

EL EDIFICIO-CIUDAD COMO POSIBILIDAD DE SUBSISTENCIA

Una Ciudad *Laboratorio* para la Investigación Científica en el Continente Antártico

María Paz Ramírez Mühlhausen



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



EL EDIFICIO-CIUDAD COMO POSIBILIDAD DE SUBSISTENCIA

Una Ciudad *Laboratorio* para la Investigación Científica en el Continente Antártico

MARQ

por

María Paz Ramírez Mühlhausen

Profesor Guía:
Nicolás Stutzin

Septiembre 2021
Santiago, Chile

Taller de Investigación y Proyecto:
Edificio-Ciudad III

MARQ UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
TIA/ TPT - 1er Semestre 2021
EDIFICIO-CIUDAD III
Nicolás Stutzin

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

Se ha intentado identificar a los dueños de derechos de autor de cada una de las imágenes referenciadas. En caso de detectar algún error o reclamación de citación, favor comunicarse con el autor. Errores u omisiones serán corregidas en ediciones futuras. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación o transmitirse de ninguna forma o por ningún medio, electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación o de otra manera, sin el permiso previo del autor. Todas las citas han sido traducidas por el autor, al menos de que se mencione lo contrario.

Esta investigación y el proyecto en que culmina no habrían sido posibles sin el apoyo e inspiración de algunas personas:

A mi profesor guía Nicolás Stutzin y a mi ayudante Matías Rivera, por su gran disposición a orientarnos. A mis compañeros y compañeras de título, Polly, Hao, Colo y Felipe, quienes siempre entregaron una muy buena energía. A toda mi familia, especialmente a mis papás, abuelos y hermano, quienes siempre me brindaron apoyo y me lograron sacar una sonrisa en el proceso. A todas mis amigas y amigos, quienes me escucharon y apoyaron. A Cristina Villarroel, quien revisó y leyó por primera vez la investigación. A Nicolás Pezo, quien me enseñó muchas cosas durante el proceso y que, pacientemente me acompañó y me mantuvo positiva. Y finalmente, a Milka, quien a lo largo de toda la carrera estuvo ahí incondicionalmente día y noche.

A todos ellos, gracias.

La presente investigación se enmarca en el TIP-TIA/TPT^[1] del Magister de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica, sobre *Edificios-Ciudad*^[2] dirigido por Nicolás Stutzin, desarrollado desde agosto del año 2020 hasta septiembre de 2021. En este, se propone explorar y entender la relación entre la ciudad y arquitectura como una nueva posibilidad hoy, por medio de megaestructuras habitables, cuya escala y complejidad permiten el desarrollo de lógicas urbanas en su interior.

Ante un escenario en donde los efectos negativos del Antropoceno ponen en peligro nuestro sistema de soporte vital^[3], el cambio Climático^[4] se posiciona como una realidad innegable de emergencia inmediata. Acorde a la última actualización del informe de evaluación del IPCC^[5] en agosto del presente año, se informó sobre nuevas estimaciones de las posibilidades de cruzar el nivel de calentamiento global de 1,5 ° C en las próximas décadas y, a menos que haya reducciones inmediatas, rápidas y a gran escala de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), limitar el calentamiento

a 1,5 ° C o incluso 2 ° C estará fuera de nuestro alcance.^[6]

La tesis tiene por objetivo proponer un centro de investigación climática en el territorio Antártico que pueda albergar a una población de manera permanente en el territorio, y que, a su vez, permita el testeo sobre una nueva posibilidad de adaptación frente a escenarios hostiles, para la subsistencia pos-cambio climático.

Para abordar la problemática, el proyecto se desarrollará por medio de un *edificio-ciudad* que permitirá no solo el estudio de parámetros climáticos, sino que también permitirá testear sobre la posibilidad de pensar una arquitectura que pueda permitir una forma de vida urbana en condiciones climáticas extremas, llevando al límite el centro de investigación.

Se hará el desarrollo de una narrativa construida a partir del estudio de los imaginarios de arquitectura en los polos, junto con el estudio de tecnologías y estrategias climáticas en distintos proyectos del siglo XX.



Figura 01: Fotografía panorámica desde la pista “Hielo Azul” en Glaciar Unión, John Walker, 2013.

1 Taller de Investigación y Proyecto (TIP); Taller de Investigación Avanzada (TIA); Taller de Proyecto de Título (TTP)

2 El edificio-Ciudad se caracteriza por; ser un único y gran objeto; incluir múltiples usos; presentar una condición metropolitana; tener una organización para distintos tipos de transporte; articular usos privados y públicos; y concebirse como infraestructura autosostenible/autónoma. Se pueden clasificar bajo; Torre entendido como una infraestructura vertical en la cual la ciudad se pliega en su interior; Lineal como una infraestructura horizontal la cual tiende a incorporar infraestructura de transporte; y Mat-building o tapiz como infraestructura horizontal, extensa y replicable. Estas Características fueron definidas en el contexto del TIP dirigido por Nicolás Stutzin (Santiago: PUC, 2020).

3 Aquellos factores o condiciones que proporciona la Tierra para las necesidades fisiológicas de la vida; aire, agua, alimento, entre otros. En: Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht:Springer, 2012), 79.

4 Es preciso aclarar dos conceptos que, si bien están estrechamente relacionados, se tienden a tomar como sinónimos; el calentamiento global y el cambio climático. La principal diferencia radica en que el calentamiento global es la causa del cambio climático, es decir, la concentración de los gases de efecto invernadero producidas por la actividad humana han aumentado en 1,1 °C la temperatura global, causando las variaciones extremas en el clima.

5 The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) es el organismo de la ONU para evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático, creada en el año 1988.

6 IPCC, (2021).

-00- PRÓLOGO	11
-01- SUBSISTENCIA	17
Sistema de Soporte Vital	19
Terraformación	25
La Isla	29
-02- ARQUITECTURA POLAR	33
Edificio-ciudad en los Polos	37
El territorio Antártico	45
-03- LA ISLA AUTOSUFICIENTE	57
Lo Absoluto. <i>El Ambiente Hermético</i>	59
Lo Urbano. <i>La Contención de lo Urbano</i>	67
-04- LA TECNÓSFERA EN LA ANTÁRTIDA	75
La Isla en Glaciar Unión	77
Tecnósfera. Sistema de Soporte Vital Artificial	83
El Edificio-ciudad Laboratorio	89
-05- CONCLUSIONES	93
ANEXOS	99
BIBLIOGRAFÍA	133

PRÓLOGO

La mayor parte de las proyecciones del cambio climático presumen que los cambios futuros se producirán de forma progresiva. Sin embargo, el registro geológico del clima refleja casos en los que un cambio relativamente pequeño en un elemento del clima provoca cambios abruptos en el sistema. En otras palabras, el aumento en las temperaturas globales podría desencadenar cambios abruptos, impredecibles y potencialmente irreversibles.

Actualmente, el cambio climático se impone como algo inevitable; con el último informe del IPCC del presente año se confirma que no hay marcha atrás sobre algunos cambios que ya están afectando al sistema climático. El aumento de las temperaturas es la causa directa de la degradación ambiental, los desastres naturales, las condiciones meteorológicas extremas, la inseguridad alimentaria e hídrica, junto con la extinción de distintas especies vitales para el sistema del planeta Tierra. [7] Como plantea el autor David Wallace[8], esta es la mayor amenaza a la que se ha enfrentado alguna vez el ser humano en la Tierra.

Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, como olas de calor, lluvias intensas, sequías y ciclones tropicales, se han vuelto más frecuentes y severos, afectando a todas las regiones de la Tierra, incluido los océanos, amenazando nuestro *sistema de soporte vital*[9] o medios de subsistencia.

En este escenario, la tesis propone un centro de investigación climática en el territorio Antártico que sea capaz de albergar a una población de manera permanente en el territorio, y que, además testee una alternativa de adaptación autosuficiente en uno de los lugares más inhóspitos de la Tierra; el territorio Antártico.

Se introduce el término *terraformación* como el proceso por el cual podríamos

7 Naciones Unida, “La crisis Climática”. 2021.

8 Autor del libro “The Unhinhabitable Eart: Life after Warming” del años 2019.

9 Aquellos factores o condiciones para las necesidades fisiológicas de la vida; aire, agua, alimento, entre otros.

simular o readaptar parámetros ambientales, modificando el clima, la atmósfera, la topología y la ecología de un lugar para que se asemejen a los de la Tierra, es decir, hacerlo habitable. Entonces, ¿Qué significaría alterar la Tierra para que se parezca más a sí misma?[10]

En vista de la urgencia que plantea el cambio climático, si se dispone de toda la tecnología para terraformar otros planetas o estrellas; Marte o la Luna, se tendría la suficiente tecnología para hacerlo en la Tierra. El continente Antártico se presenta como un territorio hostil y particular en la Tierra; en donde se presentan las condiciones para el estudio de distintos fenómenos climáticos; mantiene dependencias con otros continentes para el suministro de alimento y energía; no existe una población propia del lugar, nadie vive de manera permanente ahí; su capa de hielo impide el crecimiento de vegetación y la fauna es principalmente marina; y tiene 6 meses de día y 6 meses en completa oscuridad. Además, se trata de uno de los últimos lugares en la Tierra en donde habrá agua dulce.

El ser humano, al quedarse en la Tierra, ¿Cómo viviría en el contexto del cambio climático o en climas extremos? Tendría que adaptarse, habitar en lo alternativo, en una realidad diferente. Se introduce la noción de *isla*, a través de la cual entenderemos una nueva manera de habitar.

“...las islas son prototipos de mundo porque están separadas lo suficiente del resto del contexto de mundo como para poder constituir un experimento sobre la presentación de una totalidad en formato reducido.”[11]

El proyecto se adscribe y revisita la corriente de las *megaestructuras* o *edificio-ciudad* como posibilidad de materializar la isla. La infraestructura de este, será el medio

10 Chris Pak, *Introduction: Terraforming: Engineering Imaginary Environments*. (Liverpool: Liverpool University Press, 2016).

11 Peter Sloterdijk, *Esferas III*. (Madrid: Ediciones Siruela, 2005), 239.

técnico a través del cual se empujarán sus potencialidades para desarrollar un sistema de soporte vital artificial frente a las condiciones extremas que presenta el territorio.

La ciudad hará de laboratorio para la investigación científica sobre el cambio climático en el territorio y a su vez, será un laboratorio en donde se testeará un nuevo paradigma de vida en el territorio Antártico para la subsistencia pos-cambio climático.

Para entender cómo terraformar este territorio, por un lado, la investigación llevará una revisión histórica sobre cómo se ha abordado la arquitectura polar en el contexto de las décadas de los 60 y los 70 (momento en que existía un gran interés por explorar nuevos territorios), pudiendo repensar cómo sería una ciudad hoy bajo la urgencia actual que supone el cambio climático.

Por otro lado, la *isla* será desarrollada bajo las cualidades de *lo absoluto* y *lo urbano*, como estrategias intrínsecas. Mientras *lo absoluto*^[12] supone la capacidad de aislamiento^[13] por medio de condiciones artificiales, *lo urbano* considera las condiciones y dinámicas inherentes de la ciudad mediante estrategias de urbanismo interior.

Solo cuando la isla sea capaz de contener las condiciones óptimas para albergar de forma permanente a los seres humanos dentro del territorio Antártico, junto con el desarrollo de un estilo de vida, esta será autosuficiente entregando una posibilidad de adaptación ante un ambiente hostil.

Palabras Claves: Cambio climático, Subsistencia, Territorio Antártico, Isla, Edificio-ciudad, Autosuficiencia, Laboratorio.

12 “Las islas de ese tipo navegan en un medio imposible para la vida de seres que respiran, sea bajo el agua, sea en regiones altas, pobres en oxígeno, de la atmósfera terrestre, sea en el vacío del espacio.” En: Peter Sloterdijk, *Esferas III*. (Madrid: Ediciones Siruela, 2005), 246.

13 Dado que se trata de un testeo, el proyecto se considera como sistema abierto al existir intercambio con el exterior.



Figura 02: La primera fotografía del planeta Tierra desde un satélite natural, Bill Anders, NASA, 1968.

01

SUBSISTENCIA

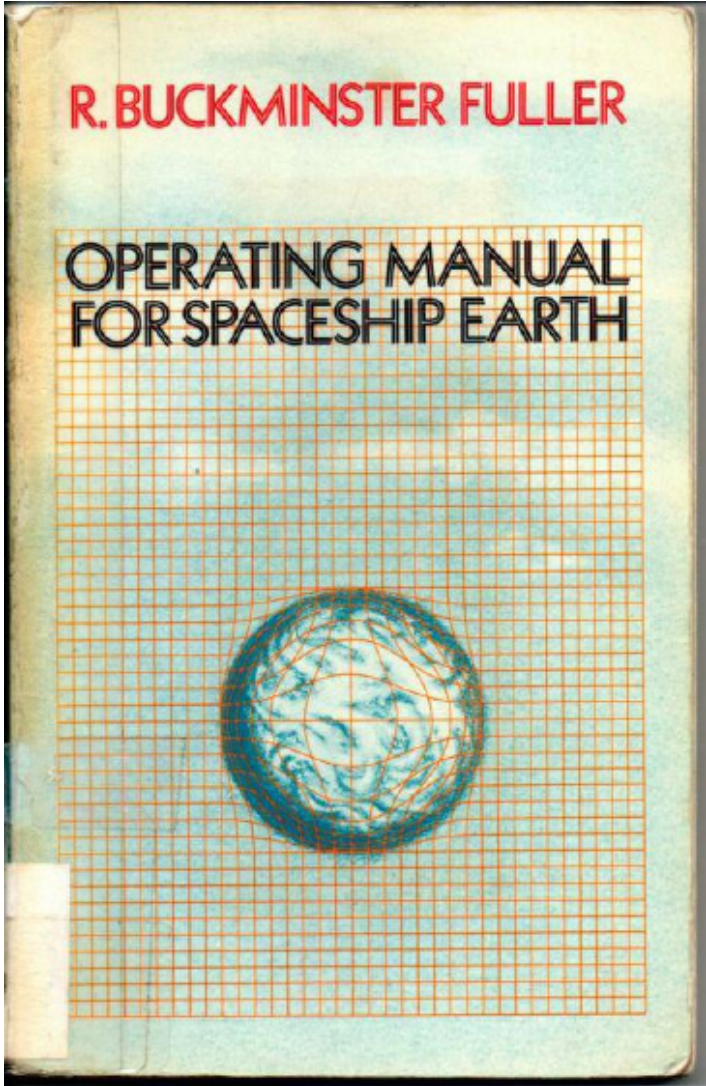


Figura 03: Portada de: Buckminster Fuller, Operating Manual For Spaceship Earth. (Washington DC:Columbia University Press, 1969).

La vida en la Tierra ha sido posible durante los últimos miles de millones de años por las interrelaciones estables de las variables del clima, la composición de la atmósfera, los océanos y las cualidades de la superficie terrestre, sus reservas naturales y sus ciclos. Se podría decir que dentro de la Tierra todos los organismos existen en varios sistemas de relaciones simbióticas en equilibrio. El conocimiento sobre las estrechas tolerancias de estas relaciones solo ha sido aprendido por medio de su ruptura, ya que la ecología del ser humano implica la búsqueda de los recursos que se encuentran disponibles en el entorno y su aprovechamiento.[14]

Al comienzo, la Tierra no soportaba la vida, tuvieron que pasar millones de años para que los organismos que interactúan con los procesos geológicos y químicos cambiaran gradualmente para generar las condiciones óptimas en una biósfera. Los tres medios básicos que sustentan la vida dentro de esta son; el aire (atmósfera), el agua (hidrosfera), y suelo (litosfera).[15]

“la biosfera es una entidad autorregulada con la capacidad de mantener sano nuestro planeta mediante el control del medio ambiente físico y químico”. [16]

La cita anterior de James Lovelock sobre su teoría *GALA* postula que la Tierra es un súper organismo capaz de modificar activamente su composición para asegurar su subsistencia. La Tierra proporciona un sistema de soporte vital por medio de una gran red de procesos que operan en diferentes escalas. [17] El sistema de soporte vital se puede definir como aquellos factores o condiciones que proporciona la Tierra para las necesidades fisiológicas de la vida; aire, agua, alimento (incluyendo vibración,

14 John Machale, *The Ecological Context*. (Londres: Studio Vista Limited, 1971), 9.

15 Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht:Springer, 2012).

16 “...the biosphere is a self-regulating entity with the capacity to keep our planet healthy by controlling the physical and chemical environment”. La teoría GALA deJames Lovelock. En: Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht:Springer, 2012).

17 Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht:Springer, 2012), 13.

ruido, requisitos térmicos, presión, gravedad y bloqueo de radiación y exposición electromagnética).[18] El ser humano en términos termodinámicos es un sistema abierto, es decir, intercambia materia y energía con su entorno, manteniendo su propia estructura. En ese sentido, vive en un sistema de soporte vital cerrado conocido como la “biosfera”. [19]

Buckminster Fuller para describir nuestro planeta, señala que los seres humanos son pasajeros de una gran nave espacial cuyo diseño es tan perfecto que hasta el día de hoy nadie se había percatado de esto. Se ha dado por sentado el complejo sistema de relaciones que permiten a los seres humanos vivir y desarrollarse dentro de la Tierra como especie.

“Por lo tanto, es paradójico, pero estratégicamente explicable, como veremos, que hasta ahora hayamos estado usando, abusando y contaminando este extraordinario sistema de intercambio de energía química para regenerar con éxito toda la vida a bordo de nuestra nave espacial planetaria.” [20]

El aumento en la población, y con ello, el consumo de recursos, el aumento de la demanda y la producción de energía, en su mayor parte a través de combustibles fósiles, nos posiciona en una nueva era geológica; el *Antropoceno*, motivado por el impacto del ser humano en la Tierra. En las últimas décadas, el significado original del término *Antropoceno* para señalar una nueva era geológica, ha adquirido un significado que en la práctica implica la destrucción de los ecosistemas. Lo que inicialmente implicaba un dominio sobre la naturaleza gracias a los nuevos conocimientos y tecnologías, todo un logro para la

18 Idem, 79.

19 “La biosfera es un sistema básicamente cerrado en términos de materia, pero uno abierto en términos de energía.” En: Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht:Springer, 2012).

20 “It is therefore paradoxical but strategically explicable, as we shall see, that up to now we have been misusing, abusing, and polluting this extraordinary chemical energy-interchanging system for successfully regenerating all life aboard our planetary spaceship.” En: Buckminster Fuller, *Operating Manual For Spaceship Earth*. (Washington DC:Columbia University Press, 1969), 15.

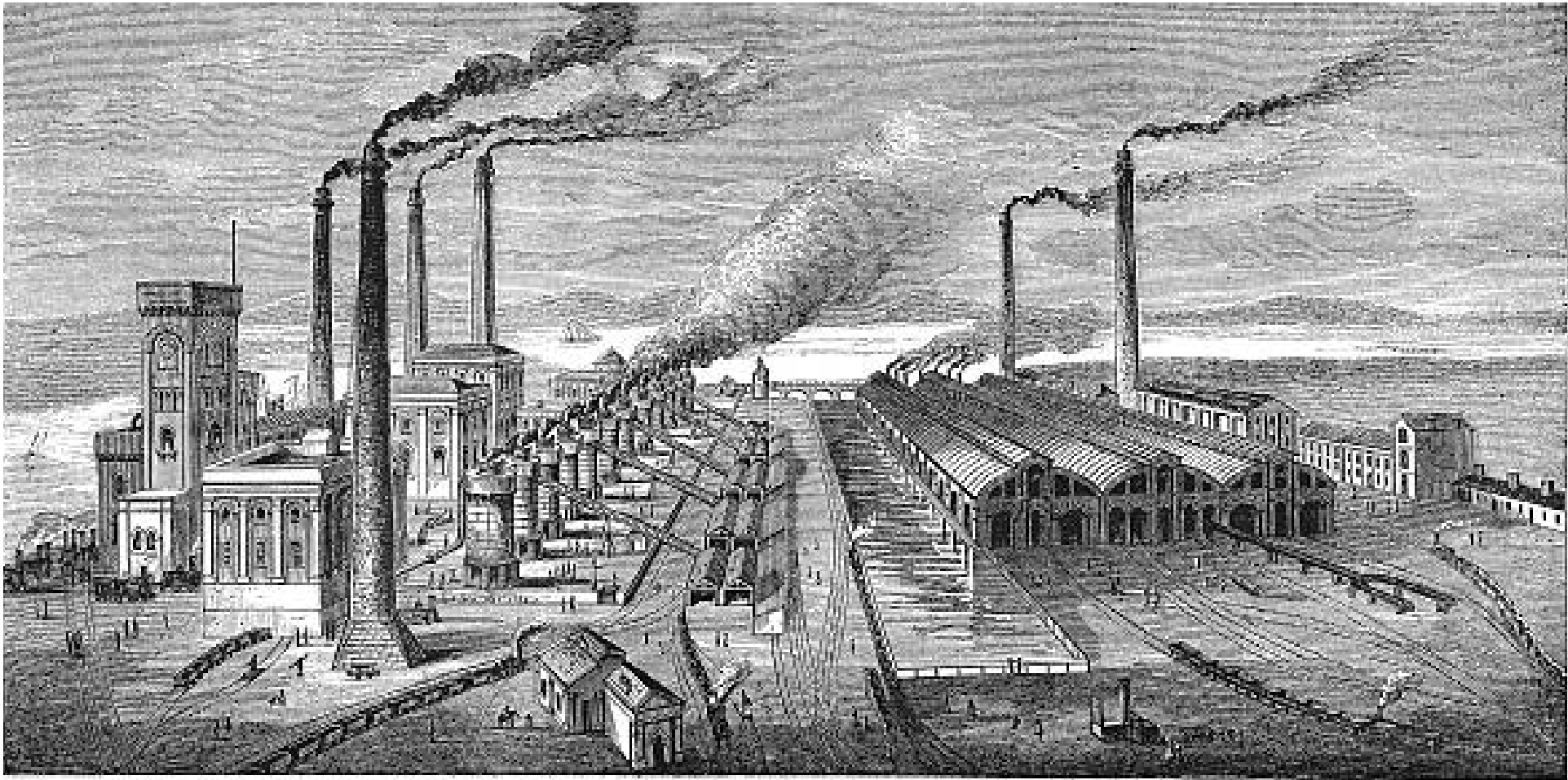


Figura 04: Ilustración de la fábrica Barrow, Inglaterra. Publicado en “The Practical Magazine”, 1873.

humanidad, hoy se traduce en el abuso y destrucción de los distintos ecosistemas que nos permiten vivir dentro de la Tierra. [21]

Las autoridades ya han advertido sobre lo concreto y real del cambio climático y sobre las actividades de fuentes antropogénicas [22] como las principales responsables de su aceleración. Se suponía que los primeros indicios, como el aumento en las temperaturas, se producirían de forma progresiva, pero lo cierto es que estos eventos llegaron más rápido de lo que se había pensado y con una intensidad y frecuencia sin precedentes.[23] Los científicos señalan la Revolución Industrial como punto de inflexión en el que las emisiones de gases de efecto invernadero[24] comenzaron a aumentar de manera constante y acelerada. El nivel de CO2 en la atmósfera preindustrial, era alrededor de 280 ppm[25], aumentando a alrededor de 355 ppm a principios de la década de 1990.[26]

El cambio climático ha influido en la destrucción de los medios de subsistencia y de los recursos económicos, ya que el aumento de las temperaturas es la causa directa de la degradación ambiental, los desastres naturales, las condiciones meteorológicas extremas, la inseguridad alimentaria e hídrica, junto con la extinción de distintas especies vitales para el sistema del planeta Tierra.[27]

21 David Wallace-wells, *The Uninhabitable Earth Life After Warming*. (Nueva York: Tim Duggan Books, 2019), 26.

22 Actualmente estamos aumentando la concentración de carbono en la atmósfera a un ritmo considerablemente más rápido; por lo menos 10 veces más rápido. Este rito es 100 veces más rápido que en cualquier punto de la historia del ser humano antes de la industrialización. En: John Machale, *The Ecological Context*. (Londres: Studio Vista Limited, 1971).

23 IPCC, 2012.

24 En la actualidad la concentración de gases de efecto invernadero tiene una connotación negativa, pero en realidad implica un proceso natural que permite que la Tierra pueda mantener las condiciones necesarias para albergar vida.

25 Ppm: partículas por millón. Medida de volumen.

26 Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht:Springer, 2012), 36.

27 Naciones Unida, “La crisis Climática”. 2021.

Durante el último siglo, el clima de la Tierra ha experimentado un calentamiento acelerado de 0,85 ° C, lo que ya ha provocado la modificación de los procesos de los ecosistemas y la aparición de muchos eventos extremos en todo el mundo, incluidas las temperaturas extremas (clima frío y caliente) y las lluvias (inundaciones y sequías). Algunas estimaciones informan que para el año 2100 la temperatura aumentará a más de 4°C[28], casi la misma temperatura alcanzada en la última extinción mencionada anteriormente.

En la firma de 1997 del Protocolo de Kyoto, se consideraron 2°C de calentamiento global como el umbral de la catástrofe. A pesar de la legislación, la defensa climática y el progreso en cuanto a la energía verde, las emisiones han aumentado en los últimos 20 años. Luego, en 2016, los acuerdos de París establecen un plan de acción mundial para limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C y continuar con los esfuerzos para conseguir que no se superen los 1,5 °C reduciendo las emisiones de CO2 por medio de la mitigación, adaptación y resiliencia[29]. Un nuevo informe se espera para el año 2022, el más reciente indica que aún si se toman medidas sobre las emisiones pronto, es probable que la temperatura aumente alrededor de 3,2 grados, tres veces el calentamiento que el planeta ha experimentado desde el principio de industrialización.[30]

Aunque la diferencia en las temperaturas sea “mínima”, los registros geológicos del clima reflejan casos en los que un cambio relativamente pequeño dentro de los factores climáticos puede provocar cambios abruptos en el funcionamiento de los ecosistemas, e incluso acabar con ellos. El aumento de las temperaturas globales más allá de los umbrales

28 Regiones enteras de África, Australia, Estados Unidos, partes de América del Sur al norte de la Patagonia y Asia el sur de Siberia sería inhabitable por el calor directo, desertificación e inundaciones. Ciertamente los haría inhóspito. En: John Machale, *The Ecological Context*. (Londres: Studio Vista Limited, 1971), 12.

29 Mitigación: reducción de la vulnerabilidad, es decir, la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes. Adaptación: la capacidad de los actores en un sistema (personas) para gestionar la resiliencia. Resiliencia: la cantidad de cambio que puede sufrir un sistema (su capacidad de absorber una perturbación) y permanecer dentro del mismo régimen. En: David Salt; Brian Walker, *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*.(Washington DC: Island Press, 2006).

30 David Wallace-wells, *The Uninhabitable Earth Life After Warming*. (Nueva York: Tim Duggan Books, 2019),15.



Figura 05: Fotografía de Inundación en Muzaffarpur, Bihar, India, Gideon Mendel, 2007.

Figura 06: Fotografía de Incendio Forestal, National Geographic, 2021.

Figura 07: Fotografía de la sequía producto del cambio climático, Bob Nichols, 2021.



que puede admitir el sistema podría desencadenar cambios radicales, impredecibles e irreversibles. Incluso, si se detuvieran las emisiones de CO₂, hay procesos que ya se encuentran en marcha.^[31] A decir verdad, más de la mitad del carbono exhalado a la atmósfera por la quema de fósiles combustibles se ha emitido en las últimas tres décadas.^[32]

Actualmente, se ha experimentado la inundación de ciudades, sequías devastadoras, olas de calor, huracanes y monzones que simplemente han sido denominadas como “mal tiempo”. Ya se ha perdido tiempo suficiente siendo escépticos frente al fenómeno del cambio climático, está ocurriendo y de manera acelerada. El sistema de soporte vital está sufriendo, se debe pensar en la manera de adaptarse frente a esto. ¿Cómo ser capaces de abordar escenarios cada vez más extremos y hostiles?

31 Naomi Klein, *This Changes Everything*. (Londres: Penguin, 2014), 8.

32 David Wallace-wells, *The Uninhabitable Earth Life After Warming*. (Nueva York: Tim Duggan Books, 2019),10.

“...transformar el ecosistema de otros planetas o lunas para que sean capaces de soportar vida similar a la Tierra, pero las inminentes consecuencias ecológicas de lo que se llama el Antropoceno sugieren que, en las próximas décadas, necesitaremos terraformar la Tierra si ha de seguir siendo un anfitrión viable para su propia vida.” [33]

La cita anterior introduce el término *terraformación* como el proceso por el cual se podría simular o readaptar parámetros ambientales, modificando el clima, la atmósfera, la topología y la ecología de un lugar para que se asemejen a los de la Tierra. Este término puede referirse a 2 situaciones; la colonización humana del espacio o la alteración misma de la Tierra para que se asemeje a esta misma. ¿Qué significa alterar la Tierra para que se parezca más a sí misma?[34]

En el primer caso, la *terraformación* para la colonización humana en el espacio fue empujada por lógicas políticas para ejercer soberanía en nuevos territorios, como ocurrió con la carrera espacial entre los años 1955 y 1975 que culminó con la llegada a la Luna en 1969. A pesar de todos los esfuerzos científicos e investigaciones en el área, medio siglo después, todo lo que tenemos en términos de exploración espacial son seis o siete astronautas en una estación espacial limitada a unas pocas millas sobre la Tierra.[35]

Entonces, ¿por qué se dejaría la Tierra? Por un lado, si se piensa en la colonización espacial, es demasiado impráctica para ofrecer una solución a la superpoblación. Por otro lado, una de las razones que empuja con mayor fuerza los

viajes espaciales es la búsqueda de un planeta con condiciones similares a las de la Tierra ante un posible desequilibrio de los ecosistemas, que pueda amenazar la seguridad alimentaria y acceso al agua a causa del cambio climático.

Un caso emblemático sobre el estudio para las condiciones que permitirían que el ser humano viviera en el espacio es el proyecto “Biosphere II”, el sistema cerrado más grande jamás creado, construido en el año 1991. La capsula que encerraba más de 1,2 hectáreas de tierra desértica de Arizona, convertía el sitio en biomas vivos; un océano con arrecife, humedales, selva tropical, pradera, desierto y granja. La estructura se encontraba completamente hermética, sin intercambio de aire con el exterior, y funcionaba de manera autosuficiente por medio de un vivero del tipo que se utilizaría en Marte.[36] En su interior se realizaron 2 misiones; en el año 1991, la cual falló debido a una rápida disminución del oxígeno a causa de un microbio y la falta de alimento. Luego, en 1994 vuelve a fallar dado que, por conflictos internos de la tripulación el aislamiento fue sabotado.

Tomando en cuenta esto, y en vista de la urgencia que plantea el cambio climático, si se cuenta con toda la tecnología para *terraformar* otros planetas o estrellas; Marte o la Luna, se tendría la suficiente tecnología para hacerlo en la Tierra. Si se está dispuesto a vivir en lugares en completa aislación en el espacio, también se podría vivir de manera similar aquí, en la Tierra. En ese sentido, otras soluciones surgirán mucho antes de tener la tecnología suficiente para respaldar la supervivencia a una gran cantidad de personas en el espacio.

33 “...transforming the ecosystems of other planets or moons to make them capable of supporting Earth-like life, but the looming ecological consequences of what is called the Anthropocene suggest that in the decades to come, we will need to terraform Earth if it is to remain a viable host for its own life.” En: Benjamin H. Bratton, The Terraformin. (Moscow: Strelka Press, 2019), 5.

34 Chris Pak, Introduction: Terraforming: Engineering Imaginary Environments. (Liverpool: Liverpool University Press, 2016).

35 Christopher Wanjek, Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond. (Londres: Harvard University Press, 2020), 8.

36 Idem, 56.

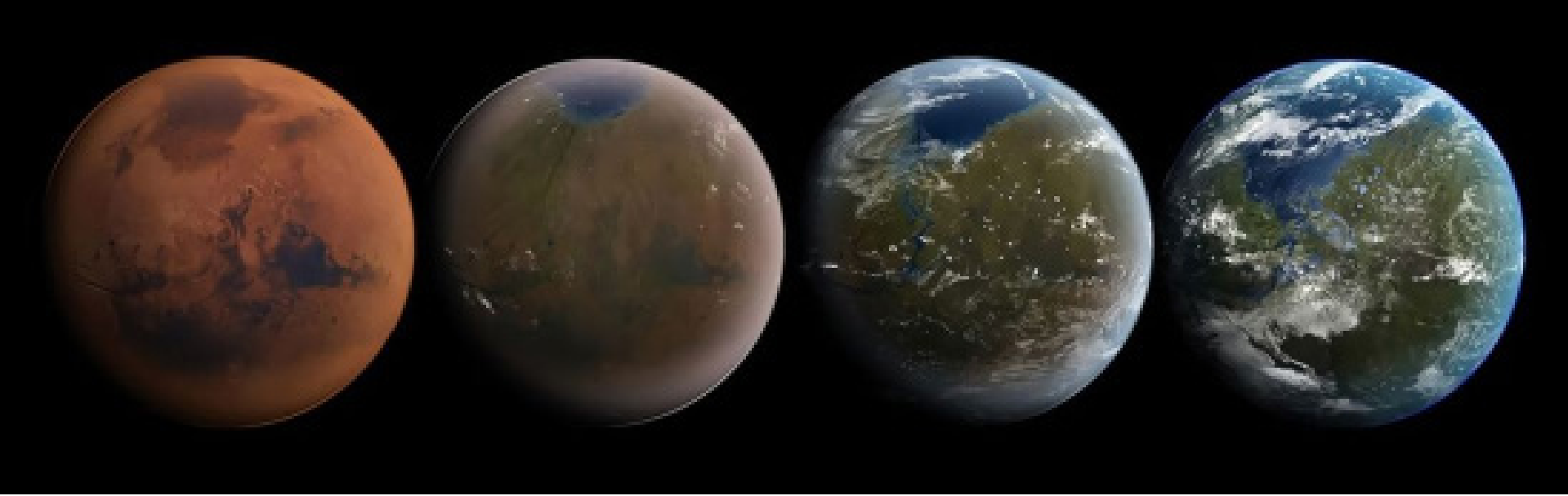


Figura 08: Interpretación artística de la terraformación de Marte en cuatro etapas, Dacin Ballard, 2006.



Figura 09: Fotografía del Desierto de Atacama, 2017.
Figura 10: Vista aérea de la grieta en la plataforma Larsen C, en la península Antártica, National Geographic.

“Dondequiera que vayamos en este universo, necesitamos llevar un poco de la Tierra con nosotros en forma de agua, calor, oxígeno, protección contra la radiación, gravedad y presión del aire.”^[37]

En otras palabras, en cualquier lugar que decida vivir el ser humano, tendrá que disponer de un sistema de soporte vital que entregue las condiciones óptimas similares a las de la Tierra, para poder sobrevivir, por más inhóspito que ese lugar sea. Por esto mismo, la NASA no se apresura en enviar seres humanos a morir a Marte, esto solo ocurre cuando los riesgos y costos sean mínimos.^[38]

Si afrontar el cambio climático implica experimentar todos sus efectos y fenómenos viéndose obligados a *terraformar* para generar las condiciones óptimas, es necesario buscar dónde hacerlo en la Tierra. Los entornos que más se asemejan a las condiciones extremas del espacio, que permitirían testear una forma de vida urbana en el futuro escenario del cambio climático, serían; el Desierto de Atacama en donde los científicos intentan simular los hábitats marcianos; y el continente Antártico, lugar donde científicos viven de manera estacionaria con suministros limitados en el lugar más frío del mundo.^[39]

En el primer caso, si bien el ecosistema del desierto de Atacama implica ciertas limitaciones; la escasez hídrica, energética y de recursos naturales, además de presentar temperaturas extremas; siendo el desierto más árido del mundo. Este territorio tiene pueblos indígenas que lo habitan, especies vegetales y fauna propia. Mientras que, el segundo caso, el continente Antártico se encuentra en completa dependencia de otros

37 “Wherever we go in this universe, we need to carry a bit of the Earth along with us in the form of water, warmth, oxygen, radiation protection, gravity, and air pressure.” En: Christopher Wanjek, *Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond*. (Londres: Harvard University Press, 2020), 30.
38 Christopher Wanjek, *Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond*. (Londres: Harvard University Press, 2020),4.
39 Idem, 15.

continentes para suministro de alimento y de energía, además no existe una población propia del lugar, nadie vive de manera permanente ahí, solo pequeños grupos de científicos de manera estacionaria. Por otro lado, no crece vegetación y la fauna es principalmente marina, esto debido a sus condiciones climáticas hostiles; vientos de hasta 300 km/hr, temperaturas bajo cero (-80°C) que se explican dada la incidencia solar en el lugar (6 meses de día y 6 meses en completa oscuridad).

Al entrar a comparar, las condiciones tanto de la Luna como de Marte no permiten el desarrollo de la vida. En la Luna las temperaturas fluctúan entre -120°C a 120°C, lo que se explica porque el día dura 27 días terrestres.^[40] Luego, en marte las temperaturas varían entre los -80°C y 20°C, ya que se encuentra más distante al sol que la Tierra. Es lógico que bajo estos parámetros parte de la ciencia que actualmente se desarrolla en el territorio Antártico es fuente directa para el estudio de cómo habitar y trabajar en un entorno extremo, por lo que estos conocimientos han sido utilizados para la comprensión de cómo vivir en la Luna y Marte. A pesar de sus semejanzas, la Antártida tiene algo que la Luna y Marte no, aire y la mayor reserva de agua dulce del planeta.^[41]

40 Idem, 2.
41 La capa de hielo que cubre el continente contiene el 70% de agua dulce del planeta, ya que ahí se concentra en 90% de todo el hielo de la Tierra. En: Jane Ferrigno, *Coastal-Change and Glaciological Map of the Palmer Land Area*, Antarctica: 1947-2009.

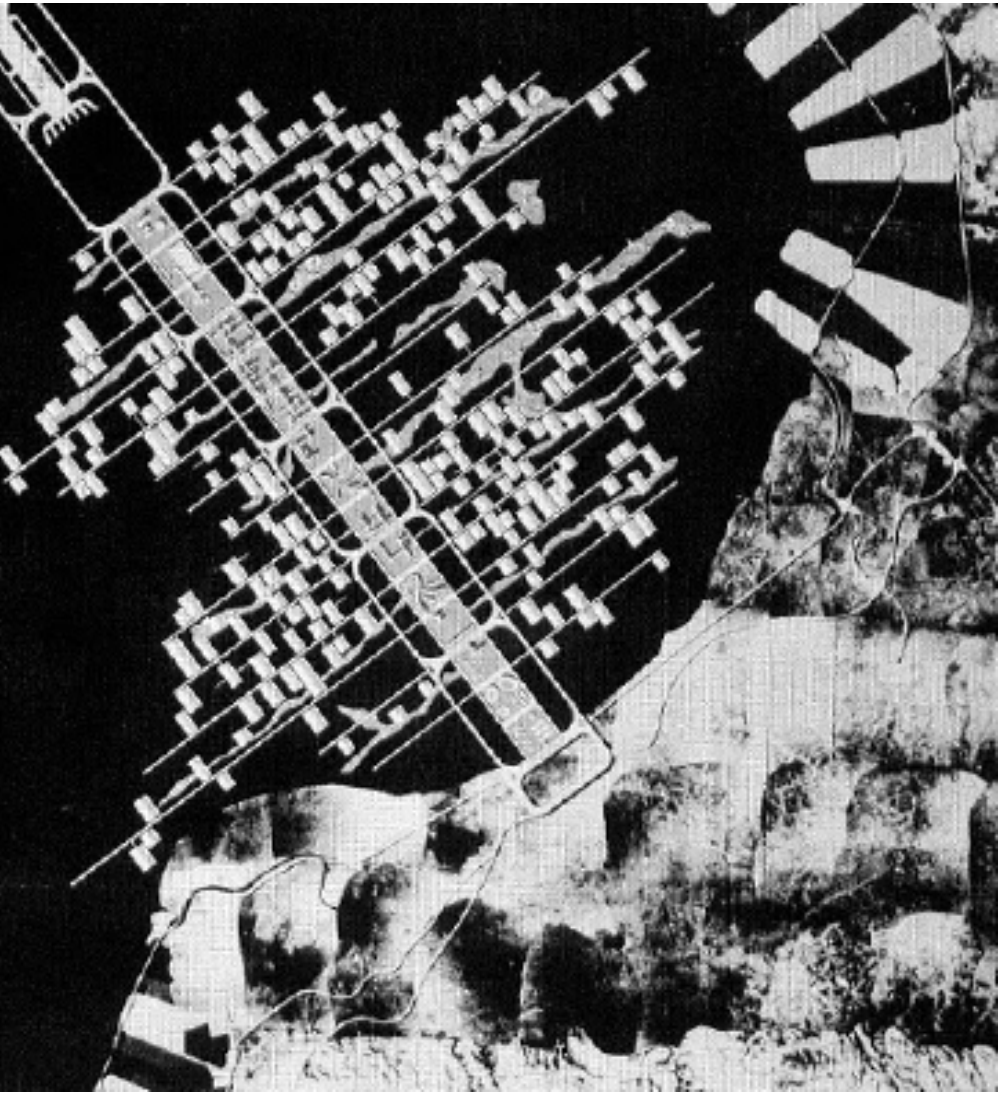


Figura 11: Plan para la Bahía de Tokyo, Kenzo Tange, 1960. Fotografía en Process Architecture, n° 73, 1987.



Figura 12: Portada de: Reyner Banham, Megastructures. (Nueva York: The Monacelli Press, 1976).

“Una isla es cualquier objeto perdido en una extensión infinita de un elemento uniforme. Como tal, la isla está aislada.” [42]

Se introduce la noción de *isla*, a través de la cual entenderemos este nuevo sistema de soporte vital artificial como uno parcialmente absoluto del que dependerá nuestra autonomía y subsistencia biológica en donde las condiciones no lo permiten. Así, la *Terraformación* de la Tierra, específicamente del territorio Antártico, se desarrollará dentro de una la isla.

El autor Gilles Deleuze en su libro *Islas Desiertas*, hace la distinción entre las islas *continentales* y las islas *oceánicas*, en donde las *continentales* son accidentales, vinculadas a algo que existe cerca o que existió y que fueron separadas, nacidas de la desarticulación, erosión o fractura, como los icebergs. Mientras que, las *oceánicas* son islas originales, las cuales emergen de erupciones submarinas.[43] Se puede entender que estas islas no tienen pasado, ya que inmediatamente surgen como un “mundo nuevo”, una reconstrucción, una miniatura, una utopía. Esto les exige que deban contener prácticamente todo, porque no pueden depender de nada más.

