



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS
ESCUELA DE ARQUITECTURA

ARQUITECTURA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ANTÁRTICA

Renovación de Estación Yelcho como prototipo para una
nueva tipología de estación científica.

por

JUAN AGUSTÍN OYARZÚN VIAL

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

Profesores guía:
Arturo Lyon
Tomás Tironi

Marzo, 2021
Santiago, Chile

© 2021, Juan Agustín Oyarzún Vial

Arquitectura de las Telecomunicaciones en Antártica

Renovación de Estación Yelcho como prototipo para una nueva tipología de estación científica.

Juan A. Oyarzún V.

MARQ UC
P. Universidad Católica de Chile

TIA-TPT - Semestre Primavera de 2020
ARQUITECTURA ANTÁRTICA
Arturo Lyon + Tomás Tironi

© 2021, Juan Agustín Oyarzún Vial

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.



MARQ

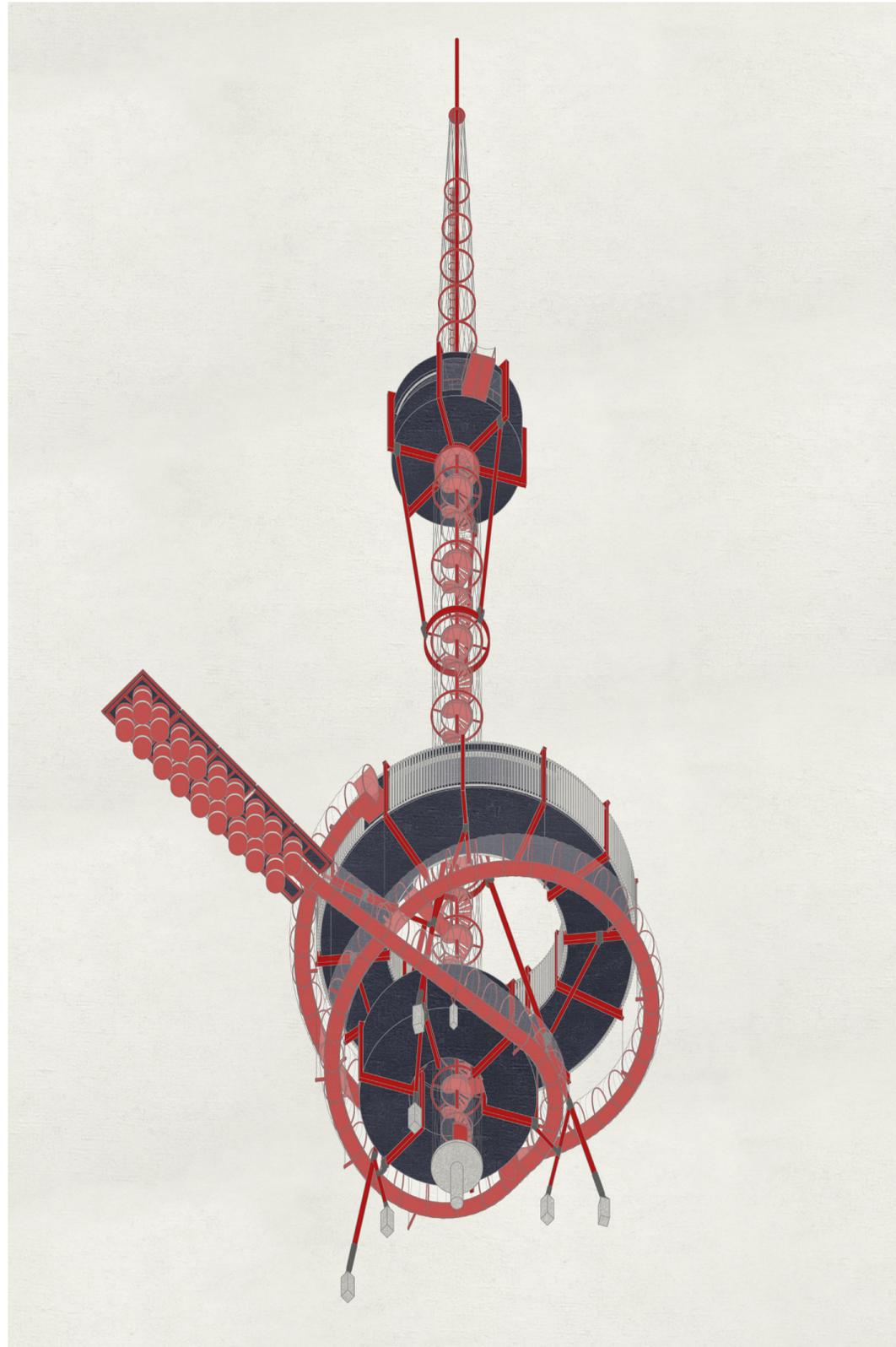


AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo constante de mis profesores guías: Arturo y Tomás; mi familia: Papá, Mamá, Maca y Gogo; y amigos: Alberto, Ignacio, Martín, Simón, Isidora, Alberto, Cristóbal, Sofía, Sebastián, Joaquín, José Pablo y Jaime. A todos ellos que acompañaron este largo proceso ya sea corrigiendo o dando animo cuando fuera necesario, muchas gracias.

9	RESUMEN	33	UNA ANTÁRTICA CONECTADA
			La historia de las Telecomunicaciones en el continente blanco durante el s. XX, desde la coordinación interna hacia la integración a la red global.
13	INTRODUCCIÓN	43	MONITOREO CIENTÍFICO EN ANTÁRTICA
			Estación Yelcho e Isla Doumer como sitio de interés.
17	FORMULACIÓN	59	ARQUITECTURA DE LAS TELECOMUNICACIONES
19	PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN		Teoría y referentes del s. XX, la antena como proyecto.
	Las Telecomunicaciones como referente tecnológico para el desarrollo de la actividad humana en Antártica.	71	PAISAJE DE LA INFORMACIÓN
23	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN		Referentes de la Antena en el mundo contemporáneo.
	¿De que forma es posible la integración de las Infraestructuras de Telecomunicación como elementos estructurantes de las Estaciones Antárticas?	81	TIPOLOGÍA DE LA ESTACIÓN-ANTENA
25	HIPÓTESIS		Disolución de los límites entre Arquitectura e Infraestructura.
	La Estación-Antena como tipología alternativa a la Estación Antártica.	107	CONCLUSIONES
29	OBJETIVOS	111	ANEXO
	Integración de las Tecnologías de Telecomunicación a las Estaciones Antárticas mediante la disolución de los límites entre Arquitectura e Infraestructura.		
29	METODOLOGÍA		
	<i>Desde el Mapeo del Territorio, hacia el estudio de la Vanguardia Rusa, Buckminster Fuller y referentes de la Antena Contemporánea.</i>		

I. RESUMEN



1

1 Axonométrica Invertida. Propuesta para nueva Tipología de Estación Científica en Yelcho. *Elaboración propia.*

Arquitectura de las Telecomunicaciones en Antártica:

Renovación de Estación Yelcho como prototipo para una nueva tipología de estación científica.

En Antártica desde su condición de tierra incógnita, la telecomunicación ha sido clave para el desarrollo de la actividad humana dentro del continente. A partir de la postguerra en el siglo pasado, una amplia red de telecomunicaciones comienza a ser desplegada con el fin de habilitar grandes campañas militares que buscaban reclamar el territorio, llegando a concretizarse inéditos procesos de colonización como Villa de las Estrellas (Chile) o Base Esperanza (Argentina). Bajo ese contexto, la implementación de la telecomunicación garantizaba la supervivencia y coordinación logística entre los puntos de la red, habilitando así la presencia humana dentro del continente.

Sin embargo, la evolución de la tecnología en el área de la telecomunicación amplía las posibilidades que estas ofrecen, haciendo que en la actualidad constituyan al principal recurso para el desarrollo de la actividad científica en Antártica. Es así como el despliegue de infraestructura de telecomunicación en puntos estratégicos del territorio se presenta como una alternativa válida para abarcar el estudio del continente a través de la vigilancia remota, minimizando la presencia humana y permitiendo nuevas posibilidades de colaboración internacional como el caso de la estación alemana GARS instalada en las inmediaciones de la estación chilena O'Higgins.

Considerando lo anterior, las nuevas tecnologías abren el debate de si en la actualidad es efectivamente la red de telecomunicaciones la que sustenta la presencia humana

en el continente, o paradójicamente, el hombre habita el continente para poder desplegar la red de registro de datos. A partir de esto, la presente investigación plantea explorar dicha paradoja como un problema de arquitectura, en donde la estación antártica debe asumir un nuevo rol contemporáneo que logre garantizar el funcionamiento de la red de registro de datos con la mínima intervención humana.

Para lo anterior, se decide estudiar el caso de la zona central de la Península Antártica, específicamente en la estación Yelcho ubicada en Isla Doumer. Esta a pesar de despertar un especial interés para llevar a cabo operaciones científicas, se mantiene actualmente como un nodo de actividad intermitente causado principalmente por carencia de infraestructura logística de la zona para mantenerse operativa durante todo el año, dificultando así el monitoreo y registro del sector.

Teniendo en cuenta también el plan anunciado recientemente por el gobierno de Chile para renovar la estación, esta investigación explorará el diseño de un modelo alternativo para el desarrollo logístico y científico de la zona a partir del diseño de una nueva tipología de Estación-Antena, la cual condense tanto los aspectos tecnológicos y funcionales propios de una infraestructura de telecomunicación, como aquellos logísticos y espaciales de una estación científica.

II. INTRODUCCIÓN

2 Instalación antena de telecomunicaciones en la estación O'Higgins.

Fuente: Polar LAB Chile

La Antena se muestra en esta ilustración como un elemento fundacional del asentamiento, habilitando la operatividad de la estación



2

Las latitudes polares de Antártica con extremas condiciones climáticas y gran distanciamiento respecto a los otros continentes, han supuesto históricamente al ser humano un desafío a la hora de habitar y explorar su vasta extensión. Considerando el plan de renovación que Chile tiene para sus estaciones, la presente investigación busca cuestionar las actuales dinámicas de ocupación del continente, explorando nuevas variables que puedan dar luces hacia la comprensión y el desarrollo científico de Antártica de la mano de la telecomunicación y las nuevas estrategias de monitoreo y registro del territorio a distancia.

Desde los primeros intentos por poblar el continente blanco posteriores a la Segunda Guerra Mundial, la forma de consolidar soberanía en la Antártica se ha dado mediante la instalación estratégica de estaciones (Howkins, 2009). Esta tesis plantea entender las estaciones como puntos de una red mayor en donde el flujo de información y coordinación logística entre sus componentes es fundamental para el desarrollo de la actividad humana dentro del continente. En este sentido las estaciones antárticas no pueden entenderse como piezas en sí mismas, sino como conjuntos que combinan aspectos técnicos, logísticos, funcionales y estéticos que interactúan y se relacionan entre sí.

La invención de la radio a fines del siglo XIX implicó una nueva manera de romper fronteras físicas-temporales, y esto en el contexto de las expediciones antárticas, se tradujo en una garantía de seguridad y eficiencia, ya sea para la coordinación con nuevos medios de transporte (como el aéreo), expediciones en terreno, e incluso en

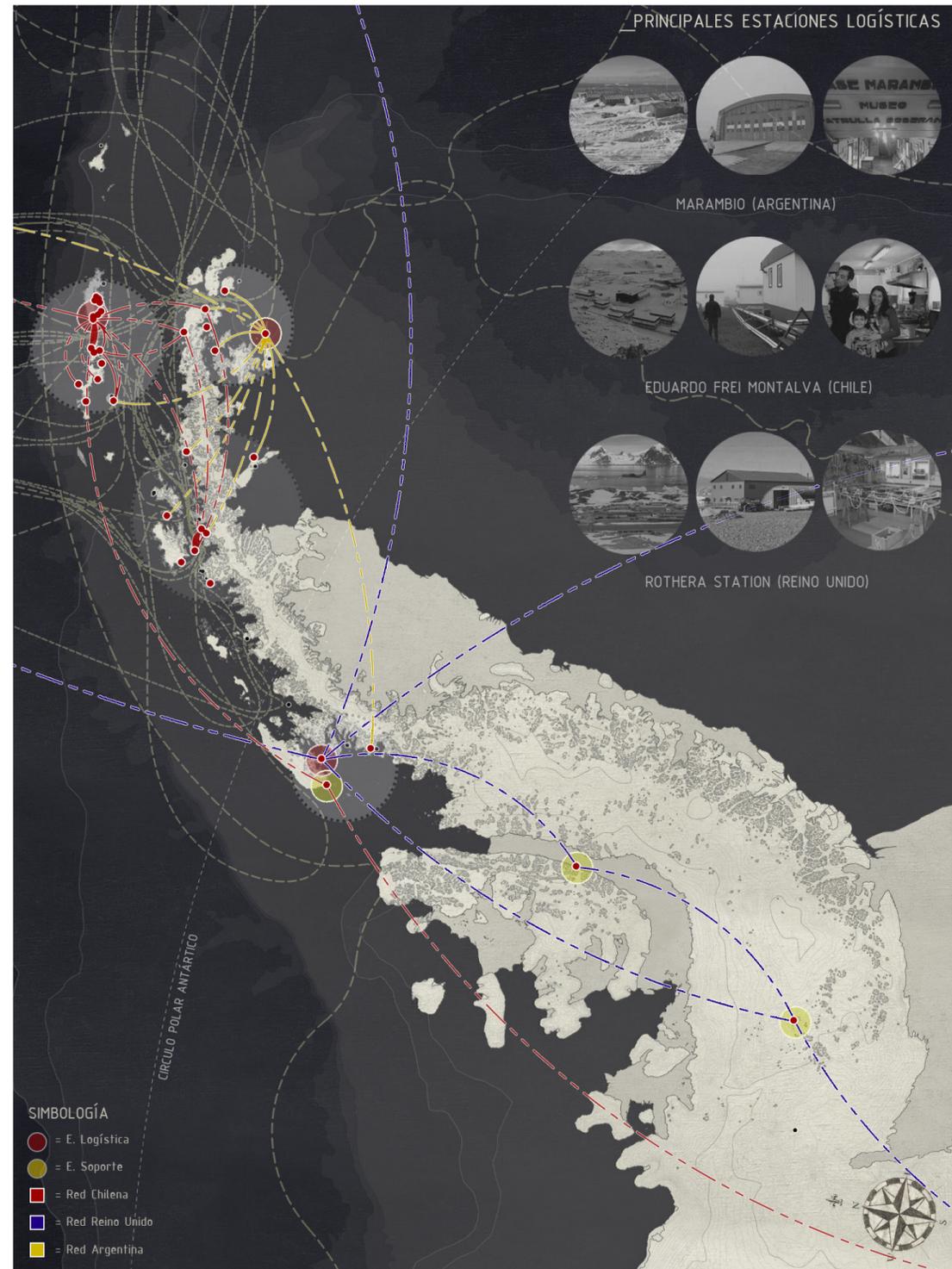
temas ligados a la moral de sus habitantes (Fogg, 1992). Es así como los componentes internos de las estaciones, asociados al ámbito de la telecomunicación (antena, estación de radio, generadores de energía, incluso cables) adquieren una presencia relevante en las estaciones (FIG 2).

Actualmente el desarrollo tecnológico ha ampliado el campo de acción de la telecomunicación hacia funciones ligadas a la acumulación, monitoreo, registro y distribución de información. Esto si se considera además el carácter científico de Antártica, hace que la implementación de nueva infraestructura en dicho ámbito sea una alternativa a real para el desarrollo de la actividad humana en el continente a futuro.

La siguiente investigación abordará el estudio de las estaciones antárticas enfocándose en las posibilidades que la implementación de las tecnologías del área de la telecomunicación puedan implicar en el diseño y proyección de futuras estaciones en el continente donde la intervención del humano sea solo un complemento al funcionamiento de las actividades de registro de datos.

Para lo anterior el estudio de referentes del siglo pasado como los trabajos desarrollados por la escuela Vkhutemas y Buckminster Fuller serán fundamentales para el argumento de esta tesis, casos donde la infraestructura de la telecomunicación se ha abordado como objeto de interés arquitectónico, donde el culto a la sincronización y monumentalización de la telecomunicación indican el camino hacia la integración entre infraestructura y arquitectura.

III. FORMULACIÓN



3

I. PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

Habitar en la Antártica supone un desafío. Por un lado, es el continente más aislado e inaccesible del mundo, y por el otro presenta condiciones climáticas extremas que dificultan la presencia humana. En ese contexto, la habitabilidad del continente implica más que la mera construcción de ambientes aclimatados, sino que hay una serie de infraestructuras y dispositivos tecnológicos que son necesarios para el desarrollo de la actividad humana.

Basándose en las ideas de Mark Wigley (2015) en las que sitúa a la arquitectura en un mundo interconectado por ondas electromagnéticas y el flujo de información¹, la presente investigación propone el entendimiento de las estaciones de la Península Antártica como elementos que configuran una serie de redes jerárquicas y en donde cada una desempeña un rol específico dentro de la red antártica. Así, las estaciones pueden clasificarse de acuerdo a cuatro funciones principales: logística, soporte, científica y refugio.

Las estaciones logísticas son el principal nexo entre Antártica y el resto del mundo. Al ser puntos de acceso al continente estas y el centro operacional de la red, cuentan con mayor infraestructura (como pista de aterrizaje y puntos de acceso marítimo) que les permite abastecer y coordinar aspectos logísticos con las estaciones circundantes. En la Península Antártica hay tres

¹ Según Wigley, vivimos en radio y la arquitectura real de nuestro mundo es la de la electro-frecuencia. Somos constantemente redefinidos por incontables ondas que se superponen y atraviesan nuestros cuerpos y edificios, pero aún no somos conscientes de lo que eso significa. La figura de Richard Buckminster Fuller es crucial para Wigley de cara al entendimiento de nuestro mundo cada día más electrónico.

estaciones que cumplen estas características, Marambio (Argentina), Frei (Chile), Rothera (Reino Unido).

Las estaciones soporte por otro lado, actúan como puntos intermedios de abastecimiento y refugio entre las estaciones del borde del continente (logísticas y/o científicas) y las que se encuentran hacia el interior. Estas son pequeñas instalaciones que dada la extensión del continente y las grandes distancias que separan a sus puntos, son necesarias para mantener el funcionamiento de la red antártica.

En tercer lugar, las estaciones científicas, están orientadas al desarrollo del estudio del continente, siendo el centro operacional de expediciones en terreno y actividades relacionadas al registro de datos. Pueden ubicarse tanto en el borde del continente como hacia el interior y su operatividad puede ser todo el año o limitarse únicamente a la temporada estival, dependiendo de la infraestructura específica con que cada una cuenta y su distanciamiento respecto a una estación logística.

Finalmente, los refugios son instalaciones mínimas localizadas en zonas de extracción de muestras próximas a las estaciones científicas. Estos ofrecen servicios básicos y cobijo en caso de que alguna expedición en terreno lo requiera.

La jerarquización de las estaciones sumado al gran número de estaciones que la Península Antártica concentra, se

4 Little America en construcción (1928).
Fuente: Richard E. Byrd Papers

En un primer plano se ve el acopio de cajas con provisiones para resistir la temporada, luego una pequeña cabaña para el resguardo de la expedición y en el fondo se alzan las antenas de telecomunicación de la estación.



4

5 Radomo en las inmediaciones de la estación McMurdo (2018).
Fuente: United States Antarctic Program

Su ubicación estratégica es crucial para la descarga de datos de satélites en órbita.



5

traduce en redes ejecutadas paralelamente por países que cuentan con mayor presencia en la zona como lo son los casos de Argentina, Reino Unido y Chile (FIG. 3).

Dado lo anterior, la coordinación logística, comunicación y sincronización de información dentro de las redes es clave, por lo que no es casual que uno de los elementos fundamentales a instalar para dar vida a la estación sea justamente el dispositivo que le permite integrarse a la red: su antena de telecomunicación. Tal como lo ilustra la imagen del incipiente sueño norteamericano en Antártica con la estación Byrd en construcción (FIG. 4):

“Antártica era una amalgama futurista de mar, aire y tecnologías incorpóreas. Mientras esta utopía tecnológica persiste en Antártica, también apunta a un pasado incompleto e incluso imposible. Ese pasado y esa incompletitud decantan en la intrusión del ser humano²”.

(Glasberg, 2012, pp.9).

Junto con esto, el progreso tecnológico que las telecomunicaciones han vivido en las últimas décadas con la conectividad satelital y nuevas funciones relacionadas al registro y descarga de datos, además de la privilegiada localización geográfica de Antártica de buena conectividad con satélites de órbita polar, hacen que esta sea un lugar propicio para la instalación de nuevas tecnologías de telecomunicación (Klügel et al., 2015). Por lo mismo,

² Cita original: *“Antarctica was a futuristic amalgamation of sea, air, and disembodied technologies. While this technoogic utopianism persists in Antarctica, it also points to a past that is incomplete, and even impossible. That past and that incompleteness hinge on the intrusion of the human.”*

³ Esto se alude al concepto de habla inglesa “surveillance” el cual hace referencia al monitoreo de comportamientos, actividades o información con el propósito de recopilar y gestionar su uso, mediante la implementación de dispositivos de observación y rastreo a distancia.

a partir de la década de los 90 del siglo pasado, la implementación de nueva infraestructura con tecnología satelital en las inmediaciones de estaciones estratégicas, se presenta como una manera no solo de velar por la logística y seguridad de la estación, sino que también como un medio para llevar a cabo el registro del territorio antártico y su ecosistema³, emitiendo, recibiendo y produciendo de grandes cantidades de información desde y hacia el continente (Fig. 5).

Sin embargo, analizando los casos nuevos de Halley VI (2012), Princess Elisabeth (2009), Neumayer III (2009), o las propuestas para la renovación de diversas estaciones en la Península Antártica, se observa cómo el modelo de estaciones contemporáneas ha optado por generar prototipos que desde el exterior se muestran como máquinas autosuficientes, pero que en su interior cobijan un paisaje doméstico. La creación de espacios habitables para el ser humano continúa siendo aparentemente el fin último de las estaciones, relegando a un segundo plano los aspectos técnico-funcionales ligados a la infraestructura de telecomunicación y la operatividad de la red de registro de datos. (Fig. 6-9).

Esta dicotomía evidencia la tensión que existe entre tecnología y la imagen de tecnología, principalmente en ámbitos de posicionamiento o competencia entre países,



6



7



8

6 Princess Elisabeth desde el exterior (2012).
Fuente: Polar Foundation

7 Cocina estación Princess Elisabeth.
Fuente: International Polar Foundation

8 Interior estación Halley VI. Fuente: Ventura

9 Halley VI desde el exterior (2012). Fuente: Hugh Broughton Architects

Las imágenes ilustran las dos aristas que componen las estaciones actuales: una estética futurística exterior, y un interior apegado a la domesticidad..



9

donde lo que se muestra, en este caso el exterior de la estación, representa una imagen de progreso y poder de la nación.

Lo anterior entra en contradicción al cuestionarse si el fin último del ser humano en el continente es poder desplegar la red de registro de datos, más que habitarlo físicamente él mismo. En este caso, debería priorizarse el desarrollo de un lenguaje arquitectónico que responda a los requerimientos tecnológicos de la red por sobre los habitables para el ser humano.

La presente investigación plantea que las nuevas propuestas de renovación de estaciones antárticas, extravían el camino que se está tomando hacia la creación de una imagen arquitectónica de tecnología por sobre la comprensión real de lo que esta y su infraestructura asociada implican y posibilitan.

A partir de esta tensión entre infraestructura y arquitectura, se plantea la formulación de un proyecto que explore diluir los límites (materiales, funcionales, espaciales y estructurales) presentes en Antártica entre estación y antena, a modo de estrategia para el diseño de una nueva estación científica en la Península Antártica que habilite el estudio y monitoreo del continente desde la distancia. De esta manera se busca aprovechar las posibilidades que la tecnología de la telecomunicación brinda para la comprensión del continente y a la vez poder disminuir la presencia humana al mínimo necesario para garantizar el funcionamiento de la red de registro de datos.

II. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

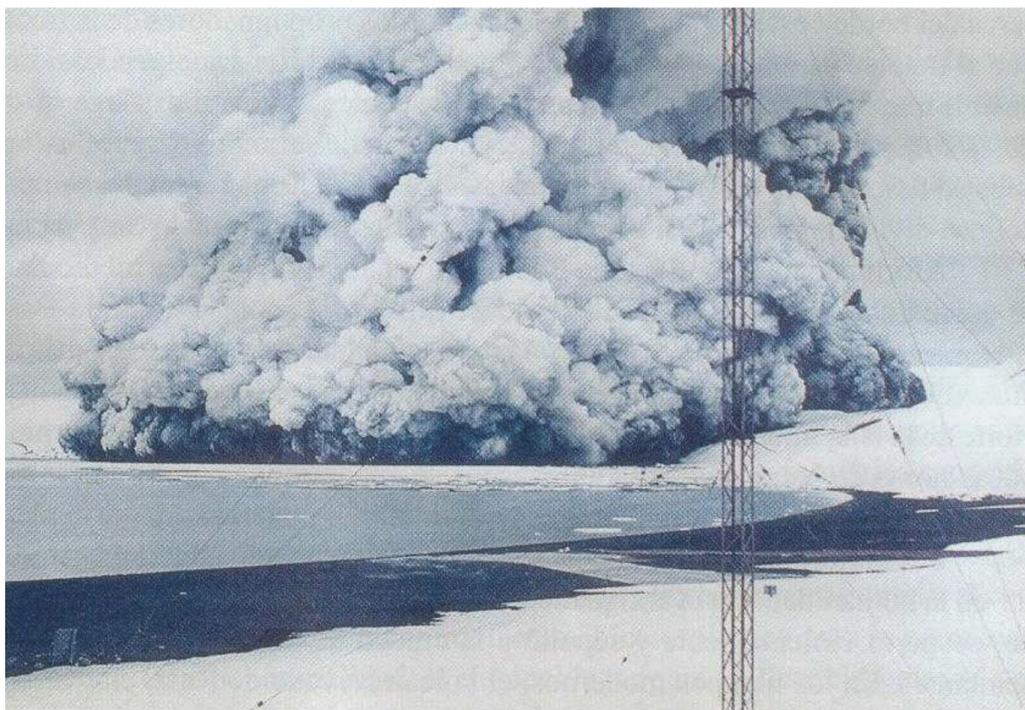
Considerando la importancia que el despliegue de infraestructuras del área de la telecomunicación tiene en el continente Antártico para el desarrollo tanto de actividades logísticas como científicas, sumado a la oportunidad que la implementación de nuevas tecnologías en dicho ámbito propicia para el progreso del continente como una fuente receptora, acumuladora y emisora de información, esta tesis aborda las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las condiciones materiales y territoriales que requiere el despliegue de dispositivos tecnológicos de telecomunicación para el desarrollo de la actividad científico-logística en Antártica?

¿De qué forma puede considerarse la fusión entre infraestructura de telecomunicación con los otros componentes de las estaciones para el desarrollo de futuros modos de ocupación del continente? Y a partir de esto, ¿cuál límite entre arquitectura e infraestructura? ¿Puede ser el diseño de infraestructura un problema más que técnico-funcional, sino que también arquitectónico?

Por último, en relación con una respuesta que logre materializar los cuestionamientos que esta tesis propone, ¿Cuáles son las tipologías de estación que surgen a partir de la disolución de los límites entre infraestructura de la telecomunicación y la estación antártica?

10 Erupción Volcánica en Isla de Decepción vista desde la antena de telecomunicaciones de la Ex-Estación Pedro Aguirre Cerda (1970). Fuente: Armada Española



10

11 Amalgama de Telecomunicaciones y fauna en el paisaje antártico (1957). Fuente: Jorge Valdés



11

III. HIPÓTESIS

El desarrollo tecnológico en el área de las telecomunicaciones ha posibilitado que en la actualidad su campo de acción abarque más que el intercambio de información entre dos puntos, sino que contemple nuevas funciones ligadas al registro y monitoreo de información, transformando a las nuevas infraestructuras de telecomunicación en importantes herramientas para la investigación y acumulación de data. En Antártica donde la expansión de territorio y extremas condiciones climáticas acotan el campo de acción del ser humano, el despliegue de dichas infraestructuras posibilita una forma más segura y efectiva de registro y estudio del territorio y su ecosistema. Por esta razón estaciones como McMurdo, O'Higgins, TrollSta o Bharati han incorporado nueva infraestructura de telecomunicación en sus inmediaciones, obteniendo buenos resultados en cuanto a la cantidad de información producida, recibida y emitida (Klügel et al., 2015).

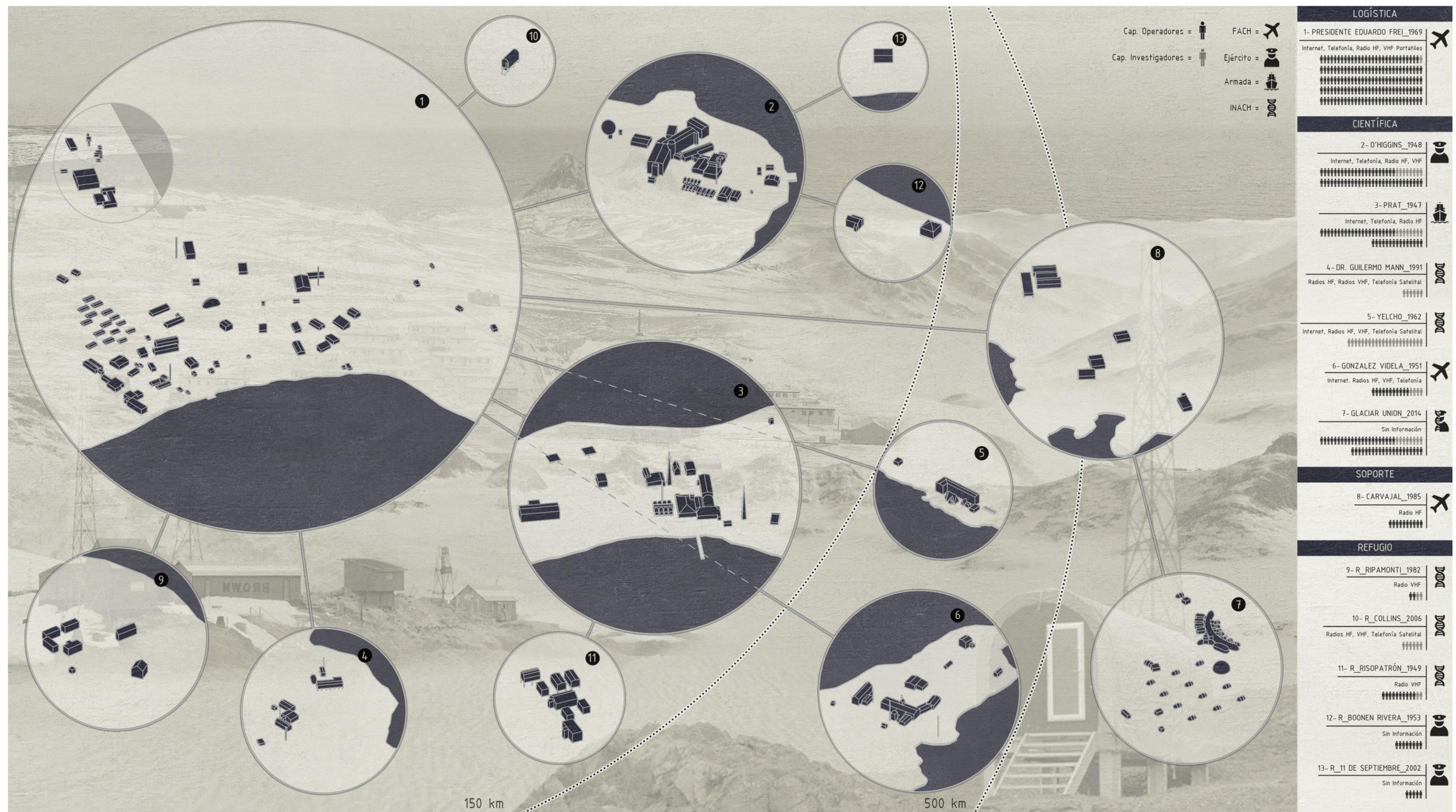
Justamente estos casos dan pistas acerca de los requerimientos que estas requieren para desempeñar su labor en el continente. En primer lugar, desde una dimensión territorial, la infraestructura de telecomunicación se ubica en puntos alejados de altas montañas que pudieran interferir la conectividad entre la estación y el otro medio emisor sea este un satélite en órbita, un dispositivo del territorio, o estación. Por otro lado, la infraestructura requiere de algún centro logístico cercano que permita el abastecimiento, operatividad y mantenimiento del dispositivo.

