



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

ESCUELA DE ARQUITECTURA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y
ESTUDIOS URBANOS

EL RIESGO

Objetos reguladores de incertidumbre para un escenario de crisis climática.

por
MARÍA JOSÉ ÇALDUMBIDE RUHE
mjaldumbide@uc.cl

Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura de la Pontificia
Universidad Católica de Chile, para optar al grado académico de
Magíster en Arquitectura y título profesional de Arquitecto.

Profesores Guía: Pedro Alonso y Javier Ruiz
TIA-TPT Existenzminimum

Octubre de 2021
Santiago, Chile
©2021, María José Çaldumbide Ruhe

ABSTRACT

El Antropoceno están cambiando la forma en que hasta ahora conocíamos el planeta. A partir de las consecuencias del cambio climático, esta investigación se plantea desde un escenario caracterizado como paisaje del riesgo en la Cuenca Exploradores, Aysén. Se proponen tres dispositivos de defensa frente al riesgo- una cápsula, un refugio y un búnker- que serán habitados por glaciólogos, investigadores del cambio climático, en los glaciares del Campo de Hielo Norte.

El riesgo, entendido como peligro potencial, introduce la incertidumbre como determinante de la investigación. La imposibilidad de dimensionar los fenómenos riesgosos, frente a los cuales se exponen los tres dispositivos- erupciones, incendios, GLOFs, aluviones, avalanchas y derrumbes- determina operaciones que contemplan la posibilidad de pérdida.

Los glaciólogos son científicos cuyo trabajo se sustenta en la exposición al riesgo y que definen formas particulares de habitar la montaña. Cada uno de los dispositivos, además de su función de protección frente a riesgos, propone distintas rutinas según su función investigativa. Mientras la cápsula consiste en una forma de recorrer y habitar los glaciares, el refugio cumple la función de laboratorio y el búnker constituye una protección completa frente a la incertidumbre que presenta el escenario.

A partir de un análisis de las proyecciones climáticas y estudios de la zona; del estudio de causas y consecuencias de los riesgos en la Cuenca Exploradores; de la comprensión de un sujeto glaciólogo y de la dimensión conceptual que presenta el riesgo, se diseñan tres dispositivos de defensa que incorporan diversas estrategias adoptadas de la relación del hombre con la montaña.

ÍNDICE

- I) Introducción
- II) Riesgo
 - El Riesgo
 - Riesgo e incertidumbre
- III) Escenario
 - La Cuenca Exploradores
 - Paisaje de riesgo
 - Descripción de riesgos y amenazas
- IV) Posibilidad de pérdida
 - Redundancia
 - Tolerancia
 - Eficiencia
- V) Sujeto
 - Sujeto manifestante
 - Glaciólogos
 - Capacidades de un glaciólogo
 - Rutinas: Domesticidad y excepción

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se plantea desde la noción de riesgo en la Cuenca Exploradores, Región de Aysén. Actualmente, la zona se encuentra expuesta a determinados riesgos asociados principalmente a la notable presencia de glaciares del Campo de Hielo Norte, a la presencia del volcán Hudson- producto de la falla Liquiñe-Ofqui- y a las agudas consecuencias visibles y medibles del cambio climático.

Los riesgos que se presentan surgen a partir de determinadas amenazas, que se pueden monitorear, pero que se manifiestan de distinta forma dependiendo de la altura en la Cuenca- al reconocer en esta el Valle Exploradores, la zona preglaciar y la zona glaciar del Campo de Hielo Norte. Si identifican como riesgos en el área las avalanchas de hielo, derrumbes, desbordes de lagos preglaciares, aluviones, incendios y erupciones, los cuales se pueden superponer y/o reaccionar en cadena complejizando el escenario de riesgo.

Se define el riesgo como la catástrofe anticipada, es decir, cuando el peligro es potencial.¹ De esta forma el riesgo aparece como una evaluación de las situaciones frente a lo que podemos tomar decisiones para prevenir la catástrofe prevista². Esta investigación plantea el riesgo desde una posición en la que se previene la catástrofe en la Cuenca Exploradores para la supervivencia de un sujeto determinado, pero también en términos de evidenciar a la sociedad los riesgos asociados al cambio climático- a los que estamos expuestos y frente a los cuales debemos cooperar.

Los sujetos del proyecto cumplen un rol revolucionario y de manifestación *subpolítica*³ en el contexto del cambio climático, siendo capaces de monitorear y gestionar las amenazas asociadas al riesgo. Se trata de científicos que jugarán un papel político fuera de Exploradores, al aislarse en el lugar como forma de manifestación

¹ Beck, Ulrich. 2008. "World at risk: The new task of critical theory". En Development and society, vol 37: 1-21

² Egner, Heike. 2011. "Enforced Cosmopolitanization and the Staging of Risks". RCC Perspectives, No. 6: 19-21

³ Según Ulrich Beck, la sociedad actual ha logrado consolidar algunas tareas sustraídas desde el Estado. Espera que, de la *subpolítica*, como bien común, provengan los cambios cuando la sociedad civil tome en sus manos temas sobre la sociedad misma, modificando las reglas del juego político y creando nuevas formas de los espacios tomados.

para poder registrar, estudiar, dar importancia y principalmente sobrevivir a las agudas consecuencias del cambio climático. De esta forma, el concepto de riesgo se utiliza para generar una conciencia de este en la sociedad, advirtiéndola a través de una puesta en escena del riesgo por parte de los científicos.

Las variaciones de los glaciares son muy buenos indicadores del cambio climático. Al ser nieve que se va acumulando por miles de años son verdaderos testigos de la evolución del clima, es decir, son referentes tanto paleo climáticos como representantes de las consecuencias del cambio climático en la actualidad. Los sujetos del proyecto son glaciólogos que incrementan su exposición y vulnerabilidad frente a los riesgos que plantea el escenario- en el Campo de Hielo Norte- para llevar a cabo su investigación. Luego, los glaciólogos son científicos cuyo trabajo se sustenta en la exposición y gestión del riesgo, ya que, de lo contrario, no pueden desarrollar su profesión.

El riesgo tiene la cualidad de ser incalculable, generando como resultado la ironía de tener que controlar algo desconocido, la incertidumbre. A través del aumento de la vulnerabilidad y exposición del sujeto se plantea reducir la incertidumbre frente al riesgo mediante distintos dispositivos de defensa, definidos en este caso como una cápsula, un refugio y un búnker.

Se propone combatir la incertidumbre a través de la construcción de un suelo estable en cada objeto o dispositivo, que permita habitar en la inestabilidad del territorio, gestionando el riesgo y amenazas desde la arquitectura. Sin embargo, se testean los tres objetos desde la comprensión de que las alternativas seguras- en un contexto de riesgo y toma de decisiones- no existen, o no implican la imposibilidad de pérdida o fallo.

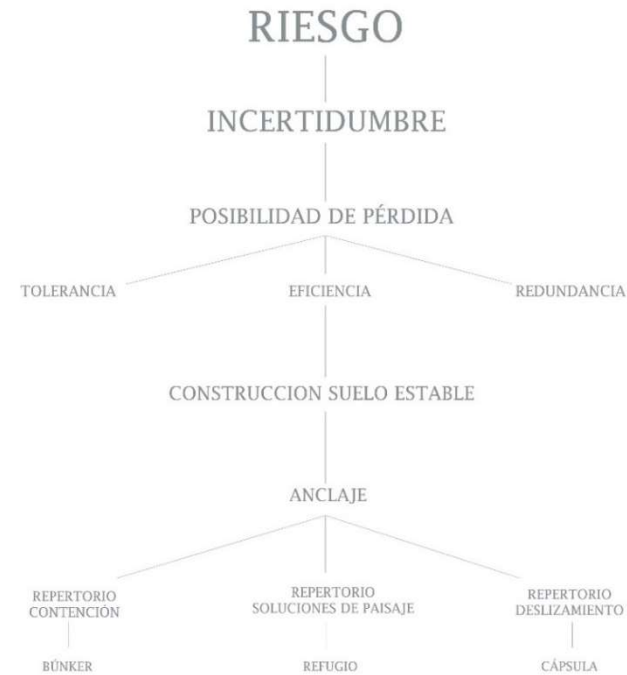


Figura 1: Esquema conceptual. Elaboración propia

En este sentido, luego de la evaluación del riesgo y monitoreo de las amenazas, estas solo pueden ser comprendidas en cierto grado, ya que si se conociesen completamente no habría riesgo⁴.

A partir de esto, tres conceptos ponen en tensión el desarrollo del proyecto, en relación a la posibilidad de pérdida o fallo frente a una amenaza en los tres dispositivos. Primero, la *tolerancia* al fallo implica la incorporación en el diseño de un sistema que puede continuar operando frente a un riesgo⁵. En segundo lugar, la *redundancia* implica el exceso de capacidad de un proyecto frente a la incertidumbre, ya que mientras mayor sea la incertidumbre, mayor será el potencial de fracaso de los sistemas.⁶ Finalmente, la *eficiencia* tensiona a los otros dos conceptos en el sentido del difícil acceso y escasa disponibilidad de recursos que presenta la Cuenca Exploradores.

De esta manera, cada objeto se enfrenta a distintos riesgos y cumple distintos objetivos dentro de la rutina investigativa de los glaciólogos. La cápsula representa un elemento de investigación móvil que provee a los glaciólogos de los objetos y tecnologías que le permiten habitar el hielo, llevar a cabo una investigación y sobrevivir a los riesgos asociados a los glaciares frente a la crisis climática. Se enfrenta a riesgos asociados a derrumbes de estructuras de hielo, grietas y avalanchas. El refugio representa un laboratorio para el análisis de muestras recolectadas en terreno, traspaso de información y monitoreo de las amenazas gracias a objetos de medición distribuidos en el territorio. Se ubica en zona preglaciar, enfrentándose a riesgos como aluviones y GLOFs. Finalmente, el búnker representa el grado de protección completa en caso de incertidumbre máxima frente a las amenazas, es decir, extrema las variables de redundancia, eficiencia y tolerancia frente a lo

desconocido. Se ubica en el Valle Exploradores, junto a la Bahía, en la profundidad de una falla o grieta constituyendo un encierro total. (Fig.2)

Para desarrollar estos tres objetos a partir de la construcción de un suelo estable- y en tensión con la tolerancia, redundancia y eficiencia- se propone recurrir a un catálogo de soluciones que puedan ser incorporadas a la arquitectura y que provienen de la relación del hombre con la montaña a lo largo de la historia.

⁴ Restrepo, Jorge. 2016. "El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo". Revista virtual de ciencias sociales y humanas, Vol.10, No.16

⁵ Puig, Vicenc; Quevedo, Joseba; Escobet, Teresa; Morcego, Bernardo (2010). "Control Tolerante a Fallos (Parte I): Fundamentos y Diagnóstico de Fallos". Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial (RIAI)

⁶ Streeter, Calvin. "Redundancy in Organizational Systems" Social Service Review , Vol. 66, No. 1: pp 97-111

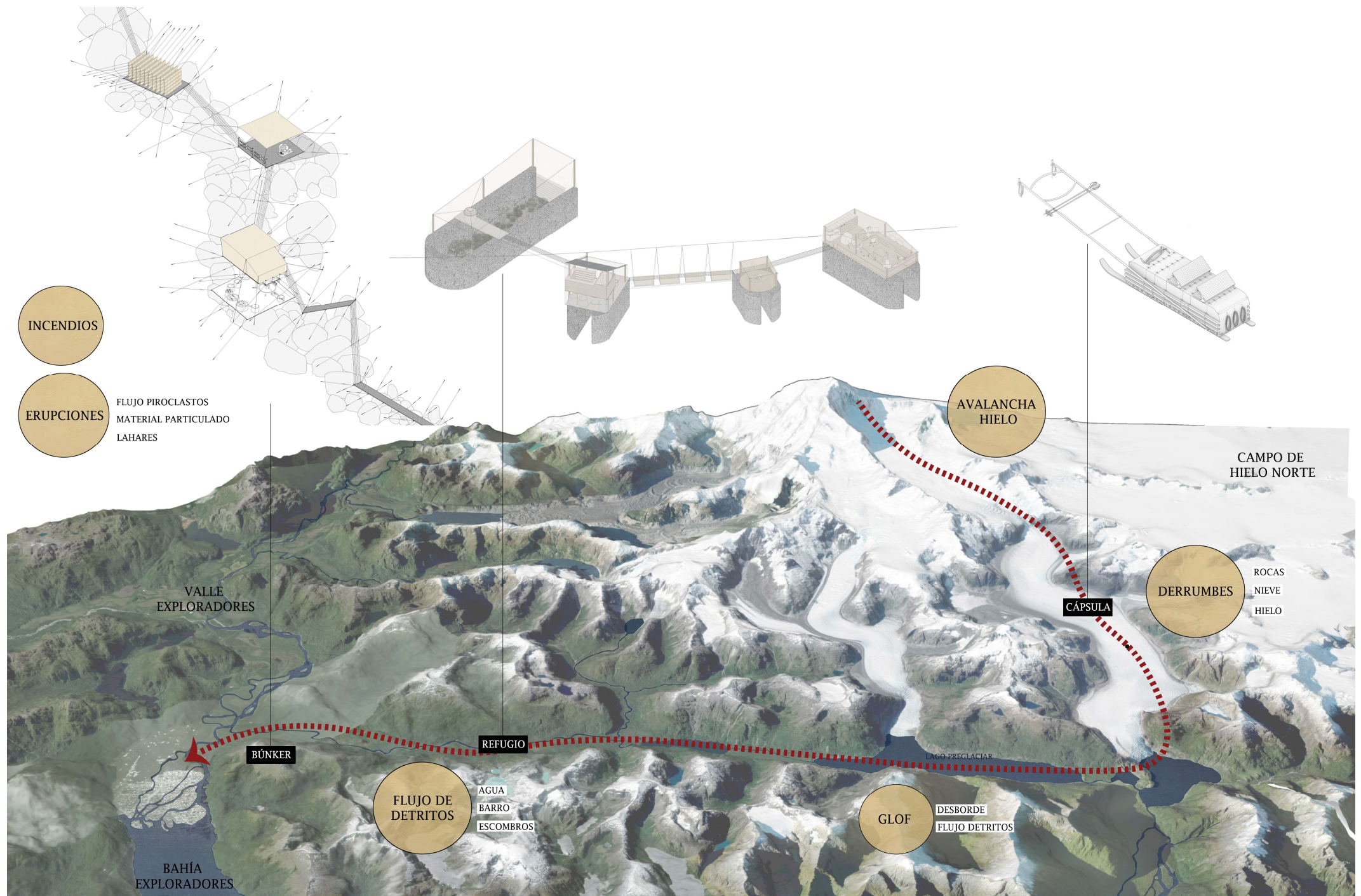


Figura 2: Ubicación cápsula, búnker y refugio en el territorio de riesgo. Elaboración propia

II. EL RIESGO

Las consecuencias del Antropoceno están cambiando la forma en que hasta ahora conocíamos el planeta. A partir de las consecuencias del cambio climático, esta investigación se plantea desde un escenario caracterizado como paisaje del riesgo en la Cuenca Exploradores.

Al hablar de riesgo en un escenario climático, debemos distinguir entre *riesgo* y *peligro*. Por un lado, el riesgo no significa la catástrofe, sino la catástrofe anticipada, cuando el peligro es potencial⁷. Solo en el caso del riesgo se toma una decisión, se juega un papel, en cambio uno solo se expone a los peligros. Luego, el comportamiento o decisión frente a un peligro pondrá a las personas en una situación en que se producen pérdidas o daños⁸. En otras palabras, el riesgo aparece como evaluación de las situaciones, cuando se decide tomar una decisión frente a un peligro potencial⁹.

Ulrich Beck destaca en el texto “World at Risk” la idea de que el riesgo global es el resultado de una puesta en escena de la realidad, donde se diferencia el riesgo como catástrofe anticipada de la catástrofe real al tener que tomar medidas para prevenir la catástrofe prevista¹⁰. Luego, Niklas Luhmann insiste en que los peligros se transforman en riesgo en la medida en que los miembros de la sociedad son capaces de tomar decisiones sobre la acción preventiva¹¹. En otras palabras- a través de estos autores- es importante destacar la importancia de la evaluación para poder considerar el riesgo, luego frente a esta evaluación se pueden tomar decisiones. (Fig.3 y 4)

⁷ Beck, Ulrich. 2008. “World at risk: The new task of critical theory”. En Development and society, vol 37: 1-21

⁸ Luhmann, Niklas. 1993 “Risk: A sociological theory” Society, Vol.39, No. 2

⁹ Restrepo, Jorge. 2016. “El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo”. Revista virtual de ciencias sociales y humanas, Vol.10, No.16

¹⁰ Egner, Heike. 2011. “Enforced Cosmopolitanization and the Staging of Risks”. RCC Perspectives , No. 6: 19-21

¹¹ Idem



Figura 3: Portada texto “World at Risk” de Ulrich Beck

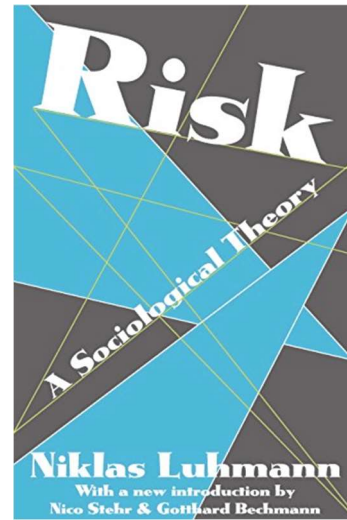


Figura 4: Portada texto “Risk, a Sociological Theory” de Niklas Luhmann

Para atribuir un riesgo a una decisión, las alternativas tienen que distinguirse respecto a la posibilidad de pérdida que se produce¹². Al reunir cada vez más conocimientos la ciencia, a través de la investigación de los riesgos, contribuye al discurso social que determina el riesgo futuro. De esta forma, sin la puesta en escena del riesgo por parte de los expertos o científicos no viviríamos en un mundo arriesgado, por lo que juegan un papel importante en este proceso constructivo y de concientización¹³.

La respuesta a los riesgos ecológicos no podría generarse sin una acción colectiva que involucre a muchos países y grupos¹⁴. Se trata de una democratización del riesgo en el sentido de cooperar o fallar ante la crisis climática y frente al objetivo mundial de alcanzar como máximo 2°C de calentamiento en este siglo, hay un gran número de personas, grupos y estados que no comparten esta idea y no sienten la urgencia de cooperar¹⁵. En este sentido, se puede leer que las personas en contextos cotidianos subestiman los riesgos - quizás porque todo funciona bien por ahora y sobreestiman su capacidad para el control de las situaciones- subestimando el alcance de las pérdidas o daños que pueden ocurrir en situaciones que uno aún no ha experimentado. A partir de esta subestimación, se entiende y plantea la idea de cómo la comunicación debe constituir una conciencia del riesgo¹⁶.

La gestión del riesgo pone en discusión quién o qué decide -y dentro de qué material y contextos temporales- y si se debe tener en cuenta o no un riesgo. Se generan los debates sobre el cálculo, la percepción, evaluación y aceptación de riesgos, los cuales se entrelazan para seleccionar los riesgos a considerar o bien ignorar¹⁷.

¹² Restrepo, Jorge. 2016. “El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo”. Revista virtual de ciencias sociales y humanas, Vol.10, No.16

¹³ Luhmann, Niklas. 1993 “Risk: A sociological theory” Society, Vol.39, No. 2

¹⁴ Beck, Ulrich. 2008. “World at risk: The new task of critical theory”. En Development and society, vol 37: 1-21

¹⁵ Egner, Heike. 2011. “Enforced Cosmopolitanization and the Staging of Risks”. RCC Perspectives , No. 6: 19-21

¹⁶ Luhmann, Niklas. 1993 “Risk: A sociological theory” Society, Vol.39, No. 2

¹⁷ Idem



Figura 5: Esquema conceptual riesgo. Elaboración propia

Son las relaciones de definición – normas, instituciones y capacidades- las que especifican cómo los riesgos deben identificarse en determinados contextos¹⁸. Los sujetos del proyecto serán sujetos revolucionarios para el cambio climático, científicos con la capacidad de monitorear y establecer estas relaciones. Luego estos jugarán un papel político fuera de la bahía, al aislarse en el lugar como forma de manifestación para poder registrar, estudiar, dar importancia y sobrevivir a las agudas consecuencias del cambio climático en la Cuenca Exploradores. De esta forma, el concepto de riesgo encuentra una nueva oportunidad- para llenar su antiguo papel- advirtiendo a la sociedad, creando una conciencia y democratización del riesgo¹⁹.

¹⁸ Beck, Ulrich. 2008. "World at risk: The new task of critical theory". En Development and society, vol 37: 1-21

¹⁹ Idem

RIESGO E INCERTIDUMBRE

La cualidad incalculable del riesgo es una implicación de la incapacidad de saber. Esto da como resultado la ironía de tener que controlar algo desconocido -la *incertidumbre*- y es lo desconocido lo que provoca los mayores conflictos sobre la definición de reglas, responsabilidades y objetos. Luego Francois Ewald escribe sobre el principio de precaución, el cual "requiere un uso activo de la duda, antes de cualquier acción, yo no sólo debo preguntarme qué necesito saber y qué necesito dominar, pero también lo que no sé, lo que temo o sospecho."²⁰

Este desconocimiento frente a la exposición a distintos riesgos introduce el concepto de *vulnerabilidad*, entendido como la posibilidad de resultar afectado, y está en función de todos aquellos factores que determinan la capacidad para enfrentarse a situaciones que son percibidas como riesgosas o potencialmente peligrosas. La vulnerabilidad es producto de una evaluación que considera el conocimiento sobre el riesgo, el significado personal del riesgo y las habilidades de gestión, conformando la *percepción del riesgo*. Luego el riesgo solo es riesgo en la medida en que se percibe, lo cual implica un compromiso activo con el objeto o situación.²¹

A través de la exposición a determinados riesgos en la Cuenca Exploradores se propone aumentar la vulnerabilidad del sujeto, de tal forma de gestionar el riesgo y prevenir desde la reducción de la incertidumbre.



Figura 6: Esquema conceptual incertidumbre. Elaboración propia

²⁰ Beck, Ulrich. 2008. "World at risk: The new task of critical theory". En Development and society, vol 37: 1-21

²¹ Restrepo, Jorge. 2016. "El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo". Revista virtual de ciencias sociales y humanas, Vol.10, No

La *prevención* media entre la decisión y el riesgo. Entendemos por prevención la preparación para pérdidas futuras inciertas, tratando de disminuir la probabilidad de que ocurran a través de la gestión del riesgo. Sin embargo, estas estrategias son secundarias, porque detrás está la comprensión antes descrita de que la vida en este mundo riesgoso está llena de incertidumbre. A través de los objetos insertos en Exploradores se buscará gestionar el riesgo, en el sentido de reducir la incertidumbre. Esto último se busca al controlar las variables desde la posibilidad de pérdida, ya que riesgo, -como se ha desarrollado- no es un contra-concepto de seguridad frente a la incertidumbre. En otras palabras, no hay riesgo sin la contemplación de la posibilidad de daño o perjuicio y se puede entonces decir que el concepto de seguridad muestra una falsa seguridad. En un contexto de incertidumbre, la seguridad se puede investigar y testear en cuanto a su estabilidad frente a las amenazas a través del proyecto de arquitectura.