“Como microcontinentes, las islas son ejemplos de mundo, en las que se reúne una antología de unidades configuradoras de mundo: una flora propia, una fauna propia, una población humana propia, un conjunto autóctono de costumbres y recetas.”[44]

La *isla* en el territorio Antártico será del tipo *oceánico*, como una totalidad en formato reducido. Vendría a conformar un estado propio, capaz de contener sus propios modos de vida, sus normas, entendimientos y relaciones. Y dentro de su aislamiento serían contenidas las condiciones óptimas para el desarrollo de los seres

42 “An island is any object lost in an endless extension of a uniform element. As such, the island is isolated.” En: Matteo Ghidoni, *Islands*. 1st ed. (Venecia: San Rocco,2011), 3.

43 Gilles Deleuze, *Desert Islands and other Texts* 1953-1974. (MIT Press. Cambridge,2003).

44 Peter Sloterdijk, *Esferas III*. (Madrid: Ediciones Siruela, 2005), 238.

humanos. Pero ¿Qué tan factible es la recreación de un ambiente exterior por medio de una simulación artificial en un interior?

La formulación de la isla será solo posible o realizable por medio del entendimiento de la teoría de las *megaestructuras* o *edificio-ciudad*. A principios del siglo XX, temas como la energía, la velocidad y la potencia de los aparatos fueron la primera inspiración para la utopía maquinista de los futuristas italianos. Décadas después con la incorporación de la arquitectura a las infraestructuras, los arquitectos se enfocaron en la escala de la ingeniería. De acuerdo con Dominique Rouillard el término *megaestructura* aparece en 1962 en la descripción realizada por Peter Smithson sobre el proyecto “Tokyo Bay” de Kenzo Tange. Sin embargo, el primer intento por definir este concepto se puede encontrar en “Investigations in Collective Form” de Fuhimiko Maki: “Una gran estructura en donde todas las funciones de una ciudad o parte de una ciudad son contenidas”[45].

A fines de la década de los 60 y comienzos de la década de los 70, se estaban produciendo grandes avances y desarrollos; como la primera expedición a la Luna en 1969, la informática y la creación de nuevos materiales, además de haber sido una época cargada con un anhelo de cambio social. En este contexto, los gobiernos planificaron y construyeron nuevas ciudades en las que podían albergar a miles de personas, surgiendo así, además, proyectos utópicos de ciudades como “walking City” y “Plug-in” del grupo Archigram en 1964, entre otras.[46]

Posteriormente, Reyner Banham en su libro “Megastructures” hace referencia a este tipo de arquitectura que se había estado desarrollando, específicamente en el año 1964, denominado por él como el *megaaño*, momento en el que las teorías sobre la

45 “A large frame in which all the functions of a city or part of a city are housed.” En: Fumihiko Maki, *Investigaciones en Formas Colectivas*. (Universidad de Washington,1964), 5.

46 Juan Moreno, “Climas Extremos: La Arquitectura En Los Polos”, Trabajo fin de Grado. (ETSAM-UPM, 2018).

megaestructura abarcaban una escala en la que la arquitectura y el urbanismo colapsan en un solo objeto. Pero, no todos los edificios grandes son *megaestructuras* o *edificio-ciudad*, lo son solo cuando por medio de su tamaño y complejidad los límites entre el edificio y la ciudad se tornan difusos, dando cuenta de una organización y modelo urbano en su interior. [47]

Al repensar la *megaestructura* o *edificio-ciudad*, si bien esta noción perdió sentido desde la crisis energética del año 1973, junto con el final de la Guerra Fría, en gran parte por el pesimismo que se estaba viviendo, hoy surge como una posibilidad para materializar la isla como alternativa de adaptación para abordar territorios con condiciones hostiles. El *edificio-ciudad* empujará sus potencialidades técnicas, conteniendo un sistema de soporte vital, junto con las condiciones para habitar dentro de un ambiente artificial. En ese sentido, se propone un *edificio-ciudad* laboratorio en la Antártida, que en primera instancia investigue sobre las implicancias del cambio climático dentro del territorio, pero que también, a su vez, sea un laboratorio de experimentación para una nueva posibilidad de subsistencia ante el cambio climático. Resulta paradójico que la misma tecnología que nos ha conducido hasta este punto crítico del *Antropoceno*, sea la respuesta para poder subsistir dentro de la Tierra.

47 Reyner Banham, *Megastructures*. (Londres: Thames and Hudson, 1976).

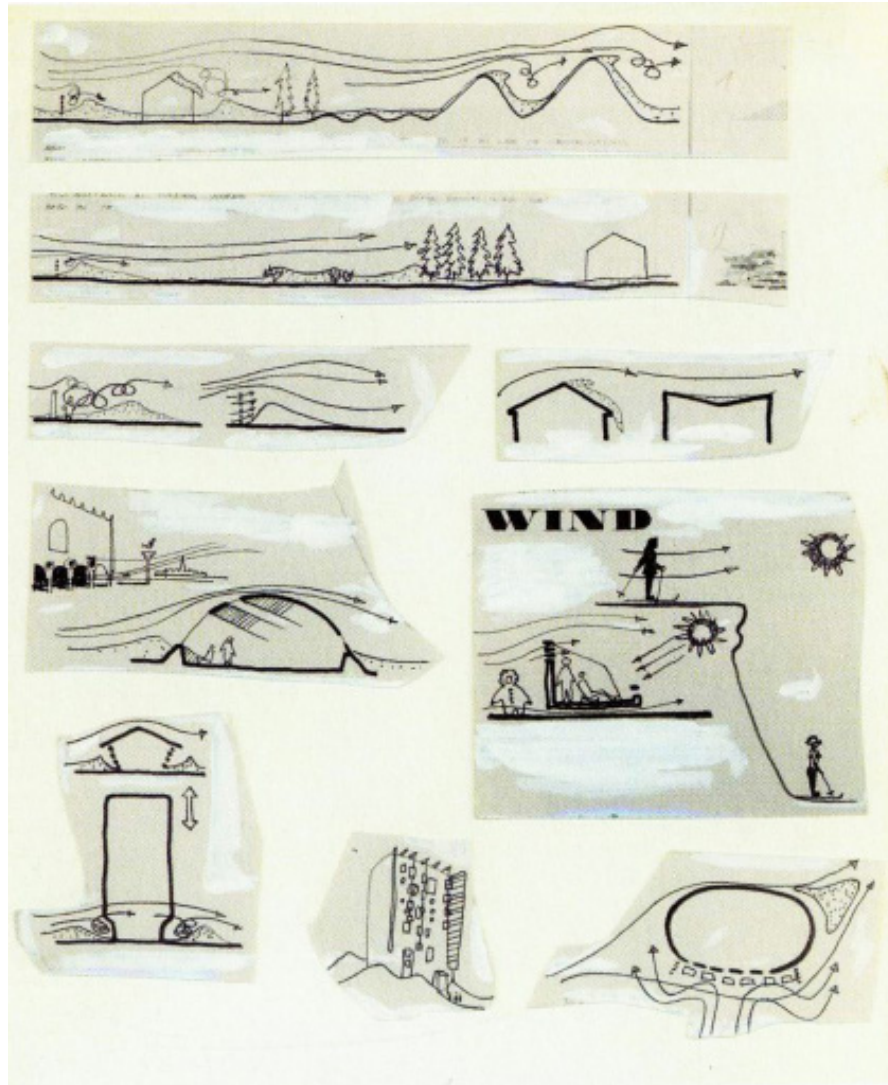


Figura 13: Dibujos del estudio de las técnicas constructivas tradicionales de los laponeses y esquimales, Ralph Erskine, década de los 50.

02

ARQUITECTURA EN LOS POLOS

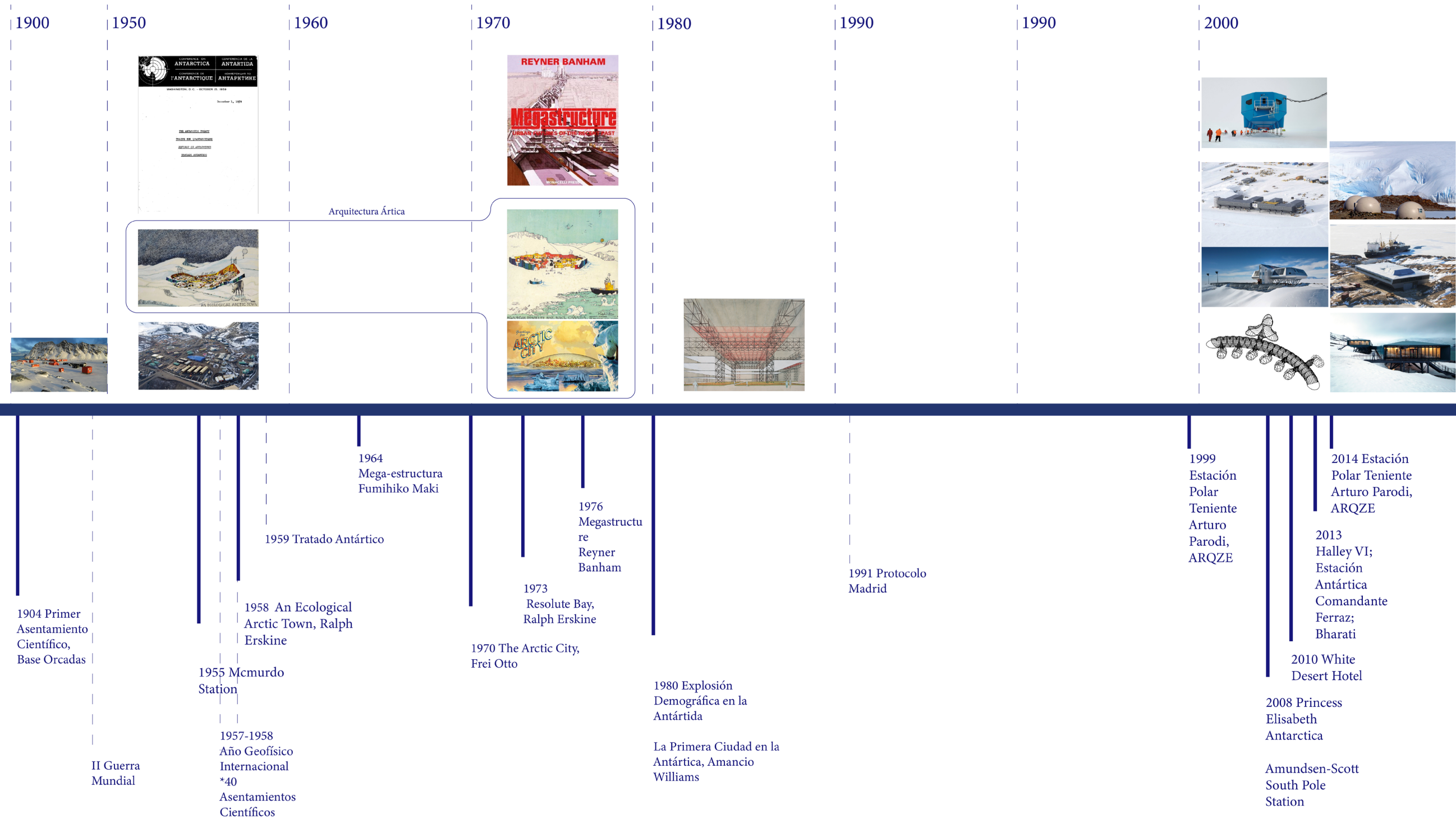


Figura 14: Arquitectura Polar del siglo XX, Elaboración propia, 2021.

Para entender cómo *terraformar* el territorio Antártico es necesario comprender cómo se habita en los Polos geográficos (Ártico y Antártida), qué se ha pensado sobre esto y qué se ha hecho. En el mismo contexto en que se desarrollaron los proyectos de *megaestructuras*, el afán por explorar nuevos territorios estaba latente, el hecho de saber que el ser humano se estaba dirigiendo al espacio hizo que la atención estuviera sobre zonas remotas; expediciones a los océanos, industrialización de los desiertos y selvas tropicales, y la posibilidad de desarrollar ciudades en los polos. Algunos Arquitectos preocupados sobre la relación entre la arquitectura y las condiciones extremas desarrollaron una serie de proyectos en los cuales se consideraba el estudio sobre un ambiente artificial.

Introduciendo los Polos geográficos, si bien se encuentran distantes entre sí (latitud 70° y 90°) en donde el ángulo de incidencia del sol es prácticamente vertical en invierno y muy bajo en verano, ambos tienen características climáticas similares; temperaturas bajo cero, escasas precipitaciones, vientos a gran velocidad y la vida es prácticamente imposible.^[48]

En estricto rigor podría decirse que el primer proyecto de *edificio-ciudad* en los Polos geográficos, en este caso en el Ártico, fue la propuesta introducida por Frei Otto en 1953 “City in the Arctic” la cual luego de 17 años, se convirtió en un proyecto de investigación internacional. Los avances tecnológicos y posibles proyectos que Rusia quería desarrollar en el norte de Siberia, generaron un mayor interés sobre este tema.

El proyecto resolvía de manera muy operativa el problema del clima hostil, Frei Otto proyectó una envolvente dentro de la cual existiría un clima interior regulado en donde se ubicarían los edificios independientes entre sí. En ese sentido, no se hizo cargo de las condiciones térmicas y aislantes de cada uno de los edificios, sino

48 Juan Moreno, “Climas Extremos: La Arquitectura En Los Polos”, Trabajo fin de Grado. (ETSAM-UPM, 2018).

que optó por una sola estrategia; una cúpula.^[49] Precisamente porque la forma curva minimizaría la superficie de exposición al exterior y maximizaría el volumen interior encerrado.

La envolvente sería una cúpula con una luz de 2 km y una altura máxima en el centro de 240 metros en cuyo interior se encontraría una ciudad de 15000 a 40000 habitantes. La cúpula se comportaría como un globo inflado, ya que en su interior el aire estaría a mayor presión que en el exterior, por lo que estaría soportada por el exceso de presión. Esta membrana estaría conformada por dos hojas de un material sintético dispuestas sobre una trama de cables, generando una especie de piel la cual sería menos susceptible al viento y la nieve.

El proyecto se situaría en un estuario, incluiría un puerto, un aeropuerto a las afueras y una estación de energía nuclear que entregaría energía y aire templado a la ciudad, además de mantener el puerto libre de hielo. En su interior habría una zona de viviendas, equipamiento deportivo, hoteles, restaurantes, edificios educativos, oficinas, administración y un área de recreación que incluiría jardines, parques y lagos. En cuanto al manejo de la luz solar, la cubierta podría proteger de la luz solar continua del verano, mientras que durante el invierno se haría uso de una lámpara de “sol artificial” suspendida.

El estilo de vida que se iba a desarrollar dentro de la cúpula iba a presentar condiciones muy similares a las de cualquier otra ciudad, en ese sentido ¿Es suficiente el aislamiento de una ciudad^[50] para poder posicionarla dentro de un contexto extremo

49 Frei Otto tomó y reprodujo el concepto de los invernaderos que más de un siglo antes había sido desarrollado para entender la conservación de la energía, que procede del exterior. En el diseño de estos, la finalidad era atenuar el clima exterior y generar un microclima artificial en el interior. En: Juan Moreno, “Climas Extremos: La Arquitectura En Los Polos”, Trabajo fin de Grado. (ETSAM-UPM, 2018).

50 Otros arquitectos de la época plantearon cúpulas o envolventes gigantes sobre edificios o ciudades, influenciados por las nuevas advertencias de que la naturaleza se encontraba en peligro. Buckminster Fuller, era conocido por su proyecto de 1960 el cual implicaba colocar una cúpula gigante en el centro de Manhattan.

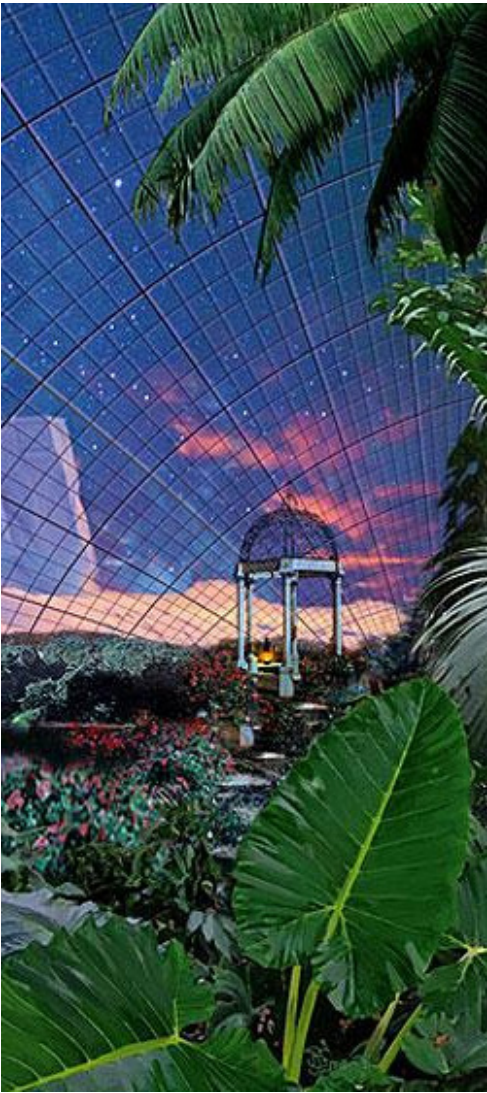


Figura 15: Planta y Sección, The Arctic City, Frei Otto, 1970.

Figura 16: Vista diurna al interior de la envolvente, The Arctic City, Frei Otto, 1970.

Figura 17: Vista nocturna al interior de la envolvente, The Arctic City, Frei Otto, 1970.



Figura 18: Persepectiva para un prototipo de ciudad amurallada del Ártico, Ralph Erskine, 1958.

Figura 19: Dibujo de Resolute Bay, Ralph Erskine, 1970.

Figura 20: Fotografía de la única sección construida de Resolute Bay, 1978.



como el territorio Ártico?

Casi en paralelo, se estuvo desarrollando el proyecto de “Arctic Town for Resolute Bay” por el arquitecto Ralph Erskine. Desde que vivió en Suecia hasta mudarse al Ártico, Erskine siempre tuvo una fascinación sobre las condiciones climáticas frías o polares, por lo que a mediados de los años 50 comenzó a trabajar sobre el diseño y planteamiento de una ciudad utópica en el Círculo Polar Ártico. Se proponía crear un regionalismo nuevo, una arquitectura tradicional que pudiese servir como referencia a esta región climática. Para esto, por medio de dibujos realizó un estudio sobre las condiciones climáticas existentes con el fin de que la arquitectura que proyectaría estuviese a favor de estas condiciones.

En el proyecto se priorizó la protección contra el viento y la recepción de luz solar. Con respecto a la primera, un edificio debe estar orientado hacia el sur y al sol de mediodía. Mientras que con la segunda, la ciudad debe estar situada en un punto medio de una ladera. En cuanto a la forma de las edificaciones, Erskine toma como referencia la de los pueblos y villas de regiones de climas áridos, ya que los problemas son similares a los que se enfrenta una región polar. Él plantea una forma muy compacta para mantener el calor en el interior y prevenir pérdidas, por lo que propone la unificación de varias funciones bajo una misma estructura. Con relación al manejo de la nieve, sugiere construir muros en distintas formas, de manera que el mismo viento remueva y despeje la nieve. A diferencia del proyecto de Frei Otto, Erskine apelaba a una arquitectura de elementos combinados para poder dar soluciones, defendía que la heterogeneidad de los sistemas pasivos podría resultar mucho más eficaz que la homogeneidad de elementos activos mecánicos.

Luego de proponer su proyecto de “Ecological Arctic Town” en 1958, es invitado al CIAM celebrado en 1959 en Otterlo, en donde explicó su experiencia en

las latitudes altas, exponiendo que la arquitectura moderna resultaba incompatible a las condiciones extremas de las regiones nórdicas. Posteriormente, en 1970 el gobierno canadiense le encargó la planificación de una comunidad en el norte de Canadá.^[51] La comunidad de Resolute Bay o *Qansuittug* (lugar sin amanecer), se sitúa en un archipiélago a 2 km de la costa. El encargo consistía en integrar racialmente a la comunidad *Inuit*, de alrededor de 140 habitantes, con la población transitoria blanca de una base militar cercana, la cual contaba entre 250 y 600 personas. La ciudad debía albergar 1200 personas, pero con la posibilidad de expandirse hasta para 3000 personas.

La propuesta se caracterizaba por tener un perímetro con forma de herradura, el cual sería un muro habitable, con departamentos para la comunidad blanca en su interior. La herradura rodearía otras unidades de vivienda unifamiliares para los *Inuit*, que se encontrarían en el centro del lugar.^[52] Durante la planificación, Erskine mantuvo conversaciones con la comunidad Inuit para incorporar sus sugerencias al proyecto y poder encontrar una solución a la convivencia entre ambos grupos.

Como se mencionó, Erskine privilegiaba las técnicas pasivas, además de su interés social por la comunidad, razón que se ve traducida en el proyecto al tener una relación flexible con el exterior, protegiendo a los habitantes cuando las condiciones son más extremas y permitiendo el contacto con la naturaleza cuando esto fuese posible. Sin embargo, uno de los principales defectos del proyecto radicaba en el planteamiento social, ya que se lograba lo contrario a la integración de ambas comunidades. La disposición de la población blanca en el muro y los Inuit en el centro exacerbaba aún más la segregación entre ambas comunidades. Además, la comunidad Inuit se veía por completo expuesta a las condiciones climáticas al encontrarse en el centro del proyecto, no teniendo métodos para librarse de la nieve. Finalmente, solo

51 Mara Sánchez, “[Todos A Bordo... Nos Vemos En El Ártico!]. REIA. (REIA, 2015).

52 “Resolute Bay, Ralph Erskine And The Arctic Utopia”. Senses Atlas.

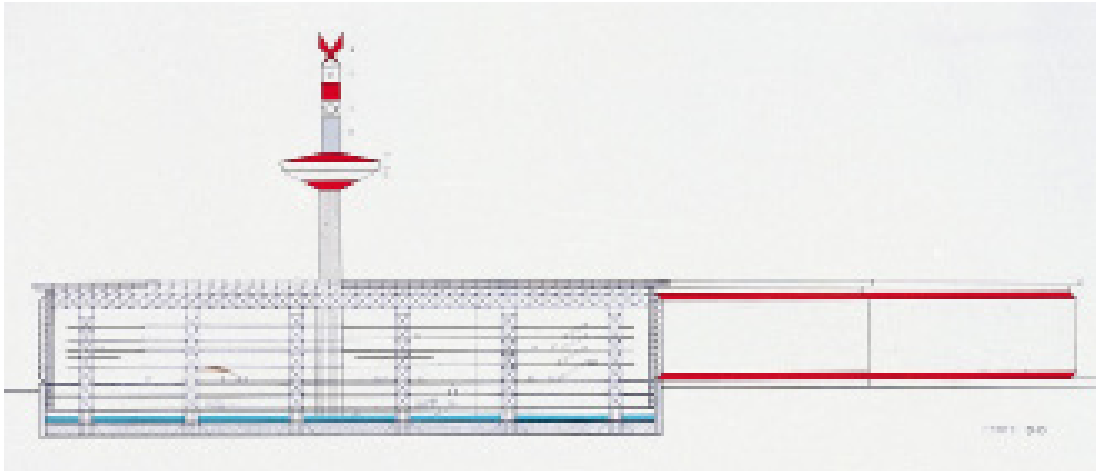
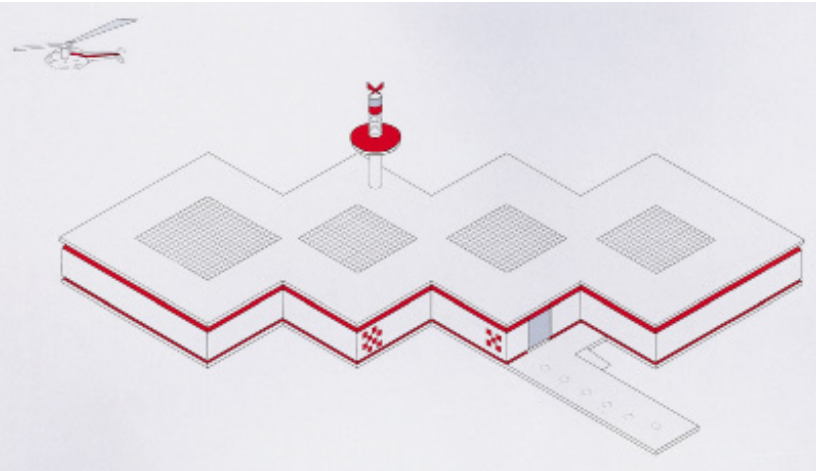
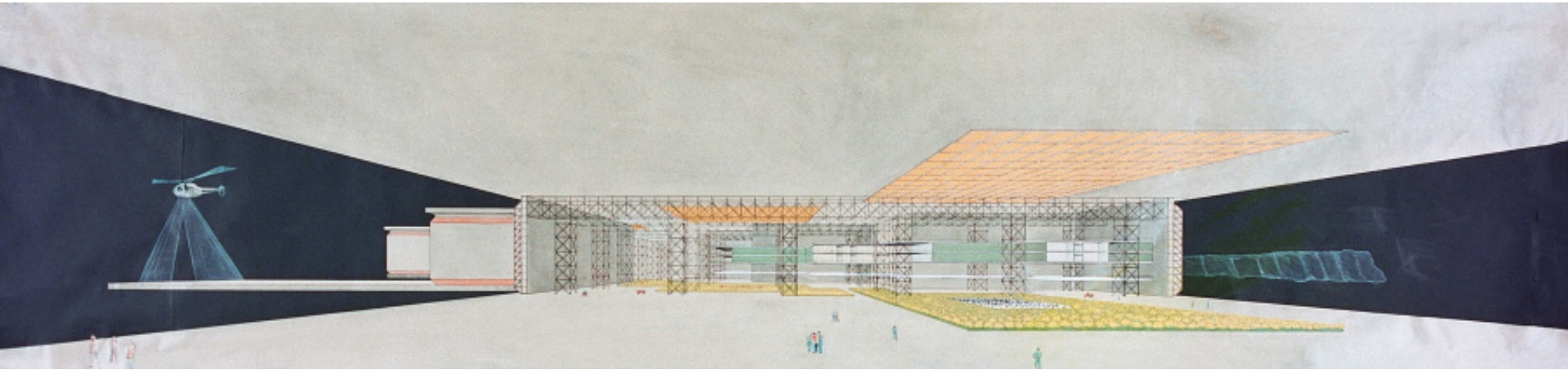


Figura 21: Corte perspectivado general, Amancio Williams,1980.
Figura 22: Perspectiva axonométrica exterior, Amancio Williams, 1980.
Figura 23: Corte principal, Amancio Williams, 1980.

una sección del muro habitable fue construida cuando en 1978 el gobierno decidió poner fin a las obras. [53]

Años después, a comienzos de 1980 Amancio Williams fue consultado por las autoridades argentinas para realizar un estudio sobre la construcción de “la primera ciudad en la Antártida”. Frente a esto, Williams propuso una ciudad cerrada cuyo interior sería similar al de una ciudad moderna. El proyecto se emplazaría dentro de la Península Antártica vinculada a otras bases cercanas mediante helicópteros, como la base Marambio.

Si bien las condiciones climáticas del Ártico y la Antártida son similares, las de esta última son aún más extremas, dado que es el continente más frío de la Tierra (temperaturas mínimas de -80°C en invierno). Su superficie se encuentra casi en su totalidad cubierta de hielo, con un espesor promedio de 1,9 km. Además, el territorio Antártico es considerado un desierto al tener precipitaciones de 200 mm anuales. Todas estas condiciones hicieron del encargo un gran desafío en el que la arquitectura debía adaptarse.

La morfología del proyecto se afirmaba en la horizontalidad, se componía de un paralelepípedo de 6.5 hectáreas y de 24 metros de altura, capaz de albergar hasta 1900 personas. La envolvente opaca aseguraría la protección de la ciudad contra los vientos y la nieve, se esperaba que los vientos barrieran la acumulación de nieve en los planos horizontales de la cubierta. Sus cimientos se resolverían por medio de una capa de hormigón en el subsuelo en contacto directo con la capa permafrost, vertido dentro de encofrados eléctricos que mantienen el hormigón en una temperatura que permite el fragüe inicial.[54]

53 Mara Sánchez, “¿Todos A Bordo... Nos Vemos En El Ártico!”. REIA. (REIA, 2015).

54 Juan Moreno, “Climas Extremos: La Arquitectura En Los Polos”. Trabajo fin de Grado. (ETSAM-UPM, 2018).

La ciudad tendría un clima interior generado por medio de energía producida por turbinas eólicas, además de un depósito de agua de 2.4 metros de profundidad calentada entre 10°C y 12°C para generar un colchón aislante de las temperaturas bajo cero del lugar (y como reserva de agua). Este clima permitiría el desarrollo de vegetación al interior de la ciudad, ya que en el suelo Antártico esto no es posible. Para evitar pérdidas de calor interior al comunicarse con el exterior, se propusieron zonas de amortiguamiento de temperatura y viento, por medio de puertas deslizantes. [55]

En relación al control solar, la ciudad estaría ambientada por luces regulables (disimuladas) de acuerdo las horas del día. Habría una menor cantidad de luz hacia la “noche”, cambiando a una coloración azul. Luego, esta iría aclarando hacia el “amanecer” tornándose cada vez más amarilla simulando la luz del sol y destacando las zonas verdes.

La estructura del proyecto se pensaba en materiales ligeros e inoxidables, dadas las condiciones climáticas. Serían piezas metálicas fáciles de transportar que conformarían una estructura de cerchas sobre la cual se posarían plataformas. En estas habría equipamiento deportivo, recreación, hotel y vivienda. Tendría 3 módulos de vivienda adaptables a los tipos de familia, ya que se pretendía que la población de la ciudad fuese variada y que estuviera en constante renovación.[56]

La obra de Amancio Williams se caracterizaba por el esfuerzo por encontrar una coherencia entre los descubrimientos científicos y su correcta aplicación sobre la arquitectura para asegurar la habitabilidad en condiciones adversas. Específicamente en este proyecto pretendía generar un ambiente interior artificial, emulando la sensación de estar en cualquier ciudad.

55 Idem.

56 “La Primera Ciudad En La Antártida”. Amancio williams.Com.

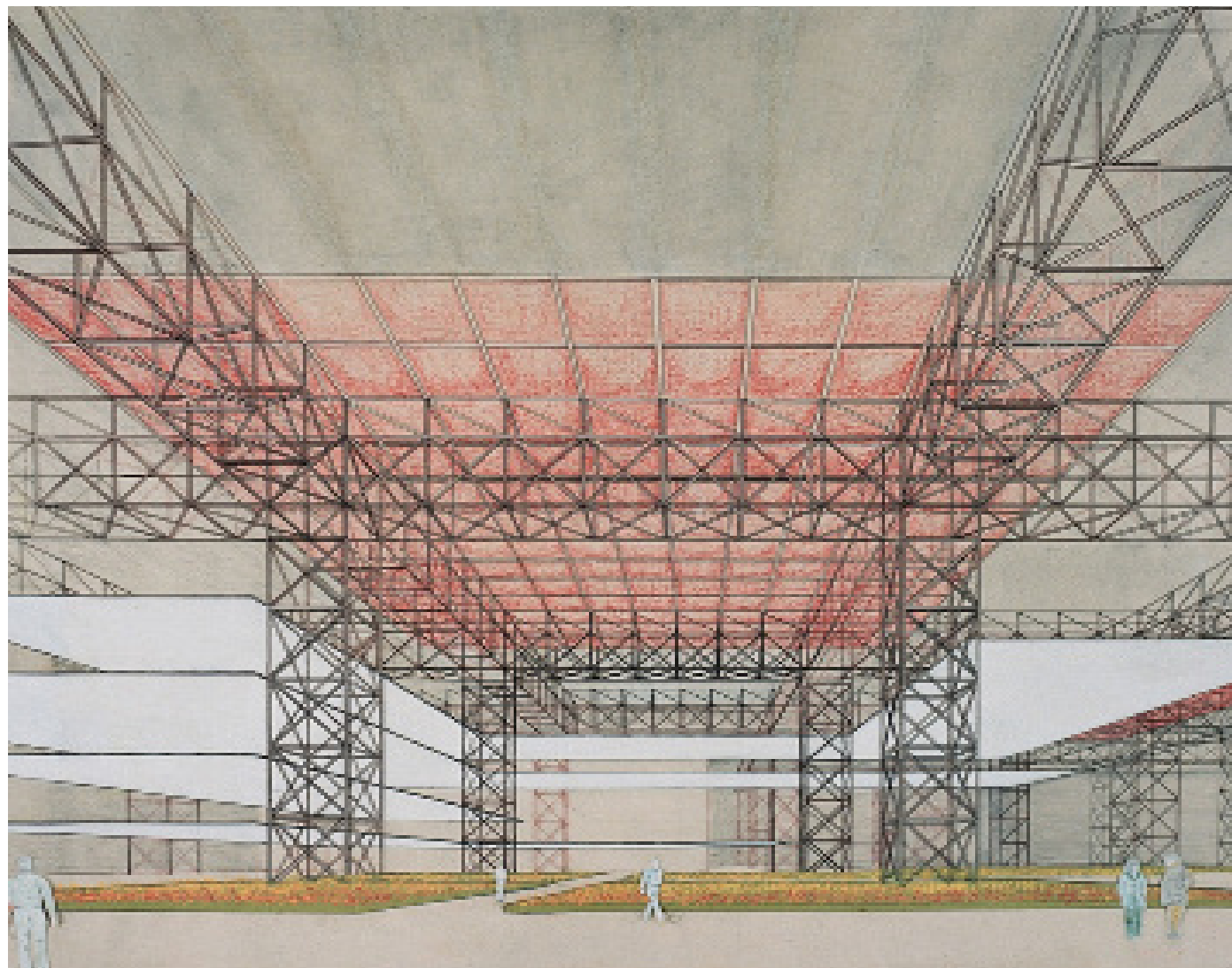


Figura 24: Detalle perspectiva interior, Amancio Williams, 1980.

Si bien este es uno de los proyectos que alcanza un mayor grado de realidad, presentando una clara intención constructiva en sus cortes y plantas, su principal falencia estaba en el total desentendimiento del lugar al proyectarse su cubierta totalmente opaca. Además, se debe tomar en cuenta que el clima que existe en el territorio Antártico es de temperaturas muy inferiores a las que se pueden encontrar en el Ártico, lo cual dificulta la implementación de estrategias pasivas que se vieron en el proyecto de Ralph Erskine.

del medioambiente planetario, ya que se pueden observar de manera directa fenómenos tales como, la reducción del ozono^[61], cambio climático y el deshielo. Por otro lado, se encuentra el interés sobre sus recursos naturales; como ya se mencionó, constituye la mayor reserva de agua dulce del planeta y almacena bajo su capa de hielo grandes reservas de petróleo.

Actualmente, su población es fluctuante, por lo que nadie reside de manera permanente allí. Existen aproximadamente más de 100 instalaciones de investigación activas (estaciones de verano, permanentes, campamentos y refugios) en el continente. Se estima que existe una capacidad máxima de alojamiento simultánea para 5.000 personas durante el verano (octubre a marzo) y 1.000 durante el invierno. Ningún avión, y por lo tanto ningún suministro, puede fluir desde mediados de febrero hasta finales de octubre.^[62]

Sus condiciones remotas y hostiles exigían de proximidad geográfica, recursos y tecnología para poder ser alcanzada por lo que se percibía como un vacío dentro del mapa, lo cual explica lo tardío de su exploración y explotación por parte de los estados. Sólo a partir del siglo XVIII comenzaron las expediciones al territorio antártico, las cuales permitieron la difusión del continente como un espacio concreto y real en donde poder instalar asentamientos con fines que iban desde la investigación científica, pasando por la pesca de ballenas, hasta intentos de imponer soberanía territorial por parte de alguna nación. El primer hombre en pisar tierras Antárticas fue William Smith en 1819 en la Isla Rey Jorge y las Shedland del Sur, seguido por otros expedicionarios, siendo los más relevantes de la época: Shackleton, Amundsen y Scott,

61 En el año 1974 los químicos Frank Sherwood Rowland y Mario Molina descubrieron un agujero en la capa de ozono sobre la Antártida. En: Fulvio Rossetti, “Tierra de nadie, tierra de todos. Unidad y naturaleza en las figuras culturales de la Península Antártida y alrededores”. (Chile: Revista 180, 47, 2021).
62 Christopher Wanjek, *Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond*. (Londres: Harvard University Press, 2020).

El territorio Antártico es la última masa de tierra en el planeta que aún no ha sido del todo colonizado, siendo este un espacio prístino. Se encuentra inscrito en el círculo polar antártico distante de los otros continentes, siendo el más cercano América a 1000 km de distancia, específicamente desde la Península Antártica.^[57] Tiene una superficie de 14 millones de km2, la cual se encuentra mayoritariamente cubierta de hielo y nieve en espesores variables, siendo de 4 km el mayor espesor. En cuanto a su geografía, las cadenas montañosas alcanzan un promedio de 3000 msnm, siendo el continente con mayor altura media de la Tierra.^[58]

Su clima es excepcionalmente frío, seco y ventoso con pocas precipitaciones. Si bien durante el verano se trata de un invierno menos frío, las temperaturas se mantienen bajas, dada que su latitud afecta el ángulo de incidencia solar y con ello, la poca radiación recibida. La temperatura promedio registrada en el polo durante el verano y el invierno son de -28°C y -60°C, respectivamente, con vientos que alcanzan en promedio 100 km/h, hasta 350 km/h. La Antártida se caracteriza por tener 2 estaciones muy marcadas; verano e invierno, en que el sol se pone alrededor del 22 de marzo y no vuelve hasta el 21 de septiembre, por lo que el día y la noche duran 6 meses, dependiendo de la ubicación dentro del continente.^[59]

Si bien el continente se presenta como un territorio hostil para ser habitado, las naciones tienen un gran interés en este, por un lado, debido a su relevancia científica, ya que es un territorio sumamente sensible a los procesos climáticos^[60], además de contener datos para el estudio del clima de la Tierra de hace un millón de años. Se podría decir que se trata del lugar del espectáculo de la destrucción

57 Idem
58 Héctor Núñez, «Asentamientos Humanos En La Antártida». Tomo II. Seminario de Investigación. (FAU, 1996).
59 Idem.
60 Debido a su cubierta de hielo, sus efectos son directos sobre el clima de la Tierra y los océanos. Esto se explica, porque al reflejar entre el 80% y 90% de la radiación solar, termoregula la Tierra.



Figura 25: Fotografía durante expedición Weddell, National Geographic, 2019.
Figura 26: Fotografía pingüinos de adeli, Jasmine Lee/Australian Antarctic Division.
Figura 27: Fotografía de científicos que investigan las grietas del glaciar Totten, Camille Seaman.
Figura 28: Tierras Polares, National Geographic.

