Balsa de río**



Económica  
La distancia de cruce no varía su costo  
Instalación simple

**Puente**





## 10.6 Asociación

El proyecto siempre fue pensado desde el plano público, buscando asociarse al departamento de Dirección de Vialidad del MOP (Ministerio de Obras Públicas) o a la División de Transporte Público Regional perteneciente al MTT (Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones). Dado el bajo costo del sistema Bagual y sus ventajas comparativas con el resto de las obras públicas, debería existir un interés importante por los mecanismos gubernamentales para adoptar este sistema como propio, sobre todo teniendo en cuenta que busca satisfacer las localidades con necesidades de conectividad más urgente y niveles críticos de aislamiento. Es una oportunidad de entregar un sistema que permita el desarrollo de los poblados sin grandes inversiones, las cuales rara vez se dan a cabo debido el enorme gasto fiscal que significa per cápita. Además, dado su carácter replicable, tiene un gran potencial de ser popularizado en la diversidad de puntos geográficos, adaptándose al entorno y simplificando la logística debido a la unificación que entrega su diseño flexible.

Las municipalidades también son un posible camino para su implementación, ya que manejan de manera más local los problemas de conectividad de sus habitantes. Gracias al bajo costo del sistema BAGUAL, no son necesarias grandes licitaciones como las que se procesan en el MOP y MTT.

En cuanto a empresas privadas es interesante el rol que pueden tomar las salmoneras que se encuentran a lo largo de la Macrozona Sur. En primer lugar, por lo desarrollada que tienen la industria de las boyas, lo que puede ser de gran utilidad para producir los flotadores móviles en grandes cantidades, ya que pueden usar una tecnología y materialidad similar. Por otra parte, y teniendo en cuenta la imagen negativa que muchas veces tienen las salmoneras dentro del territorio, es interesante el rol social que pueden desempeñar las salmoneras entregando este sistema en las cercanías del territorio donde se emplazan.



Figura 50: Depósito de boyas de cultivo de salmónes en la Región de los Lagos

## 10.7 Modelo Canvas

<p><b>Socios Clave</b></p> <p>División de Transporte Público Regional (DTPR), Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.</p> <p>Dirección de Vialidad (DV), Ministerio de Obras Públicas.</p> <p>Dirección de Obras Portuarias (DOP), Ministerio de Obras Públicas.</p> <p>Municipalidades.</p> <p>Salmon Chile S.A.</p> <p>Salmones Aysén S.A.</p> <p>Junta de vecinos localidades aisladas.</p>	<p><b>Actividades Clave</b></p> <p>Producción de los flotadores móviles.</p> <p>Transporte del sistema BAGUAL.</p> <p>Instalación del sistema BAGUAL</p> <p>Mantenciones del sistema BAGUAL</p>	<p><b>Propuesta de valor</b></p> <p>Capacidad de ser replicado en puntos geográficos y fluviales diversos.</p> <p>Autosuficiente, y libre de combustible (Sin costos operacionales).</p> <p>Fácil reparación, y cambio de repuestos</p> <p>Bajo costo independiente del trazado fluvial.</p> <p>Fácil instalación.</p>	<p><b>Relaciones con clientes</b></p> <p>Relación cercana con los clientes debido a la inducción del sistema y el permanente contacto para el abastecimiento de repuestos..</p>	<p><b>Segmentos de cliente</b></p> <p>Localidades aisladas por intersección fluvial.</p> <p>Empresas ganaderas y agrícolas.</p> <p>Municipalidades</p> <p>MOP y MTT</p>
<p><b>Estructura de costes</b></p> <p>Mano de obra</p> <p>Herramientas (principalmente en la producción de los flotadores.</p> <p>Arriendo de taller.</p> <p>Transporte del sistema.</p> <p>Instalación del sistema</p>		<p><b>Fuentes de ingresos</b></p> <p>Fondos de transporte regional</p> <p>Fondos de municipalidades</p> <p>Fondos concursables</p> <p>Juntas vecinales</p> <p>Compradores privados</p>		
		<p><b>Canales</b></p> <p>Oficina de BAGUAL.</p> <p>Contacto municipal o gubernamental.</p> <p>Mail, telefono y otras telecomunicaciones.</p>		