III. ESCENARIO

LA CUENCA EXPLORADORES

Bahía Exploradores está ubicada en la Región de Aysén occidental, a la altura del paralelo 46° de latitud sur y se forma debido a la desembocadura del río Exploradores en el fiordo de Cupquellán. Es un lugar aislado y de difícil acceso a través del valle Exploradores. Desde Balmaceda - como punto de inicio - se debe tomar la Carretera Austral (Ruta 7) hasta Puerto Río Tranquilo (183 km), luego la ruta X-728 que va por el valle Exploradores hasta Puerto Río Exploradores (85 km de camino de tierra), donde se cruza el río en lancha. Esto es el sector la Teresa, desde donde se entiende que se extiende Bahía Exploradores.²² Otra forma de acceder es por mar desde Puerto Aysén, donde el recorrido en lancha dura aproximadamente 5 horas. (Fig.7)

La zona que rodea el valle Exploradores es montañosa y está cubierta principalmente de bosques vírgenes y lagos. Se trata de una zona peri glaciar, sometida a las influencias del Campo de Hielo Norte y del Pacífico sur. (Fig.8) Sus características hacen de este lugar un territorio excepcional tanto a nivel medioambiental, como por los niveles de amenaza debido al cambio climático. Gracias a su aislamiento y al bajo nivel de intervenciones antrópicas, este sector ofrece condiciones privilegiadas para el estudio del impacto del cambio climático- retroceso glaciar, erosión y dinámicas de río glaciares – y de su biodiversidad.²³ Los cambios fluviales, además, están relacionados únicamente con procesos climáticos o geomorfológicos naturales.²⁴

²² Izquierdo, Elisa. 2016. “Descifrando paisajes: La ruta hacia Bahía Exploradores”. Ladera Sur <https://laderasur.com/destino/descifrando-paisajes-la-ruta-hacia-bahia-exploradores/>

²³ L'Observatoire Hommes-Milieu. “OHM Patagonia Bahia Exploradores”. <https://ohm-bahia-exploradores.in2p3.fr/la-recherche>

²⁴ Bañales-Seguel, CamilaSeguela. Salazar, Alejandro. Mao, Luca. 2019. “Hydro-morphological characteristics and recent changes of a nearly pristine river system in Chilean Patagonia: The Exploradores river network” *Journal of South American Earth Sciences*, No. 98 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981119303694#bbib2>

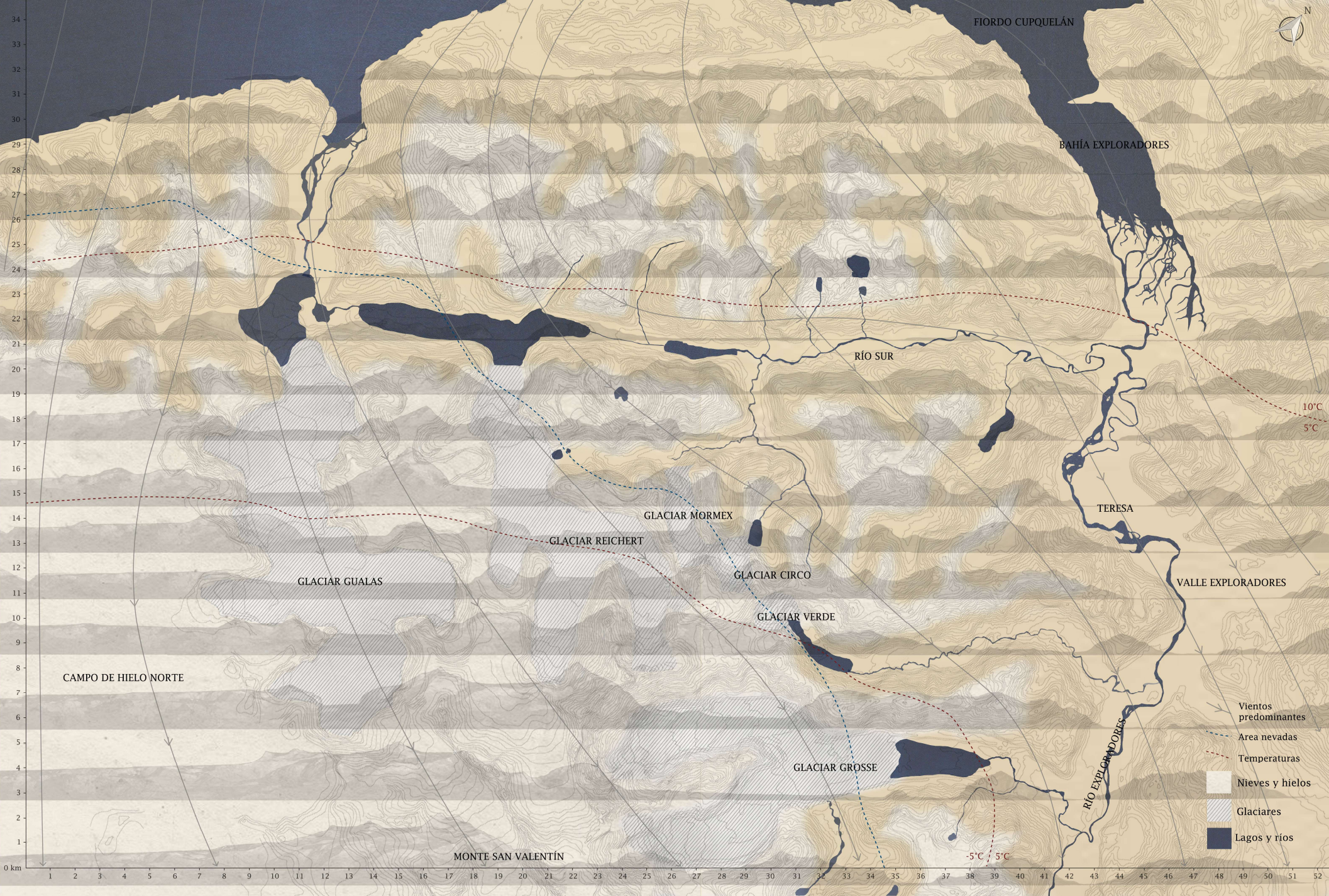


Figura 7: Mapa Cuenca Exploradores. Elaboración propia



Figura 8: Vista aérea glaciares Campo de Hielo Norte. Recuperado de Google Earth



Figura 9: Mirador del Glaciar a lago Bayo. Santiago Bernales Santolaya

La cuenca Exploradores tiene un área de 1452 km² y un tercio de ella está cubierta por nieve permanente, campos de hielo y glaciares, albergando dos importantes del límite del Campo de Hielo Norte: los glaciares Exploradores y Grosse, y muchos otros más pequeños. Luego, casi la mitad de la cuenca está cubierta por bosque nativo - *Nothofagus nítida*, *Nothofagus antártica* y *Nothofagus dombeyi*.²⁵

Toda la cuenca estuvo cubierta de hielo en el Pleistoceno por lo que, producto de la erosión, se formó una red de ríos, lagos, morrenas y otros tipos de acumulación de sedimentos glaciales y post glaciales. Su elevación va desde los 3919 msnm con el Cerro San Valentín, el más alto de la Patagonia, hasta los 0 msnm en la desembocadura del río Exploradores en el fiordo Cupquellán.²⁶

El clima es frío templado y húmedo, con una temperatura media anual de 9,1 ° C, mínima media de 2,0 ° C - en julio- y máxima media de 19,2 ° C - en enero. La precipitación media anual es de 2000 mm y está distribuida a lo largo de todo el año. Esta aumenta con la elevación y la media anual es de 3000 mm en el Glaciar Exploradores.²⁷

²⁵ Bañales-Seguel, CamilaSeguela. Salazar, Alejandro. Mao, Luca. 2019. "Hydro-morphological characteristics and recent changes of a nearly pristine river system in Chilean Patagonia: The Exploradores river network" *Journal of South American Earth Sciences*, No. 98 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981119303694#bbib2>

²⁶ Idem

²⁷ Idem



Figura 10: Glaciar Exploradores. Paula González



Figura 11: Bahía Exploradores. Paula González



Figura 12: Laguna Reichert. Recuperada de Google Earth



Figura 13: Bahía Exploradores. Germán Guzmán



Figura 14: Bahía Exploradores. Paula González



Figura 15: Glaciar Reichert. Recuperada de Google Earth

PAISAJE DE RIESGO

Debido a su cobertura glaciar y la presencia junto al Campo de Hielo Norte, los glaciares adquieren una posición protagónica en la descripción de un escenario en la Cuenca Exploradores.

Un 87 % de los glaciares estudiados en Chile han tenido tasas de variación negativas de hasta -278 m. La mayoría de estas son generadas por los aumentos de temperatura, sin embargo, también han incidido los ciclos interanuales con anomalías pluviométricas extremas, al descenso de los montos anuales de precipitación y a la mayor frecuencia de fenómenos como El Niño / Oscilación del Sur (ENOS)- variando precipitaciones y temperatura. Frente a dichas tendencias climáticas, se espera que el retroceso de glaciares continúe, que los balances de masa mantengan sus tendencias negativas y que los adelgazamientos aumenten, impactando en la dotación y disponibilidad de recursos hídricos en el país producto del cambio climático.²⁸

Analizando el Campo de Hielo Norte y Sur, se estima que los aportes al aumento del nivel medio del mar de esta zona alcanzarían 0.038 mm, lo que representa un 8,3 % del total del cálculo respecto a la contribución de 0.46 mm de los glaciares de montaña al nivel del mar. Considerando que la superficie de los Campos de Hielo Patagónicos solo representa el 2.85% del total de los pequeños glaciares del planeta, es evidente que su aporte es desproporcionadamente alto. Esto indicaría que la fusión de glaciares en la Patagonia ha sido más rápida que en otras zonas.²⁹ A partir del siglo XX, estos glaciares se están derritiendo más rápido que nunca en los últimos 350 años. (Fig.16)

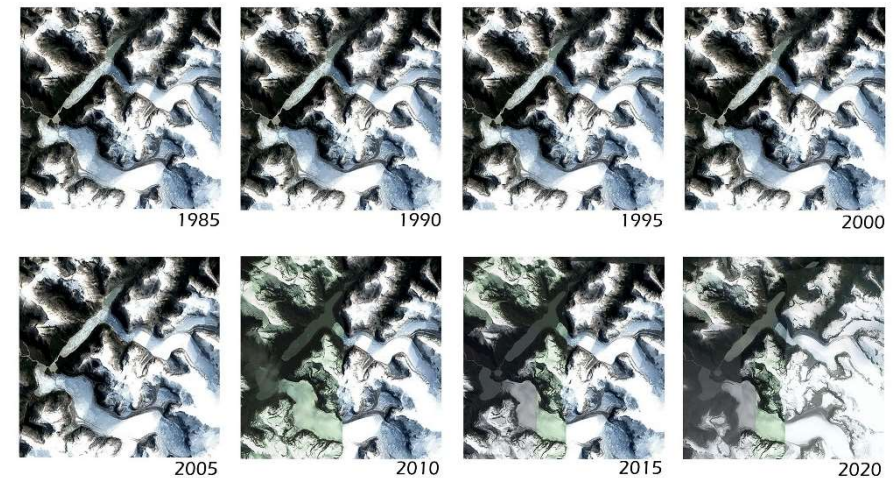


Figura 16: Retroceso glaciar Reichert. Elaboración propia

²⁸ Rivera, A. Casassa, G. Acuña, C. Lange, H. (2000) "Variaciones recientes de glaciares en Chile" Invest. geogr., Chile, No 34: 29-60

²⁹ Idem

GLOF | A pesar de que no existen estaciones de medición oficiales con registros a largo plazo, la cuenca Exploradores ha estado sujeta a inundaciones extremas causadas por GLOF- inundaciones por desbordamiento de lagos glaciares- y estará expuesta al aumento de probabilidad y riesgo de ocurrencia de estos eventos a futuro. Los glaciares Exploradores y Grosse han retrocedido y adelgazado en los últimos 70 años, coincidiendo con una reducción de la precipitación y aumento de la temperatura en las últimas décadas. (Fig.17)

Si bien los principales riesgos producto de cambio climático en la Cuenca Exploradores están relacionados con el derretimiento e inestabilidad de los glaciares- generando efectos en cadena- estos se pueden multiplicar o superponer a una serie de riesgos presentes en la zona actualmente, o bien, riesgos que pueden incrementarse o presentarse a futuro como consecuencia del aumento de la temperatura del planeta.

ERUPCIONES | Además de la presencia glaciár, la Cuenca Exploradores se encuentra junto a la falla geológica Liquiñe-Ofqui, por lo que la zona está expuesta al riesgo de actividad tectónica, tsunamis y a la formación de una gran cantidad de volcanes. A solo 50 km del Valle Exploradores se encuentra el Volcán Hudson, pero que en 1991 hizo erupción a solo 30 km de distancia a través de un nuevo cráter de 800 metros de diámetro. Esta erupción solo ha sido superada en magnitud por un volcán en Chile, ubicando al Hudson en un valor 7 según el Índice de Explosividad Volcánica (0 a 8).³⁰

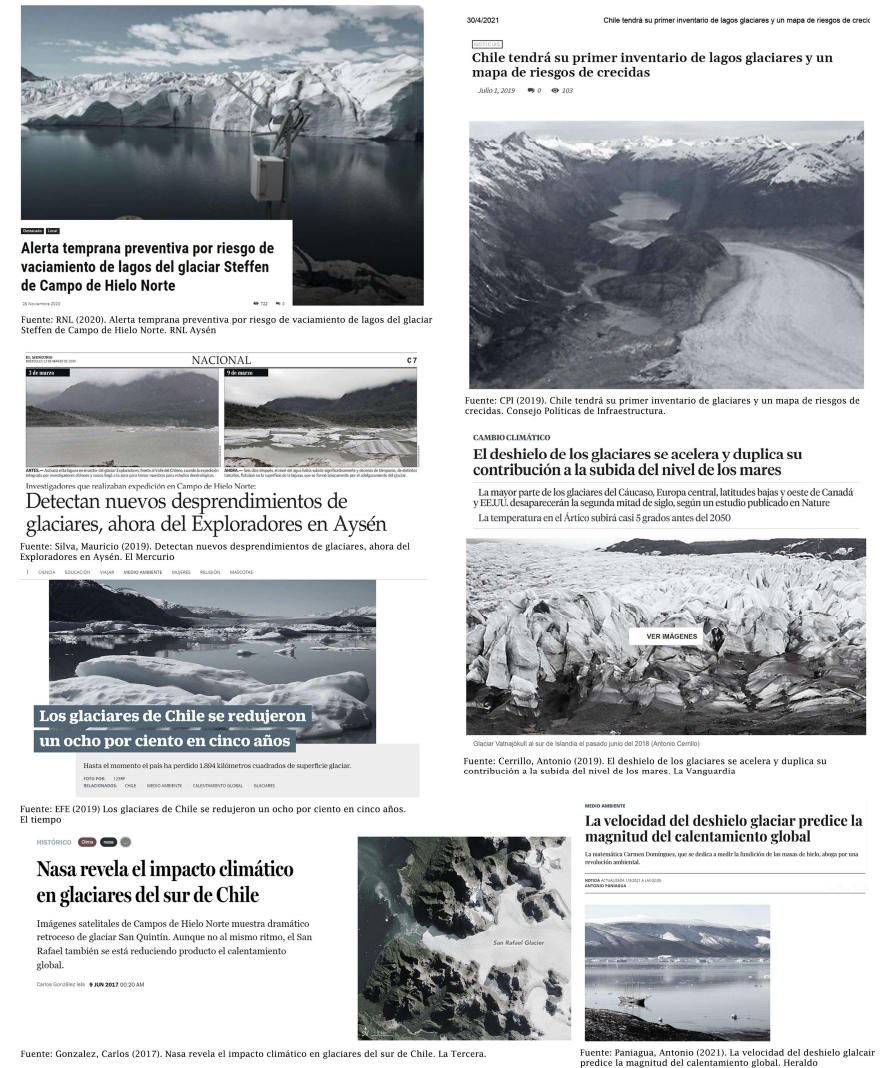


Figura 17: Recopilación noticias. Elaboración propia

³⁰ SERNAGEOMIN. 2018. “Chile: territorio volcánico” Servicio Nacional de Geología y Minería

INCENDIOS | Se prevé para un futuro cercano (2030-2060) que las precipitaciones puedan ser cada vez menores- incluso un 30% menos que el siglo pasado- y la temperatura aumentaría entre 0,4 y 1,9 grados.³¹ Este aumento de temperatura y sequías- sumado a la presencia de fuertes vientos que se producen en la región de Aysén durante la primavera y verano y la geografía montañosa de la zona- aumentan el riesgo de incendio en el sector.

ALUVIONES | Existirá además un aumento de los fenómenos hidrológicos extremos -como la intensificación del fenómeno del Niño, precipitaciones extremas y caudales altos - aumentando el riesgo de desastres naturales, erosión, aluviones y desprendimientos de tierras.³²

Mas allá de que se proyecta un escenario de incremento de variables en un futuro cercano, la Cuenca Exploradores está sujeta en la actualidad a una serie de fenómenos riesgosos asociados a la importante presencia glaciar, geografía accidentada y presencia volcánica que justifican la inserción del proyecto en la zona. Debido a esto último, y a su objetivo de concientización del riesgo climático, es que este proyecto adquiere sentido desde la actualidad.

Los tres objetos se encuentran distribuidos en el territorio enfrentándose a distintos fenómenos riesgosos y a distintos niveles de incertidumbre. Mientras que el búnker si sitúa en el valle, el refugio en zona preglaciar y la cápsula en zona glaciar, abarcando de esta manera las amplias diferencias en el paisaje y amenazas representativas de la Cuenca Exploradores.

Los riesgos asociados al Valle Exploradores tienen que ver principalmente con la exposición a incendios y caída de piroclastos; en zona preglaciar se asocian a los eventos GLOF y aluviones y aquellos en zona glaciar se asocian a avalanchas, derrumbes y la inestabilidad del hielo debido a la formación de grietas. (Fig.18)

³¹ UCSC Ciencias. 2018. Estudio analiza el potencial cambio en fiordos patagónicos considerando el cambio climático. Universidad Católica de la Santísima Concepción
<https://ciencias.ucsc.cl/2018/06/estudio-analiza-el-potencial-cambio-en-fiordos-patagonicos-considerando-el-cambio-climatico/>

³² S/a. 2014." El cambio climático y los estragos en Patagonia". Diario Jornada
https://www.diariojornada.com.ar/113379/sociedad/El_cambio_climatico_y_los_estragos_en_Patagonia

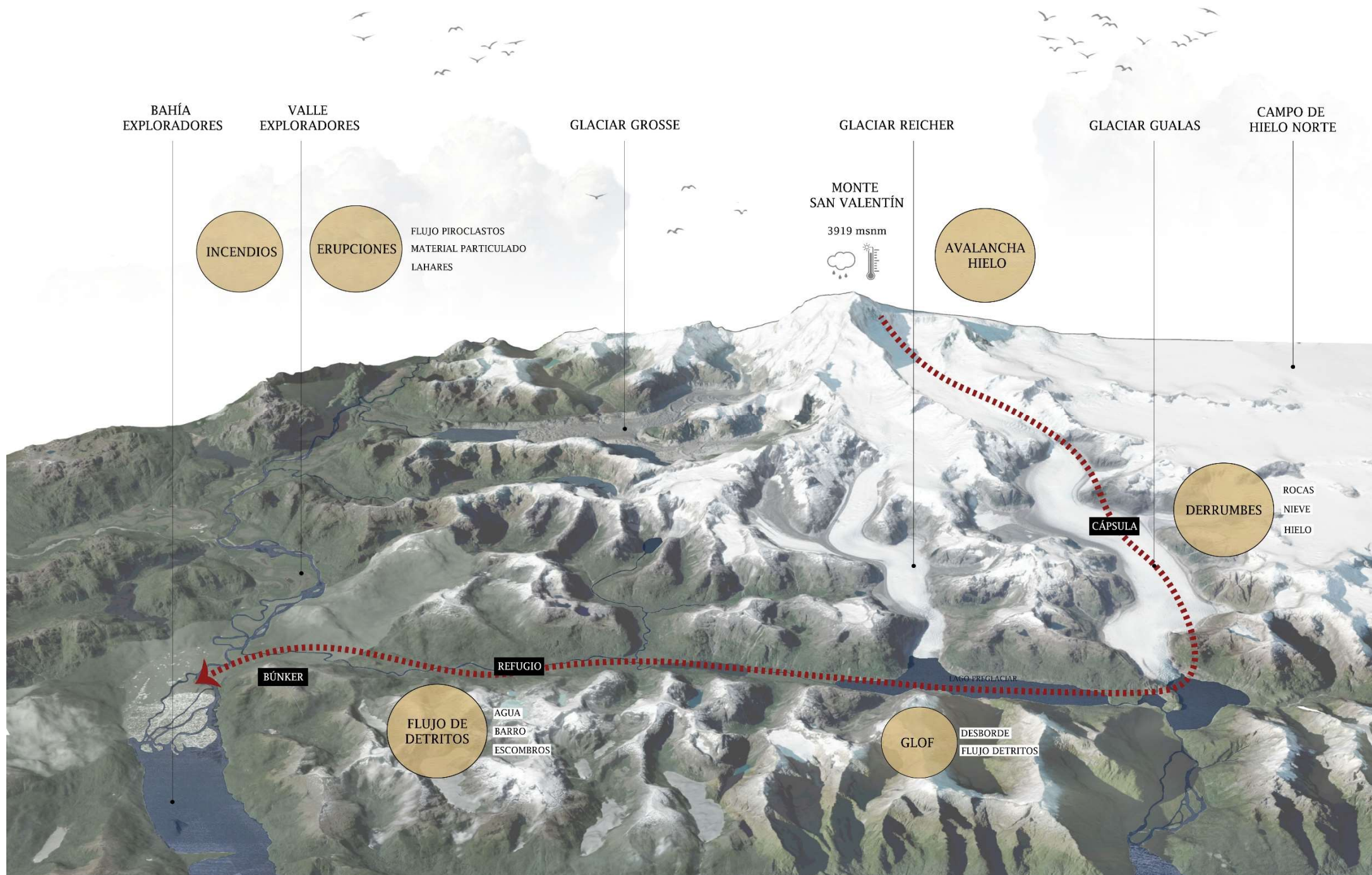


Figura 18: Riesgos Cuenca Exploradores. Elaboración propia

DESCRIPCION DE RIESGOS Y AMENAZAS

El concepto de *amenaza* se produce cuando se registran valores extremos frente a los valores promedio de fenómenos conocidos, o cuando una combinación de estos eventos se da en el mismo tiempo y lugar- ya sea en magnitud, intensidad o duración de la manifestación climática.³³ Debido al escenario riesgoso en la Cuenca Exploradores, se identifican las amenazas a monitorear y gestionar a través de los objetos, de tal forma de contribuir a la reducción de la incertidumbre.

GLACIARES

Los glaciares son grandes masas de hielo, con o sin agua intersticial, originados sobre la tierra por metaformismo a hielo de acumulaciones de nieve y que fluyen lentamente. Se componen de una zona de acumulación- en la parte alta- y una de ablación- en la parte baja- estando en constante movimiento. Luego, los *nunataks* son afloramientos rocosos, constituyendo los elementos de mayor estabilidad dentro de estas masas vivas.³⁴

AVALANCHAS DE HIELO | Las avalanchas de hielo se originan cuando el hielo se desprende desde la sección frontal de un glaciar o desde un lecho de glaciar empinado. Los factores determinantes son la resistencia al corte en la base del hielo — relacionada con condiciones térmicas e hidrológicas-, la inclinación y forma de la pendiente de la roca basal y la resistencia a la tensión del cuerpo glaciar.

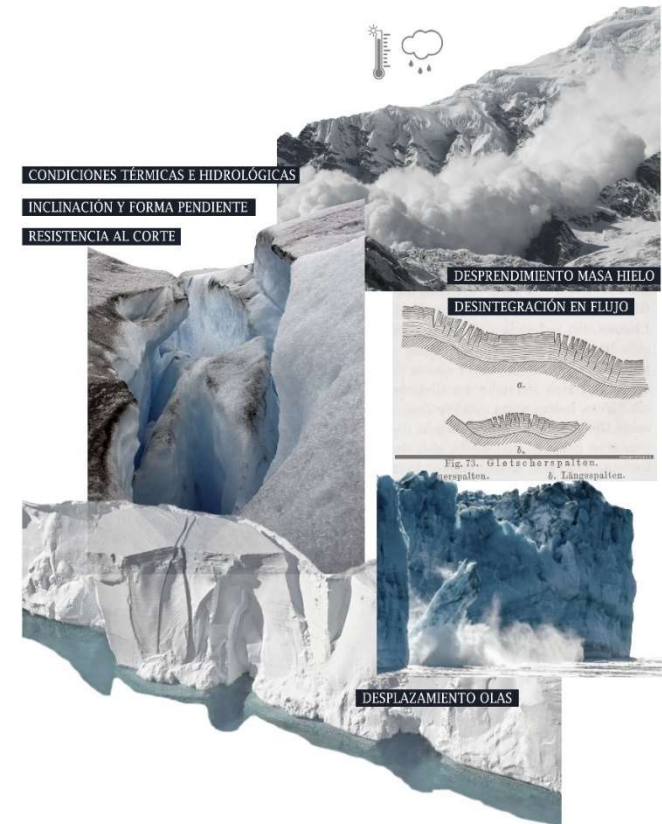


Figura 19: Riesgo de avalanchas y derrumbes. Elaboración propia

³³ Lampis, Andrea. 2012. "Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición". Revista Colombiana de Geografía, Vol.22, No. 2 (jul.-dic.): 17-33

³⁴ Marangunic, C. Marangunic, P. González, M. (2008) "Manual de Glaciología" Geoestudios Ltda. SIT n° 167, vol.2

A medida que los lechos glaciares se ponen más empinados, aumenta su congelamiento basal con la altitud y se reducen las temperaturas del aire. Un cambio de temperatura del aire puede alterar el potencial de avalancha, e independiente de cómo se inicia la falla- a medida que la masa de hielo se mueve pendiente abajo-, esta se desintegra provocando un flujo de hielo fragmentado a alta velocidad y movilidad³⁵.

Las distancias de recorrido están en relación con el volumen desprendido inicialmente, pero al existir un arrastre significativo o una transformación de flujo, puede generar procesos en cadena, como el desplazamiento de olas desde un lago preglaciar.

Las avalanchas de hielo también pueden ser desencadenadas por terremotos. El aumento del movimiento de glaciar y la formación de grietas en la superficie del glaciar es un precursor frecuente -pero no esencial- de las avalanchas de hielo, pudiendo ocurrir sin claros precedentes.³⁶

Estos riesgos de avalancha y derrumbes se presentan en zona glaciar, por lo que la cápsula debe responder a través de la consideración del suelo congelado como amenaza. La cápsula permite transportar todo lo necesario para habitar y estudiar el hielo, pero también se transforma para constituir una estructura habitable para los glaciólogos. El objeto busca estabilidad en los *nunataks*, despegándose del manto inestable del Campo de Hielo, es decir, se cuelga como principal estrategia de protección al estar habitada. (Fig. 20 y 21)



Figura 20: Nunatak. Lyubomir Ivanov. Recuperado de The Crag



Figura 21: Cápsula colgada en nunatak. Elaboración propia

³⁵ Allen, S. Frey, H. Huggel, C. (2017). "Evaluación de peligros por glaciares y permafrost en regiones de montaña – Documento técnico de orientación" Grupo de Trabajo Permanente sobre Peligros Glaciares y Permafrost en Alta Montaña (GAPHAZ) Zurich, Suiza / Lima, Perú: 72 pp.