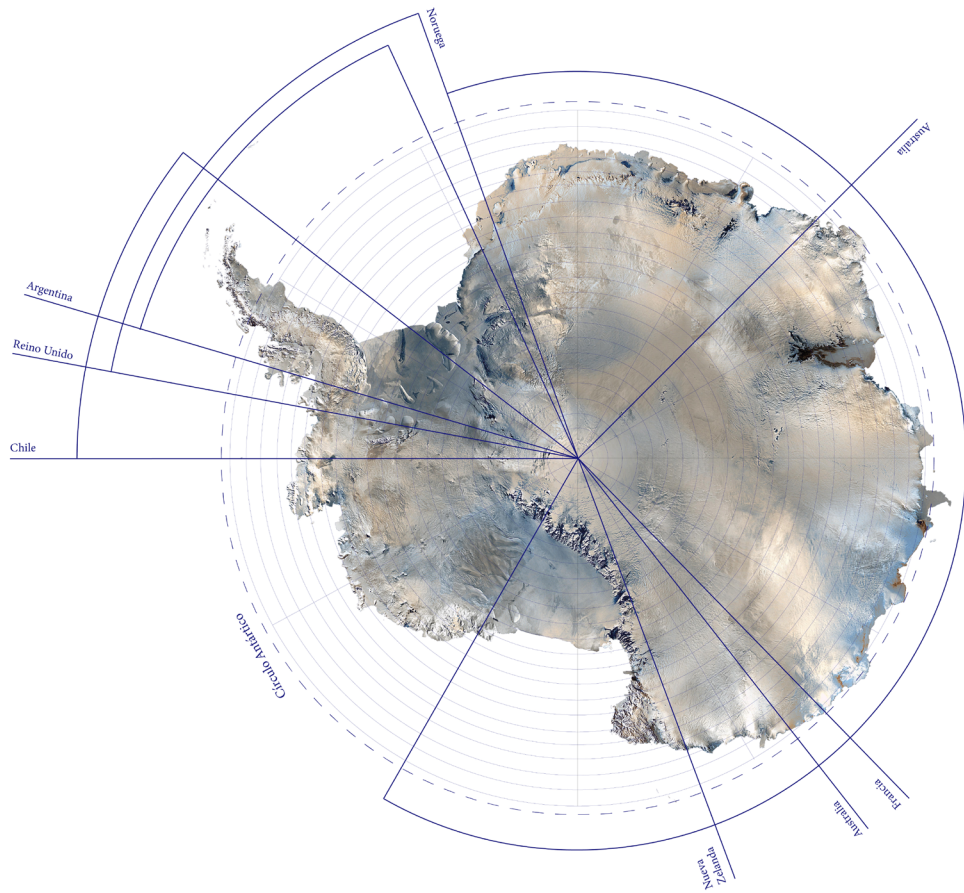


Figura 29: Reclamaciones del Territorio Antártico, Elaboración propia, 2021.
Figura 30: Fotografía de la Base Antártica Argentina Esperanza. En: página web m2 Advanced Building System.
Figura 31: Fotografía de Villa las Extrellas o Base Presidente Eduardo Frei. En: página web Patagonia chilena.



de los cuales Amundsen es el primero en alcanzar el polo sur en 1911.[63]

Este período fue significativo tanto por la búsqueda de conocimiento sobre el territorio, como por las reclamaciones territoriales de los países. En una primera etapa, la primera expresión del hombre en el territorio antártico fue cuando Argentina declaró su soberanía en el territorio al inaugurar el 22 de febrero de 1904 el primer asentamiento antártico de carácter científico, la Base Orcadas. Posteriormente, Reino Unido en 1908 y Chile[64] en 1949 ejercieron reclamaciones territoriales en el mismo sector que Argentina. El resto de las reclamaciones se basaron en las conquistas realizadas anteriormente por los exploradores antárticos a comienzo del siglo XX. A pesar de esto, ninguno de los reclamos territoriales es reconocido por los Estados no reclamantes. [65]

Aunque los territorios reclamados tenían diferentes extensiones, cada territorio se adscribía una forma triangular. Pero, los territorios reclamados por Argentina, Chile y Reino Unido eran extensiones superpuestas en lugar de ser colindantes en la Península Antártica. Esta superposición ha sido motivo de controversia entre los tres países en numerosas ocasiones, a pesar de que aún permanece un área sin reclamar del continente. Como una forma de asegurar su derecho a la tierra, Chile y Argentina establecieron una base civil en el continente; Chile se refiere a su base, Villa Las Estrellas, como un pueblo, pero su población no permanece por más de unos años. Mientras que Argentina instaló en su Base Esperanza a cinco familias.[66] Esta práctica

63 Cristina Prieto, “El Tratado Antártico, Vehículo De Paz En Un Campo Minado”. (Universum, 2004).
64 Tanto Chile como Argentina ejercieron sus reclamaciones en territorios considerados como parte de la extensión de su provincia más austral, integrándolos hasta hoy en sus paisajes como imaginario nacional. En: Fulvio Rossetti, “Tierra de nadie, tierra de todos. Unidad y naturaleza en las figuras culturales de la Península Antártida y alrededores”. (Chile: Revista 180, 47, 2021).
65 Héctor Núñez, «Asentamientos Humanos En La Antártida». Tomo II. Seminario de Investigación. (FAU 1996).
66 Christopher Wanjek, *Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond*. (Londres: Harvard University Press, 2020),32.

estaba vinculada a la idea de reforzar los límites territoriales Antárticos reclamados, por lo que la localización de los asentamientos se condicionó a las reclamaciones, la accesibilidad y la habitabilidad.[67]

Entre los años 1944 y 1956, la cooperación internacional reúne a un grupo de científicos de 66 países en torno al A.G.I[68], evento en que se coordinó la acción de varios países para producir conocimiento en cuanto al entendimiento de la Tierra, cuyo fin fue resaltar el carácter técnico, excluyendo los aspectos políticos y económicos. Con esto comienza la consolidación de la región como una geográfico-política, ya no considerándose por partes o parcialmente, sino que como continente. Pero, la continua penetración del continente, el aumento de asentamientos y los reclamos de soberanía sobre el territorio dio pie a disputas y choques entre los distintos estados interesados, los cuales pusieron en peligro las relaciones pacíficas entre quienes se adentraban en el continente.[69]

En una segunda etapa, entre 1956 y 1958 se lleva a cabo la preparación y el desarrollo del Año Geofísico internacional, durante el cual se pretendía tener mayores conocimientos sobre la Tierra, específicamente en el ámbito científico. La antártica se transformó en un lugar relevante y estratégico para esto, científicos de 12 países instalaron 40 estaciones de investigación en el territorio. El éxito de las iniciativas de investigación y el grado de cooperación internacional alentó a los países involucrados a buscar una solución a la gobernanza de Antártida y establecer un mecanismo que solucione las crecientes disputas sobre la soberanía territorial.[70]

67 Héctor Núñez, «Asentamientos Humanos En La Antártida». Tomo II. Seminario de Investigación. (FAU, 1996).
68 A.G.I o American Geoscience Institute fue fundada en 1948, bajo una directiva de la Academia Nacional de Ciencias, como una red de asociaciones que representan a geocientíficos con una distintas habilidades y conocimientos de nuestro planeta.
69 Cristina Prieto, “El Tratado Antártico, Vehículo De Paz En Un Campo Minado”. (Universum, 2004).
70 Arabella Thorp, *Antarctica: The Treaty System and Territorial Claims*. (Inglaterra: House of Commons,2012).

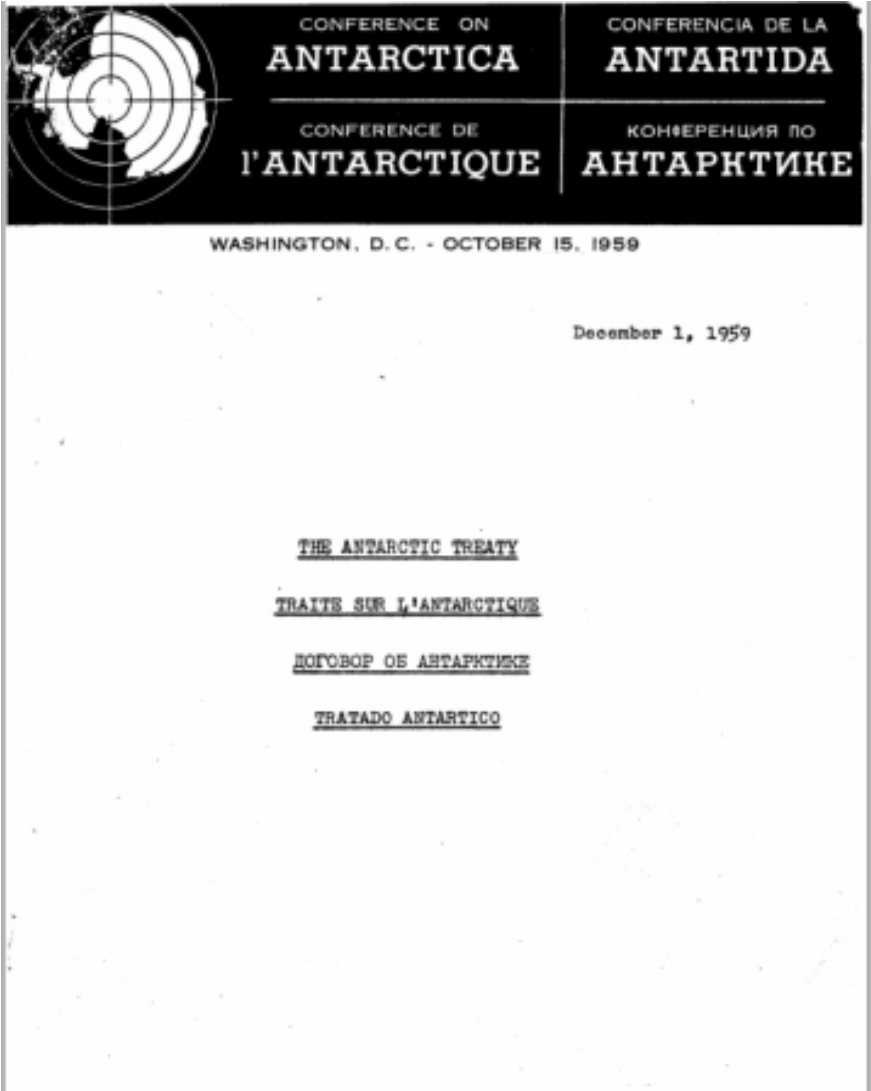


Figura 32: Imagen del documento del Tratado Antártico, 1959.

Se hizo necesario regular la forma de habitar el territorio, en cuanto a temas medio ambientales y políticos, que hasta entonces permanecían unidos. En 1957 el Consejo internacional de Uniones Científicas (ICSU) declara a la Antártida objetivo para la investigación, iniciando un proceso que culminó con la creación del Comité científico para la Investigación antártica (SCAR) y con la firma del Tratado Antártico, el 1 de diciembre de 1959^[71], cuyo fin era disponer del territorio Antártico como espacio que beneficiaría a la comunidad internacional. El tratado fue negociado por 12 estados (algunos con reclamos territoriales, otros no) que habían establecido bases de investigación científica en el territorio (Chile, Argentina, Noruega, Nueva Zelanda, Francia, Reino Unido, Australia, Bélgica, Japón, Sudáfrica, Rusia y Estados Unidos). Con el tiempo, el tratado llegó a estar firmado por 45 países, continuando abierto a la incorporación de nuevos miembros, siempre y cuando pertenezcan a la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Actualmente el Sistema del Tratado Antártico (STA) cuenta con 53 países, de los cuales 29 tienen estatus consultivo, lo cual implica que tienen derecho a voz y voto en cuanto a las decisiones del continente.^[72] Su objetivo principal era asegurar que la Antártica fuese utilizada para fines pacíficos, fomentando la integración y la cooperación internacional sobre la investigación científica, y prevenir que esta sea escenario de disputas internacionales.^[73]

Se establecen catorce artículos, de los cuales el capítulo I y IV^[74], destacan las principales disposiciones; La desmilitarización, la libertad de investigación científica y la cooperación internacional. Su objetivo era evitar la confrontación entre las partes, además de evitar que ni los países que han establecido reclamos sobre territorios, ni aquellos que desearían hacerlo, pudieran avanzar en sus posturas durante la vigencia del tratado, por lo que el territorio se convirtió en uno compartido y común para todos los países.

Esta época es una de las más importantes en cuanto a la ocupación del territorio, dado que después de esto se crearon cerca del 75% de los asentamientos existentes. Siendo el tratado la principal causa de esto, ya que exigía que, para tener rango de País Consultivo, o con el poder de decisión sobre temas antárticos, era necesario demostrar un especial interés sobre estas tierras, el que solo podía demostrarse instalando estaciones científicas permanentes o temporales. Consecuentemente, en el año 1980 ocurrió una explosión demográfica en la zona, por lo que fue necesaria la instalación de un número mayor de asentamientos. Este aumento se debía a los avances científicos, las mejoras en temas tecnológicos y la construcción de la pista aérea de la base Chilena Frei (ubicada en la Península), lo que facilitaba la llegada y aumentaba la cantidad de bases en lugares próximos.^[75]

⁷¹ Entró en vigor en el año 1961.
⁷² Carla Antognini. “Estación De Investigación Antártica INACH”. Proyecto de Título, (FAU, 2011).
⁷³ Luis Ferrada, “Evolución Del Sistema Del Tratado Antártico”. Revista De Derecho. (Chile: Universidad San Sebastián, 2012).

⁷⁴ “Article IV: 1. Nothing contained in the present Treaty shall be interpreted as: a) renunciation by any Contracting Party of previously asserted rights of or claims to territorial sovereignty in Antarctica; b) A renunciation or diminution by any Contracting Party of any basis of claim to territorial sovereignty in Antarctica which it may have whether as result of its activities or those of its nationals in Antarctica, or otherwise; c) Prejudicing the position of any Contracting Party as regards its recognition or non-recognition of any other State’s right of or claim or basis of claim to territorial sovereignty in Antarctica. 2.No acts or activities taking place while the present Treaty is in force shall constitute a basis for asserting, supporting or denying a claim to territorial sovereignty in Antarctica or create any rights of sovereignty in Antarctica. No new claim, or enlargement o fan existing claim, to territorial sovereignty in Antarctica shall be asserted while the present Treaty is in force.” En: Conference on Antarctica, The Antarctic Treaty. (Washington, D.C, 1959), 4.
⁷⁵ Carla Antognini. “Estación De Investigación Antártica INACH”. Proyecto de Título, (FAU, 2011).

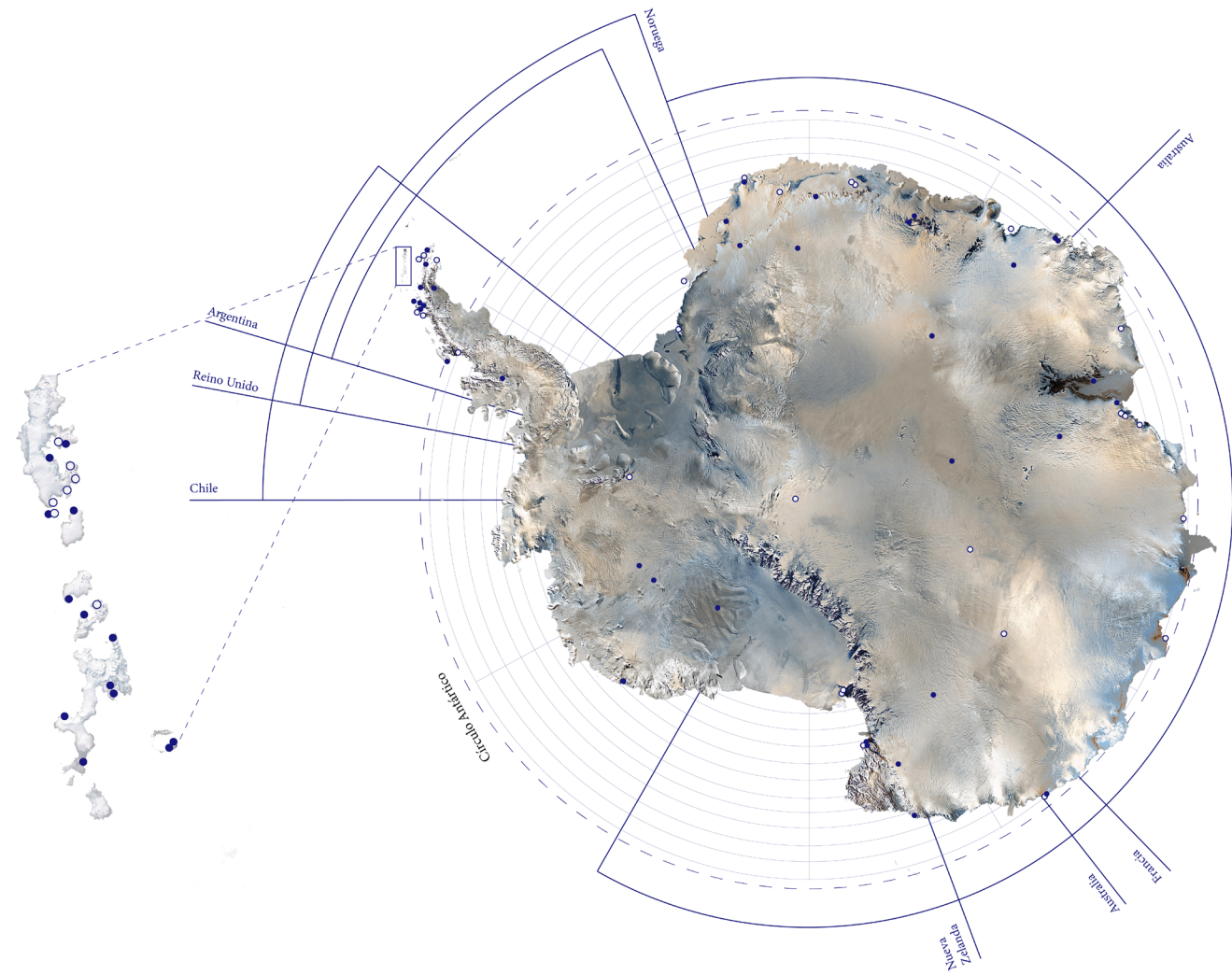


Figura 33: Asentamientos dentro del territorio antártico (permanentes o estacionarios), Elaboración propia, 2021.

Figura 34: Fotografía Base Argentina Orcadas. En: página web Proyecto Antártida Equipo Escobar.

Figura 35: Estación McMurdo Station en Ross Island, Antártica, Gaelen Marsden/ Observation Hill, 2006.

Figura 36: Fotografía del Museo casa Suecia.



Debido al aumento en el flujo de personas en el territorio, el descubrimiento del agujero en la capa de ozono, el colapso de barreras de hielo y campañas ambientalistas que veían la necesidad de preservar intacto el continente, en 1991 se reunieron los países firmantes del tratado y crearon el *Protocolo de Madrid*^[76] en donde se incorporan nuevas especificaciones sobre algunos puntos sin aclarar en el tratado original. Se incorporaron nuevas regulaciones para minimizar el impacto provocado por la actividad humana sobre el ecosistema del continente. Su objetivo principal era conservar el continente como una “*reserva natural consagrada a la paz y a la ciencia*”.^[77] Es por esto, que antes de hacer cualquier proyecto, se necesita primero una evaluación de impacto ambiental y para hacerlo efectivo, cada uno de los países puede fiscalizar al resto en todo momento para ver que se cumpla lo acordado en el protocolo. Además, actualmente para obtener el rango de País consultivo, no es necesario instalar un asentamiento, lo que ocasionó una disminución en el ritmo de instalación de estos, mas no un alto.^[78]

Las sucesivas etapas de resignificación del territorio como tierra en disputa y de recursos extractivos a tierra de paz, cooperación, ciencia y, finalmente de preservación, son hoy evidencias de su valoración como lugar protegido y su relevancia para el conocimiento de la Tierra por medio de la investigación científica.

Actualmente, habitar dentro del territorio es solo posible por medio de bases de investigación y laboratorios que sirven de alojamiento a científicos. Para llegar a la Antártida, se utilizan naves de gran porte que concentran el transporte de carga y personal. Mientras el viaje aéreo requiere programación meteorológica y salidas controladas para aprovechar las distintas ventanas de acceso. El viaje náutico implica

76 Este forma parte del Sistema del Tratado Antártico (STA).

77 STA, *Protocolo Madrid*. (Madrid, 1991).

78 Héctor Núñez, «Asentamientos Humanos En La Antártida». Tomo I. Seminario de Investigación. (FAU, 1996).

navegar por los océanos más fríos del planeta debido a los témpanos de hielo.^[79]

La Antártida se encuentra comunicada por medio de satélite y radio. Se realizan transmisiones en tiempo real de datos obtenidos *in situ* por instrumentos, estaciones automáticas o cámaras web. Si bien la tecnología facilita la comunicación con el continente, el aislamiento y las grandes distancias exigen un gran despliegue de esfuerzos y recursos para mantener los distintos asentamientos.

Alrededor de 30 países ocupan 70 asentamientos, de entre los cuales 40 son permanentes, concentrados en el extremo norte de la península antártica (al estar más cercana al continente americano). Estas poseen escuelas, estaciones de radio, iglesias, oficina de correos, banco, biblioteca, hospital, etc. Dentro de los asentamientos más relevantes; la base más antigua es la Base Orcadas, perteneciente a la Argentina, la cual opera ininterrumpidamente desde 1904; y la más grande es la estación McMurdo, de Estados Unidos, con una población de verano de aproximadamente 1.200 personas y una población de invierno de aproximadamente 250.^[80]

Los refugios más antiguos eran fijos y de madera, mientras que los actuales pueden ser contenedores acondicionados o estructuras de fibra de vidrio. Uno de los refugios más antiguos y famosos de la Antártida es una pequeña casa de madera denominada Museo Casa Suecia, ubicada en la isla Cerro Nevado (Snow Hill), que fue construida y utilizada por la expedición científica sueca de Nordenskjöld de 1902 y 1903.

79 Christopher Wanjek, *Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond*. (Londres: Harvard University Press, 2020).

80 Idem.

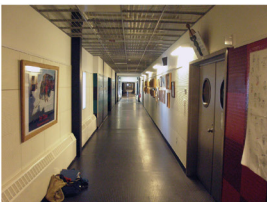
TEMPORALIDAD:
Permanencia

ESCALA:
Infraestructura

AGRUPACIÓN:
Disposición

TRANSITORIA	ESTACIONARIA	PERMANENTE
CAMPAMENTO	MÓDULO	ESTACIÓN
 Campamento Glaciar Unión, Chile, 2014	 Módulo Habitacional, Marko Matulic Cvitanic, 2005	 Princess Elizabeth, Bélgica, 2009.
BASE		
 Base Mcmurdo, Estados Unidos, 1956		
DISPERSA	CONCENTRADA	
 Base Presidente Eduardo Frei Montalva, Villa las Estrellas, Chile, 1984	 Halley IV, Reino unido, 2012	

Figura 37: Configuración de las distintas instalaciones científicas en el territorio Antártico, Elaboración propia, 2021.
Figura 38: Recopilación fotográfica de la situación actual dentro y fuera de las instalaciones científicas, Elaboración propia, 2021.



La población de la Antártida se encuentra integrada principalmente por científicos de todo el mundo, quienes realizan tareas de investigación que van desde la astronomía hasta la zoología, y personal de labores logísticas.[81] Pero también por profesores, técnicos, médicos, personas que tienen labores sociales, trabajos de servicios y turismo; y personas encargadas de transporte y logística, administración, mantención, emergencia, comunicación y meteorología.[82]

Además de las condiciones hostiles, los ocupantes de las bases deben adaptarse a las condiciones limitadas que ofrecen los asentamientos; la alimentación es limitada ya que las provisiones llegan una vez al mes, cuando las condiciones climáticas lo permite; el agua solo se consigue por medio de lagos, el derretimiento de la nieve o desde el continente; los espacios son reducidos, diseñados con la capacidad de ser flexibles para adaptarse a otras actividades; la principal fuente de energía es de origen fósil, aunque algunas bases incorporan paneles solares o turbinas eólicas; lo materiales de construcción deben tener capacidad aislante, fáciles de trasladar y montar; y por lo establecido en el *Protocolo Madrid*, ningún residuo se puede reducir ni eliminar directa o indirectamente dentro del continente blanco, por lo cual éste debe ser almacenado en contenedores y lugares adecuados para su reducción.

“Cualquier edificio o estructura se ve afectado por el entorno que lo rodea y, aunque es importante considerar los aspectos sociales, culturales y económicos de la ubicación del sitio, la forma del edificio o estructura está formada por factores ambientales.” [83]

81 Héctor Núñez, “Asentamientos Humanos En La Antártida”. Tomo I. Seminario de Investigación. (FAU, 1996).
82 Hernic Jara, “Estación Polar De Apoyo Científico Para Glaciar Unión”. Título de Arquitectura, (FAU, 2016).
83 “Anybuilding or structure is affected by its surrounding environment and even though social, cultural, and economic aspects of the site location are important to consider, the shape of the building or structure is formed by environmental factors.” En: Olga Bannova,”Designing For Extremes: A Methodological Approach To Planning In Arctic Regions”. (Chalmers University of Technology, Department of Architecture, 2016), 19.

Los distintos tipos de asentamientos pueden ser clasificados bajo escala, temporalidad y agrupación. En primer lugar, en cuanto a su escala el tamaño de las estructuras instaladas en la zona se distribuye desde pequeños campamentos hasta bases polares. El campamento, implica expediciones por pequeños períodos; el módulo se asocia a cada uno de los edificios que componen una base; la estación se compone de un edificio o agrupación de estos, manteniendo su funcionamiento durante periodos, mientras que la base mantiene su funcionamiento durante todo el año, siempre con una rotación de ocupantes.[84]

Luego, la temporalidad determina el tiempo en el cual se llevan a cabo las actividades y con ello, la permanencia de la estructura, el diseño, las dimensiones y requerimientos técnicos. Primero, los asentamientos permanentes son lo que se utilizan durante todo el año, de forma continua, con rotación de ocupantes. Estas poseen una mayor infraestructura, equipamiento y espacios comunes para los funcionarios. Por ejemplo, el caso de la Base Chilena Presidente Eduardo Frei Montalva (Villas las Estrellas), fundado en 1984 en la isla Rey Jorge, es una Base Aérea que aloja a más de 80 personas por medio de construcciones separadas y articuladas por un camino. Además, permite apoyar logísticamente las operaciones aéreas, científicas y de búsqueda y rescate al interior del Territorio.[85]

Las estacionarias, cuentan con un número de 40 ocupantes solo durante la estación de verano, pero la base permanece a lo largo de todo el año. Estas bases son las que acumulan el mayor número de establecimientos en el continente y son

84 Carla Antognini. “Estación De Investigación Antártica INACH”. Proyecto de Título, (FAU, 2011).
85 COMNAP, *Antarctic Station Catalogue*, 1st ed. (Christchurch, 2017).
*COMNAP es la asociación internacional, formada en 1988, que reúne a sus miembros, los cuales son The National Antarctic Programs. Los Programas Antárticos Nacionales son aquellas organizaciones que tienen la responsabilidad de proporcionar y apoyar investigación en el Área del Tratado Antártico en nombre de sus respectivos gobiernos y en el espíritu del Tratado Antártico. El propósito del COMNAP es “Desarrollar y promover las mejores prácticas en la gestión del apoyo de investigación científica en la Antártida”.



Figura 39: Fotografía de la Base Antártica Presidente Eduardo Frei, Fuerza Armada de Chile.

Figura 40: Fotografía de la Estación Polar Teniente Arturo Parodi, ARQZE, 2000.

Figura 41: Fotografía Base chilena Doctor Guillermo Mann, INACH.



también, las que están más dispersas por todo el territorio, como es el caso de la estación Polar Teniente Arturo Parodi Alister Chilena del año 2000, por ARQZE. Esta es una infraestructura para la investigación científica, cuya forma lineal y disposición obedece a los vientos de la Antártica. Se encuentra en uso solo durante los meses del verano austral, siendo calefaccionado por efecto invernadero, mientras que solo un módulo capaz de albergar 24 personas es calefaccionado mediante electricidad.^[86]

Las transitorias funcionan de 1 hasta 20 ocupantes durante un tiempo determinado, el cual puede ir desde días hasta meses, pero al finalizar el estudio se desarma y se traslada a otro lugar. Estas tienen la menor infraestructura debido a la corta estadía, por lo que pueden ser trasladadas por el territorio, siendo reutilizadas.^[87] Un caso es el refugio Chileno Doctor Guillermo Mann, inaugurado en 1973 en el Cabo Shirreff . Este tiene una ocupación de 6 personas como máximo, debido a su escasa infraestructura de madera montada sobre un promontorio rocoso.

Finalmente, en cuanto a su agrupación, los asentamientos se separan de acuerdo con la naturaleza de su funcionamiento y a las condiciones climáticas presentes. Por un lado, existen los asentamientos dispersos, conformados por un conjunto de edificios con distintas funciones, lo cuales

suelen ser contruidos en base a containers, en donde se traen los paneles armados desde otro continente, para luego ser ensamblados. Por otro lado, los asentamientos concentrados buscan agrupar las actividades en una sola gran estructura o edificios interconectados, sin la necesidad de salir. Ambas agrupaciones tienden a encontrarse en espacios intermedios o elevados dadas las condiciones climáticas, además de estar

86 Torrent, Horacio. “Estación Polar Teniente Arturo Parodi / ARQZE (Arquitectura De Zonas Extremas)”. Plataforma Arquitectura.

87 Cristian Androver; Catalina Yurisić, *Seminario Arquitectura en Zonas Extremas: el Caso del territorio Antártico Chileno*. (FAU, 2006).

sobre grandes pilotes para evitar ser cubiertas por la nieve.^[88]

El estilo de vida acotado que se tiene en el continente Antártico da cuenta de las condiciones extremas que impone el territorio, configurando un imaginario de pequeñas instalaciones segregadas que solo permiten habitarlo por un período de tiempo limitado y en ausencia de lógicas urbanas. Se podría decir que el territorio funciona como un archipiélago de *islas* temporales, en el que cada uno de los asentamientos mantiene sus propias normas para habitarlo. Si bien acogen a los científicos durante meses e incluso años, las estrategias de diseño no aseguran la estadía de los ocupantes de manera permanente para realizar sus investigaciones. Siempre llega el momento en que deben regresar a los otros continentes. En ese sentido, el territorio Antártico permanece como un territorio hostil, cuyas características establecen un desafío para la arquitectura.

88 Idem.

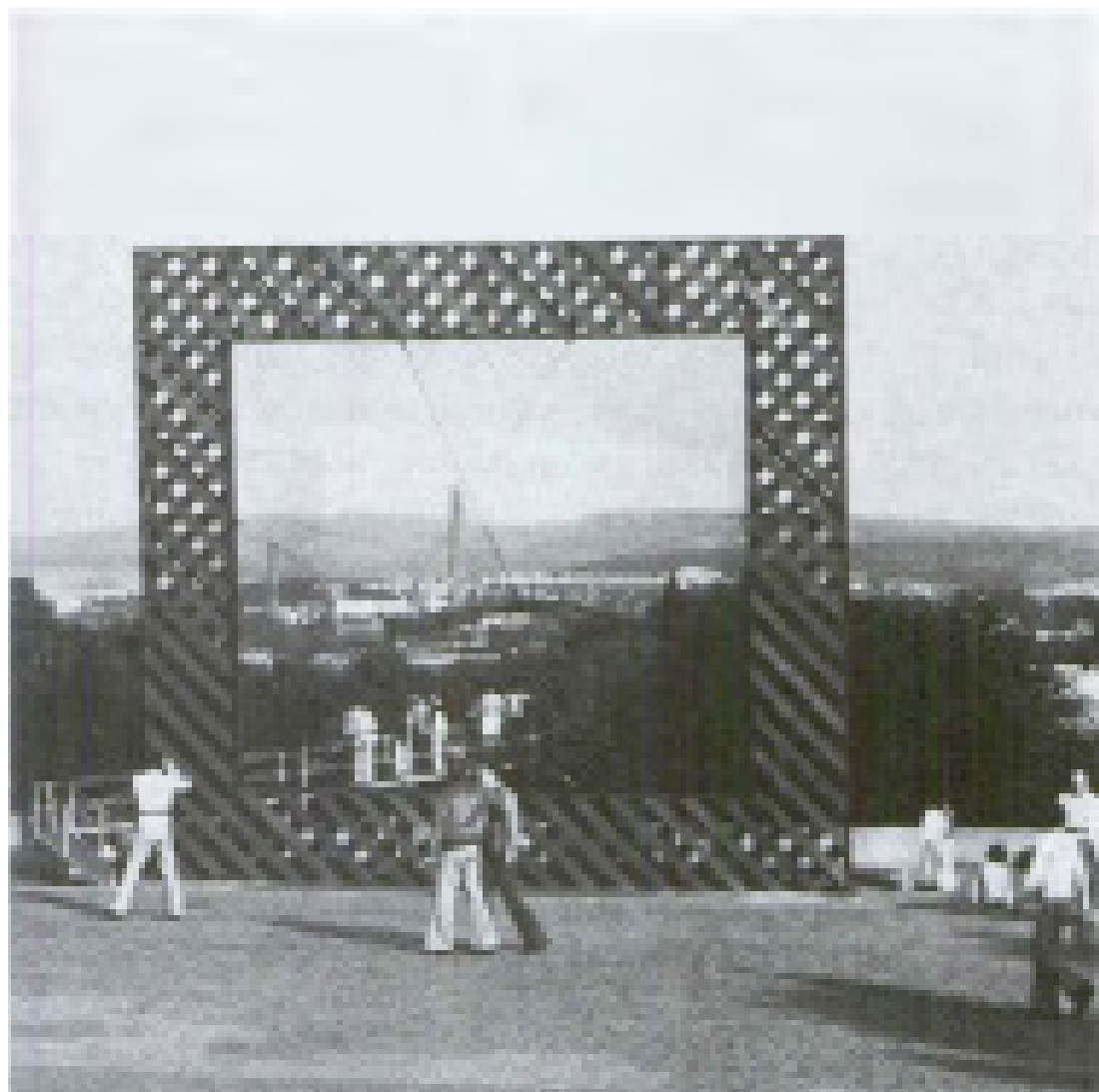


Figura 42: Fotografía de Estructura Enmarcante, Haus Rucker, 1977. En: Peter Sloterdijk, *Esféras III*. (Madrid: Ediciones Siruela, 2005).

03

LA ISLA AUTOSUFICIENTE

adecuada del aire, el agua y los desechos.[92]

En la década de los 60, las discusiones sobre el vínculo entre la arquitectura y la tecnología recién se estaban consolidando en el debate disciplinar, años en los que Reyner Banham continuaba con sus investigaciones y la difusión de numerosos trabajos en los que destacaba obras de arquitectura con expresión de los avances tecnológicos disponibles, como en el artículo “A home is not a house” (1965) y el libro *New Brutalism: Ethic or Aesthetic?* (1966).[93]

“Cuando su casa contiene un complejo de tuberías, conductos, cables, luces, entradas, salidas, bornos, fregaderos, trituradores de basura, reverberadores de alta fidelidad, antenas, conductos, congeladores, calentadores, cuando su casa contiene tantos servicios que el hardware podría sostenerse por sí solo sin la ayuda de la casa, ¿por qué tener una casa para sostenerlo?”[94]

Banham redujo el concepto de hogar a una burbuja ambiental controlada, la cual sería capaz de generar un entorno automatizado como crítica hacia las casas norteamericanas construidas sin estrategias adecuadas contra el clima frío y cálido, solo basado en un uso generalizado de bombas de calefacción. Esto suponía un desperdicio general de energía y la producción de una “maquinaria ambiental”.

Al igual que los futuristas, veía la tecnología como la redención del diseño, lo cual plasmó en *The Environment-Bubble*[95] formulada por él y por Francois Dallegret en 1969. Esta burbuja de plástico transparente se inflaría con la salida de aire acondicionado, manteniendo un recinto herméticamente sellado generando su propio mundo interior, el cual protegería a los ocupantes del ambiente hostil exterior. Incluso años más tarde publicó *The architecture of the well-tempered environment* en el que persiste la

92 Idem, 249.

93 Cecilia Parera, “Pautas Para Una Arquitectura Del Futuro”. AREA, 2017.

94 Reyner Banham, “A Home is Not a House”. Art in America. Vol. 53, No. 5. (Nueva York: 70-79,1965), 70.

95 “The Mylar Airdome”

“El marco, el límite que se retrotrae en sí mismo de un cuadro, tiene para el grupo social un significado muy parecido al que tiene para una obra de arte. (...): cerrarla frente al mundo que la rodea y encerrarla en sí misma; el marco proclama que dentro de él se encuentra un mundo sólo sumiso a sus propias normas...”[89]

La *isla* define sus bordes dentro de los cuales se desarrollará una biosfera de tipo artificial autosuficiente que le permitirá adaptarse al ambiente hostil, en donde sus ocupantes podrán habitar y desarrollar sus funciones en un entorno urbano interior. Esta alternativa para abordar el territorio será factible en la medida en que dentro de su configuración se contemple lo absoluto y lo urbano.

La *isla* existe por sí misma, es separada e independiente del exterior a tal punto que el mar puede ser sustituido por aire, e incluso, vacío. Su interior se vuelve una imitación del mundo al que anteriormente pertenecía, pero que ahora es sustituido por una artificialidad técnica, cargada de instalaciones e infraestructuras. La *isla* se vuelve absoluta.

“Delimitan un enclave del aire de alrededor, aislándolo en él, y estabilizan una diferencia atmosférica permanente entre el espacio interior y el espacio exterior.”[90]

La aislación e introversión en todas sus direcciones hacen de la *isla* un objeto creado, una copia exacta y precisa de lo natural, que se desentiende por completo de su contexto. Debe contener todo lo que permite la configuración de su realidad en su interior como un órgano propio o sistema cerrado, al punto de ser móvil. *Lo absoluto* solo es posible en la medida en que los límites de la *isla* sean herméticos[91], disponiendo de la gestión

89 Georg Simmel, «Sociología del espacio». (En: Schriften zur Soziologie, 1903), 226.

90 Peter Sloterdijk, *Esferas III*. (Madrid: Ediciones Siruela, 2005), 261.

91 El proyecto abordará lo absoluto desde lo parcialmente hermético dado que se trata de un testeo en un entorno que si bien es extremo, presenta condiciones atmosféricas aptas para respirar.

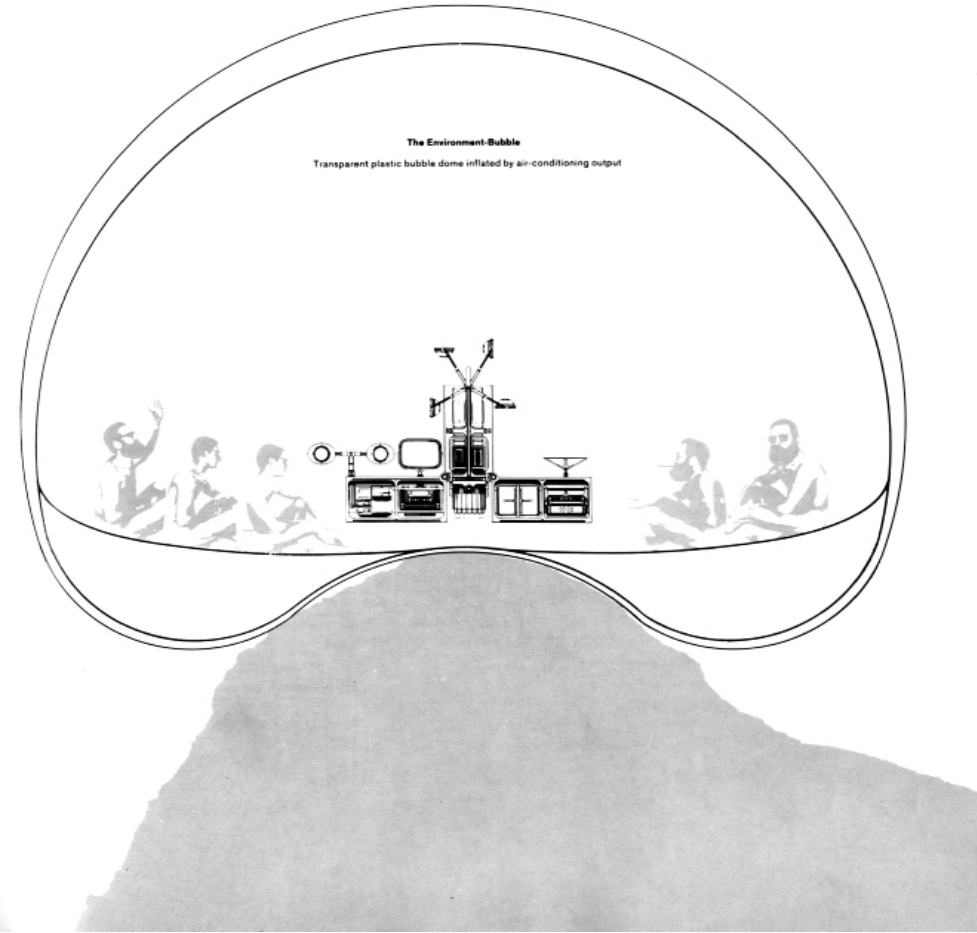
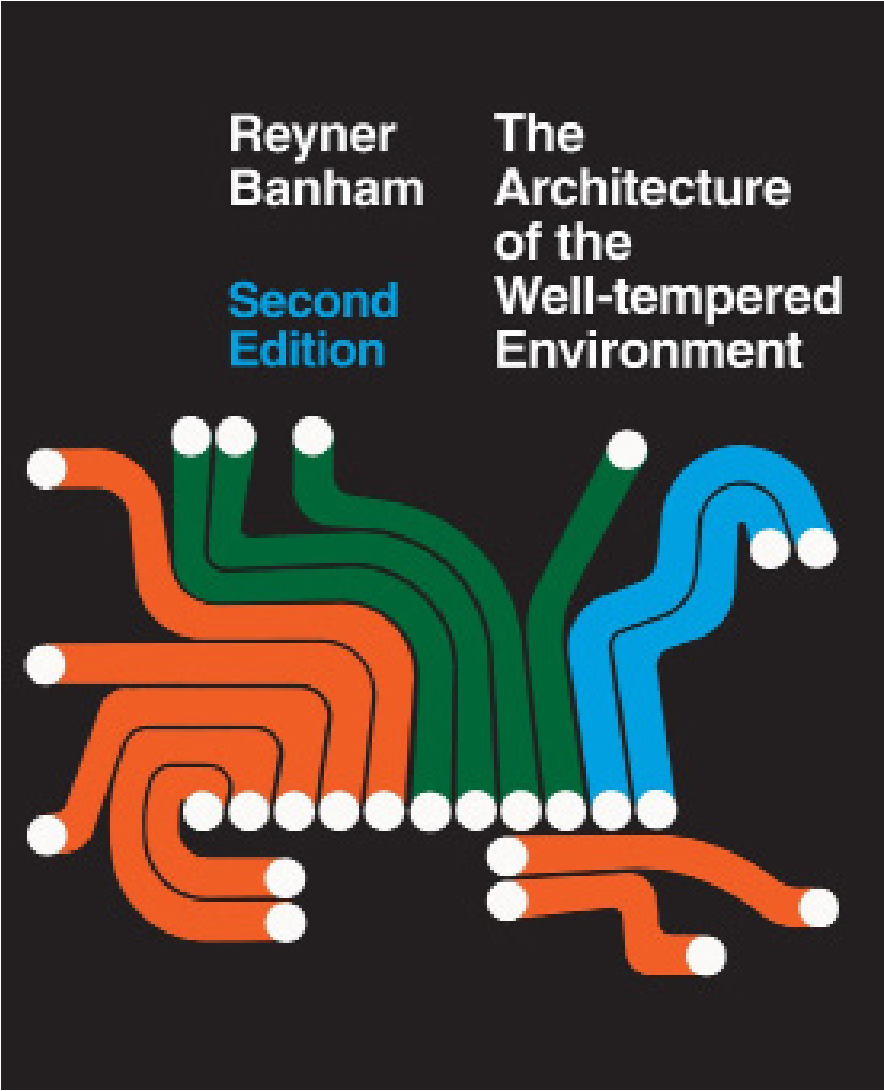


Figura 43: The Environment Bubble, fotomontaje de François Dallegret para “A Home Is Not a House” de Reyner Banham, 1965.

Figura 44: Portada de: Reyner Banham, The Architecture of Well-tempered Environment. (Chicago: University of Chicago Press, 1984).



Figura 45: La Cúpula sobre Manhattan, R. Buckminster Fuller, 1960.
Figura 46: Fotografía Biosphere II, John Miller/Associated Press, 1991.
Figura 47:Fotografía del interior de Biosphere II.



idea de que la arquitectura tiene el compromiso de aportar los instrumentos necesarios para trabajar de manera armónica en el acondicionamiento del entorno.^[96]

Contemporáneamente Buckminster Fuller exploraba ciertas ideas sobre los espacios herméticos por medio de las cúpulas geodésicas.^[97] Impulsado por el auge espacial, en 1960 propuso la construcción de una cúpula de 2 millas de ancho para regular la contaminación del aire y la temperatura de la ciudad de Nueva York.