En segundo lugar, desde la condición del espacio físico, estas infraestructuras plantean el cruce entre la antena y el domo geodésico de Buckminster Fuller para generar un espacio de control ante el extremo clima exterior, esto soluciona tanto las necesidades funcionales de los dispositivos como de habitabilidad para sus operadores. La creación de zonas intermedias de control y maniobra de los dispositivos son necesarios para garantizar su operatividad.

Sin embargo, a pesar de estos nuevos ejemplos que se han implementado lo largo del territorio antártico, en la actualidad es posible identificar una clara sectorización en la organización interna de las estaciones. Por un lado, las zonas destinadas al uso cotidiano (dormitorios, oficinas o laboratorios) presentan un lenguaje arquitectónico propio e independiente, y por el otro, las infraestructuras de telecomunicación se alzan a sus espaldas como elementos disonantes. Teniendo en cuenta lo anterior además de los requerimientos territoriales y materiales ya mencionados, esta tesis propone que es posible concebir una estación que unifique ambas dimensiones, cruzando el concepto de ambientes protegidos o habitables asociado a las estaciones, con el tecnológico y funcional del monitoreo y registro asociado a las telecomunicaciones.

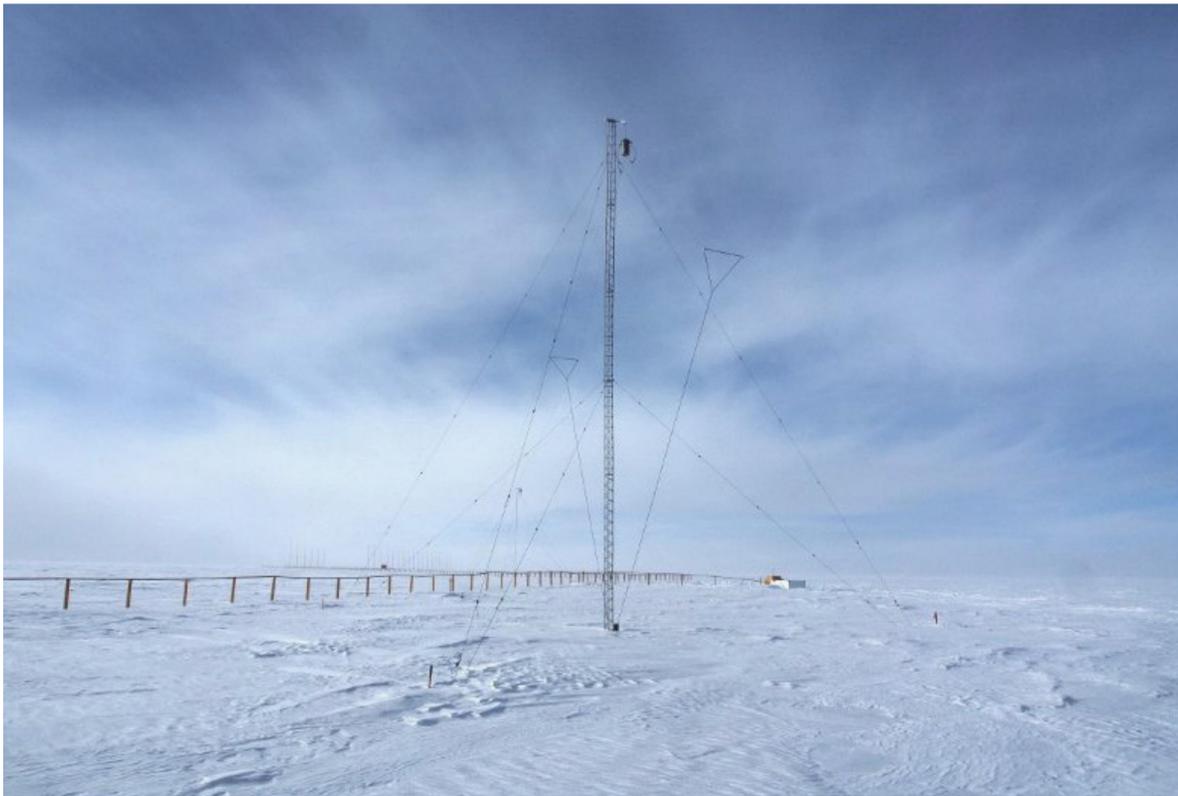
Así, mediante la articulación de infraestructuras de telecomunicaciones con espacios habitables mínimos que aseguren su funcionamiento, la tipología de estación-antena puede ser una respuesta al despliegue de telecomunicaciones y colaboración científica a lo largo del territorio antártico, planteando una nueva forma de ocupar el continente.

12 Esquema red de estaciones chilenas en la Península Antártica.
Elaboración Propia



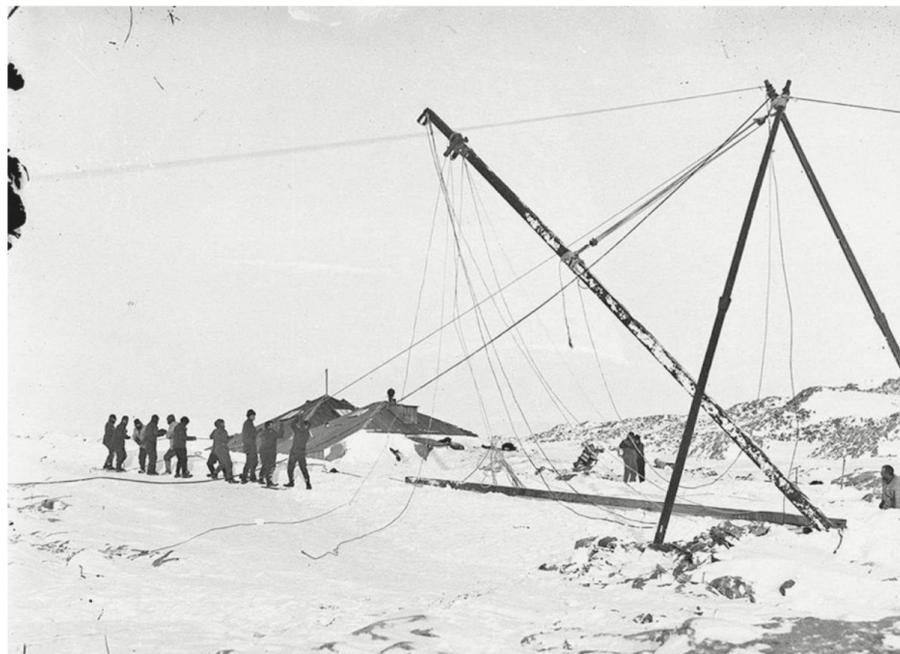
12

13



13 Concordia Research Station IA/IZ3SUS Antenna (2016). Fuente: DxNews

14



14 Raising a wireless mast at Cape Denison (1912). Fuente: Australian Antarctic Expedition

IV. OBJETIVOS

La presente investigación tiene como primer objetivo analizar las redes logísticas y de infraestructuras de telecomunicación que operan actualmente en la península antártica, profundizando su relación con las estaciones y los elementos de arquitectónicos y funcionales que las componen para comprender así la importancia que estas poseen para la presencia humana en la Antártica.

Junto a lo anterior, se busca estudiar la antena como la infraestructura fundamental de la configuración arquitectónica de una estación antártica, reconociendo así su rol protagónico en la coordinación, seguridad y registro de la actividad científica y logística dentro del continente.

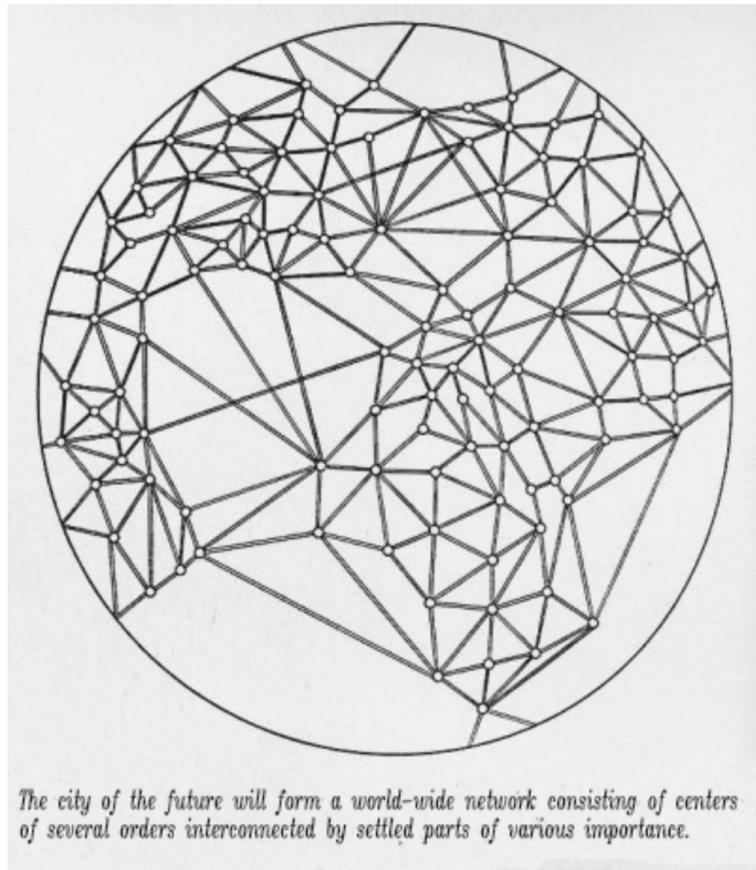
Por otro lado, dado el carácter científico de Antártica, se plantea dimensionar los alcances y posibilidades que el empleo de nueva infraestructura de telecomunicación pueda contribuir al desarrollo de investigaciones y colaboración internacional en cuanto a la obtención, registro y emisión de información.

Finalmente, y como principal objetivo de la investigación, se busca explorar posibilidades de integrar nuevos dispositivos tecnológicos de telecomunicación al desarrollo de futuras estaciones en Antártica por medio del diseño de una nueva tipología que logre diluir los límites entre antena y estación, integrando infraestructura con arquitectura.

V. METODOLOGÍA

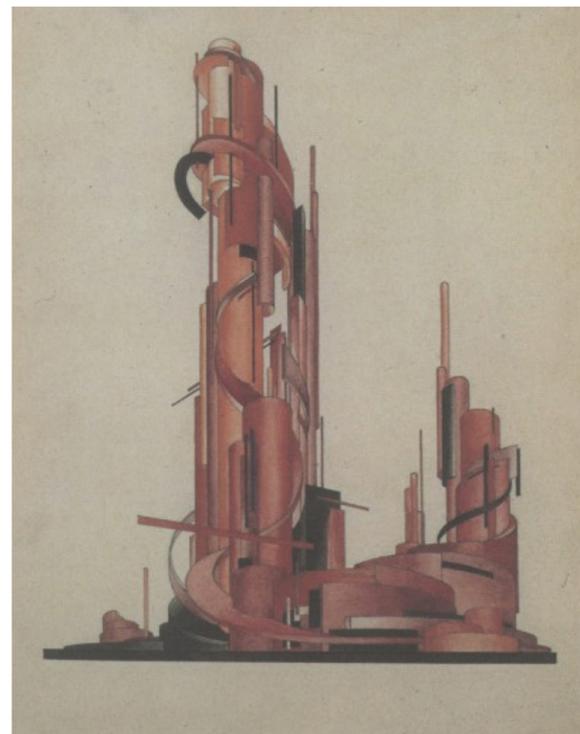
Como punto de partida se realiza un estudio del continente a partir del registro y representación de redes e infraestructuras en base a jerarquías y las funciones que desempeñan en el territorio. Desde esta primera aproximación, se reconocen ciertas relaciones entre puntos estratégicos de conexión con el resto del mundo, con lugares que despiertan interés científico en la Península. Se identifica así como se comienzan a configurar redes que ejecutadas paralelamente van estableciendo conexiones entre sus componentes y jerarquizando sus funciones en base a un despliegue logístico que permite el desarrollo de la actividad humana dentro del continente (FIG. 12). Es en este primer mapeo donde se reconoce que el habitar Antártica implica más que la mera construcción de ambientes aclimatados aislados en el territorio, sino que el despliegue de una red de infraestructuras que permite habitar, registrar y monitorear el continente.

Posterior a eso, se dirige la atención en la configuración misma de las estaciones identificando el rol fundamental que las infraestructuras del área de la telecomunicación desempeñan en la integración de la estación al sistema de redes de la Península. En base a revisiones bibliográficas, se analiza del rol histórico que dichas infraestructuras desempeñan en el despliegue de la actividad logística y científica del continente, reconociendo como el desarrollo tecnológico en el ámbito de la telecomunicación habilitó nuevas dinámicas



15

15 C. Doxiadis.
Ecumenopolis (1967).
Fuente: *Trumbal*



16

16 I. Chernikhov.
Composición (1924-1930).
Fuente: *The Charnel House*

de movilización dentro del continente por medio de la comunicación radial y como adentrándose hacia finales del siglo pasado y con proyecciones hacia el futuro, el despliegue de la red de telecomunicaciones implica una nueva forma de estudiar y registrar el continente por medio de dispositivos tecnológicos de monitoreo.

Un segundo mapeo que integra a la red Antártica de estaciones hacia una red global como es la trayectoria de satélites, evidencia que el desarrollo de nueva infraestructura de telecomunicación en el continente blanco abre las puertas hacia una Antártica interconectada, una en donde la localización estratégica de puntos de descarga y emisión de información con respecto al desplazamiento de satélites de órbita polar posibilita el monitoreo y registro del continente por medio de estos dispositivos. Así, el estudio de las tecnologías de telecomunicación como una alternativa al monitoreo y desarrollo científico-logístico en Antártica al se establece como la temática de interés a abordar en la tesis.

Para traducir estos intereses al campo de la arquitectura, se realiza un estudio bibliográfico de referentes y autores históricos y contemporáneos que profundicen sobre las telecomunicaciones y arquitectura de redes como un tema disciplinar. La figura de Mark Wigley, en su lectura de la obra de Buckminster Fuller, es un punto de partida fundamental para el entendimiento de la arquitectura dentro de una red en la cual las telecomunicaciones y el mundo interconectado se presentan como una

manera de romper fronteras físicas y domesticar grandes extensiones de territorio (FIG. 15). Por otro lado, la vanguardia soviética con destacados exponentes como Leonidov, Chernikov, o los hermanos Vesnin, se analiza como caso de estudio de referentes en donde la integración de la infraestructura de telecomunicación como objeto de interés arquitectónico, abre una serie de posibilidades tanto desde la representación, discurso, o el campo proyectual (FIG. 16).

Finalmente, la investigación busca decantar las temáticas levantadas en una propuesta formal dentro de la Península Antártica. Para ello se localiza un lugar que permita tensionar al máximo los requerimientos logísticos-científicos (en este caso la estación Yelcho en Isla Doumer) para el desarrollo de una nueva estación que logre converger las dinámicas tecnológicas y funcionales de las infraestructuras de telecomunicación, con las de habitabilidad y logística de la estación.

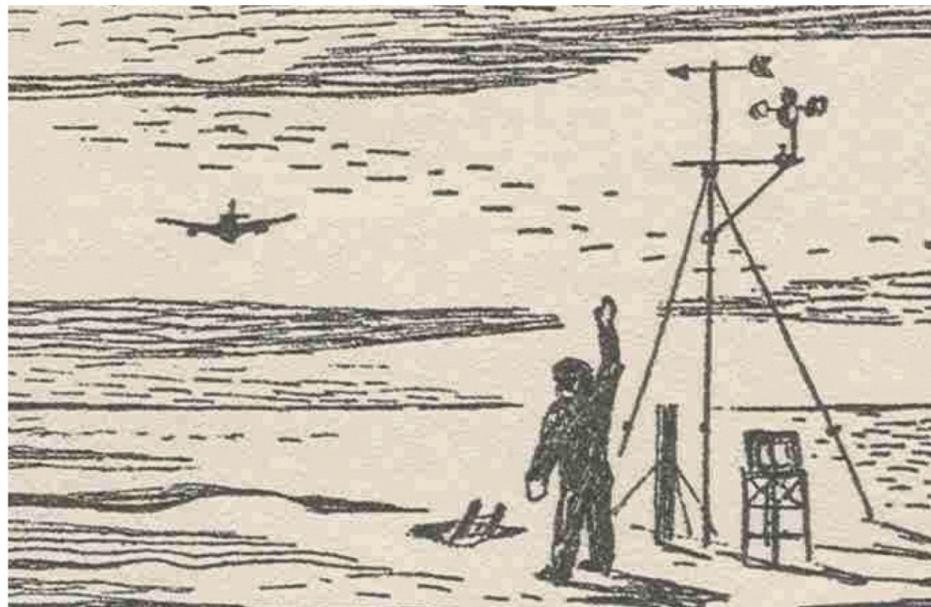
IV. UNA ANTÁRTICA CONECTADA

La historia de las Telecomunicaciones en el continente blanco durante el s. XX, desde la coordinación interna hacia la integración a la red global



17

17 Walter H. Hannam, wireless operator and mechanic (1912). Fuente: *Australian Antarctic Program*



18

18 Byrd waving bye bye. Fuente: *Explorer's Gazette*

Durante siglos científicos, aventureros, filósofos, y cartógrafos imaginaron lo que había al sur del mundo. El descubrimiento de Antártica dio paso a una acelerada carrera por descubrir y apropiarse del territorio y sus recursos. Sin embargo, posterior a la segunda guerra mundial, las excursiones hacia el continente blanco comienzan a darse bajo lógica de programas de investigación. El primero de estos, “Discovery”, impulsado por Reino Unido en 1925, fue el que comenzó esta dinámica. Dicha expedición se llevaba a cabo mayoritariamente a bordo de una embarcación por lo que no supuso avances importantes en estrategias logísticas para el despliegue de expediciones terrestres. Fue la expedición Byrd, realizada entre 1928 y 1930 la que realmente introdujo las tecnologías modernas en las expediciones Antárticas (Fogg, 1992).

Si bien los primeros registros de radiocomunicación en Antártica datan de 1911 desde una estación de telecomunicaciones en la Isla Macquarie (FIG. 17), es con la expedición Byrd cuando se logra establecer un contacto regular entre la estación, expediciones en terreno y el aeródromo (FIG. 18). La invención de Marconi⁴ permitiría entonces por primera vez gracias a la transmisión e intercambio de información, una nueva forma de desplazarse y monitorear Antártica, garantizando una mayor seguridad y cobertura de la actividad humana en el continente.

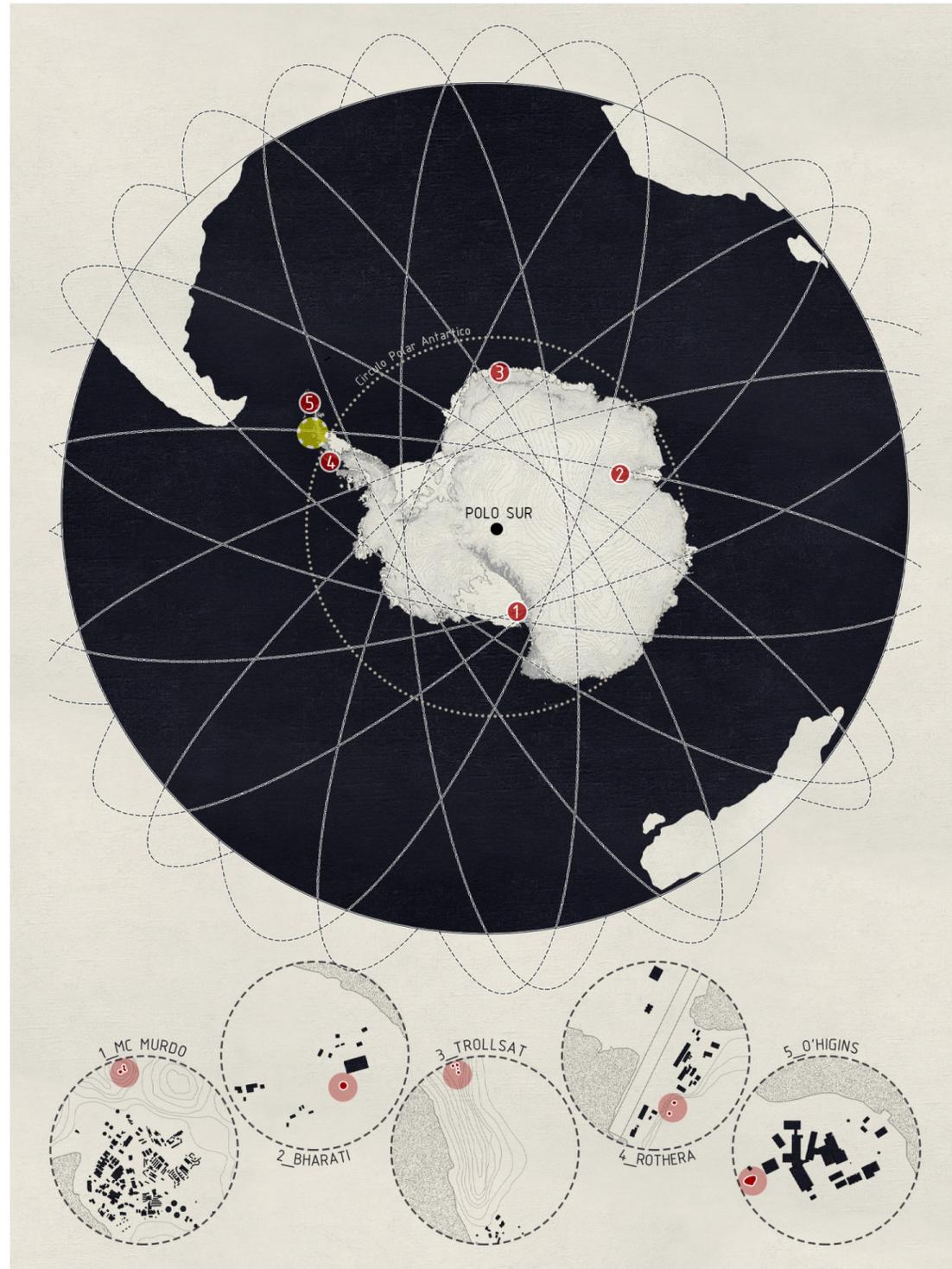
⁴ El italiano Guillermo Marconi es a quien se le atribuye haber logrado la primera transmisión por radio el 14 de mayo de 1879

De la mano de las infraestructuras de telecomunicación comienza a surgir en Antártica un lenguaje de despliegue de dispositivos sobre el territorio como una estrategia para desarrollar actividades logísticas y científicas dentro del continente (Glasberg, 2012). Lo anterior se acentúa si se considera que a partir de la década de los 70' del siglo pasado la introducción de la tecnología de telecomunicación satelital posibilitó una mayor precisión en el registro del territorio por medio de las funciones de navegación, rastreo e imagen que los satélites obtienen (Fogg, 1992). En palabras de William Fox, la era de la nueva tecnología permitió la implementación de dispositivos que extraen información detallada ampliando nuestro rango sensorial y abarcando desde reinos microscópicos, el mundo e incluso el estudio fuera de nuestro planeta (Fox, 2005).

En las últimas décadas, la instalación de este tipo de tecnologías se ha incrementado en zonas aledañas a estaciones de localización estratégica, obteniendo resultados positivos en cuanto a la cantidad de información capturada, almacenada y emitida (Delaquess, 2018). Actualmente el continente cuenta con cinco puntos donde se han instalado estaciones terrenas de rastreo satelital, McMurdo (Estados Unidos), TrollSat (Noruega), Bharati (India), Rothera (Reino Unido) y O'Higgins (Chile-Alemania). En todos los casos, las antenas instaladas se mantienen como elementos independientes a otras funciones de la estación y se ubican en puntos preferentemente

19 Mapeo distribución de dispositivos de telecomunicación satelital en Antártica respecto a la trayectoria de satélites en órbita, y su ubicación dentro de las estación. *Elaboración Propia*

En amarillo se localiza un potencial punto estratégico dentro de la Península Antártica.



19

elevados o libres de altas montañas (FIG. 19). Por otro lado, estas infraestructuras recurren a dos estrategias que les permiten mediar con las condiciones climáticas y la topograficos del lugar: elevarse del terreno natural para lograr una superficie plana sobre la cual instalarse mediante de plataformas; y la generación de un espacio contenido con una envolvente capaz de proteger a los dispositivos del viento y precipitaciones por medio de la cúpula geodésica de Buckminster Fuller, el radomo⁵.

La instalación de esta nueva infraestructura en las estaciones, provoca que se comience a dar un fenómeno inverso al que ocurría anteriormente en Antártica. Ahora la instalación de tecnologías de telecomunicación en zonas con estaciones ya consolidadas se presenta como una alternativa a la creación de nuevas estaciones. En palabras simples, si antes la instalación de dispositivos de telecomunicación como una antena, era un requerimiento técnico de la estación para mantenerse funcionando, en la actualidad la instalación de dichos dispositivos de telecomunicación próximos a las estaciones comienza a ser una operación válida para el desarrollo de actividades logísticas y científicas en la zona.

De esta manera, el cruce entre el soporte logístico que implica una estación consolidada con ambientes aclimatados y servicios básicos para investigadores y operadores, con las características técnico-funcionales de las infraestructuras de telecomunicación, comienza

a configurarse como una nueva estrategia para el despliegue territorial de la red de registro de datos, en donde el equilibrio entre cuanto de espacio para el hombre y cuanto para la tecnología plantea una incógnita a explorar.

Este fenómeno abre el debate también hacia nuevas dinámicas en materia de colaboración internacional donde dos casos localizados en la Península Antártica salen a relucir: entre Reino Unido y Holanda en Rothera y el Chile y Alemania en O'Higgins.

El año 2012 se instala en la estación británica Rothera el Laboratorio Dirck Gerritsz, cuatro módulos de laboratorios junto a una serie de dispositivos de telecomunicación que son los que hoy en día permiten que científicos holandeses puedan desarrollar estudios sobre el cambio climático, ecosistemas polares, explotación sustentable y el panorama social, legal y económico de Antártica (COMNAP, 2015).

Por otro lado, en 1991, anexa a la estación chilena O'Higgins, se instala la Estación Alemana de Recepción Antártica (GARS O'Higgins). Una gran antena parabólica de 9 metros junto a 20 contenedores dispuestos alrededor de esta, concentran las actividades científicas alemanas de la zona (FIG. 20-21). Gracias a la cooperación con la estación chilena, desde 2010, la estación se encuentra operativa a tiempo completo y pudiendo contar con un

⁵ El nombre proviene de la conjunción de las palabras radar y domo. Estas son estructuras ligeras que protegen a los dispositivos de telecomunicación, sin interferir con su funcionamiento regular.

20 Estación alemana GARS instalada en la Estación chilena O'Higgins. *Fuente: INACH*

21 Vista desde el mar de estación O'Higgins y GARS (2018). *Fuente: ArtfulLiving*

La Antena parabólica alemana (blanca) se sustenta de las facilidades que la estación chilena O'Higgins (roja) le brinda.



20

21



equipo de 10 científicos, ingenieros y técnicos que se encargan de analizar, estudiar los datos registrados por el dispositivo, y mantenerla su funcionamiento (DLR, s.f.). La antena cumple funciones de rastreo satelital, descargando datos de mapeo del territorio, mediciones meteorológicas y observaciones geodésicas, así el dispositivo convierte en una herramienta de cooperación internacional que integra el uso de la información satelital de punta y el estudio del medioambiente y el cambio climático (INACH, 2011). En ambos casos las tecnologías de telecomunicación son mediadores de cooperación entre naciones, ya sea operando en el estudio de un sector específico u obteniendo datos del contexto global.

En base a lo anterior, se extrae que las telecomunicaciones en Antártica se pueden abordar desde dos dimensiones considerando el campo de acción que los dispositivos posibilitan. En primer lugar, se identifica la implicancia de una escala territorial-continental. En esta, se contempla el despliegue de infraestructuras orientadas al intercambio de información entre estaciones, medios de transporte y expediciones en terreno, junto al registro monitoreo y acumulación de data para las diversas investigaciones científicas que se llevan a cabo en el continente. La antena de telecomunicación, estación radial, centro de almacenaje de data y dispositivos de terreno como drones, sondas y globos meteorológicos desempeñan una labor clave para el desarrollo logístico y científico del continente.

En segundo lugar, existe una implicancia de una escala global. La buena conectividad que posee Antártica dada su localización respecto a los satélites de órbita polar, hace que la ubicación estratégica de infraestructura de tecnología satelital como las antenas parabólicas y sus respectivos radomos (radar + domo), sea idónea para la proyección de estaciones terrenas donde la descarga, acumulación y transmisión de data desde sea el campo por explotar.

Ambas escalas en la que las telecomunicaciones operan en Antártica tienen sus propios requerimientos técnico-funcionales. Sin embargo, para efectos de esta investigación, se optará por profundizar el área de la telecomunicación interna del continente. Con esto se buscará explorar como el despliegue de nueva infraestructura y dispositivos para el monitoreo interno del continente (antenas HF y VHF, estaciones radiales, centros de almacenaje de data, drones, sondas y globos meteorológicos), pueden contribuir al desarrollo científico-logístico habilitando nuevas zonas de estudio, disminuyendo el área de intervención del ser humano, mejorando la obtención de información y abriendo las puertas a sistemas de colaboración transnacional.



22

22 Estación Gabriel González Videla (s.f).
Fuente: INACH



23

23 Estación Almirante Brown (s.f). Fuente: Interpatagonia

24 Estación Marambio (2018). Fuente: Noticias Fuegoínas

25 Estación Melchior (2018). Fuente: CriticaSur

26 Estación Arturo Prat (s.f). Fuente: INACH

27 Estación Carlini (2020). Fuente: Cronista

28 Estación Frei (s.f). Fuente: PolarLab Chile

29 Estación Palmer (s.f). Fuente: United States Antarctic Program.

25



24



26



27



28



29

Las imágenes muestran el estado actual de una serie de estaciones Antárticas con sus respectivas antenas de telecomunicación.