³⁶ Idem

ALUVIONES POR DESBORDE VIOLENTO DE LAGUNAS GLACIARES (GLOF) | Los eventos GLOF consisten en la liberación del agua de una reserva que ha sido formada al lado, al frente, dentro, debajo o sobre la superficie de un glaciar. Las estructuras como represas que contienen el agua en la reserva pueden estar compuestas de hielo, escombros morrénicos o roca.³⁷

Debido al material morrénico que puede tener núcleos de hielo en su estructura, las represas -de hasta 100m de altura – pueden romperse. La rotura puede ocurrir debido a la erosión ocasionada por oleaje de viento, el rápido ingreso de agua -por lluvia o deshielo- o bien, por la generación de olas por avalancha.³⁸

Una vez iniciados los GLOF, tienden a arrastrar grandes cantidades de sedimentos, pudiendo transportar grandes masas de rocas-particularmente en los primeros tramos donde la pendiente es más empinada. Los componentes de la represa natural se transforman en flujos de escombros. Generalmente se requieren pendientes superiores a 6° para mantener estos flujos, depositándose en pendientes suaves.³⁹ Se ha observado que los flujos se extienden 100 km o más, según la disposición de material erosionable y el cauce.⁴⁰

En raras ocasiones ocurren estos grandes movimientos sin romper la represa, por lo que luego de ocurrido el evento, continúa existiendo la amenaza de eventos posteriores.⁴¹

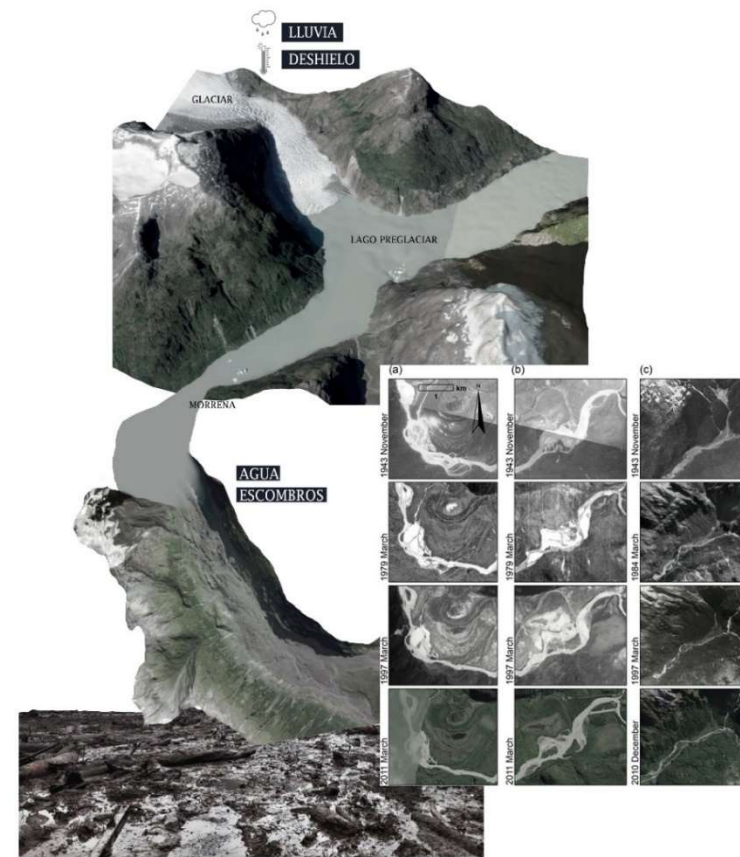


Figura 22: Riesgo de GLOF. Elaboración propia

³⁷ Allen, S. Frey, H. Huggel, C. (2017). "Evaluación de peligros por glaciares y permafrost en regiones de montaña – Documento técnico de orientación" Grupo de Trabajo Permanente sobre Peligros Glaciares y Permafrost en Alta Montaña (GAPHAZ) Zurich, Suiza / Lima, Perú: 72 pp.

³⁸ Idem

³⁹ Idem

⁴⁰ Idem

⁴¹ Idem,

FLUJOS DE ESCOMBROS | Pueden ocurrir flujos de escombros sin desborde violento y de origen distintos a los eventos GLOF antes descritos. Pueden originarse en morrenas muy empinadas, en pendientes de taludes al pie de muros rocosos erosionados y en depósitos fluvio-glaciares dentro de cauces con gran pendiente. Al ser movilizados, los flujos se componen de agua y sedimentos. La cantidad de sedimentos varía, pero llega a ser entre 50 y 70% en volumen. Entre sus características esta la capacidad de erosión, transporte de bolones y formación de represas al desacelerar el flujo en zonas planas.⁴²

Las zonas peri-glaciares contienen abundante cantidad de material suelto no consolidado. Lo anterior, sumado a la topografía escarpada, deshielo de nieve y hielo, y/o intensa precipitación lo transforman en zonas favorables para el inicio de estos flujos. Al aumentar las temperaturas, disminuye la probabilidad de que los escombros estén congelados, aumentando la disponibilidad de material para ser erosionado y transportado, permitiendo la ocurrencia de este tipo de eventos.⁴³

Estos riesgos de remoción en masa- GLOF y aluviones- predominan en zona preglaciaria, por lo que se busca responder a través de un refugio. Al dimensionar fenómenos conocidos, surge la comprensión de que enfrentarse a esto únicamente a través de un objeto inserto en el paisaje parece imposible, en relación a la dificultad de transporte de recursos por el bosque. A partir de esto, se busca enfrentar este tipo de riesgos, primero a partir de una intervención territorial que disminuya la fuerza con que desafía el fenómeno al objeto arquitectónico. Luego el objeto requiere protección únicamente en su parte inferior, que es por donde ocurren los flujos con gran fuerza. La forma con que el objeto se enfrenta al fenómeno influye en la posibilidad de resistir. Por esto

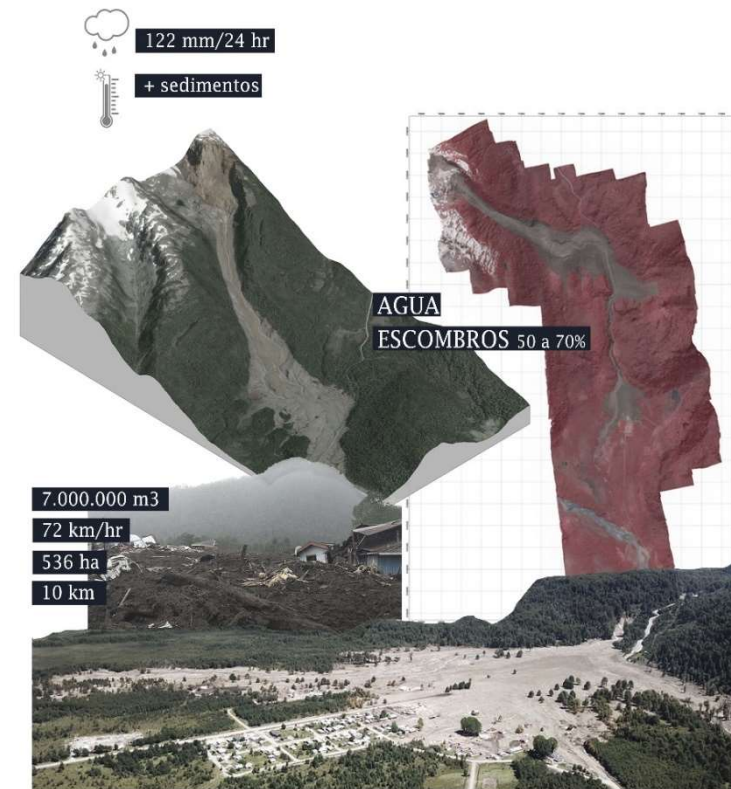


Figura 23: Riesgo de aluviones. Elaboración propia

⁴² Allen, S. Frey, H. Huggel, C. (2017). "Evaluación de peligros por glaciares y permafrost en regiones de montaña – Documento técnico de orientación" Grupo de Trabajo Permanente sobre Peligros Glaciares y Permafrost en Alta Montaña (GAPHAZ) Zurich, Suiza / Lima, Perú: 72 pp.

⁴³ Idem

se desarrolla una forma que disminuye la resistencia a la fuerza y que contempla diferentes posibilidades de dirección del flujo de detritos. Se divide en módulos que responden a estas direcciones y que permiten el paso de materiales arrastrados tales como árboles y rocas. (Fig. 24)

ERUPCIÓN | Las consecuencias de la erupción del volcán Hudson en 1991 fueron tormentas eléctricas, daño de zonas agrícolas, mortandad en el ganado por obstrucción del sistema digestivo y aborto, embancamiento de ríos, desplome de viviendas, daños en siembras, daño forestal, irritación a la vista, sistema respiratorio y piel de las personas y aparición de “islas flotantes” o piedras pómez suspendidas en lagos.⁴⁴ Dada su cobertura glaciaria, produjo grandes lahares en los valles circundantes. Este volcán se caracteriza por una recurrente actividad y por la generación de este tipo de fenómenos en los valles que descienden hacia el oeste y este.

Se estima que flujos piroclásticos podrían afectar todos los valles en el entorno al volcán en un radio de 15-20 km y la caída de piroclastos con espesores superiores a 10 cm en las zonas que siguen. En 1991 generó una columna de humo y ceniza de 18 km de altura y en un radio de 34 km de distancia se lanzaron piedra pómez de 20 a 100 cm de diámetro. Los espesores de material caído sobre el valle cercano al volcán median entre los 0,45 a 1,20 metros.⁴⁵

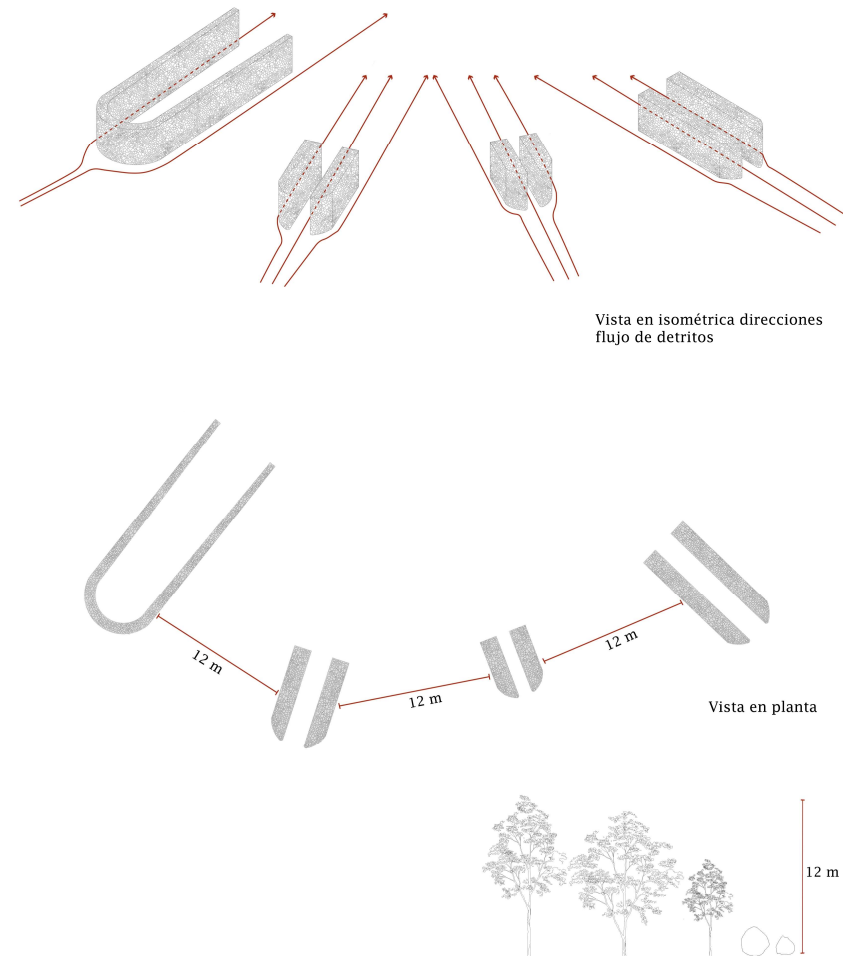


Figura 24: Estrategia refugio frente a GLOFs y aluviones. Elaboración propia

⁴⁴ CIEP. 2017. “Durante la Segunda etapa de la última erupción del Volcán Hudson las cenizas llegaron hasta las Islas Malvinas”. Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia <http://www.ciep.cl/noticias/751/sabias-que>

⁴⁵ CIEP. 2017. “Durante la Segunda etapa de la última erupción del Volcán Hudson las cenizas llegaron hasta las Islas Malvinas”. Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia <http://www.ciep.cl/noticias/751/sabias-que>



Figura 25: Riesgo de erupción. Elaboración propia

INCENDIOS | El origen y superficie que puede alcanzar un incendio forestal está relacionado primero con las características del medio- tales como topografía, estructura de la vegetación y condiciones climáticas-; en segundo lugar, la posibilidad de presencia antrópica en el área – causantes de todos los incendios forestales-; y finalmente la capacidad de reacción a estos eventos restringiendo su alcance⁴⁶. La región de Aysén tiene actualmente un mínimo de daño incendiario por temporada de 297 ha- hasta 29.213 ha, con un promedio de 3237 ha- destacándose en los máximos entre regiones de Chile.⁴⁷ Considerando a futuro los fuertes vientos de la región, la disminución de las precipitaciones fuera de los fenómenos hidrológicos extremos y el aumento de la temperatura incrementan el riesgo de incendios forestales.

La ocurrencia de estos fenómenos está asociada principalmente al periodo estival- entre octubre y mayo- época en la cual la vegetación presenta las mejores condiciones para la propagación del fuego. Las altas temperaturas, baja humedad relativa, disminución de precipitaciones y estrés hídrico de la vegetación transforman en potencial inflamable la vegetación tanto viva como muerta.⁴⁸ La geografía montañosa de la Cuenca Exploradores facilita la propagación de este fenómeno, ya que el fuego trepa rápidamente por las quebradas, al ir secando la parte superior y generando combustible vegetal.

En un territorio que ha sido expuesto a un evento incendiario se desarrollan una serie de consecuencias que constituyen, o pueden generar, eventos riesgosos- tales como alteración de regímenes hidrológicos, sequías en verano, inundaciones en invierno, desestabilización de los suelos, erosión, sedimentación, inundaciones y aluviones.⁴⁹

⁴⁶ Haltenfoo, H. (2010) "Los Grandes Incendios Forestales en Chile 1985-2009" CONAF. Manual de Trabajo 539

⁴⁷ Idem

⁴⁸ Idem

⁴⁹ Idem



Figura 26: Interior búnker. Elaboración propia

De esta manera los incendios y erupciones son eventos cuyas consecuencias en el territorio son difíciles de predecir y mapear- en comparación a las amenazas antes descritas- es decir, aumenta el nivel de incertidumbre. Frente a esto- y a la incapacidad de dimensionar los eventos como aluviones, GLOF y avalanchas- se plantea un objeto que se cierra completamente frente a un escenario de incertidumbre – un búnker-, protegiéndose en todo su perímetro al enterrarse en el valle y buscando reducir al mínimo la posibilidad de pérdida. (Fig.26)

En la comprensión del escenario de riesgo, las amenazas pueden ocurrir ocasionalmente, recurrentemente, superponerse o incluso poner en juego la multiplicidad de riesgos, aumentando la vulnerabilidad. Los dispositivos de defensa se ubican en distintos puntos del territorio, de tal forma de establecer un sistema que se sustente en las relaciones de definición- gestión del riesgo- entre estos objetos. Es decir, a partir del monitoreo de las amenazas- gracias a una red territorial de objetos- se presentan los tres dispositivos de defensa como soluciones en paralelo que permiten la evacuación entre ellos.

A partir de las tecnologías de soporte vital, de defensa y de monitoreo distribuidas en la Cuenca Exploradores, se lleva a cabo un ensamblaje tecnológico que adquiere una escala territorial. Se encuentran distribuidos pluviómetros- que miden la cantidad de agua o nieve caída-, estaciones meteorológicas- que miden temperatura, velocidad y direcciones del viento, radiación y horas de luz, humedad y presión atmosférica- y canaletas Parshall- estableciendo el aumento o disminución de caudales y velocidad de ablación de glaciares. (Fig.27)

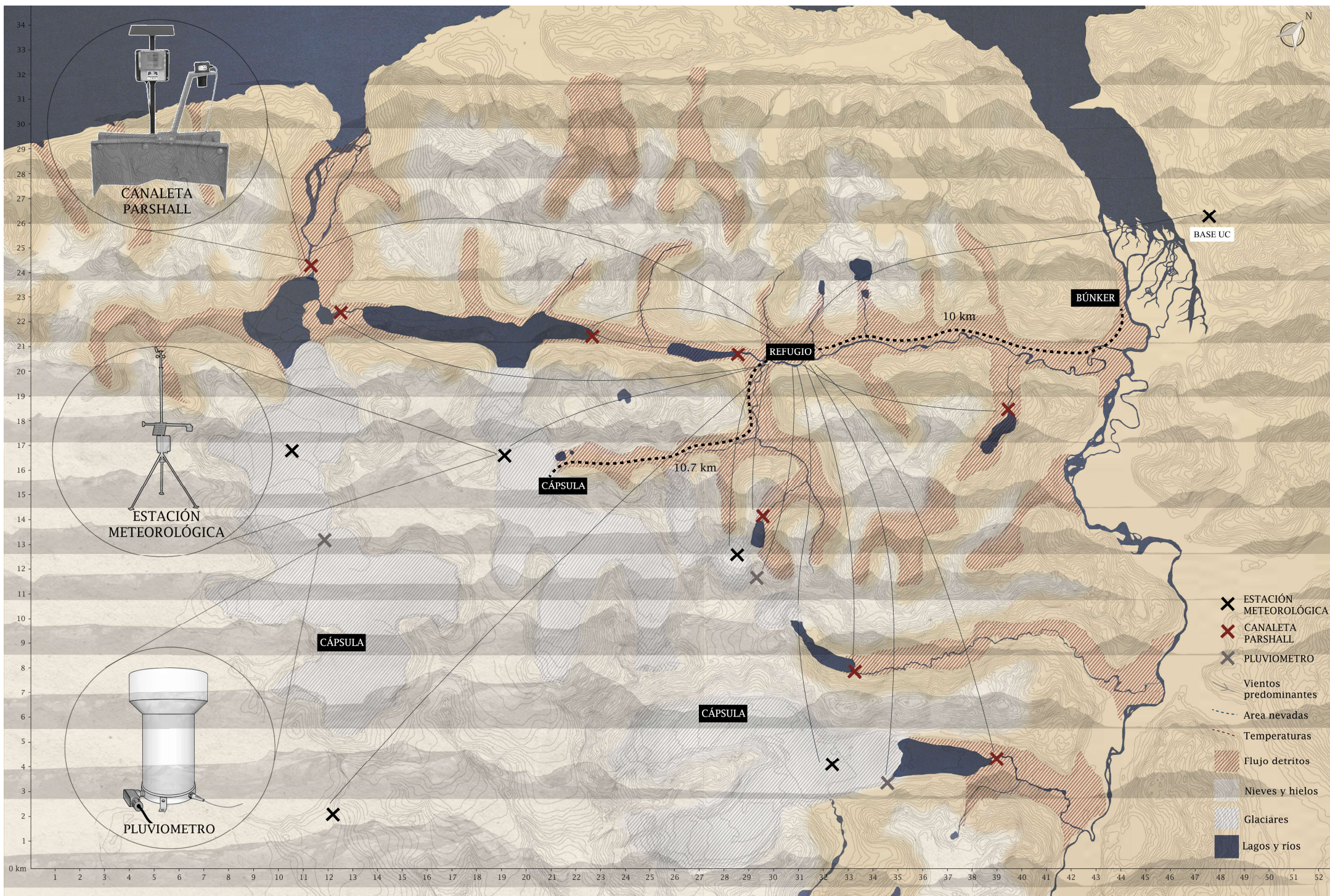


Figura 27: Tecnologías de monitoreo distribuidas en el territorio. Elaboración propia

IV. POSIBILIDAD DE PÉRDIDA

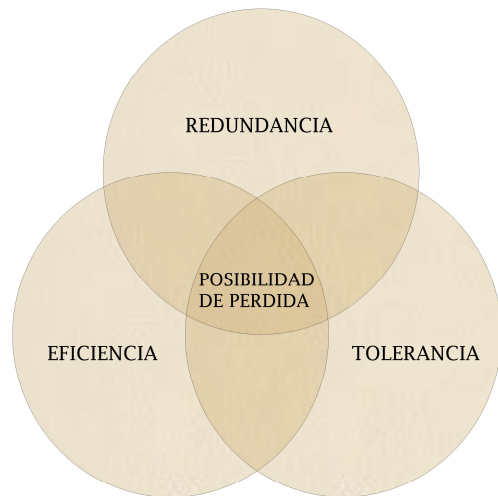


Figura 28: Esquema posibilidad de pérdida. Elaboración propia

A partir de la descripción de los fenómenos y consecuencias asociadas a los riesgos del escenario en la Cuenca Exploradores, es que surge el problema de la inestabilidad del suelo, entendido como el territorio sobre el que se inserta el proyecto.

Se propone la construcción de un suelo estable que permita habitar en la inestabilidad del territorio de la Cuenca Exploradores, gestionando el riesgo y amenazas desde la arquitectura. En otras palabras, se busca combatir la incertidumbre, lo desconocido o no dimensionado a través de dispositivos de defensa, cuyo potencial principal está en la construcción de estabilidad mediante suelos. Sin embargo, la arquitectura como alternativa frente a la incertidumbre que representa un peligro potencial, no se plantea como segura, ya que seguridad en un contexto de riesgo y toma de decisiones no implica la imposibilidad de pérdida.

No existe el riesgo sin contemplar el daño y este último siempre será una interpretación, ya que para que haya riesgo siempre debe existir una evaluación de este. Esta considera la implicación con una situación; la situación representa una amenaza; la amenaza puede evitarse o atenuarse y finalmente la amenaza puede ser comprendida- en cierto grado- ya que si se conociese completamente no habría riesgo.⁵⁰

La posibilidad de pérdida frente a la incertidumbre introduce tres conceptos principales, la eficiencia, la redundancia y la tolerancia. (Fig.28) Para formalizar estos conceptos en la construcción del suelo estable se investigan soluciones que tienen que ver con la relación del hombre con la montaña, las cuales se traen a la arquitectura como repertorios. Sin embargo, de forma transversal a los tres objetos, la separación del plano horizontal parece ofrecer soluciones únicas o alternativas dependiendo de cada proyecto. Se investiga la posibilidad de colgar objetos en los distintos materiales geológicos de la Cuenca Exploradores, pero a través de distintas soluciones y con distintos orígenes en los tres objetos. Para esto se lleva a cabo un repertorio de anclajes que permite, no solo colgarse de los planos verticales, sino la instalación de estos elementos por parte de los mismos glaciólogos montañistas. (Fig.29)

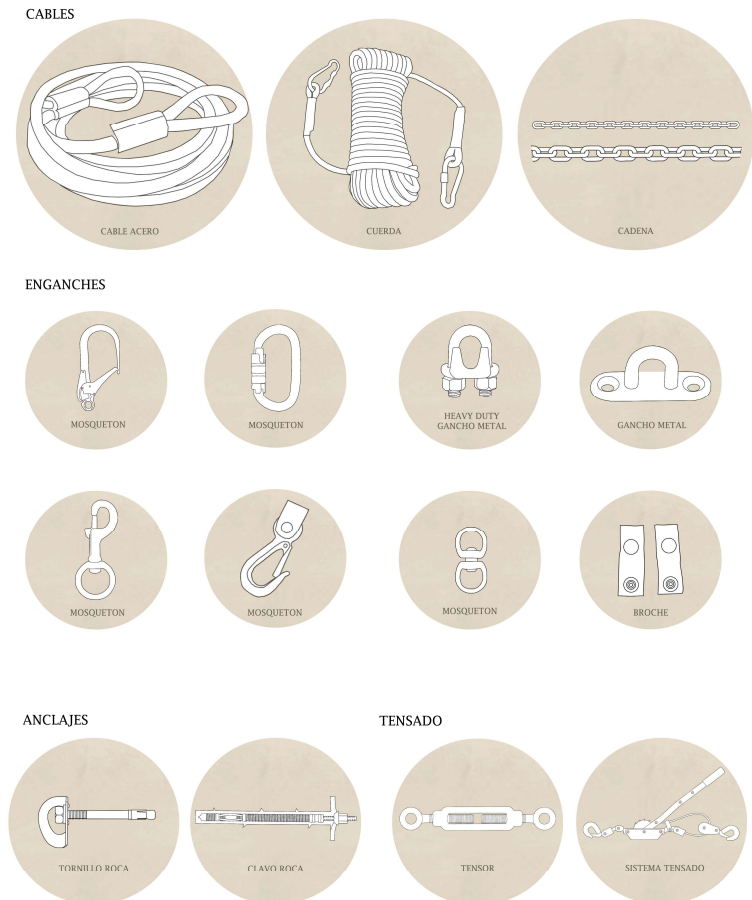


Figura 29: Repertorio de anclajes. Elaboración propia

⁵⁰ Restrepo, Jorge. 2016. "El concepto de riesgo: avances hacia un modelo de percepción de riesgo". Revista virtual de ciencias sociales y humanas, Vol.10, No.16

EFICIENCIA

La eficiencia de un sistema en Exploradores tiene que ver principalmente con la dificultad de acceso y materiales para la construcción de objetos en la regulación de incertidumbre.

Entendemos eficiencia como el logro de los propósitos trazados, sin malgastar recursos y con el máximo nivel de calidad factible. Es decir, se busca el uso de la mayor cantidad posible de recursos locales, disminuyendo la dificultad de transporte e instalación de materiales en la zona glaciar, preglaciar y en el valle Exploradores.

Los recursos que se reconocen para el desarrollo en la Cuenca Exploradores tienen que ver con materiales – como madera proveniente de árboles nativos, rocas, bolones y tierra- y con la inserción estratégica de los objetos en el territorio. Todo lo que sea traído desde fuera de Exploradores tiene que ser liviano y de fácil transporte, de tal forma de adaptarse a las formas de recorrer actualmente el territorio.

