

# CÓDIGO ABIERTO

“Arquitectura para almacenar el futuro”

**MEMORIA DE TÍTULO**

Semestre de otoño 2022

Nicolás Valenzuela A.  
Prof. Domingo Arancibia T.



Av. Portugal #84, Santiago de Chile  
Julio 2022



# CÓDIGO ABIERTO

“Arquitectura para almacenar el futuro”

Memoria Proyecto de Título por  
Nicolás Valenzuela Aguirre

Facultad de Arquitectura y Urbanismo,  
Universidad de Chile

**Profesor Guía: Domingo Arancibia T**  
Semestre Otoño 2022

# INDICE

## CAPÍTULO I

### Introducción

1.1. Resumen	08
1.2. Agradecimientos	09
1.3. Introducción del problema	10 - 11
1.4. Pregunta y Objetivos	12 - 15

## CAPÍTULO II

### Tema “Centros de Datos”

2.1. ¿Qué son los Centros de Datos?	18 - 19
2.2. Consideraciones de un Centro de Datos	20 - 21
2.3. Diseño y funcionamiento de un Centro de Dato	22 - 25
2.4. Tipologías de Centros de Datos	26 - 27
2.5. Centros de Datos en el mundo	28 - 29
2.6. Problemática	30 - 31
2.7. Oportunidades de proyecto	32 - 33

## CAPÍTULO III

### Lugar

3.1. Localizar un Centro de Datos	36 - 37
3.2. Chile	38 - 39
3.3. Caso de estudio: Quilicura	40 - 41

## CAPÍTULO IV

### Propuesta

4.1. ¿Cuál?	44 - 45
4.2. ¿Qué?	46 - 47
4.3. ¿Dónde?	48 - 49
4.4. ¿Cómo?	50 - 51
4.5. Estrategias	52 - 53
4.6. Referencias	54 - 57
4.7. Rol de la arquitectura	58

## CAPÍTULO V

### Anexos

5.1. Bibliografía	62
-------------------	----



# CAPÍTULO I

Introducción

## 1.1. RESUMEN

Con el notorio avance de las tecnologías, el ser humano se ha vuelto dependiente de éstas; para comunicarse, moverse, trabajar, entre otras, para desarrollar su vida. Toda esta información albergada en la “nube” se puede entender como info-estructura almacenada en desconocidas infraestructuras físicas llamadas Centros de Datos. Los usuarios tienen muy presente el uso de datos en la cotidianidad de sus vidas, sin embargo, rara vez se muestran estos espacios donde es almacenada, procesada y administrada toda esta información. Estos lugares de almacenamiento tienen una alta huella de carbono y además se están multiplicando de manera exponencial por el planeta. Es por esto que repensar el desarrollo y diseño de estos lugares es indispensable para un futuro sostenible.

## 1.2. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi familia y amigos por todo el sustento y ánimo durante este proceso.

A Josefina por su apoyo, ayuda y motivación en el pensar y desarrollo de todo este trabajo

A Domingo Arancibia, profesor guía de este proceso. Por su tiempo, disposición e ideas.

Finalmente a Mirko, por las gestiones e invitación a la visita de obra al Centro de Datos en construcción en Lampa, Santiago.



## 1.3. INTRODUCCIÓN DEL PROBLEMA

***“La información es poder. La información cotidiana de cualquier organización aumenta día a día. El mundo está dejando de utilizar el papel. Por lo tanto, el procesamiento de datos basado en la “nube” será cada vez más popular. Existen cuestionamientos actuales de cómo serán estos centros de datos que se están imaginando para un futuro cambiante e impredecible.”***