V. MONITOREO CIENTÍFICO EN ANTÁRTICA
Estación Yelcho e Isla Doumer como sitio de interés



30



31

30 Ballooning in the constant sun of the South Pole summer (2014).
Fuente: Flickr

31 Yeti - the robot (2016). Fuente: National Geographic

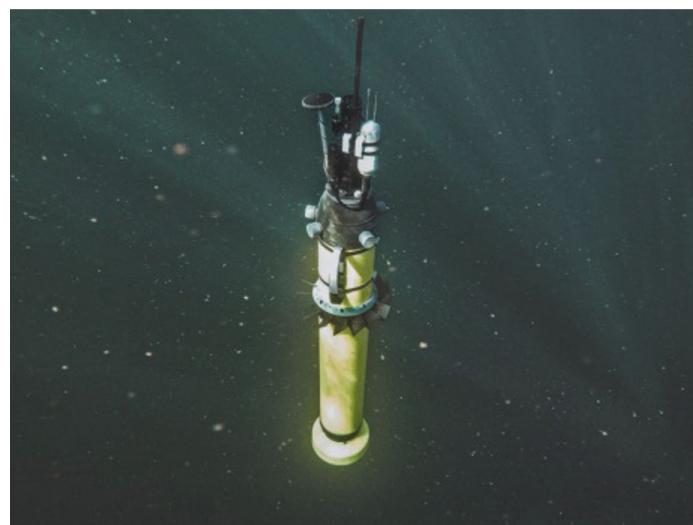
32 Lanzamiento de dron desde zodiac (2016).
Fuente: Popular Science

33 Sonda marina para identificar consecuencias del cambio climático (2017). Fuente: The New Humanitarian

Imágenes de la serie de dispositivos de monitoreo que facilitan la actividad de los científicos en el continente



32



33

ANTÁRTICA, EL CONTINENTE DE LA CIENCIA

Las particulares condiciones climáticas y geográficas que posee Antártica con bajas temperaturas y una superficie cubierta al 99% de hielo, hacen del continente el congelador del mundo, conteniendo una gran diversidad de ecosistemas y siendo objeto de alto grado de interés científico. A raíz de esto, en 1959 se decide firmar el Tratado Antártico en el que, dentro de una serie de acuerdos, brinda un marco normativo con relación al uso pacífico de la Antártica, la cooperación para la investigación científica, el intercambio de información, y las normas y convenciones para la conservación de los recursos y del ambiente (INACH, 2019).

Así, Antártica es considerado el continente de la ciencia, un laboratorio frágil y vivo para la humanidad en donde se llevan a cabo estudios científicos en una diversa gama de temas como la medicina, agricultura, telecomunicaciones, geología, arqueología, biología y meteorología (INACH, 2018). No obstante, las extremas condiciones climáticas y gran extensión del continente en comparación a los asentamientos humanos que hay en él, dificultan el desarrollo de la actividad científica. De esta forma, la manera de realizar labores científicas dentro del continente se resume a dos opciones: toma de muestras en terreno para un posterior análisis en el ambiente aclimatado de una estación, o el despliegue de tecnologías de telecomunicación que sean capaces de llevar registro y monitorear el objeto o caso de estudio.

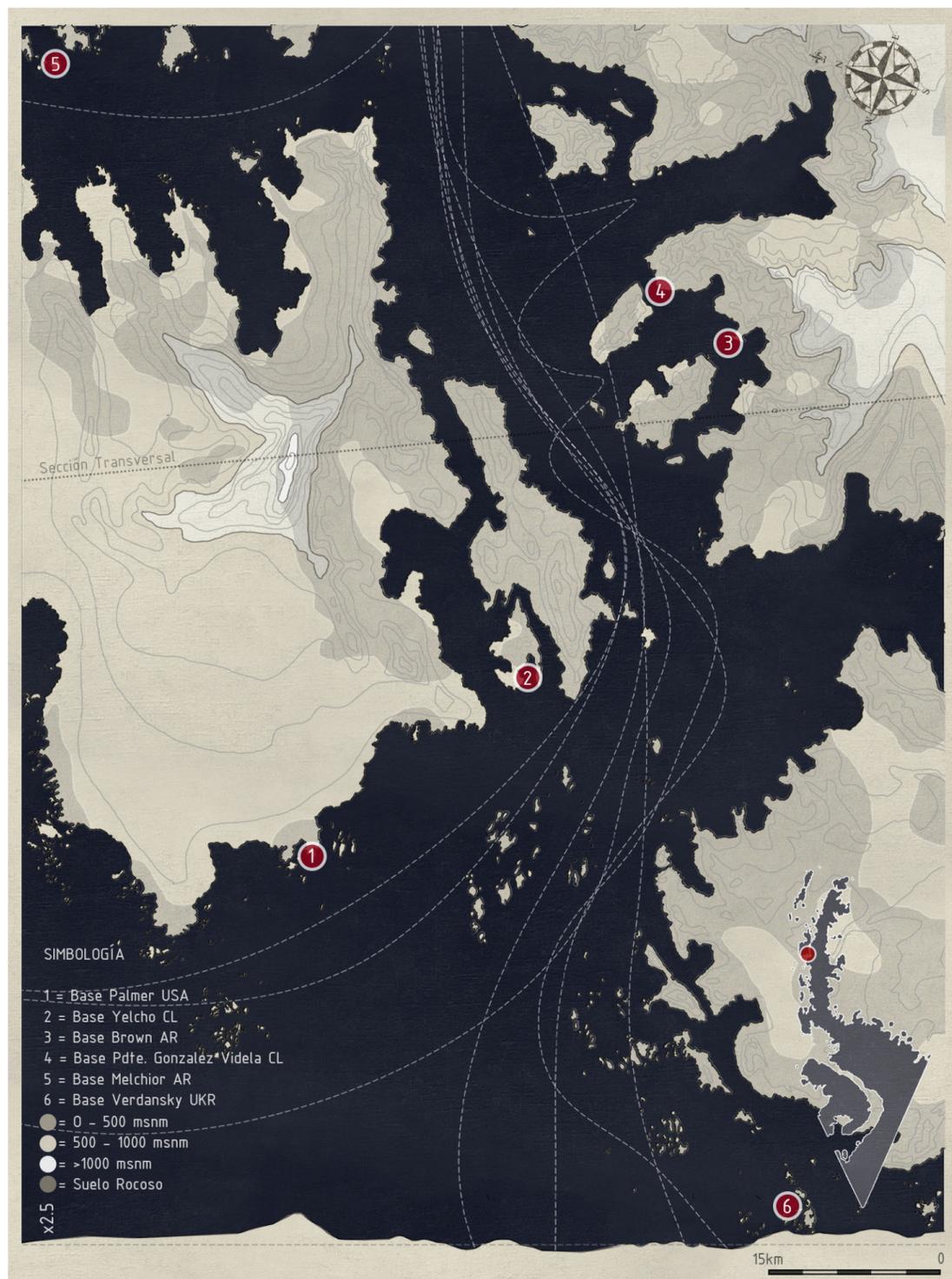
El desarrollo de la ciencia en Antártica ha implicado entonces el despliegue de una serie de tecnologías de monitoreo como globos meteorológicos, drones o sondas que permiten la recopilación, acumulación y emisión de información dentro del continente (FIG. 30-33). Así, las tecnologías se diluyen en el paisaje Antártico minimizando la labor de campo de los científicos que la visitan y estableciendo un sistema cooperativo entre hombre y máquina que llevan a pensar cómo se pueden plantear nuevas estrategias de integración entre estos dos mundos para el despliegue de la red de registro de datos en Antártica.

ISLA DOUMER, EL TESORO PARA LA CIENCIA MARINA EN ANTÁRTICA

La zona del continente que más interés despierta dada a la riqueza y variedad de estudios que en ella se pueden llevar a cabo es la Península Antártica, justamente el sector del continente donde Chile tiene reclamaciones territoriales.

La soberanía chilena en la Península Antártica está configurada por una red que se puede diseccionar en tres zonas principales. La primera, ubicada en la punta de la península, en la Isla Rey Jorge, contiene el principal centro logístico de la red, la estación Frei. En un radio de 150 kilómetros esta se encarga no solo de ser el punto de entrada y abastecimiento de un gran número de estaciones y refugios del sector en donde se llevan a cabo investigaciones científicas (O'Higgins, Guillermo

34 Sector del caso de estudio, Archipiélago de Palmer en la zona central de la Península Antártica. *Elaboración Propia*



34

Mann, Prat, Escudero, Collins, Ripamonti, Risopatrón, Boonen Rivera y 11 de Septiembre), sino que además es la encargada de coordinar y organizar toda la logística chilena del continente. En una segunda zona, ya en un radio de 500 kilómetros con respecto a Frei, se encuentran las estaciones y refugios Yelcho y Gabriel González Videla. En ellos, la falta de infraestructura y tecnología necesaria para operar durante toda la temporada, hacen que las instalaciones de esta zona estén operativas sólo durante la temporada estival (COMNAP, 2017). Por último, hacia el interior del continente, se encuentra la Glaciar Unión, una estación que dada la gran distancia de más de 1000 kilómetros que la separa del resto de las estaciones chilenas hace necesaria la instalación de un punto intermedio, Estación Carvajal, que funciona como soporte y articulador entre el exterior del continente y Glaciar Unión (INACH, s.f.).

Dentro de la red, el segundo sector de las estaciones Yelcho y Gabriel González Videla, se identifica como una zona de interés para el caso de estudio. Esto debido principalmente a la intermitencia con que opera, lo que limita el estudio científico en dicha zona a únicamente la temporada estival. Además, este sector concentra estaciones de diferentes nacionalidades (Estados Unidos, Polonia y Argentina) y de connotación científica en áreas diversas como la biología, geología, meteorología y buceo científico, lo que podría dar paso a acercamientos colaborativos de cooperación internacional para el

desarrollo del estudio científico en la zona (FIG. 34). Asimismo, se decide estudiar en profundidad el caso de Yelcho, a causa de las actuales condiciones de deterioro en que se encuentra, contar con un nuevo plan de renovación y el carácter patrimonial que la otra estación del sector, Gabriel González Videla, tiene.

ESTACIÓN YELCHO

Inicialmente fundada en el año 1962 por la Armada chilena y cedida en los años 80' al INACH (Instituto Antártico Chileno), la Estación Yelcho es actualmente una de las cuatro estaciones administradas por dicha institución en el continente blanco. Junto con esto, Yelcho corresponde a una de las siete estaciones en que se desempeñan labores científicas de la red chilena antártica, por lo mismo, su rol está asociado al desarrollo y monitoreo de investigaciones de carácter científico en la zona. En ese sentido, la Estación Yelcho se posiciona actualmente en un estrato secundario de la red, siendo un punto intermitente (dado su carácter estacionario) de operaciones científicas.

Ubicada en un sector resguardado del archipiélago de Palmer⁶, la estación está emplazada en las entradas suroccidentales del Canal Neumayer en la Bahía del Sur de Isla Doumer. Esta isla, se caracteriza por estar en una zona protegida y rodeada de glaciares en donde su profunda bahía despierta un alto interés científico ya

⁶ Las características geográficas del entorno circundante, la Isla Anvers al norte y las montañas del interior del continente al sur, ofrecen una protección natural para la bahía donde se ubica la estación.





36

36 Estación Yelcho desde el mar (s.f.). Fuente: INACH

37 Buceo científico en Isla Doumer (2015). Fuente: INACH

El buceo científico es el principal atractivo de la zona dada la riqueza del lecho marino y su variado ecosistema



37

que permite comparar las comunidades bentónicas del sector (focas de Weddell, orcas, ballenas de jiba, entre otros) con aquellas ubicadas más al norte (FIG. 34). El desarrollo de investigaciones marinas y oceanográficas en Isla Doumer amplía la cobertura geográfica del programa polar nacional, especialmente en lo que se denomina la “Antártica Marítima” (DiarioUchile, 2015). Por otra parte, a comienzos del año 2019, se logró un hecho inédito para la ciencia chilena Antártica: la instalación de un sistema de monitoreo de acidificación en la bahía que aportará valiosa información sobre consecuencias del cambio global en el continente blanco (Cienciachile, 2019).

La estación se emplaza en un sector rocoso en la costa sur de la bahía, sector con una suave pero constante pendiente que llega hasta los 80 msnm en su punto más alto. La estación sin embargo, se dispone paralela al mar evitando el contacto con el agua, siendo únicamente unas plataformas instaladas junto al borde rocoso las que hacen de mediadores entre la estación y el mar para el recibimiento de embarcaciones.

En un proceso de tres etapas, la estación se ha ido expandiendo hasta lo que es actualmente: seis edificaciones contienen las instalaciones para las 22 personas que la estación puede acoger durante la temporada estival. En estas se encuentran: un volumen principal de dos pisos en los que se contiene dos laboratorios, los dormitorios para científicos y un comedor común; un segundo módulo de habitación

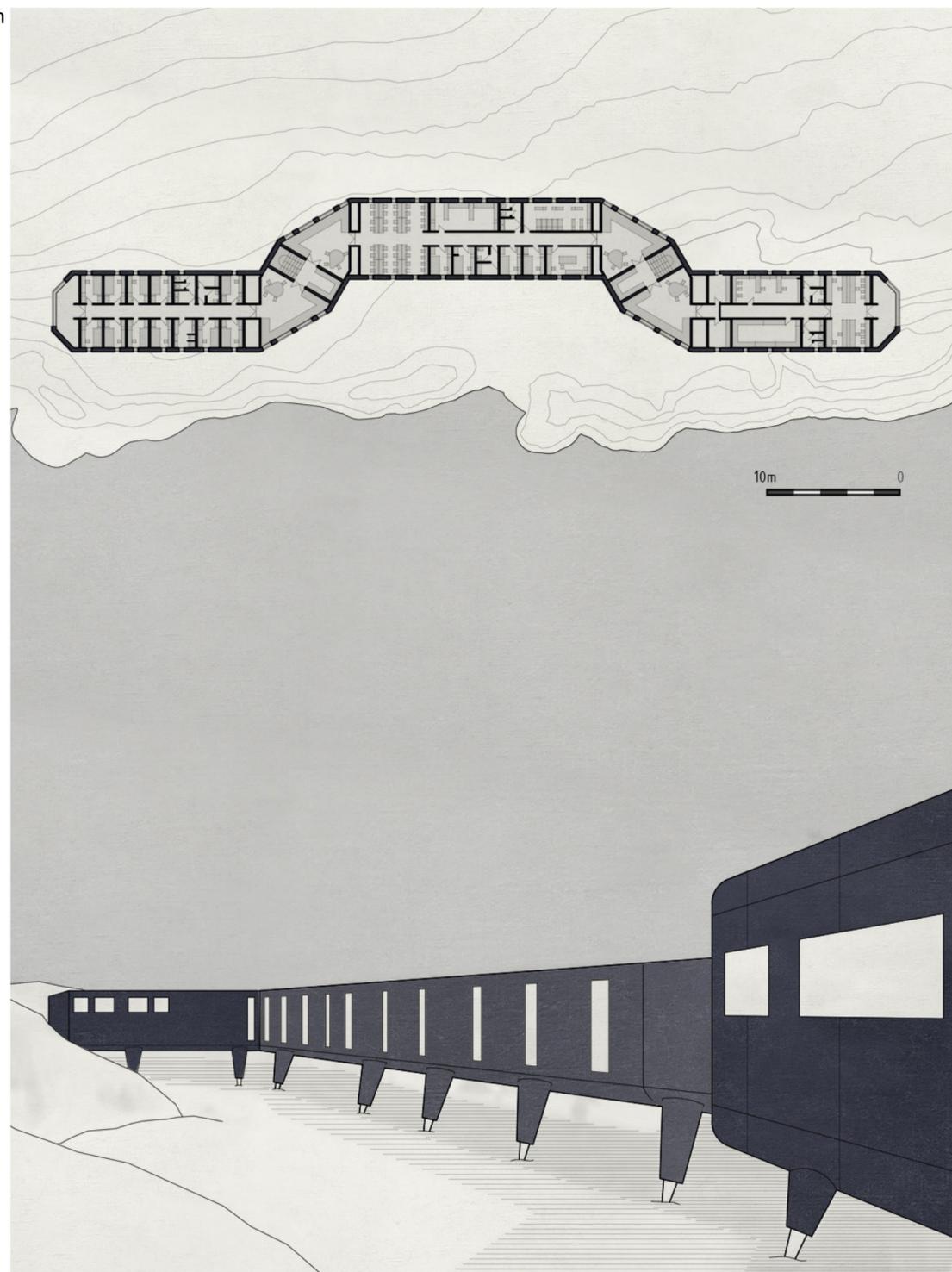
en la cabaña contigua; y por último el resto de los programas orientados al mantenimiento y subsistencia de la estación (sala de mantenimiento, almacenaje de equipamiento, combustible y muestras, generadores de energía) en las otras edificaciones (Fig. 35). Por otra parte, la estación cuenta con tecnologías básicas de telecomunicación que le permiten el uso de telefonía satelital, radio HF y VHF, y un restringido acceso a internet (INACH, s.f.).

ESTADO ACTUAL Y PLAN DE RENOVACIÓN

Hoy en día, la estación logra mantenerse operativa mayormente gracias al módulo principal añadido en la reapertura de 2014, el que contiene las zonas comunes, laboratorios y mayoría de dormitorios. Por otra parte, la instalación de una plataforma de madera que conecta los volúmenes y media con el rocoso terreno en que se emplaza la estación, es una operación que también ha facilitado el desarrollo de las actividades cotidianas de la estación (FIG. 39).

Sin embargo, los módulos más antiguos cuentan aún con pobres condiciones materiales y un alto grado de obsolescencia a pesar de haber sido rehabilitados para la reapertura. Lo anterior sumado a las limitaciones de accesibilidad que la insuficiente infraestructura existente posibilita para mediar entre la estación y el borde rocoso, provocan que Estación Yelcho cuente actualmente con un plan de renovación que se ajuste a los estándares contemporáneos de habitabilidad que una estación

38 Propuesta renovación Estación Yelcho para INACH. *Elaboración Propia*



38

antártica debiese tener.

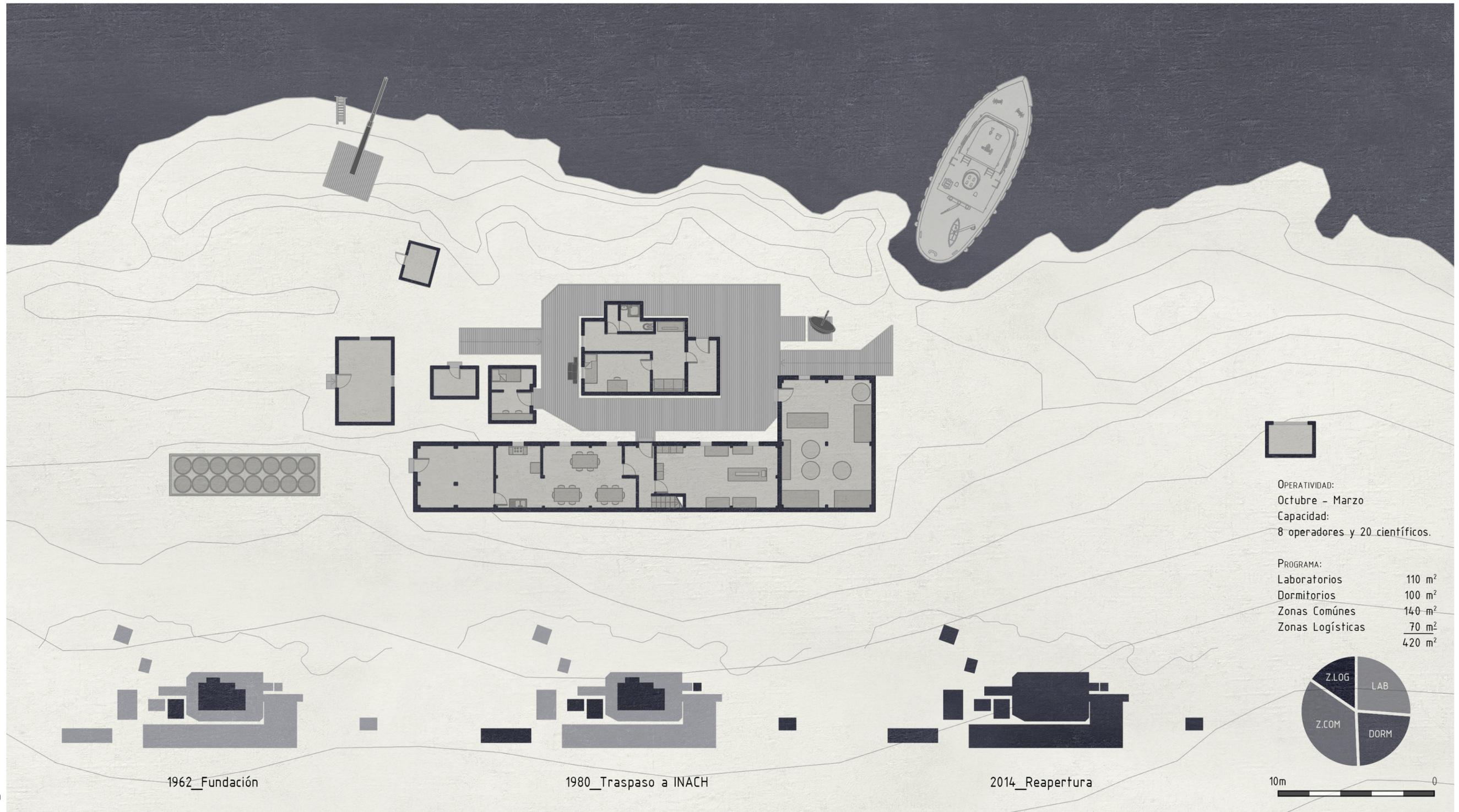
La renovación es parte de un plan impulsado por el INACH que contempla a tres estaciones chilenas (Frei, Yelcho y Carvajal). Esta consiste en la implementación de un sistema de módulos prefabricados que se elevan sobre pilotes, y que permiten configurar diferentes composiciones por medio de la adición de módulos. El caso particular de Yelcho propone reemplazar los edificios existentes por un único volumen de 835 m² que concentre las zonas de trabajo, ocio y descanso de la estación. Al igual que las instalaciones actuales, la propuesta se dispone paralelamente al borde costero, careciendo aún de algún mediador entre la estación y los puntos de acceso a esta (FIG. 38).

Tanto su sistema constructivo modular, estrategia de llegada al suelo, aspectos estéticos e incluso la disposición lineal de la estación, hacen inevitable asociarla a la estación Halley IV. El modelo británico es parte de una serie de estaciones antárticas contemporáneas que han renovado su imagen con el fin de expresar condiciones de progreso y tecnología en el continente.

Este simple gesto de repetir las mismas operaciones que la estación Halley IV, teniendo una nula consideración del contexto particular del caso y su relación con los puntos de acceso, evidencia que la propuesta responde más la necesidad de renovar la imagen de las estaciones antárticas nacionales que a solucionar los problemas del caso mismo. Por otro lado, la construcción de este

imaginario de estaciones antárticas que buscar replicar lo hecho por otras naciones, extravía la noción de tecnología, logrando crear únicamente una imagen de esta sin comprender las implicancias y posibilidades que progreso tecnológico puede significar a la hora de plantear estrategias de ocupación del continente.

Considerado el plan de renovación que propone actualmente el INACH, las precarias condiciones materiales y de accesibilidad, y su privilegiada localización en un sector que concentra alta actividad científica, hacen que Yelcho sea una estación idónea para llevar a cabo una propuesta que posibilite la implementación de la nueva tipología de Estación-Antena, que traspase los límites entre arquitectura e infraestructura como una estrategia para monitoreo y desarrollo científico-logístico en la zona de Isla Doumer.



39 Planta Estación Yelcho. *Elaboración Propia*

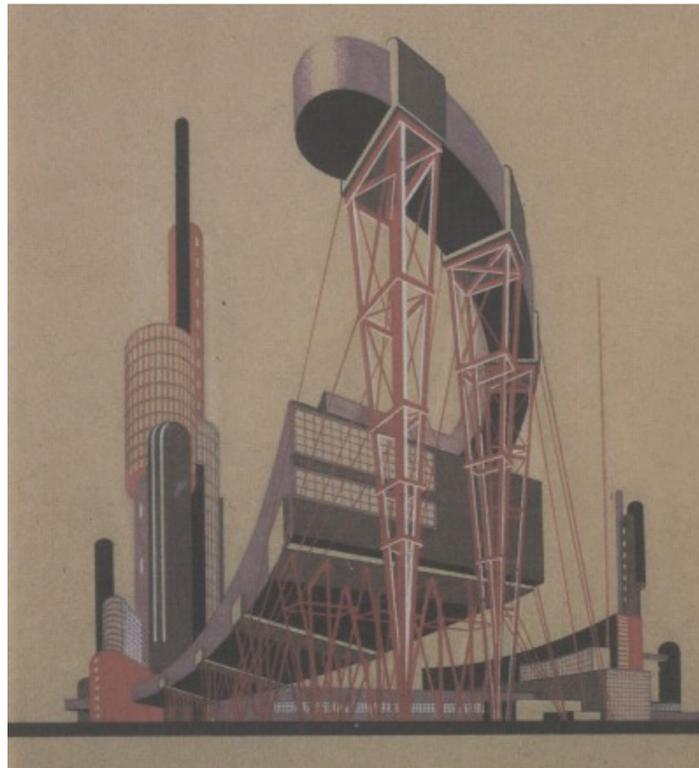
La planta muestra como en un proceso de tres etapas Yelcho ha pasado de ser un refugio a una estación científica de 420 m². La plataforma instalada en su reapertura (2014), permite desplazarse dentro de los tres volúmenes que contienen el programas asociado a la actividad humana de la estación, dejando las funciones logísticas como elementos dispuestos en torno a esta.

**40 Levantamiento
Planimétrico Estación
Yelcho. *Elaboración
Propia***

Tanto elevación como sección muestran como la estación Yelcho se ubica en una zona rocosa de la bahía. Las rocas funcionan como una protección para las instalaciones del contacto con el mar, pero a la vez implica una barrera física que dificulta las actividades relacionadas al desembarque y abastecimiento de la estación.



VI. ARQUITECTURA DE LAS TELECOMUNICACIONES
Teoría y referentes del s. XX, la antena proyecto



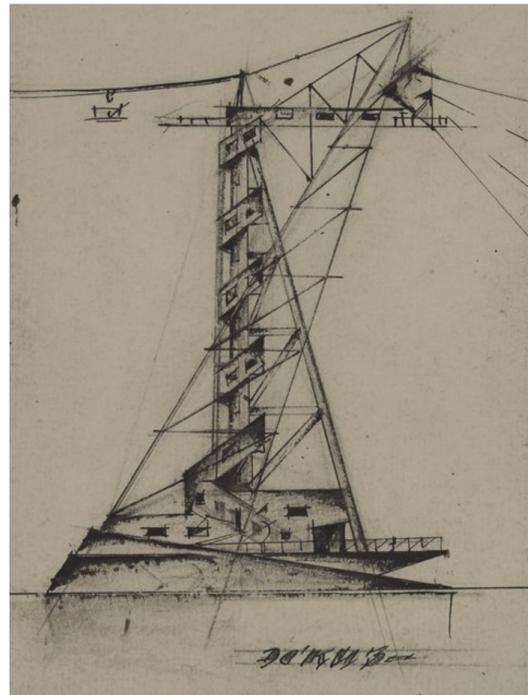
41

41 I. Chernikhov.
Composición Fantástica
n°5 (1929-1931). Fuente:
The Charnel-House

42 V. Krinsky.
Composición experimental
"Faro en el puerto" (1922).
Fuente: *INACH*

43 A. Vesnin. Sucursal
moscovita del periódico
"Lenungrádsкая Pravda"
(1924). Fuente: *Utopia.RU*

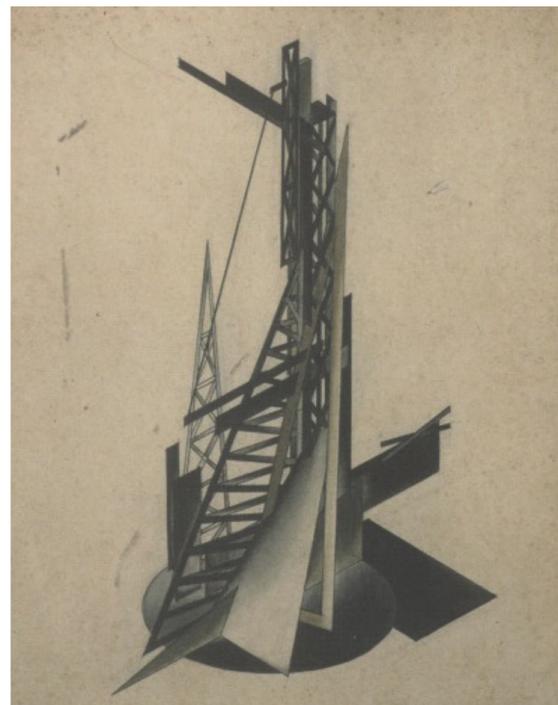
44 I. Chernikhov.
Fantasía arquitectónica
(1929-1931). Fuente: *The
Charnel-House*



42



43



44

Enfocando el estudio hacia dispositivos tecnológicos que facilitan el desarrollo científico y logístico en el continente blanco, esta tesis plantea abordar las infraestructuras de telecomunicación como un problema de arquitectura. En ese contexto, la antena de telecomunicaciones es el elemento central para el despliegue de las red de registro de datos.

En base a lo anterior, se propone estudiar la integración de los aspectos técnico-funcionales de la antena con el de habitabilidad y soporte logístico de la estación, para el diseño de una tipología de estación científica que proponga una alternativa al despliegue territorial de dispositivos y estaciones Antárticas, en donde la cooperación equilibrada entre maquina y humano facilite el desarrollo logístico-científico del continente.

El siguiente capítulo tiene como objetivo llevar a cabo una revisión histórica de teorías y referentes arquitectónicos, principalmente desarrollados durante el siglo pasado, que han concebido a la antena y otras infraestructuras del área de la telecomunicación, como un tema de proyecto arquitectónico.

7 Posterior a la Revolución Rusa en 1917, se crea un Programa del Arte que planteaba dar una definición básica a la función del arte en la sociedad socialista. Finalmente en 1920 Lenin crea la escuela Vkhutemas que tenía como proposito, formar artistas para la industria y buscó una vía de salida para la crisis de la educación artística que había en Rusia y el resto de Europa.

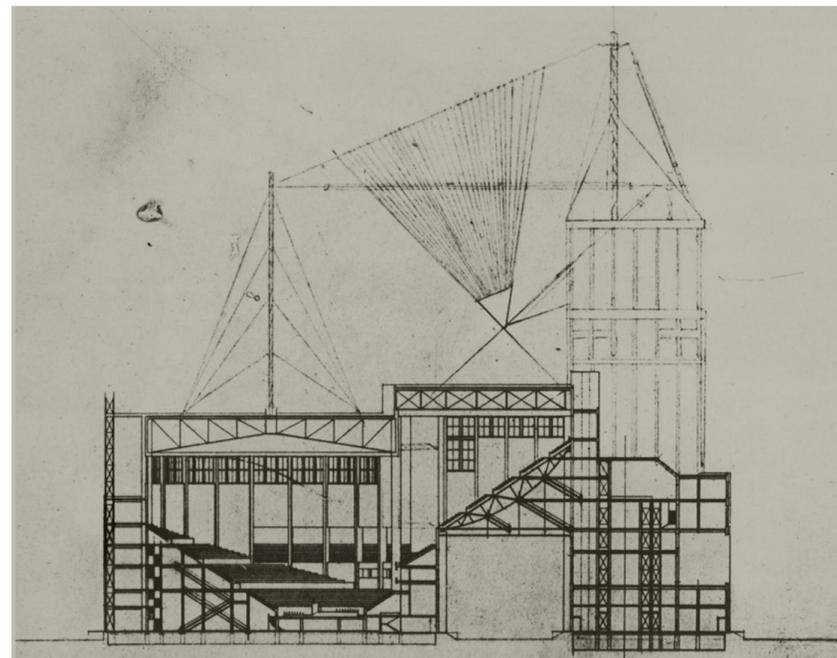
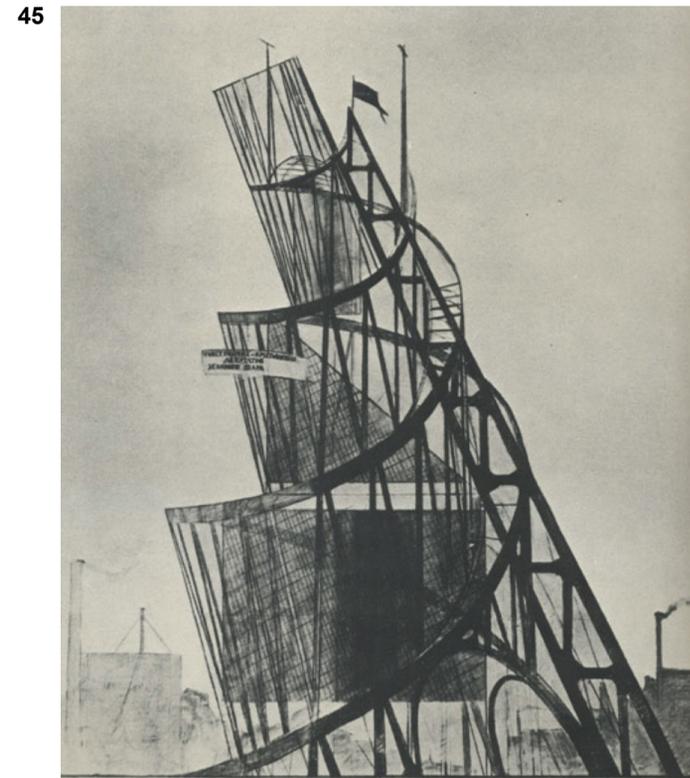
MONUMENTO A LA INFORMACIÓN

Al hablar sobre arquitecturizar y teorizar la antena y las telecomunicaciones, es necesario repasar el trabajo desarrollado por la vanguardia rusa en los años 20' del siglo pasado. La revisión de dibujos y composiciones realizadas durante esta década por exponentes como Chernikhov, Krinsky o los hermanos Vesnin resulta fascinante no solo el atractivo formal que se logra mediante a la manipulación de figuras geométricas (Gardinetti, 2017), sino que existe una declaración implícita de principios recurriendo a la representación como una herramienta para expresarlos.