CÁPSULA- El diseño eficiente de los objetos comienza por su posición dentro de los contextos especiales de la cuenca– glaciar, preglaciar y valle. La operación principal de protección de la cápsula, desde donde inicia la construcción de un suelo estable, tiene que ver con la separación del plano horizontal del Campo de Hielo- que mantiene un continuo manto de hielo y nieve inestable- utilizando planos rocosos verticales y recurriendo al repertorio de anclajes. Luego forma y materialidad buscan ser eficientes de manera tal que permita su transporte a pie por los glaciólogos hasta llegar al nunatak de anclaje. (Fig. 30)

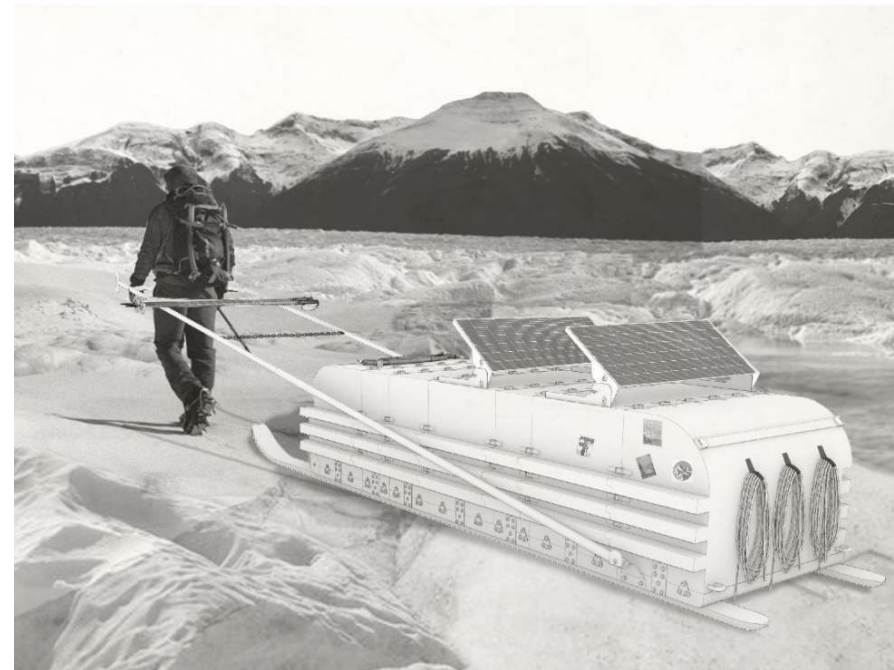


Figura 30: Desplazamiento cápsula en glaciares. Elaboración propia

La cápsula adquiere además relevancia en su multiplicación en el territorio para poder habitar con fines investigativos los glaciares del Campo de Hielo Norte, protegiéndose de grietas, avalanchas y derrumbes. Para esto se mueve en el territorio de tal forma de permitir su fácil y rápida instalación y cambio de posición, en caso de la desaparición de glaciares que ya no requieren ser estudiados. La recopilación de antecedentes e imágenes históricas demuestran la constante necesidad de sistemas de desplazamiento en el hielo, debido a la nula disponibilidad de recursos y la necesidad de objetos para insertar a un sujeto en un territorio congelado. (Fig.31 y 32)

Debido a esta necesidad de movimiento, se realiza para este objeto un levantamiento de elementos que tienen que ver con el desplazamiento del hombre sobre el hielo y la nieve. A través de las exploraciones a lo largo de la historia, del deporte y el rescate en alta montaña, se han definido técnicas, formas y materiales para desplazarse de manera segura. Estos elementos usados- tales como pieles, trineos, esquís, camillas, fijaciones, bastones, cuerdas, telas, objetos de seguridad, etc.- son recuperados hacia la arquitectura para desarrollar una unidad, sujeto + cápsula, que pueda desplazarse por las distintas pendientes y texturas del Campo de Hielo Norte. (Fig.33)



Figura 31: Frank Hurley/Scott Polar Research Institute, University of Cambridge "Sledging in fresh ice to the 'Endurance' for the ship's water during the Imperial Trans-Antarctic Expedition, 1914-17, led by Ernest Shackleton." Recuperado de Getty Images



Figura 32: Frank Hurley/Scott Polar Research Institute, University of Cambridge "Sledging in fresh ice to the 'Endurance' for the ship's water during the Imperial Trans-Antarctic Expedition, 1914-17, led by Ernest Shackleton." Recuperado de Getty Images

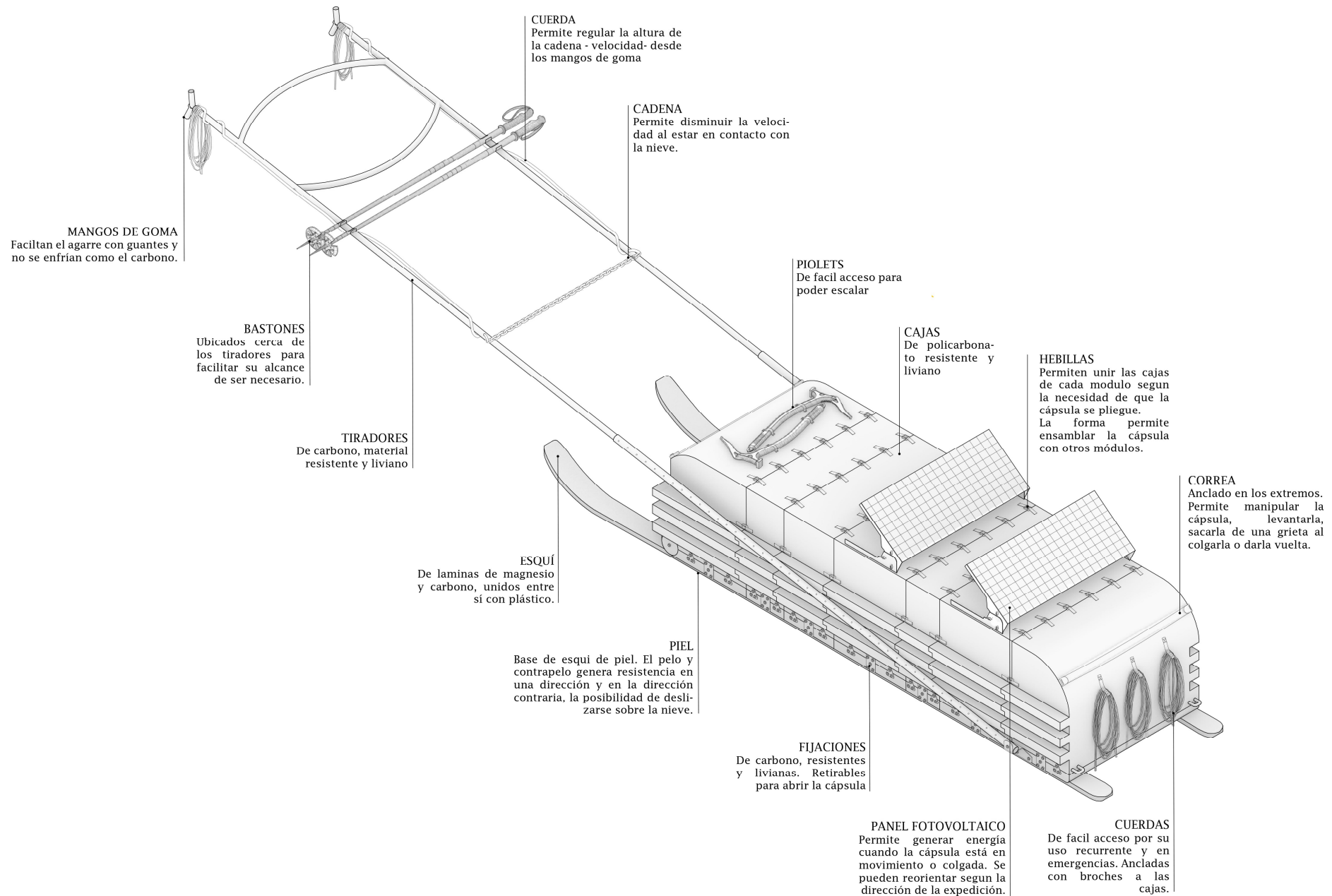


Figura 33: Materialidad cápsula. Elaboración propia

El refugio se ubica en un bosque tupido junto a lagos preglaciares de probable desborde, cercano a glaciares, junto al cauce de aguas de origen glaciar, humedales y sobre suelos de roca y abundante ceniza producto de las erupciones del Hudson. Debido a la magnitud de los eventos de remoción en masa, el refugio alcanza una escala territorial de intervención mayor, de tal forma de aprovechar la topografía del área para la protección. Luego esta se modifica de tal forma que la intervención pueda ser realizada sin maquinaria, debido al difícil acceso hacia el área preglaciar. Para esto se desarrolla un repertorio de soluciones paisajísticas contra eventos de flujos y remoción de masas- usados comúnmente para proteger ciudades y obras civiles- cuyo objetivo es retener, infiltrar, contener, almacenar y conducir flujos de detritos. A partir de esta investigación se realiza una selección de aquellas operaciones que puede ser llevadas a cabo en el bosque y gracias a recursos disponibles en el lugar. (Fig. 34)

Para llevar a cabo la forma antes descrita- que disminuye la resistencia a la fuerza del flujo de detritos, sin grandes fundaciones- se debe lograr una estructura pesada. Para esto se utiliza tierra, piedras y bolones que se encuentran en la zona y se introducen dentro de mallas. El peso de estas, que no supera los 15 kg, permite que sean transportadas desde la bahía hasta el bosque en módulos volumétricos y rollos. Luego la parte superior del objeto – que no requiere protección- se alivia al máximo a través de plástico ETFE de fácil transporte, que permite el aprovechamiento de los recursos solares para generar energía y alimento en el refugio. (Fig.35)

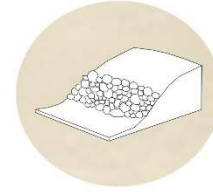
DISIPADORES DE ENERGÍA

Disipación de la energía cinética a través de rocas, troncos, etc.



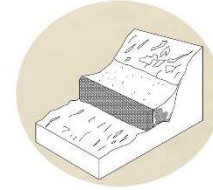
REVESTIMIENTO DE CANALES

Estabilizar la corriente para disipar la energía del flujo



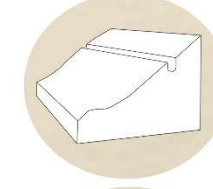
MUROS DE CONTENCIÓN

Estructuras sólidas para bloquear la fuerza de un evento



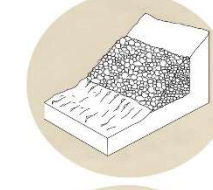
ZANJAS DE INFILTRACIÓN Y DESAGUES

Para conducir y drenar los flujos, disminuir la fuerza del evento



CONTRAFUERTE DE ROCA

Para aumentar la estabilidad de una pendiente, aumentando el peso al pie de esta.



ATERRAZAMIENTO

Ralentiza el flujo de escombros, al generar paradas reduce la velocidad.

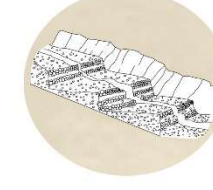


Figura 34: Repertorio estrategias contra remociones en masa. Elaboración propia

MADERA

Madera aserrada en el lugar con molinillo portátil

PLÁSTICO ETFE

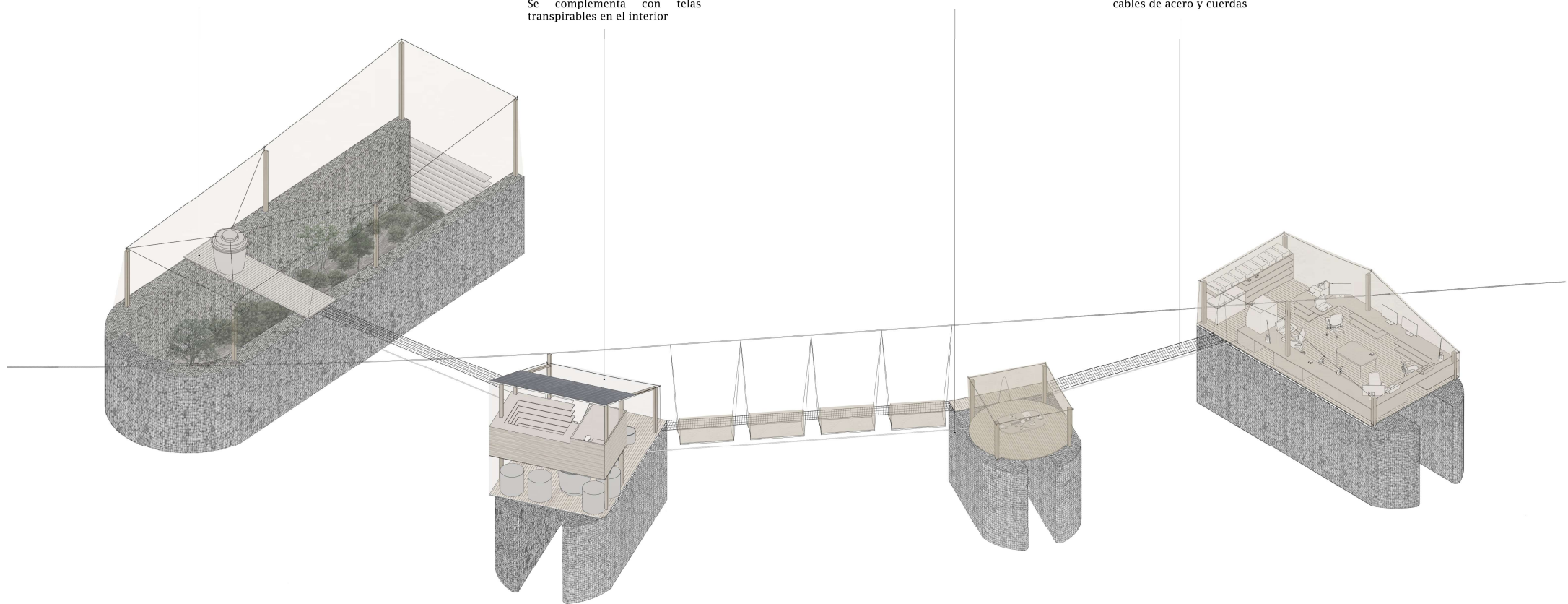
De distintos porcentajes de transparencia según uso. Se complementa con telas transpirables en el interior

GAVIONES

Tierra y piedras compactadas en mallas de diferentes grosores

MALLAS

Mallas tensadas entre volúmenes, compuestas de cables de acero y cuerdas



INVERNADERO

Deshidratación de alimentos
Captación de aguas lluvias a través del plástico
Producción de alimentos con geotermia (hortalizas, tomates, habas, papas, etc)
Riego con agua captada de la lluvia

TECNOLOGÍAS SOLARES Y AGUA

Limpieza de agua con energía solar en bandejas y luz ultravioleta
Transformación de desechos en compost abono para el invernadero.
Almacenamiento de agua
Paneles fotovoltaicos
Ducha y baño optimizados

ESTAR COMÚN

Calefacción y cocina a gas y eléctrica

LABORATORIO

Monitores y computadores
Wifi
Instrumentos
Refrigeración de muestras por tiempo limitado
Analizador láser de Isótopos
Espectrómetro de masas

Figura 35: Materialidad refugio. Elaboración propia

Para generar un resguardo total frente a la incertidumbre, el búnker busca llegar al mayor grado de protección posible en todo su perímetro, pero en concordancia con las posibilidades constructivas en el Valle Exploradores. Para esto se inserta en la profundidad de una falla -o grieta- ubicada en la desembocadura del río Exploradores en el fiordo y junto al río Sur- que conecta con el refugio y luego la capsula-, manteniendo una posición estratégica dentro del sistema para la llegada de recursos. Consiste en una operación similar al enterrarse, pero aprovechando de forma eficiente la falla existente. Introducirse en una grieta permite resguardar inmediatamente al menos cuatro lados del espacio habitado. (Fig.36)

Una grieta constituye una falla geológica que producto de la erosión adquiere una forma, pero que no está exenta de cambios y movimiento o caída de material. Está formada de Batolito Norpatagónico, presenta una longitud de casi 650 m y ancho variable desde los 2,5m. Para poder habitarla se deben asegurar los farellones y la cornisa, de tal forma de poder introducir el suelo estable dentro de un ambiente controlado. Para esto se desarrolla un repertorio de soluciones de contención y estabilización, que consiste principalmente en mallas, pernos, anclajes, tensores, barreras dinámicas, etc. Luego de la estabilización de los muros y cornisa, se propone la creación de un suelo anclado a los muros que permita a los glaciólogos habitar este espacio cavernoso. (Fig.37)

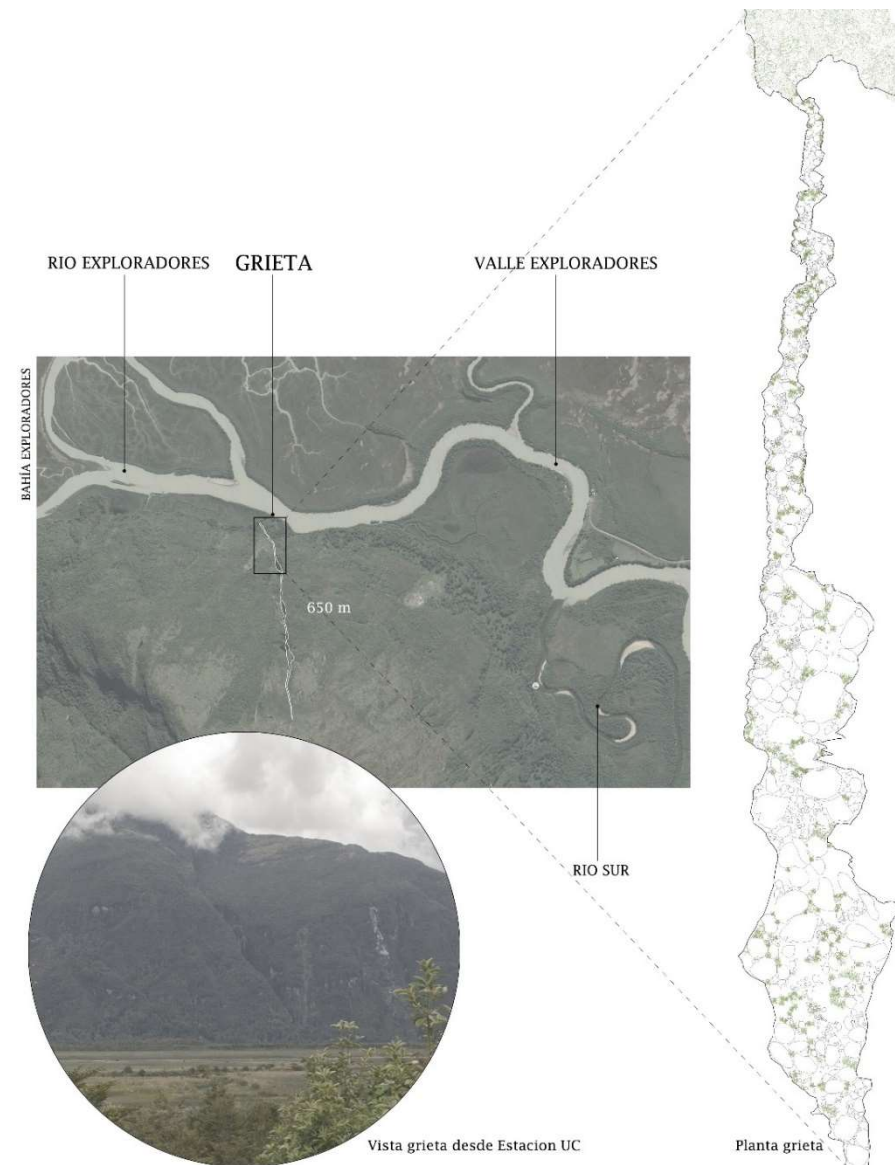


Figura 36: Grieta en Bahía Exploradores. Elaboración propia a partir de imágenes recuperadas de Google Earth y Germán Guzmán

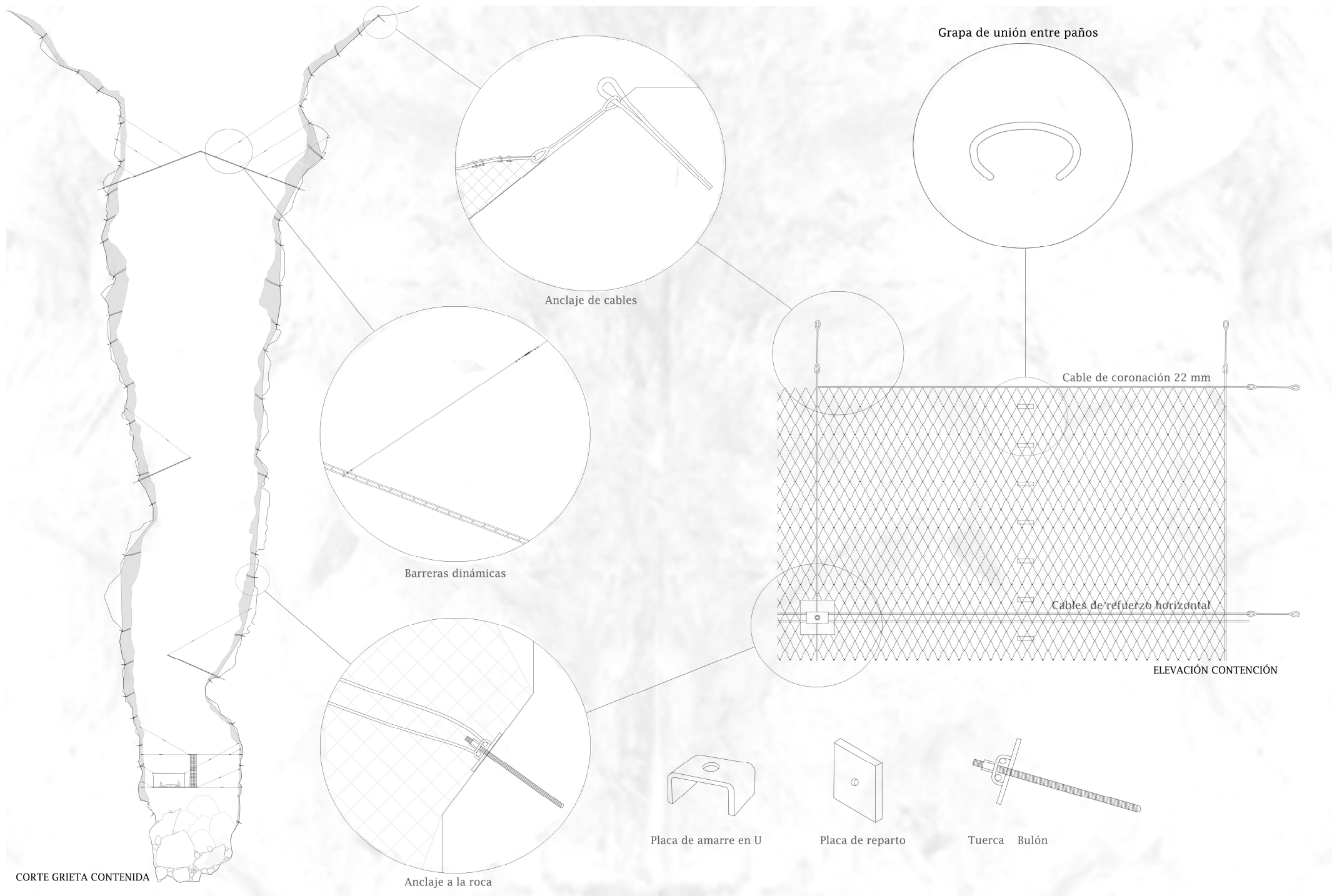


Figura 37: Contención grieta en Bahía Exploradores. Elaboración propia

REDUNDANCIA

El exceso de capacidad, que proporciona opciones frente a la incertidumbre, es conocido como redundancia. Cuanto mayor sea la incertidumbre, mayor será el potencial de fracaso de los sistemas, por lo que la incertidumbre es la razón de existencia de las redundancias.⁵¹

El argumento a favor de la redundancia se basa en que un sistema puede ser más fiable que sus componentes individuales al añadir redundancia. De esta forma, se crean sistemas tolerantes a los fallos porque pueden seguir funcionando, aunque fallen algunos de sus componentes.⁵²

La redundancia suele asumir uno de estos dos papeles en las organizaciones: en espera o activa. La activa se refiere a cuando dos componentes desempeñan simultáneamente la misma función. De esta forma, si uno de los componentes falla, la capacidad global del sistema puede solo reducirse si las unidades restantes no pueden compensar el componente que ha fallado. Con la redundancia en espera, las unidades restantes tienen capacidad de reserva, y así, pueden ser capaces de compensar parcialmente la unidad que ha fallado.⁵³

La dificultad asociada a la redundancia tiene que ver con el nivel que sea suficiente para garantizar un resultado fiable. Los sistemas sin redundancia son muy vulnerables al fallo completo del sistema, principalmente en sistemas inestables y cambiantes como en el escenario de Exploradores. Sin embargo, en el otro extremo, un sistema completamente redundante es ineficiente y caótico.