Su visión de la arquitectura siempre estuvo enfocada en las nociones de sustentabilidad, respeto por el medio ambiente y la maximización de los recursos. Esta última postura, “hacer más con menos” quedaba reflejada tanto en el objetivo del proyecto en Nueva York; regular el clima en ese punto de la ciudad (por lo que no sería necesario usar aire acondicionado ni calefacción), como en la elección esférica de su configuración. El uso de la figura esférica aseguraría encerrar el mayor volumen de espacio interior con la menor cantidad de área de superficie. Además, la creación de una atmósfera dentro de una esfera tendría una máxima eficiencia, ya que permite que el aire y la energía circulen sin obstrucciones, permitiendo que el calentamiento y el enfriamiento se produzcan de forma natural. ^[98]

A su vez, el proyecto “Biosphere II” construido en 1991, mencionado al comienzo, era una estructura que debía ser probada por exploradores que investigarían la posibilidad de colonizar el espacio con entornos parecidos a los del proyecto, sin que, con ello, existiera un impacto a la biosfera de la Tierra. Su estructura consistía en tres edificios: un domo, un área subterránea y un área de hábitat para los seres

96 Reyner Banham, *The Architecture of the Well-tempered Environment*. (Londres: architectural p.)
97 Fuller fue pionero en la invención de un dispositivo de triangulación para construir una estructura física compuesta de elementos lineales que se aproximarían a las características curvilíneas deseadas de una esfera. Fuller no inventó la cúpula geodésica; él la perfeccionó. En: Ernest Ranucci, “The World of Buckminster Fuller. (1978).
98 “Grandes proyecto que nunca se construyeron: La Cúpula sobre Manhattan (1960), Richard Buckminster Fuller”. Buscador de Arquitectura.

humanos. Dentro se encontraban distintos ecosistemas básicos presentes en el planeta como lugares para la cría de animales y la siembra; la selva, la sabana, un desierto y un arrecife coralino.^[99]Para que la creación de esta biosfera fuese capaz de generar alimentos, crear su propia atmósfera y hacer recircular el agua, exigía que toda la instalación fuese un sistema absolutamente hermético.^[100]

“...*el menor intercambio de material entre el interior y el exterior como sea posible. Pero todos los sistemas ecológicos deben estar abiertos al flujo de energía (para electricidad, refrigeración y calefacción, y, en nuestro caso, a la luz solar) y al intercambio de información.*” ^[101]

La energía eléctrica provenía de una fuente de gas natural y el agua circulaba por sistemas independientes, además de la calefacción^[102]. Esto solo fue posible dada la naturaleza hermética que tenía la estructura del proyecto, ya que mantenía el interior por completo aislado del exterior, pudiendo monitorizar los parámetros del aire, el agua, la tierra y la vida contenida, como algo totalmente separado y nuevo a la biosfera de la Tierra.^[103]

99 Mark Nelson, *Pushing Our Limits*. (Arizona: The University of Arizona Press, 2018)
100 “*man as a living creature is an open system, i.e., Thermodynamically he exchanges matter and energy with his environment that maintains its own structure. He is living in his closed terrestrial life support system known as the “biosphere”. The biosphere is a basically closed system in terms of matter, but an open one in terms of energy.*” En: Peter Eckart, *Spaceflight Life Support And Biospherics*. (Dordrecht: Springer, 2011), 79.
101 “*A closed ecological system means as little material exchange between inside and outside as possible. But all ecological systems must be open to energy flow (for electricity, cooling and heating, and, in our case, sunlight) and the exchange of information.*” En: Mark Nelson, *Pushing Our Limits*. (Arizona: The University of Arizona Press, 2018),40.
102 “Biosfera 2: el intento fallido de colonización artificial”. Culturizando.
103 “Terranautas, ¿experimento o espectáculo?”. El Ágora.



Figura 48: Vista aérea Eden project, Nicholas Grimshaw.

Figura 49: Fotografía de las cubiertas de Eden project. En: página web Grimshaw global.

Figura 50: Dibujo de la sección de Eden project. En: página web Grimshaw global.



“Las minibiosferas se pueden estudiar en muchos niveles (especies, poblaciones, ecosistemas, biomas) para ver cómo se desarrollan la adaptación ecológica y la autoorganización. Podrían funcionar como laboratorios para investigar el impacto que tienen los humanos y nuestra agricultura y tecnologías o cómo un bioma afecta a otro y su impacto en el sistema biosférico en general.” [104]

Si bien las dos misiones realizadas dentro de “Biosphere II” no fueron exitosas, la simulación de las condiciones de una colonia extraterrestre y su posible autosuficiencia abrieron el campo de las posibilidades sobre la recreación de ambientes terrestres, entre otras, su *terraformación*, y el entendimiento de nuestro impacto sobre estos.

Diez años más tarde, Nicholas Grimshaw desarrolló “Eden Project”, que a diferencia de “Biosphere” se trata de una serie de domos geodésicos interconectados, los cuales en su interior presentan las condiciones para que existan distintos biomas[105]; trópico Húmedo (clima húmedo y denso de la selva tropical, con árboles frutales de plátanos, café, caucho y bambú, entre otros); ambiente cálido y templado árido; y uno al aire libre similar a las condiciones de Gran Bretaña[106].

Grimshaw hizo uso de la cúpula geodésica, siguiendo la lógica de lo eficiente, englobando el máximo volumen con la mínima superficie posible. Los domos se extienden por toda una antigua cantera, oscilando entre los 18 y los 65 m de radio para acomodar las diferentes alturas de las plantas que albergan en su interior.

La existencia de un clima controlado en cada bioma es posible dadas las capacidades de aislamiento del material de la cubierta. Las redes que componen las cúpulas

104 “Minibiospheres can be studied at many levels— species, populations, ecosystems, biomes— to see how ecological adaptation and self-organization unfold. They could function as laboratories to investigate the impact humans and our farming and technologies have or how one biome affects another and its impact on the overall biospheric system.” En: Mark Nelson, *Pushing Our Limits*. (Arizona: The University of Arizona Press, 2018),4.

105 Klaus Knebel; Jaime Sanchez-alvarez; Stefan Zimmermann, *The Eden Project*. (Würzburg, 2001).

106 Virginia McLeod, *El Detalle en el Paisajismo Contemporáneo*. (Barcelona: Blume, 2018).

se encuentran revestidas por tres capas de láminas de EFTE (etileno tetrafluoretileno), cuyo alto grado de transparencia y aislamiento asegura la filtración de la máxima cantidad de luz solar para nutrir la vida vegetal del interior.[107]

Para el desarrollo de los distintos microclimas; se hace uso de mecanismos de control pasivo para generar los distintos microclimas; la ubicación de los biomas en el sitio fue pensada de acuerdo con la cantidad de luz solar que recibirían; el calor del sol se almacena en la masa térmica de la roca sobre la que se construyeron las cúpulas regulando la temperatura diaria e irradiando calor durante la noche, además, la calefacción se produce naturalmente por medio de la materia vegetal que proporciona el 60% de calor.

En cuanto a la humedad de los biomas, esta es apoyada por aerosol de niebla bajo los árboles y por una cascada que contribuye al movimiento del aire, además, el flujo de aire durante el verano puede ser bombeado desde la base y la parte superior de las cúpulas, que se encuentran abiertas para su ventilación.[108] El mayor desafío del proyecto estaba en el desarrollo de mecanismos que pudiesen proporcionar entornos favorables para los distintos biomas dentro de un mismo edificio.

107 Idem.

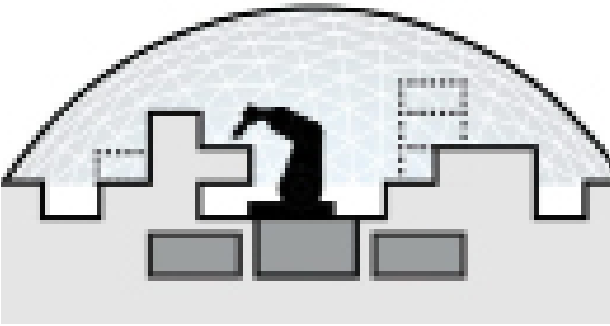
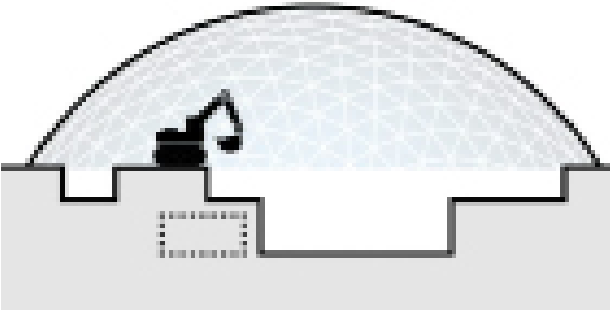
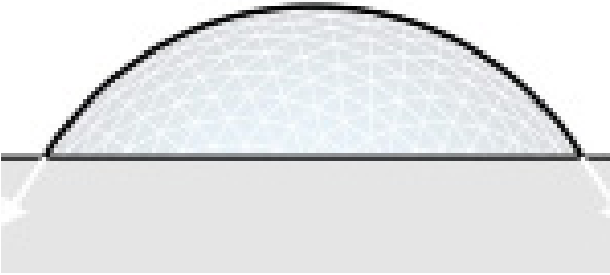
108 Klaus Knebel; Jaime Sanchez-alvarez; Stefan Zimmermann, *The Eden Project*. (Würzburg, 2001).



Figura 51: Vista de Mars Science City, BIG, 2017.

Figura 52: Vista de los cultivos verticales al interior de Mars Science City, BIG, 2017.

Figura 53: Fases de construcción de Mars Science City, BIG, 2017.



Posteriormente, al igual que “Biosphere”, BIG propuso en el año 2017 “Mars Science City” como otro de los tantos proyectos cuyo anhelo es poder habitar y colonizar el espacio. Su objetivo era servir como un “modelo viable y realista” para la simulación de una ciudad en Marte, por lo que el proyecto fue diseñado en conjunto con un equipo de científicos, ingenieros y diseñadores emiratíes del Centro Espacial Mohammed bin Rashid.

Se trataba de una estructura abovedada de 190,000 metros cuadrados la cual albergaría una variedad de programas tanto para investigadores, como visitantes, incluidos laboratorios para el estudio de alimentos, energía y agua; paisajes para pruebas agrícolas y estudios de seguridad alimentaria. En ese sentido, a diferencia de “Eden Project” las estrategias para mantener un ambiente controlado debían ser de orden activo, al tratarse de una simulación en el espacio.^[109]

El proyecto fue planificado por fases de construcción; la primera es la más importante, ya que condicionará el territorio para la construcción de las siguientes. Luego, se debe disponer de un lugar con la presión adecuada capaz de soportar la tensión atmosférica del lugar por lo que se instala una gran cúpula. Finalmente, se excava para conseguir espacios enterrados, junto con el desarrollo de espacios en la superficie gracias a la impresión 3D.^[110]

Al tratarse de *lo absoluto*, la configuración de la isla como sistema cerrado deberá tomar en cuenta todos los factores que quedaran contenidos en su interior, tanto para la existencia de un ambiente propio que dará lugar a la vida, como para la contención de la huella humana. Lo absoluto exige la complementación entre la

109 “TED Talk: Bjarke Ingels explora las posibilidades de vivir y construir en Marte | Plataforma Arquitectura”. Plataforma Arquitectura.

110 Irene González, “Arquitectura Del Futuro: Posibles Construcciones en el Planeta Rojo”.(Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2019).

arquitectura y la tecnología como herramientas capaces de desarrollar una *tecnosfera*^[111] cuya serie de instalaciones darán lugar a un ambiente que podría asemejarse tanto al exterior, al punto de que no existiese una clara diferencia entre ambos. Si este fuese el caso ¿A qué exterior se parecería la isla? ¿Qué tipo de *terraformación* sería?

111 Abarca el conjunto de objetos tecnológicos producidos por los humanos. Es una emanación de la biosfera y, como tal, es un sistema complejo que posee su propia dinámica. Concepto elaborado por el ingeniero y geólogo Peter Haff.

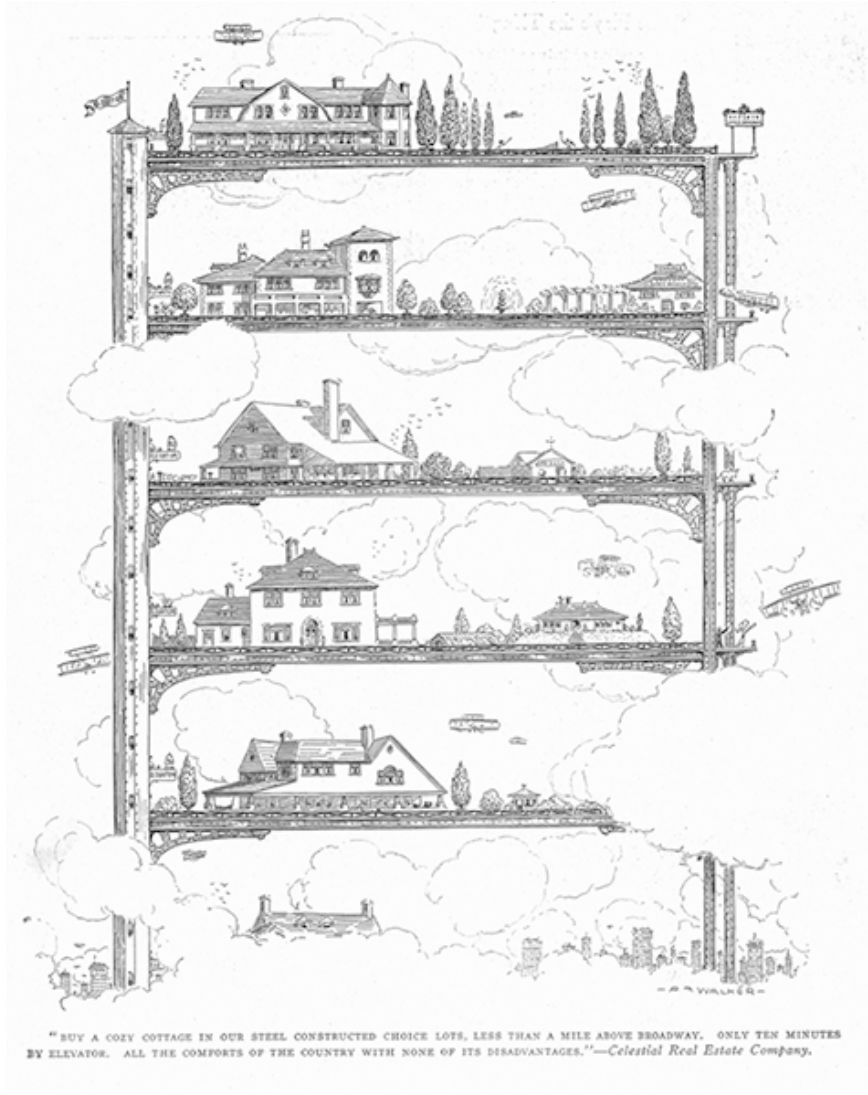
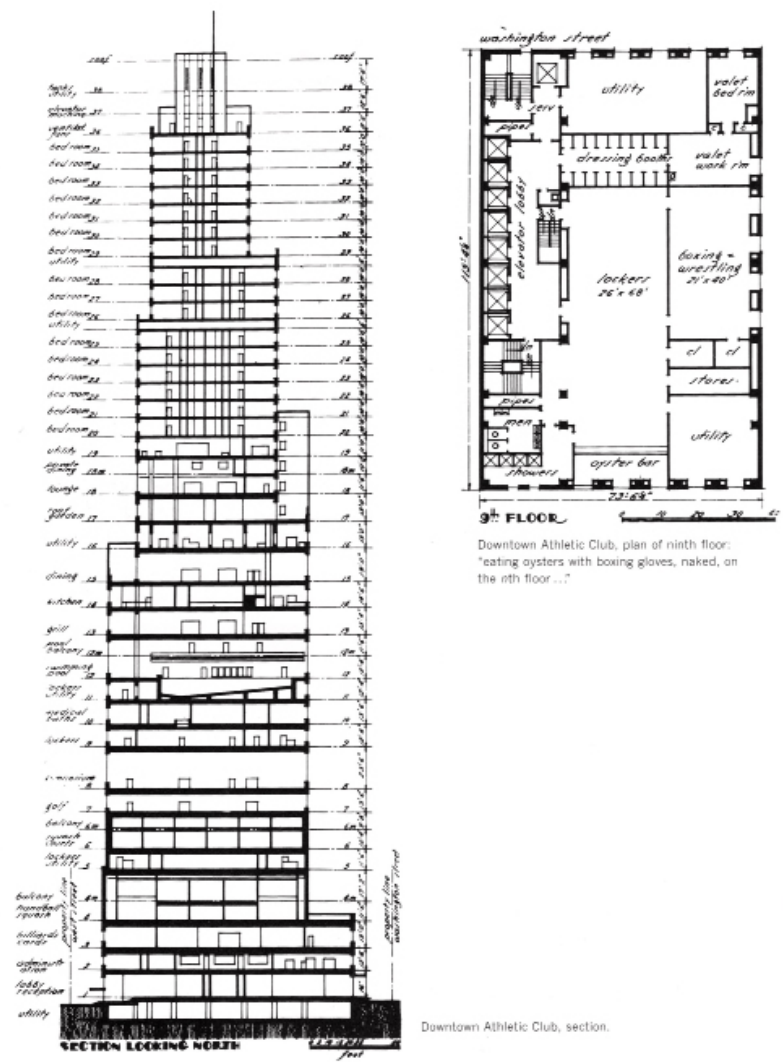


Figura 54: Estudio de la Sección y planta de Downtown Athletic Club, Rem Koolhaas, 1978.
Figura 55: Ilustración del Teorema del rascacielos, Historieta de AB Walker en LIFE Magazine, 1909.

“Tal arquitectura es una forma aleatoria de” planificar “la vida en sí misma: en la fantástica yuxtaposición de sus actividades, cada una de las plantas del Club es una entrega separada de una intriga infinitamente impredecible que ensalza la entrega total a la inestabilidad definitiva de la vida en el Metrópoli.”^[112]

Posterior a la segunda guerra mundial, se comienza a desarrollar una fuerte crítica hacia el urbanismo funcionalista, contexto en que surge como se ha mencionado anteriormente, la noción de megaestructura^[113] con la intención de volver a poner en el centro al individuo, como un sujeto cultural y por, sobre todo, móvil e impredecible. Se pretendía inventar un sistema que pudiese anticipar sus cambios y modificar los esquemas estáticos del urbanismo funcionalista por una estructura capaz de reflejar la evolución de una sociedad cambiante.

La gran escala y su doble naturaleza; una infraestructura permanente y, una estructura de segundo orden de unidades subordinadas y transitorias, hacen de la *megaestructura* una constante a lo largo de las siguientes dos décadas en las cuales incorpora conceptos tales como; modulación, flexibilidad, plug-in, clip-on, entre otros^[114].

Años más tarde, en el año 1978 Rem koolhaas realiza el estudio de “Downtown Athletic Club”, el cual expone una nueva concepción de las relaciones entre las partes y el todo, existiendo la posibilidad de condensar distintos programas y actividades dentro de una misma estructura, una envolvente genérica en donde se permite el desarrollo de una colección de experiencias y posibilidades en un solo lugar.

112 “Such an architecture is an aleatory form of “planning” life itself: In the fantastic juxtaposition of its activities, each of the Club’s floors is a separate installment of an infinitely unpredictable intrigue that extols the complete surrender to the definitive instability of life in the Metropolis.” En: Rem Koolhaas, “Definitive Instability: The Downtown Athletic Club”. (NY: Monacelli, 1994), 157.

113 También entendido como *Edificio-Ciudad*.

114 Mónica García, María Jesús Muñoz, “La Invención Del Mundo Otra Vez... Movimiento Megaestructural En España, 1960-70”. (ZARCH, 2014).

“Comer ostras con guantes de boxeo, desnudo, en la planta novena.”^[115]

El Club materializa y convierte en realidad el *Teorema del rascacielos*^[116] por medio del desplante de una secuencia de plataformas superpuestas que se repiten en sentido vertical, conectadas por 13 ascensores a lo largo de la estructura. La secuencia o coreografía que se desarrolla en cada uno de sus pisos es aleatoria al tiempo que lo hace la persona dentro del ascensor.^[117]

En 1994, en su teoría sobre la *grandeza*, Koolhaas hace nuevamente alusión a la noción de que el edificio se transforma en un “bastión” o hito que resuelve dentro de sí todos los asuntos referidos a la metrópolis. La escala que alcanza, junto con su composición desprenden al edificio de su contexto, al punto en que este ya no forma parte de ningún tejido urbano.

“Al hacer aleatoria la circulación, al cortocircuitar las distancias, al hacer artificiales los interiores, al reducir la masa, ampliar las dimensiones y acelerar la construcción, el ascensor, la electricidad, el aire acondicionado, el acero y, por último, las nuevas infraestructuras formaron un conjunto de mutaciones que provocó una arquitectura de otra especie.”^[118]

Este nuevo tipo de arquitectura asegura una realidad propia dentro del edificio, al punto en que ya no tiene importancia dónde se encuentre en el plano. La *grandeza* se abstrae y se vuelve sobre sí misma, ya no establece relaciones con la ciudad, no las necesita, ya que contiene en su interior las condiciones suficientes como para

115 “Eating oysters with boxing gloves, naked, on the nth floor.” En: Rem Koolhaas, “Definitive Instability: The Downtown Athletic Club”. (NY: Monacelli, 1994), 155.

116 La revista Life en 1909 publica una historieta que escenifica una infraestructura gigante de acero que acoge 84 niveles, unidos por un ascensor. Cada nivel acoge una escena de vida diferente en relación íntima con la naturaleza, con una desarticulación radical entre niveles, que de ninguna manera podrían formar parte de un mismo escenario. En: Rem Koolhaas, *Delirio de Nueva York: un manifiesto retroactivo para Manhattan*. (Nueva York: The Monacelli Press, 1997),82-85.

117 “Rem Koolhaas, La vida en la metrópoli o La cultura de la congestión”. TECNNE.

118 Rem Koolhaas, “Grandeza, o el Problema de la Talla”. (Barcelona:GG, 2014), 23.



Figura 56: Fotografía al interior de Hyatt Regency Atlanta. En: página web Hidden Architecture.

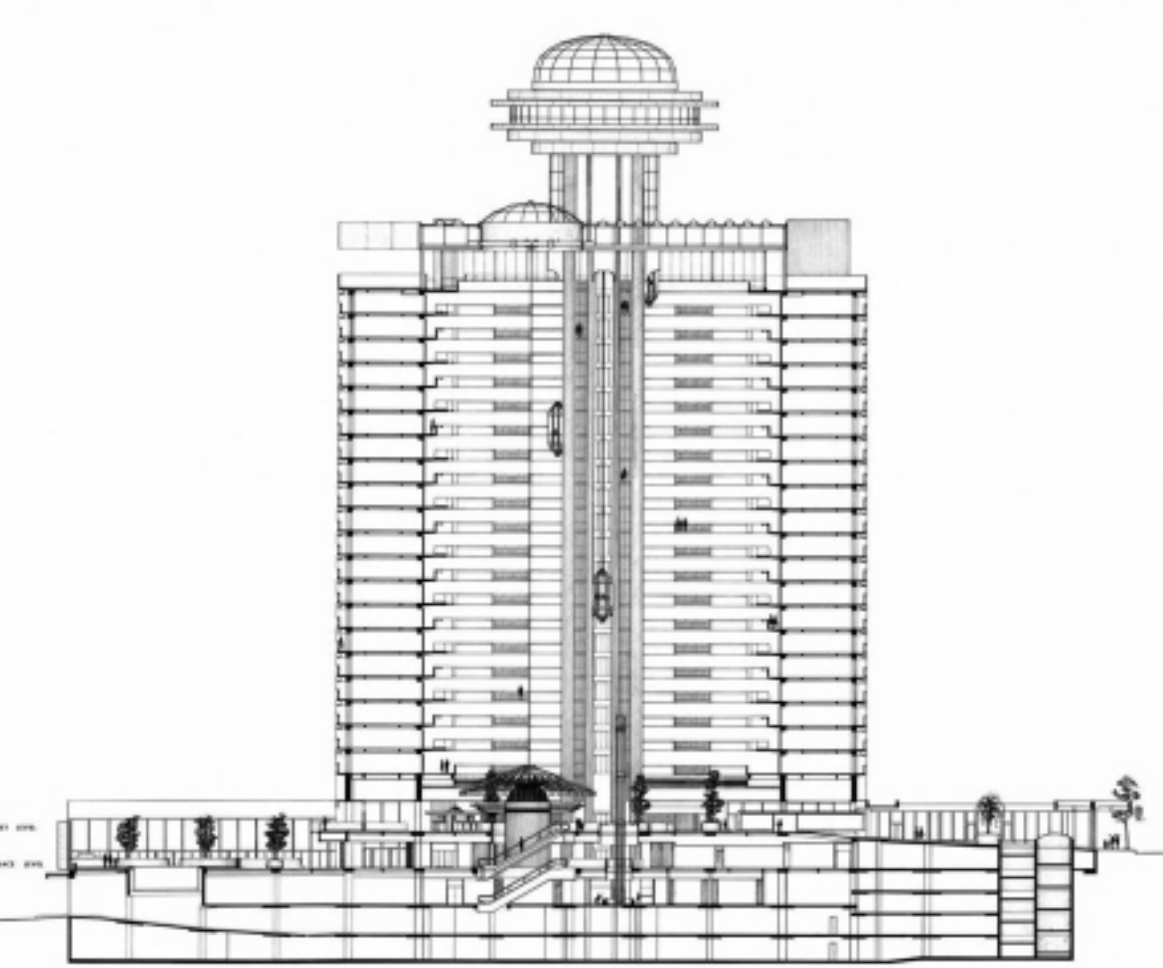


Figura 57: Sección de Hyatt Regency Atlanta, John Portman, 1967.

prescindir de esta, se trata de una estructura urbana en sí misma^[119].

“Al entrar en el edificio, uno todavía tiene la extraña sensación de que en realidad no se ha entrado para nada, sino que se ha entrado en un tipo de exterior diferente, un tipo de mundo urbano diferente, en el que, para bien o para mal, las calles no son el principio organizador.”^[120]

El hiper espacio posmoderno vino a instalarse como una nueva manera de percibir los espacios interiores, específicamente los atrios desde 1968 cuando ocurre la revolución en la arquitectura de los hoteles, con el “Hyatt Regency Atlanta” de John Portman. Con su luz natural, sus esculturas, árboles y fuentes de agua, su interior genera un entorno muy similar al de una plaza exterior, cuyo borde se completa por una cafetería. Desde ese momento, la manera en que se percibían los vestíbulos de los hoteles fue reinventada convirtiéndose en lugares con ambientes controlados de encuentro y de estancia, ágoras con aire acondicionado.^[121]

Morfológicamente, si bien el “Hyatt Regency Atlanta” se compone de un volumen cúbico aparentemente opaco, en su interior las fachadas se pliegan generando un gran vacío central que atraviesa el edificio en todas sus plantas iluminándolas cenitalmente. El núcleo de ascensores permite que tanto el ascenso como el descenso atravesase este vacío pudiendo observar todo lo que ocurre en cada uno de los pisos al mismo tiempo^[122]. En ese sentido, el edificio mira sobre sí mismo, se torna difusa la diferencia lo que es interior y exterior.

119 Idem.

120 *“Entering the building, one still has a strange sensation that one hasn’t really gone inside at all but entered a different kind of outside, a different kind of urban world, in which, for better or worse, streets are not the organising principle.”* En: Charles Rice, «Stalking John Portman», AA Files, no. 64 (2012), 25.

121 Charles Rice, «Stalking John Portman», AA Files, no. 64 (2012).

122 “Hyatt Regency Atlanta”. Hidden Architecture.

“Los atrios se fotografían como fachadas, como edificios por derecho propio. Es en este sentido que transforman lo urbano, volviéndolo hacia adentro, restableciendo allí una presencia arquitectónica y un entorno total para los cautivos, o los que por casualidad encontraron su camino.”^[123]

Portman veía una posibilidad en los atrios como un descanso de la congestión de la ciudad, en ese sentido, los atrios contendrían un entorno urbano esculpido bajo las condiciones de ciudad, pero sin sus desventajas. Pero, si los ambientes artificiales pueden llegar a configurar escenografías tan perfectas de lo real ¿Estos espacios controlados serían una nueva versión ideal sobre lo que es urbano? Entonces, ¿Para qué se molestarían los visitantes en salir y exponerse a las desventajas de lo real?

Otros proyectos asemejan la condición de urbanismo interior por medio del traslado directo del espacio público y sus relaciones dentro de la misma estructura, o mediante la configuración de circulaciones como recorrido o calle que atraviesa el edificio a modo de paseo.

123 *“The atriums photograph like facades, like buildings in their own right. It is in this sense that they transform the urban, turning it inside, there re-establishing an architectural presence and a total environment for those held captive, or those who happened to find their way in.”* En: Charles Rice, «Stalking John Portman», AA Files, no. 64 (2012), 29.

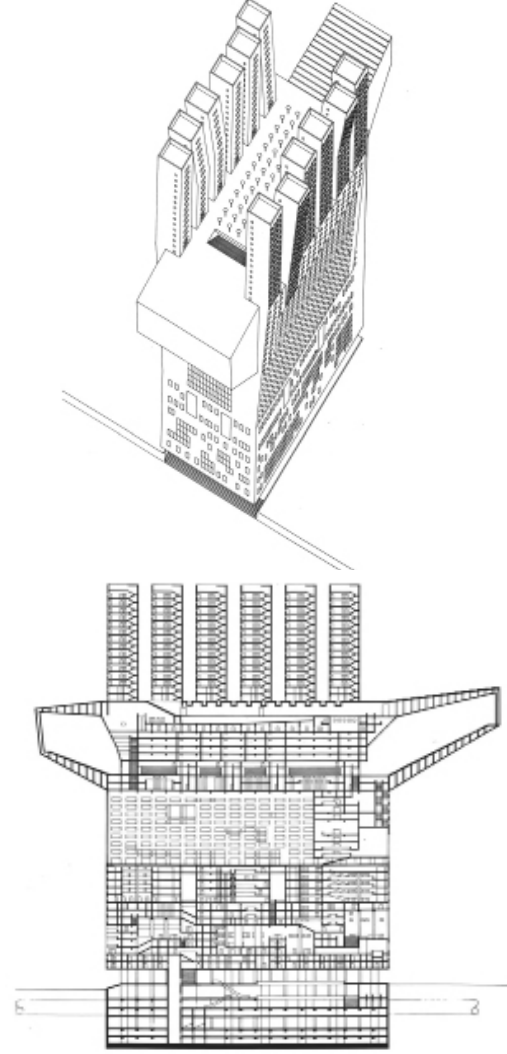
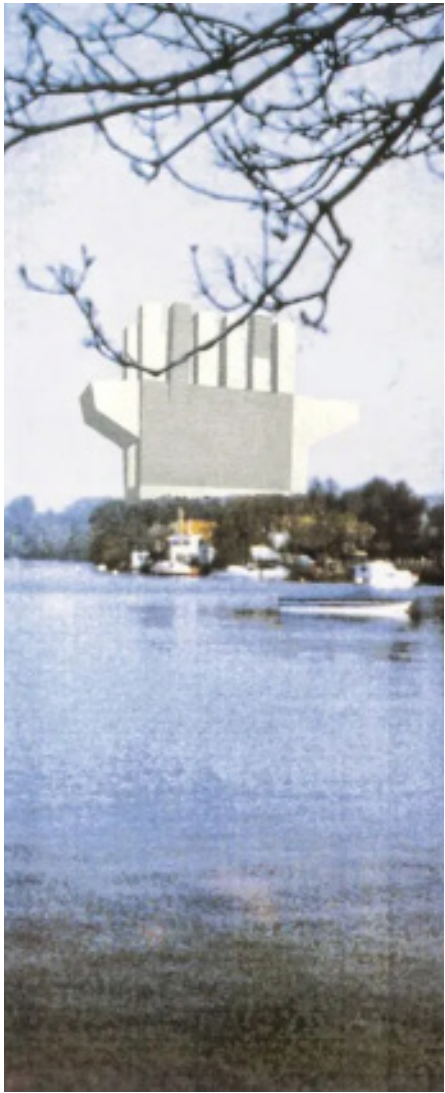


Figura 58: Vista desde el río hacia The Compact City for Atlanpole, Hans Kollhoff Architects, 1988.

Figura 59: Axonométrica The Compact City for Atlanpole, Hans Kollhoff Architects, 1988.

Figura 60: Sección The Compact City for Atlanpole, Hans Kollhoff Architects, 1988.

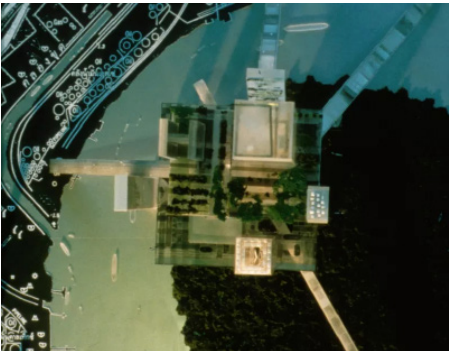


Figura 61: Diagrama de circulación Hyperbuilding, OMA, 1996.

Figura 62: Emplazamiento Hyperbuilding, OMA, 1996.

Figura 63: Vista de la verticalidad de Hyperbuilding, OMA, 1996.

Figura 64: Zoom configuración interna de Hyperbuilding, OMA, 1996.



El primer caso, la propuesta de Hans Kollhoff de 1988, “Compact City for Atlanpole”, para el concurso “Technopole”, era un gran edificio aislado en el campo capaz de contener la energía de toda una ciudad combinando distintos programas dentro de una misma estructura. El edificio se convertiría en una ciudad concentrada que intensificaría los usos de la ciudad tradicional generando una condición de ciudad compacta, cuyas actividades y lugares fuesen accesibles en un lapso muy corto de tiempo, por lo que existiría la posibilidad de asistir a diferentes eventos en cualquier momento.[124]

Las funciones tanto de la vida como del trabajo se encontrarían apiladas de tal forma en que su composición las comunicara de manera directa. A pesar de la monotonía de sus primeras plantas, se da lugar a un gran espacio público central elevado en donde se desarrollarían distintas relaciones de programas públicos que aíslan la vida comunitaria de su entorno.[125]

El segundo caso, el proyecto de OMA de 1996, “Hyperbuilding” para la ciudad de Bangkok, proponía condensar la ciudad en un solo punto teniendo un sistema de circulación interno a modo de calle apilada. El proyecto se emplazaría en una reserva verde a las orillas del río Chao Phraya en donde la densidad del proyecto sería contrastada a la ciudad horizontal circundante.

El rascacielos de 1 km de alto proponía la autonomía de la pieza principalmente dada por su configuración como ciudad en sí misma y por la complejidad de su organización; las torres constituían calles, los elementos horizontales eran parques, los volúmenes distritos y las diagonales bulevares[126]. Además, incorporaba su propio sistema de transporte; una serie de góndolas, ascensores de alta velocidad, teleféricos

124 “The Compact City of Atlanpole / Hans Kollhoff”. ARCHEYES: Timeless Architecture.

125 “The “Compact City” of Atlanpole, Nantes by Hans Kollhoff (1988)”. Socks.

126 “Hyperbuilding”. OMA.

y un paseo peatonal de 12 kilómetros de extensión.

La contención de *lo urbano* será en la medida en que la configuración de estos espacios artificiales se rija bajo las lógicas de la ciudad al punto en que la ambigüedad del espacio impida discernir si se trata de un espacio interior o uno exterior, y en la medida en que dentro de estos se puedan abordar los problemas de la ciudad.

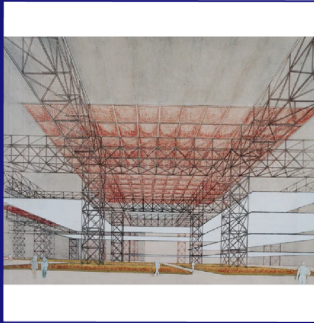
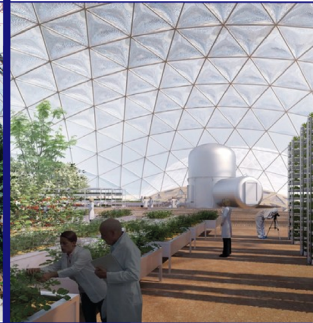
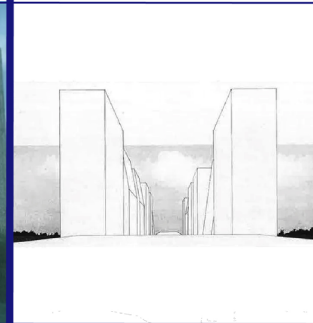
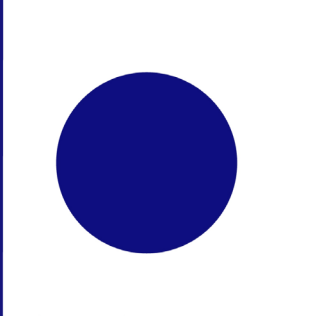
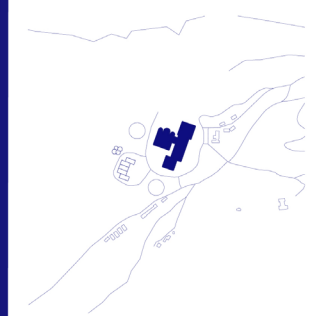
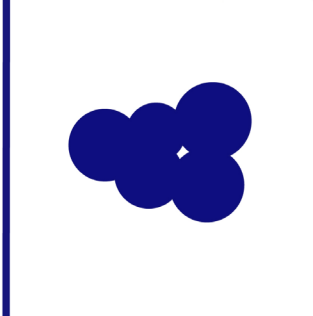
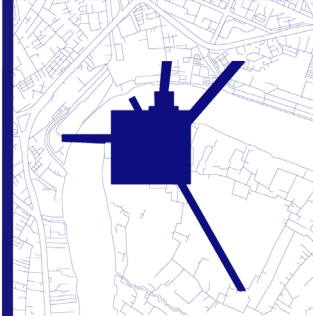
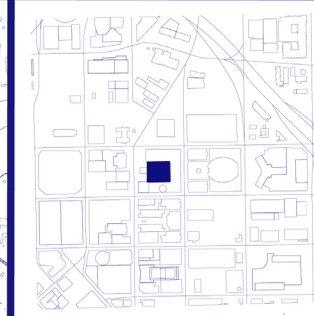
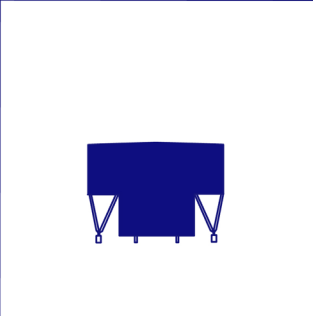
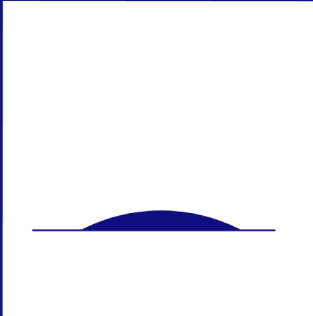
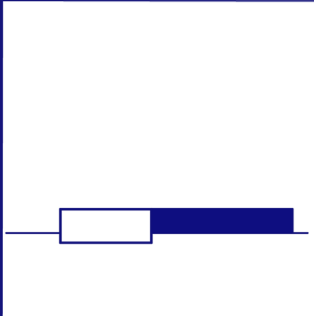
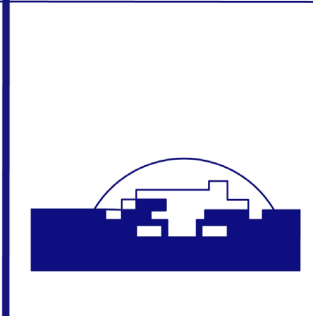
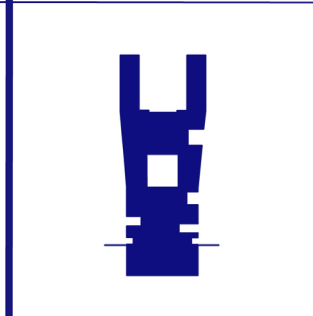
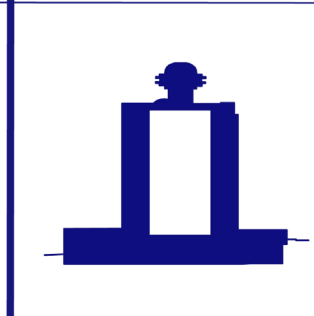
<i>RESOLUTE BAY</i> Ralph Erskine, 1970.	<i>CITY IN THE ARTIC</i> Frei Otto, 1970.	<i>LA PRIMERA CIUDAD ANTÁRTICA</i> Amancio Williams, 1980-83.	<i>BIOSPHERE II</i> Arizona, E.E.U.U John Polk Allen, 1991.	<i>EDEN PROJECT</i> Nicholas Grimshaw, 2001.	<i>MARS SCIENCE CITY</i> BIG, 2017.	<i>HYPERBUILDING</i> Bangkok, Tailandia OMA, 1996.	<i>PROJECT FOR ATLANPOLE (Compact City)</i> Nantes Francia Hans Kollhoff, 1988.	<i>HYATT REGENCY ATLANTA</i> United States John Portman, 1967.
								
								
								
ARQUITECTURA POLAR			LO ABSOLUTO			LO URBANO		

Figura 65: Matriz de casos revisados, Elaboración propia, 2021.



Figura 66: Vista aérea del Edificio-Ciudad de Subsistencia en Glaciar unión, junto a la pista de aterroizaje “Hielo azul”, Elaboración propia, 2021.

04

LA TECNOSFERA EN LA ANTÁRTIDA

La condición extrema del territorio Antártico; su temperatura bajo cero; vientos de alta velocidad; aridez; difícil acceso y permanencia, junto con la relevancia científica existente, permitirán abordarlo como un verdadero laboratorio tanto para la investigación de distintos parámetros climatológicos para el cambio climático, como para el testeo de una arquitectura en ambientes extremos y hostiles en el contexto del cambio climático.

Si bien, la tecnología moderna ha aumentado la estadía y la calidad de vida de los científicos dentro del territorio, las exigencias y las necesidades de los investigadores requieren de constantes esfuerzos para mantener y actualizar las estaciones.

Al interior del continente Antártico, específicamente en el sector de Glaciar Unión, se presenta la posibilidad de testear el *edificio-ciudad*, ya que se dispone de condiciones geográficas y climatológicas específicas; la existencia de un campamento, una estación de investigación científica y una pista de aterrizaje; cercanía a los glaciares para su estudio; y se trata del emplazamiento de un futuro proyecto chileno para la investigación del cambio climático^[127].