## 10.8 Proyecciones

La propuesta de diseño es un sistema, no un producto en particular. Debido a esto, la potencialidad del proyecto es mayor, tomando el funcionamiento y adaptándolo a diversos propósitos. Por ejemplo, se puede diseñar un sistema BAGUAL con una capacidad de carga mucho mayor y el uso del banco de inercia, que permita mover producción ganadera, forestal, agrícola y maquinaria a través del río. También puede ser un soporte para las balsas de río ya existentes, teniendo un sistema sin horarios y de respaldo frente a cualquier falla del sistema principal.

Otra proyección es el uso de sistema para emergencias y rescate, como se necesitó el 2019 con las grandes lluvias en el sector del El Amarillo o el alud de Villa Santa Lucía. Gracias a su estabilidad y fácil acceso a las orillas, se podría diseñar un prototipo especial para

estas situaciones, añadiendo camillas y un sistema de anclaje rápido del tensor.

Además de todos los lugares que actualmente podrían hacer uso del sistema BAGUAL, existen todos los potenciales sectores que no se han utilizado debido a la inexistente conectividad y el aislamiento.

Por último, mencionar que el aislamiento por intersección de ríos de gran envergadura no es exclusivamente de la Macrozona Sur, sino que existe a lo largo de todo Chile. El Río Maipo y Río Rapel son dos ejemplos, que cerca del mar llegan a medir más de 100 metros de ancho.

## 10.9 Cumplimiento de objetivos específicos

1

Vincular dinámicas propias de las comunidades aisladas, a las facultades que debe tener el sistema de cruce fluvial.

**I.O.V.** Su efectividad se mide en la capacidad de definir parámetros, que el prototipo debe cumplir para ser eficiente y eficaz para sus usuarios.

{

Gracias al estudio de antecedentes de otros sistemas de cruce desarrollados por los habitantes y las actuales soluciones gubernamentales, se logró definir 5 parámetros clave representados por las interacciones críticas. Estos son: seguridad, movimiento de carga, fallas, flujo de cruce y dinámicas del río. Todas estas influyeron en la propuesta final del proyecto. Sin embargo, faltó un trabajo in situ, de ideación e iteración con el usuario definido.

2

Estandarizar el sistema de cruce fluvial a las diferentes zonas aisladas.

**I.O.V.** Aumentar el rango de localidades y ríos en los que se puede implementar y hacer uso del sistema.

{

Concretado con éxito, proponiendo un sistema todo terreno y flexible, con la capacidad de adaptarse a diversos puntos geográficos y tipos de ríos.

3

Aumentar la seguridad del traslado de personas y carga.

**I.O.V.** Evaluar la cantidad de escenarios posibles de accidente y sus respectivos riesgos.

{

A través del uso de los flotadores móviles, se eliminaron posibles escenarios de riesgo como un naufragio total o problemas de estabilidad. También se mejoró el acceso a la orilla y la capacidad de anclar o liberar la balsa del tensor, frente a problemas de flotabilidad, arrastre de la corriente o corte del cable.

4

Facilitar la interacción del cruce fluvial de los pobladores.

**I.O.V.** Analizar la variación de los factores que inciden en el esfuerzo de los pobladores al efectuar este traslado.

{

Este objetivo se vio fuertemente afectado por la contingencia, imposibilitando el estudio en terreno y el análisis iterado de variaciones entre la relación del usuario con el proyecto. Aún así se pudo estudiar variables a través de una gran cantidad de noticias, entrevistas e investigación realizadas.

## 10.10 Conclusión

Pese a las dificultades de realizar un extensivo trabajo en terreno en época de pandemia, BAGUAL logró hacerse cargo de las complicaciones multifactoriales que interactúan en el contexto de un cruce fluvial. Esto a través de la incorporación de conocimiento adquirido de antecedentes, referentes, sabiduría local y prototipos. Tuvo también la capacidad de mantenerse alineado con el patrón de valor definido en un inicio, aprovechando un contexto más pequeño y delimitado para entregar un diseño sostenible y eficaz, posicionándose como una solución real para comunidades en estado crítico de aislamiento por desconectividad fluvial.