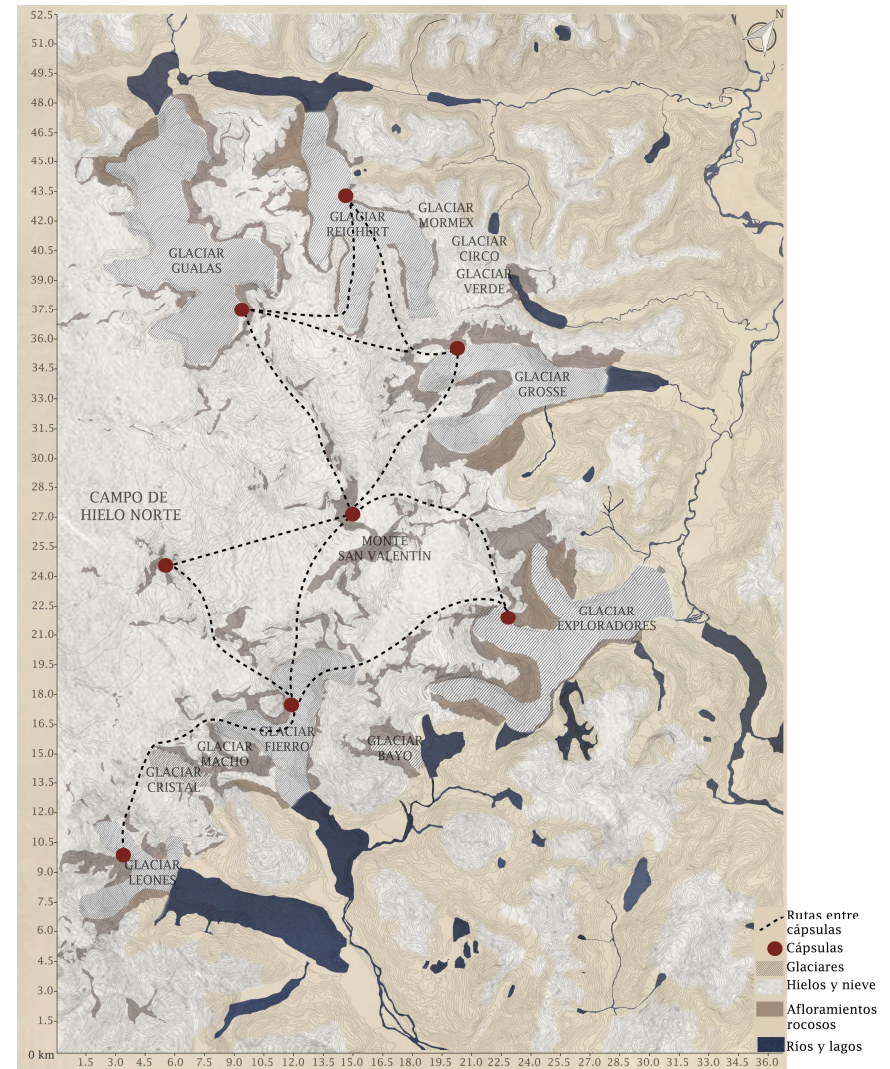


Figura 38: Ubicación cápsulas en el Campo de Hielo Norte. Elaboración propia

⁵¹ Streeter, Calvin. "Redundancy in Organizational Systems" Social Service Review, Vol. 66, No. 1: pp 97-111

⁵² Idem

⁵³ Idem

Cada objeto pone en juego la redundancia a través de estrategias muy distintas. La cápsula lleva a cabo una operación de redundancia que puede ser comprendida como en espera y activa. Al tratarse de una reducción al mínimo de la existencia, la operación redundante consiste en la multiplicación de la cápsula en el territorio. Esto ocurre, por un lado, debido a la necesidad de habitar la inmensidad del Campo de Hielo, y por otro, a la posibilidad de evacuar a otra unidad en caso de fallo. Para poder desplazarse en este manto de hielo riesgoso, los glaciólogos deben establecer rutas, por lo que la ubicación de la cápsula responde a no generar distancias inabarcables durante una expedición. Sin embargo, son únicamente representativas de la intención de multiplicarse en el área glaciaria y no están al margen de sufrir cambios debido a la pérdida de interés por algún área de estudio, la desaparición de glaciares, la necesidad de generar aún más posiciones, etc. (Fig.38)

La protección de eventos de remoción en masa -debido a la incapacidad de ser dimensionados- condicionan al refugio a diversificar las operaciones, de tal forma de reducir al máximo posible la incertidumbre. Se distribuyen en el territorio una serie de operaciones redundantes activas, para que puedan contribuir a reducir la intensidad del fenómeno y reemplazar aquellas protecciones que han perdido su utilidad durante un evento. La distribución de estas operaciones responde a la topografía y a una estrategia de priorizarlas según su eficiencia. Se busca primero retener en terrenos bajos y conducir el flujo hacia el cauce natural de aguas, luego infiltrar a través de zanjas para poder disminuir el volumen desplazado, luego disipar para disminuir la velocidad del flujo y finalmente contener en la proximidad del objeto habitado. Como estas operaciones responden a la eficiencia- en el sentido de la utilización de recursos locales- se utilizan mallas de fácil transporte, bolones y troncos, zanjas de profundidad máxima de 2 metros y la topografía del área. (Fig.39)

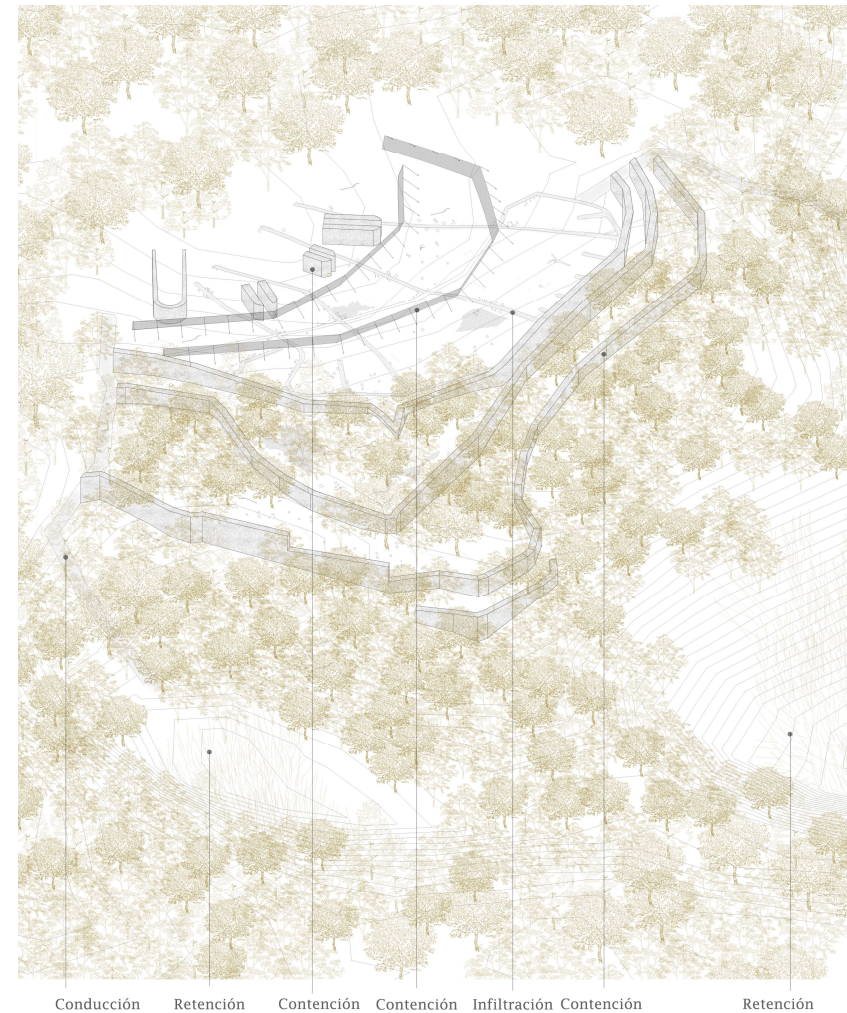


Figura 39: Axonométrica estrategias territoriales redundantes del refugio. Elaboración propia

El bunker, como grado de protección total, respalda a los otros dos objetos en relación a la posibilidad de pérdida, almacenando todos aquellos elementos que no pueden fallar, ya que permiten a los glaciólogos sobrevivir en este territorio. A partir de esto, se testea la aplicación redundante de las estrategias de anclaje, de tal forma de disminuir la probabilidad de fallo de los tensores que estructuran el bunker frente a cualquier evento. (Fig. 40)

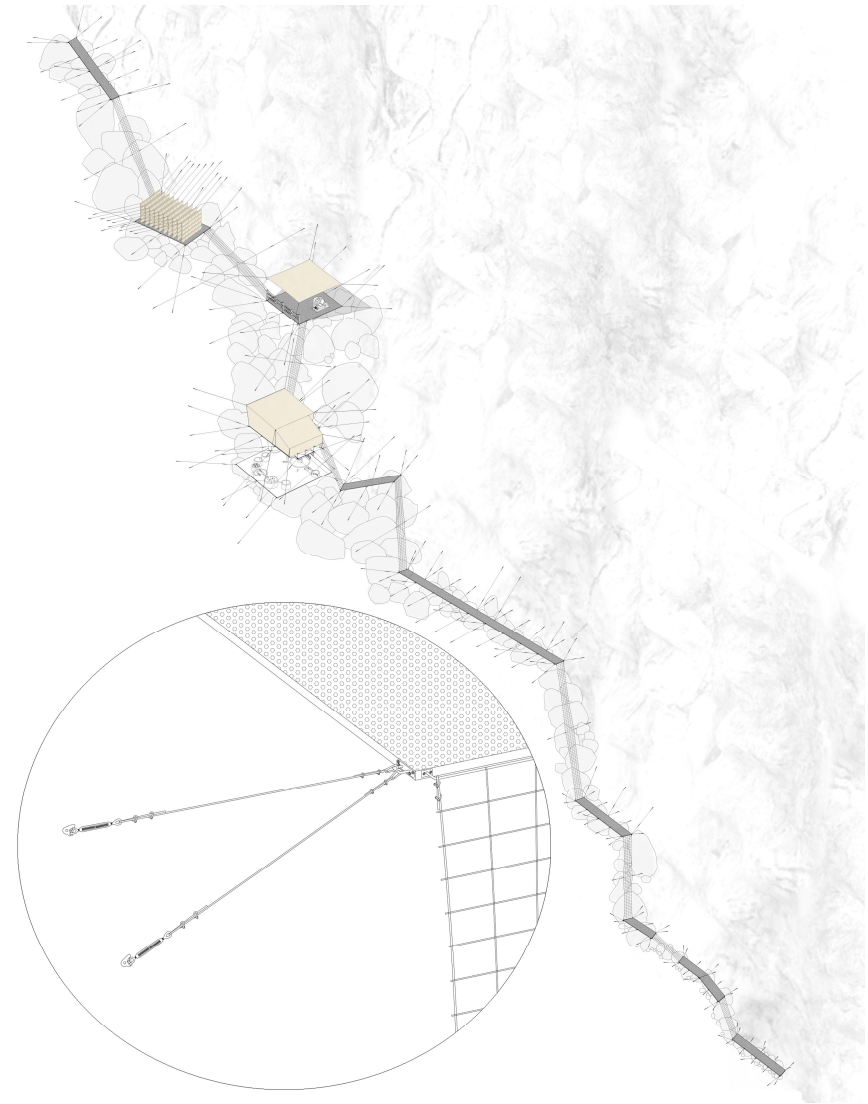


Figura 40: Axonométrica búnker anclado en el interior de la grieta. Elaboración propia

TOLERANCIA

La comprensión de la posibilidad de pérdida, como factor determinante del riesgo, introduce como concepto principal la tolerancia al fallo. Se entiende por fallo todo cambio del comportamiento de alguno de los componentes de un sistema o ensamble tecnológico, de tal forma que ya no puede cumplir con la función para la que ha sido diseñado. Los sistemas tolerantes al fallo son aquellos que pueden operar de forma aceptable luego de la aparición de un fallo, es decir, se trata de la capacidad de un sistema de cumplir con determinados objetivos admitiendo algún fallo.⁵⁴

Si bien en primera instancia los objetos buscan cumplir con su objetivo sin que se generen fallos- a través de la eficiencia y redundancia-, la comprensión de la posibilidad de pérdida como una alternativa probable ante la incertidumbre de los fenómenos enfrentados, orientan el diseño hacia una tolerancia al fallo según lo que se busca proteger en última instancia.

La tolerancia al fallo se presenta como un sistema entre los tres dispositivos de defensa, de tal forma de asegurar en última instancia la supervivencia del sujeto en Exploradores. Este sistema se sustenta en el monitoreo, evacuación de los sujetos y en la constante transferencia de recursos y tecnologías, generando una interdependencia entre los tres objetos. (Fig.41). Luego cada objeto propone un ensamble tecnológico autosuficiente que permite la supervivencia del sujeto en la Cuenca. (Fig.42) Mientras que la redundancia se relaciona con operaciones anteriores a la falla completa de algún dispositivo o sistema, la tolerancia se relaciona principalmente con situaciones extremas de pérdida.

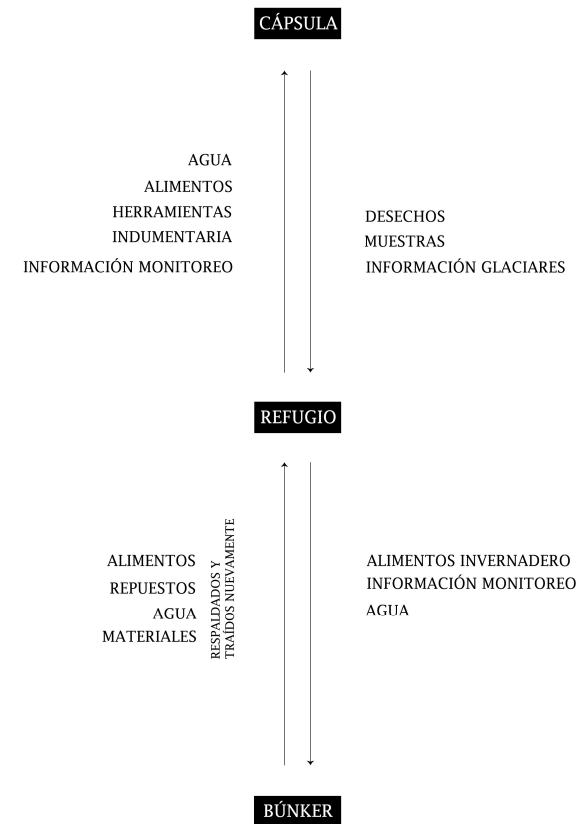


Figura 41: Esquema flujo de recursos entre los tres objetos. Elaboración propia

⁵⁴ Puig, Vicenc; Quevedo, Joseba; Escobet, Teresa; Morcego, Bernardo (2010). "Control Tolerante a Fallos (Parte I): Fundamentos y Diagnóstico de Fallos". Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial (RIAI)

BÚNKER

	CONSUMO/día	RENDIMIENTO/día
AGUA		
Lavado manos	5,76 lt	x
Ducha	5,6 lt	x
Lavado losa	1,68 lt	x
Baño	8 lt	x
Consumo	8 lt	x
	29,04 lt	
Almacenamiento	x	200 lt
ENERGÍA ELECTRICA		
Iluminación	0,1 kW	x
2 Bomba de agua	0,2 kW	x
Telefono satelital	0,06kW por carga	24 hrs
	0,36 kW	
2 Freelectric	2 horas	0.44 kW
GAS		
Cocina gas	0,10 m3/h	2 hr
Estufa	0,26 m3/h	5 hr
	1,5 m3	
Biodigestor	2,16 kg	1,512 m3

REFUGIO

	CONSUMO /día	RENDIMIENTO/día
AGUA		
Consumo	8 lt	x
Lavadora	40 lt	x
Lavado manos	5,76 lt	x
Ducha	5,6 lt	x
Lavado losa	1,68 lt	x
Invernadero	300 lt	x
Baño	8 lt	x
	369 lt	
Captación aguas lluvias	x	1050 lt
ENERGIA		
Cocina electrica	2 kW	x
2 Bomba de agua	1 kW	x
Iluminación (7w)	0,7 kW	x
Estufa electrica	4,8 kW	x
Lavadora	0,182 kW	
Monitores	2,1 kW	x
Computadores	0,8 kW	x
Radios Handy	0,015kW por carga	12 a 24 hrs
Telefono satelital	0,06kW por carga	24 hrs
Congelador muestras	3,6 kW	x
Analizador Laser de Isótopos	0,55 kW	x
Espectrómetro de Masas	0,11 kW	x
Wifi satelital	1,2 kW	x
	17,11 kW max	
Paneles fotovoltaicos	x	18,2 kW

CÁPSULA

	CONSUMO /día	RENDIMIENTO/día
AGUA		
Lavado manos y cuerpo	18 lt	x
Consumo	6 lt	x
	24 lt	
Almacenamiento nieve/agua	x	max 233 lt
ENERGÍA		
Cocina electrica	2 kW	x
Dron	0,13 kW por carga	30 min
Taladros	0,162 kW por carga	5 horas
Camara fotograficas	0,015 kW por carga	3 horas
Radar penetración	0,1 kW por carga	3,5 horas
Estación total	0,072 kW por carga	36 horas
3 Radio Handy	0,045kW por carga	12 a 24 hrs
Linternas	0,008 kW por carga	8 horas
	2,532 kW max	
Panel fotovoltaico	x	10,8 kW en movimiento
		7,62 kW colgada

Figura 42: Consumo agua y energía por objeto según necesidad del sujeto y tecnologías. Elaboración propia

En este sistema, se produce un criterio de selección de elementos que no pueden fallar, de tal forma de permitir en última instancia la supervivencia. El refugio permite la captación de agua y producción de alimentos, los cuales se almacenan a largo plazo en el búnker. Este a la vez abastece de todo lo producido en el sistema, respaldado o traído desde fuera de la Bahía. Esto permite que, si frente a un fenómeno de remoción en masa el refugio colapsa, los elementos que permiten la supervivencia se encuentren asegurados en el búnker. Para esto se establece una lista de elementos que son necesarios para poder sobrevivir y mantener el sistema que permite a los glaciólogos habitar la cuenca Exploradores, tales como alimento, agua y vestimenta para resistir a las bajas temperaturas.

Para que esto último adquiriera sentido, se asegura en cada uno de los objetos la vida de los sujetos en última instancia. De esta manera, la contemplación del fallo permite incluir como podrían colapsar las estructuras y en qué circunstancias, para luego comprender la relación del cuerpo con la estructura y la amenaza.

Gracias al repertorio de anclajes y la investigación del potencial de los planos verticales de la Cuenca Exploradores, el refugio construye una línea de vida anclada a los cerros cercanos, la cual permite a los glaciólogos dormir en carpas colgadas independientes de la estructura que se expone a un riesgo. Se trata de un cable de acero anclado a los cerros cercanos, cuya resistencia y movimiento no permite anclar una estructura completa, pero sí una línea de acero y a cuatro sujetos. Luego, el plástico liviano permite que la estructura colapse sin añadir otros daños a los objetos del interior. (Fig.43)

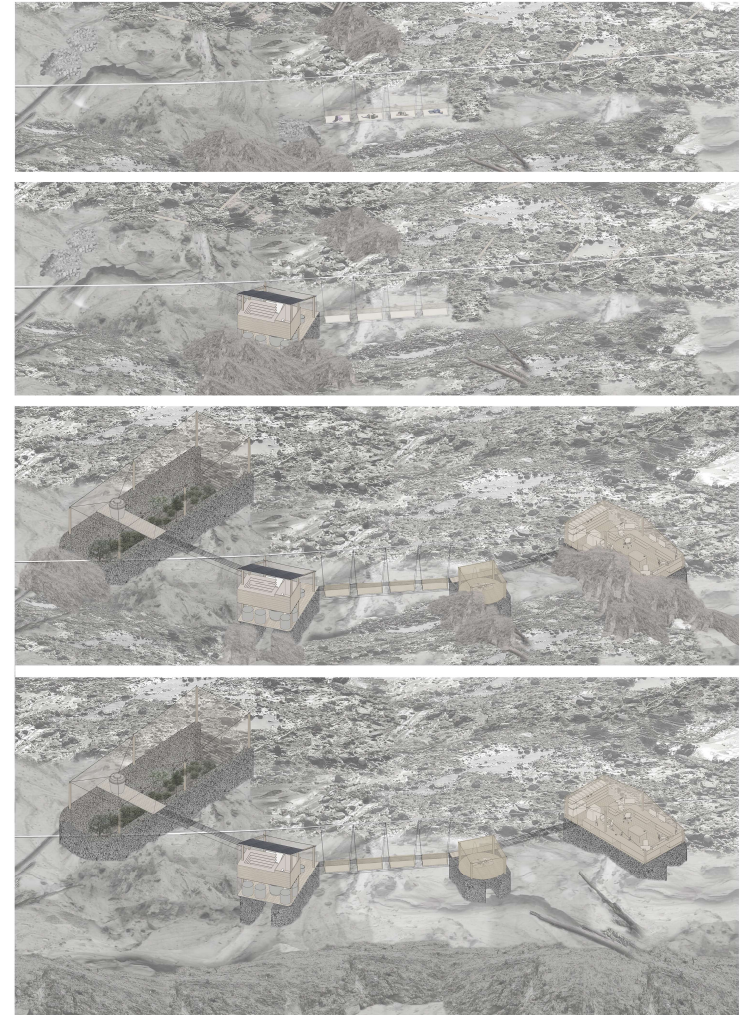


Figura 43: Secuencia situaciones refugio frente a flujo de detritos. Elaboración propia

La cápsula también permite una independencia del cuerpo con la estructura durante el desplazamiento por el suelo inestable. Al tratarse de una estructura móvil que permite habitar el Campo de Hielo Norte, existe el riesgo de caída en grietas por lo que la relación del glaciólogo con el objeto y con el resto de los glaciólogos conforma una coreografía. (Fig.44)

De esta manera, en la construcción de objetos para regular la incertidumbre, la posibilidad de pérdida es considerada transversalmente a través de la tensión generada entre tolerancia, redundancia y eficiencia. Estos conceptos se manifiestan formalmente en el proyecto a través de soluciones de origen y consecuencias muy variadas.

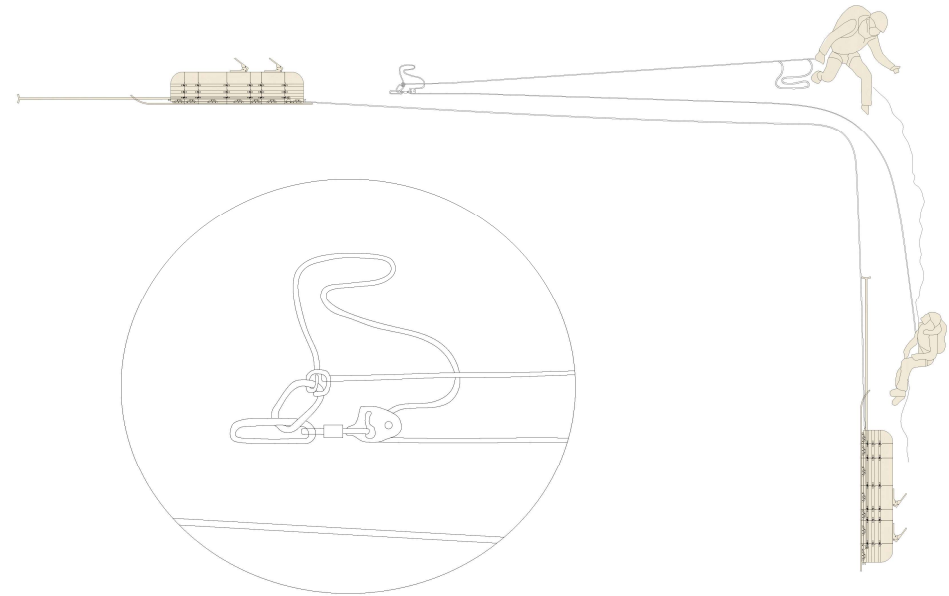


Figura 44: Caída en grieta sujeto y cápsula- independencia anclajes y rescate. Elaboración propia

V. SUJETO

SUJETO MANIFESTANTE

Las relaciones de definición que presupone la potencialidad del riesgo- en cuanto a la percepción, evaluación, aceptación y acción frente a las amenazas a considerar riesgosas- introduce sujetos capaces de monitorear y determinar las amenazas, para luego poder definir estas relaciones en la gestión del riesgo.

Los sujetos del proyecto cumplirán un rol revolucionario y de manifestación en el contexto del cambio climático, siendo capaces de monitorear y gestionar las amenazas asociadas al riesgo. Se trata de científicos que jugarán un papel político fuera de Exploradores, al aislarse en el lugar como forma de manifestación para poder registrar, estudiar, dar importancia y principalmente sobrevivir a las agudas consecuencias del cambio climático en la Cuenca Exploradores. De esta forma, el concepto de riesgo se utiliza para llevar a cabo una manifestación que permita generar una conciencia de riesgo en la sociedad, advirtiéndola a través del conocimiento objetivo.

En este contexto, adquiere particular relevancia la distinción entre riesgo y peligro. El riesgo no es la catástrofe, sino el peligro potencial. El peligro de que un meteorito golpee la tierra con consecuencias catastróficas es un ejemplo, cuya probabilidad se subestima sólo porque no hay nada que se pueda hacer al respecto. Este ejemplo nos muestra que la sociedad moderna considera el peligro, y lo toma en serio, sólo como un riesgo.⁵⁵

Se trata de una acción geopolítica, entendida no solo como el establecimiento de soberanía en un determinado territorio, sino como disciplina de estudios y un modo de observar, entender y actuar en un marco internacional. La geopolítica no se trata solo de ocupación, sino que historiadores, militares y otros profesionales

⁵⁵ Luhmann, Niklas. 1993 "Risk: A sociological theory" Society, Vol.39, No. 2

han desempeñado un papel importante en la conformación e influencia de esta como corriente intelectual a lo largo de la historia.⁵⁶

Expertos en cambio climático señalan que el cambio que necesitamos que ocurra en la sociedad para combatirlo debe ocurrir también en un nivel político. Sin embargo, existe una vacilación internacional para reconocer y enfrentar con políticas significativas la problemática que presenta el cambio climático.⁵⁷ La subpolítica representa medios alternativos para influir en ámbitos políticos, alejando los espacios de discusión e influencia desde las instituciones del Estado hacia los nuevos movimientos sociales y representa el mecanismo gracias al cual la sociedad se estructura en torno a los riesgos. Los movimientos adquieren poder y legitimidad gracias a la calidad y alcance de los riesgos, que en este caso serán riesgos visibles y medibles, generados por el cambio climático.⁵⁸

La sociedad actual, según Ulrich Beck, ha logrado consolidar algunas tareas sustraídas desde el Estado. Espera que- de la subpolítica, como bien común- provengan los cambios cuando la sociedad civil tome en sus manos temas sobre la sociedad misma, modificando las reglas del juego político y creando nuevas formas de los espacios tomados.⁵⁹

En este sentido, la noción de ascetismo como forma de vida se inserta en el proyecto como una forma de cuestionar radicalmente ciertas condiciones sociales y políticas. Ofrece la posibilidad de diseñar una forma de vida que desafíe los modos de gobernanza establecidos. Nietzsche plantea una crítica fundamental del ascetismo, intentando demostrar que este rechazo del mundo no es solo una retirada- como sostenían los ermitaños y los primeros

monjes- sino una sutil manifestación de la voluntad de poder del hombre. Al hacerlo, se vuelve a descubrir el significado original del ascetismo como control de uno mismo y, por ende, una condición previa necesaria para el poder político sobre los demás.⁶⁰ El ascetismo va a permitir además a los científicos vivir en un contexto de exploración de la montaña, es decir, serán ascetas no solo por voluntad, sino por necesidad de curar lo imprescindible que se debe transportar y salvar frente a un riesgo en cada uno de los dispositivos de defensa.

El monitoreo y preparación frente al riesgo de las condiciones de Bahía Exploradores- en una escala temporal indefinida y de permanencia en el lugar- determinará un universo de objetos científicos que se insertarán y complejizarán la noción de existencia mínima y ascetismo del proyecto. Los científicos deben ser capaces no solo de monitorear todas las amenazas y riesgos que desencadena el escenario para sobrevivir, sino también desarrollar la investigación sobre las consecuencias del cambio climático. Se trata de glaciólogos, científicos que deberán monitorear todas las amenazas asociadas a los glaciares y a las características geográficas del lugar en relación con el cambio climático.