El revolucionario contexto en el que rodea a la escuela Vkhutemas⁷ motiva a que el trabajo producido en este período esté cargado por una fuerte ideología de progreso en manos de la ciencia, la industria y la tecnología. La arquitectura es así parte de un discurso político y por ende el dibujo y la representación un recurso utilizado para proyectar pensamientos e intenciones arquitectónicas por sobre arquitectura en sí (Iglesias, 1996). La fascinación por las maquinas y las tecnologías comienza a plasmarse en las composiciones y dibujos realizados, siendo antenas, retículas industriales, mástiles, grúas y estaciones radiales elementos centrales dentro de estos (FIG. 41-44).

45 V. Tatlin. Monumento a la 3ª Internacional (1920). Fuente: Arkinet

46 A., V. & L. Vesnin. Palacio del Trabajo (1922). Fuente: Pinterest



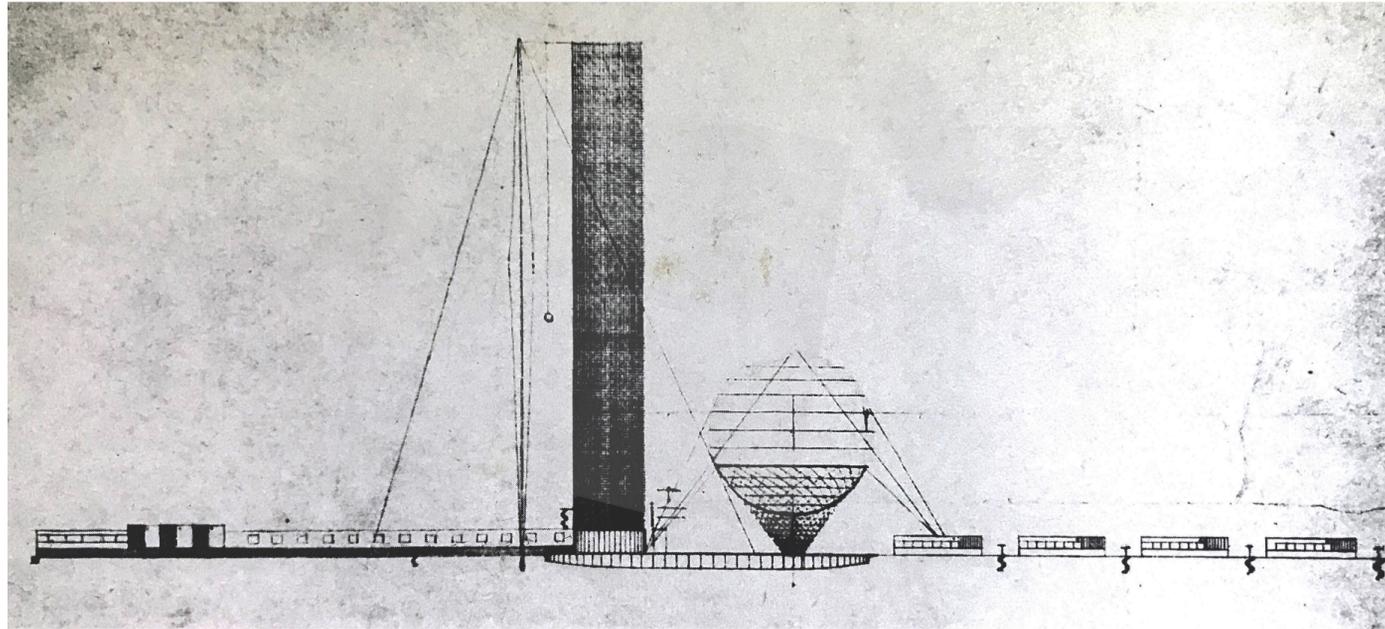
No obstante, una torre que ascendía en espiral hasta los 400 metros coronada por dos radio-mástiles, marcaría un precedente en cuanto al rol de las telecomunicaciones en la arquitectura (FIG. 45). El Monumento a la Tercera Internacional de Vladimir Tatlin de 1920, propone la disolución de una arquitectura sólida hacia algo abierto compuesto por marcos metálicos, una operación que incluía a las telecomunicaciones en la reducción de la arquitectura hacia el lenguaje de componentes pequeños y ligeros que conforman una red abierta (Wigley, 2015).

La torre, además de adoptar una postura clara respecto a su expresión formal y material, implica la declaración de un discurso político, social y tecnológico en donde el despliegue de telecomunicaciones contempla un mundo finalmente interconectado. Con esto se abre el debate en torno al monumento tradicional, siendo ahora los logros tecnológicos objetos a monumentalizar. La radio, la pantalla y la antena, al ser elementos constitutivos del monumento, pueden ser también elementos de su forma (Lodder, 1988). De esta manera el culto a la tecnología y el flujo de información son conceptos para desarrollar en los próximos años por los vanguardistas rusos.

Quizás de manera contrapuesta al caso de Tatlin, el proyecto desarrollado por los hermanos Vesnin para el Palacio del Trabajo en 1923 consta de un palacio de 125 metros de altura de hormigón armado que debía acoger al pueblo (proletariados, soldados,

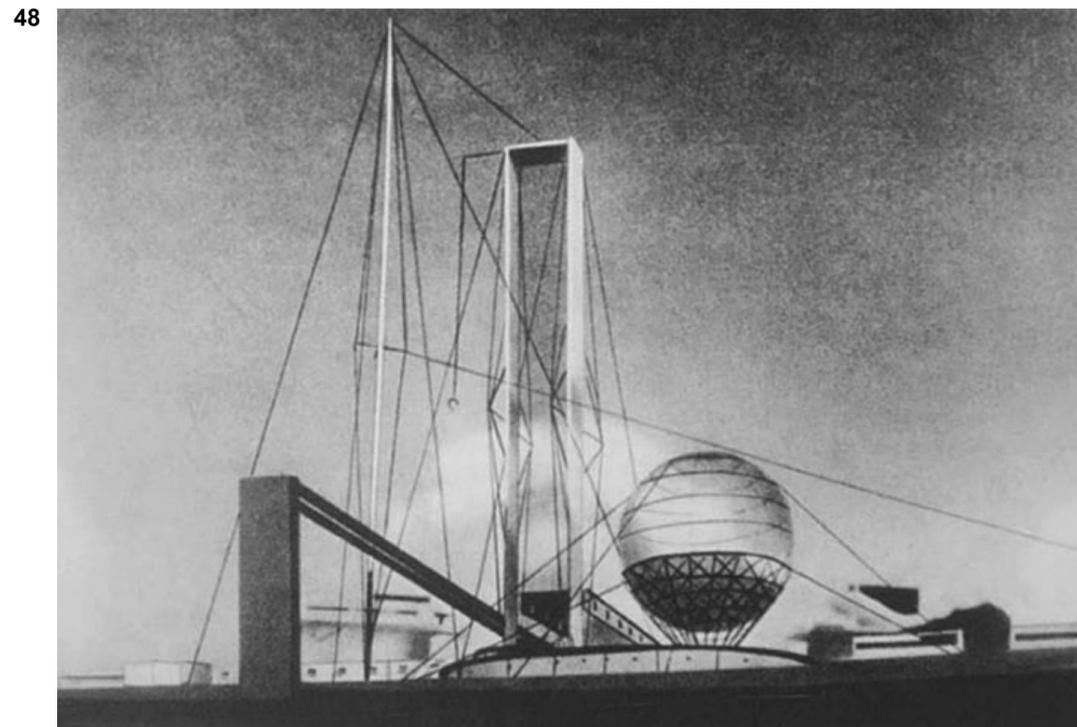
políticos y diplomáticos) con el fin último de ser un foco generador y emisor de información: una antena habitable. El edificio se articula por dos cuerpos conectados por un puente: el volumen principal con forma de elipse contiene un auditorio para conferencias con capacidad para más de 10.000 personas; y una torre que acoge programas ligados a la investigación y a la telecomunicación con espacios destinados a laboratorios, museos, un observatorio astronómico y una estación radial (Dulkina, s.f.). El Palacio del Trabajo integra de esta manera, funciones ligadas al flujo de información y desarrollo científico dentro de una misma infraestructura, sin embargo, compromete el atractivo lenguaje formal y material que la Torre de Tatlin propone, proyectando una base sólida en hormigón en donde solo emergen como la coronación del edificio las antenas y su ligereza (FIG. 46).

Quien de manera magnífica logra integrar los extremos que el Palacio del Trabajo y el Monumento a la Tercera Internacional proponían, es el joven y promisorio estudiante de Alexander Vesnin, Ivan Leonidov en su proyecto de título: el Instituto Lenin (FIG. 47-48). Una biblioteca con salas de lectura y un instituto para bibliotecarios, salas de investigación, un planetario y un gran auditorio, proponía responder a las necesidades de la vida contemporánea a través del aprovechamiento máximo de las tecnologías. Las zonas de investigación se conectan con el auditorio y salas de lectura por medio de una serie



47

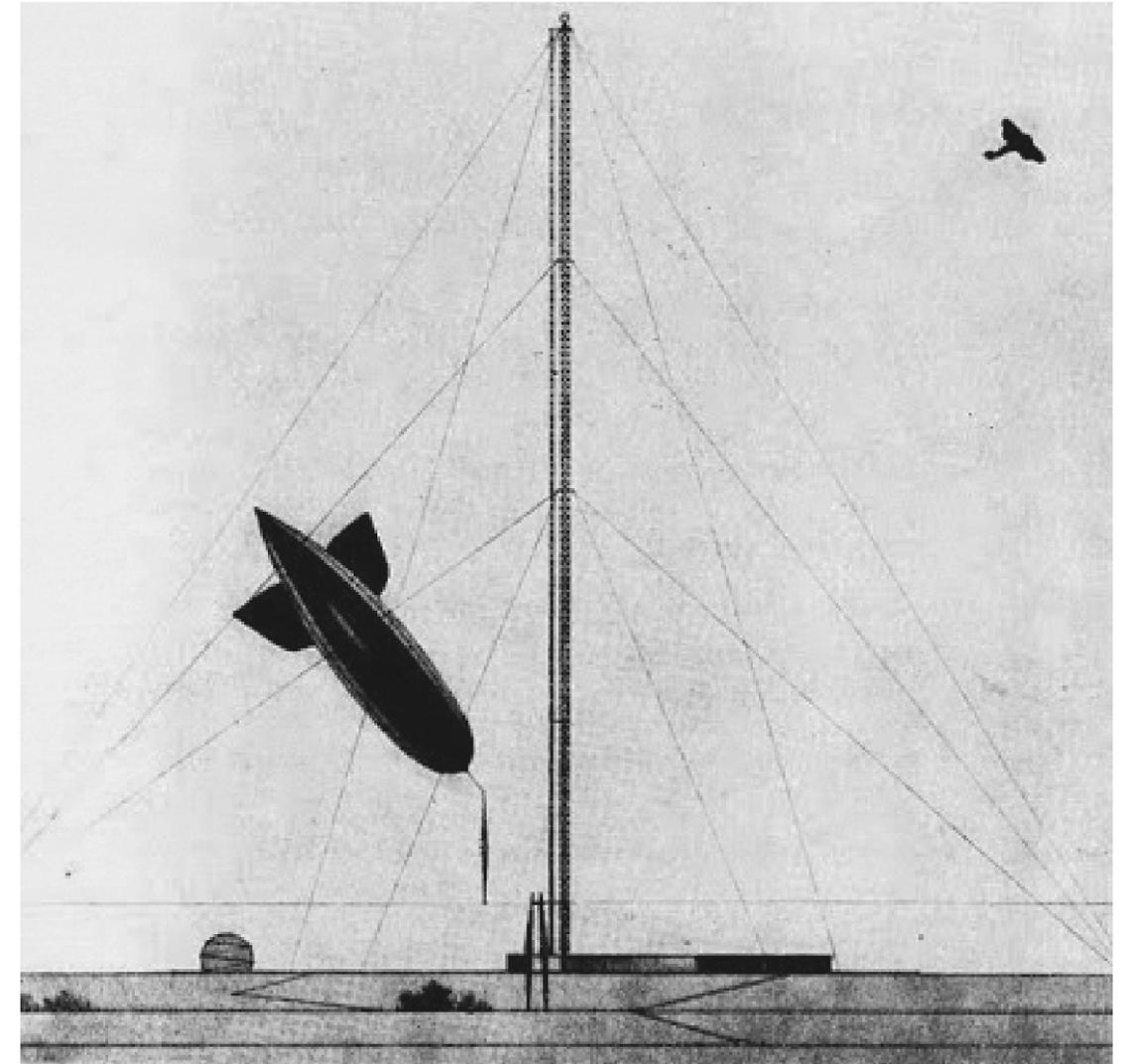
47 I. Leonidov. Sección Instituto Lenin (1927).
Fuente: Ivan Leonidov



48

48 I. Leonidov. Perspectiva Instituto Lenin (1927). Fuente: CIRCARQ

49 I. Leonidov. Monumento a Cristobal Colón (1929). Fuente: MADC



49

El Monumento a Cristóbal Colón pone en juego la concepción de la Antena como un hito y punto referencial dentro del territorio, trascendiendo sus clásicas funciones ligadas a la telecomunicación. La antena es así la encargada de condensar el flujo del transporte siendo los mismos cables que la estructuran puntos de anclaje para medios de transporte aéreo.

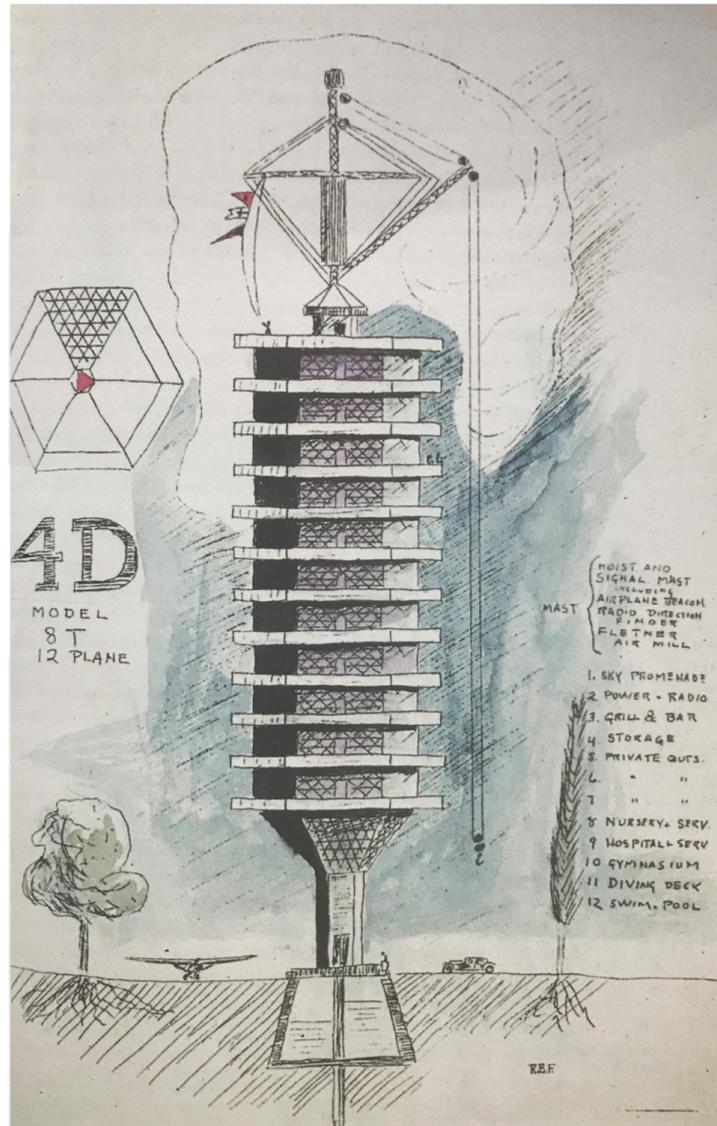
Si bien la consigna inicial del concurso era la realización de un faro en memoria de Cristóbal Colón, Leonidov aprovecha la oportunidad para hacer su declaración hacia la monumentalización del progreso tecnológico y la telecomunicación. El monumento se disuelve entre el tránsito de cuerpos e información siendo estos el sustento mismo del monumento. Es una declaración política al fin y al cabo, no pretendamos lo contrario.

50 Inalámbrico para abarcar el océano (1909). Fuente: *Early Radio History*



50

51 R. Buckminster Fuller. Torre 4D (1929). Fuente: *Architecture in the Age of Radio*



51

de dispositivos de telecomunicaciones posibilitando el trabajo en simultáneo. Asimismo, la conexión con el centro operacional del país, Moscú, se contempla con un teleférico que cuelga de una vía suspendida. ¿La conexión con el resto del mundo? A través de una poderosa radio-estación (Gozak & Leonidov, 1988).

Sin embargo, lo más interesante de esta propuesta es que los elementos verticales sobresalientes, la torre y antena, están literalmente suspendidos por un sistema de cables que, a la vez de estructurar el edificio, definen el espacio. El cable utilizado para ser el soporte estructural se mimetiza con el cable para la telecomunicación, más precisamente, la telecomunicación se vuelve estructural tanto para el edificio como para la relación del edificio con el mundo (Wigley, 2015).

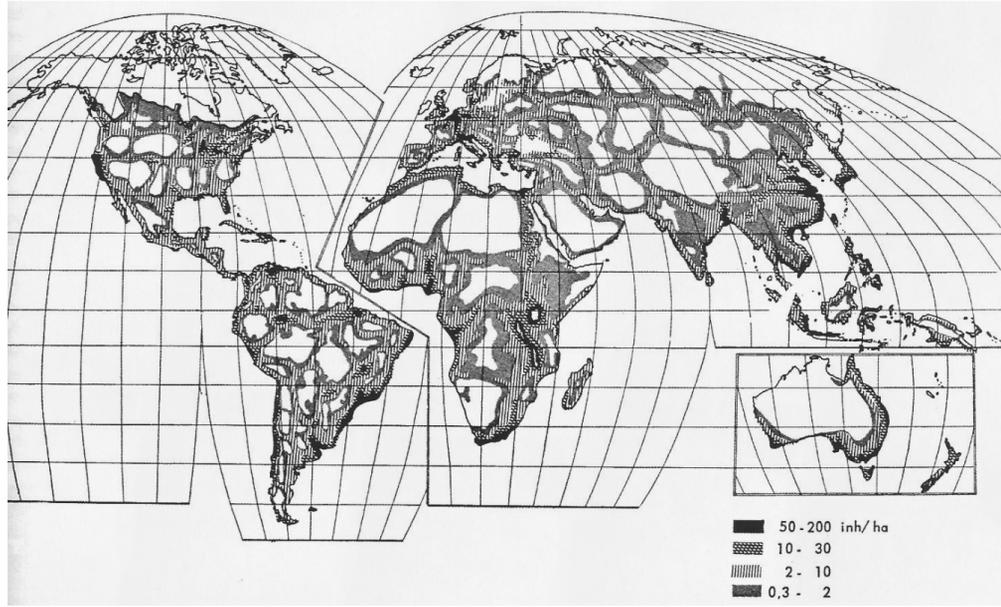
La reinterpretación que hace Leonidov de la antena como un elemento que extrapola la verticalidad del elemento tecnológico con la horizontalidad de las zonas complementarias que sustentan su presencia, comienza a verse reflejados en su obra. En el Monumento a Colón de 1928, Leonidov al igual que Tatlin con la Tercera Internacional, replantea el concepto de monumento en base al rol de condensador de los progresos y logros de la humanidad que estos debían representar (Diaz, 2014). Atrás quedan las esculturas, museos y tumbas para dar paso a los laboratorios, antenas y estaciones de radio como el programa arquitectónico a monumentalizar (Fig. 49).

BUCKMINSTER FULLER Y EL MUNDO INTERCONECTADO

En el otro extremo del mundo, el arquitecto norteamericano Richard Buckminster Fuller, también cultiva un interés por las telecomunicaciones, ya que, en palabras simples, la invención de la radio posibilita romper fronteras físicas y domesticar grandes extensiones de territorio (Fig. 50). La irrupción de las telecomunicaciones implica tanto la llegada de una arquitectura visible (mástiles, antenas, cables y estaciones) como de una arquitectura invisible en donde las edificaciones ya no se encuentran simplemente posadas sobre el terreno, sino que suspendidas por redes invisibles que las conectan (Wigley 2015).

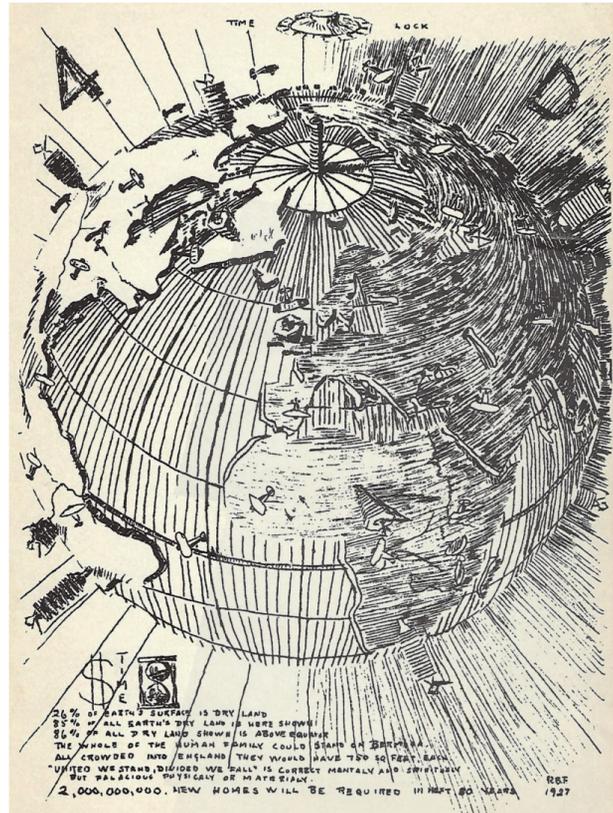
Fuller rápidamente condensa dichas implicancias en base a propuestas que contemplan la transformación de las telecomunicaciones en edificios, más que adaptar los edificios a las telecomunicaciones. Con esta premisa nacen los primeros esbozos de antenas habitables con la "Torre 4D" la que planteaba que, a partir de la habilitación de espacios para el hombre desde el mástil central de la antena de telecomunicaciones, el edificio en su totalidad sería parte del constante flujo de información que lo rodea, actuando tanto como receptor como emisor de información (Fig. 51).

En la serie de iteraciones que Fuller realiza sobre su modelo inicial, hay una búsqueda obsesiva por el perfeccionamiento del edificio como una unidad



52

52 C. Doxiadis.
Ecumenopolis (1968).
Fuente: *Funnelme*



53

53 R. Buckminster Fuller.
Un mundo sin
líneas, 4D Time Lock
(1928). Fuente: *Boston
Rare Maps*

autosuficiente. Concluyendo en una estructura conformada por triángulos cuya flexibilidad permitía la adaptación a diversos usos, el edificio se muestra como una gran infraestructura que posibilita el desarrollo de la vida cotidiana sin la necesidad de salir de este. Ya no es necesario salir del hogar para asistir a la universidad, la información llega por la radio. Con esto, la casa pasa a ser entendida como una extensión de la telecomunicación, una extensión que se vuelve también parte del fenómeno y en ese sentido, dispositivos interactivos desplegados en un planeta que se mueve a una velocidad vertiginosa por el flujo de información, configuran una red global que conecta al mundo entero.

Abierto el debate de la arquitectura en mundo interconectado por la telecomunicación, en 1963, Fuller participa en una serie de simposios convocados en Delos por el arquitecto griego Constantino Doxiadis, en los que se planteaba debatir acerca de la evolución de los asentamientos humanos. Ahí conoce a Marshal McLuhan, filósofo canadiense que al igual que Fuller es fascinado por el estudio de las telecomunicaciones y la revolución que estas implicaban.

El CIAM IV de 1933 había agregado un cuarto componente a las funciones fundamentales de las ciudades: el tráfico (circulación). Este nuevo principio es el encargado de coordinar a el desarrollo, trabajo y recreación de las ciudades⁸, por lo que el congreso de

Delos con Buckminster Fuller, McLuhan y Doxiadis a la cabeza, adopta el discurso orientándolo hacia los aspectos tecnológicos que les interesan, el tráfico de la información.

En las series de ediciones que se realizaron posteriormente en Delos, la discusión en torno a las redes de información como elementos que configuran el asentamiento humano se lleva al extremo de proponer que la ciudad tradicional ha sido desplazada por las extensiones tecnológicas del cuerpo, siendo ahora, en palabras de McLuhan, un “pueblo global” (Fig. 52). La labor del arquitecto es entonces el hacer de este pueblo una ciudad, en donde la escala humana logre integrarse a la escala de las tecnologías (Wigley, 2015).

Finalmente, tal como bien lo ilustra Fuller en sus primeros dibujos de “One Ocean World Town” (Fig. 53), la arquitectura en la era de la telecomunicación implica el despliegue una red invisible que se materializa por medio de la instalación de dispositivos tecnológicos desplegados por el mundo. En sus bosquejos se puede ver como las antenas habitables 4D son transportadas en dirigibles para luego ser instaladas integrándose a la red global. La telecomunicación extiende los límites del cuerpo arquitectónico, integrando la tecnología a la escala humana y disolviendo las barreras físicas en una nueva concepción del espacio como un elemento que fluctúa entre el tránsito de información.

⁸ Estos tres principios, son los restantes que conforman las cuatro funciones principales que las ciudades deben habilitar según la Carta de Atenas (1933)

VI. PAISAJE DE LA INFORMACIÓN
Referentes de la Antena en el mundo contemporáneo

54 Facebook Data Center (2019). Fuente: *Machine Landscapes*

55 Sou Fujimoto Architects. Çanakkale Antenna Tower (2014). Fuente: *Archdaily*

Si bien este proyecto tiene una estética contemporánea, su expresión formal recuerda las fantasías arquitectónicas de Iakov Chernikhov en la década de los 20' (VER FIG. 38).



54



55

La arquitectura de la telecomunicación adquiere relevancia dentro un mundo cada vez más interconectado donde el flujo de información es prácticamente un recurso invaluable. El arquitecto australiano Liam Young ha sabido retomar los debates abiertos por la Vanguardia Rusa y Buckminster Fuller y llevarlos un paso al frente hacia la posibilidad de una arquitectura que ya no responde a las necesidades propias del ser humano, una arquitectura post-humana.

En “Machine Landscapes” (2019), expone la paradoja de que los espacios más importantes que se diseñan en la actualidad son aquellos que están exentos de personas, lugares donde el flujo de información se materializa: los centros de data e infraestructuras de redes de telecomunicación (FIG. 54). Young hace una invitación hacia el diseño de espacios pensados con los requerimientos técnicos de los dispositivos de la información.

Sin embargo, en una conversación con Lopez-Dinardi, este le cuestiona que a pesar de que estas infraestructuras no están necesariamente destinadas a ser habitadas por seres humanos, están igualmente vinculadas a nosotros (Lopez-Dinardi & Young, 2019). Los usuarios finales somos los humanos y quienes velamos por su funcionamiento también, lo que evidencia la paradoja expuesta a lo largo de la tesis que se cuestiona si actualmente es la red de telecomunicaciones la que permite que el hombre habite Antártica, o sí, por el contrario, este la habita para poder desplegar la red de registro de datos. La conversación de

Young con Lopez-Dinardi es iluminadora ya que en esta se establece una relación de cooperación entre la tecnología y el ser humano indicando un camino a seguir.

En base a la revisión de referentes contemporáneos que integren esta relación entre tecnología y humano, el siguiente capítulo pretende revelar temáticas relevantes tratadas por la genealogía de la antena contemporánea, cómo estas se vinculan con los debates abiertos el siglo pasado, y cómo estas pueden levantar temas de interés para el desarrollo de la nueva tipología de Estación-Antena en Yelcho.

LA ANTENA CONTEMPORÁNEA

Considerando las especulaciones de Young, no es de extrañar el hecho que el diseño de este tipo de infraestructuras despierte el interés del campo disciplinar. El año 2014 en Turquía se convoca el primer concurso internacional del país desde el año 1997, este consistía nada menos que en el diseño de una antena de transmisión y observación de 100 metros. El hecho de que un proyecto como este haya sido abierto a una competencia internacional e incluya la variable de integrar un programa asociado al ocio que complemente la funcionalidad del dispositivo, implica directamente la intención hacer de la antena más que una mera infraestructura funcional, sino que un hito importante del lugar que pueda ser visitable y atractivo para sus usuarios.