De acuerdo con los científicos, Glaciar Unión se trata de un lugar privilegiado, ya que se encuentra ubicado en la conjunción de 10 glaciares y a escasos kilómetros del Polo Sur (1080 km), por lo que se trata de un área poco explorada, de gran valor científico para la glaciología y la meteorología. Además, se trata de un sector escaso

en grietas, lo cual permite a circulación libre de vehículos terrestres de traslado y exploración, junto con la existencia de una pista de aterrizaje “Hielo Azul” (30x1000 m) incorporada por la empresa de turismo ALE.^[128]

Actualmente, en el sector se encuentra el campamento estadounidense ALE (Antarctic Logistic & Expeditions) y la Estación chilena Polar Científica Conjunta Glaciar Unión (EPCCGU)^[129], ambas se emplazan en la zona de los Montes Ellsworth, por lo que se trata de una explanada semi-protegida de los vientos catabáticos^[130]. Actualmente, tanto el campamento como la estación funcionan durante la estación estival (noviembre-abril), ya que la temperatura media en verano es de 3°C, mientras que en invierno es de -32°C.^[131]

La EPCGU antiguamente era la Estación Polar Teniente Parodi (EPTAP), encargada por la FACH en 1998 a ARQZE (Arquitectura de Zonas Extremas) para apoyar el funcionamiento de la pista de aterrizaje en Patriot Hills (ubicada a 70 km de Glaciar Unión), pero por motivos geopolíticos, la estación fue abandonada después de 8 años. Luego, debido a las consecutivas estrategias de avanzada y campañas Antárticas por alcanzar el Polo Sur geográfico, en el año 2013 se reanudaron las actividades y debido al éxito en cuanto a la infraestructura de la estación en Patriot Hills, se decidió reciclar su estructura, transportando sus componentes en trineo hasta Glaciar Unión. El montaje^[132] se llevó a cabo *in situ*, con todas las piezas organizadas y enumeradas. Este factor, en el contexto antártico, es primordial, se deben definir las estructuras

127 En marzo de 2021, Chile anunció el proyecto Observatorio de Cambio Climático (OCC), la iniciativa busca instalar una red de sensores descentralizada —desde Visviri por el norte, hasta la Antártica por el sur, abarcando 8.000 km— que permitan entender, predecir y proyectar los efectos, riesgos y amenazas de los cambios en torno al ecosistema. La información recopilada brindará lo necesario para la formulación de acciones de mitigación y adaptación necesarias para el futuro, tanto para Chile como el mundo. El desarrollo de la primera etapa de este proyecto permitirá a Chile integrar, en una sola red, una gran red de sensores para la observación del cambio climático. El 4 de diciembre de 2021 se instalará la primera estación en la Base Glaciar Unión, ya que los cambios climáticos observados en el territorio Antártico son mayores que en otras latitudes. (INACH, 2021)

128 Fuerza Aérea de Chile, “Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión: Más cerca del Polo”. (Santiago: Editorial E, 2013).
129 Actualmente se desarrollan investigaciones sobre microbiología, climatología, propiedades ópticas de la criósfera Antártica, búsqueda de bacterias y organismos fotosintéticos y microorganismos. En: Hernic Jara, “Estación Polar De Apoyo Científico Para Glaciar Unión”. Título de Arquitectura, (FAU, 2016), 31.
130 Vientos de alta velocidad que descienden de los puntos más altos de las montañas.
131 Hernic Jara, “Estación Polar De Apoyo Científico Para Glaciar Unión”. Título de Arquitectura, (FAU, 2016).
132 Su traslado y montaje demoró 14 días en manos de un grupo de 20 personas.

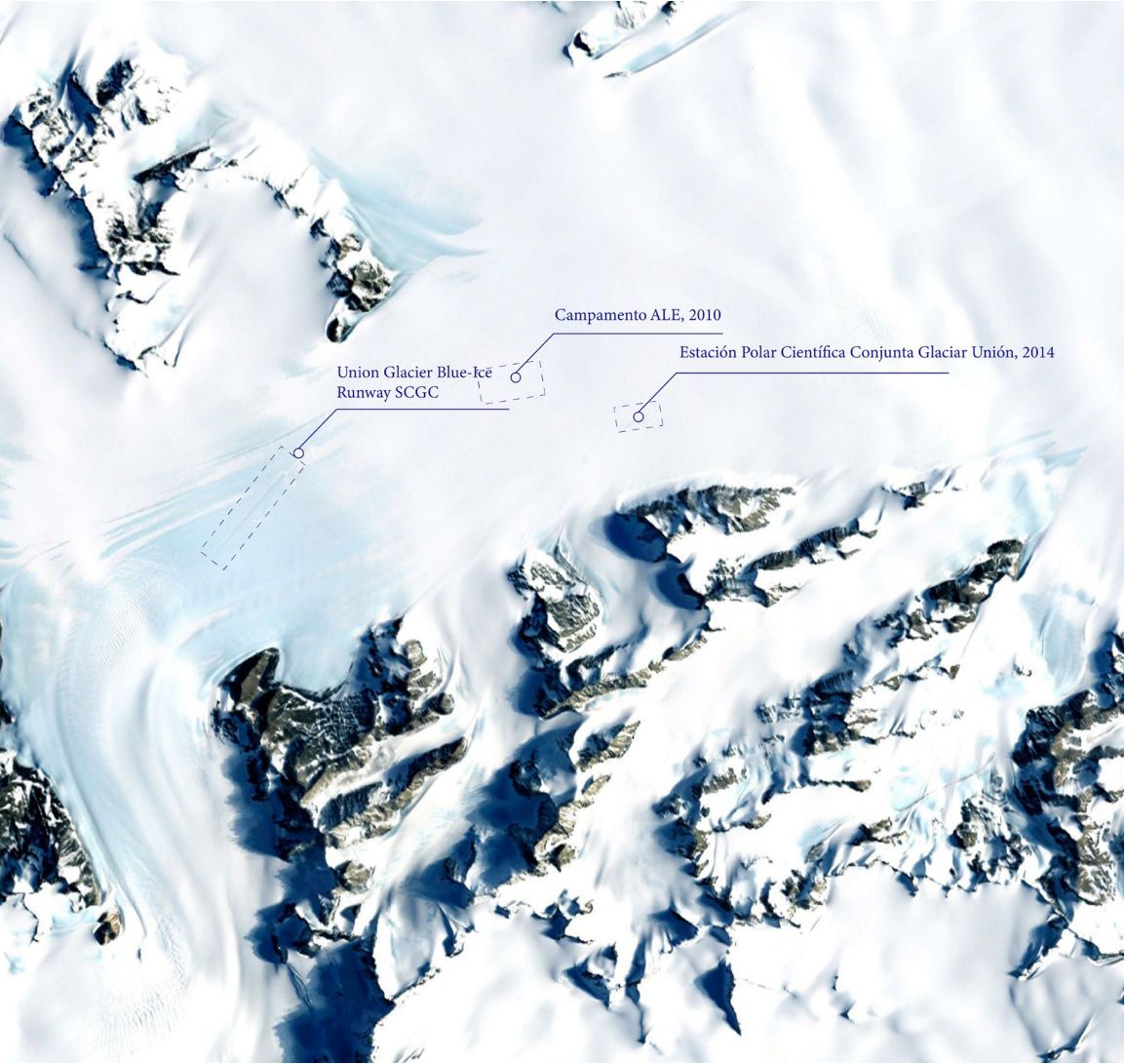


Figura 67: Vista aérea de Glaciar Unión, emplazamiento de instalaciones actuales, Elaboración propia, 2021.

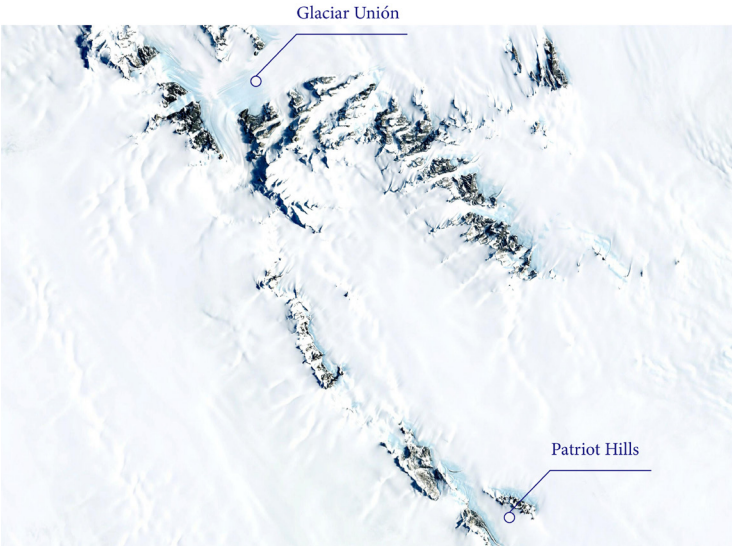


Figura 68: Fotografía del área de la carpa “almeja” en Union Glacier, con el monte Rossman al fondo, Christopher Michel / ALE.

Figura 69: Localización de Glaciar Unión y Patriot Hill, Elaboración propia, 2021.

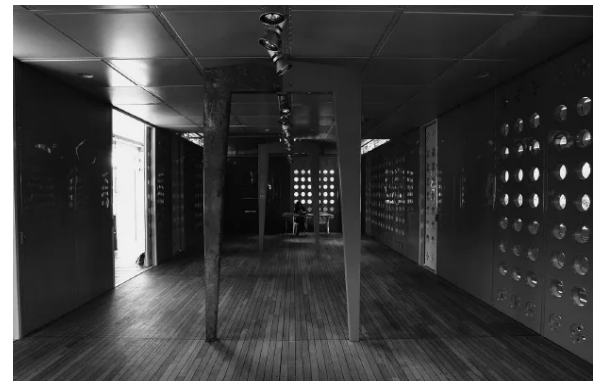
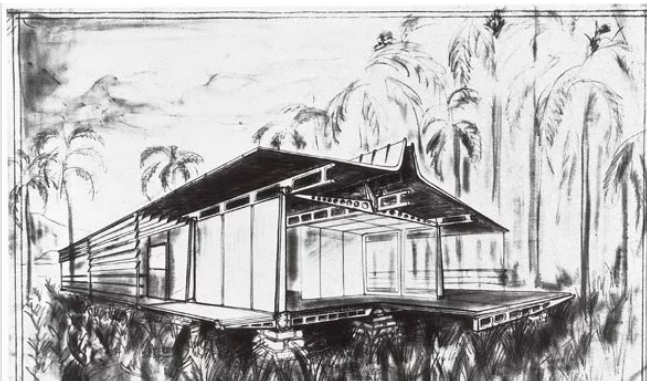
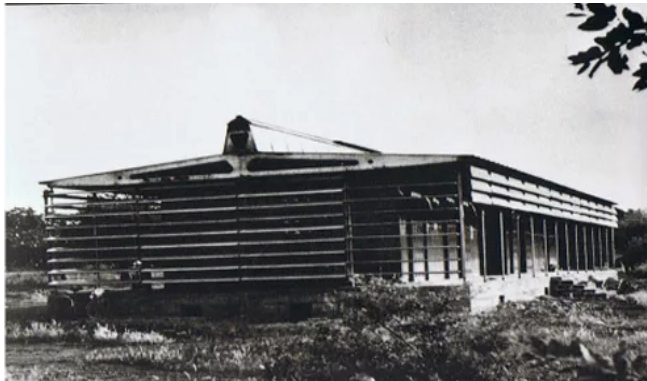


Figura 70: Fotografía del montaje de la Estación Polar Teniente Parodi en Patriot Hill, 1998. En: página web Plataforma Arquitectura.
Figura 71: Fotografía de la Estación Polar Teniente Parodi enterrada, 1998. En: página web Plataforma Arquitectura.
Figura 72: Fotografía de la Maison Tropicale en Niamey, Jean Prouvé, 1949.

Figura 73: Dibujo de la Maison Tropicale, Jean Prouvé, 1950.
Figura 74: Fotografía del interior de la Maison Tropicale, Jean Prouvé, 1951.

semipermanentes, fáciles de transportar y con un impacto nulo, una vez retiradas. [133]

La Estación Polar Conjunta Glaciar Unión fue inaugurada en enero de 2014, siendo una de las tres más cercanas al Polo Sur, junto a las bases Amundsen-Scott de Estados Unidos y Kunlun de China.[134] Se accede a la estación por vía aérea, desde Punta Arenas, con escala en la Base Frei (ubicada en la península antártica), y finalmente, con aterrizaje en la pista de “Hielo Azul” ubicada a 9 km de la base.

La estación es más un campamento, ya que, si bien se trata de una estructura fija, es muy pequeña teniendo una autonomía de abastecimiento[135] de solo 90 días para 50 ocupantes. Se encuentra formada por tres piezas habitables: el elemento túnel que sirve de acceso y para distribuir los espacios; la sala “sastruggi” que alberga el espacio principal de uso común; y, por último, los módulos de habitación. [136] Cada temporada en que se pone en funcionamiento la estación, implica encontrarla por medio de GPS para luego, desenterrarla de una capa de 2 metros de nieve que la oculta.

El difícil acceso y las condiciones extremas geo-climatológicas de la zona suponen un desafío para la arquitectura que debe entregar soporte a las actividades científicas de la zona. La tecnología, tanto de materiales como de prefabricación, ha podido incursionar en el área para dar respuesta parcial a estas necesidades; sin embargo, las condiciones actuales de la estación en Glaciar Unión presentan una serie de problemas que afecta la calidad de vida de los habitantes y limita el desempeño de las labores en la zona.

133 Marcelo Bernal; Pol Taylor; Francisco Valdivia, “ILAIA”. ARQ. (Santiago, 2014).
134 Fuerza Aérea de Chile, “Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión: Más cerca del Polo”. (Santiago: Editorial E, 2013).
135 No hay placas solares incluidas en las construcciones, ni maquinaria para la transformación de la nieve en agua. Ambas cosas, se tratan con elementos independientes al proyecto, al igual que la gestión de residuos. En: Ana Jiménez, “Arquitectura Bajo Cero”. Trabajo final de Grado.
136 Marcelo Bernal; Pol Taylor; Francisco Valdivia, “ILAIA”. ARQ. (Santiago, 2014).

La *isla* pondrá en valor las necesidades para el desarrollo de las investigaciones científicas en el territorio, la noción de un espacio público libre, zonas abiertas y espacios comunes, todo al interior de un ambiente controlado y resguardado de las condiciones externas.

¿Cómo instalar una infraestructura en donde las condiciones son las menos favorables para hacerlo? Se abordan las nociones de la prefabricación y lo seriado, como únicas posibilidades dentro del territorio. El constructor francés Jean Prouvé da cuenta de estas posibilidades por medio de su exploración en metal, inicialmente en muebles y posteriormente en edificios. Compartía la creencia de que un buen diseño podría mejorar las condiciones sociales de un lugar, precisamente al finalizar la Segunda Guerra Mundial, momento en que existía una escasez de materiales, buscó mecanizar la industria de la construcción por medio de sistemas modulares metálicos prefabricados. Esto resultó en “Les Maisons Tropicales”, junto con diseños para la “Unité d’ Habitation” de Le Corbusier en Marsella.[137]

Si bien Le Corbusier reinventó la casa como una “máquina para vivir”, Prouvé defendía “industrializar el hábitat”. Para él, el hábitat podría industrializarse mediante estructuras prefabricadas construidas a partir de material estandarizado, los cuales podrían ser ensamblados en cualquier ubicación geográfica. En 1947, debido a la dificultad para conseguir materiales, las autoridades francesas le encargaron diseñar viviendas prefabricadas asequibles para funcionarios coloniales en África Occidental.

En 1949, Prouvé terminó el primer prototipo de una casa colonial prefabricada, la “Maison Tropicale”, sus componentes fueron diseñados para caber dentro de un avión y ensamblarse rápidamente en el sitio sin habilidades de construcción especializadas. Luego en 1951, el taller de Prouvé produjo dos más, prototipos modificados de “Maison Tropicale”, que se enviaron a Brazzaville, una
137 Grace Lees-Maffei, “Jean Prouvé – The Poetics of the Technical Object”. (2015).

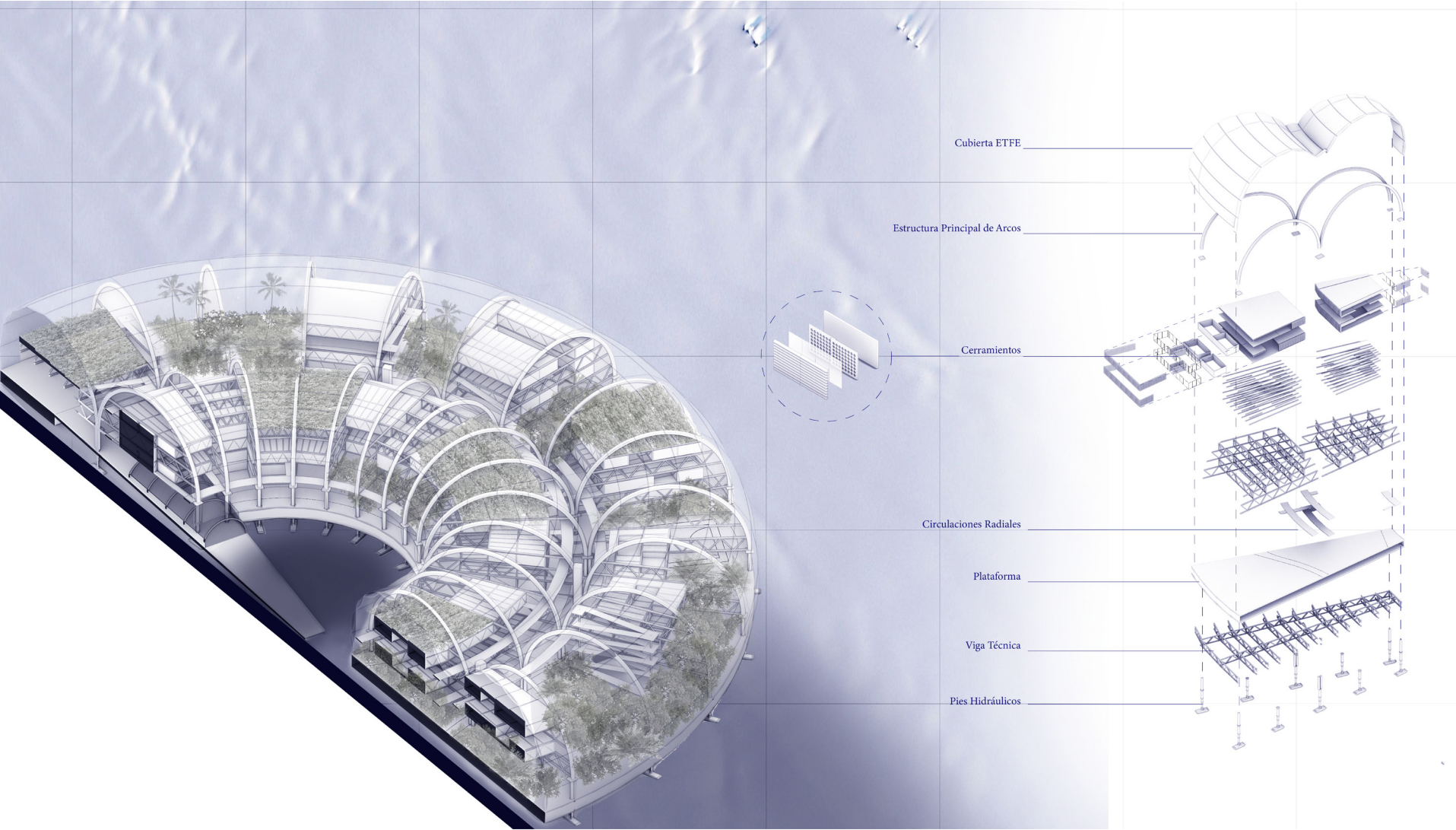


Figura 75: Estructura y configuración del Edificio-Ciudad de Subsistencia, Elaboración propia, 2021.

ciudad colonial en el África Ecuatorial Francesa. [138]

Lo más significativo es que Prouvé se propuso desarrollar un sistema modular de edificio prefabricado que podría adaptarse al clima tropical de las colonias subsaharianas de Francia. La *Maison* se elevaba sobre pilotes de acero, sus amplios aleros, equipados con listones de aluminio ajustables para protegerse del sol y paneles de aluminio en el balcón, oscurecían el espacio central. Este espacio interior consistía en un marco de acero con aluminio fijo y móvil paneles que componían las paredes. En lugar de usar ventanas convencionales, algunos de estos paneles de aluminio fueron perforados con filas de ojos de buey de vidrio azul y pequeños ventiladores circulares. Se diseñó un techo de paneles de aluminio como una chimenea que sacaría el aire caliente del interior; mientras tanto, el techo se separó proporcionando un mayor aislamiento del calor tropical. Prouvé concibió la “Maison Tropicale” como una máquina o un dispositivo técnico que podría regular el clima tropical.

La llegada de la *isla* a Glaciar Unión será por medio de transporte de traslado continental; aeronaves con la capacidad de trasladar hasta 18 toneladas en donde vendrán las piezas. Luego, serán llevadas desde la pista de aterrizaje “Hielo Azul” hasta el lugar del emplazamiento, por transporte de carga pesada; vehículos con orugas con acople de trineo capaces de transportar hasta 4 toneladas.

El montaje^[139] inicial estará dado por vigas reticuladas que conformarán un piso técnico elevado^[140], de 120 metros de radio, sobre el cual se instalará de forma radial un sistema de 52 arcos de 20 metros de altura. Este cumplirá la función de

138 DJ.Huppatz, “Jean Prouvé’s Maison Tropicale: The Poetics of the Colonial Object”.(2010)

139 Para el montaje, será necesario el uso de grúas tanto para la instalación de las piezas, como del revestimiento.

140 De manera similar a la estación británica Halley VI, del estudio Hugh Broughton Architects del año 2007, la totalidad del edificio-ciudad quedará elevada sobre el suelo 7 metros, apoyada sobre pies hidráulicos con esquís para su desplazamiento y ajuste ante la subida de la nieve, evitando su posible acumulación y que la instalación no quede sepultada.

estructura soporte para la construcción completa del edificio, ya que la estructura en ciertas secciones estará llena, mientras en otras vacía. Cada una de las secciones seguirá una lógica constructiva común, serán iteraciones dentro del mismo marco. Se aprovechará la forma del arco como estructura que soporta el resto de las construcciones, además de que se logrará cubrir un mayor volumen de espacio interior, permitiendo el crecimiento de vegetación, junto con el flujo de aire.

La morfología radial y aerodinámica que adquirirá permitirá tener un centro resguardado tanto del flujo de los vientos como de la nieve, de manera en que no exista una acumulación de esta última. Es por esto, que el acceso se encontrará en su centro como espacio protegido, evitando excesivas pérdidas de calor.

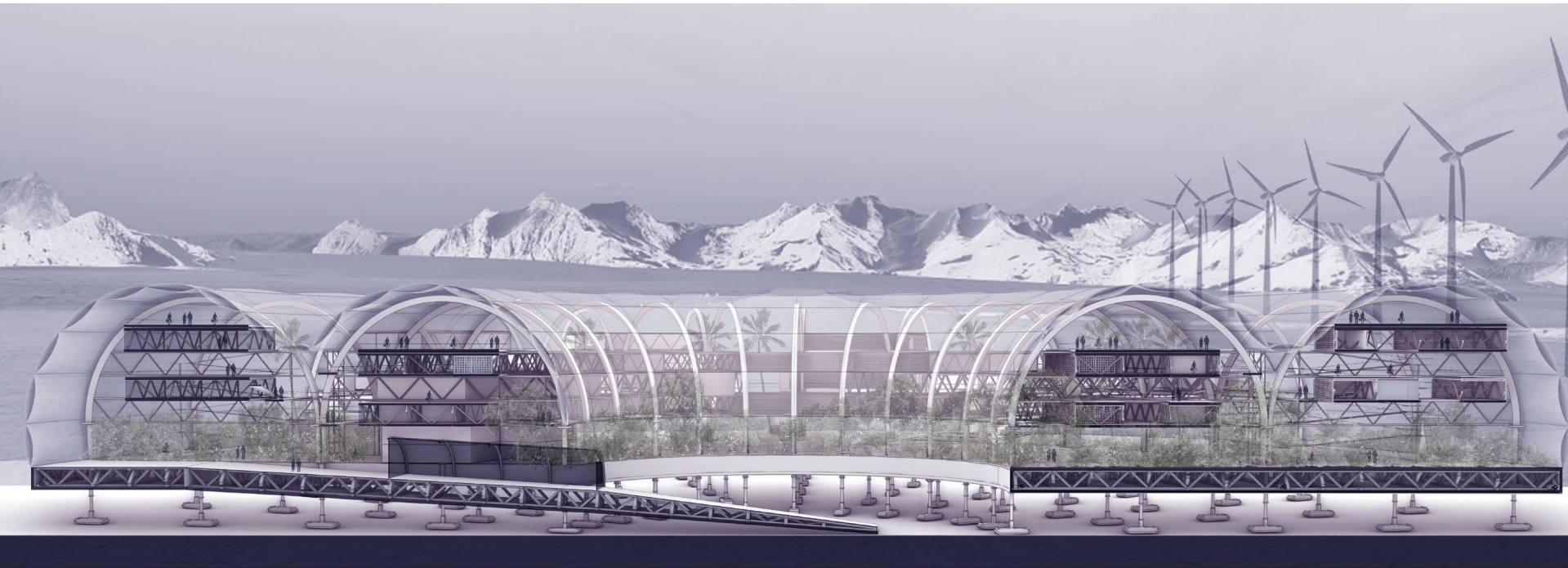


Figura 76 y 77: Vista interior de Non Stop City, Archizoom, 1970.
Figura 78: Límites y acceso del Edificio-Ciudad de Subsistencia, Elaboración propia, 2021.

“*Los seres humanos necesitan producir alimentos, energía y cosas para poder.*”^[141]

Una vez en el territorio más inhóspito de la Tierra ¿Cómo habitarlo? ¿Qué significa estar ahí, permanecer ahí? Bajo las exigencias y desafíos que impone, el potencial técnico del *edificio-ciudad* será empujado por medio de un conjunto de sistemas tecnológicos y estrategias, los cuales conformarán una *tecnosfera*, asegurando la autosuficiencia de la isla en el territorio Antártico.

De manera más radical, Archizoom en su proyecto “No-Stop City” de 1970, afirmaba que el fin último de la arquitectura moderna era la “eliminación” de la propia arquitectura. Hacen referencia a cómo la iluminación y la climatización artificial podía permitir que fábricas, estacionamientos o supermercados pudiesen alcanzar dimensiones infinitas e independientes del exterior. La extensión de la tecnificación sería el factor común a través del cual se podrían albergar el máximo de funciones dentro de un mismo espacio.^[142] Si bien la radicalización de esto puede llegar a configurar un nuevo tipo de ambiente, transformando el edificio tradicional en algo innecesario, en este caso, el *edificio-ciudad* empujará su cualidad técnica solo hasta el punto en que pueda sostener una condición de ciudad, entregando la posibilidad de que exista todo aquello que jamás imaginamos dentro de la *isla* en el territorio Antártico.

La *isla* encerrará una porción de aire a modo de invernadero gigante para lograr un máximo confort en su interior, resguardando así, a sus habitantes de las condiciones extremas del exterior. Los límites serán definidos por medio de un sistema

141 “*Human beings need to produce Food, energy and things in order to live*”. En: Vicente Gualart, *The Self-Sufficient City*. (Nueva York: Actar Publishers, 2014), 5.

142 Pablo Martínez, “Disoluciones de la Aquitectura”. (Madrid: Ediciones Asimétricas)

TECNOSFERA. SISTEMA DE SOPORTE VITAL ARTIFICIAL

de envolvente multicapa^[143] de ETFE (Etileno-Tetrafluoretileno), material plástico capaz de soportar vientos y granizo. Dada su transparencia^[144] asegurará el traspaso de la luz visible y UV, lo que permitirá el desarrollo de vegetación en su interior, con ello, el desarrollo de un clima interior debido a sus propiedades aislantes.^[145] La implementación de este material supondrá un importante ahorro de energía en transporte e instalación^[146], ya que su peso es 100 veces menor que el vidrio^[147].

La ventilación de la *isla* estará dada de manera cruzada, en que existirán aperturas móviles en la unión del piso técnico con la envolvente y en la unión superior de los arcos, generando la circulación de aire. Ambos casos serán controlados por medio de sistemas automáticos que abrirán y cerrarán las aperturas según la humedad, temperatura y niveles de CO2 del interior. Para evitar el enfriamiento o pérdida de calor, a lo largo de todo el perímetro de la unión entre piso técnico y la envolvente, existirá un sistema que emitirá calor temperando el aire nuevo que ingresará al sistema.

Para el resguardo de lo parcialmente *absoluto*^[148] y la contención de un clima interior, en el acceso ubicado en su centro se extiende una rampa cuya primera mitad es móvil dado el posible aumento de nieve, mientras que la segunda mitad que

143 Multicapa o cojines inflados: implica un pretensado neumático, se conforma por medio de dos o más láminas cerradas en su perímetro y fijadas al sistema de anclaje perimetral. Los cojines precisan de un sistema de inflado de aire a baja presión. La presión se encuentra controlada por medio de sistemas automáticos que controlan los ventiladores.

144 Su transparencia alcanza entre el 90-95%, frente al vidrio doble que permite el 76-89%. Su Transmisión lumínica implica un alto nivel de transmisión de rayos UV 83-88%. En: Carmen Escaned, “Interrelación de la Arquitectura bioclimática vinculada al ETFE”.(Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 13).

145 Idem.

146 Los cojines se fijan en su contorno perimetral por medio de un sistema de perfiles de aluminio extruido.

147 Cada Cojín pesa alrededor de 2-3.5 km/m2.

148 En el caso de lo absoluto, al no existir un intercambio de aire con el exterior se dispondría de sistemas de CO2 tales como la hidrólisis, proceso químico en el que se consigue oxígeno de una molécula de agua o Silk Leaf, una hoja fabricada de proteína de seda y cloroplastos capaz de absorber el CO2 y producir O2 gracias a la capacidad fotosintética de los cloroplastos.

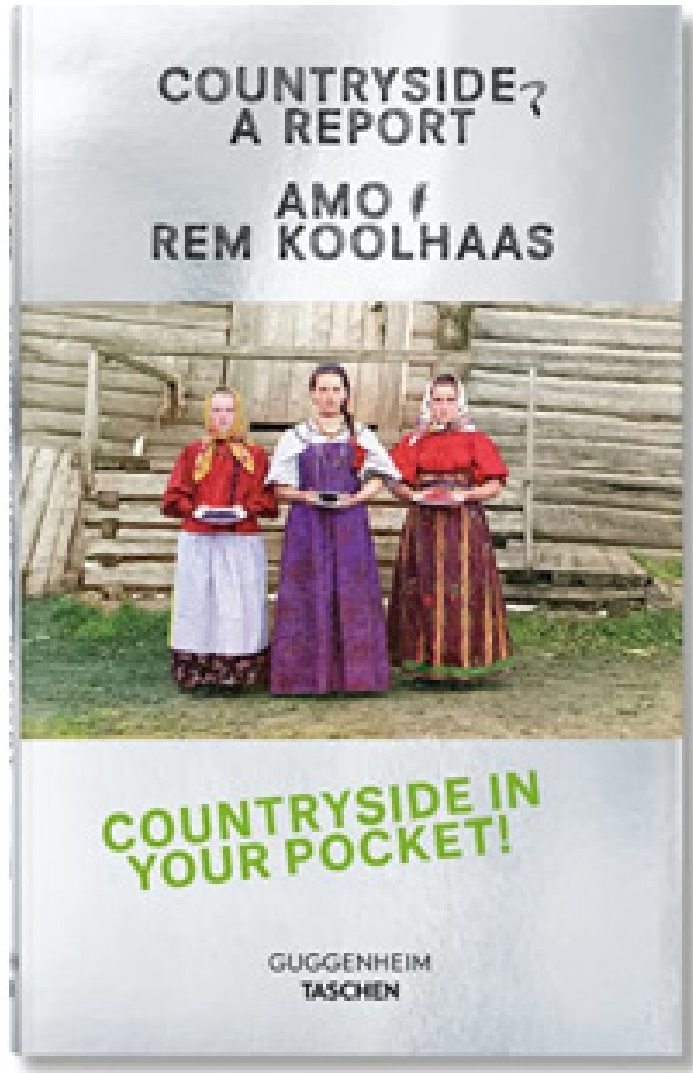


Figura 79: Portada de: Rem Koolhaas, *Countryside, a Report*. (Colonia: Taschen, 2020).

se encuentra en pendiente a modo de “lobby”, es fija. Esta última dispone de una “exclusa” como zona de amortiguamiento de temperatura y viento para evitar pérdidas de calor.

En términos climáticos, en el interior de la *isla* existirá un clima templado de 23-25°C, junto con la posibilidad de climatizar de manera independiente recintos más pequeños, que estructuralmente pertenecen al mismo sistema. El clima se mantendrá gracias a 3 sistemas; una capa de 50 cm agua dispuesta dentro del piso técnico, la cual se mantendrá caliente a 15°C producto de la energía solar térmica; por medio de vegetación de climas cálidos/tropicales^[149] plantadas sobre zonas de tierra en el piso técnico, que además aportarán a una mejor calidad de aire; y por medio del sistema perimetral que temperará el aire que ingrese.

“Utilizar la tecnología para obtener los alimentos más seguros, fiables y nutritivos posibles.”^[150]

En el libro *Countryside. A Report* de Rem Koolhaas, en el que se reúnen reflexiones en torno a la dialéctica campo y ciudad de la exposición realizada en el 2020 en el Museo Guggenheim de Nueva York “Countryside, the future”, se desprenden los enunciados sobre “Future Food” y “Food Insecurity”. Mientras en el primero se describe una nueva relación entre la tecnología y la biología, en donde se introducen sensores que controlen nuestros valores nutricionales optimizando la producción de alimento y una mejora de la salud. En el segundo, se describe la peligrosa dependencia que tiene Qatar sobre sus alimentos importados de sus vecinos, dado que se trata de un clima desértico. Por esta razón, en 2008 crearon el programa de seguridad alimentaria, el desafío estaba en cultivar alimentos en el desierto sin hacer uso de las reservas de¹⁴⁹ Palmeras, helechos, alocasia Amazónica, plátano, caña de azúcar, mango, papaya, bambú, baniano, cocotero.¹⁵⁰ “Use the technology to get the safest, most reliable, and most nourishing posible Food.” En: Rem Koolhaas, *Countryside, a Report*. (Colonia: Taschen, 2020),84.

agua subterránea, por lo que Qatar se convirtió en un laboratorio de experimentación para invernaderos eficientes, por medio de la captura de agua de la humedad del aire caliente.^[151]

“El futuro es menos agricultura al aire libre y más agricultura industrial, que se parece más a la química industrial. La base será la química y la biología, más que la mecanización.”^[152]

Surge una nueva manera de abordar la producción de alimento en diálogo directo con la tecnología. Tomando en cuenta el espacio acotado del que se dispondrá dentro de la *isla*, la producción de alimento estará dada por medio de cultivos verticales, específicamente hidropónico. En este sistema, las plantas crecen en soluciones nutritivas iluminadas a través de luz artificial^[153], libres de tierra por lo que sus raíces crecen dentro de la solución. Esta es bombeada por una bomba que contiene un temporizador basado en el crecimiento de la planta, los requerimientos de agua, de nutrientes y temperatura. Cuando exista exceso de la solución esta será drenada de nuevo a la reserva principal.^[154]

Por otro lado, la obtención de agua será por medio de la fusión de nieve que se recolectará en la cubierta desde una canaleta que la conducirá hacia el sector de energía en donde se fundirá en termos, para luego ser conducida a las reservas de agua. Desde allí, será distribuida hacia el resto del edificio, para luego recircularla a través del sistema y reutilizar las aguas grises en inodoros.^[155]

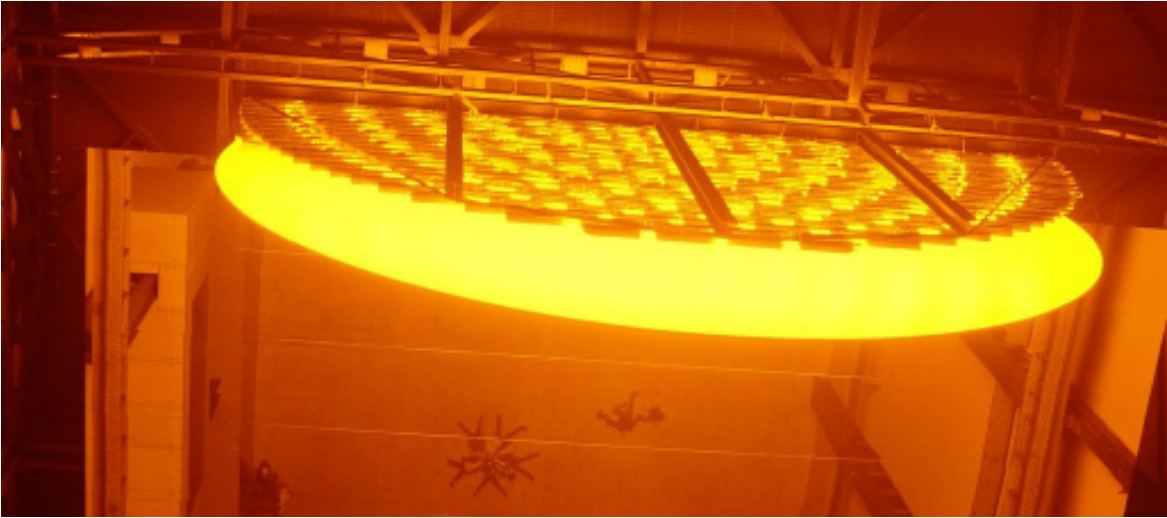
151 Rem Koolhaas, *Countryside, a Report*. (Colonia: Taschen, 2020),89.
152 “The future is less outdoor agriculture and more factory agriculture, which is more like factory chemistry. The basis is going to be chemistry and biology more than mechanization.” En: Rem Koolhaas, *Countryside, a Report*. (Colonia: Taschen, 2020), 84.
153 Se hará uso de luz LED, ya que son muy eficientes y utilizan un mínimo de electricidad para generar luz. Específicamente los rojos y azules, que emiten un color púrpura luz que es ideal para el cultivo de plantas.
154 Tyler Baras, *DIY Hydroponic Gardens*. (Minneapolis: Cool Springs Press, 2018).
155 Las aguas residuales serán tratadas por medio de biodigestión, utilizando el metano posteriormente liberado para combustión.



Figura 80: The Weather Project, Olafur Eliasson, 2003.

Figura 81: Estructura e instalaciones de la exhibición The Weather Project, Olafur Eliasson, 2003.

Figura 82: Room for One Color, Olafur Eliasson, 1997.



En cuanto al suministro de energía, actualmente este uno de los principales responsables de los gases de efecto invernadero, la lluvia ácida y el impacto negativo sobre la salud y el medio ambiente. Las energías renovables serán clave, ya que son la única opción que puede cubrir la demanda energética de la Tierra de forma climáticamente sostenible.

Debido a la ausencia de infraestructura para la distribución energética dentro del territorio, además de su preservación como continente prístino. Actualmente gran parte de las bases dispone de energías renovables; energía eólica y paneles solares motorizados.

La generación de energía que mantendrá activa la *isla* estará gestionada por medio de energía solar y eólica, ya que durante el invierno habrá 6 meses de completa oscuridad. Por un lado, las turbinas eólicas serán dispuestas en el exterior siendo capaces de captar vientos de hasta 120 km/h. Por otro lado, se aprovechará la luz solar por medio de la instalación perimetral de paneles fotovoltaicos para transformación directa en electricidad y paneles solares térmicos que permitirán la transformación de la energía solar en energía térmica para el calentamiento del agua de consumo y de la reserva de agua en el piso técnico que mantendrá la temperatura del interior.

En relación a los desechos, se dispondrá de un centro de reciclaje en el sector de energía y se utilizará el metano de la descomposición de los desechos orgánicos como combustible.

“Es emocionante ver, por ejemplo, la rapidez con que se comienza a usar el clima como brújula personal.”^[156]

156 Olafur Eliasson & Robert Irwin, *Take Your Time: A Conversation*. (Londres: Thames & Hudson, 2007) ,110.

Esta cita del artista danés Olafur Eliasson, nos transmite cómo el tiempo meteorológico es una herramienta con la cual orientarnos y medir nuestros alrededores, un barómetro a través del cual poder intensificar nuestra experiencia del territorio. En su exposición “The Weather Project” de 2003 en el Tate Museum, durante 5 meses estuvo congelado un atardecer artificial envuelto en una fina niebla cuya densidad iba variando a lo largo del día. Se trataba de una atmósfera que actuaba como marco mediador entre el espectador y el entorno. Al fondo del recinto se encontraba un sol construido a partir del reflejo de un semicírculo formado por cientos de lámparas^[157].

Dentro de un contexto en el que el día y la noche tendrán una duración de 6 meses cada uno, se vuelve relevante mantener estable la percepción del tiempo por medio de la luz, lo cual influye directamente en el estado anímico de las personas. El control solar dentro de la *isla* se manejará por medio de focos de monofrecuencia y cerramientos; mientras la simulación del día será a través de focos instalados a lo largo de los arcos y zonas cercanas a la vegetación, la simulación de la noche será posible gracias a celosías metálicas móviles capaces de reflejar y bloquear totalmente la entrada de luz, pero permitiendo la circulación de aire en recintos de estancia.

El conjunto de tecnologías conformará la *tecnosfera* asegurando el confort ambiental y térmico de los habitantes, entregándoles un *sistema de soporte vital artificial* que les permitirá habitar de manera permanente el territorio Antártico.

157 Fueron utilizadas lámparas de monofrecuencia, las cuales generalmente son utilizadas en el espacio público. La luz es emitida a una frecuencia tan estrecha que los colores son invisibles, transformando así el campo visual alrededor del sol en un paisaje envolvente. En: Tomás García, “The Weather Project: desplazamientos, andamiajes y modelos meteorológicos para una evaluación crítica del escenario público”. (Universidad de Sevilla, 2018), 104.