⁵⁶ Sand, Jordan. 2012. "Living with Uncertainty after March 11, 2011". *The Journal of Asian Studies*, Vol. 71, No. 2: 313-318

⁵⁷ Idem

⁵⁸ Marshall, Brent. 1999. "Globalisation, Environmental Degradation and Ulrich Beck's Risk Society". *Environmental Values*, vol. 8, no. 2: 253-275. White Horse Press

⁵⁹ Hernandez, E (2001) Ulrich Beck: La invención de lo político. Para una teoría de la modernización reflexiva. F.C.E., Buenos Aires, 1998. Foro Interno, 1, 138 - 140. En: <https://revistas.ucm.es/index.php/FOIN/article/view/FOIN0101110138A>

⁶⁰ Marshall, Brent. 1999. "Globalisation, Environmental Degradation and Ulrich Beck's Risk Society". *Environmental Values*, vol. 8, no. 2: 253-275. White Horse Press

GLACIÓLOGOS

La glaciología es una rama de la geología que se define como el estudio de todas las formas con que el hielo se presenta en la naturaleza — nieves, glaciares, hielo en el mar, en lagos y ríos, en suelos helados, en la atmósfera — y de la acción o influencia del hielo en los elementos que lo rodean. el suelo, las rocas, el agua, el aire. La glaciología se ocupa, entre otros, del estudio de los procesos internos, las propiedades físicas y la estructura del hielo; la interacción entre el hielo, la atmósfera y la hidrósfera (glaciología hidrometeorológica) y la interacción del hielo con la corteza terrestre (glaciología geológicogeomorfológica)⁶¹.

Las variaciones de los glaciares son muy buenos indicadores del cambio climático. Al ser nieve que se va acumulando por miles de años son verdaderos testigos de la evolución del clima, es decir, son referentes tanto paleoclimáticos como del cambio climático actual.⁶² De esta forma, la glaciología permite, no solo obtener información del estado actual de un glaciar, sino también de los testigos presentes en el hielo abarcando una amplia historia del glaciar en relación al clima.

Para la construcción de información sólida respecto a los glaciares se requiere de una caracterización y vinculación que no se puede abordar con datos representativos de pocos años. Se requieren series largas, continuas y con validación frecuente. Esto implica el chequeo de datos, ajustes de programas y cambio de sensores, por lo que estar en contacto con los glaciares es esencial para el desarrollo de una investigación.⁶³ A partir de esto adquiere relevancia el problema de habitar los glaciares con fines investigativos.



Figura 45: Caminando sobre hielo milenario. Maria Jose Pedraza. Recuperado de Ladera Sur



Figura 47: Louis Llibouty con su teodolito en la expedición al Fitz Roy. Marc Turrel. Recuperado de “El hombre que descifró los glaciares”



Figura 46: Caminando sobre hielo milenario. Maria Jose Pedraza. Recuperado de Ladera Sur

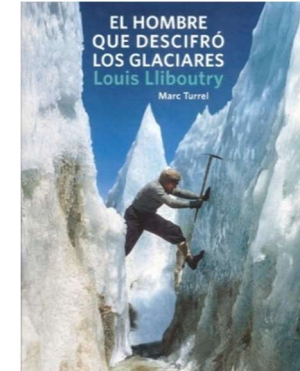


Figura 48: Portada “El hombre que descifró los glaciares”. Marc Turrel

⁶¹Marangunic, C. Marangunic, P. González, M. (2008) “Manual de Glaciología” Geoestudios Ltda. SIT n°167, vol.2

⁶²Gari, J. Fernandez, D. Ortone, S. Pilato, G. Macote, E. “Curso básico de Glaciología y conocimiento del parque nacional de los Glaciares, Provincia de Santa Cruz” Sustainability, Agri, Food and Environmental Research: 141-154

⁶³Marangunic, C. Marangunic, P. González, M. (2008) “Manual de Glaciología” Geoestudios Ltda. SIT n°167, vol.2

La glaciología se constituyó como rama de estudio en Chile recién en 1951 gracias a Luis Lliboutry – sin embargo, se han estudiado desde la primera mitad del siglo XIX, gracias a Charles Darwin y su estudio sobre los penitentes en la nieve del Paso Piuquenes - adquiriendo relevancia el registro de información concreta de los glaciares. En la actualidad son varias las instituciones públicas y privadas que realizan estudios de glaciología en Chile, entre las cuales se destacan Geoestudios, la Unidad de Glaciología y Nieves, el Laboratorio de Glaciología del Centro de Estudios Científicos (CECs) en Valdivia, el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) en La Serena y diversas unidades de investigación constituidas en universidades como la Universidad de Chile; Pontificia Universidad Católica; Universidad de Magallanes; Universidad Austral y Universidad de Atacama. Sin embargo, aún existen desafíos que la glaciología requiere atender en Chile.⁶⁴

Las herramientas actuales que permiten estudiar el territorio glaciar nacional consisten en estaciones meteorológicas automáticas fijas y móviles, estaciones fluviométricas y algunas infraestructuras habitables por glaciólogos para el monitoreo. Estas últimas son instaladas de forma permanente en nunataks relativamente planos gracias a helicópteros. En el campo de Hielo Norte existe únicamente un refugio de glaciología cercano al glaciar San Rafael, cuyo objetivo es realizar mediciones durante campañas. Luego en Bahía Exploradores existe la Base Patagonia UC desde donde se estudian los ecosistemas del área preglaciar. Fuera de estas infraestructuras, las exploraciones a glaciares de las instituciones en todo el país contemplan campamentos en carpa y transporte de equipamiento en mochilas o helicópteros. (Fig.49 y 50)

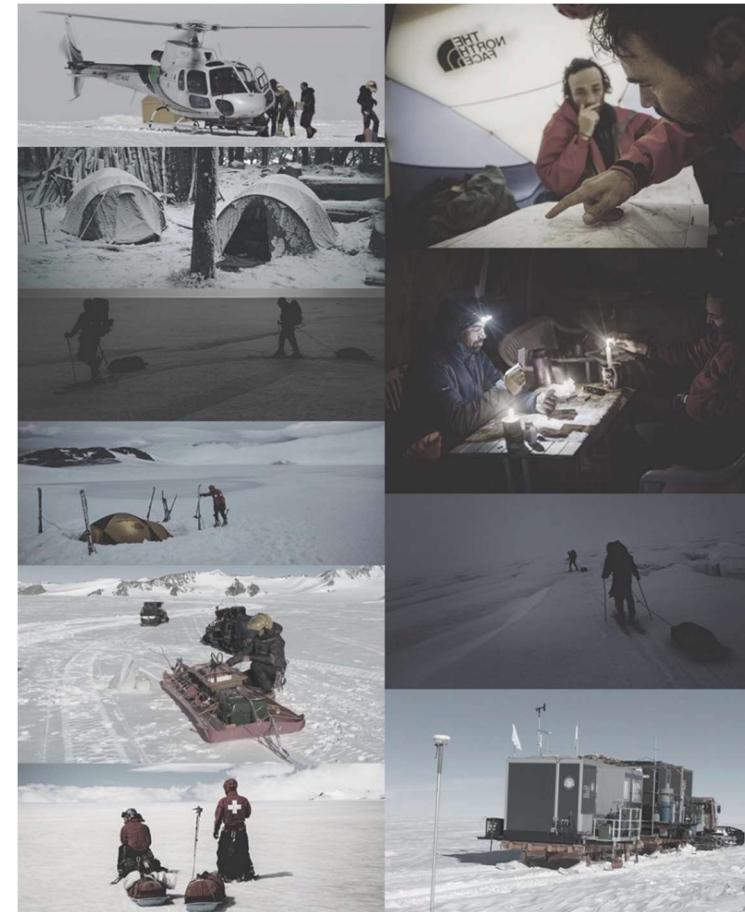


Figura 49: Expediciones glaciólogos. Imágenes recuperadas de Glaciología Chile y Ladera Sur (Fotografías de Carlos Hevia)

⁶⁴ Ugalde, Felipe. Marangunic, Cedomir (2019). “Glaciología en Chile: historias y desafíos pendientes”. Sociedad Geológica de Chile. Décimo Simposio de Historia de la Geología.

Este proyecto propone una forma autosostenible de habitar la montaña en relación a los riesgos producto del cambio climático, desafiando los modos establecidos al diseñar un sistema de monitoreo y producción de información como una forma de manifestación.

Existen tres métodos comunes para estudiar los glaciares- glaciológico, geodésico e hidrológico- que definen el universo de herramientas y tecnologías que considera el proyecto. Mientras que la cápsula debe transportar una gran cantidad de herramientas, el refugio alberga equipamiento para analizar las muestras y digitalizar la información de levantamiento a través de computadores y softwares. Todos estos instrumentos adquieren relevancia en los requerimientos energéticos del proyecto, en la instalación en cada uno de los dispositivos de defensa y en la posibilidad de generar toda la información desde Exploradores. (Fig.51) (Requerimientos energéticos herramientas en Fig.42)

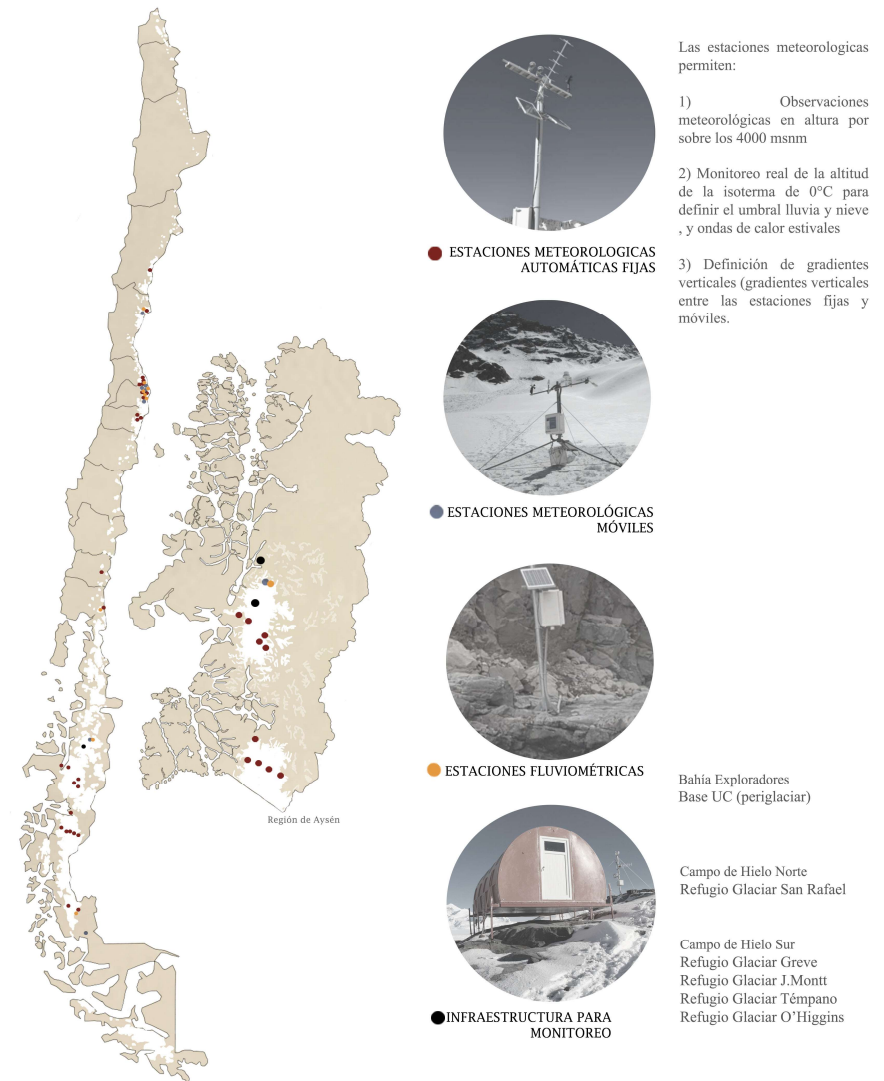
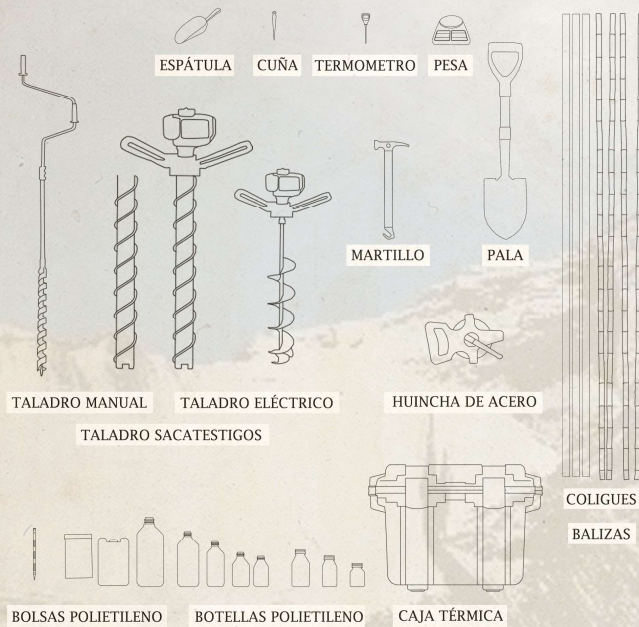


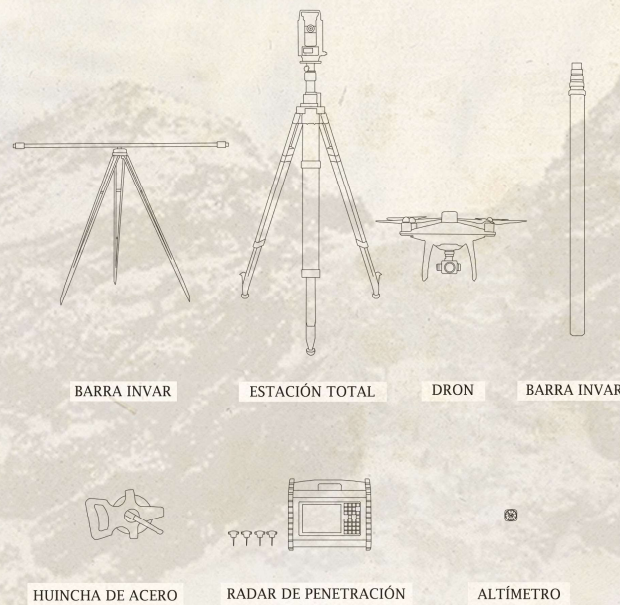
Figura 50: Infraestructura de monitoreo de glaciares en Chile. Elaboración propia

MÉTODO GLACIOLÓGICO



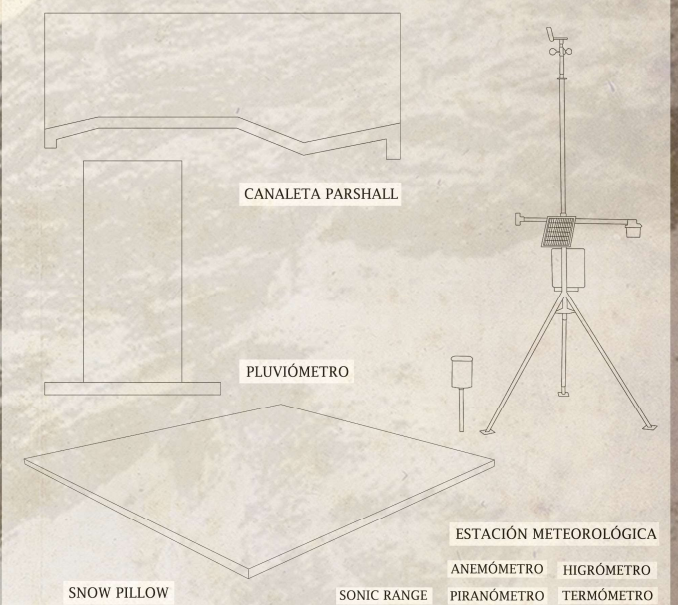
Se lleva a cabo con mediciones in situ, para lo cual se mide en varios puntos de un glaciar la diferencia de elevación de la superficie de nieve o hielo, registrada en balizas o estacas que son visitadas sucesivamente. También se registra la densidad del manto superficial en cada baliza a través de una calicata, también llamado pozo estratigráfico, o bien extrayendo un testigo de nieve.

MÉTODO GEODÉSICO



Se determina a partir de la medición de los cambios volumétricos que experimenta un glaciar obtenido a partir de la diferencia de elevación y densidad en momentos determinados. Este método puede ser aplicado mediante el uso de mapas topográficos, Modelos Digitales de Elevación, entre otros, obtenidos para múltiples fechas.

MÉTODO HIDROLÓGICO



Este método integra la información registrada del balance de masa glaciológico de un glaciar, datos de escorrentía (aforos automáticos y manuales) obtenidos en el río de origen glaciar y observaciones y registros meteorológicos (balance energético), donde se incluye la cuantificación de la ablación (evaporación, derretimiento y sublimación).

Figura 51: Herramientas de monitoreo glaciólogos. Elaboración propia.

CAPACIDADES DE UN GLACIÓLOGO

Detrás del espíritu científico y metódico de la investigación de glaciares, existen personas que han dedicado sus carreras a la montaña, transformándose en amantes de la adrenalina, los deportes extremos y la naturaleza. Las expediciones a glaciares actualmente consisten en largos días de aproximación a pie con equipos especializados en la mochila. Se requiere de un gran estado físico y entrenamiento para soportar 20 días en la montaña, sobrevivir a los riesgos asociados a los glaciares y poder desplazarse a través de ellos gracias a extensas caminatas en suelo congelado inestable y escalada en hielo. Se vuelve lo más importante la coordinación con el equipo al formar cordadas y al escalar grandes muros de hielo.

Los glaciólogos son científicos cuyo trabajo se sustenta en la exposición y gestión del riesgo, ya que, de lo contrario, no pueden desarrollar su profesión. Para caminar sobre hielo se requieren tres elementos clave: estado físico, equipamiento técnico y conocimiento para realizar la excursión- ya que además de los conocimientos sobre glaciología, deben estar preparados en cuanto a identificación y gestión de riesgos, primeros auxilios y rescate en grietas.

Un glaciar, al tratarse de una masa viva, presenta elasticidad que se va adaptando a la forma del valle. Cuando encuentra una parte convexa puede romperse, formando grietas de varios metros de profundidad. Si la zona es muy convexa, las grietas dan lugar a bloques de hielo que pueden desplazarse y romperse formando *seracs*- bloques de múltiples e importantes grietas. Luego, existen grietas que separan la masa de hielo y nieve de las paredes rocosas laterales del valle se llaman rimayas. Están pueden estar cubiertas de nieve, por lo que los riesgos son similares a las grietas.⁶⁵ (Fig. 52)

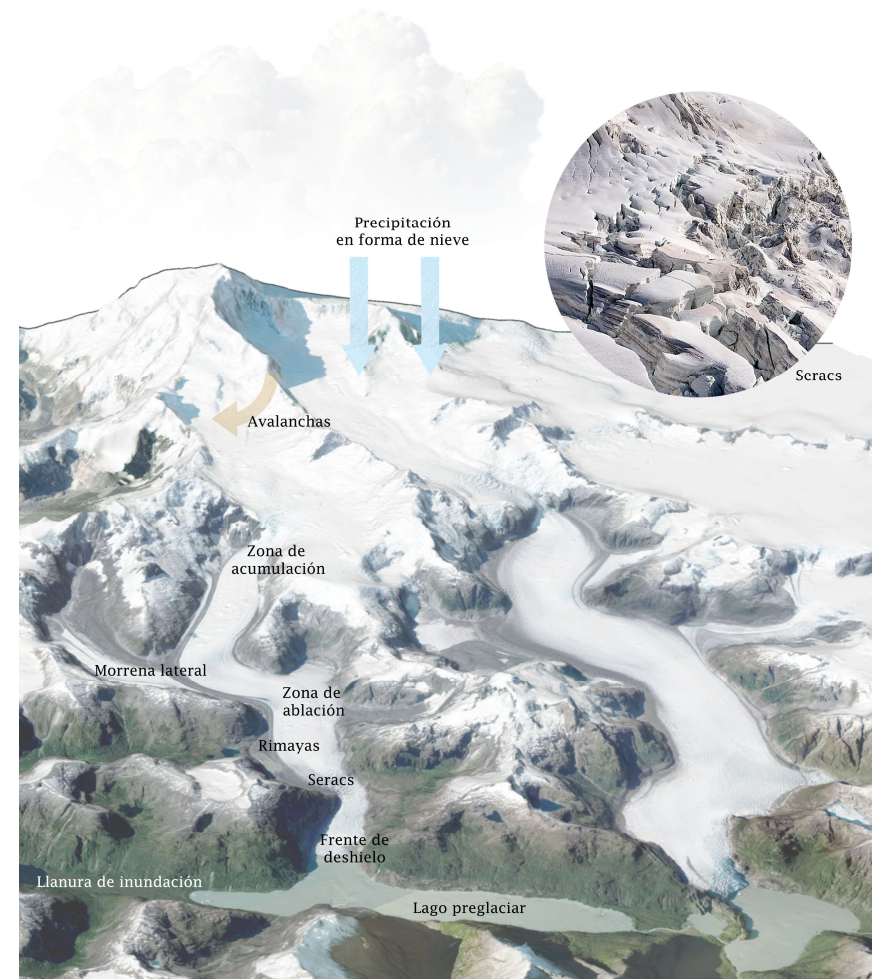


Figura 52: Partes de un glaciar. Elaboración propia.

⁶⁵ De Escalada “Guía para cruzar glaciares”. En: <https://deescalada.com/guia-para-cruzar-glaciares>

Históricamente ha existido una atracción por acercarse a zonas congeladas, riesgosas y sin civilización a través de expediciones – heroicas, deportivas, militares, etc. - transformando al hielo en una incitación sublime.⁶⁶ Sin embargo, gracias al calentamiento global, el hielo ha superpuesto otro significado y ya no es una fuerza implacable que se debe combatir. El hielo es frágil, se derrite y necesita ser rescatado, pero a la vez incrementando el riesgo asociado al desencadenar nuevas amenazas.

Al caminar sobre un glaciar, existen coreografías que permiten tener en consideración estos riesgos, adaptando los objetos utilizados para llevar a cabo las expediciones. Ya que las grietas suelen ser transversales, se deben cruzar las masas de hielo en diagonal, evitando caminar mucho tiempo sobre una de estas. Muchas veces tienen puentes de hielo, formados por acumulación de nieve, que son evaluados para poder cruzar. Es imprescindible que los glaciólogos caminen encordados de reaccionar ante una caída. Ante una emergencia, la recomendación es que la cordada este compuesta por tres personas, de tal forma de que, en caso de caída, uno pueda sostener y el otro rescatar. La separación entre montañeros debe ser entre 10 y 15m, con cuerdas dinámicas de 8 o 9 mm de diámetro, usando piolets para asegurar el avance. Si no hay nieve y el glaciar tiene una inclinación superior a 10° se vuelve imprescindible el uso de crampones.⁶⁷ (Fig.53)

El equipo de glaciólogos que habita el proyecto consiste en cuatro sujetos, donde tres componen la cordada investigativa y un cuarto debe monitorear las amenazas, comunicar y a la vez mantener el refugio. El perfil es específico, deben tener una preparación en alta montaña, tener al menos 16 años- para resistir alturas sobre los 3000 msnm- y menos de 35 años- ya que las lesiones en deportistas que superan esa edad son más lentas en su proceso reparativo. (Fig. 54)

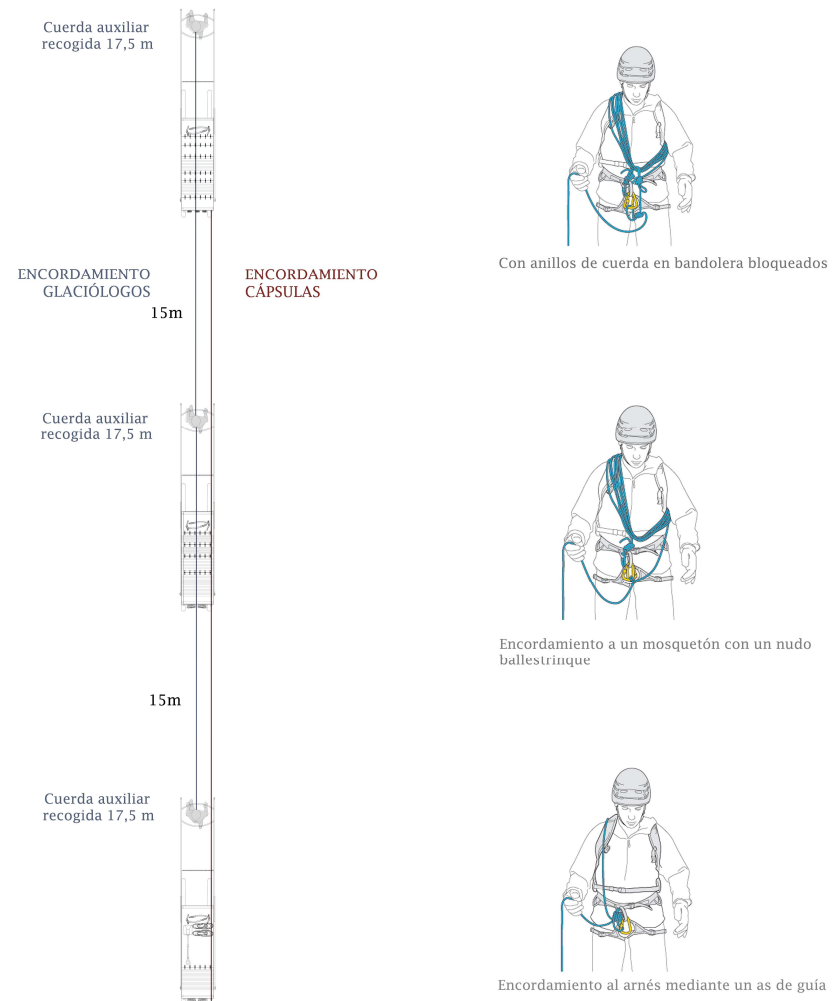


Figura 53: Cordada glaciólogos nudos y distribución en planta. Elaboración propia.