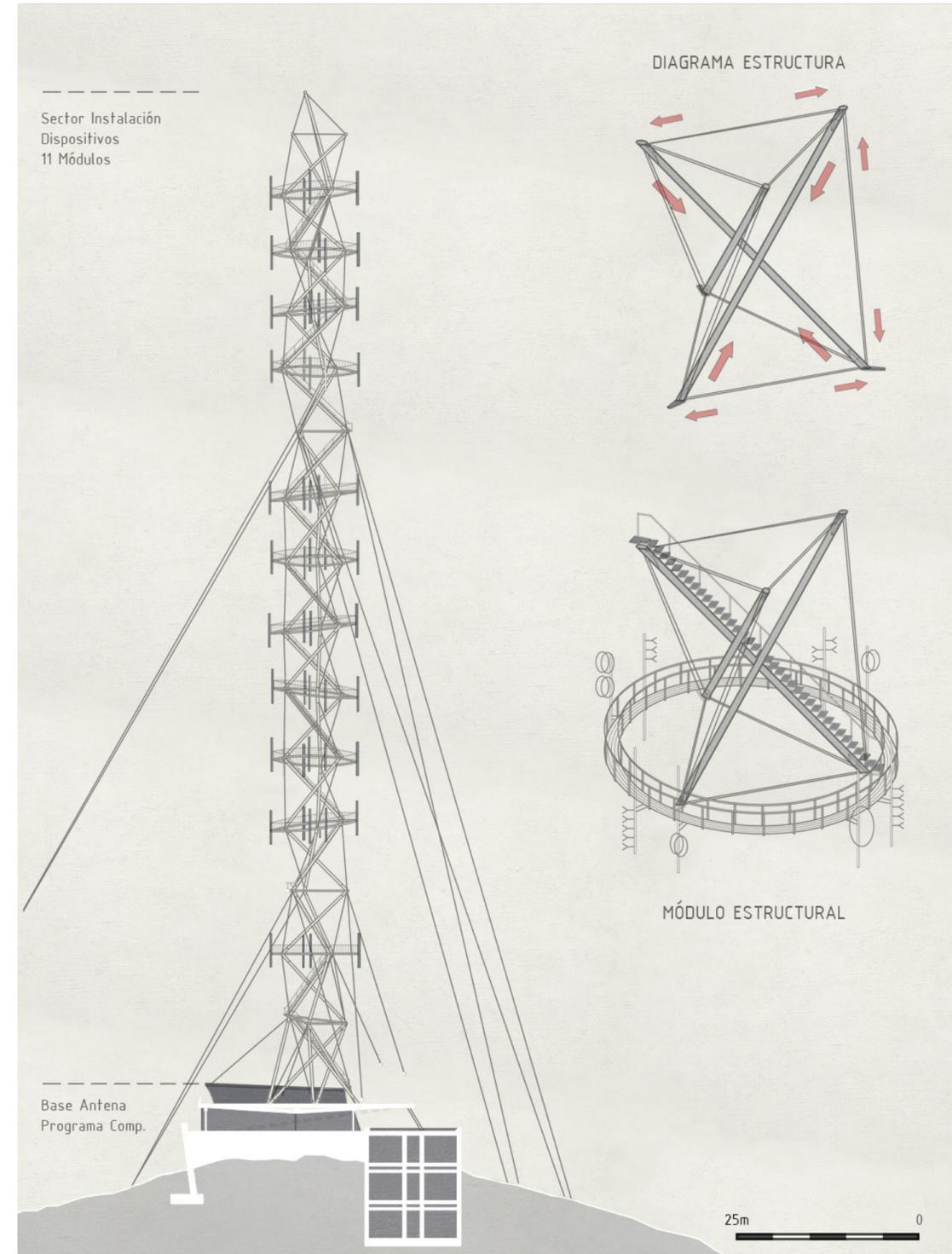
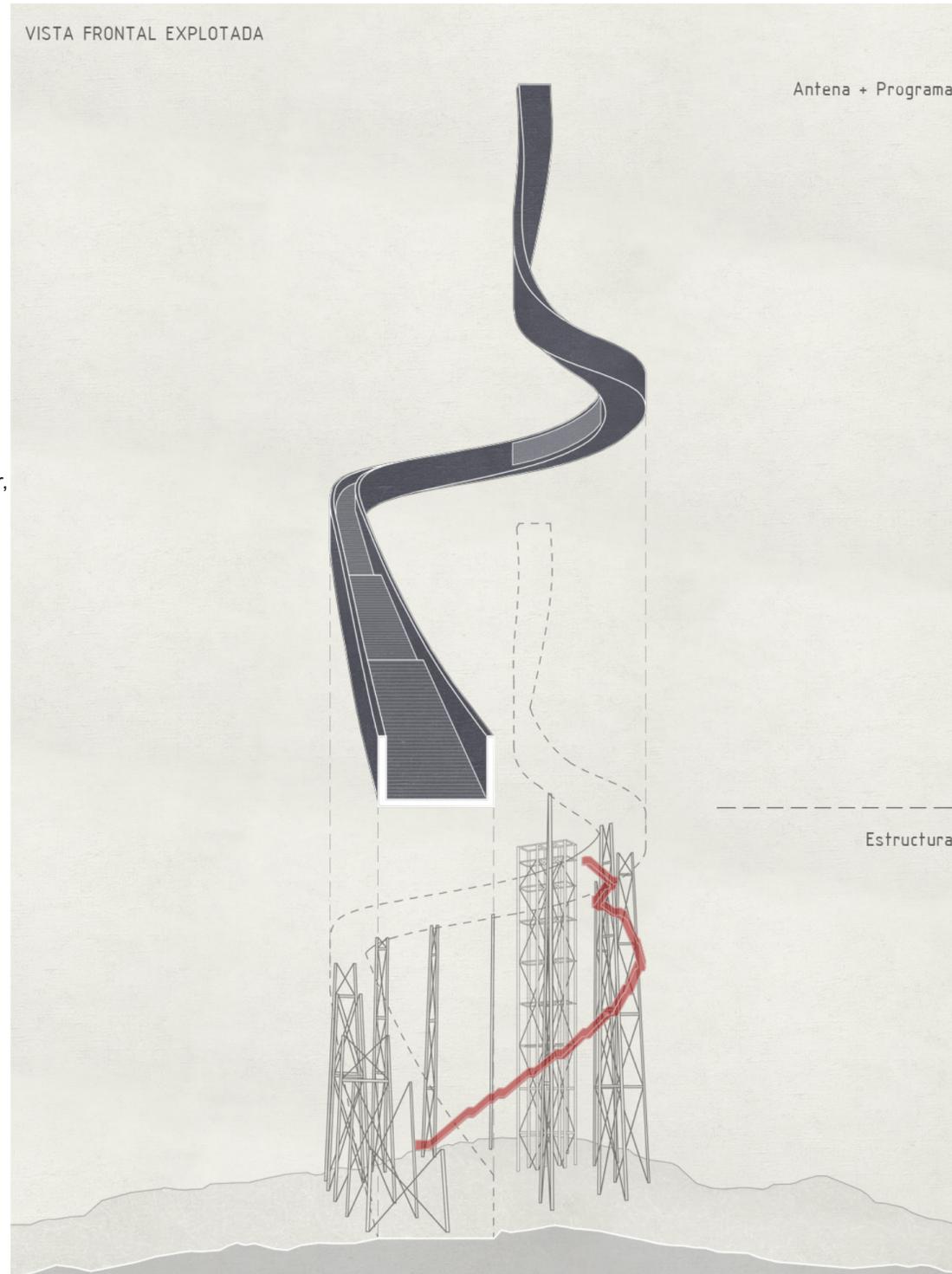
56 Panimetria mención honrosa Concurso Çanakkale Antenna Tower, Sou Fujimoto Architects. *Elaboración propia*

La estructura termina siendo el soporte sobre el cual se apoya el recorrido ascendente de la Antena. En esta se anexa también una circulación secundaria mas directa y con motivo funcional.

57 Panimetria 1^{er} lugar Concurso Torre de Santiago, Smiljan Radic + Gabriela Medrano + Ricardo Serpell. *Elaboración propia*

La infraestructura marca el fin del recorrido por el parque por lo que cuenta con una terraza panorámica y programas complementarios en su base la vez que la antena de telecomunicaciones se eleva como un elemento ligero que corona el cerro.

El principio estructural de la antena implica una colaboración de fuerzas entre elementos que trabajan a tracción (cables) y a compresión (tubos de acero). La circulación interior de la antena se ancla a los elementos rígidos del módulo.





58

58 S. Radic, G. Medrano & R. Serpell. Tower v/s Antena (2014). Fuente: Archdaily



59

59 Architects of Invention + ARCHIPLAN S.A. Halo Santiago (2014). Fuente: Archdaily

Dentro de las ocho propuestas que concursaron, la de Sou Fujimoto Architects levanta temas interesantes (FIG. 55). La propuesta consiste en una cinta que se desenrolla en un recorrido que asciende hasta convertirse en la antena. La disgregación de la expresión formal del volumen ascendente, con su estructura y una circulación vertical secundaria, permite que la antena se exprese como una figura pura e independiente. La experiencia del ascenso prolongado se convierte así en parte de la antena, el visitante no solo llega a la antena, sino que está y es parte de ella. La diferenciación entre lo que es tecnología y que es humano no existe, es solo un cuerpo que asciende e integra ambas escalas. Finalmente, la expresión formal de la antena como un cuerpo continuo que se posa sobre una ligera estructura principal, sumado al color contrastante de la misma, hace que la antena sea un hito geográfico que resalta en el lugar.

La propuesta de Fujimoto expone a la antena contemporánea ya no como un resultado lógico basado en la unión de componentes para un fin utilitario, sino que prioriza aspectos ligados a la expresión formal por sobre su funcionalidad como infraestructura. Evidencia de esto es que en la propuesta no se visualizan los dispositivos de telecomunicación que se acoplan al volumen principal, ¿Qué es antena y qué es recorrido? ¿Qué es para la tecnología y qué para el humano? Ese límite queda disuelto ya que la antena responde a conceptos formales acercándose más a lo sería la elaboración de una escultura a gran escala que una infraestructura funcional.

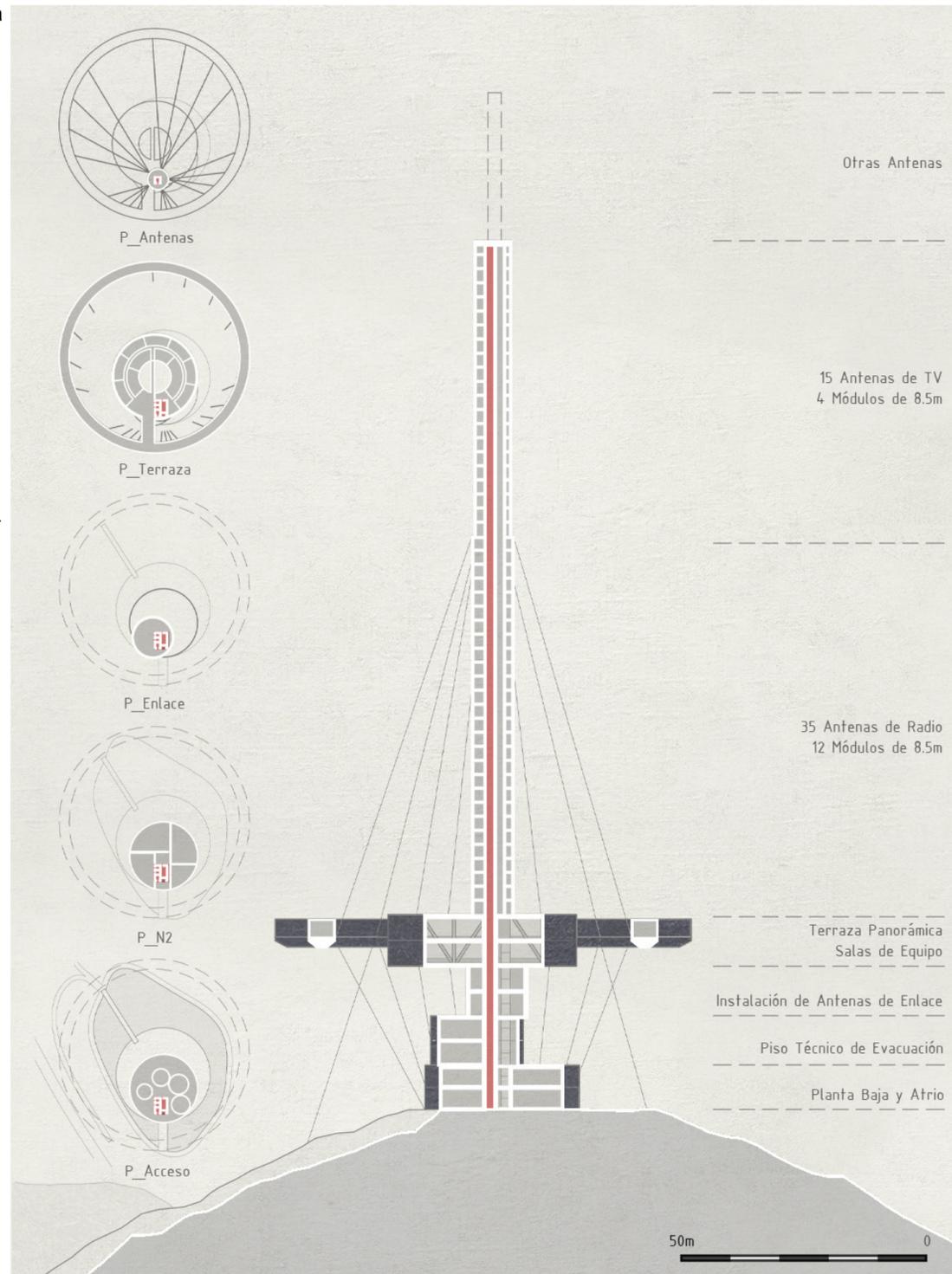
Ese mismo año en Chile, se convoca un concurso para el diseño de una antena de telecomunicaciones en el cerro San Cristóbal. La propuesta ganadora del equipo liderado por Smiljan Radic destaca por su ligereza al estar conformada por un basamento enterrado de tres niveles que contiene los programas complementarios y áreas técnicas de la antena, y once módulos fundados en los principios estructurales del tensegrity desarrollado por Buckminster Fuller en el siglo pasado. Cada módulo contiene un anillo donde se instalan los dispositivos de telecomunicación, contando además con una circulación mínima que permite su mantenimiento, de esta manera los recorridos públicos siempre son exteriores y topográficos, mientras que los recorridos técnicos son interiores a la antena (Cabezas, 2014).

Es la misma condición de transparencia y liviandad de la antena lo que la hace atractiva. Al estar diseñada en base a una modulación de elementos ligeros que trabajan colaborativamente a tracción y a compresión (cables y acero), provoca que la antena sea tangible en los mínimos puntos posibles. Esto hace recordar las ideas de Wigley (2015) sobre un mundo redefinido por ondas electromagnéticas que traspasan el espacio físico ya que aquí la antena se muestra de esta forma como un elemento suspendido y disuelto en el paisaje, materializando su presencia únicamente en los puntos donde la información se hace tangible, en los dispositivos de telecomunicación (FIG. 58).

Otro caso que despierta interés es el tercer lugar del concurso (FIG. 59). La propuesta llamada “Halo Santiago” consiste en un núcleo de circulación vertical

60 Panimetría Propuesta
 Halo Santiago, Architects
 of Invention. *Elaboración propia*

Los anillos con el programa se van anexando al núcleo de circulación vertical que recorre el largo de la Antena. Cada desfase en la Antena indica un cambio de el uso. A su vez, es interesante notar como el núcleo de circulación va haciéndose mas pequeño con el ascenso de la Antena, llegando en los niveles superiores a ser unicamente una circulación elemental para permitir la instalación y mantención de los dispositivos.



60

extruido al cual se le van anexando anillos logrando mantener su condición de esbeltez y liviandad propias de una antena. Cada anillo tiene un radio, centro y programa distinto por lo que a medida que asciende la antena, el programa se distribuye en las subdivisiones horizontales. El anillo de mayor radio es una terraza visitable que permite tener una vista en 360° de la ciudad, este es estructurado por una serie de cables que salen del núcleo central de la antena para luego anclarse al piso. De esta manera, la terraza es un complemento estructural a la antena, ya que, la llegada de los cables a terreno le brinda un refuerzo extra que le permite soportar vientos y los requerimientos antisísmicos de la ley chilena (Galdames, 2014).

Así, en esta propuesta la integración de espacios para la tecnología con los para el humano no solo implica un complemento programático, sino que una colaboración estructural. La antena es entonces una infraestructura habitable que sin perder su esencia de dispositivo funcional logra resolver los requerimientos técnicos y de habitabilidad mediante la estratificación de sus funciones en anillos. De la misma manera, la antena se eleva sobre la cumbre del cerro como una pieza sobresaliente dentro del paisaje, pero que a la vez interactúa con este gracias a su terraza visitable y programas complementarios.

Los casos expuestos afrontan los límites entre lo que es tecnología y humano de forma totalmente distintas. Mientras el caso de Fujimoto se apuesta por la disolución de estos límites, el de Radic opta por

una clara diferenciación de espacios y recorridos, y el tercero propone un híbrido entre ambos donde la verticalidad responde a los requerimientos funcionales y la horizontalidad a los de habitabilidad. A pesar de esto los tres proyectos comparten un mismo fin: ser un hito geográfico dentro del territorio.

Sea desde un gesto formal como el caso de Turquía, desde la creación de una constelación de elementos ligeros flotan en el paisaje, o desde una infraestructura habitable que sobresale en la cumbre del cerro, las tres propuestas son puntos referenciales y elementos estructurantes del entorno que los rodea. Esto hace reflexionar sobre el imaginario contemporáneo que se da en torno a las infraestructuras de telecomunicación, donde su diseño traspasa los límites funcionales que una obra destinada usualmente a ser una solución ingenieril implica, sino que su diseño es visto como una oportunidad para realizar un hito geográfico, un monumento.

El diseño de las telecomunicaciones como un monumento lo que nos remonta inequívocamente a los proyectos y debates abiertos por Fuller y los constructivistas rusos en el siglo pasado en donde el culto a la tecnología, flujo y sincronización de información eran el sujeto a monumentalizar. No es de extrañar que en la memoria de este tipo de concursos sean estos mismos exponentes los que resuenan como parte del imaginario que nutren a las propuestas contemporáneas ¿Será que casi un siglo después finalmente estamos comenzando a comprender lo que estos revolucionarios arquitectos proponían?

VII. TIPOLOGÍA DE LA ESTACIÓN-ANTENA
Disolución de los límites entre Arquitectura e Infraestructura



61 Axonométrica
Tipología Estación-Antena.
Elaboración propia

La Estación-Antena: Nueva tipología para el desarrollo científico-logístico en Antártica.

La evolución de la telecomunicación hacia nuevas facultades como el monitoreo y registro de información, permite que en la actualidad la instalación de infraestructura en puntos estratégicos del territorio sea una valiosa herramienta para el estudio científico de Antártica. Esto presenta una oportunidad para plantear nuevas dinámicas de ocupación que minimicen el impacto humano en el continente, optimizando las operaciones que se realizan en terreno que no solo suponen un riesgo para quienes las efectúan, sino que causan un impacto innecesario en el frágil ecosistema antártico.

Actualmente la Península Antártica es la zona que concentra mayor número de estudios científicos del continente. No obstante, estos se concentran principalmente en torno al sector al norte de la península, en las cercanías de estaciones logísticas como Marambio y Frei que pueden garantizar el registro constante del territorio circundante. Por otro lado, otras zonas de la península, a pesar de despertar un alto grado de interés para la actividad científica, no cuentan con las facilidades para mantener el registro constante del territorio, acotando sus etapas de estudio a la temporada estival.

Esta investigación propone la instalación de una gran antena de telecomunicación que habilite el registro y estudio constante de la zona central de la península, y que a la vez sirva como punto de conexión y coordinación

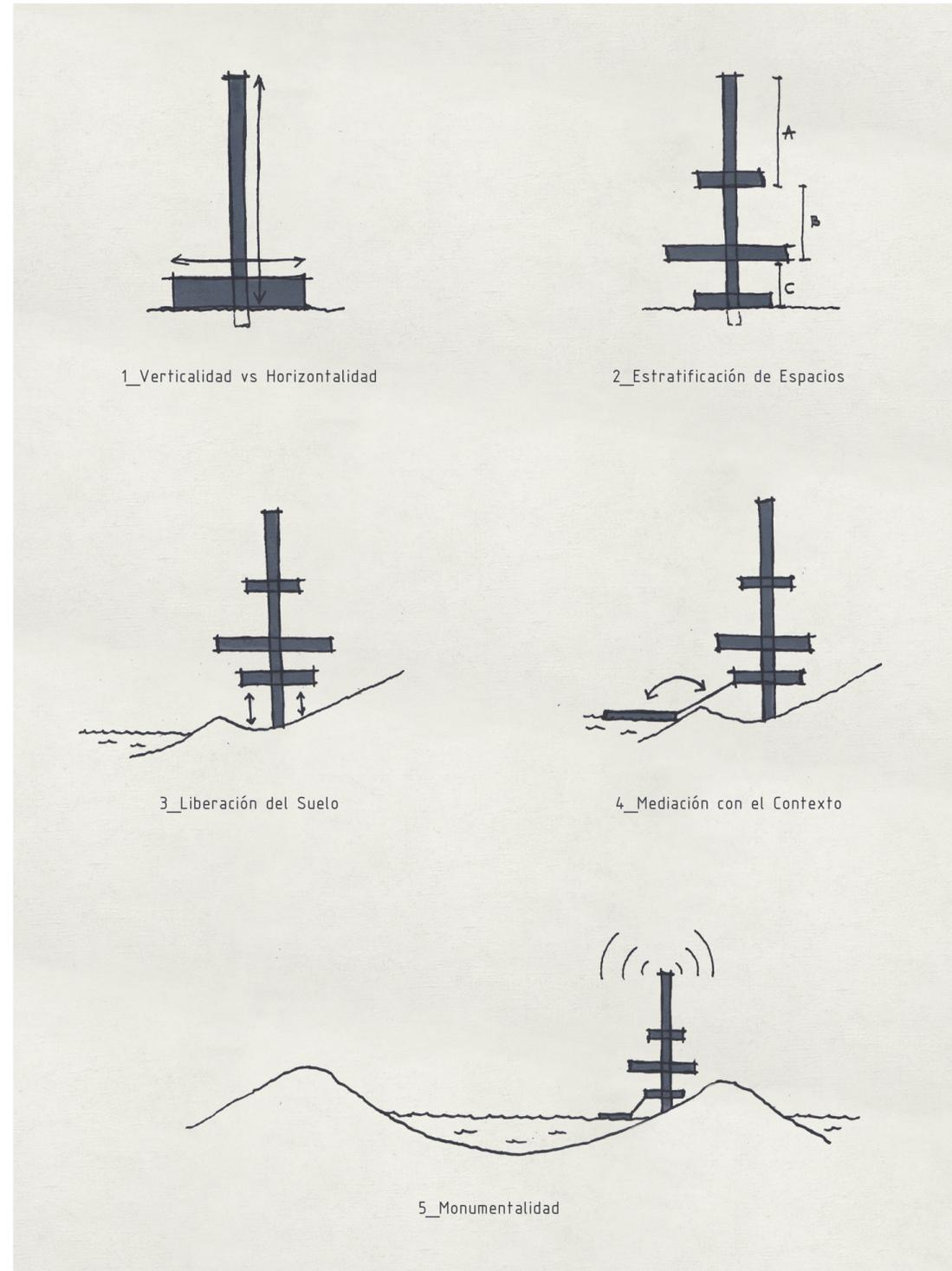
entre las estaciones de borde del continente y posibles nuevas zonas de interés de estudio científico hacia el interior.

El sitio escogido es la Isla Doumer ubicada en el Archipiélago de Palmer, debido a que la estación que se localiza actualmente ahí, cuenta con un plan de renovación; está en una zona contenida pero libre de altas montañas que pudiesen interferir con su funcionamiento; y ser un sector de alto interés para el estudio científico. La propuesta se emplazará, en el mismo sitio donde se ubica la actual estación Yelcho con el fin de intervenir lo menos posible el contexto próximo, aprovechando el área ya intervenida por la acción del ser humano, y conservando edificaciones que puedan ser de utilidad en medida que sea posible.

La nueva antena de Isla Doumer será un elemento que dada su envergadura se encargará de llevar a cabo las actividades de coordinación del tránsito marítimo y aéreo del sector del Archipiélago de Palmer, además del monitoreo y recepción de información capturada por otros dispositivos instalados en la zona⁹. Para este fin, la antena contará con tecnología VHF y HF para realizar las labores de coordinación, y dispositivos de tecnología satelital que permitirán las de rastreo.

Por otro lado, la antena deberá contar con instalaciones que puedan acoger a los operadores que se encargan de

⁹ La antena actuará como punto condensador de la información obtenida por otros dispositivos como sondas, drones o globos meteorológicos contribuyendo a la acumulación y distribución de información para el estudio científico del continente.



velar por su funcionamiento y científicos que la visiten. En ese sentido, la propuesta tiene que ser capaz de incorporar programas asociados a la actividad humana, como zonas de trabajo, descanso y recreación, a otros relacionados a su funcionamiento como núcleo condensador de información, como centros de acumulación de data o sistemas de almacenaje de muestras para el estudio científico. Este punto es relevante ya que la propuesta debe ser capaz de integrar ambas funciones de estación y antena diluyendo los límites entre arquitectura e infraestructura en un mismo cuerpo arquitectónico.

Considerando los antecedentes mencionados, se decide declarar cinco estrategias de proyecto que serán la base para el desarrollo de la nueva tipología de Estación-Antena.

1_VERTICALIDAD V/S HORIZONTALIDAD

Para eliminar obviedades, la propuesta es una antena de telecomunicaciones, y el hecho que esta acoja funciones complementarias ligadas a la actividad humana no quita que deba mostrarse como lo que es, un elemento vertical que sobresale como un hito en el territorio.

De esta manera, la primera estrategia consiste en reconocer la naturaleza vertical del dispositivo, pero a la vez resaltar dicha condición por medio del contraste con elementos horizontales que comenzarán a aparecerle y que serán los que contengan los espacios destinados a los programas complementarios al funcionamiento de la infraestructura.

Guardar las proporciones de los recintos habitables adquiere importancia para así evitar que la antena pierda su condición vertical de esbeltez y liviandad.

2_ESTRATIFICACIÓN DE ESPACIOS

Si bien la nueva tipología contempla la disolución de los límites entre tecnología y arquitectura por medio de la incorporación de las dos escalas dentro de un mismo cuerpo arquitectónico, las observaciones de Liam Young (2019) sobre las condiciones físicas que implica el diseño de espacios pensados para las tecnologías, son precisas. Él señala que este tipo de diseño implica condiciones totalmente ajenas al cuerpo humano en donde la condición espacial no está diseñada para nosotros, ni está organizada en torno a la poética de la habitación o a nuestra propia comodidad.

En base a lo anterior, es necesario comprender las exigencias particulares del humano y de las tecnologías, diferenciando los espacios destinados para cada uso. El desafío aquí es que ambas escalas puedan seguir conviviendo y entendiéndose como parte de una misma propuesta y no como dos mundos separados.

3_LIBERACIÓN DEL SUELO

Analizando temáticas que respondan al contexto del lugar, el valioso ecosistema y fragilidad del entorno que circunda la Isla Doumer, hace necesario que la propuesta intervenga el terreno lo menos posible.



63 Vista de aproximación a la Estación-Antena desde el mar. *Elaboración propia*

Dicho esto, el proyecto propone llegar al suelo lo menos posible, evitando la localización de programa a la altura del terreno natural. De esta manera el programa quedará elevado y se distribuirá en la verticalidad de la antena.

4_MEDIACIÓN CON EL CONTEXTO

Siguiendo la línea de intentar intervenir lo menos posible el terreno natural, se pretende que la Estación-Antena pueda funcionar como una plataforma mediadora con el contexto geográfico del lugar, tanto para la conectividad de la estación con el resto del continente, como para el despliegue de dispositivos de monitoreo como las sondas, drones o globos meteorológicos. La propuesta de esta manera deberá ser capaz de mediar con las particularidades del contexto permitiendo un fácil acceso a esta.

Con esto se busca además que tal como lo proponen el Instituto Lenin (FIG. 47-48) y el Monumento a Cristóbal Colón (FIG. 49) de Leonidov, la propuesta actúe como una infraestructura total que logre condensar tanto el flujo de medios de transporte como de información.

5_ MONUMENTALIDAD

Finalmente, dada sus cualidades de nuevo centro logístico de la zona y la envergadura del proyecto, la Estación-Antena de Isla Doumer implicará el diseño de un hito geográfico importante de la zona.

¹⁰ Se opta por la geometría del anillo debido a que su forma hace que el peso se distribuya de manera uniforme hacia su centro. Con esto se evita generar descompensaciones de peso que puedan comprometer el desempeño estructural de la Estación-Antena, a la vez estos actúan como un contrapeso que le brinda estabilidad extra a la estructura.

Casos como las composiciones de vanguardistas soviéticos (FIG. 41-44) o la antena propuesta por el equipo de Sou Fujimoto (FIG. 55), ejemplifican como la libertad plástica de ciertos elementos, lograr que la antena pueda ser concebida como un monumento o hito, sin perder su esencia de infraestructura funcional. Así por medio de la liberación de ciertos elementos de la estructura principal de la antena, se busca que la propuesta logre una expresividad plástica que la hagan un hito geográfico memorable.

MEMORIA: ESTACIÓN-ANTENA YELCHO

Al navegar por la costa sur de la bahía de Isla Doumer, un elemento que asciende hasta los 91 msnm sobresale dentro del blanco paisaje antártico indicando la ubicación de la nueva Estación-Antena Yelcho. (FIG. 63).

Desde un mástil que es reforzado por tres puntales y complementado por una estructura tensegrity, se desprenden una serie de dispositivos de telecomunicación y tres anillos¹⁰ que conforman la estación.

Al aproximarse, se puede observar como desde la antena se descuelga una manga transparente de ETFE que se posa sobre el agua y se extiende hacia el muelle. Una vez desembarcado en este, la manga invita a adentrarse

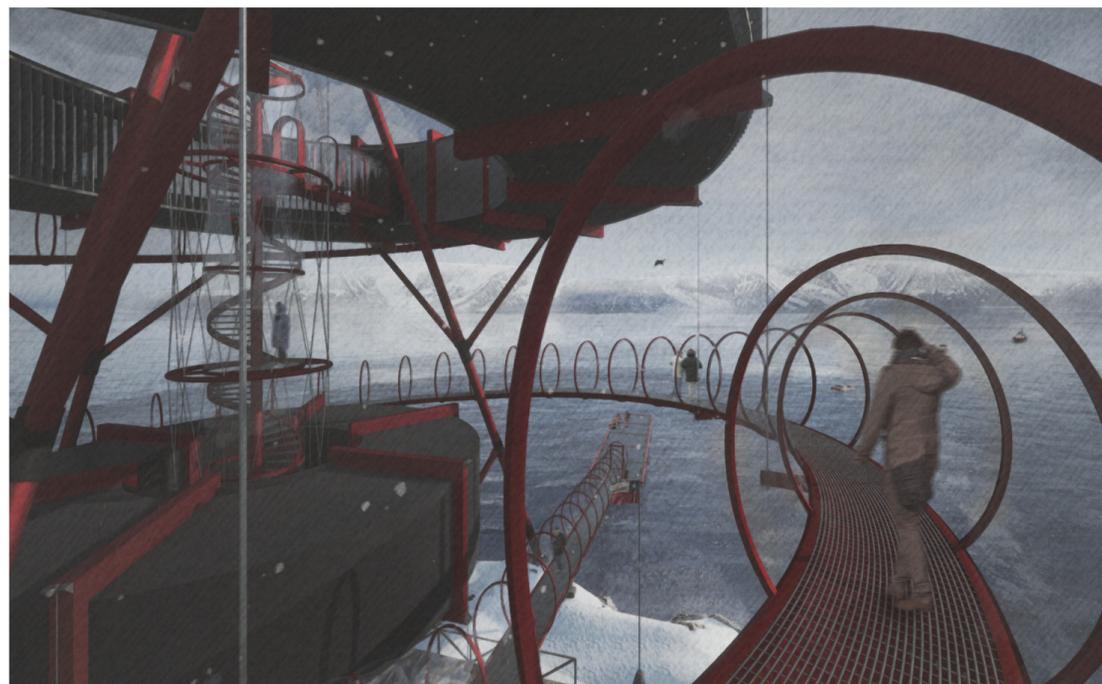
64 Vista exterior a nivel del terreno natural de la Estación-Antena.
Elaboración propia



64

65 Vista interior desde la manga hacia el paisaje.
Elaboración propia

El recorrido que propone la tipología es prolongado ya que busca que la vida de los operadores y científicos se de en la antena y no en terreno. De esta manera se busca que sean los dispositivos los que tienen el contacto físico con el territorio recordando las intenciones de Buckminster Fuller con su "Torre 4D" (Fig. 53)



65

en la estación. Aquí la sensación térmica es aún fría, aunque la temperatura es más agradable y ya no hay viento ni nieve. Mediante una ascensión lenta que gira en torno a la antena, el usuario comienza a experimentar la sensación de estar dentro del dispositivo siendo una extensión de este mismo.

Desde aquí se puede apreciar como la antena nace desde las fundaciones de la antigua estación, procurando impactar lo menos posible el terreno natural que solo es intervenido en los puntos donde los puntales llegan al terreno. De igual manera se distinguen los vestigios de las antiguas instalaciones que aun sirven para el funcionamiento de la Estación-Antena como puntos de almacenaje, abastecimiento y la plataforma.