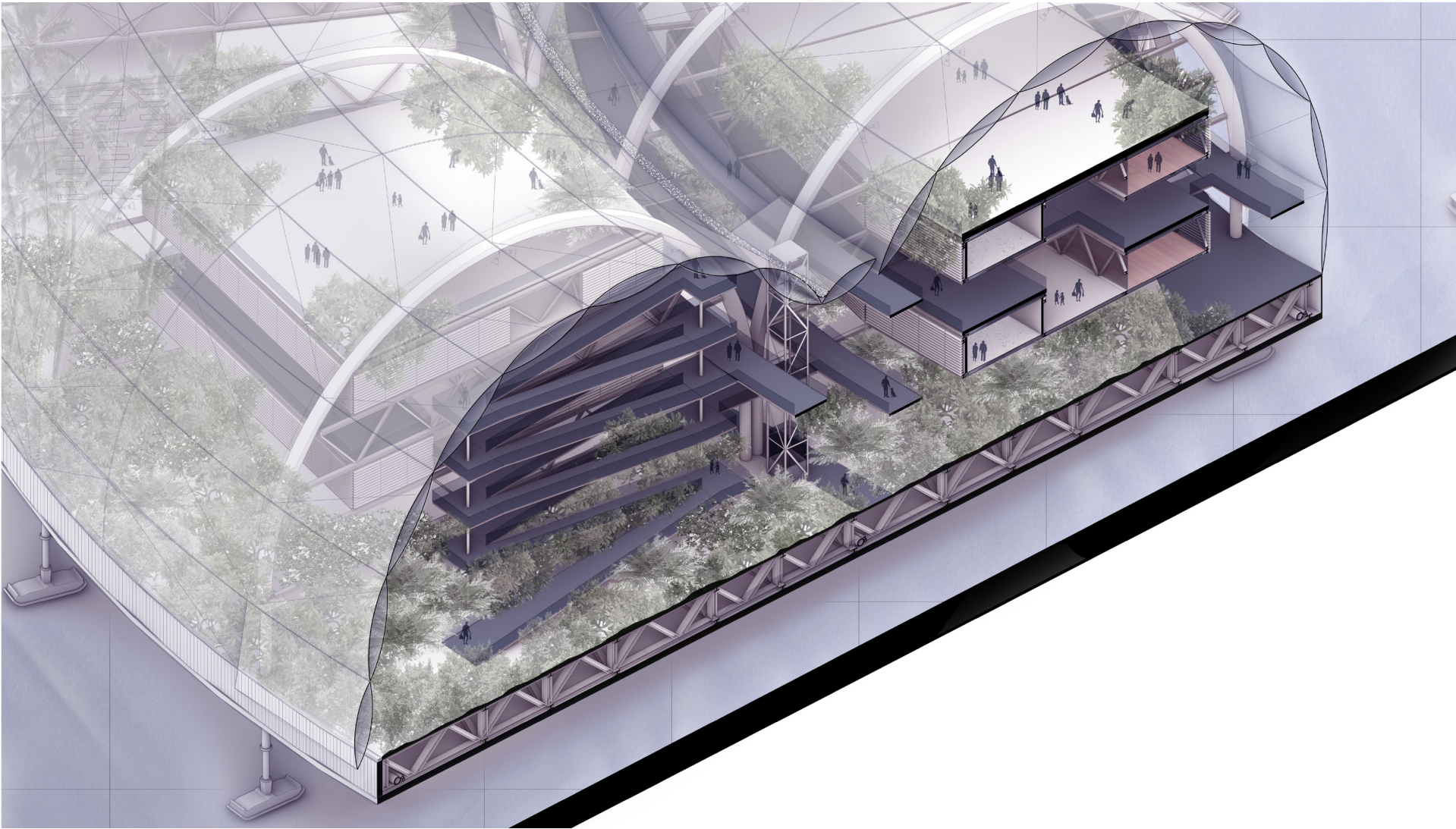


Figura 83: Sección axonométrica del Edificio-Ciudad de Subsistencia, relaciones verticales y horizontales que propone, Elaboración propia, 2021.

“Una gran estructura en donde todas las funciones de una ciudad o parte de una ciudad son contenidas”^[158].

La instauración de *lo urbano* dentro de la *isla* será garantizada por medio de las cualidades inherentes al *edificio-ciudad*. Este pertenecerá a la familia de los Mat-building^[159], pero en este caso se tratará de uno “encerrado”, ya que no existirá la posibilidad de extenderse más allá de sus límites, pero manteniendo lógicas sobre la colonización de un plano dentro de un territorio.

Será dentro del *edificio-ciudad* en donde se desarrollará el laboratorio para el estudio de parámetros para el cambio climático, junto con un estilo de vida completamente distinto al que se lleva hasta hoy en el continente Antártico, el de una ciudad. Esta tendrá un ambiente cálido, capaz de albergar alrededor de 300 personas, las cuales serán principalmente científicos y sus familias, quienes podrán vivir de manera permanente dentro del *edificio-ciudad*. Los científicos podrán desarrollar sus investigaciones de campo, volver a sus laboratorios y luego, tener la posibilidad de ver una obra de teatro, hasta hacer yoga o nadar. Se tendrá un estilo de vida similar a la que se desarrolla dentro de un hotel, en donde si bien las habitaciones son privadas, el resto de las instalaciones y programas serán de uso común.

Su organización estará dada de manera concéntrica, en donde las áreas técnicas y administrativas se encontrarán concentradas hacia el centro de la estructura, mientras que las más recreativas se dispersarán hacia el perímetro. Los distintos programas; vivienda, laboratorios; centro de energía; colegio; biblioteca; equipamiento médico;

158 “A large frame in which all the functions of a city or part of a city are housed.” En: Fumihiko Maki, *Investigaciones en Formas Colectivas*. (Universidad de Washington,1964), 5.

159 Otros edificio-ciudad que entran dentro de esta categoría: “Agricultural City” de Kisho Kurokawa; “Fort Lamy” de Georges Candillis, Alexis Josic y Shadrach Woods; entre otros.

salas deportivas; talleres; y administración, se encontrarán suspendidos por los arcos, liberando el espacio del primer nivel. Si bien los programas se podrán distinguir unos de otros, existirá una lógica de coexistencia y simultaneidad entre ellos, de manera en que mientras se esté escuchando un concierto de piano, se observa cómo una pareja practica tenis al aire libre y cómo un grupo de científicos se dedica al estudio de unas muestras traídas desde el exterior. Además, los distintos programas funcionarán bajo las lógicas de una metrópolis, en donde algunos permanecerán funcionando por 24 horas.

La privacidad de los distintos recintos estará dada por medio de 3 tipos de cerramientos; muros metálicos prefabricados en instancias de mayor privacidad; puertas metálicas prefabricadas deslizantes^[160] para la separación de ambientes y flexibilidad de espacios; y cerramiento vidriado. A pesar de existir instancias de mayor privacidad, los recintos siempre se encontrarán conectados por el sonido, la vista o el mismo clima.

De manera más específica, la vivienda se desarrollará a modo de habitaciones privadas las cuales compartirán áreas comunes tales como cocina, living y un café. Los Laboratorios se encontrarán compartimentados según la clase de investigación que lleven; habrá experimentos resguardados, independientes y colectivos. La Administración hará de lobby o recepción para las personas que se vayan integrando al laboratorio. El equipamiento Médico contará con salas de hospitalización, salas de exámenes y atención. Y, finalmente, el Colegio contará con salas de clases, una sala común y salas de estudio.

“...la capacidad de moverse de adentro hacia afuera a través de una disposición ordenada

160 Las puertas tendrán pequeñas perforaciones vidriadas que permitirán mantener iluminados los recintos.

de formas...”^[161]

Los interiores dentro del gran interior se enfrentarán entre sí, sus fachadas se mirarán, se plegarán y conectarán por medio de “cintas” o paseos radiales que recorrerán el *edificio-ciudad* a modo de calles peatonales, junto con recorridos de tipo más corto como ascensores, escaleras y rampas secundarias que conducirán hacia el primer nivel. En ese sentido, será un recorrido dentro de una realidad por completo diferente a la del exterior, un nuevo tipo de “exterior”. La configuración artificial de este “exterior” estará marcada por la existencia de un gran espacio público en el primer nivel, cargado de vegetación, junto a un paseo que lo atraviesa de manera más privada en ciertas áreas y expandiéndose en otras, en donde se desarrollarán actividades deportivas o recreativas.

“En lugar de estos eventos teóricamente ‘exteriores’ (follaje, trotar, aves, holgazañear, hacer ejercicio, una brisa fuerte) que parecían incongruentes (...), en realidad parecían prototípicos, como si estuvieran aquí, en una especie de laboratorio lejos de las calles en el exterior, habían encontrado su primera forma (...) como componentes de un entorno urbano esculpido.”^[162]

161 “...the ability to move from inside to outside across an ordered arrangement of forms...”. En: Charles Rice, *Interior Urbanism*. (London: Bloomsbury, 2016),90.

162 “Rather than these notionally ‘exterior’ events - foliage, jogging, birdlife, loitering-cum-exercising, a stiff breeze - seeming incongruous (...), they actually appeared prototypical, as if here, in a kind of laboratory away from the streets outside, they had found their first slightly unsatisfactory form as components of a sculpted urban environment.” En: Charles Rice, «Stalking John Portman», AA Files, no. 64 (2012), 29.

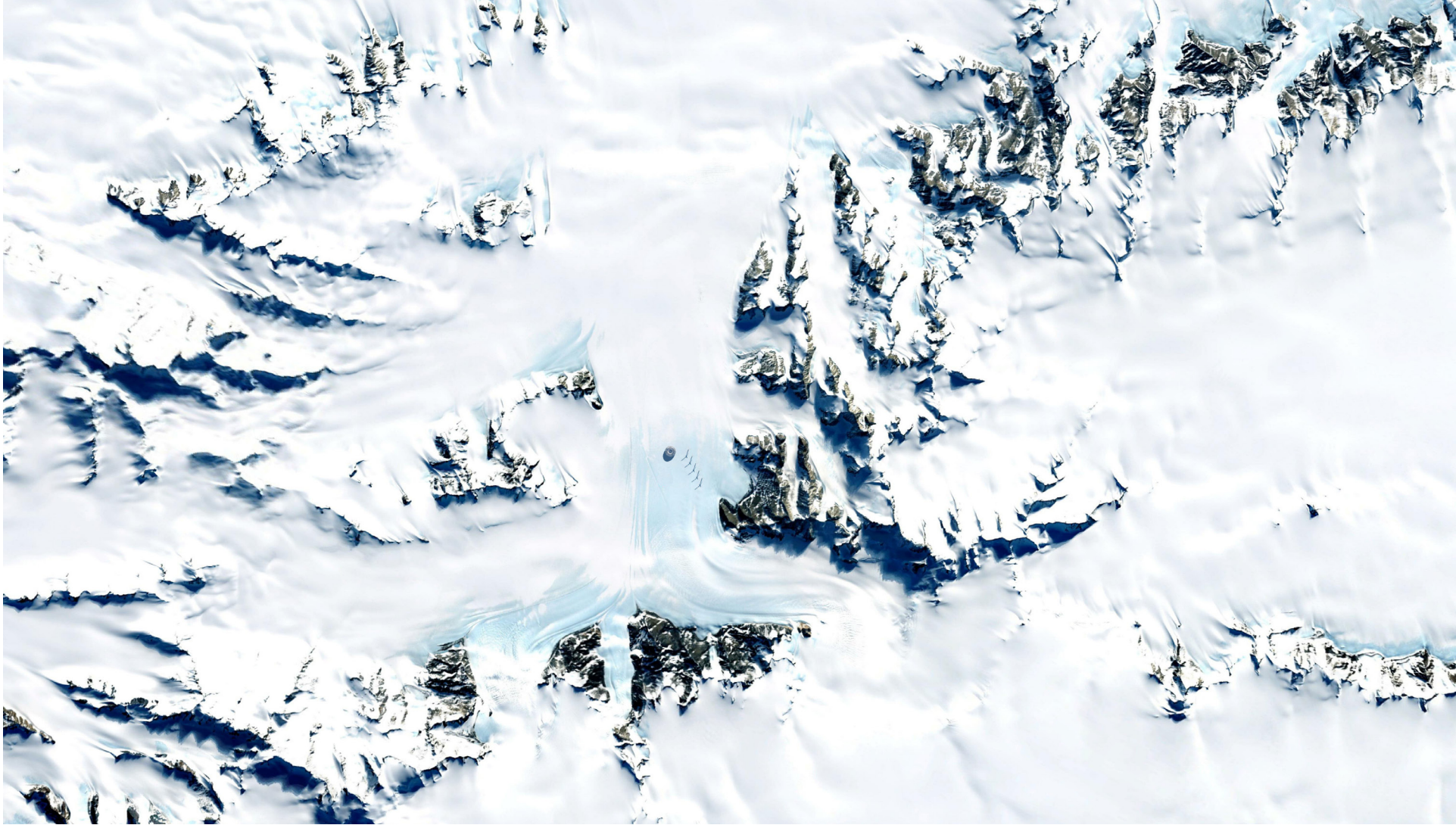


Figura 84: Vista Aérea relación de escalas entre el Edificio-Ciudad de Subsistencia y el territorio, Elaboración propia, 2021.

05

CONCLUSIONES

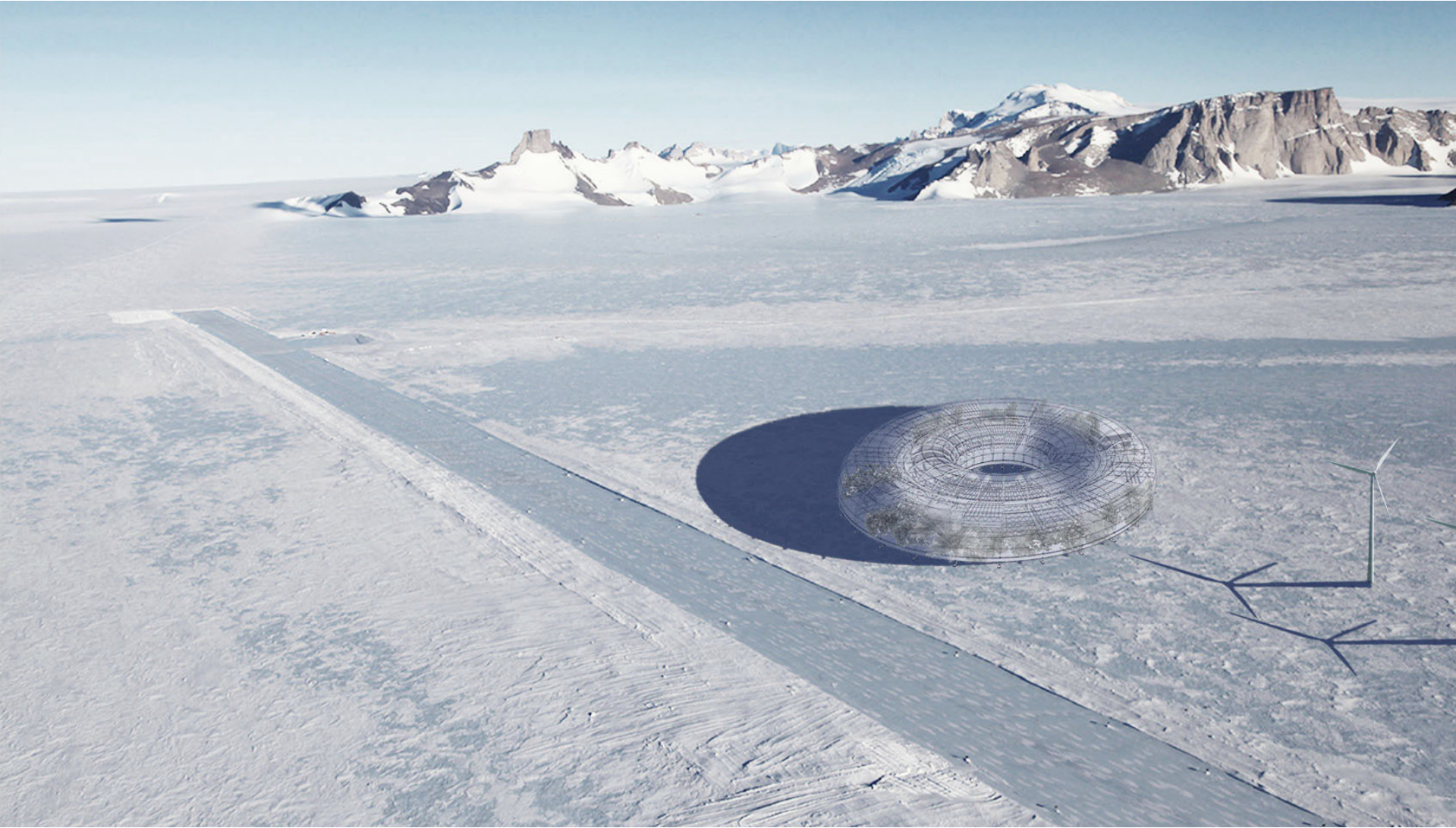


Figura 85: Vista del Edificio-Ciudad de Subsistencia junto a la pista de aterrizaje “Hielo Azul”, Elaboración propia, 2021.

Su ubicación aislada, escasez de recursos, condiciones extremas y riqueza científica, caracterizan al continente Antártico como un territorio potencial para la experimentación y el desarrollo de arquitectura autosuficiente en ambientes extremos. Tanto los aspectos negativos de habitar en el territorio Antártico hoy, dentro de bases de investigación y laboratorios; la carencia de vegetales frescos; lejanía familiar; instalaciones incómodas; ausencia de equipamiento deportivo e intelectual; e instalaciones segregadas, como la actual crisis climática, evidencian la necesidad de una instalación permanente dentro del territorio.

El diálogo que establece la investigación entre la pregunta por el *edificio-ciudad* hoy, y el irremediable cambio climático, encuentran un punto de convergencia. Se puede decir que, habiendo pasado 60 años desde el apogeo de las *megaestructuras* o *edificio-ciudad*, hoy se presenta como posibilidad para enfrentarnos a condiciones extremas y territorios hostiles, en donde el *edificio-ciudad* actuará como una alternativa dentro del contexto del cambio climático.

Si bien el edificio-ciudad distinguirá dos capas climáticas; una bajo la envolvente y otra en el interior de las construcciones colgantes que sostiene la estructura principal, se tratará de un edificio biosfera. A diferencia de los otros proyectos revisados, tales como “Mars Science Project”, “The Arctic City”, “La cúpula sobre Manhattan”, “Base Halley VI” y “La Estación Polar Conjunta Glaciar Unión”, en los que se trata de edificios o biosferas que son ambientes, las cuales que a veces contienen edificios que pertenecen a una lógica completamente distinta. El edificio-ciudad Laboratorio tiene la ambición de abolir la diferencia entre la estructura de la cubierta y los edificios, serán parte de un mismo sistema estructural en donde ambas genealogías de proyectos convivirán.

No basta con generar condiciones aisladas dentro de un edificio con espacios limitados, ni la aislación misma del aire para abordar el desarrollo de un clima distinto al exterior. En territorios tan inhóspitos como la Antártida se hace necesaria la sincronización entre ambas a modo de sistema conjunto capaz de otorgar otro tipo de situaciones en el interior.

La materialización de la *isla*, por medio de un *edificio-ciudad*, posibilitará la instauración de un laboratorio que asegurará tanto la permanencia de los científicos (el desarrollo de sus funciones), como el desarrollo de un estilo de vida urbana en el último lugar de la tierra que tendrá agua dulce. El carácter técnico del *edificio-ciudad* de subsistencia responderá a las condiciones más extremas del planeta, ofreciendo condiciones de ciudad donde actualmente no existen.

Como describe Peter Sloterdijk en su libro Espumas:

“... *un prototipo de mundo, cuya característica mayor es el clima insular (...) la verdadera experiencia de la isla es de naturaleza climática y viene condicionada por la inmersión del visitante en la atmósfera insular. No es sólo la excepcional situación biotópica, la separación casi de invernadero del proceso de vida en tierra firme, la que proporciona su colorido local a las islas, es más bien la diferencia atmosférica la que aporta lo decisivo a la definición de lo insular.*”^[163]

Se puede señalar que la separación (*lo absoluto*) y la contención (*lo urbano*) permitirán el desplante de esta nueva realidad, en donde las dinámicas de lo interior y lo exterior se mezclan, posibilitando el desarrollo de nuevas lógicas dentro de uno de los territorios más inhóspitos en el planeta.

Teniendo en cuenta la fragilidad del continente será una oportunidad para la disciplina de la arquitectura en la medida en que ayude a entender en qué tipo de

163 Peter Sloterdijk, *Esferas III*. (Madrid: Ediciones Siruela, 2005), 240.

ciudades se llegue a vivir en el actual y futuro contexto, en donde las consecuencias del cambio climático alteren el ecosistema, paisajes y territorios. La producción de nuevos conocimientos científicos sobre la temática medioambiental, como la posibilidad de experimentación que ofrece el territorio en materia de arquitectura, puede aportar al avance sobre temáticas en cuanto a la adaptación bajo las consecuencias del cambio climático.

ANEXOS

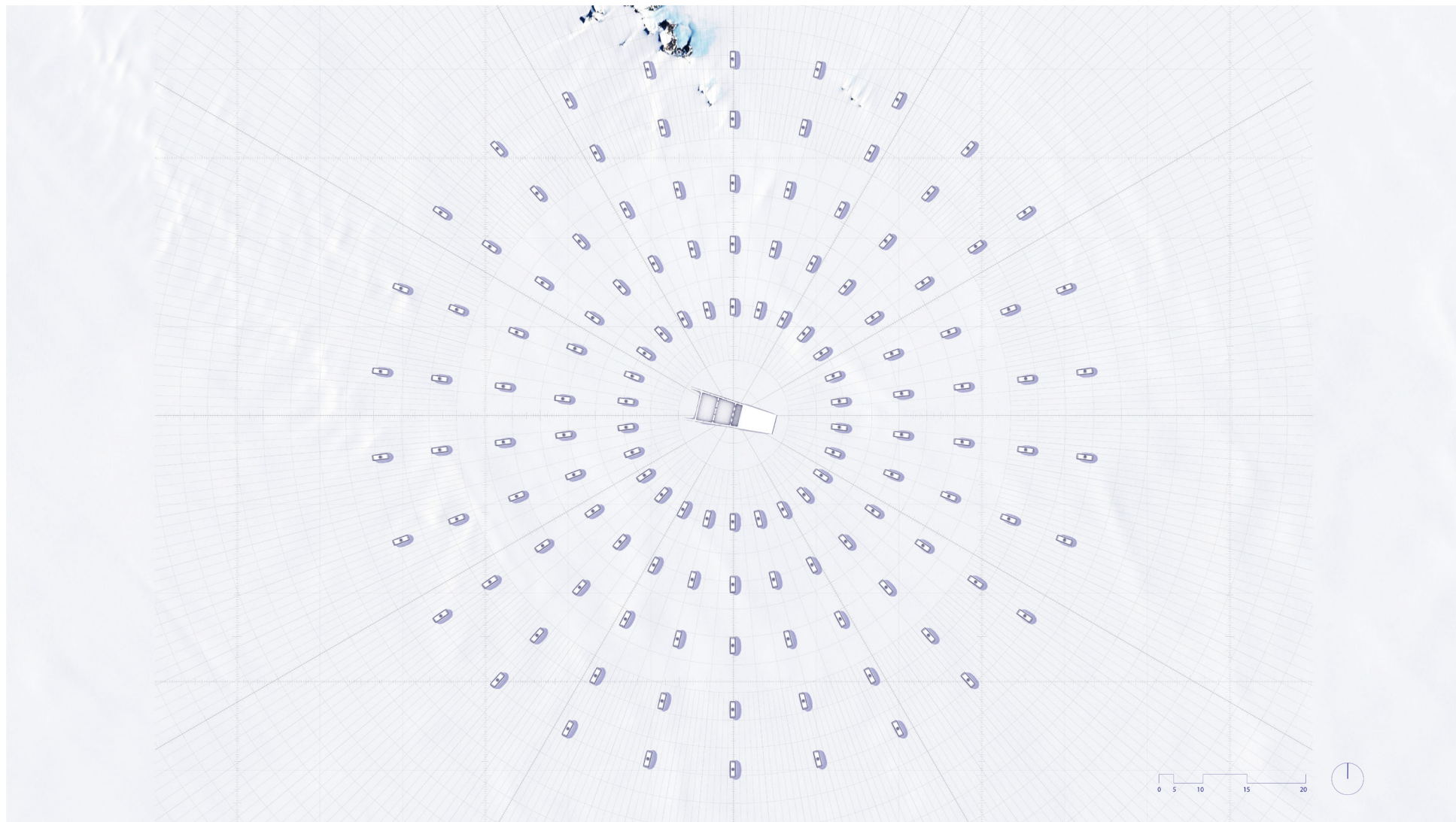


Figura 86: Planta nivel suelo, pies hidráulicos, Elaboración propia, 2021.

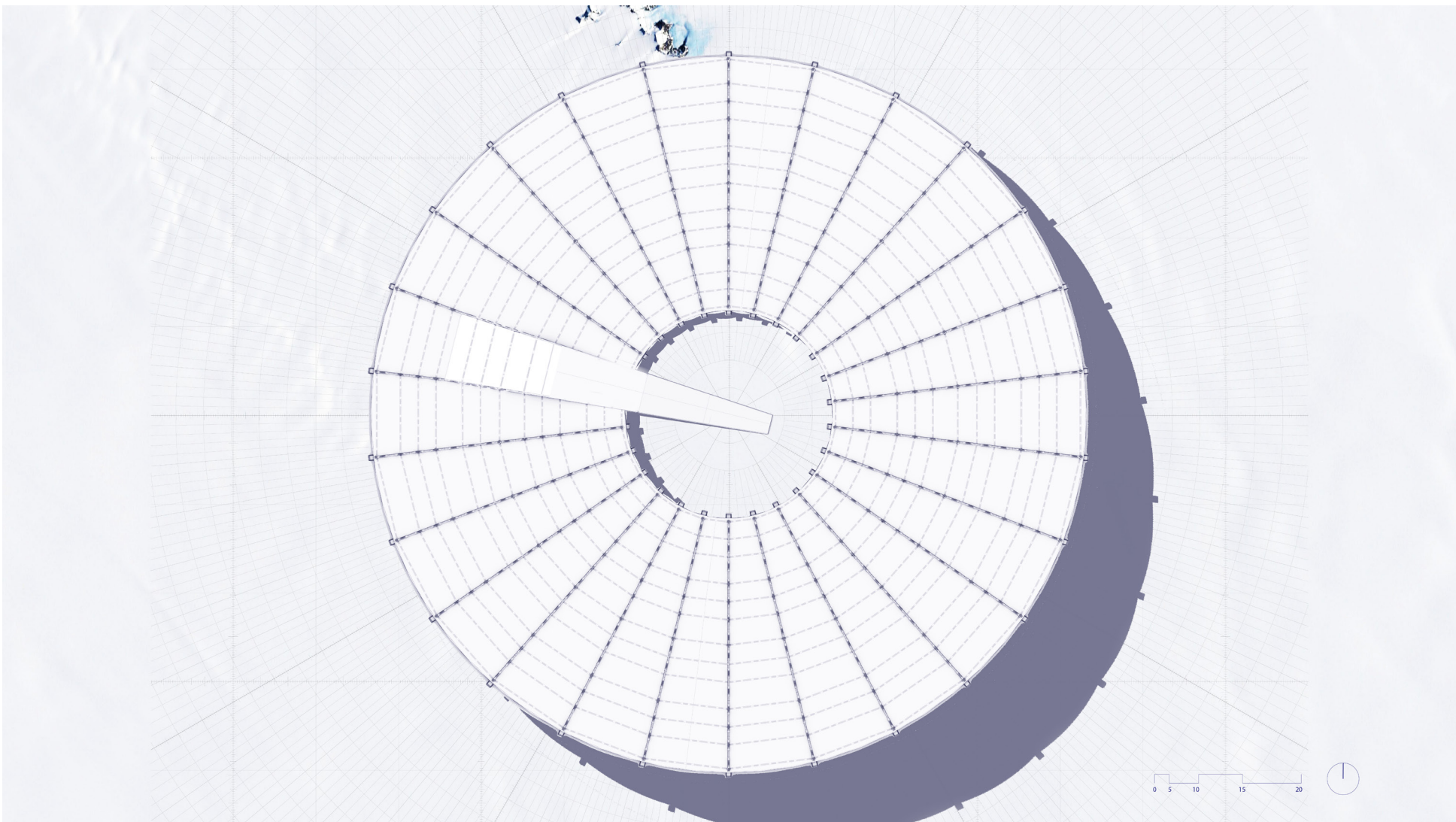


Figura 87:Planta piso técnico, Elaboración propia, 2021.

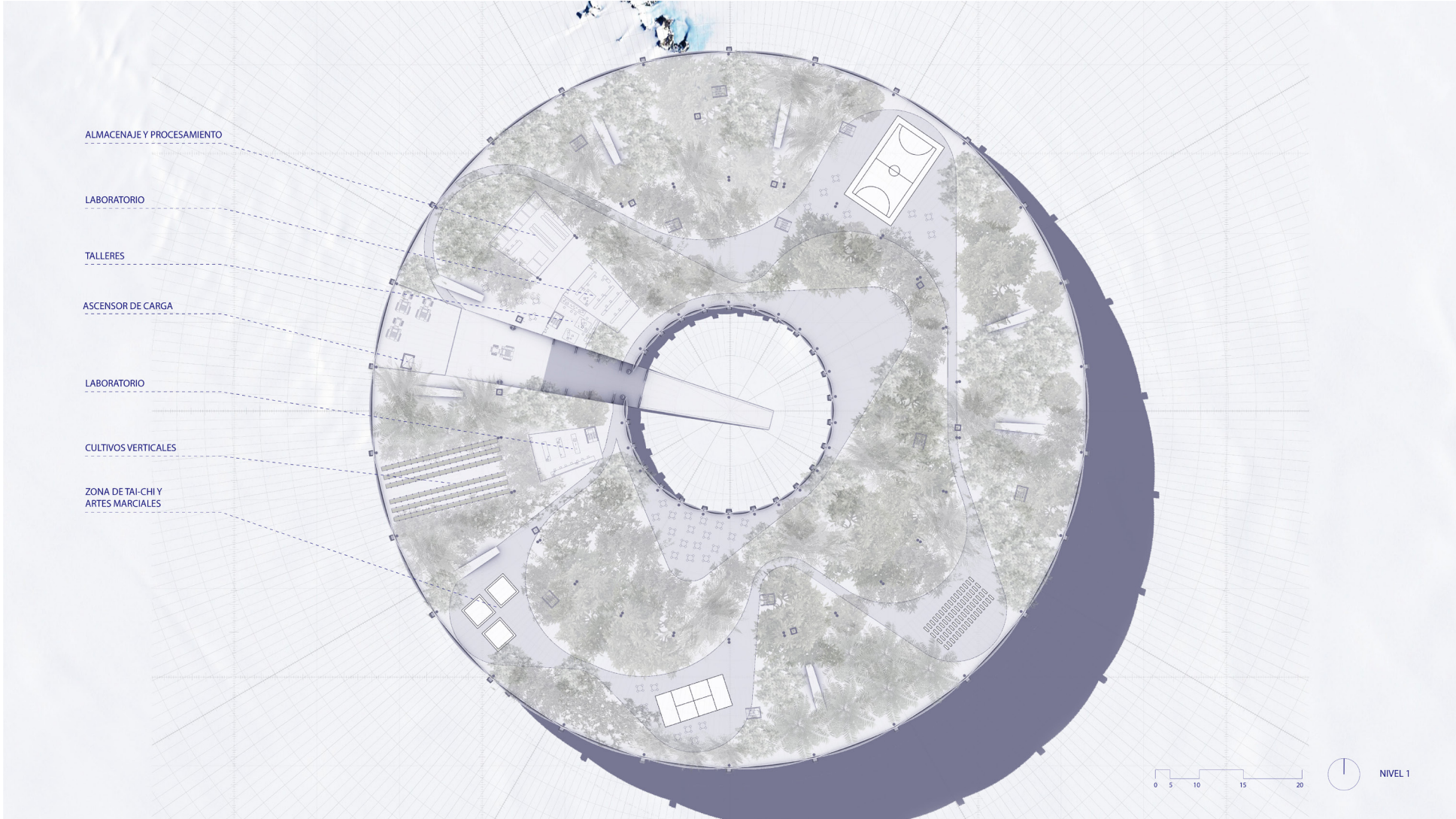


Figura 88: Planta nivel 1, espacio público, Elaboración propia, 2021.

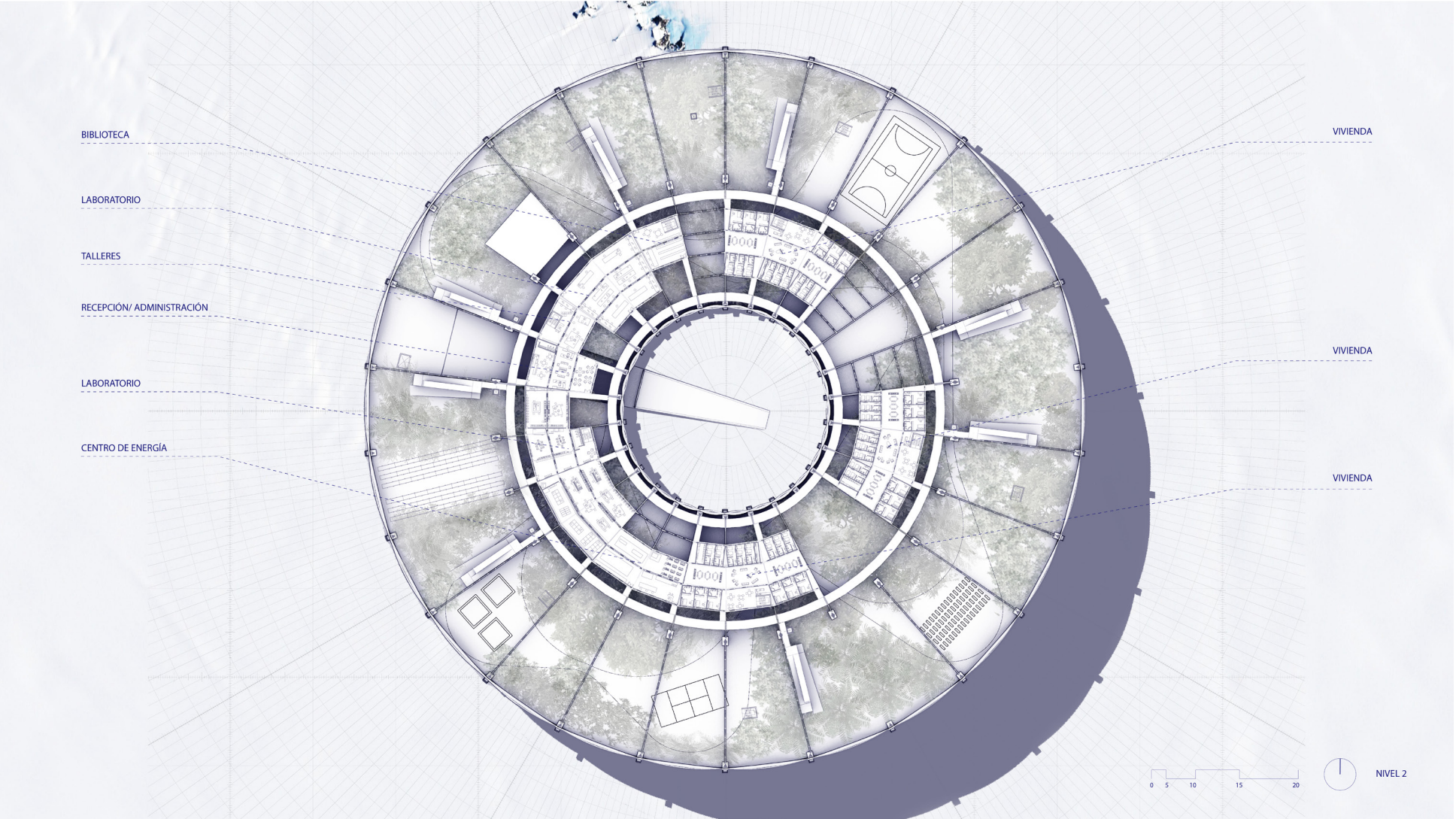


Figura 89:Planta nivel 2, Elaboración propia, 2021.

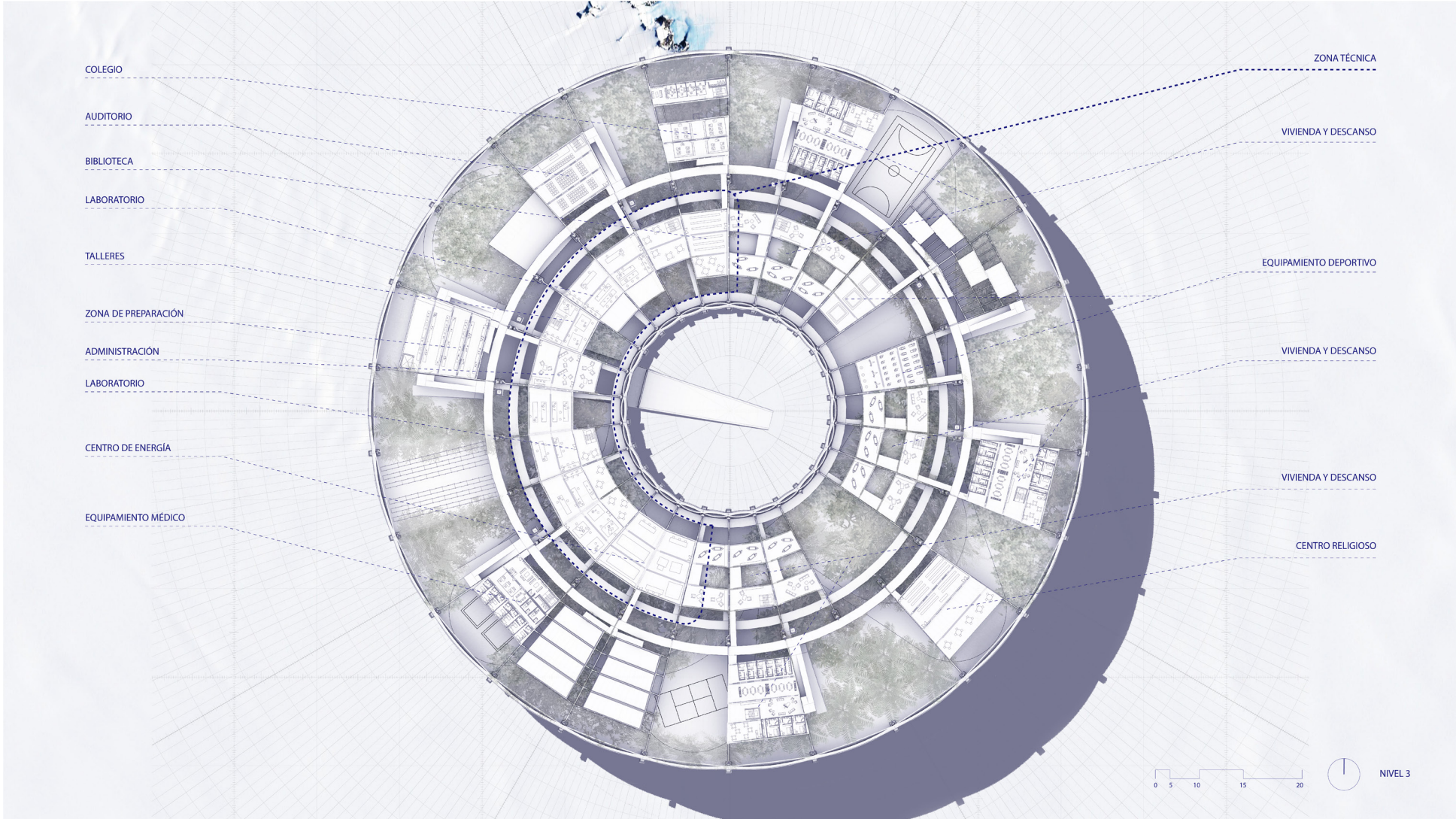


Figura 90: Planta nivel 3, Elaboración propia, 2021.

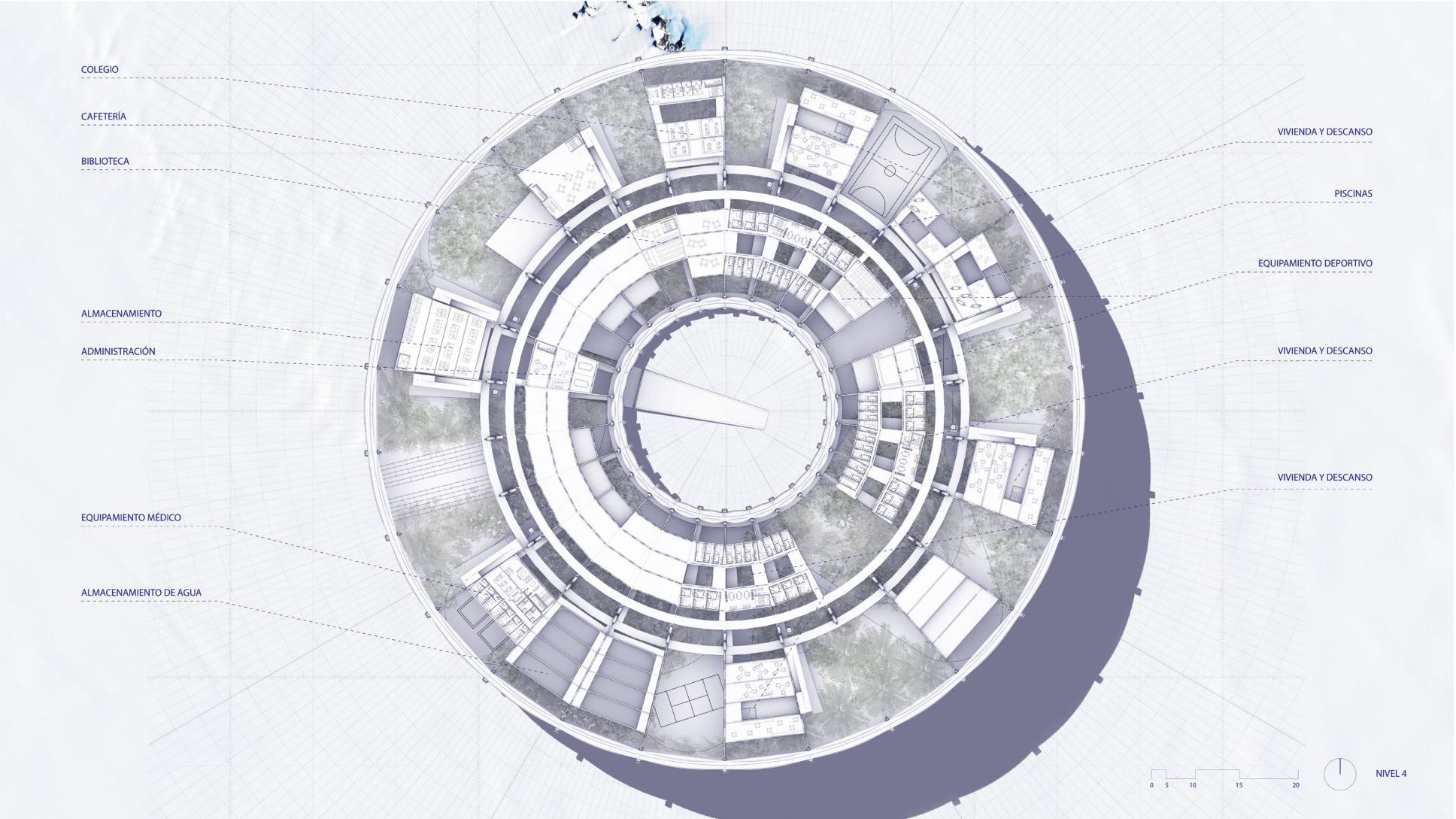


Figura 91:Planta nivel 4, Elaboración propia, 2021.