Para lograr la implementación y el impacto esperado, el proyecto debe pasar por un proceso de análisis por expertos de otras áreas. Primero necesita un estudio enfocado en lo técnico e ingenieril, que calcule de forma precisa las fuerzas de torque, arrastre del río, tensión, flotabilidad, entre otras. Para que así el mecanismo se adapte de mejor manera a los lugares de implementación.

Se requiere un proceso de testeo e iteración con prototipos a escala humana en el contexto y con el usuario pertinente, para así moldearlo de manera más fina a la realidad rural de nuestro país. No obstante, el proyecto propone un sistema amplio y flexible. Ese es el potencial de BAGUAL, se puede adaptar al usuario y al contexto, pero siempre manteniendo su origen simple, familiar, replicable y todo terreno.



**BAGUAL**  
Sistema de cruce fluvial autosuficiente





## 10.11 Bibliografía

Acocella, P. (1924). Patente US1568307A.

Barria Lagos, P. (2020). Trabajan para reponer rutas dañadas tras intensas lluvias en la Región de Los Lagos. Cooperativa.Cl.<https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/de-sastres-naturales/inundaciones/trabajanpara-reponer-rutas-danadas-tras-intensas-lluvias-en-la-region/2020-05-20/135107.html>

Canal Sur Patagonia. (2019). Sección Aérea de Carabineros trasladó desde Puerto Raúl Marín Balmaceda a Coyhaique a menor con posible riesgo de peritonitis

Canal Sur Patagonia.  
<https://www.canalsurpatagonia.cl/seccion-aerea-de-carabineros-traslado-desde-puerto-raul-marinbalmaceda-a-coyhaique-a-menor-con-posible-riesgo-de-peritonitis/>

Cooperativa. (2018). El anhelo de los habitantes del paso fronterizo El León: una pasarela para cruzar el río.  
<https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/obras-publicas/el-anhelo-de-los-habitantes-del-paso-fronterizoel-leon-una-pasarela/2018-04-25/151903.html>

de Los Reyes, R. (2017). Navegar el río Pascua es redescubrir la conectividad fluvial de Aysén. AQUIAYSEN.  
<https://aquiaysen.wordpress.com/2017/02/20/navegar-el-río-pascua-es-redescubrir-la-conectividadfluvial-de-aysen/>

Dirección de Obras Portuarias. (2019). INFRAESTRUCTURA PORTUARIA Y COSTERA CHILE 2020.

División de Políticas y Estudios, & Departamento de Estudios y Evaluación. (2012). ESTUDIO IDENTIFICACIÓN DE LOCALIDADES EN CONDICIONES DE AISLAMIENTO 2012 (K. Vargas (ed.)).

DTPR. (2016a). Análisi Aislamiento Región de Magallanes.

DTPR. (2016b). Análisis aislamiento Región de Aysén. Grado de aislamiento por entidad rural.

DTPR. (2019). Subsidios al Transporte Público Región de Aysén.

DTPR. (2020a). Inicio. DTPR En Cifras.  
<http://www.dtpgob.cl/>

DTPR. (2020b). Subsidios al Transporte Público Región de los Lagos.

El Mercurio. (2019). 80% de avance tiene instalación de primer puente que cruzará el caudaloso río Baker.  
<http://www.infraestructurapublica.cl/80-avance-instalacion-primer-puente-cruzara-caudaloso-rio-baker/>

Galindo, M. (2017). Exigen construir un puente en zona cordillerana de Puerto Montt. Soychile.  
<https://www.soychile.cl/Puerto-Montt/Sociedad/2017/10/15/492976/Exigen-construir-un-puente-enzona-cordillerana-de-Puerto-Montt.aspx>

Instituto Geográfico Militar (Chile). (1998). Atlas geográfico de Chile : para la educación. Instituto Geográfico Militar.

Kalvapalle, R. (2015). Inflatable Heavy-Duty Ferries : ferryboat. <https://www.trendhunter.com/trends/ferryboat>

La Tribuna. (2020). La importancia y tradición de un balsadero de Callaqui. La Tribuna. <https://www.latribuna.cl/noticias/2020/02/11/la-importancia-y-tradicion-de-un-balsadero-decallaqui.html>

Marambio, M. M. (2017). Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad.