Continuando el ascenso se observa una ramificación en los puntales, de los que salen unas extensiones que van a soportar los anillos donde se ubica el resto de las instalaciones de la estación. Estos anillos estructurados en base a un sistema de marcos metálicos y paneles GRP¹¹ funcionan como grandes vigas habitables que, al estar apoyadas sutilmente en las ramificaciones de los puntales, brindan la sensación de estar suspendidos en torno a la antena.

El recorrido se detiene por un momento, ingresando a un espacio más cálido y contenido. En este primer

anillo se contemplan las funciones destinadas a la logística de la estación: zonas técnicas, almacenaje y generadores de energía. Se dispone también de una sala de conservación de las muestras que a modo de biblioteca viva contiene las muestras extraídas por los dispositivos de monitoreo utilizados por los científicos para su posterior análisis.

Al volver a salir hacia la manga, el ascenso continúa hasta llegar al segundo estrato de la estación donde se concentra el programa complementario funcionamiento de la antena. Este segundo anillo contiene las zonas de dormitorios, ocio y trabajo, siendo el sitio donde se desarrolla la vida diaria de los operadores y científicos que ocupan la Estación-Antena. En este punto, ya superando los 20 msnm, se comienza a tener una vista panorámica del contexto por lo que el anillo se abre hacia el entorno en un dialogo constante con el paisaje natural.

A partir de aquí, la manga de circulación finaliza su recorrido anclándose al mástil central de la antena. Ahora el recorrido es más acelerado y por los próximos 40 metros este ascenso será mediante una escalera en espiral que acompaña el largo de la antena¹². La escalera al igual que la manga de circulación, ofrece un ambiente resguardado con temperaturas intermedias y se encuentra contenida por los cables exteriores de

¹¹ Glass Reinforced Pannels. Este sistema de paneles prefabricados ha sido utilizado anteriormente en Antártica por casos como la Estación Halley IV dadas sus cualidades de baja mantención, durabilidad, liviandad y aislación.

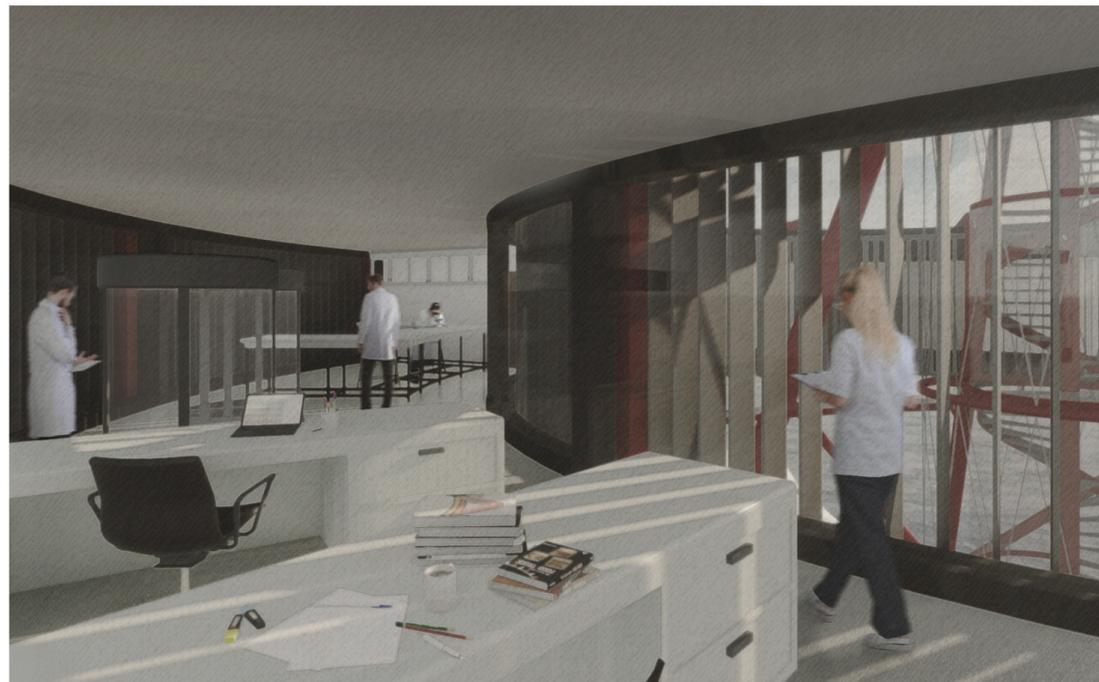
¹² Hacia los pisos inferiores esta ofrece una alternativa al recorrido pausado de la manga externa, permitiendo también una mayor velocidad de conexión entre los diferentes estratos de la antena.

66



66 Vista interior de la zona de ocio. *Elaboración propia*

67



67 Vista interior de los laboratorios de trabajo científico. *Elaboración propia*

la estructura tensegrity que dotan a la antena de una mayor resistencia estructural¹³.

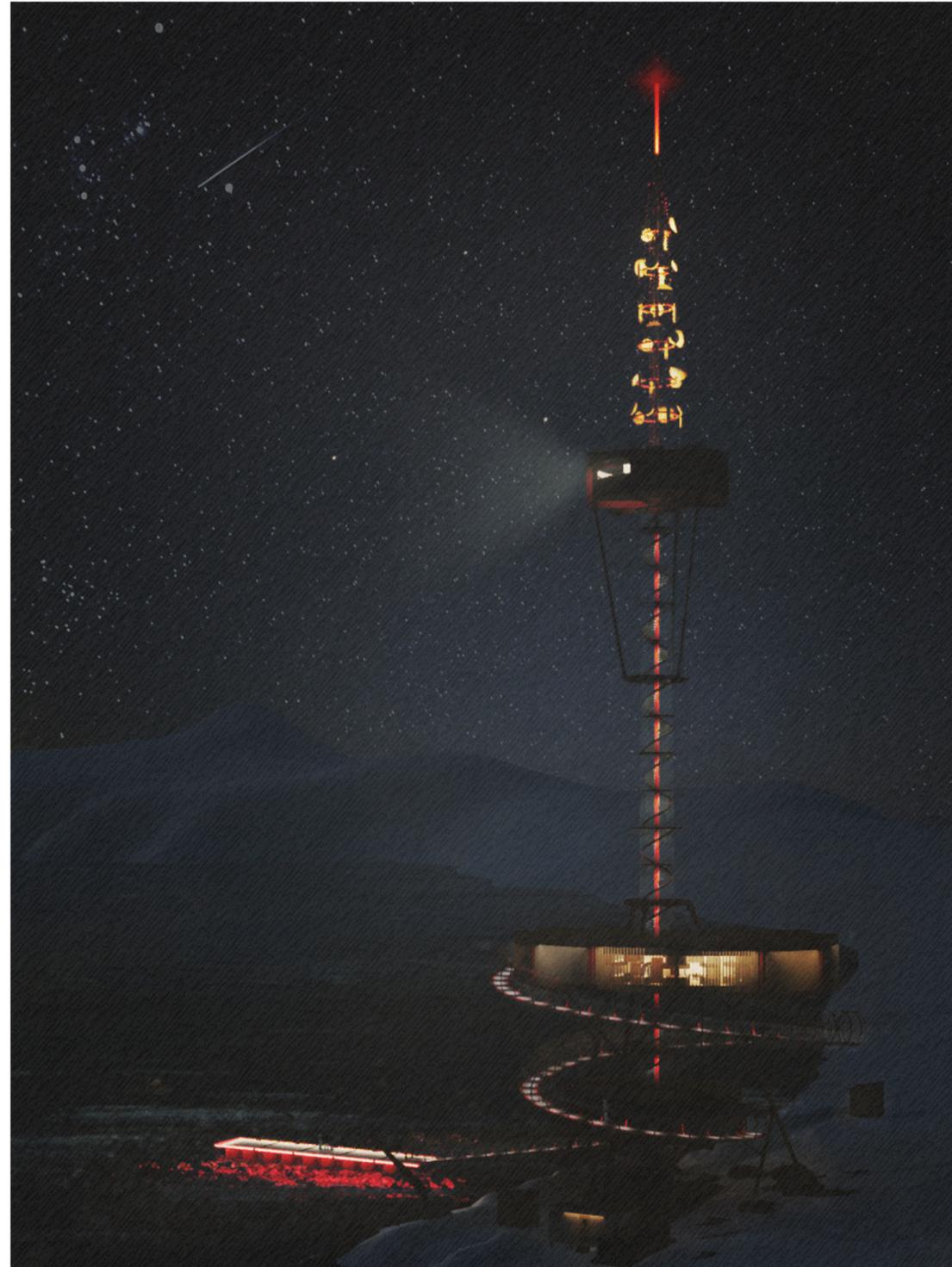
El ascenso conduce hasta el último estrato de la antena, la torre de monitoreo. Desde este punto se coordina toda la logística del sector, además realizar las labores de seguimiento y recepción de información que los otros dispositivos de telecomunicación desplegados por la zona están continuamente transmitiendo. Este anillo contiene además un centro de almacenaje de data que permite a la estación acumular toda la información recolectada por los dispositivos. Por último, desde la torre se descuelga una plataforma de despegue que sirve como punto de lanzamiento y aterrizaje para dispositivos de monitoreo aéreo como drones o globos meteorológicos.

Los restantes 24 metros de la antena es la zona habilitada para la instalación de dispositivos de telecomunicación. Estos van instalados en los anillos de acero que componen la estructura principal de la antena, permitiendo la instalación de hasta ocho dispositivos por anillo. La altura a la que se encuentran asegura que su funcionamiento se encuentre libre de cualquier tipo de interferencia que pueda interrumpir las labores de monitoreo o coordinación logística que la antena desempeña, además de ampliar el área de cobertura que esta misma tiene. Finalmente, el acceso a la mantención de los dispositivos es posible gracias a una escalera gatera que se acopla al mástil central de la antena.

¹³ Para el diseño de la estructura de la antena, se investigó el trabajo realizado por Robert Le Ricolais en sus estructuras tensegrity.

La Estación-Antena Yelcho se presenta al contexto como un gran dispositivo de telecomunicación que se posa sobre el terreno. Su serpenteante recorrido con tramos que se anexan a los volúmenes mínimos requeridos para el desarrollo de funciones ligadas a su operatividad, le brindan una expresividad plástica y una unidad al conjunto que, sumado al contrastante color de la estación con respecto al contexto, hacen que la nueva tipología de Estación-Antena sea un hito geográfico de la zona: la materialización del flujo de información y la huella del ser humano en el continente.

68 Vista nocturna de la Estación-Antena en el paisaje antártico.
Elaboración propia



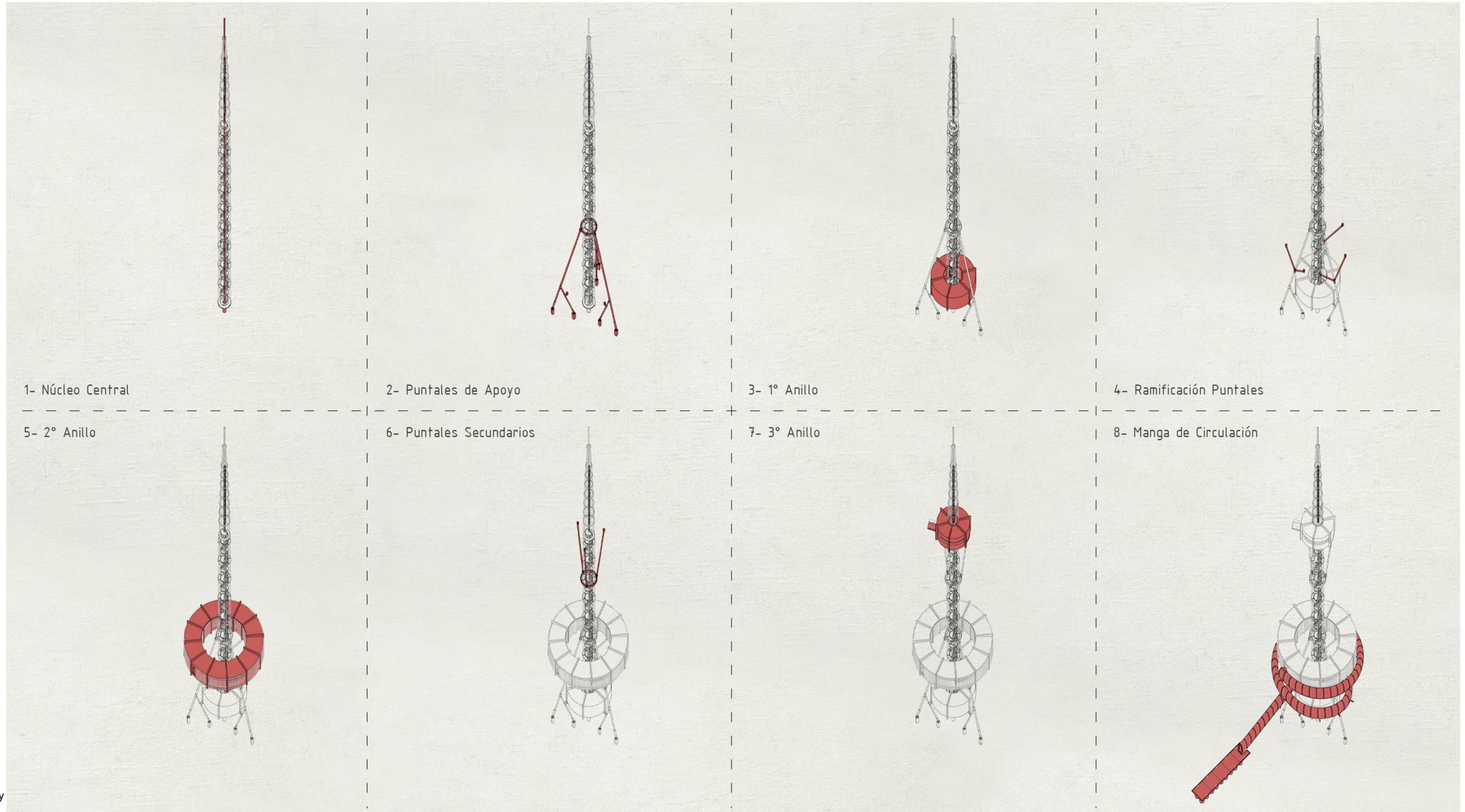
68

69 Planta y Sección de Emplazamiento.
Elaboración propia

La envergadura de la antena permite que esta pueda monitorear todo el desarrollo científico de la zona de Archipiélago de Palmer, sin interferencias y garantizando el rastreo continuo y la seguridad de las operaciones y traslados del sector.



69



70 Axonométrica del proceso de construcción.
Elaboración propia

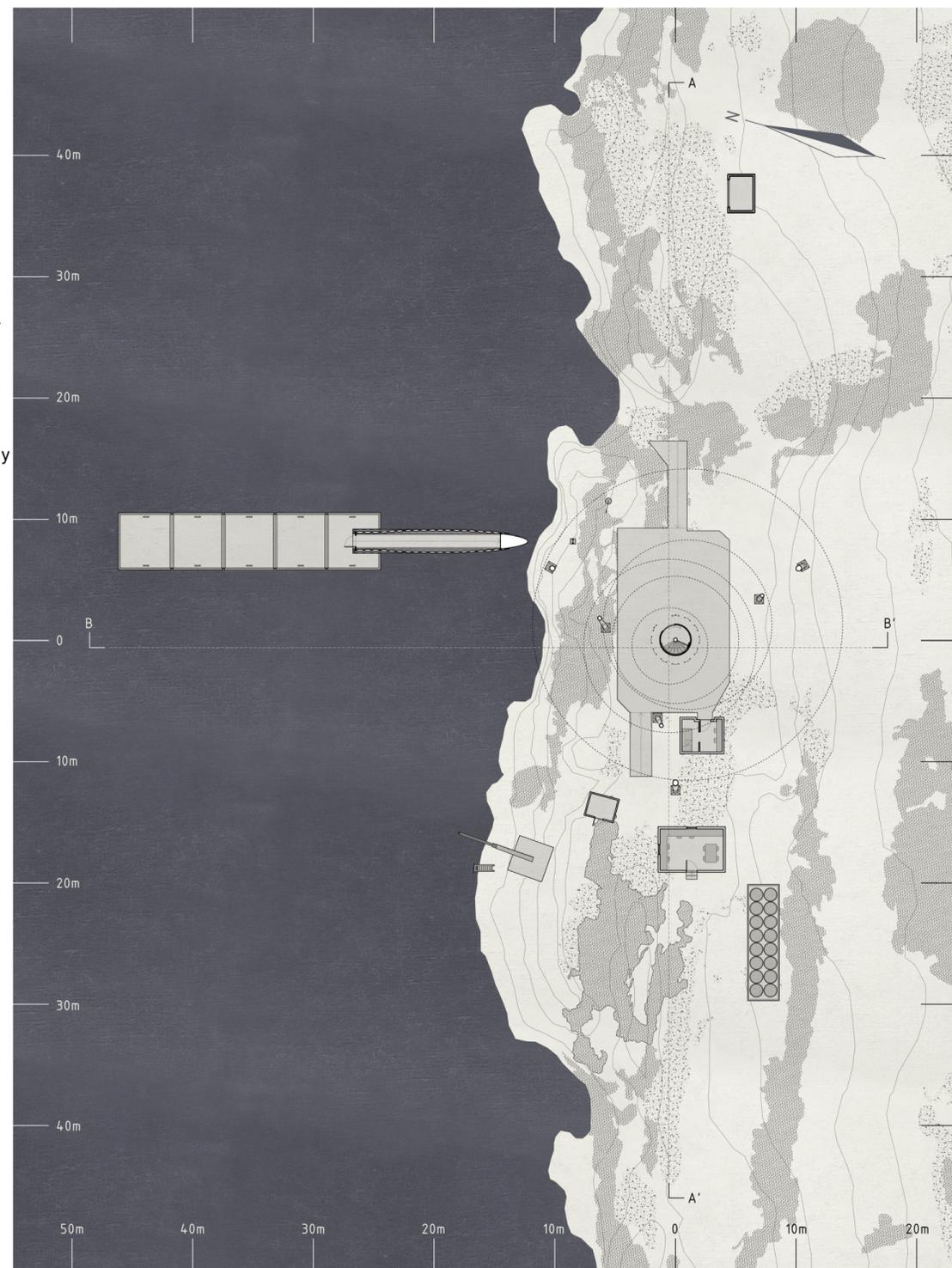
La manga es el elemento que finalmente termina ligando todos los componentes de la Estación-Antena. El ascenso prolongado hace que esta sea la manera de vivir y recorrer la antena, además de ser el elemento mediador entre esta y la bahía.

71 Planta Nivel 0.
Elaboración propia

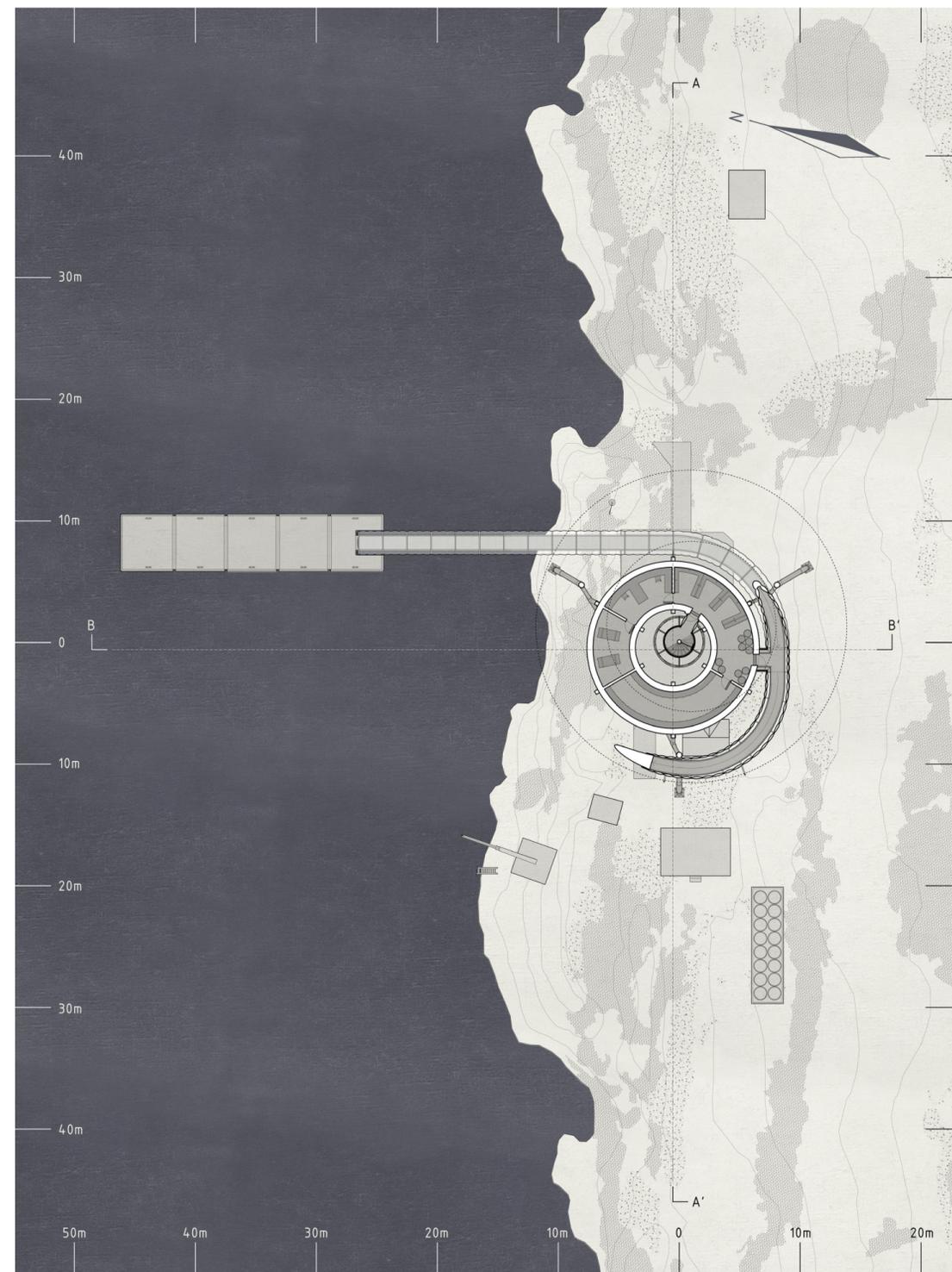
72 Planta Nivel 1.
Elaboración propia

La planta del Nivel 0 muestra los puntos en que la Estación-Antena se posa sobre el suelo: el núcleo de circulación (4,2 m²), las fundaciones de los puntales y el muelle (102,3 m²). En esta se puede apreciar como se mantienen algunas dependencias de la actual Estación ligadas a funciones logísticas marinas como una oficina, lugares de almacenaje y una grúa.

Por otro lado, la planta del primer anillo (128,2m²) concentra todas las funciones ligadas al almacenaje y abastecimiento de la Estación-Antena, contemplando bodegas, generadores eléctricos y una zona de conservación de muestras.

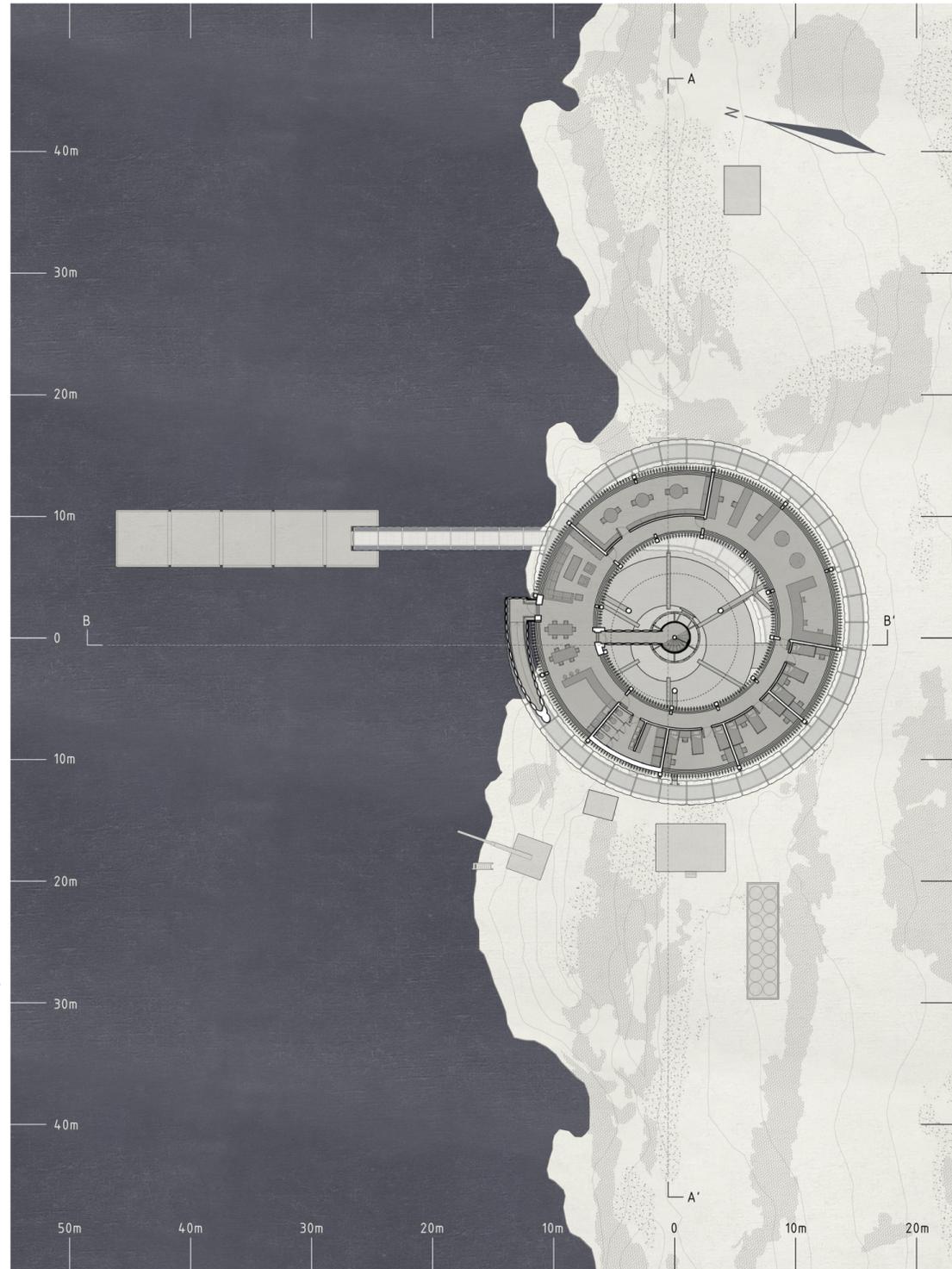


71



72

73



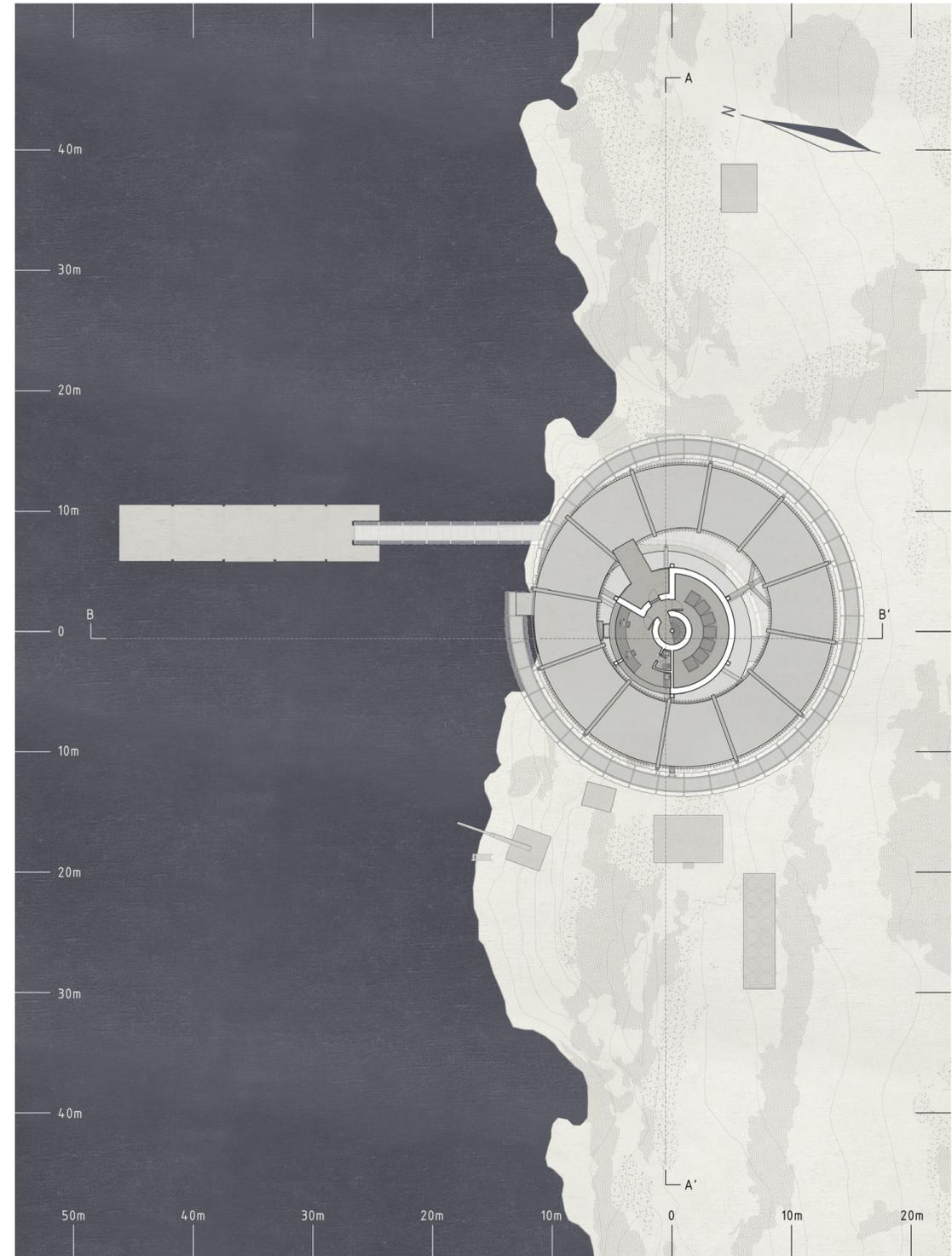
73 Planta Nivel 2.
Elaboración propia

74 Planta Nivel 3.
Elaboración propia

El segundo nivel (327,4m²), contiene los espacios necesarios para llevar a cabo la vida diaria de los operadores de la Estación-Antena. Aquí se encuentran dormitorios, servicios sanitarios, zonas de ocio y estudio, comedor y laboratorio.