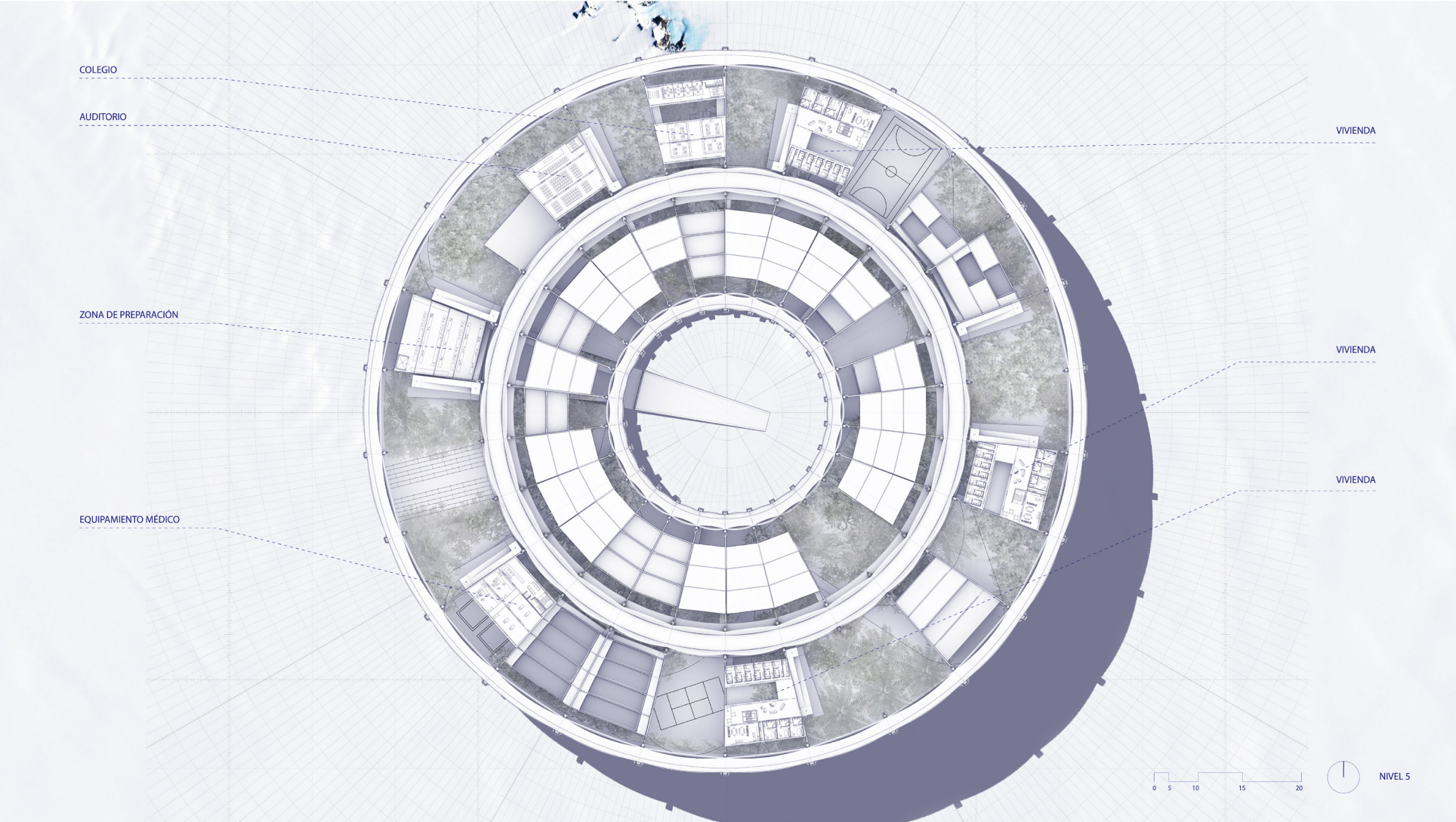


Figura 92: Planta nivel 5, Elaboración propia, 2021.

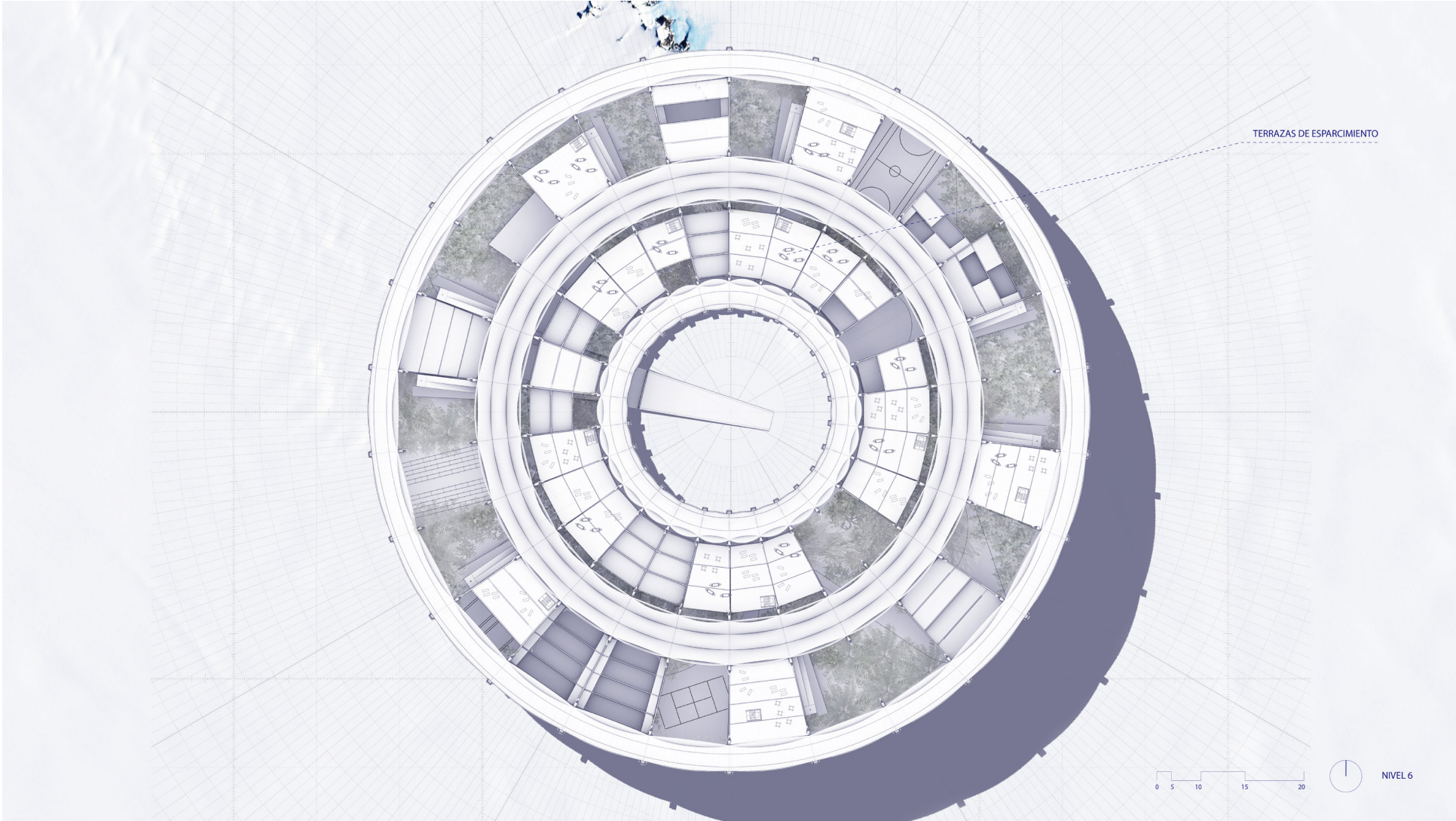


Figura 93: Planta nivel 6, Elaboración propia, 2021.

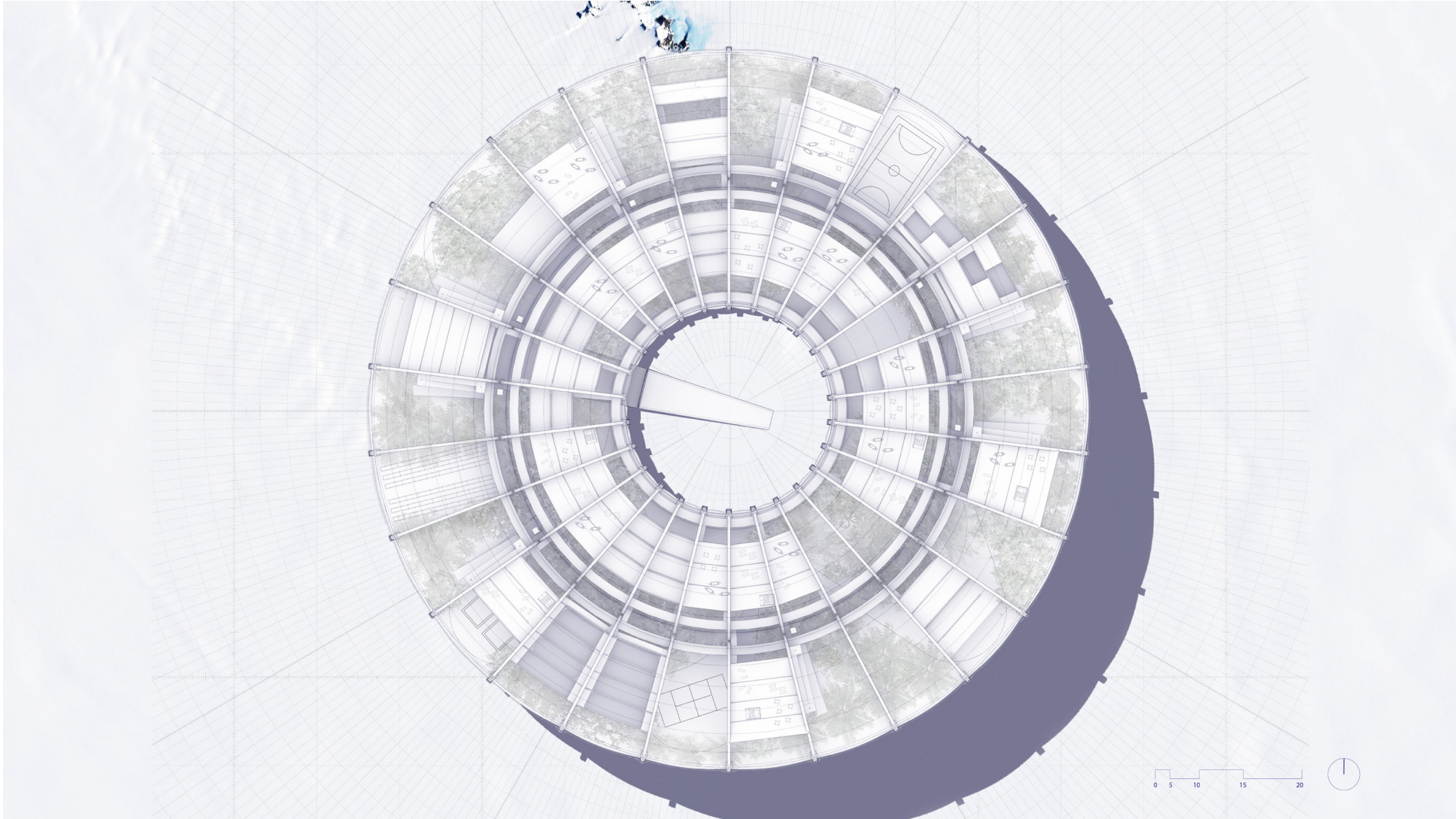


Figura 94: Planta de cubierta, Elaboración propia, 2021.

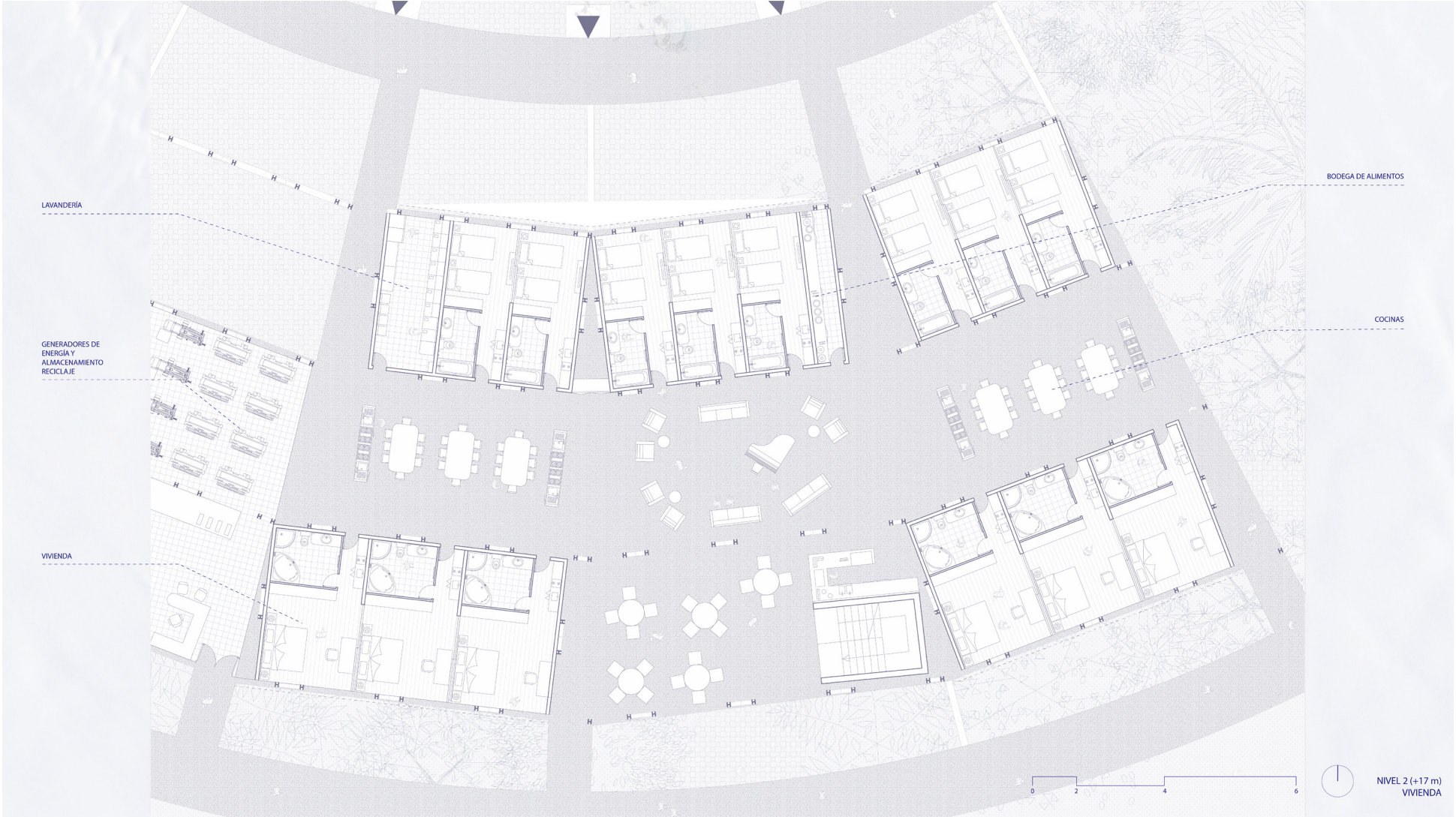


Figura 95: Detalle de planta nivel 2, vivienda, Elaboración propia, 2021.



Figura 96: Detalle planta nivel 2, laboratorios, Elaboración propia, 2021.



Figura 97: Detalle planta nivel 2, administración, Elaboración propia, 2021.

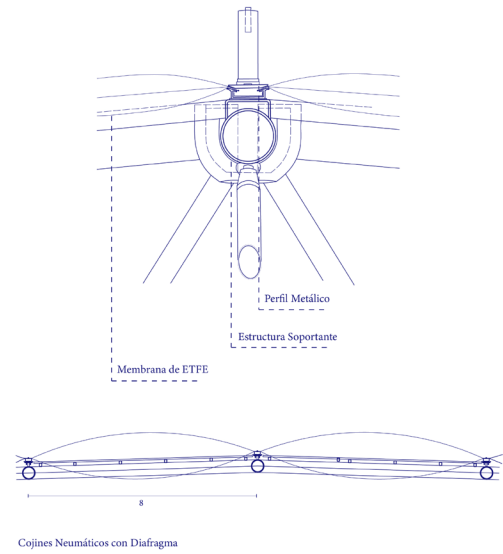


Figura 98: Detalle planta nivel 3, equipamiento médico, Elaboración propia, 2021.



Figura 99: Detalle planta nivel 3, colegio, Elaboración propia, 2021.

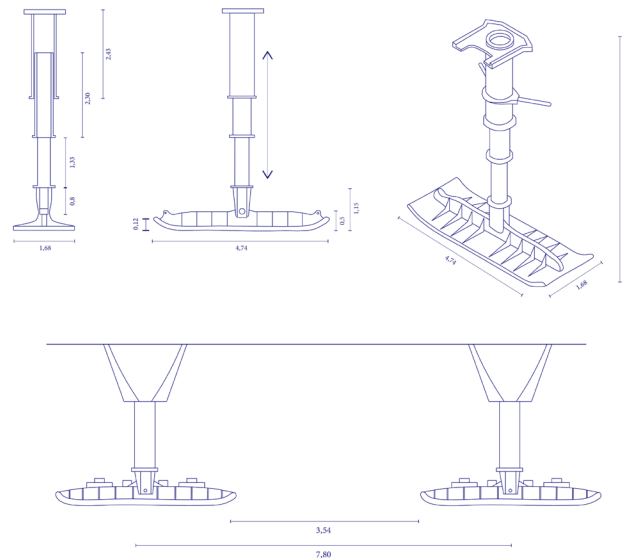
EFTE



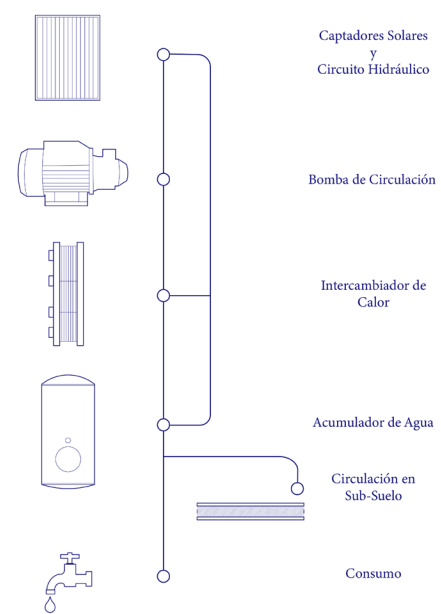
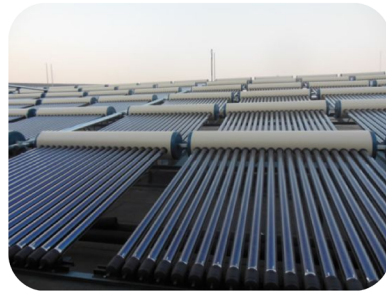
Pies Hidráulicos



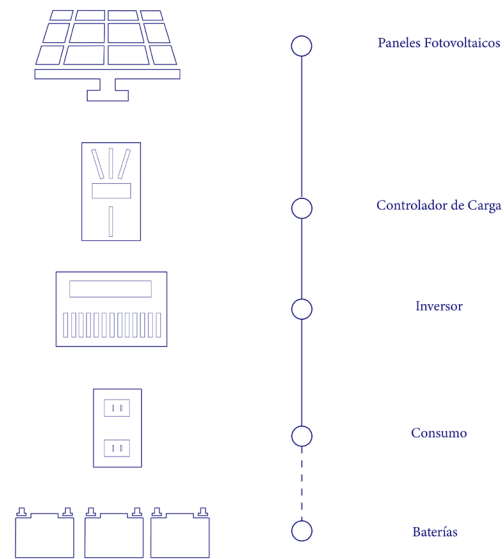
Halley VI, hugh broughton architects, 2013



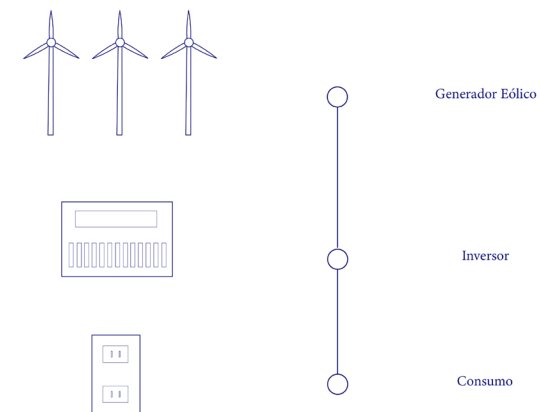
Instalación Solar Térmica



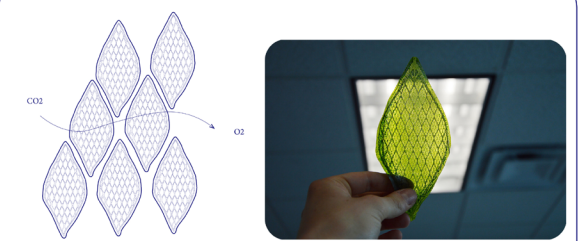
Paneles Fotovoltaicos



Turbina de Viento (eje horizontal)



Silk Leaf



Silk Leaf, Julian Melchiorri, 2014

Hidrólisis

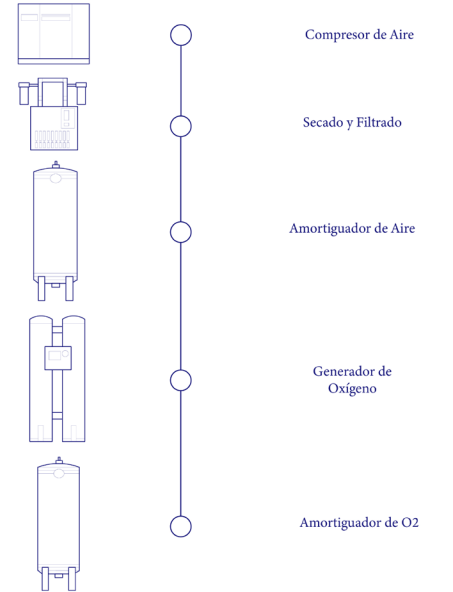


Figura 100: Ficha técnica Material ETFE, pies hidráulicos, instalación solar térmica, Elaboración propia, 2021.

Figura 101: Ficha técnica paneles fotovoltaicos, turbinas de viento, Silk leaf e hidrólisis, Elaboración propia, 2021.

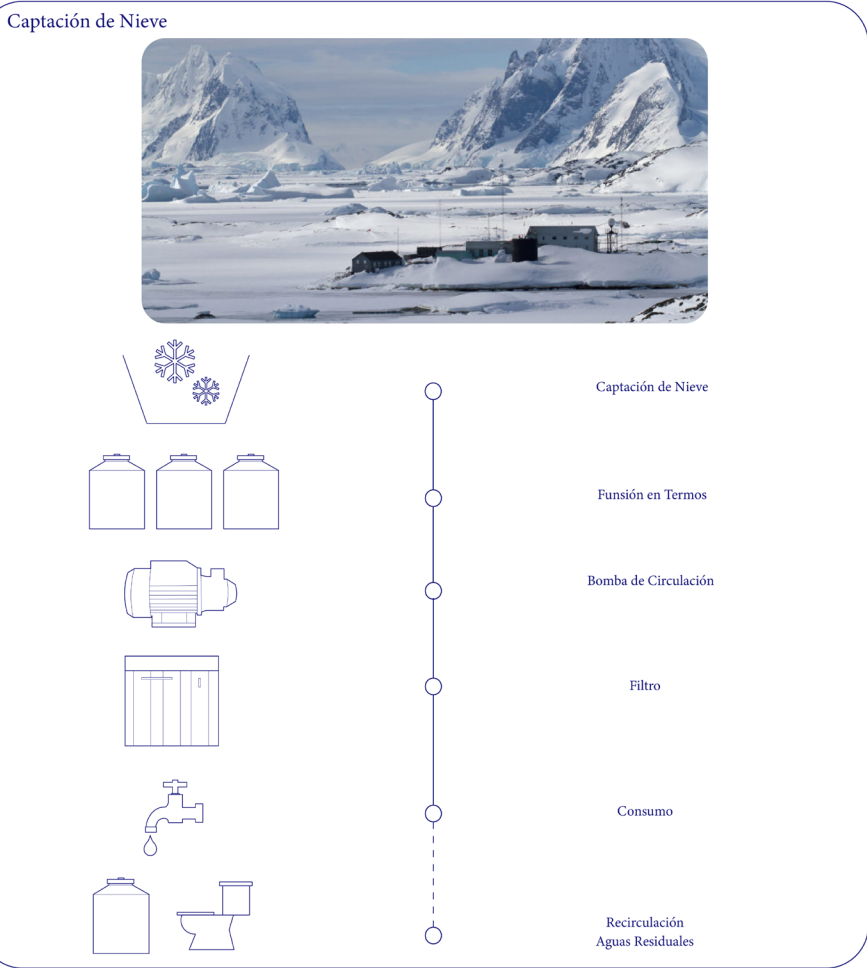
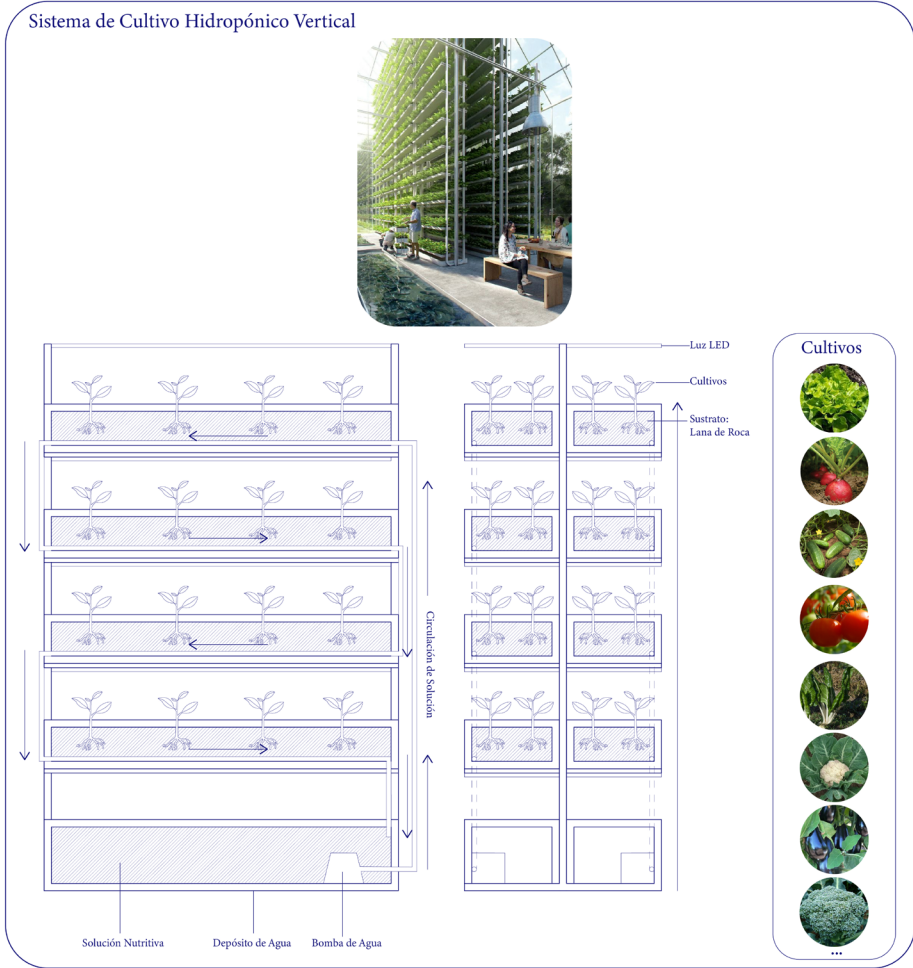


Figura 102: Ficha técnica sistema de cultivos hidropónico verticales, captación de nieve, Elaboración propia, 2021.

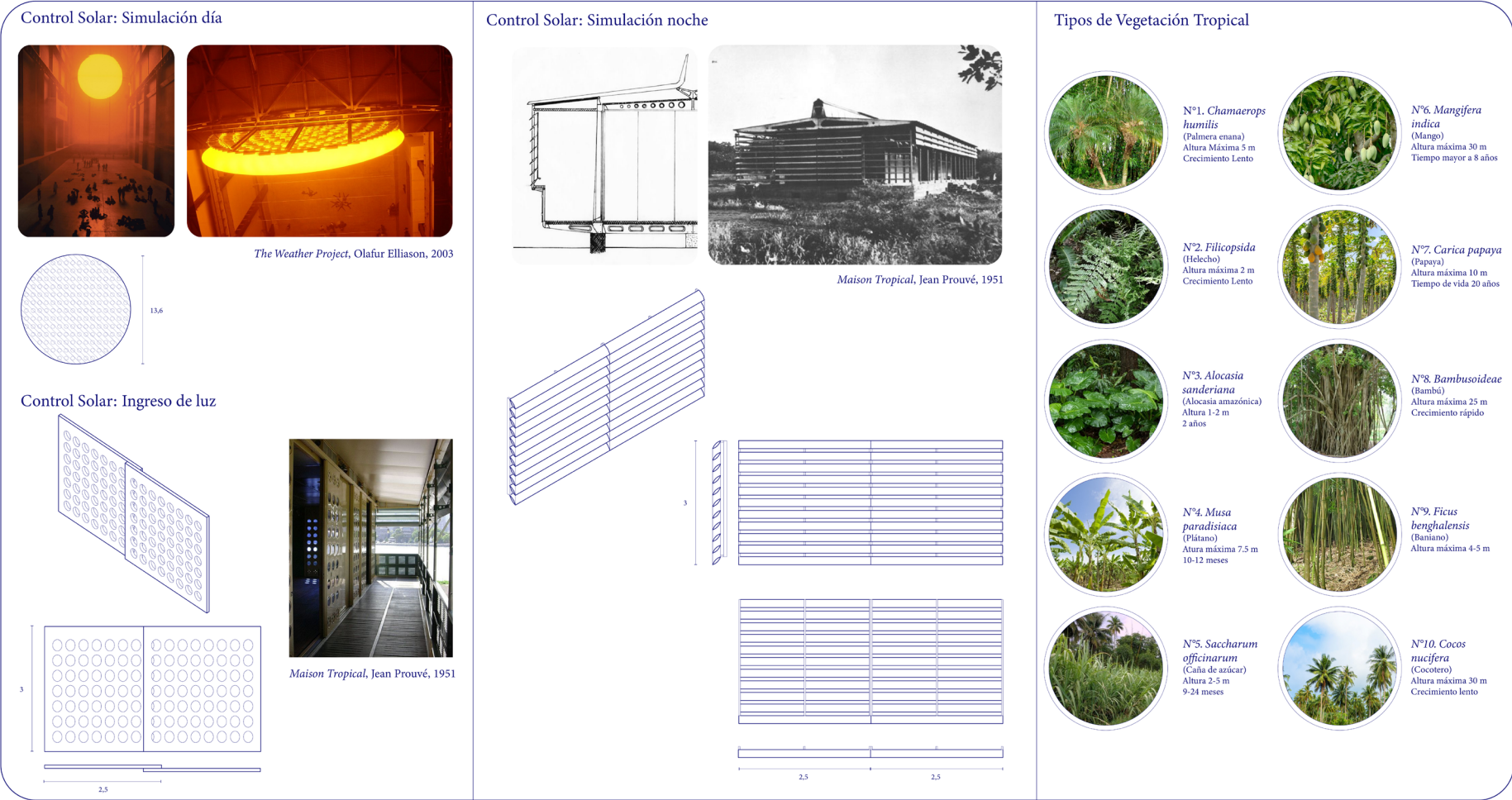


Figura 103: Ficha técnica control solar; simulación del día, simulación de la noche, tipos de vegetación, Elaboración propia, 2021.

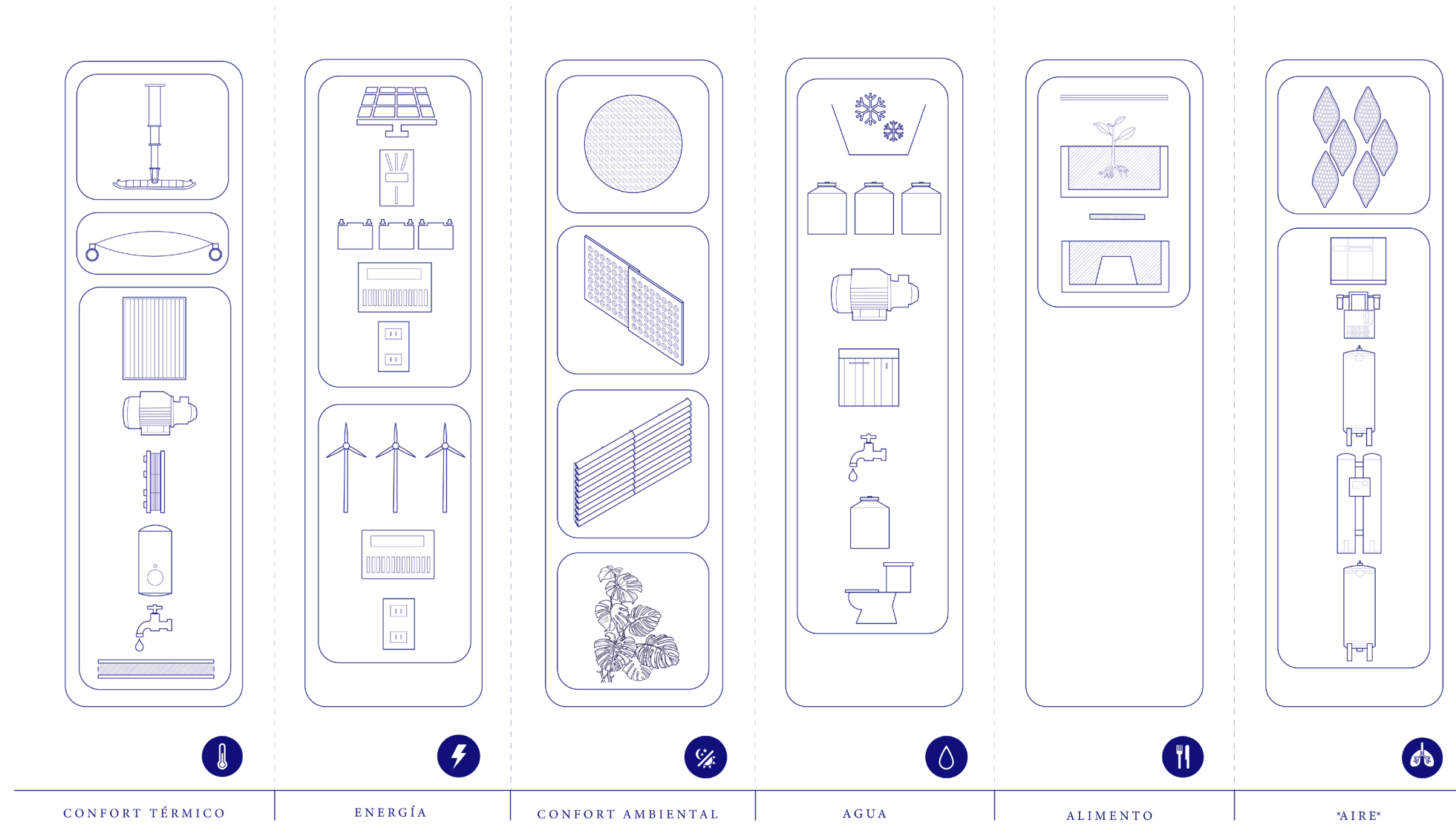


Figura 104: Diagrama de tecnologías, Elaboración propia, 2021.

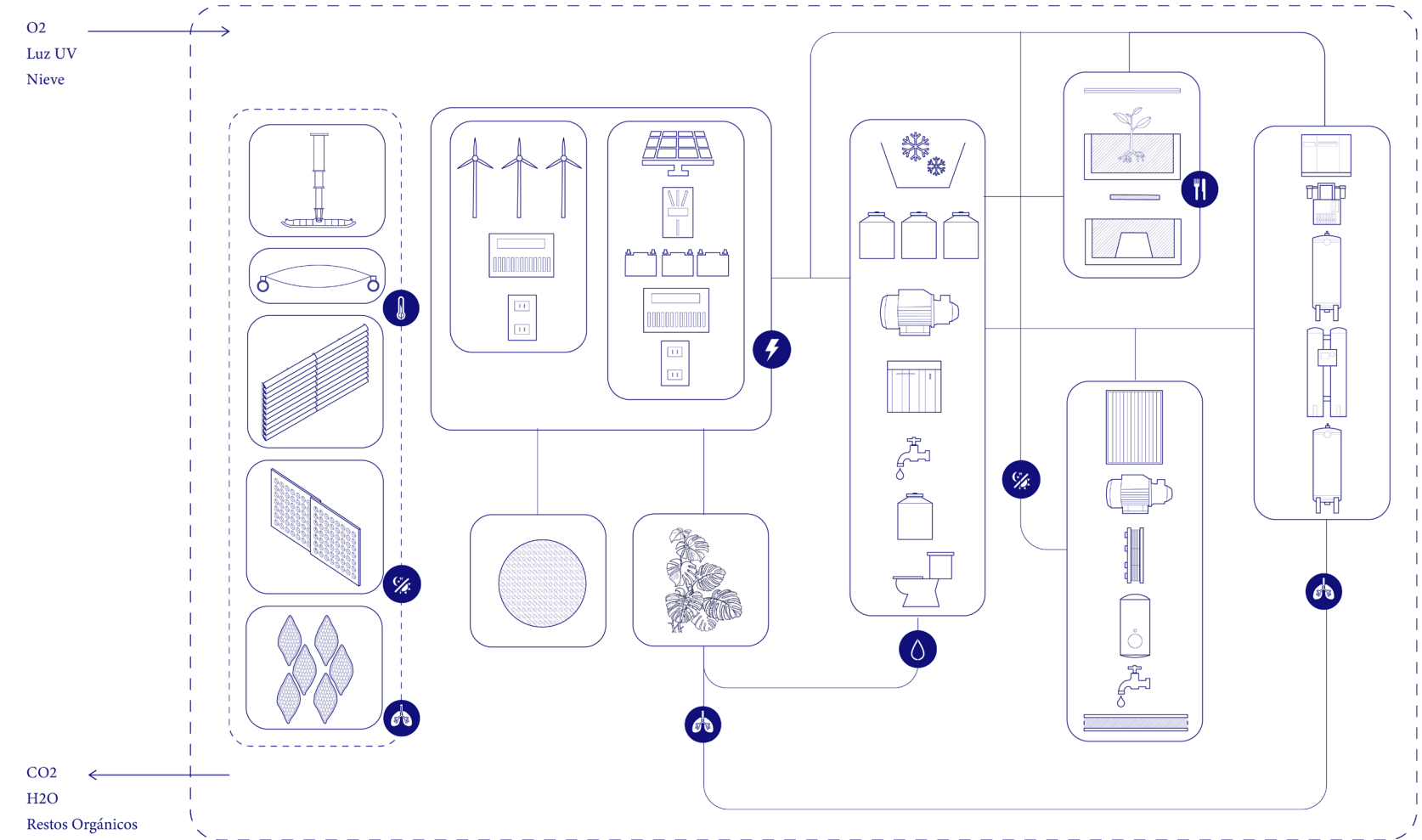


Figura 105: Diagrama de tecnologías integradas como un sistema abierto, Elaboración propia, 2021.

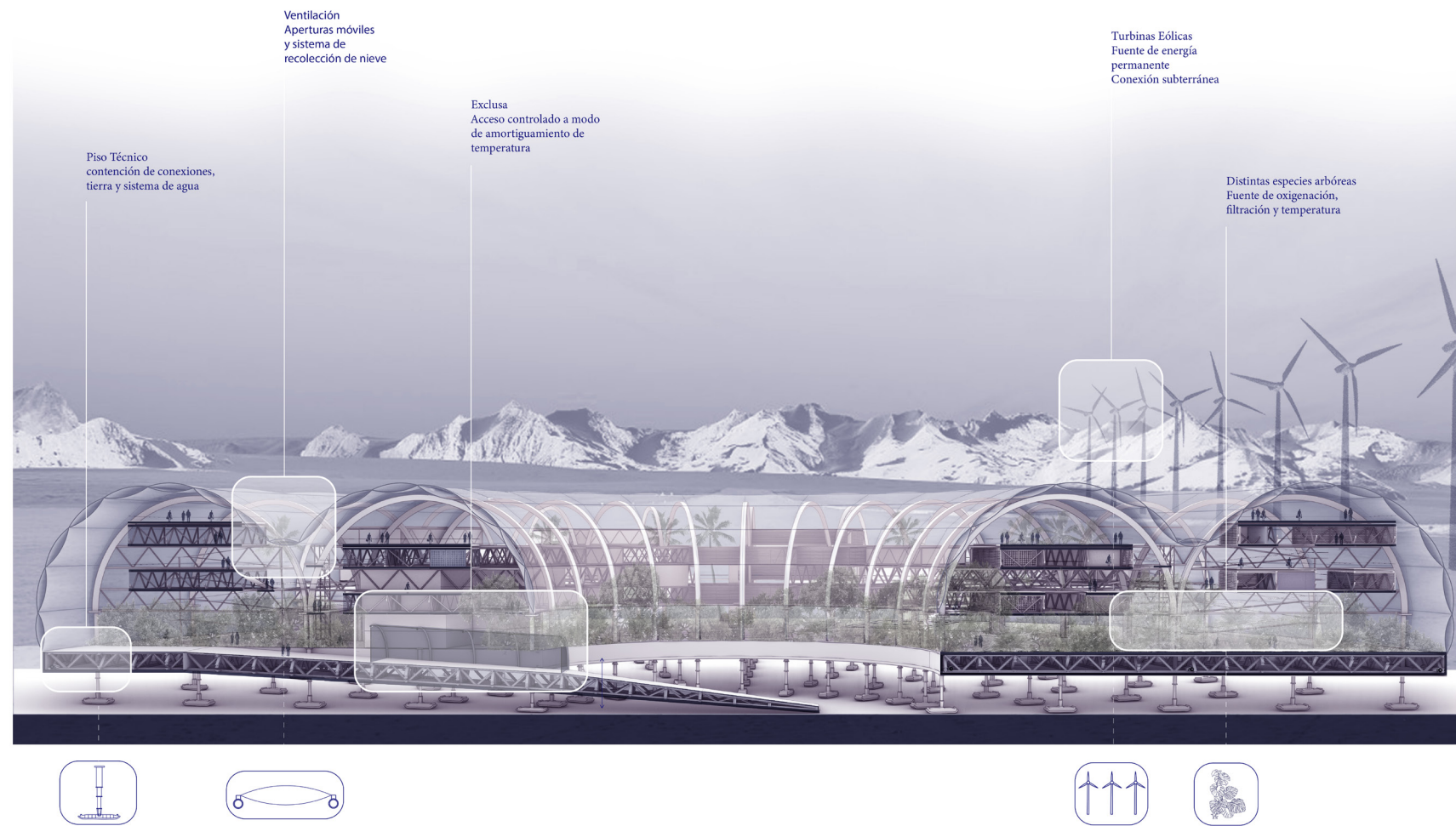


Figura 106: Sección de la Isla, resguardo de lo parcialmente absoluto y la contención de un clima interior, Elaboración propia, 2021.