Ministerio de Obras Públicas. (2013). GUÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE OBRAS MARÍTIMAS Y COSTERAS.

Ministerio de Obras Públicas. (2014). GLOSARIO DE LA INFRAESTRUCTURA COSTERA Y PORTUARIA.

Ministerio de transporte y Telecomunicaciones. (2014). PLAN DE TRANSPORTE PÚBLICO REGIONAL Región de Los Lagos. <http://www.dtp.r.gob.cl/pdf/MenuSuperior/Planes/PLA>

MOP. (2006). Análisis y evaluación de nuevas estrategias de interconexión física entre las regiones X y XI.

MOP, & Consorcio Habiterrra. (2004). CAPITULO III IDENTIFICACIÓN DE ZONAS AISLADAS.

MTT. (2020). Subsidios ejecutados año 2019, por regiones. [http://www.dtp.r.gob.cl/PDF/MenuLateral/Ejecucion2010-2019\\_DTTPR.pdf](http://www.dtp.r.gob.cl/PDF/MenuLateral/Ejecucion2010-2019_DTTPR.pdf)

MundoMaritimo. (2016). Inicia operaciones la nueva barcaza “Andalué” en la región de Los Ríos -.Mundo Maritimo. <https://mundomaritimo.cl/noticias/inicia-operaciones-la-nueva-barcaza-andalue-en-laregion-de-los-rios>

Muñoz, M. D., Pérez, L., Sanhueza, R., Urrutia, R., & Rovira, A. (2006). Water landscapes in the Baker river basin: Conceptual basis for its integral valuation. *Revista de Geografía Norte Grande*, 36, 31–48. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022006000200002>

Núñez, A., Arenas, F., & Salazar, A. (2011). El Aislamiento Geográfico: ¿problema u oportunidad?

Parada, M., Martínez-Capel, F., Garófano-Gomez, V., Atenas, M., & Riestra, F. (2009). BASE DE DATOS ECO-HIDROLOGICA DE LOS RIOS DE CHILE: UNA HERRAMIENTA DE GESTION PARA LOS ECOSISTEMAS ACUATICOS. *Gayana (Concepción)*, 73(1). <https://doi.org/10.4067/s0717-65382009000100015>

Quercia Martinic, M. (2020). Entrevista Gobernador Provincia General Carrera.

Radio Las Nieves. (2019a). Gobierno del Presidente Sebastián Piñera mejora conectividad de vecinos con instalación y licitación de Nuevos Puentes Mecanos Radio

Las Nieves. Radio Las Nieves.  
<https://www.rln.cl/regional/63443-gobierno-del-presidente-sebastian-pinera-mejora-conectividad-devecinos-con-instalacion-y-licitacion-de-nuevos-puentes-mecanos>

Radio Las Nieves. (2019b). MOP adjudica diseño y construcción de nueva barcaza para la comunidad del Lago O´higgins.  
<https://www.rln.cl/destacado/64112-mop-adjudica-diseno-y-construccion-de-nueva-barcazapara-la-comunidad-del-lago-ohiggins>

Sagredo, E. (2020). Entrevista Geógrafo Esteban Sagredo.

Sahady Villanueva, A., Bravo Sánchez, J., & Quilodrán Rubio, C. (2011). Las azudas de Larmahue: una singular manifestación del ingenio humano para regar cultivos en tierras de secano. Instituto de Historia y Patrimonio, FAU, Universidad de Chile, 11(1), 147–173.

Salazar, C., & Soto, M. (2002). CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO DE SISTEMAS LACUSTRES EN CHILE.

SUBDERE. (2011). Estudio Identificación de Territorios Aislados 2011. [www.simplecomunicacion.cl](http://www.simplecomunicacion.cl)

Subsecretaría de Transporte. (2013). División de Transporte Público Regional.

T13. (2019). El largo viaje que implica estudiar en el sur del mundo.  
<https://www.t13.cl/noticia/nacional/videolargo-viaje-implica-estudiar-sur-del-mundo>