⁶⁷ De Escalada "Guía para cruzar glaciares". En: <https://deescalada.com/guia-para-cruzar-glaciares>

⁶⁶ Glasberg, Elena (2011). "Living Ice": Rediscovery of the Poles in an Era of Climate Crisis. *Women's Studies Quarterly*, Vol. 39, pp. 221-246



COMPETENCIAS

- Fisiología y medicina de montaña.
- Primeros auxilios de montaña remotas y evaluación del accidentado.
- Geografía de montaña
- Meteorología de montaña
- Orientación y navegación terrestre
- Campamento
- Búsqueda y rescate
- Manejo de situaciones extremas
- Técnicas de marcha
- Equipos y materiales (tipo, uso y mantenimiento)
- Biomecánica (postura corporales adecuadas a gestos técnicos específicos)
- Física aplicada al montañismo
- Sentido de montaña (evaluación de terreno, selección y búsqueda de rutas)
- Maniobras con cuerdas.
- Anclajes y sistemas.
- Escalada en roca y en hielo
- Progresión (técnica de progresión en nieve, técnica francesa, puntas frontales, progresión en glacieres, progresión en terrenos mixtos y cruce de ríos)
- Glaciología
- Dry tooling
- Travesía glaciár
- Nivología y avalanchas
- Montañismo invernal
- Esquí de montaña (libre y encordado)
- Supervivencia (construcción de refugios, purificación de agua, obtención de alimentos u otros)

CAPACIDAD DE DECISIÓN

- Decisión sobre el avance, modificación, aplazamiento o cancelación de la actividad o programa ante razones de fuerza mayor
- Desarrollo de actividades minimizando la exposición al riesgo.
- Determinación del tamaño del grupo, aplicando los criterios técnicos y de seguridad de la actividad, acorde con las características del recorrido o actividad.

EXPERIENCIAS PARA CERTIFICACIÓN DE ALTA MONTAÑA

- Alta montaña: 8 ascensiones de hielo y/o mixto clasificadas y al menos tres años de práctica de la especialidad.
- Altitud: 5 cumbres superiores a los 5000 msnm, 2 cumbres superiores a los 6000 msnm en mínimo tres regiones diferentes y al menos tres años de práctica de la especialidad.
- Escalada en roca: 10 vías de escalada deportiva monolargo; 10 vías superiores a 90 m de dificultad 6b, 6 vías superiores a 150; 1 vía superior a 500m; al menos dos años de práctica de la especialidad.
- Esquí de montaña: 4 rutas de esquí de montaña de a lo menos 1000m de desnivel y que sumen no menos de siete días de actividad; 1 cumbre de esquí de más de 5.000 msnm y al menos dos años de práctica de la especialidad.

ESTADO FÍSICO

- Cuanto más liviana es la persona más fácil es escalar, al desafiar la gravedad.
- Se debe prestar atención a los hábitos alimenticios.
- Al escalar se usan ciertos músculos con más intensidad (espalda, antebrazos y bíceps). Si sólo se entrenan los músculos individuales de forma especialmente intensa, esto puede llevar a una mala postura o a lesiones.

Figura 54: Capacidades de un glaciólogo. Elaboración propia.

RUTINAS: DOMESTICIDAD Y EXCEPCIÓN

RUTINAS Las rutinas de estos sujetos serán muy distintas dependiendo de los objetos que sean habitados y de las condiciones meteorológicas. Si bien cada objeto se protege de distintos riesgos representativos de la Cuenca Exploradores, su ubicación responde a que cumplirán distintos roles como objetos que permiten la investigación de los glaciólogos en el territorio. (Fig.55) Los glaciólogos son sujetos preparados que, por un lado, están capacitados para instalarse junto a los objetos en Exploradores, pero por otro lado plantean una forma poco convencional de habitar los dispositivos. A través de la noción de ascetismo se busca cuestionar la forma de ocupar los tres dispositivos, como una retirada de la vida tradicional contemporánea, distinguiendo los objetos y operaciones que le permiten habitar el hielo, el bosque preglaciario y la grieta en un escenario de riesgo.

De esta forma, se incorporan al proyecto tanto las capacidades físicas y psicológicas de los glaciólogos frente al riesgo y al territorio inestable, como los objetos que le permiten habitar e investigar en un área glaciario desde una perspectiva ascética de retirada. Los espacios y mobiliario tradicionales domésticos desaparecen en los tres objetos para albergar a estos sujetos cuyas rutinas giran en torno a la investigación y la supervivencia en la montaña. Se abren espacio la importancia del calor por la relación entre los cuerpos al dormir, racionar la energía- al fusionar rutinas y situaciones en torno al fuego- y mantener la limpieza del cuerpo, continuo entrenamiento y alimentación para la salud mental y física. Junto a esto, el equipamiento de un glaciólogo permite curar objetos mínimos, ya que su carga se debe reducir a lo que puede transportar en mochilas, transformando un dormitorio en una carpa y un saco de dormir. (Fig.56)



Figura 55: Rutinas glaciólogos por objeto. Elaboración propia.

La cápsula tiene un objetivo de exploración, recolección de muestras, levantamiento de información y registros gráficos. Se encuentra inserta en el valle glaciario, por lo que, si las condiciones meteorológicas lo permiten, se sale muy temprano, se alimentan sobre la marcha y se acaba la jornada muy tarde, luego de un día exigente tanto física como mentalmente. Por el contrario, si las condiciones meteorológicas o de riesgo no son adecuadas- y la capsula debe resguardarlos-, podría tratarse de un día con tres sujetos encerrados dentro de un espacio mínimo. De esta forma, un glaciólogo nunca sabe que le depara el momento o día siguiente, por lo que la noción de incertidumbre debe ser parte de las consideraciones como parte de la labor de estos sujetos, además del escenario incierto. Incorporan formas poco convencionales de realizar acciones básicas como mantener la higiene y alimentarse. Los desechos humanos tienen consecuencias muy negativas en los glaciares, por lo que se almacenan y transportan en bolsas herméticas. Luego, para mantener la higiene del cuerpo se utilizan solo toallas mojadas. La alimentación se lleva a cabo gracias a porciones racionadas por día- con los nutrientes necesarios para vivir en estas condiciones- las cuales se calientan con cocinillas y mezclan con agua potable.

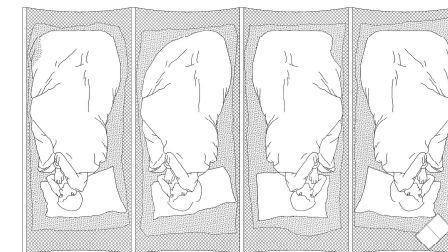
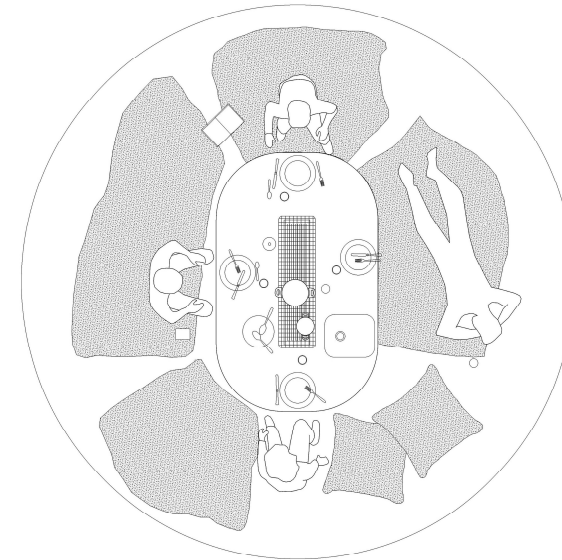


Figura 56: Planta representación formas de habitar glaciólogos. Elaboración propia.

MODULO 1 INSTRUMENTOS				MODULO 3 USO EXTERIOR			
■ Dron			1,38 kg	■ Saco de dormir	3	1,5 kg	4,5 kg
■ Barra invar			4,2 kg	■ Zapatillas	3	1,2 kg	3,6 kg
■ Estacion total + trípode			4,9 kg	■ Colchoneta aislante	3	0,35 kg	1,05 kg
■ Huincha de acero			0,4 kg	■ Raquetas	3	1,6 kg	4,8 kg
■ Radar de penetración			10,5 kg	■ Cuerda	100	0,05 kg/m	5 kg
■ Taladro manual			4,3 kg	■ Botiquin primeros aux	1	4 kg	4 kg
■ Taladro saca testigos			8 kg	■ Desechos (variable)			10 kg
■ Taladro electrico			9,5 kg	■ Agua			10 kg
■ Caja térmica			0,2 kg				42,95 kg
■ Termómetro			0,1 kg				
■ Pesa			0,4 kg				
■ Espátula			0,06 kg				
■ Cuña			0,05 kg				
■ Martillo			0,7 kg				
■ Balizas ablación	15	0,2 kg	3 kg				
■ Botellas polietileno	10	0,087 kg	0,87 kg				
■ Altimetro			0,102 kg				
■ Barra invar vertical			2,3 kg				
■ Pala nieve			0,58 kg				
■ Camara fotografica			0,65 kg				
			52,5 kg				
MODULO 2 USO INTERIOR				CARGA PERSONAL			
■ Comida	15 días	1,2 kg	18 kg	■ Primera capa superior	1	0,13 kg	0,13 kg
■ Olla	2	0,2 kg	0,4 kg	■ Primera capa inferior	1	0,16 kg	0,16 kg
■ Tetera	1	0,2 kg	0,2kg	■ Polar	1	0,33 kg	0,33 kg
■ Sartén	1	0,2 kg	0,2kg	■ Parka	1	0,88 kg	0,88 kg
■ Set platos vasos	1	0,5 kg	0,5 kg	■ Pantalón	1	0,78 kg	0,78 kg
■ Primera capa superior	12	0,13 kg	1,56 kg	■ Gorro	1	0,082 kg	0,082 kg
■ Primera capa inferior	12	0,16 kg	1,92 kg	■ Calcetines	1	0,085 kg	0,085 kg
■ Polar	3	0,33 kg	0,99 kg	■ Pasamontaña	1	0,08 kg	0,08 kg
■ Parka	3	0,88 kg	2,64 kg	■ Bastones	1	0,54 kg	0,54 kg
■ Pantalón	3	0,78 kg	2,34 kg	■ Piolet	2	0,46 kg	0,92 kg
■ Gorros	3	0,082 kg	0,24 kg	■ Radio handy	1	0,28 kg	0,28 kg
■ Ropa interior	30	0,085 kg	2,55 kg	■ Espejo señales	1	0,02 kg	0,02 kg
■ Calcetines	30	0,085 kg	2,55 kg	■ Pito alerta	1	0,01 kg	0,01 kg
■ Pasamontaña	3	0,08 kg	0,24 kg	■ Cortapluma	1	0,16 kg	0,16 kg
■ Buff	3	0,01 kg	0,03 kg	■ Arnés y mosquetones	1	0,9 kg	0,9 kg
■ Guantes	6	0,14 kg	0,84 kg	■ GPS	1	0,14 kg	0,14 kg
■ Mitones	3	0,36 kg	1,08 kg	■ Crampones	1	0,48 kg	0,48 kg
■ Jockey	3	0,091 kg	0,27 kg	■ Bototos	1	1,5 kg	1,5 kg
■ Bloqueador solar	1	0,2 kg	0,2 kg	■ Polainas	3	0,15 kg	0,45 kg
■ Mascara neopren	3	0,14 kg	0,42 kg	■ Cascos	1	0,38 kg	0,38 kg
■ Mochila 100 lt	1	2,4 kg	2,4 kg	■ Lentes	1	0,2 kg	0,2 kg
■ Linterna frontal	3	0,095 kg	0,28 kg				8,5 kg
			39,85 kg				

Figura 57: Check list herramientas e indumentaria glaciólogos. Elaboración propia.

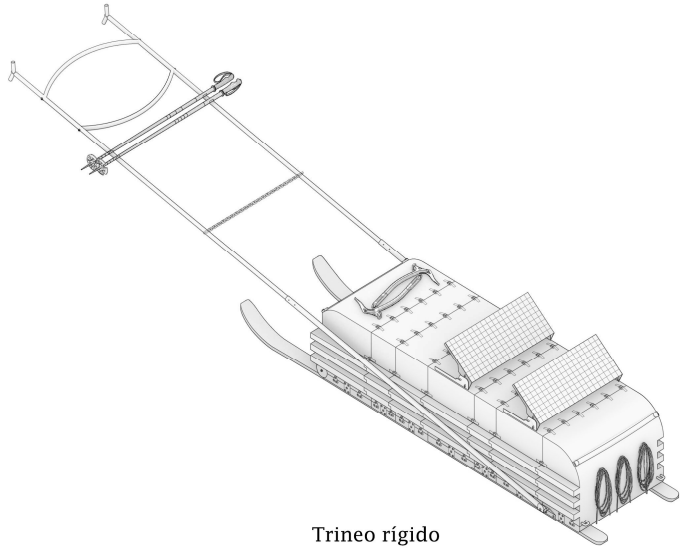
El equipamiento necesario para sobrevivir en un glaciar tiene que ver primero con la ropa adecuada, en segundo lugar, con los elementos de disminución del riesgo o vulnerabilidad ante un riesgo y en tercer lugar agua y alimento. Además, se deben transportar las herramientas de investigación antes descritas, por lo que cada expedición cuenta con una check list de todo lo indispensable asociado a una cantidad y peso. Estos elementos se distribuyen en 3 cápsulas- una por cada miembro de la cordada- las cuales alcanzan entre 40 y 50 kg cada una aproximadamente. Cuando estos objetos son transportados en mochilas, la carga no debe superar el 40% del peso corporal por periodos de 90 min, descansando 15 min. Sin embargo, cuando se trata de una carga arrastrada, se suelen usar hasta 65 kg de peso, de tal forma de no perder la agilidad y movilidad frente a un recorrido complejo. (Fig.57)

Como los glaciares tienen distintas pendientes y texturas, la cápsula se divide en cajas dimensionadas para almacenar objetos específicos. Estas se unen por un nylon muy resistente que permite que la cápsula se articule adaptándose al terreno.

Mientras más grandes los objetos, más grandes las cajas y menos flexible la cápsula, por lo que existen cápsulas más complejas de transportar, como la de herramientas de medición. La cordada debe tener un líder- el más preparado para tomar decisiones y en alta montaña- quien debe transportar la cápsula más compleja.

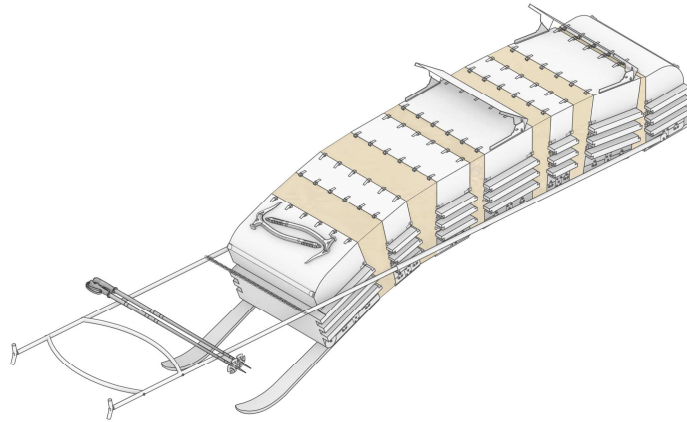
La probabilidad de que- en un contexto de incertidumbre- las expediciones no resulten según planeadas es muy alta. Se diversifican las posibilidades de la cápsula más allá del transporte y alojamiento para incorporar las excepciones, tales como accidentes o campamentos de emergencia. Las posibilidades formales de la cápsula incluyen el trineo de cajas fijas; trineo plegable; una camilla para transportar lesionados también por tierra hacia el refugio; apertura de la carpa en plano como campamento de emergencia; instalación colgada deshabitada e instalación habitada. (Fig.58)

La instalación de la cápsula en nunataks es a partir de un instructivo de reorganización de los elementos que la componen y el ensamblaje de los tres módulos en uno solo habitable, protegido del viento y de los riesgos asociados al hielo glaciar. (Fig. 59 y 60)



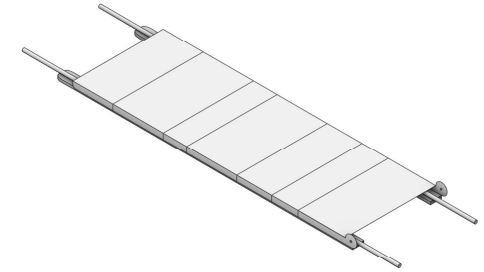
Trineo rígido

Transporte de todos los elementos necesarios para habitar en alta montaña



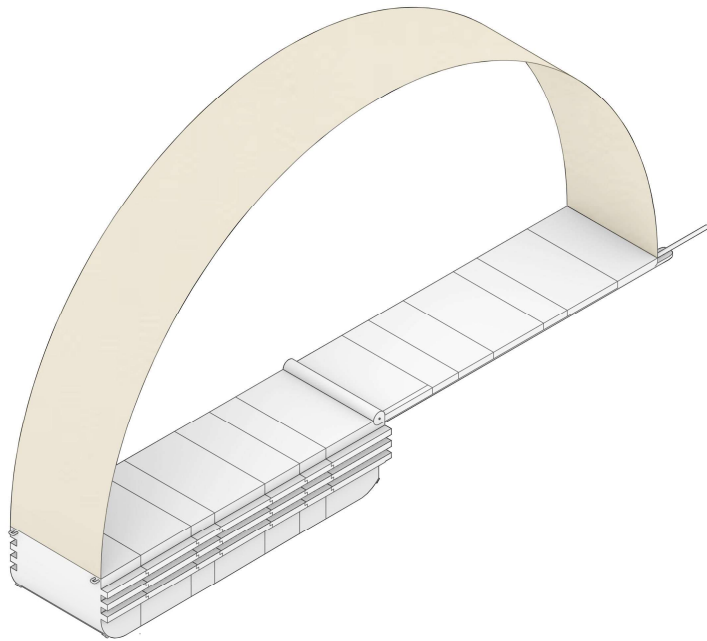
Trineo plegable

La cápsula se pliega para adaptarse a diferentes texturas y pendientes glaciares



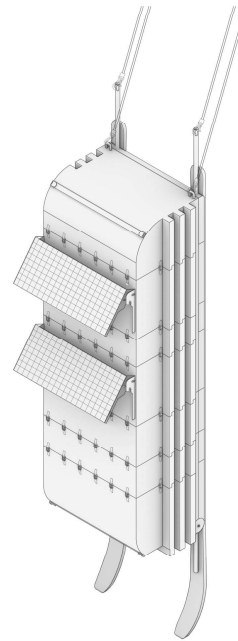
Camilla

Transporte de accidentados sobre el trineo en zona glaciar y en camilla sujeta por el resto de la cordada donde no hay posibilidad de deslizamiento



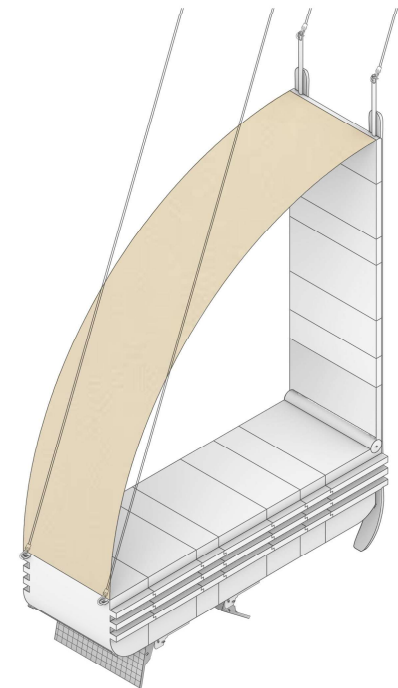
Campamento de emergencia

Permite apertura en superficie plana cuando no se alcanza a llegar al nunatak



Instalacion deshabitada

Al estar deshabitada e instalada en un nunatak se debe mantener cerrada



Instalacion habitada

Anclada a un nunatak permite disminuir los riesgos al habitar el hielo

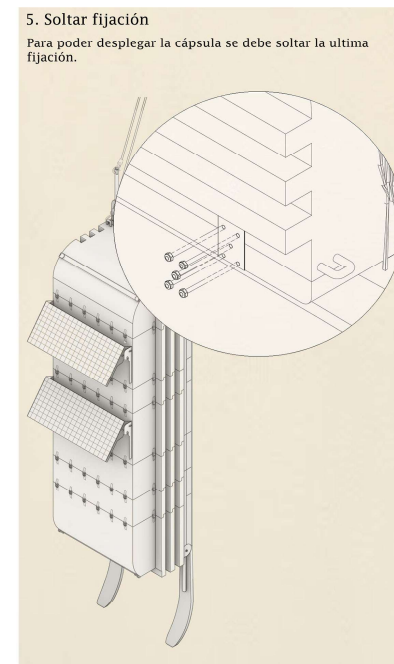
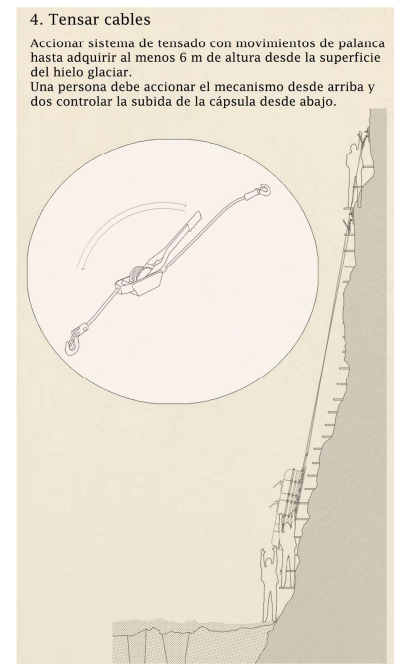
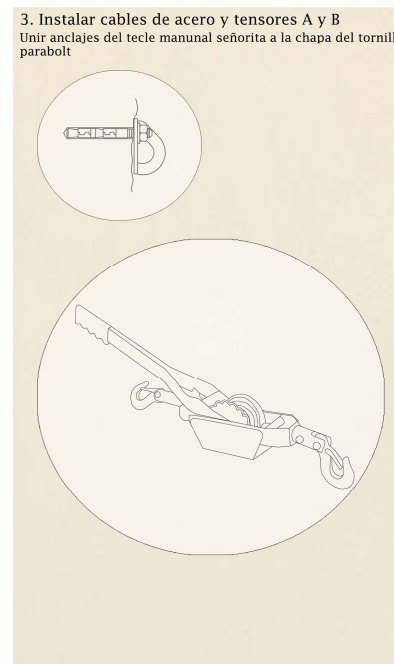
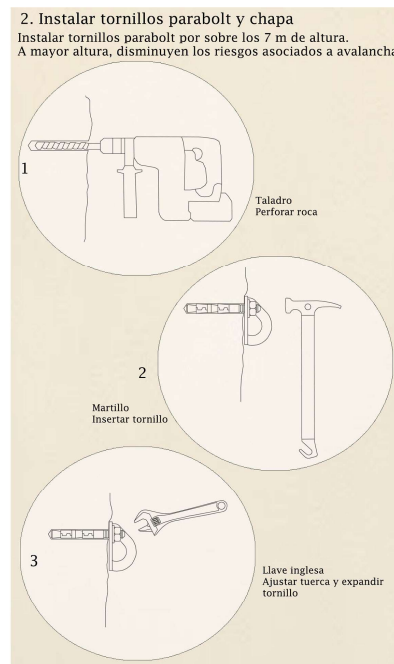
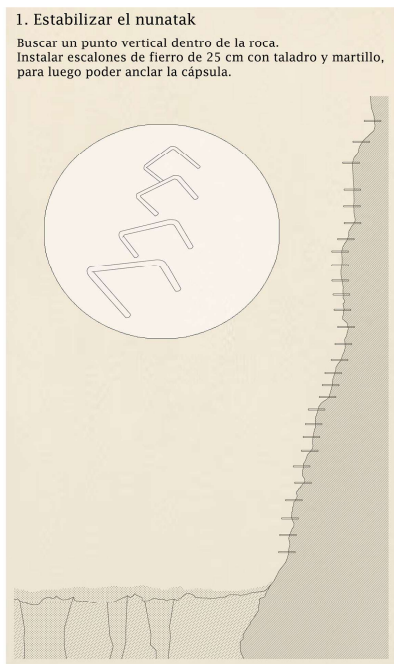
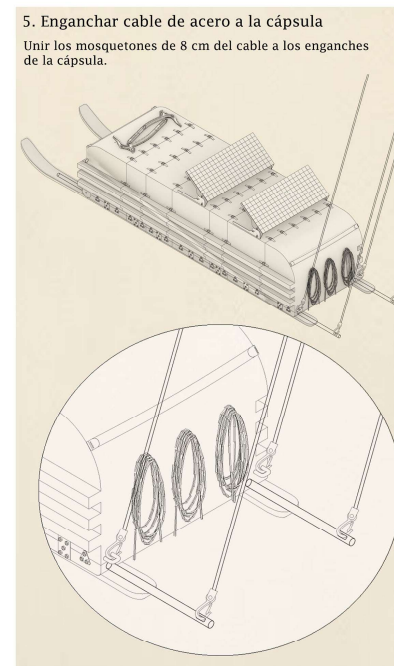
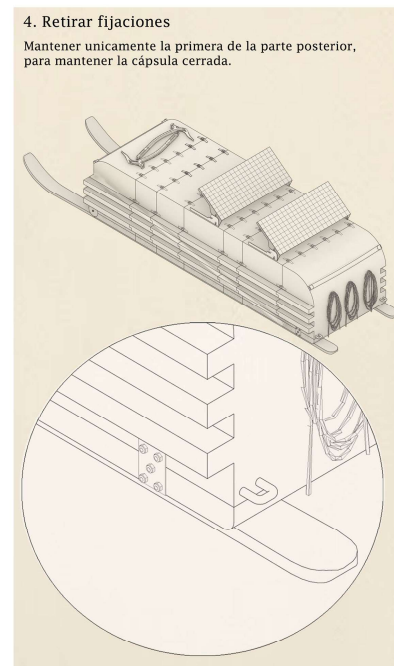
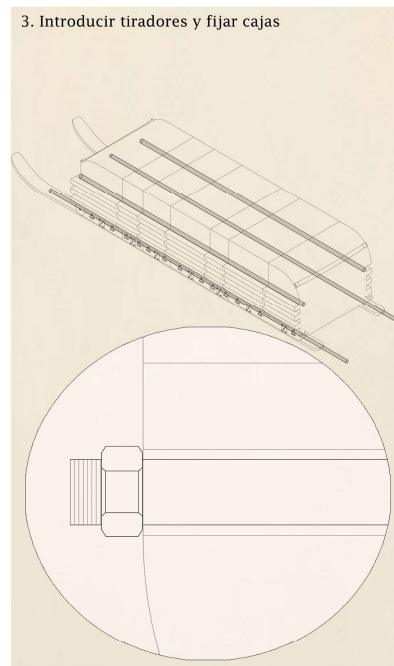
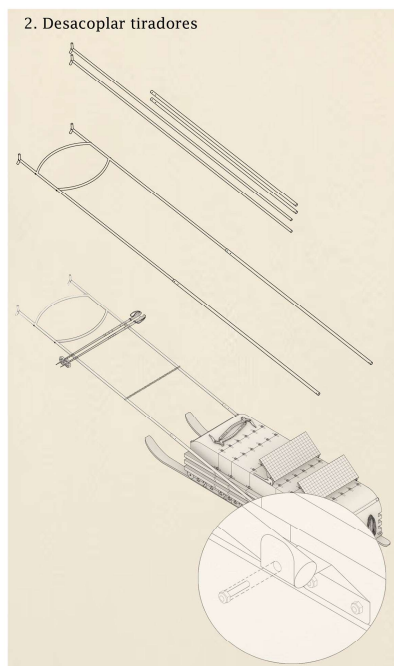
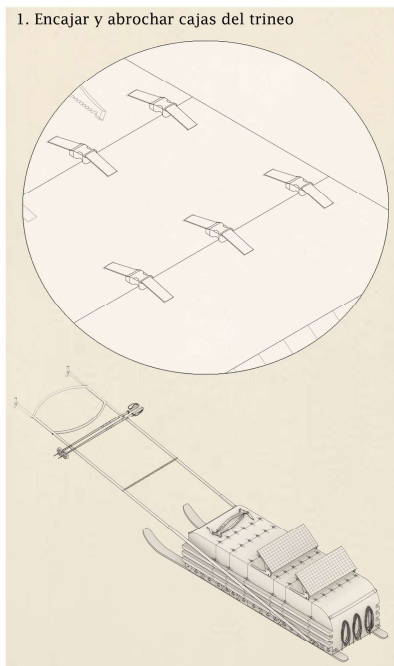
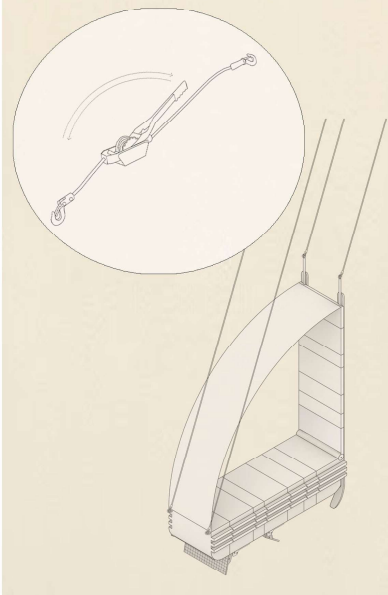


Figura 59: Instructivo de armado cápsula 1. Elaboración propia.