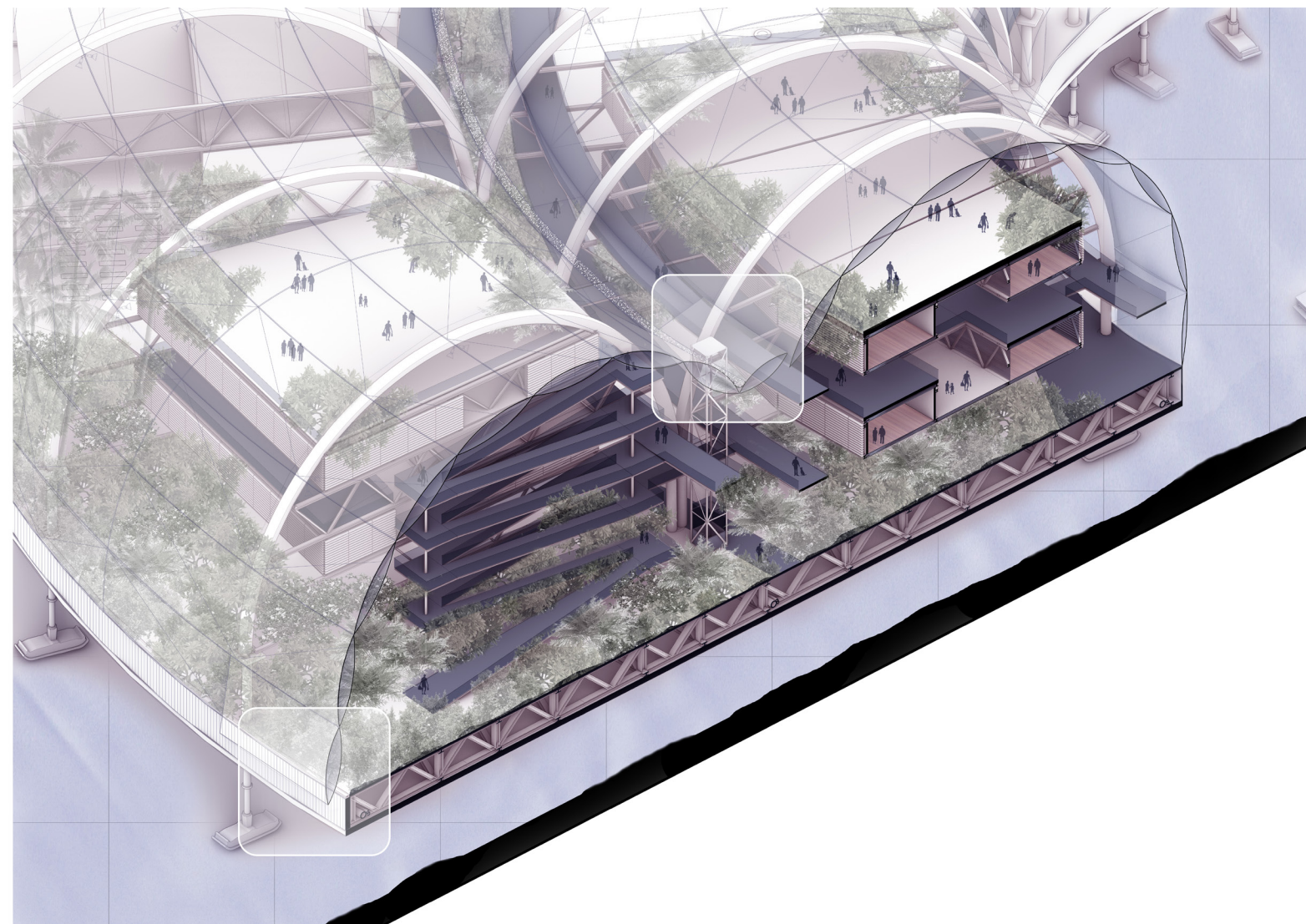


Figura 107: Detalle sección de la Isla, Elaboración propia, 2021.

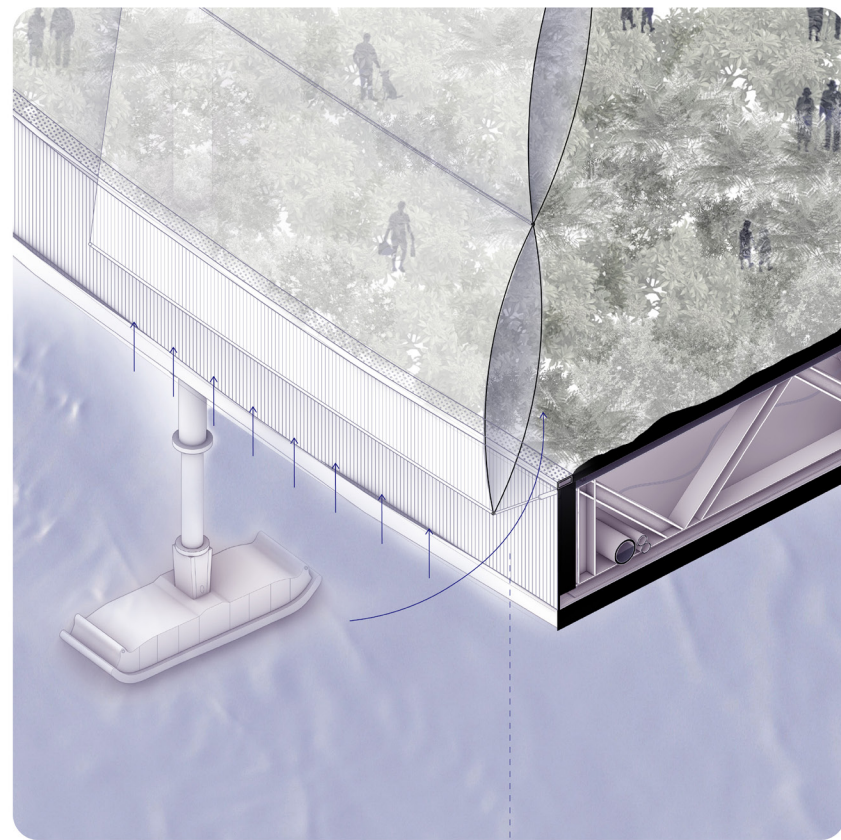


Figura 108: Detalles de ventilación, aperturas móviles, sistema de energía y de agua, Elaboración propia, 2021.

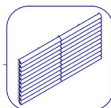
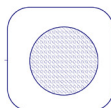
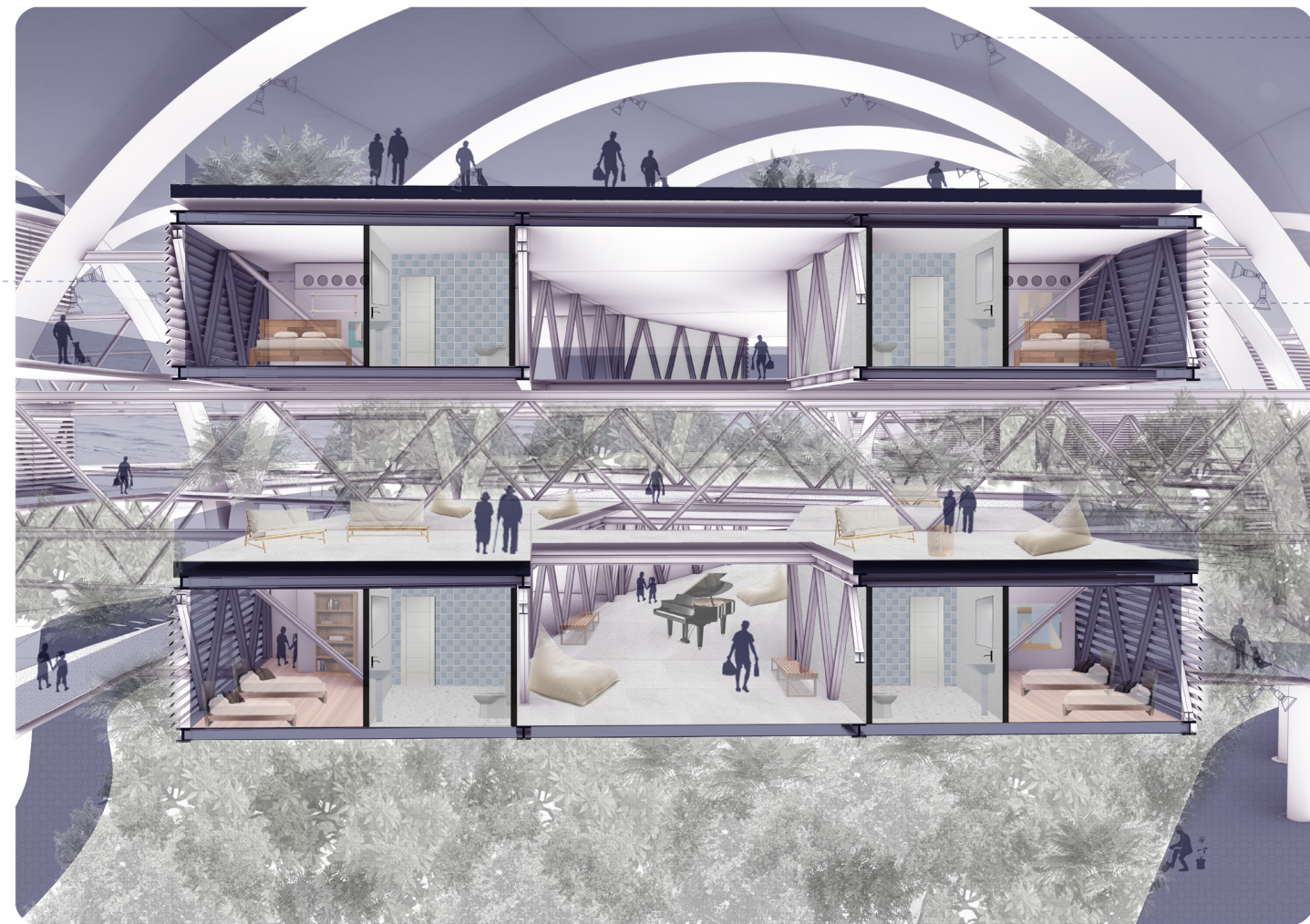
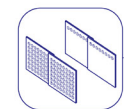
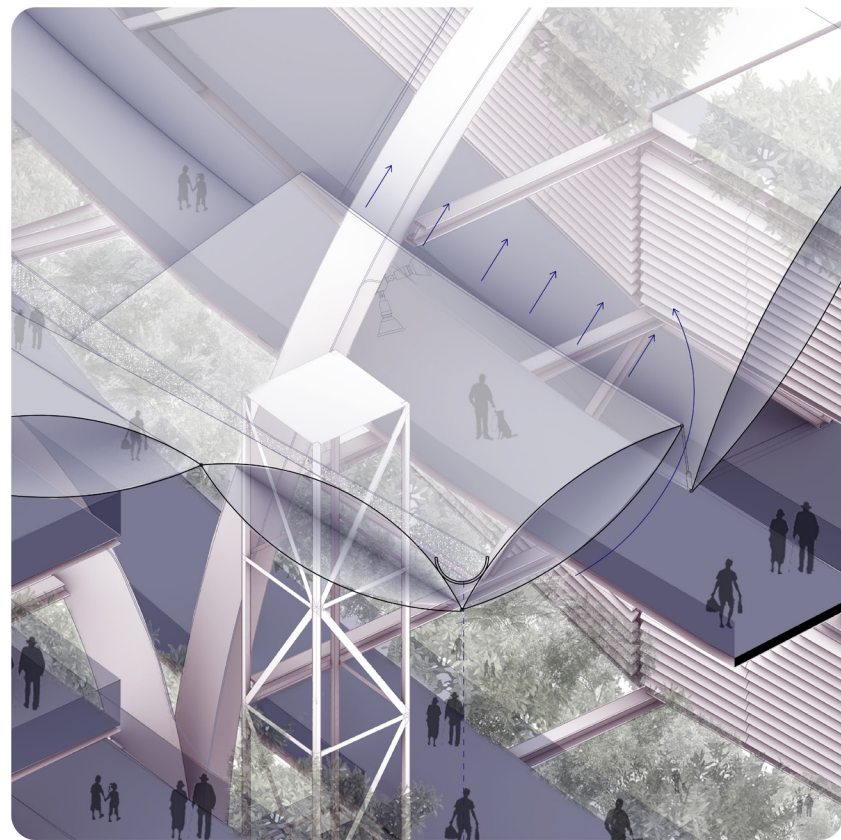


Figura 109: Detalle sección de recintos cerrados, Elaboración propia, 2021.



Figura 110: Vista de la convivencia entre las actividades de laboratorio y estilo de vida urbano, Elaboración propia, 2021.

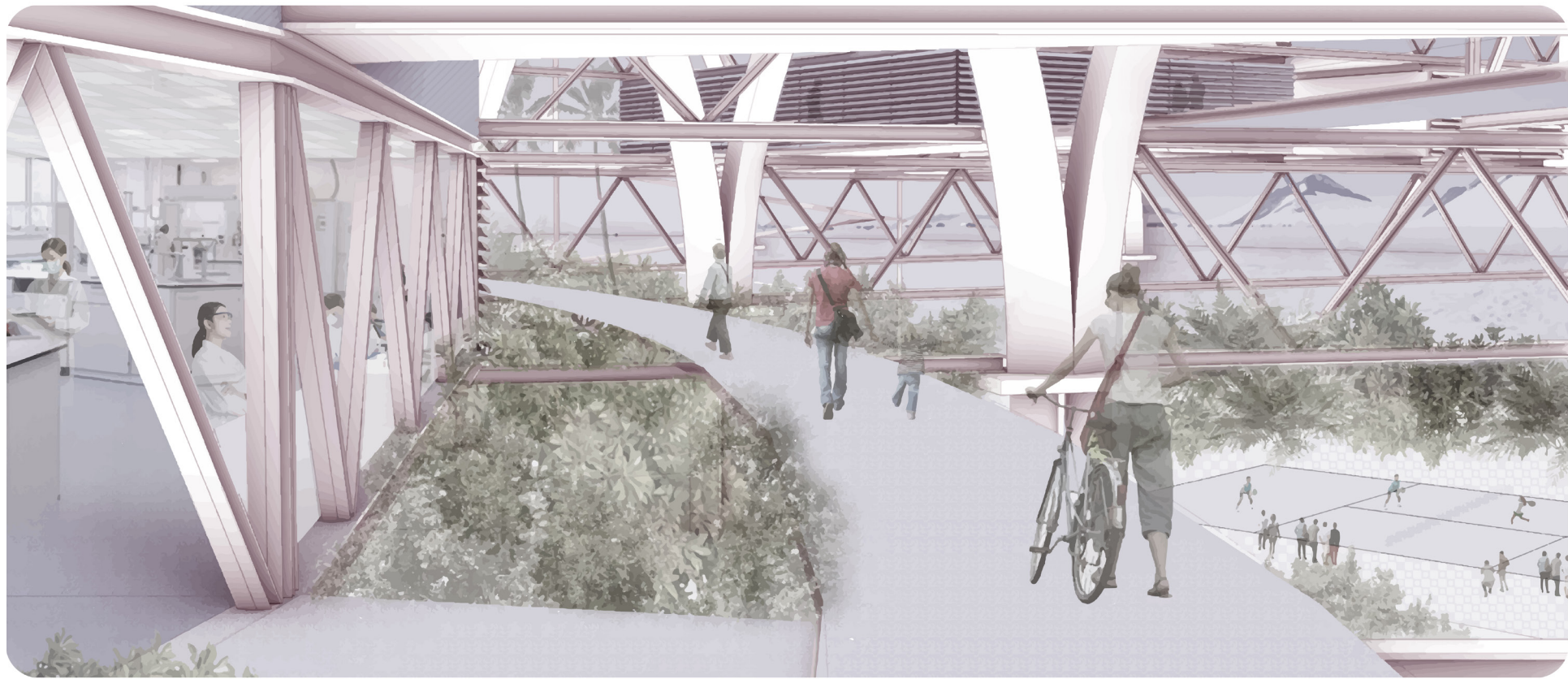


Figura 111: Vista de simultaneidad de programas, Elaboración propia, 2021.

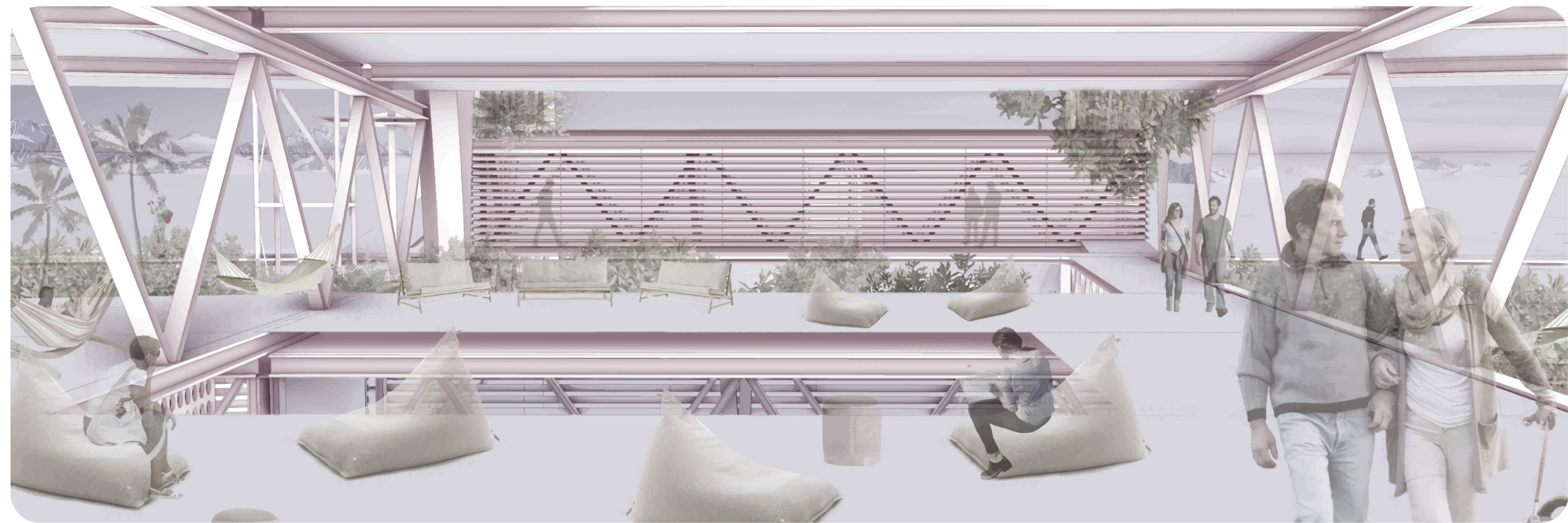


Figura 112: Vista de áreas comunes , Elaboración propia, 2021.

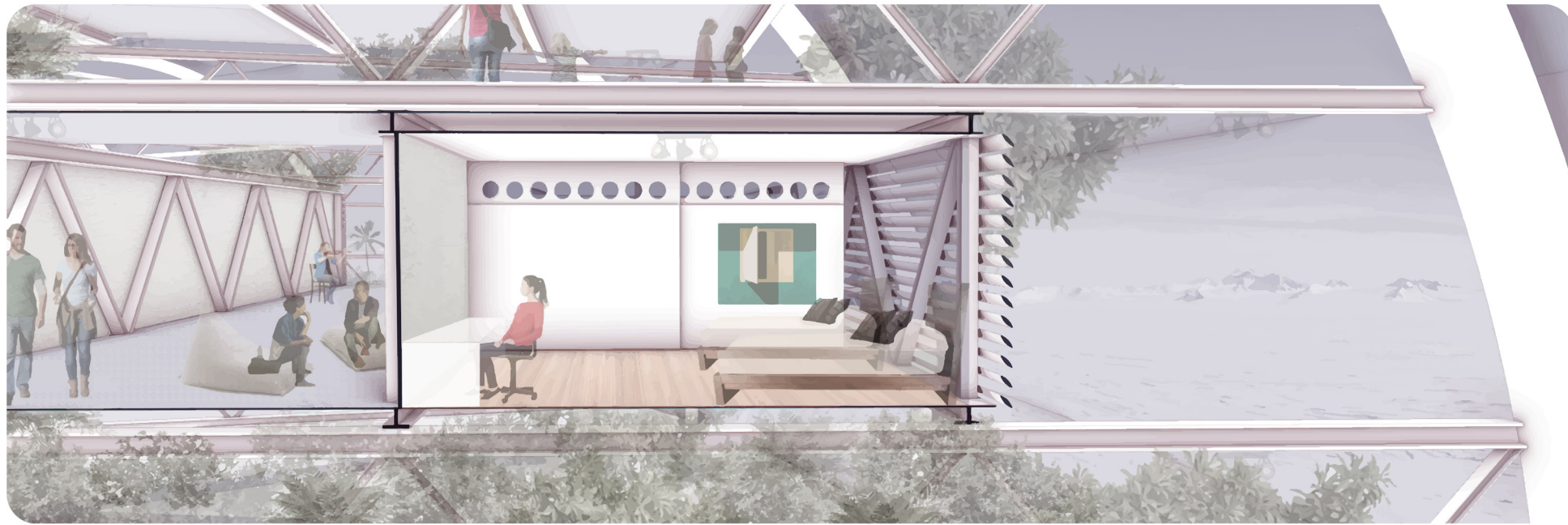


Figura 113: Vista laboratorio de día y Territorio Antártico de día (6 meses), Elaboración propia, 2021.

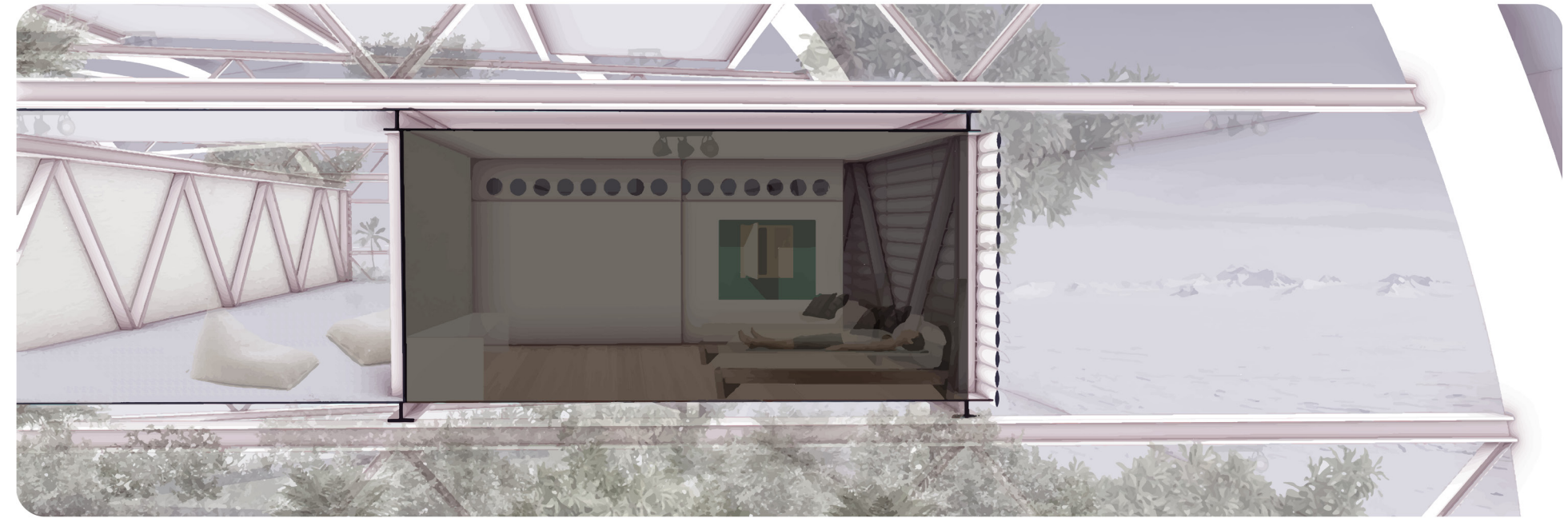


Figura 114: Vista laboratorio de noche y Territorio Antártico de día (6 meses), Elaboración propia, 2021.

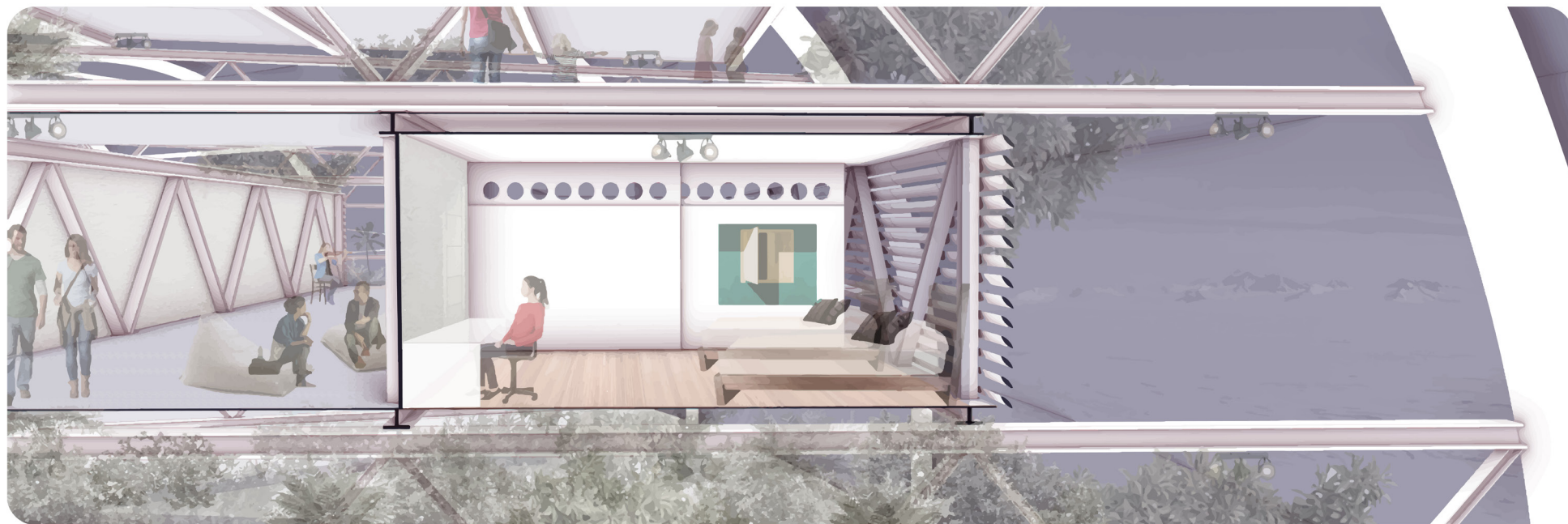


Figura 115: Vista laboratorio de día y Territorio Antártico de noche (6 meses), Elaboración propia, 2021.

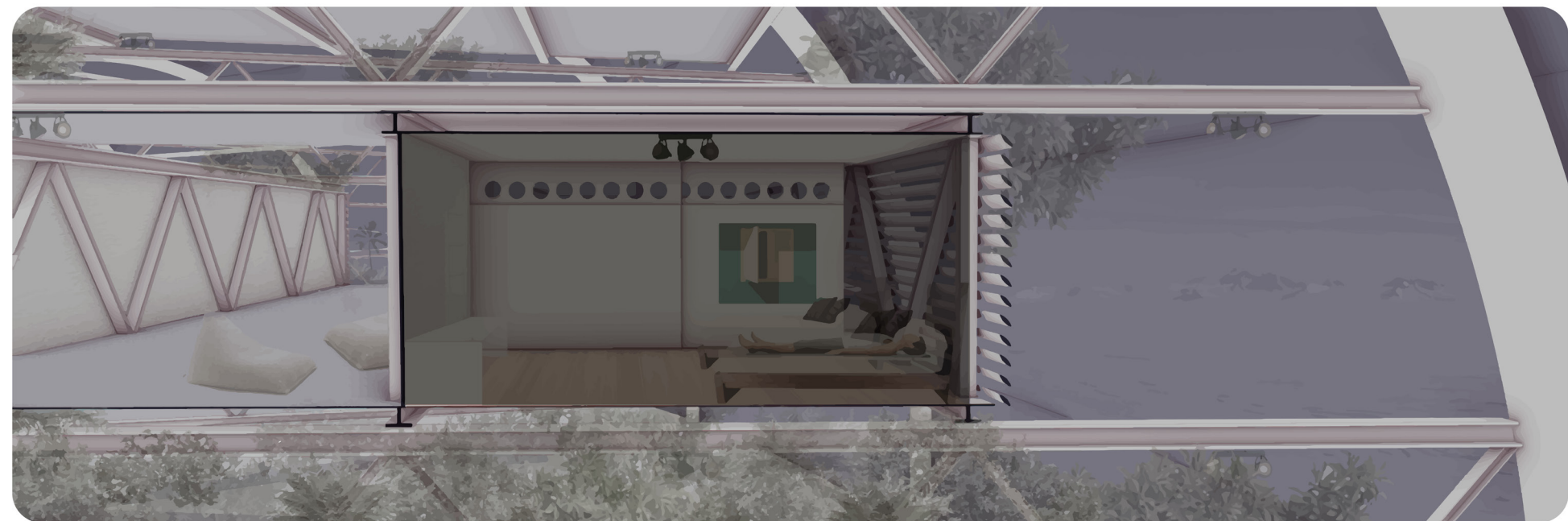


Figura 116: Vista laboratorio de noche y Territorio Antártico de noche (6 meses), Elaboración propia, 2021.

BIBLIOGRAFÍA

IPCC, 2021. Summary for Policymakers. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [MassonDelmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

MACHALE, John. 1971. The Ecological Context. Londres: Studio Vista Limited.

ECKART, Peter. 2011. Spaceflight Life Support And Biospherics. Dordrecht: Springer.

FULLER, Buckminster. 1969. Operating Manual For Spaceship Earth. 1st ed. Washington DC: Columbia University Press.

SALT, David y Brian Walker. 2006. Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Wasgington DC: Island Press.

WALLACE-WELLS, David. 2019. The Uninhabitable Earth Life After Warming. 1st ed. Nueva York: Tim Duggan Books.

KLEIN, Naomi. 2014. This Changes Everything:. London: Penguin.

BRATTON, Benjamin H. 2019. The Terraforming. 1st ed. Moscow: Strelka Press.

PAK, Chris. “Introduction: Terraforming: Engineering Imaginary Environments.” In Terraforming: Ecopolitical Transformations and Environmentalism in Science Fiction, 1-17. Liverpool: Liverpool University Press, 2016. Accessed July 20, 2021. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1gpcb56.4>.

WANJEK, Christopher. 2020. Spacefarers: How Humans Will Settle The Moon, Mars And Beyond. 1st ed. Londres: Harvard University Press.

DELEUZE, Gilles. 2003. Desert Islands and other Texts 1953-1974.MIT Press. Cambridge.

FERRIGNO, J., Cook, A., Mathie, A., Williams, R., Swithinbank, C., Foley, K., ... Sievers, J. 2009. Coastal-Change and Glaciological Map of the Palmer Land Area, Antarctica: 1947-2009. USA, US Geological Survey, British Antarctica Survey, Scott Polar Research Institute,US. Geological Survey Geologic Investigations Series.

GHIDONI, Matteo. 2011. Islands. 1st ed. Venecia: San Rocco.

SLOTERDIJK, Peter. 2005. Esferas III. Madrid: Ediciones Siruela.

MAKI, Fumihiko. 1964. Investigaciones en Formas Colectivas. Universidad de Washington.

MORENO, Juan. 2018. «Climas Extremos: La Arquitectura En Los Polos». Trabajo fin de Grado, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

BANHAM, Reyner. 1976. Megastructure. 1st ed. Londres: Thames and Hudson.

SÁNCHEZ, Mara. 2015. «¿Todos A Bordo... Nos Vemos En El Ártico! La Evolución Democrática De La Arquitectura Eco-Lógica De Ralph Erskine». REIA.

NÚÑEZ, Héctor. 1996. «Asentamientos Humanos En La Antártida». Tomo II. Seminario de Investigación, Universidad de Chile, Facultad de Urbanismo y Arquitectura.

THORP, Arabella. 2012. Antarctica: The Treaty System and Territorial Claims. Inglaterra: House of Commons.

ANTOIGNINI, Carla. 2011. «Estación De Investigación Antártica INACH». Proyecto de Título, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura.

FERRADA, Luis. 2012. «Evolución Del Sistema Del Tratado Antártico». Revista De

Derecho. Chile: Universidad San Sebastián.

The Antarctic Treaty. 1959. Washington, D.C.: Conference on Antarctica.

NÚÑEZ, Héctor. 1996. «Asentamientos Humanos En La Antártida». Tomo I. Seminario de Investigación, Universidad de Chile, Facultad de Urbanismo y Arquitectura.

BANNOVA, Olga. 2016. «Designing For Extremes: A Methodological Approach To Planning In Arctic Regions.». Doctorado en Filosofía, Chalmers University of Technology, Department of Architecture.

JARA, Hernic. 2016. «Estación Polar De Apoyo Científico Para Glaciar Unión». Título de Arquitectura, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

ANDROVER, Cristian; Yurisic. 2006.Catalina. Seminario Arquitectura en Zonas Extremas: el Caso del territorio Antártico Chileno. Santiago: Universidad de Chile.

COMNAP. 2017. Antarctic Station Catalogue. 1st ed. Christchurch.

PARERA, Cecilia. 2017. “Pautas Para Una Arquitectura Del Futuro. Reyner Banham Y La Tecnología Para Un Entorno Bien Climatizado”. AREA.

BANHAM, Reyner. «A Home is Not a House», Art in America. 1965, Volumen 2, Nueva York: 70-79.

BANHAM, Reyner. 1973. The Architecture Of The Well-Tempered Environment. Londres: Architectural P.

NELSON, Mark. 2018. Pushing Our Limits. 1st ed. Arizona: The University of Arizona Press.

KNEBEL, Klaus; Sanchez, Jaime; Zimmermann, Stefan. 2001. The Eden Project - Design, fabrication and assembly of the largest greenhouse of the world. 70. 513-525.

MCLEOD, Virginia. 2008. El Detalle En El Paisajismo Contemporáneo. Barcelona: Blume.

GONZÁLEZ, Irene. 2019. “Arquitectura Del Futuro: Posibles Construcciones en el Planeta Rojo”.Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2019.

KOOLHAAS, Rem. 1994. “Definitive Instability: The Downtown Athletic Club”. En: Delirious New York. New York: Monacelli, 152-161.

GARCÍA, Mónica, and María Jesús Muñoz. 2014. “La Invención Del Mundo Otra Vez... Movimiento Megaestructural En España, 1960-70”. ZARCH, 2014.

KOOLHAAS, Rem. 1997. Delirious New York. Nueva York: The Monacelli Press.

KOOLHAASS, Rem, and Jorge Sainz. 2014. «Grandeza, o el Problema de la Talla». En Acerca De La Ciudad, 21-34. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

RICE, Charles. 2016. Interior Urbanism. London: Bloomsbury.

KOOLHAAS, R; Harvard Graduate School of Arts; The Beijing Central Academy of Fine Design; Universuty Wageningen; Naironi. 2020. Countryside, a Report (Us Edition). Taschen.

Fuerza Aérea de Chile. 2013. “Estación Polar Científica Conjunta Glaciar Unión: Más cerca del Polo”. Revista Fuerza Aérea de Chile. N° 261. Santiago: Editorial E.

JIMÉNEZ, Ana. 2019. “Arquitectura Bajo Cero”. Trabajo final de grado. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

BERNAL, Marcelo; Taylor Pol; Valdivia Francisco. 2014. “ILAIA”. ARQ N° 76. Santiago: 76-79.

GUALLART, Vicente. 2014. The Self-Sufficient City. Nueva York: Actar Publishers.

MARTÍNEZ, Pablo. 2015. “Disoluciones de la Arquitectura”. Comunidad, Común, Comuna. Madrid: Ediciones Asimétricas, 53-79.

ESCANED, Carmen. 2018. “Interrelación de la Arquitectura bioclimática vinculada al ETFE”. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

BARAS, Tyler. 2018. DIY Hydroponic Gardens. Minneapolis: Cool Springs Press.

GARCÍA, Tomás. 2018.“The Weather Project: desplazamientos, andamiajes y modelos meteorológicos para una evaluación crítica del escenario público”. En: Proyecto, Progreso, Arquitectura. Universidad de Sevilla, 100-117.

LEES-MAFFEI. 2015. Grace.“Jean Prouvé – The Poetics of the Technical Object”. Design and Culture 1: 126-128.

PÁGINAS WEB

United Nations. 2021. «La Crisis Climática - Una Carrera Que Podemos Ganar | Naciones Unidas». United Nations. Acceded May 13, 2021.<https://www.un.org/es/un75/climate-crisis-race-we-can-win>.

«Resolute Bay, Ralph Erskine And The Arctic Utopia». Senses Atlas. Accessed May 13, 2021. <https://www.sensesatlas.com/territory/architecture/resolute-bay-ralph-erskine-and-the-arctic-utopia/>.

«La Primera Ciudad En La Antártida». Amanciowilliams.Com. Accessed May 13,

2021. <https://www.amanciowilliams.com/archivo/la-primera-ciudad-en-la-antartida>.

PRIETO, Cristina. 2004. «El Tratado Antártico, Vehículo De Paz En Un Campo Minado». Universum, 2004. Acceded May 13, 2021. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-23762004000100008.

ROSSETTI, F. (2021). Tierra de nadie, tierra de todos. Unidad y naturaleza en las figuras culturales de península Antártica y alrededores. Revista 180, 47, 2-19

TORRENT, Horacio. «Estación Polar Teniente Arturo Parodi / ARQZE (Arquitectura De Zonas Extremas)». Plataforma Arquitectura. Accessed May 13, 2021. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/750204/estacion-polar-teniente-arturo-parodi-arqze-arquitectura-de-zonas-extremas>.

RANUCCI, Ernest r. “The World of Buckminster Fuller.” The Mathematics Teacher 71, no. 7 (1978): 568-77. Accessed May 27, 2021. <http://www.jstor.org/stable/27961369>.

RICE, Charles. “Stalking John Portman”. AA Files, no. 64 (2012): 21-29. Accessed March 29, 2021. <http://www.jstor.org/stable/41762302>.

ARQ.COM.MX. “Grandes proyecto que nunca se construyeron: La Cúpula sobre Manhattan (1960), Richard Buckminster Fuller”. Accessed 20 July, 2021. <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/22628.html#.YPcqrehKhPb>

CULTURIZANDO. “Biosfera 2: el intento fallido de colonización artificial”. Culturizando”. Accessed 20 July 2021. <https://culturizando.com/biosfera-2-el-intento-fallido-de-colonizacion-artificial/>

El Ágora. “Terranautas, ¿experimento o espectáculo?”. Accessed 20 July 2021.

<https://www.elagoradiario.com/agora-forum/a-style/terranautas-experimento-o-espectaculo/>

BALDWIN, Eric. 2019. “TED Talk: Bjarke Ingels explora las posibilidades de vivir y construir en Marte ”. Plataforma Arquitectura. Accessed 20 July 2021. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/927222/ted-talk-bjarke-ingels-explora-las-posibilidades-de-vivir-y-construir-en-marte>

TECNNE. “Rem Koolhaas, La vida en la metrópoli o La cultura de la congestión”. Accessed 20 July 2021. <https://tecnne.com/biblioteca/rem-koolhaas-la-vida-en-la-metropoli-o-la-cultura-de-la-congestion/>

Hidden Architecture.2017 . “Hyatt Regency Atlanta”. <https://hiddenarchitecture.net/hyatt-regency-atlanta/>

ARCHEYES. 2020. “The Compact City of Atlanpole / Hans Kollhoff”. ARCHEYES: Timeless Architecture. Accessed 20 July 2021. <https://archeyes.com/the-compact-city-of-atlanpole-hans-kollhoff/>

Fabriz, Mariabruna. 2016. “The “Compact City” of Atlanpole, Nantes by Hans Kollhoff (1988)”. Socks. Accessed 20 July 2021. <http://socks-studio.com/2016/03/22/the-compact-city-of-atlanpole-nantes-by-hans-kollhoff-1988/>

OMA. “Hyperbuilding”. Accessed 20 July 2021. <https://www.oma.com/projects/hyperbuilding>

Julian Melchiorri.“Silk Leaf”.Accessed 12 September 2021.<https://www.julianmelchiorri.com/Silk-Leaf>

Huppatz, D. J. 2010. “Jean Prouvé’s Maison Tropicale: The Poetics of the Colonial

Object.” Design Issues 26, no. 4: 32-44. Accessed September 12, 2021. <http://www.jstor.org/stable/40983102>.