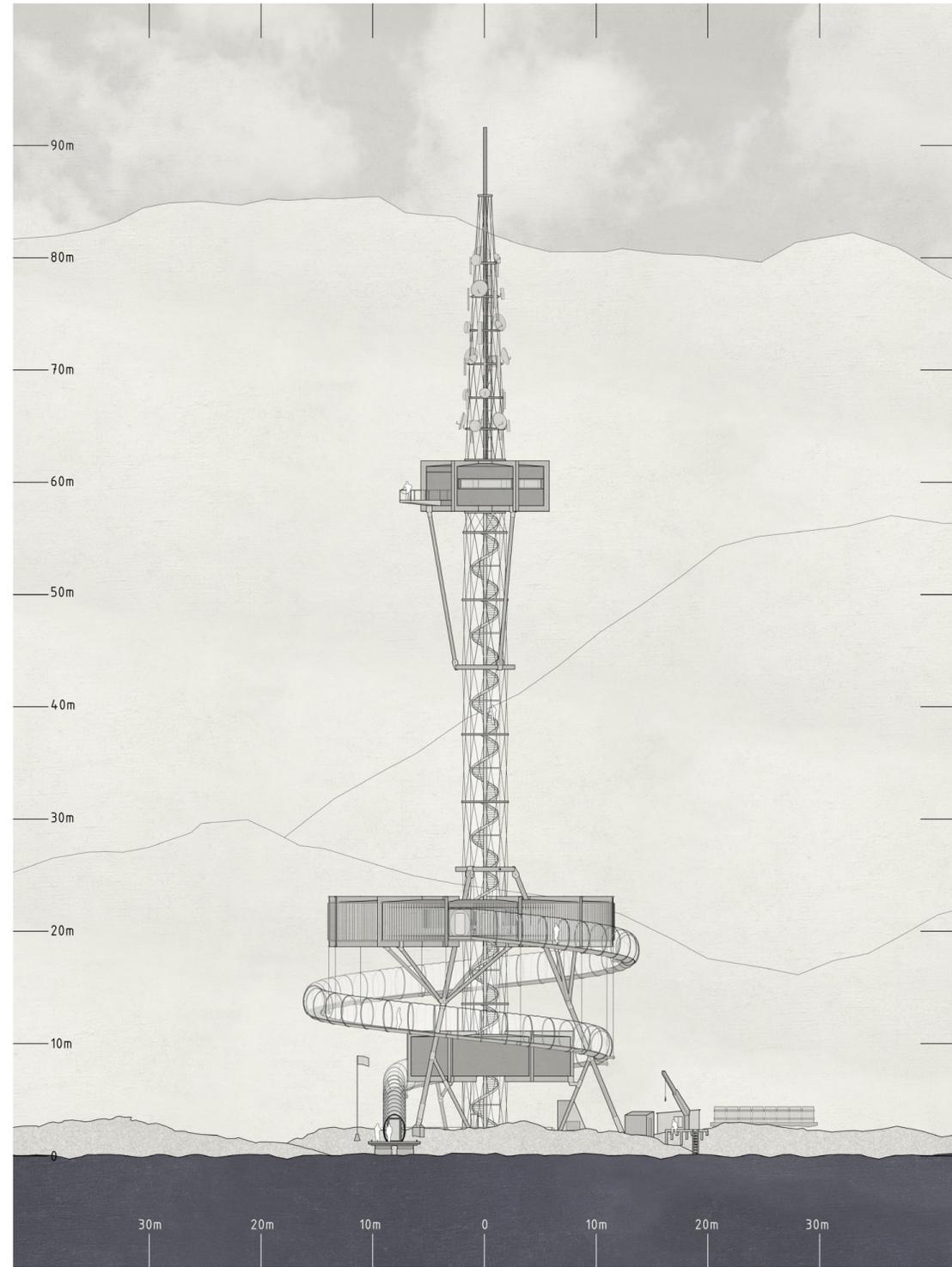
Finalmente en la torre de control (92,8m²) se ubica la plataforma de lanzamiento, radioestación y el centro de almacenaje de data.

74

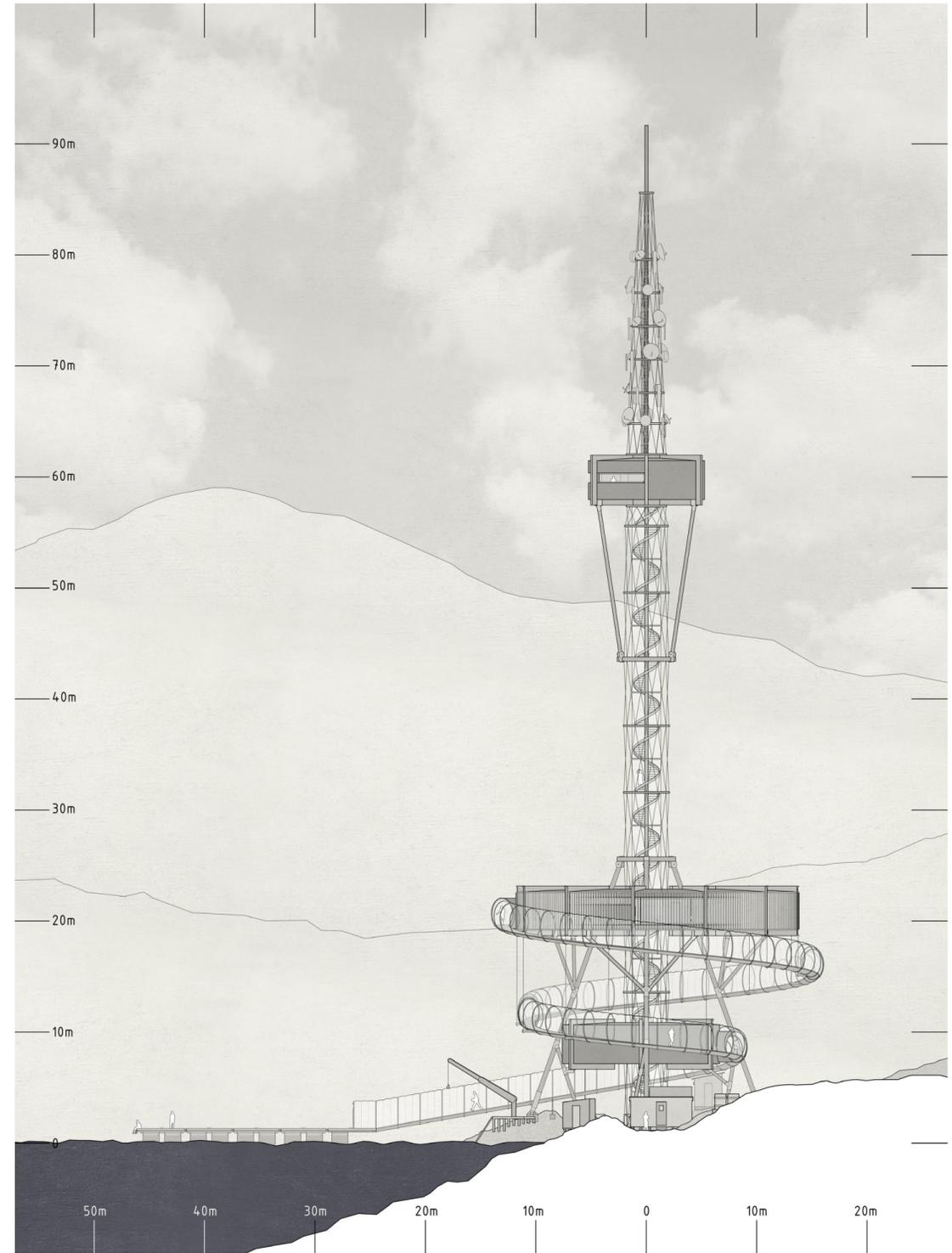


75 Elevación Frontal.
Elaboración propia

76 Elevación Lateral.
Elaboración propia

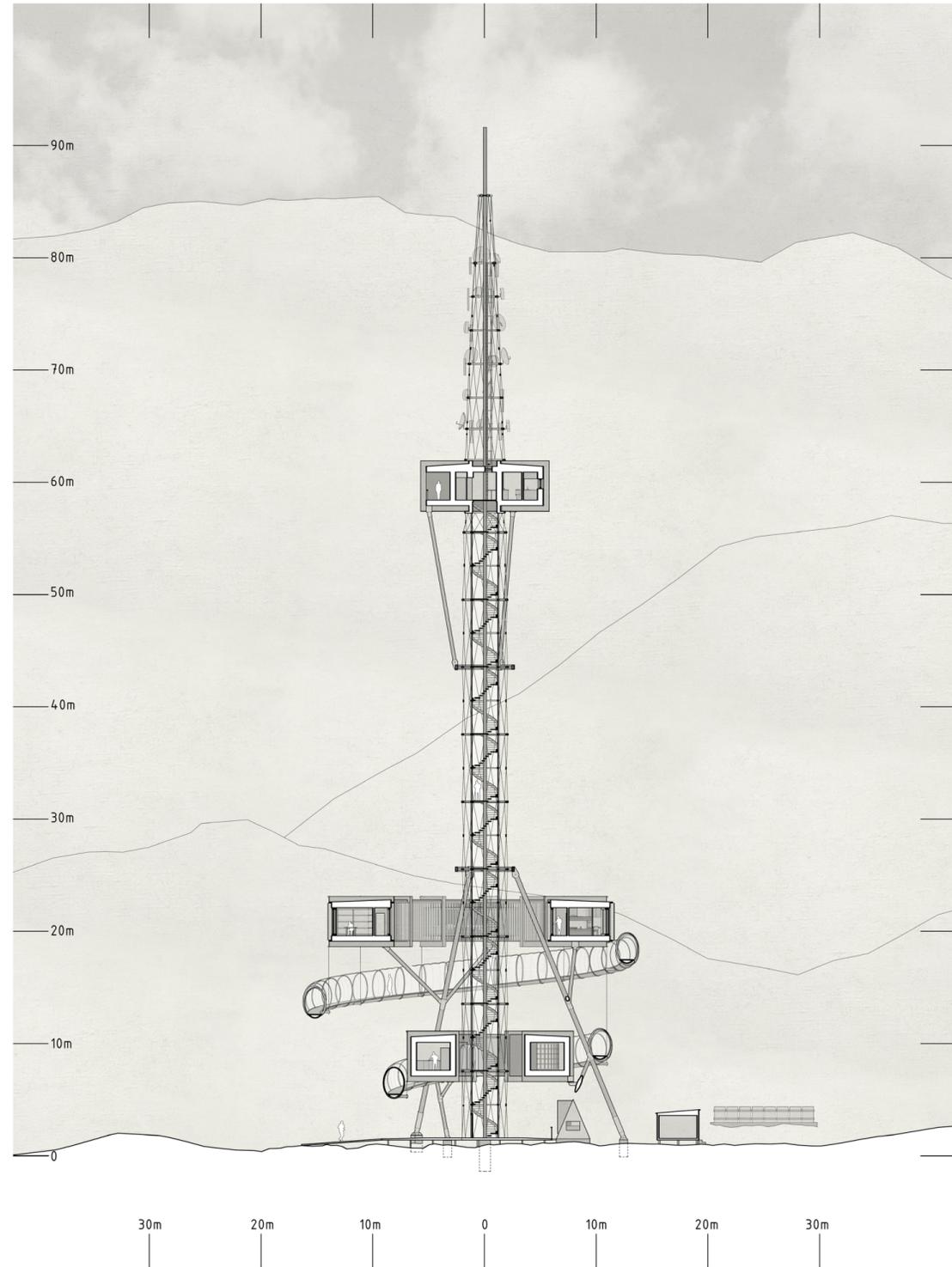


75



76

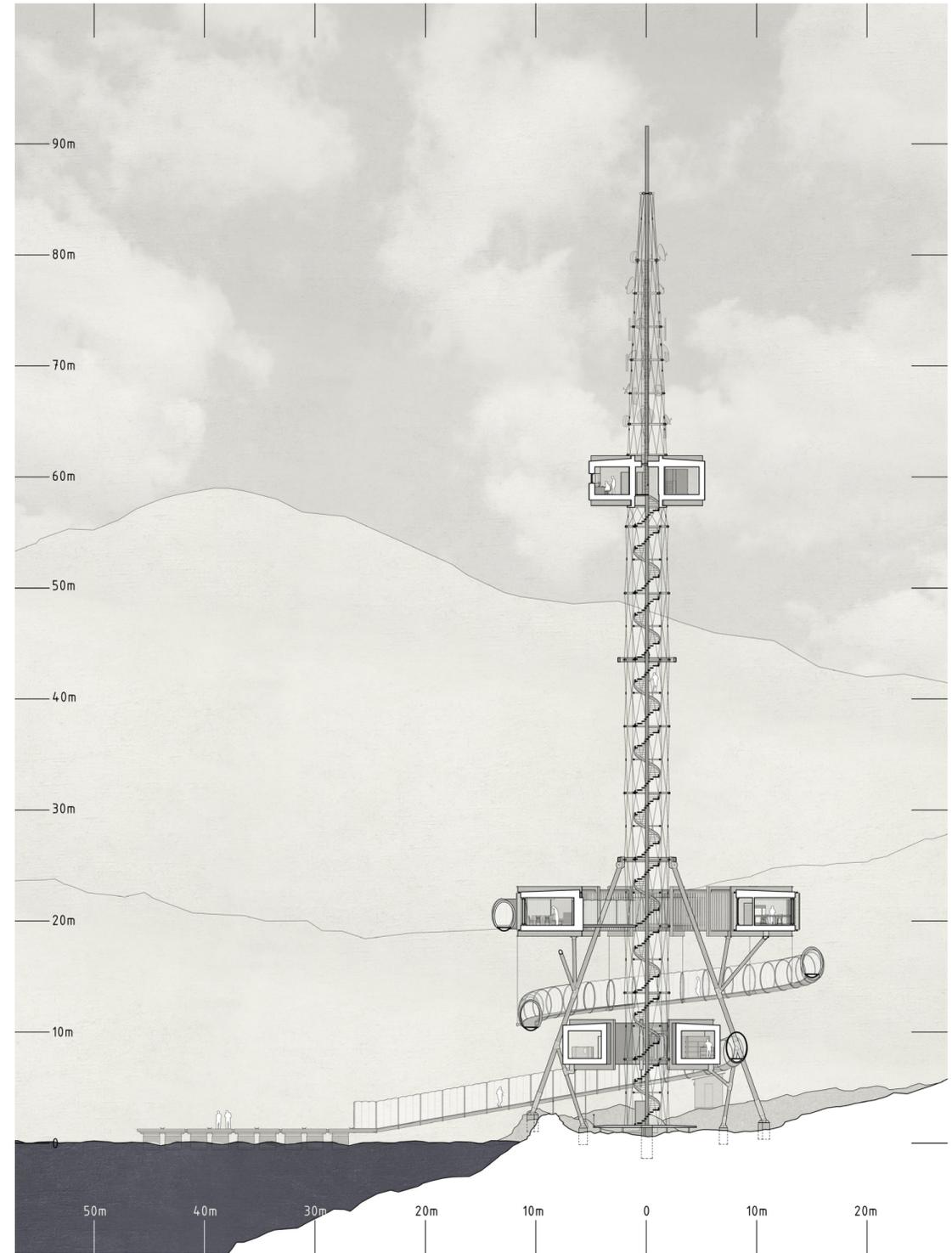
77



77 Sección A-A'.
Elaboración propia

78 Sección B-B'.
Elaboración propia

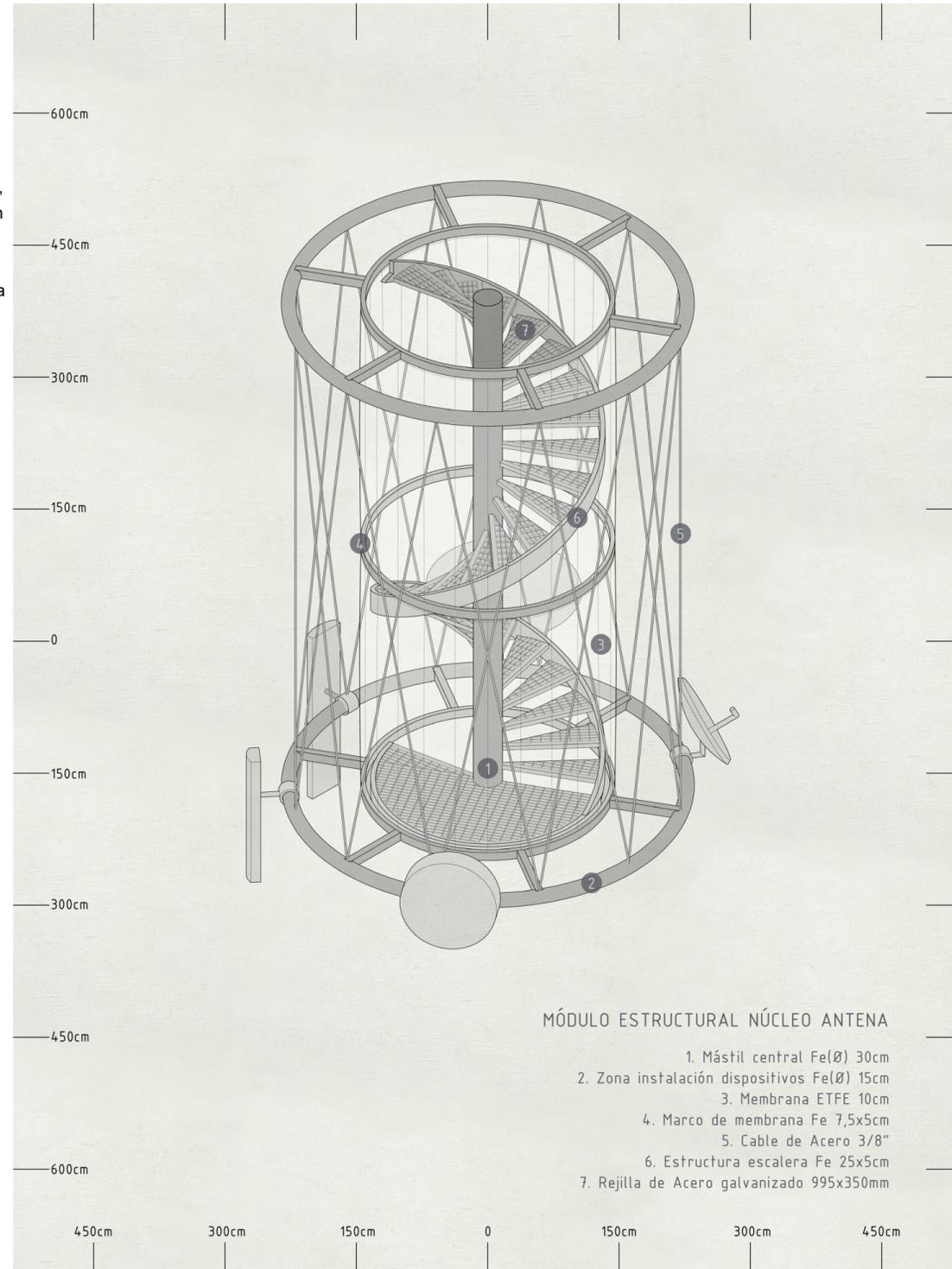
78



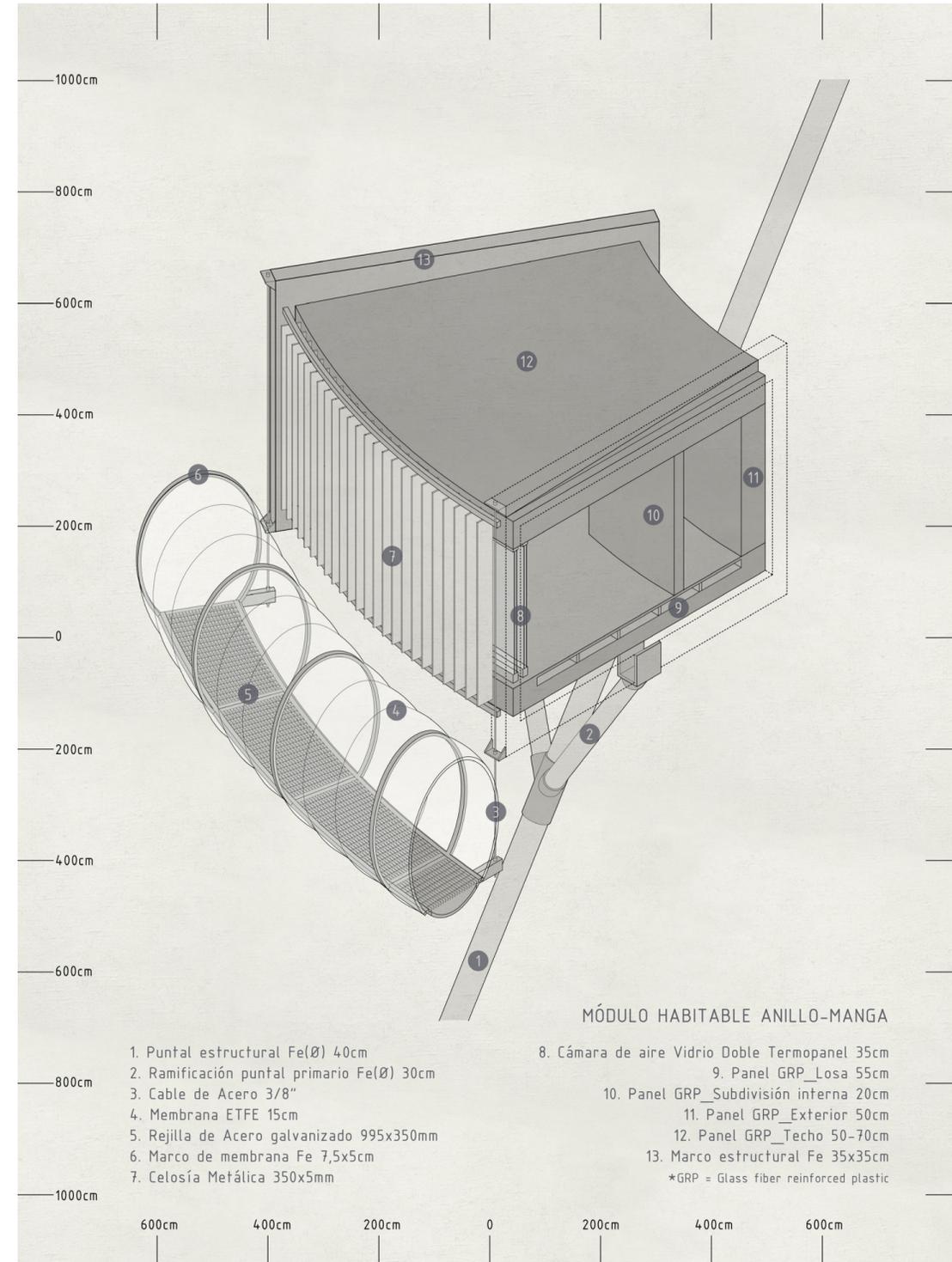
79 Detalle Constructivo.
Elaboración propia

80 Detalle Constructivo.
Elaboración propia

El detalle del módulo habitable, si bien no muestra una fracción específica de la Estación-Antena, contiene todos los componentes utilizados en esta para configurar los espacios que albergan las labores humanas.

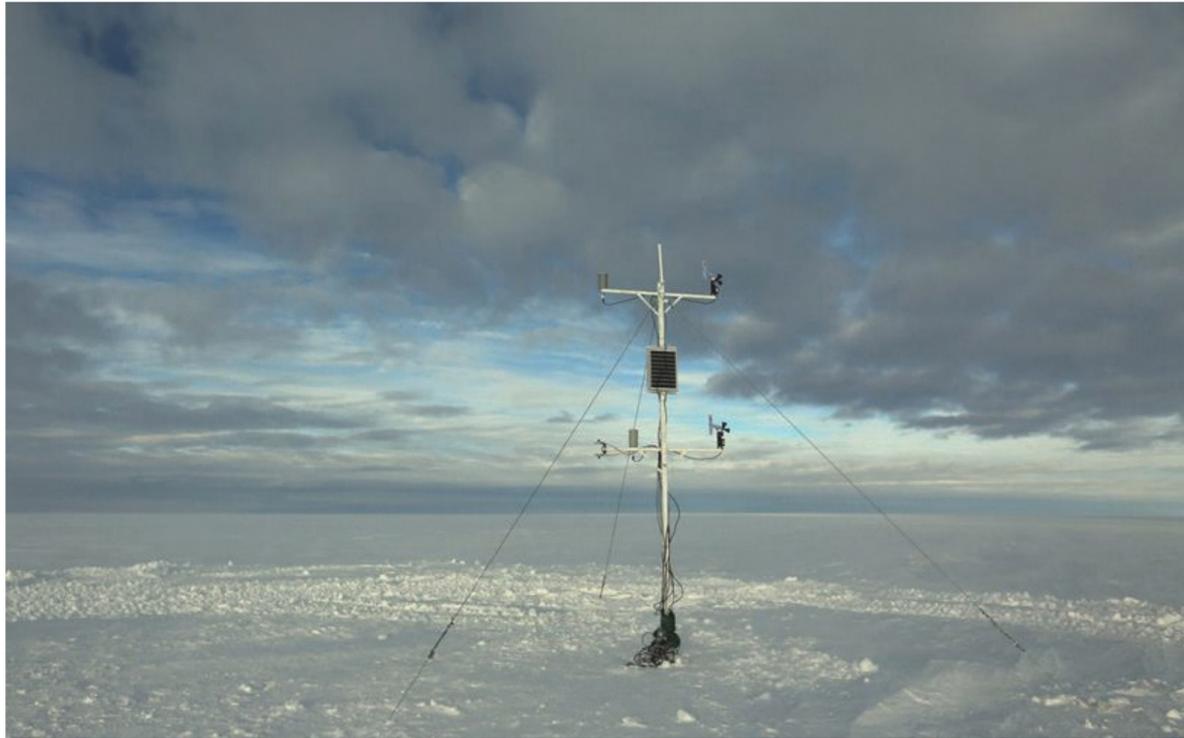


79



80

VIII. CONCLUSIONES



81 Nueva estación meteorológica China instalada sobre el hielo Antártico (2019). Fuente: CGTN

El dispositivo funciona como una estación autónoma, enviando datos sobre temperatura, humedad y viento hacia la Estación Zhongshan, localizada a más de 100 km de distancia.

“Antarctica was a futuristic amalgamation of sea, air, and disembodied technologies. While this technologic utopianism persists in Antarctica, it also points to a past that is incomplete, and even impossible. That past and that incompleteness hinge on the intrusion of the human”.

(Glasberg, 2012, pp. 9)

Al comenzar esta investigación, tenía el prejuicio de visualizar Antártica como un continente sumamente aislado y prístino. Sin embargo, en el proceso pude comprobar que estaba equivocado. Si bien es cierto en el pasado dicho imaginario pudiese haberse ajustado a la realidad, el desarrollo de las telecomunicaciones provoca que en la actualidad esto no sea tan cierto.

Paradójicamente el despliegue de la red de telecomunicaciones que en un comienzo habilitó al ser humano consolidar su presencia en el continente, es la que en la actualidad le posibilita ejercer su presencia sin tener que estar físicamente en él, sino que por medio de su monitoreo y registro desde la distancia.

En este sentido la presencia humana en Antártica se logra irónicamente sin la presencia humana, sino que mediante el despliegue de infraestructuras y dispositivos de telecomunicación que son instalados por los humanos. La telecomunicación de esta manera es la que habilita la integración de Antártica a la red global, eliminando las barreras físicas que separan al continente y provocando que Antártica pierda su condición de tierra remota.

Por otro lado, considerando la connotación de Antártica como un continente con vocación hacia el desarrollo de la ciencia, la generación de conocimiento debiese predominar por sobre cualquier otro tipo de interés. Por lo mismo, el debate abierto por casos como la estación alemana en O’Higgins o la holandesa en Rothera,

debiesen esbozar las líneas hacia el desarrollo científico del continente en manos de la cooperación internacional en base al despliegue de nuevas infraestructuras de recolección de información que traspasen los límites nacionales.

Por último, la tecnología avanza a una velocidad inalcanzable y nosotros, los humanos, estamos constantemente quedándonos atrás. Quizás es momento de aceptar dicha condición y entender que la manera de comprender y estudiar el continente va de la mano del aprovechamiento de los recursos que la tecnología nos facilita. No me extrañaría que en unos años más al revisar esta tesis y la tipología propuesta, compruebe que las especulaciones aquí infundidas resulten mezquinas y queden obsoletas, es más, esto solo validaría el punto que este trabajo intenta exponer: el habitar Antártica se sustenta en base a la instalación de tecnologías incorpóreas que nos permiten estudiar el territorio.

Finalizando la investigación, me encuentro convencido de que la manera para lograr tanto proteger este continente como cumplir su propósito de desarrollar nuevos conocimientos, es mediante el despliegue de infraestructuras y dispositivos de telecomunicación que sean capaces asegurar el funcionamiento constante de la red de registro de datos en el continente. Solo así, logrando disminuir al mínimo la participación directa del humano en estas labores, será posible la conservación y comprensión de Antártica como el patrimonio natural de la humanidad que es.

X. ANEXO



IMAGINARIO ANTÁRTICA

00

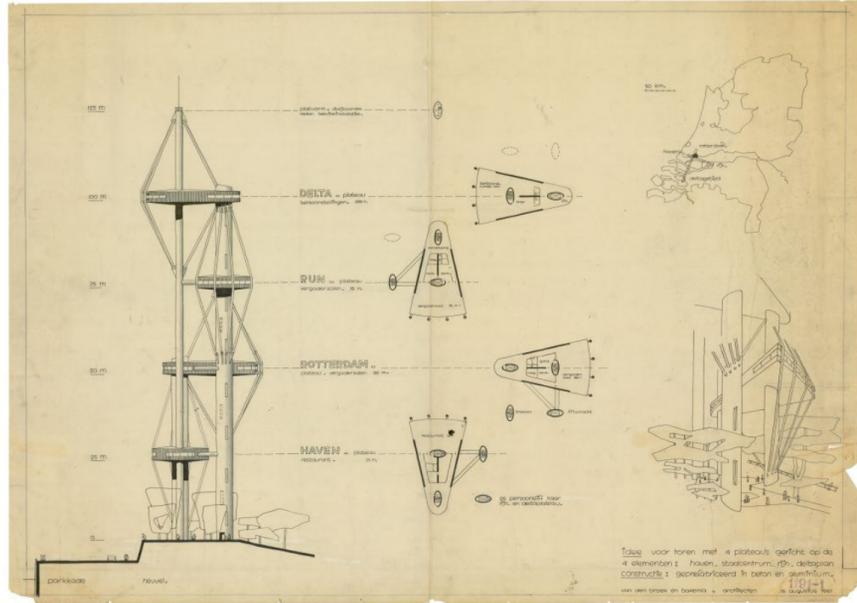
Uno ejercicio realizado a comienzos de este año en marzo consistió en realizar una imagen de Antártica sin aún conocer nada del continente.

Esta ilustración busca exponer mi visión sobre colonización del continente como el despliegue de elementos sobre el territorio que interactúan entre si.

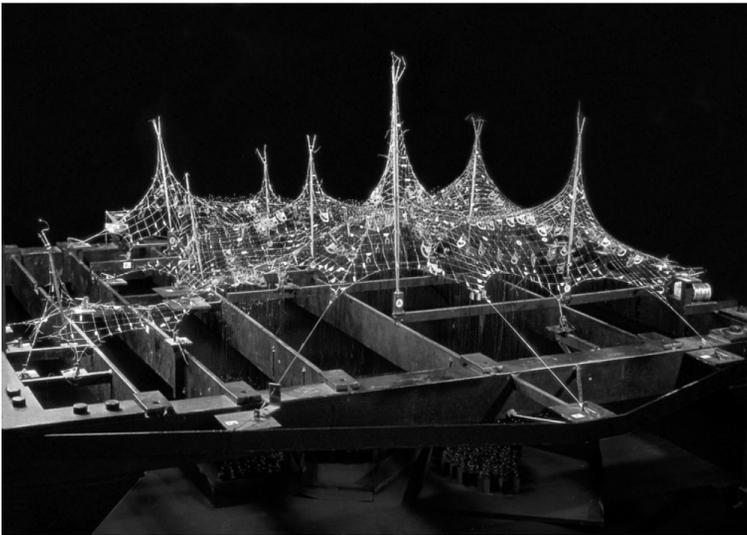
Si bien esta primera aproximación es apresurada y omite muchas variables que el progreso de la investigación fue añadiendo, marca un punto de inicio hacia el entendimiento de la actividad humana en el continente como una estrategia de red.