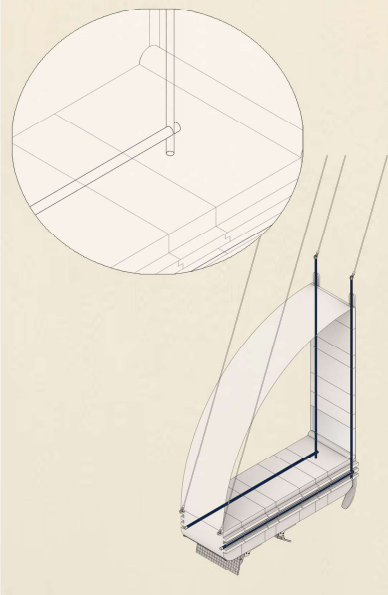
6. Regular tensor B

Regular los tensores B- a través del movimiento palanca del sistema de tensado- hasta adquirir una posición vertical.



7. Ensamblar tiradores

Ensamblar los tiradores que estructuran la cápsula, verticales al interior de los horizontales.



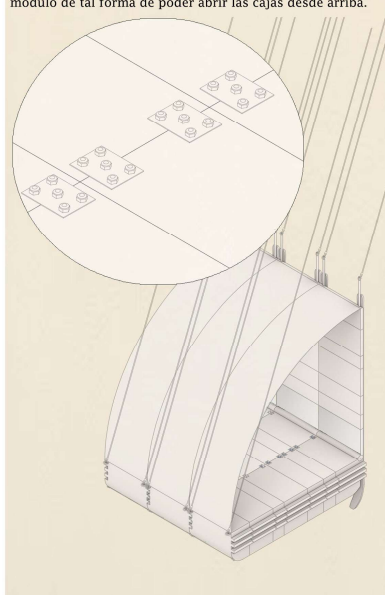
8. Repetir todo lo anterior con los 3 módulos

Ejecutar todos los pasos con cada uno de los módulos de cápsula que van a anclarse a la roca.



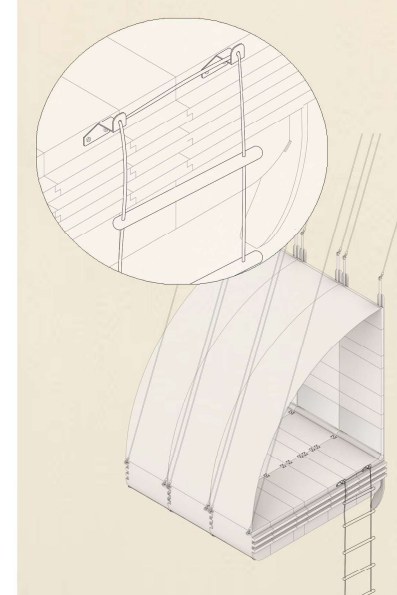
9. Unir los módulos anclados

Unir los módulos con las fijaciones rectangulares, ubicar cada 20 cm. No se debe abarcar mas de 5 cm por lado de cada módulo de tal forma de poder abrir las cajas desde arriba.



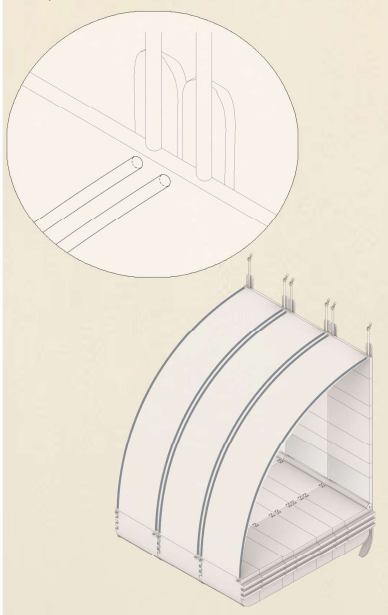
10. Instalar escalera acceso

Instalar escalera enrollable con las fijaciones retiradas de los tiradores, por el lado exterior del módulo.



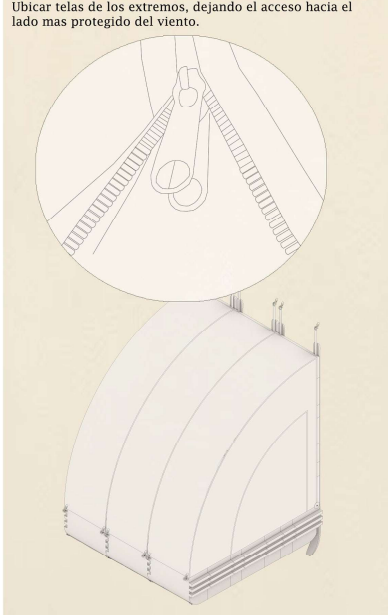
11. Instalar flexibles carpa

Unir y ensamblar flexibles en la estructura



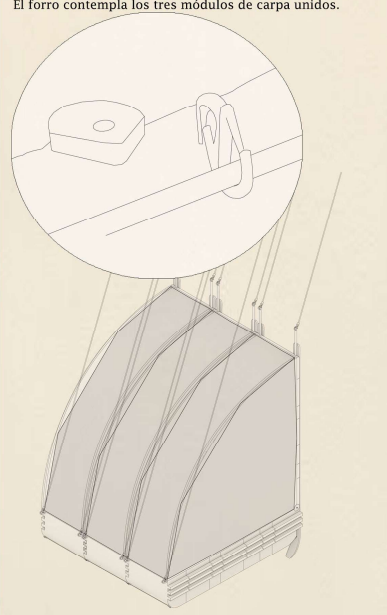
12. Unir carpas

Unir telas de protección exterior de cada carpa con cierres. Ubicar telas de los extremos, dejando el acceso hacia el lado mas protegido del viento.



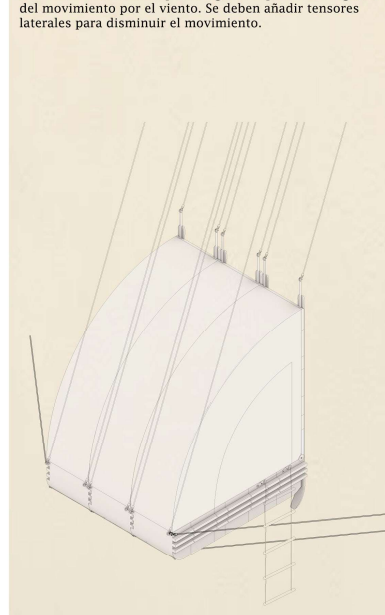
13. Colgar forro interior

Colgar forro interior transpirable uniendo los broches. El forro contempla los tres módulos de carpa unidos.



14. Fijar tensores viento a la roca

Los tensores utilizados para colgar la cápsula no aseguran del movimiento por el viento. Se deben añadir tensores laterales para disminuir el movimiento.



15. Reorientar paneles fotovoltaicos

Reorientar paneles fotovoltaicos principales según orientación solar.

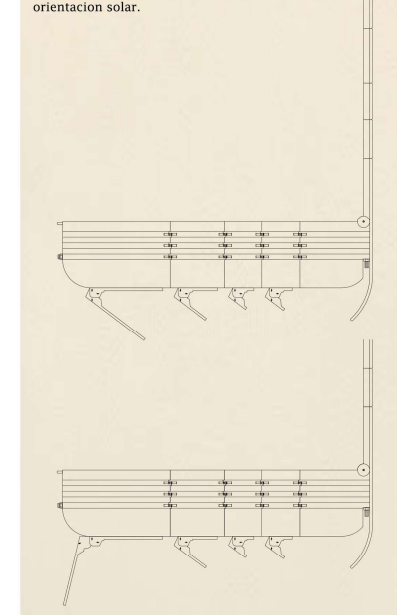


Figura 60: Instructivo de armado cápsula 2. Elaboración propia.

El refugio cumple el rol de laboratorio- donde se debe procesar la información recolectada en las expediciones- por lo que se ubica en zona preglaciaria, facilitando el acceso al Campo de Hielo. Las muestras de hielo se transportan en cajas térmicas y son analizadas gracias a un laboratorio de Isótopos Estables⁶⁸. A través de softwares específicos se traspasa la información, desde los instrumentos de medición hacia computadores, para luego ser clasificada y manipulada con fines investigativos. Consiste en un trabajo más estático al interior del objeto, pudiendo dedicar tiempo al ocio, actividades en comunidad, mantención de las tecnologías y de los sistemas de producción de alimentos. Se fusionan la forma de habitar la montaña con la situación de investigación más tradicional de un laboratorio. (Fig.61) A la vez, se lleva a cabo el monitoreo de las amenazas gracias a diversos objetos de medición repartidos en el territorio.

El búnker, en cambio, cumple un rol muy específico en caso de crisis al crecer, multiplicar o superponerse las amenazas relacionadas al riesgo, o bien en un escenario de completa incertidumbre. Los sujetos se verán encerrados en un espacio sin poder desarrollar su rutina asociada a la investigación. Se da completo espacio al ocio, por lo que la mantención de la salud mental y física a través de objetos y espacio del búnker adquiere protagonismo. Para esto se considera un espacio donde se multiplican las dimensiones volumétricas de un espacio tradicional, volviéndose desproporcional a la escala humana. Gracias al aprovechamiento de los recursos de la Bahía, se genera un hábitat mínimo en objetos de tal forma de habitar la inmensidad de la caverna – grieta- permitiendo a estos glaciólogos ociosos escalar, manteniendo un estado saludable para continuar con su labor investigativa una vez que vuelvan a habitar los otros objetos del sistema.

⁶⁸ Mientras más neutrones, más pesa el oxígeno y eso determina que tengan propiedades físicas distintas. Por ejemplo, a una molécula de agua con Oxígeno-18 le cuesta más evaporarse, entonces, cuando hay años cálidos, existe la energía disponible necesaria para evaporarlas en mayor proporción que en un año frío. Luego estas moléculas se condensan y se transforman en lluvia y nieve, y pueden terminar

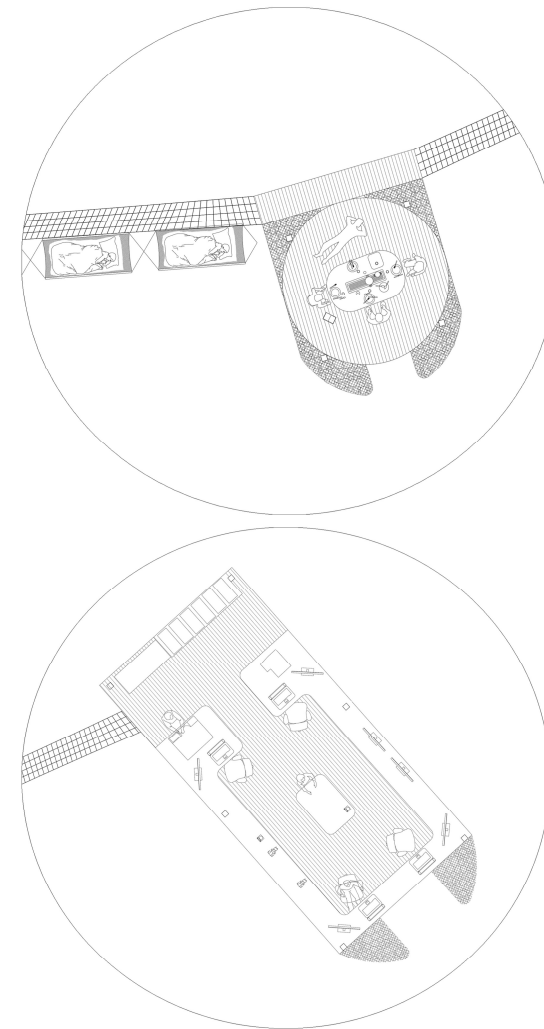


Figura 61: Planta situaciones rutinas refugio

depositándose en un glaciar. Por el contrario, un año más frío, con menos energía disponible, la proporción de moléculas de agua pesada en las precipitaciones disminuye. Para esto se requiere de un laboratorio especializado que contenga al menos un Espectrómetro de Masas- para la determinación de isótopos de Hidrogeno, Oxígeno, Carbono y Nitrógeno- y un Analizador Laser de Isótopos – que permite determinar de las proporciones isótopos estables de agua (H y O) de agua líquida

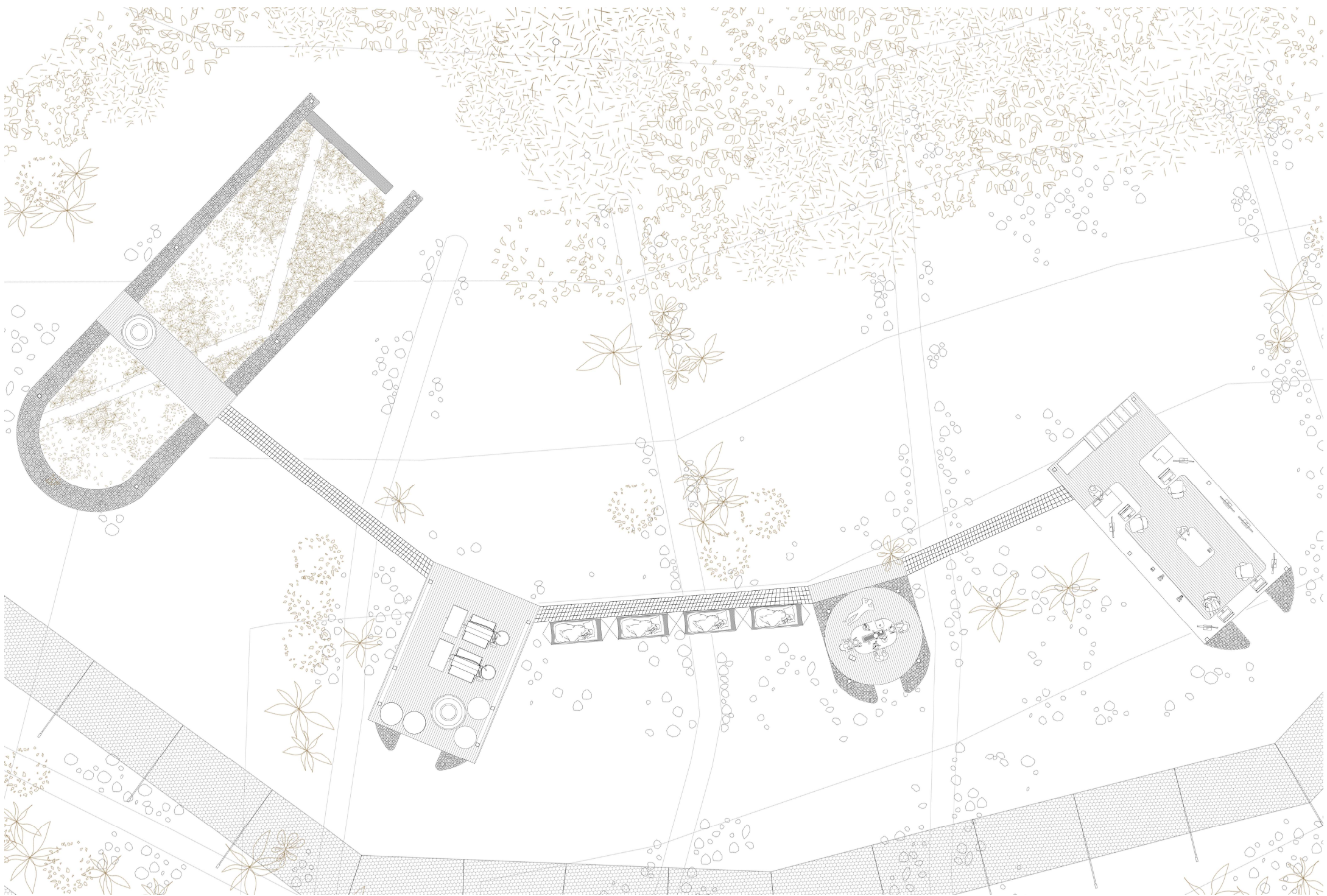


Figura 62: Planta refugio

La imagen de la caverna en psicología tiene distintas concepciones, donde las más recurrentes tienen que ver con la caverna como sitio oculto- donde estamos a salvo y ocultos de los ojos de los demás-; la caverna como lugar de conservación donde todo se mantiene intacto-; la caverna como lugar de encierro -confinamiento, falta de aire y aislamiento definitivo-; y la caverna como lugar de encuentro místico – aislamiento del mundo, complicidad consigo mismo y abandono a la meditación. Estas concepciones, sumado a las particulares capacidades de los glaciólogos, les permiten habitar este espacio desde el común ocio, una existencia mínima, pero gracias a un equipamiento y actividades fuera de lo tradicional.

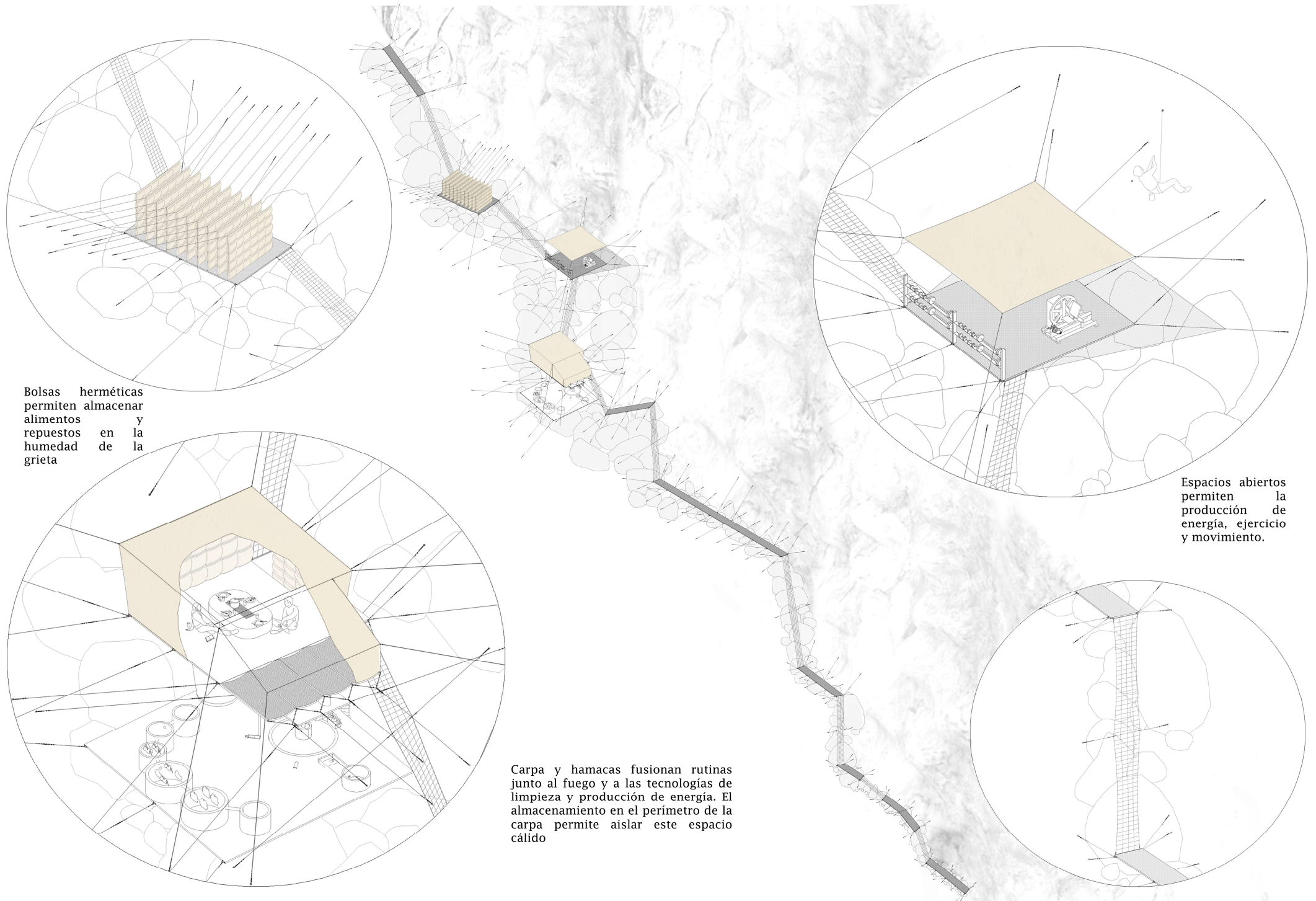
La caverna para los glaciólogos adquiere un grado de protección y encierro total, alejándolos de la rutina que les permite llevar a cabo su investigación y constante desplazamiento en la montaña. Se transforma en una restricción de libertad de tiempo indefinido y que plantea un retiro, una vuelta al ascetismo al interior de la caverna, pero desde la perspectiva de glaciólogos como hombres de montaña.

La posibilidad de desplazamiento y escalada dentro del espacio y la relación entre los sujetos define espacios protegidos y cálidos y otros abiertos en el interior de la grieta. Los espacios abiertos tienen que ver con la posibilidad de movimiento libre por el interior de la montaña. Los espacios cálidos, en cambio, tienen que ver con el habitar en carpa en la montaña, la proximidad de los cuerpos, el ocio y el descanso. (Fig.63 y 64)

De esta manera, se lleva a cabo en los tres objetos la construcción de un suelo más estable- que sumado a la posibilidad de anclaje a planos verticales- genera un ensamble tecnológico que permite la supervivencia de glaciólogos en la Cuenca Exploradores. Esta construcción se encuentra sujeta, además, a la posibilidad de evacuación- sustentada en el monitoreo de las amenazas en el territorio-, determinando un ensamblaje desde una escala territorial a una microescala de anclajes y detalles.



Figura 63: Sujetos escalando interior búnker. Elaboración propia



Bolsas herméticas permiten almacenar alimentos y repuestos en la humedad de la grieta

Espacios abiertos permiten la producción de energía, ejercicio y movimiento.

Carpa y hamacas fusionan rutinas junto al fuego y a las tecnologías de limpieza y producción de energía. El almacenamiento en el perímetro de la carpa permite aislar este espacio cálido

EPÍLOGO

El cambio climático provocado por el calentamiento global y sus consecuencias son inminentes e imposibles de ignorar en la actualidad. La Cuenca Exploradores presenta consecuencias evidentes, las cuales se intentan acercar hacia la mirada antropocéntrica de la sociedad a través de esta tesis, al insertar un sujeto que debe sobrevivir en el escenario de riesgo climático ya existente. En otras palabras, sin la vulnerabilidad de las personas frente a un riesgo, estos, por norma general, no son tomados en cuenta.

Si bien se plantea esta investigación desde un escenario actual, se expone la posibilidad de que la Patagonia represente a futuro un refugio climático. Es decir, los riesgos descritos representan para el ser humano una amenaza y vulnerabilidad menor que aquellos que se presentarán en otras partes del planeta, denotado la importancia de la discusión arquitectónica en torno a este tema.

Frente a esta discusión adquiere relevancia la construcción de una conciencia del riesgo que nos permita colaborar frente a la catástrofe prevista.

La relación de la arquitectura con soluciones ajenas a la disciplina permite abrir nuevos ámbitos y tensionarla hacia el nuevo rol que debe cumplir en un escenario de crisis climática. Habitar en función de la crisis, de forma eficiente y autosuficiente debe ser prioridad, de tal forma de, no solo dejar de exigirle al planeta, sino sobrevivir en un escenario en que la provisión de recursos- como la conocemos actualmente al vivir en sociedad- será inexistente.