La siguiente recopilación de imágenes, corresponden a una parte del Atlas que se fue configurando junto con el desarrollo de la tesis.

Las imágenes expuestas en esta sección han sido parte del proceso de investigación, contribuyendo en la elaboración de un imaginario que fue nutriendo mi fascinación por la arquitectura de la telecomunicación.

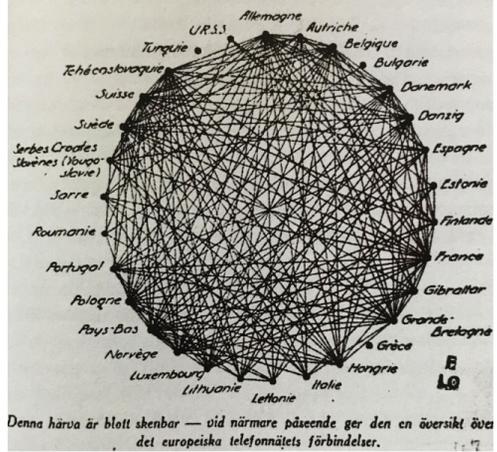


01



03

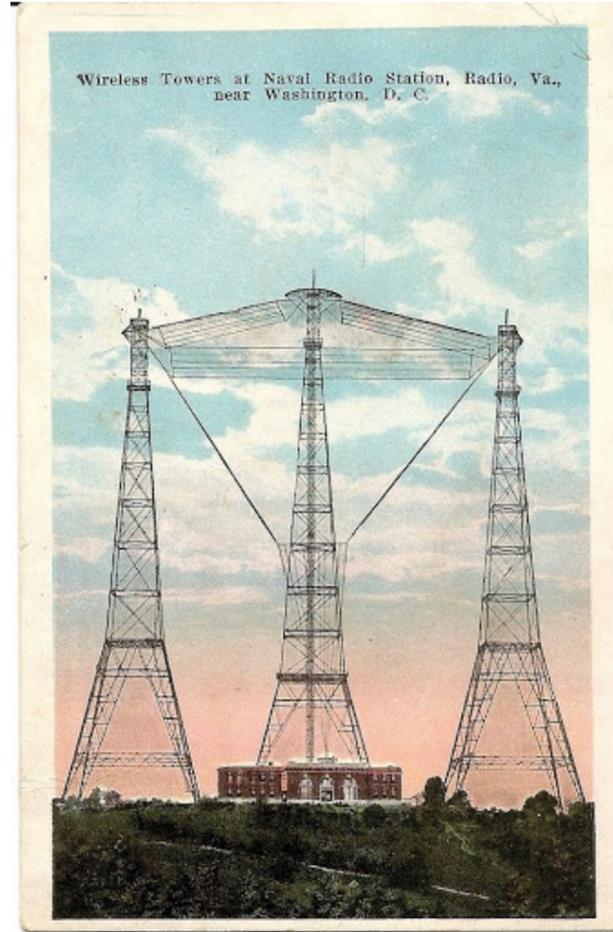
Internationell telefonkatalog.



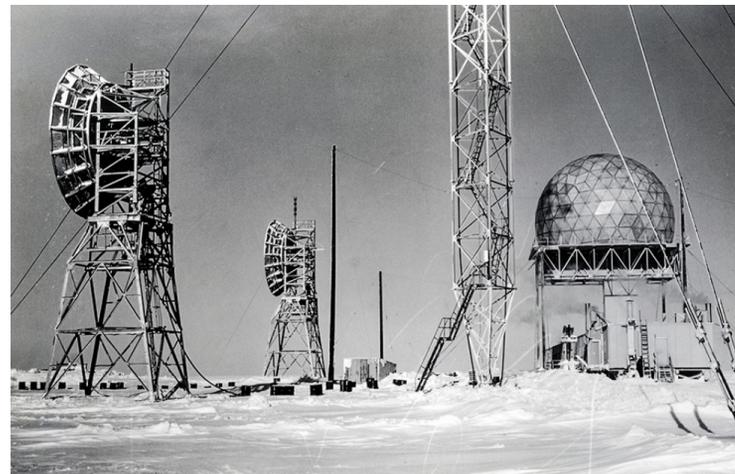
02



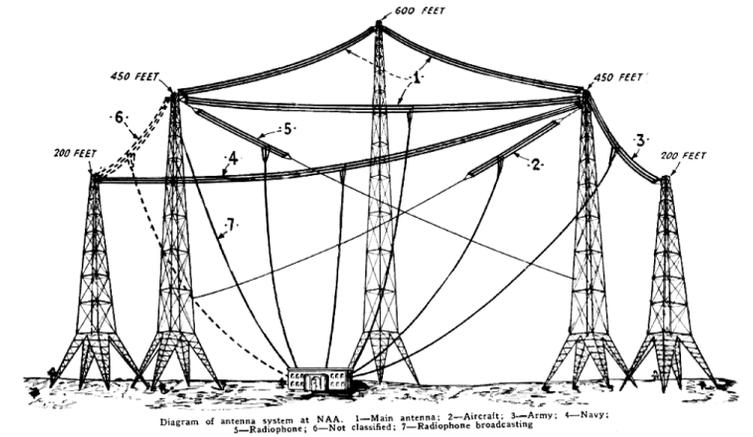
04



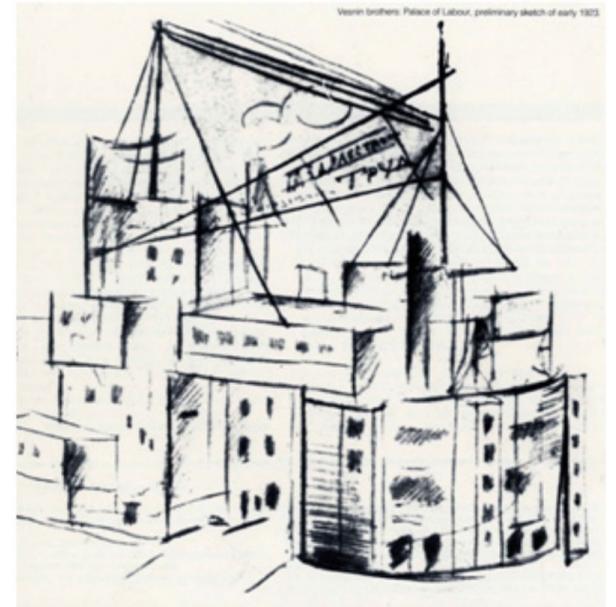
05



08

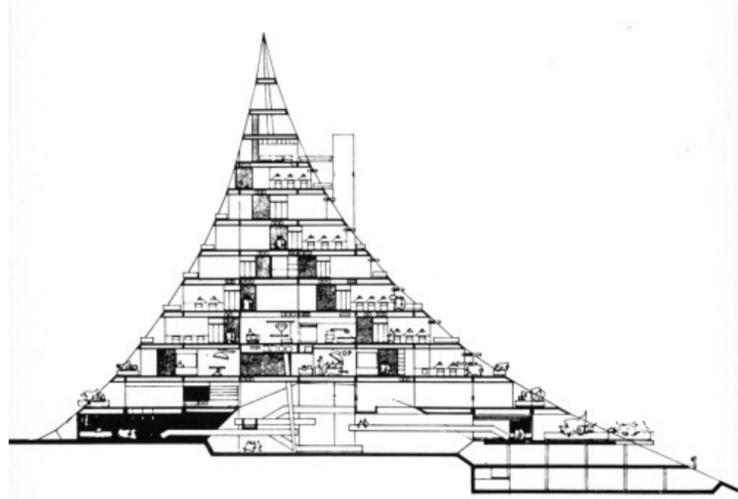


06



07

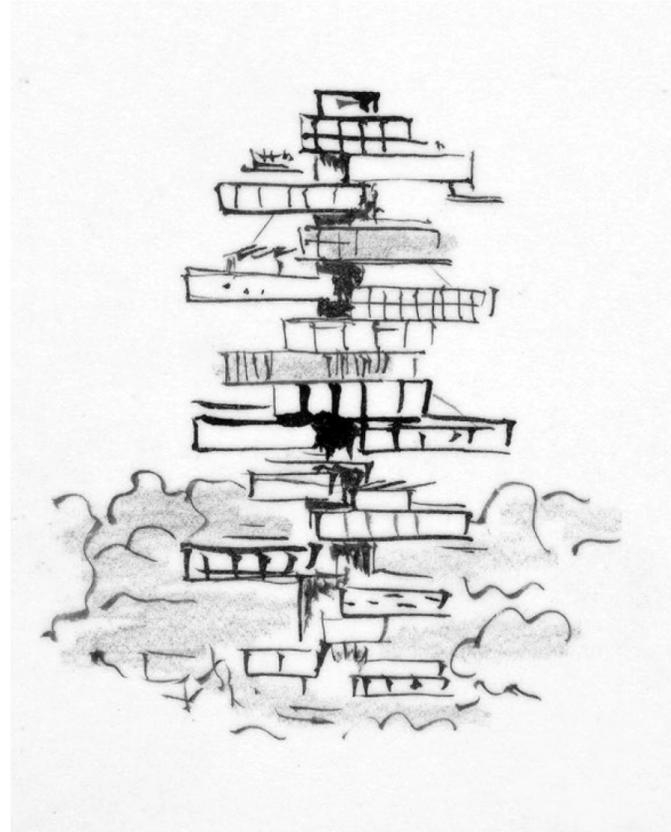
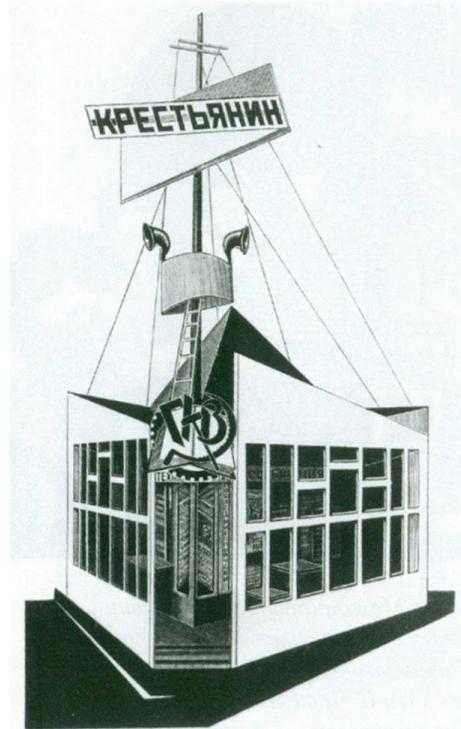
09



010



011



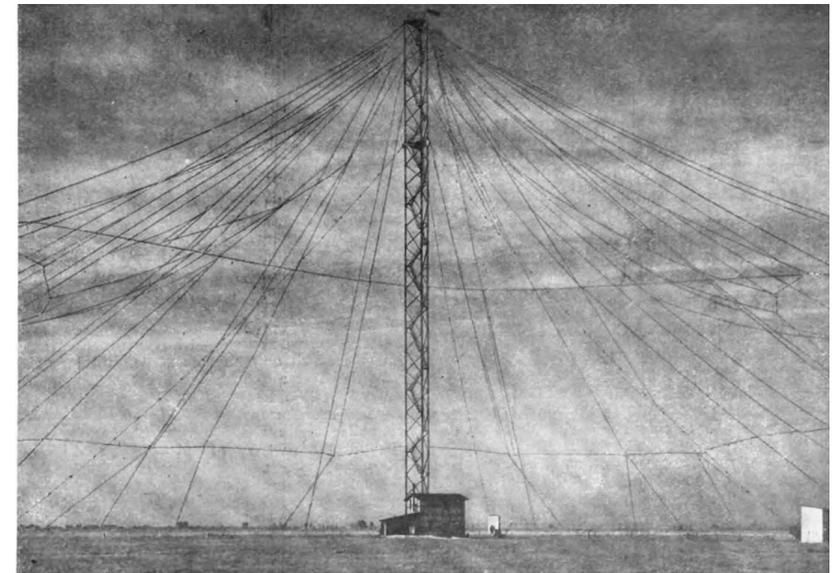
012



014



013



015

IX. BIBLIOGRAFÍA

CABEZAS, C. (2014, 19 febrero). First-Place Winner of Santiago Landmark Competition: Smiljan Radic + Gabriela Medrano + Ricardo Serpell. Recuperado 27 de noviembre de 2020, de <https://www.archdaily.com/478897/first-place-winner-of-santiago-landmark-competition-smiljan-radic-gabriela-medrano-ricardo-serpell>

CIENCIACHILE. (2019, 8 abril). Chile tendrá su primer sistema de monitoreo de acidificación de los océanos en la Antártica. Recuperado 23 de noviembre de 2020, de <https://www.cienciaenchile.cl/chile-tendra-su-primer-sistema-de-monitoreo-de-acidificacion-de-los-oceanos-en-la-antartica/>

COMNAP. (2015). About the Netherlands National Antarctic Program. Recuperado 23 de noviembre de 2020, de <https://web.archive.org/web/20150209233044/https://www.comnap.aq/Members/NWO/SitePages/Home.aspx>

COMNAP. (2017). *Antartic Station Catalogue*. Christchurch, New Zealand: COMNAP Secretariat.

DELAQUESS, E. (2018, 7 agosto). The Antarctic Sun: News about Antarctica - GRACE-FO to McMurdo Ground Station. Recuperado 23 de noviembre de 2020, de <https://antarcticsun.usap.gov/features/4372/>

DIARIOUCHILE. (2015, 3 marzo). Chile reabre base “Yelcho” para estudiar ecosistema marino antártico.

Recuperado 23 de noviembre de 2020, de <https://radio.uchile.cl/2015/03/03/chile-reabre-base-yelcho-para-estudiar-ecosistema-marino-antartico/>

DIAZ, M. A. (2014, 28 julio). Mástiles y Dirigibles. Recuperado 24 de noviembre de 2020, de <http://madc-texts.blogspot.com/2014/07/mastiles-y-dirigibles.html>

DLR. (s.f.). German Antarctic Receiving Station GARS O’Higgins. Recuperado 23 de noviembre de 2020, de https://www.dlr.de/eoc/en/desktopdefault.aspx/tabid-9472/16238_read-40703/

FOGG, G. E. (1992). *A History of Antartic Science*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

DULKINA, I. (s. f.). Russian avant-garde architecture: five masterpieces and a ghost. Recuperado 8 de julio de 2020, de <https://arteltroika.com/inspirations/articles/russian-avant-garde-architecture-five-masterpieces-and-a-ghost/>

FOX, W. (2005). *Terra Antarctica: Looking into the Emptiest Continent*. San Antonio, Texas, EE.UU: Trinity University Press.

GALDAMES, D. (2014, 7 febrero). Tercer Lugar Concurso Torre Antena Santiago: Architects of Invention + ARCHIPLAN S.A. Recuperado 27 de noviembre de 2020, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-334334/tercer-lugar-concurso-torre-antena-santiago-architects-of-invention-archiplan-s-a>

GARDINETTI, M. (2017). Iakov Chernikhov, arquitectura y fantasía. Recuperado 24 de noviembre de 2020, de <https://tecnne.com/arquitectura/iakov-chernikhov/>

GLASBERG, E. (2012). *Antarctica as Cultural Critique*. Londres, Reino Unido: Palgrave Macmillan.

GOZAK, A., & LEONIDOV, A. (1988). *Ivan Leonidov*. Londres, Reino Unido: Academy Editions.

HOWKINS, A. (2009). Más allá del heroísmo: la historia antártica bajo las sombras de Amundsen, Scott y Shackleton. *Istor*, 39, 3-26. Recuperado de http://www.istor.cide.edu/archivos/num_39/dossier1.pdf

IGLESIAS, H. (1996). Los dibujos de Arquitectura de las vanguardias soviéticas. En Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento (Ed.), *Vanguardia soviética, 1918 - 1922: Arquitectura realizada* (pp. 55-60). Barcelona, España: Lunwerg Editores S.A.

INACH (s.f.). «Base Teniente Luis Carvajal - INACH». Accedido 23 de junio de 2020. https://www.inach.cl/inach/?page_id=25065.

INACH (s.f.). «Base Yelcho - INACH». Accedido 23 de junio de 2020. https://www.inach.cl/inach/?page_id=12698

INACH. (2011, 3 noviembre). Expertos antárticos de Europa y América se reúnen en Punta Arenas.

Recuperado 23 de noviembre de 2020, de <https://web.archive.org/web/20140107000722/http://www.inach.cl/2011/expertos-antarticos-de-europa-y-america-se-reunen-en-punta-arenas/>

INACH. (2018). *Enciclopedia visual de la Antartica*. Punta Arenas, Chile: Negroeditores.

INACH. (2019). Sistema del Tratado Antártico. Recuperado 23 de noviembre de 2020, de https://www.inach.cl/inach/?page_id=21

KLÜGEL, T., HÖPPNER, K., FALK, R., KÜHMSTEDT, E., PLÖTZ, C., REINHOLD, A., . . . SUN, J. (2015). *Earth and space observation at the German Antarctic Receiving Station O’Higgins*. *Polar Record*, 51(6), 590-610. doi:10.1017/S0032247414000540

LODDER, C. (1988). *El Constructivismo Ruso* (Ed. Cast. ed.). Madrid, España: Alianza Editorial.

QUIRK, V. (2014, 28 febrero). Shortlisted Proposals for the Çanakkale Antenna Tower Competition. Recuperado 27 de noviembre de 2020, de <https://www.archdaily.com/481705/shortlisted-proposals-for-the-canakkale-antenna-tower-competition>

S.A.C. (2016, 1 enero). *Mark Wigley - Staedelschule Architecture Class (SAC) Lecture Series - Summer, 2016* [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=FE3E9Eiukc8&t=4542s>

WIGLEY, M. (2015). *Architecture in the age of Radio*. Zurich, Suiza: Lars Müller Publishers.

YOUNG, L. (2019). *Machine Landscapes*. Hoboken, NJ, Estados Unidos: Wiley.

YOUNG, L., & LOPEZ-DINARDI, M. (2019). El riesgo de no especular. ARQ, 102, 14-29. Recuperado de <http://www.edicionesarq.cl/2019/arq-102-especulacion/>

FIGURAS

FIG. 1

Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 2

[Ilustración]. (s. f.). Colocación de una antena de radio. Cortesía de: *PolarLAB Chile*.

FIG. 3

Elaboración propia. Otoño 2020

FIG. 4

BYRD, R. E. (1928). *Little America en construcción* [Fotografía]. Recuperado de: <https://library.osu.edu/site/conqueringice/checklist/>

FIG. 5

LUCIBELLA, M. (s. f.). *The Radome of the McMurdo Ground station* [Fotografía]. Recuperado de <https://antarcticsun.usap.gov/features/4372/>

FIG. 6

[Fotografía]. (s. f.). *Princess Elisabeth Station*. Recuperado de http://www.antarcticstation.org/assets/uploads/documents_files/brochure_pea_2011.pdf

FIG. 7

ROBERT, R. (s. f.). *The Kitchen* [Fotografía]. Recuperado de http://www.educapoles.org/multimedia/picture_

gallery_detail/the_construction_of_the_princess_elisabeth_antarctica_station/22

FIG. 8

MORRIS, J. (s. f.). *Halley VI interior* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.architectsjournal.co.uk/archive/ice-station-halley-vi-by-hugh-broughton-architects>

FIG. 9

HUGH BROUGHTON ARCHITECTS. (s. f.). *Halley VI Antarctic Research Station - Science modules* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.archdaily.com/330453/the-worlds-first-relocatable-research-center-opens-in-antarctica>

FIG. 10

ARMADA ESPAÑOLA (1970). *Erupción Volcánica en Isla Decepción vista desde la antena de telecomunicaciones de la Ex-base Pedro Aguirre Cerda*. [Fotografía]. Recuperado de: <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenos especiales/prefLang-es/06aniversarios--09xx-annos-campanna-antartica--05rgm--11isladecepcion-es>

FIG. 11

VALDÉS, J. (1957) *Amalgama de Telecomunicaciones y fauna en el paisaje antártico* [Fotografía]. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Base_Presidente_Gabriel_Gonz%C3%A1lez_Videla#/media/Archivo:Pinguinos1.JPG

FIG. 12

Elaboración propia. Otoño 2020.

FIG. 13

DXNEWS. (2016, 27 abril). *Concordia Research Station IA/IZ3SUS Antenna* [Fotografía]. Recuperado de https://dxnews.com/IA-IZ3SUS_Concordia_Antarctica/

FIG. 14

HURLEY, F. (1912). *Raising a wireless mast at Cape Denison* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/statelibraryofnsw/49751705597/in/album-72157607350816312/>

FIG. 15

DOXIADIS, C. (1967). *Ecumenopolis* [Ilustración]. Recuperado de <https://www.tumblr.com/tag/ecumenopolis>

FIG. 16

CHEJNIKHOV, I. (1920–1930). *Composición* [Ilustración]. Recuperado de <https://thecharnelhouse.org/2014/06/06/architectural-compositions-by-iakov-chernikhov-1924-1931/>

FIG. 17

HURLEY, F. (1912). *Walter H Hannam, wireless operator and mechanic* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/history/communications/the-wireless-of-wireless-hill/>

FIG. 18
[Ilustración]. (2014). Byrd waving bye bye. En *Explorers' Gazette* (14.a ed., p. 15).

FIG. 19
Elaboración propia. Otoño 2020.

FIG. 20
DRL. (s. f.). *Estación DRL* [Fotografía]. Recuperado de https://www.inach.cl/inach/?page_id=12696

FIG. 21
[Fotografía]. (2018, 2 noviembre). *Base O'Higgins desde el mar*. Recuperado de <https://www.artfulliving.com.tr/gundem/insanin-oteki-ile-iliskisine-dair-bir-roman-i-17016>

FIG. 22
INACH. (s. f.). *Base Gabriel Gonzalez Videla* [Fotografía]. Recuperado de https://www.inach.cl/inach/?page_id=12689

Fig. 23
[Fotografía]. (s. f.). *Brown en Bahía Paraíso*. Recuperado de <https://ar.pinterest.com/pin/291608144621788534/>

FIG. 24
[Fotografía]. (2018). *Base Marambio*. Recuperado de <https://www.noticiasfueguinas.com/noticias/leer/8297-tierra-del-fuego-base-marambio-desminti-cierre-por-acuerdo-del-fmi.html>

FIG. 25
CRITICASUR. (2018, 9 marzo). *Base Melchior* [Fotografía]. Recuperado de https://criticasur.com.ar/nota/9334/fue_replegada_la_dotacion_que_trabajo_durante_54_dias_en_la_base_antartica_melchior?rand=798

FIG. 26
INACH. (s. f.). *Base Naval Arturo Prat* [Fotografía]. Recuperado de https://www.inach.cl/inach/?page_id=12686

FIG. 27
CRONISTA. (s. f.). Base Carlini [Fotografía]. Recuperado de <https://www.cronista.com/clase/trendy/Cine-en-la-Antartida-Argentina-donde-esta-la-Base-Carlini-y-primera-sala-de-cine-de-Antartida-20200824-0003.html>

FIG. 28
[Fotografía]. (s. f.). Antena de telecomunicación en Base Frei. En PolarLab Chile.

FIG. 29
UNITED STATES ANTARTIC PROGRAM. (s. f.). *Base Palmer* [Fotografía]. Recuperado de <https://photolibary.usap.gov/PhotoDetails.aspx?filename=PALMERLMG.JPG>

FIG. 30
NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER. (2014, 6 enero). *Ballooning in the constant sun of the South Pole summer*

[Fotografía]. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/24662369@N07/13991854852>

FIG. 31
DELL'AMORE, C. (2016, 16 abril). Yeti - the robot [Fotografía]. Recuperado de <https://blog.nationalgeographic.org/2013/04/16/yeti-robot-detects-polar-dangers/>

FIG. 32
[Fotografía]. (2017, 10 febrero). *Lanzamiento de dron desde zodiac*. Recuperado de <https://www.popsi.com/drones-wildlife-biology-animal-research/>

FIG. 33
[Fotografía]. (2017, 21 diciembre). *Sonda marina para identificar consecuencias del cambio climático*. Recuperado de <https://deeply.thenewhumanitarian.org/oceans/articles/2017/12/21/robots-dive-below-antarctica-ice-sheet-to-collect-climate-change-data>

FIG. 34
Elaboración propia. Otoño 2020

FIG. 35
Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 36
INACH. (s. f.). *Estación Yelcho desde el mar* [Fotografía]. Recuperado de https://www.inach.cl/inach/?page_id=12698

FIG. 37
INACH. (2015, 4 marzo). *Buceo científico en Isla Doumer* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.inach.cl/inach/?p=16148>

FIG. 38
Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 39
Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 40
Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 41
CHERNIKHOV, I. (1929–1931). *Composición Fantástica nº 5* [Ilustración]. Recuperado de <https://thecharnelhouse.org/2014/06/06/>

FIG. 42
KRINSKY, V. (1922). *Composición experimental «Faro en el puerto»* [Ilustración]. Recuperado de https://www.domusweb.it/en/architecture/2015/03/12/vkhutemas___a_russian_laboratory_of_modernity.html

FIG. 43
VESNIN, A. (1924). *Sucursal moscovita del periódico «Lenungrádskaia Pravda»* [Ilustración]. Recuperado de <https://www.pinterest.cl/pin/223068987767110740/>

FIG. 44

CHERNIKHOV, I. (1929–1931). *Fantasía Arquitectónica* [Ilustración]. Recuperado de <https://thechanelhouse.org/2014/06/06/>

FIG. 45

TATLIN, V. (1920). *Monumento a la 3ª Internacional* [Ilustración]. Recuperado de <https://arkinetblog.wordpress.com/2010/03/11/monument-to-the-third-international-vladimir-tatlin/>

FIG. 46

VESNIN, A., VESNIN, V., & VESNIN, I. (1922). *Palacio del Trabajo* [Ilustración]. Recuperado de <https://www.pinterest.es/pin/511158626451513111/>

FIG. 47

LEONIDOV, I., GOZAK, A., & LEONIDOV, A. (1988). *Sección Instituto Lenin* [Ilustración]. En Ivan Leonidov (p. 47).

FIG. 48

LEONIDOV, I. (1927). *Perspectiva Instituto Lenin* [Ilustración]. Recuperado de <https://circarq.wordpress.com/2018/07/24/ivan-leonidov/>

FIG. 49

LEONIDOV, I. (1929). *Monumento a Cristobal Colón* [Ilustración]. Recuperado de <http://mactexts.blogspot.com/2014/07/mastiles-y-dirigibles.html>

FIG 50

NEW YORK DAILY TRIBUNE (1909). *Inalámbrico para abarcar el océano*. [Ilustración]. Recuperado de: <https://earlyradiohistory.us/1909spn.htm>

FIG 51

FULLER, B. (1928). *4D Tower, 4D Time Lock*. [Ilustración]. En *Architecture in the Age of Radio* (p. 10).

FIG 52

DOXIADIS, C. (1968). *Ecumenopolis* [Ilustración]. Recuperado de <https://funnelme.wordpress.com/2012/01/03/doxiadis-04-ecumenopolis/>

FIG 53

FULLER, B. (1928). *Un mundo sin líneas, 4D Time Lock*. [Ilustración]. Recuperado de: <https://bostonraremaps.com/inventory/buckminster-fuller-4d-time-lock/>

FIG 54

YOUNG, L. (2019). *Facebook Data Center* [Fotografía]. Recuperado de: <https://archive.curbed.com/2019/2/15/18221516/factory-warehouse-architecture-data-center>

FIG 55

SOU FUJIMOTO ARCHITECTS (2014). *Çanakkale Antenna Tower*. [Visualización]. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/481705/shortlisted-proposals-for-the-canakkale-antenna-tower-competition>

FIG. 56

Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 57

Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 58

S. RADIC, G. MEDRANO & R. SERPELL. (2014). *Tower v/s Antena* [Visualización]. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/478897/first-place-winner-of-santiago-landmark-competition-smiljan-radic-gabriela-medrano-ricardo-serpell>

FIG. 59

ARCHITECTS OF INVENTION + ARCHIPLAN S.A. (2014). *Halo Santiago* [Visualización]. Recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-334334/tercer-lugar-concurso-torre-antena-santiago-architects-of-invention-archiplan-s-a>

FIG. 60

Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 61-80 (PLANIMETRÍA E IMÁGENES DE PROYECTO)

Elaboración propia. Primavera 2020

FIG. 81

CGTN. (2019, 9 febrero). *Nueva estación meteorológica China instalada sobre el hielo Antártico* [Fotografía]. Recuperado de <https://news.cgtn.com/news/3d3d414d776b544e32457a6333566d54/index.html>

ANEXOS

FIG. 00

Elaboración propia. Otoño 2020

FIG.01

BAKEMA, J. (1957). *Design for the «Euromast»* [Ilustración]. Recuperado de <https://collectie.hetnieuweinstituut.nl/en/research/antenna-architecture>

FIG.02

Le Corbusier. (1920). *International telephone network* [Ilustración]. En *Architecture in the Age of Radio* (p. 307).

FIG.03

ATELIER FREI OTTO WARMBRONN. (1967). *Maqueta Pabellón de Montreal* [Fotografía]. Recuperado de <https://www.detail.de/artikel/forschen-entwickeln-wagen-pritzker-preis-fuer-frei-otto-13459/>

FIG.04

KEREZ, C. (2012). *Ultra Highrise Project 2. Zhengzhou* [Fotografía]. Recuperado de <http://afasiaarchzine.com/2015/11/christian-kerez-16/christian-kerez-ultra-highrise-project-2-zhengzhou-5/>

FIG.05

SPARKS JOURNAL. (1957). *NAA Arlington - US Naval Radio Station* [Ilustración]. Recuperado de <http://www.navy-radio.com/commsta/arlington.htm>

FIG.06

WINTERS, S. E. (1923). *Sistema de Radio y Antenas usados en la estación NAA en Arlington, Virginia*. [Ilustración]. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/NAA_\(Arlington,_Virginia\)#/media/Archivo:NAA_Arlington,_Virginia_antenna_structure_\(1923\).gif](https://es.wikipedia.org/wiki/NAA_(Arlington,_Virginia)#/media/Archivo:NAA_Arlington,_Virginia_antenna_structure_(1923).gif)

FIG.07

U.S. NAVAL INSTITUTE PHOTO ARCHIVE (1954). *Radomo en las Islas Aleutian*. [Foto]. Recuperado de: <https://www.navalhistory.org/2016/01/28/the-marine-corps-goes-geodesic>

FIG.08

VESNIN, A. (1922). *Palacio del Trabajo* [Ilustración]. Recuperado de <https://snowwhitedesign.wordpress.com/writings/year-1/308-2/>

FIG.09

OTTO, F. (1956–1958). *Academia de Medicina ULML* [Ilustración]. Recuperado de <https://archiveofaffinities.tumblr.com/post/13033232505/frei-otto-third-project-of-the-ulm-medical>

FIG. 10

DE MARTINO, S. (1955). *Boompjes II* [Ilustración]. Recuperado de <https://drawingmatter.org/boompjes-2/>

FIG.011

GAN, A. (1926). *Kiosk* [Ilustración]. Recuperado de <https://thecharnelhouse.org/2013/03/23/lenin-for-children/aleksei-gan-kiosk-1926/>

FIG.012

OTTO, F. (1958). *Shashlik House* [Ilustración]. Recuperado de: Frei Otto forschen, bauen, inspirieren.

FIG.013

FOLCH, T., IBAÑES, D., RUBIO, R., & AMANET, S. (2014). *Torre Antena Santiago* [Visualización]. Recuperado de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-335616/segundo-lugar-concurso-torre-antena-santiago-folch-ibanez-rubio-armanet>

FIG.014

[FOTOGRAFÍ]. (1968). Radioperador de la Dotación. En *PolarLab Chile*.

FIG.015

RAMAKERS, L. (1907). Nauen umbrella antenna 1907 [Fotografía]. En *The new wireless station at Nauen Germany*.