***(Rashid, 2019. p.33)***

Este trabajo busca indagar en problemas y oportunidades abordables desde la disciplina de la arquitectura para una nueva tipología de industria tecnológica presente en el tejido urbano conocida como, Centros de Datos. Estos espacios hoy, son grandes infraestructuras de hormigón, ubicadas en zonas industriales que albergan servidores, conexiones a la red, ventilación y sistemas informáticos para estar constantemente almacenando, procesando y distribuyendo datos a usuarios de la “nube del internet” en todas partes del mundo. Con el aumento del uso de datos de parte del ser humano, la construcción de estos lugares se encuentra en un exponencial aumento. El alto consumo de energía de estos lugares y nulo aporte a su entorno físico se considera como un problema atingente para la exploración de nuevas formas de almacenar estas necesarias infraestructuras que sostienen de manera oculta la tecnología actual y vida digital que se está desarrollando. Sumado a lo anterior, con el avance y desarrollo tecnológico, los equipos utilizados para la administración de los datos están condenados a una caducidad o una obsolescencia programada, esto se debe ya que los mismos desarrolladores de tecnologías están constantemente probando y actualizando los equipos para obtener mejores resultados en el trabajo

Debido a que los Centro de Datos están apareciendo de manera abrupta en la ciudad llamando la atención de sus habitantes. Es indispensable que la arquitectura aporte desde su área con nuevas propuestas para procesar datos, más sostenible con el medio ambiente y el entorno donde son emplazadas. Si bien, estos espacios dependen en mayor parte de cálculos ingerirles, la disciplina del diseño de espacio, puede ayudar a encontrar una coherencia entre el proyecto, usuarios y lugar.





## 1.4. PREGUNTA Y OBJETIVOS

Los Centros de Datos son infraestructuras indispensables para el desarrollo de la sociedad actual. Debido al exponencial crecimiento y aumento de estos espacios tecnológicos en el mundo y su antes mencionada caducidad/obsolescencia nace la pregunta:

### **¿De qué manera la arquitectura se hace cargo de estos espacios y su obsolescencia?**

A partir de la inevitable obsolescencia y el incierto futuro de los Centros de Datos, la arquitectura debe hacerse responsable de un diseño y desarrollo de estos espacios que visualice y reconozca la evolución de la infraestructura según avanza la tecnología. Considerando el tratado “De Architectura” de Marco Vitruvio, el proyecto buscara responder la pregunta bajo los 3 pilares fundamentales; Venustas (Belleza/ Forma), Firmitas (Firmeza / Estructura) y Utilitas (Utilidad / Función).

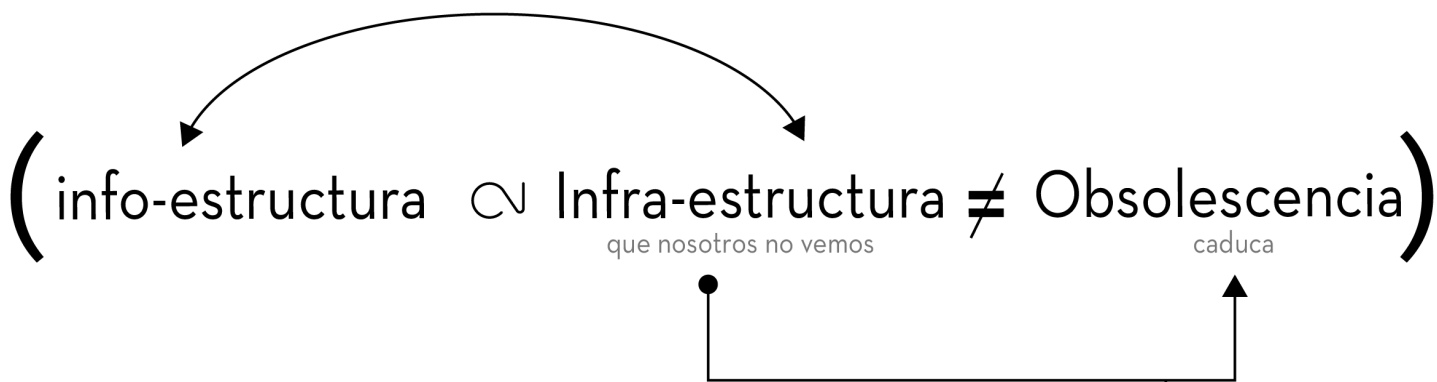
Objetivos/Ejes de proyecto:

**-Generar un proyecto que repiense los Centros de Datos desde la arquitectura.**

**-Promover la arquitectura sostenible y la forma en que estos espacios se multiplican y visualizan.**

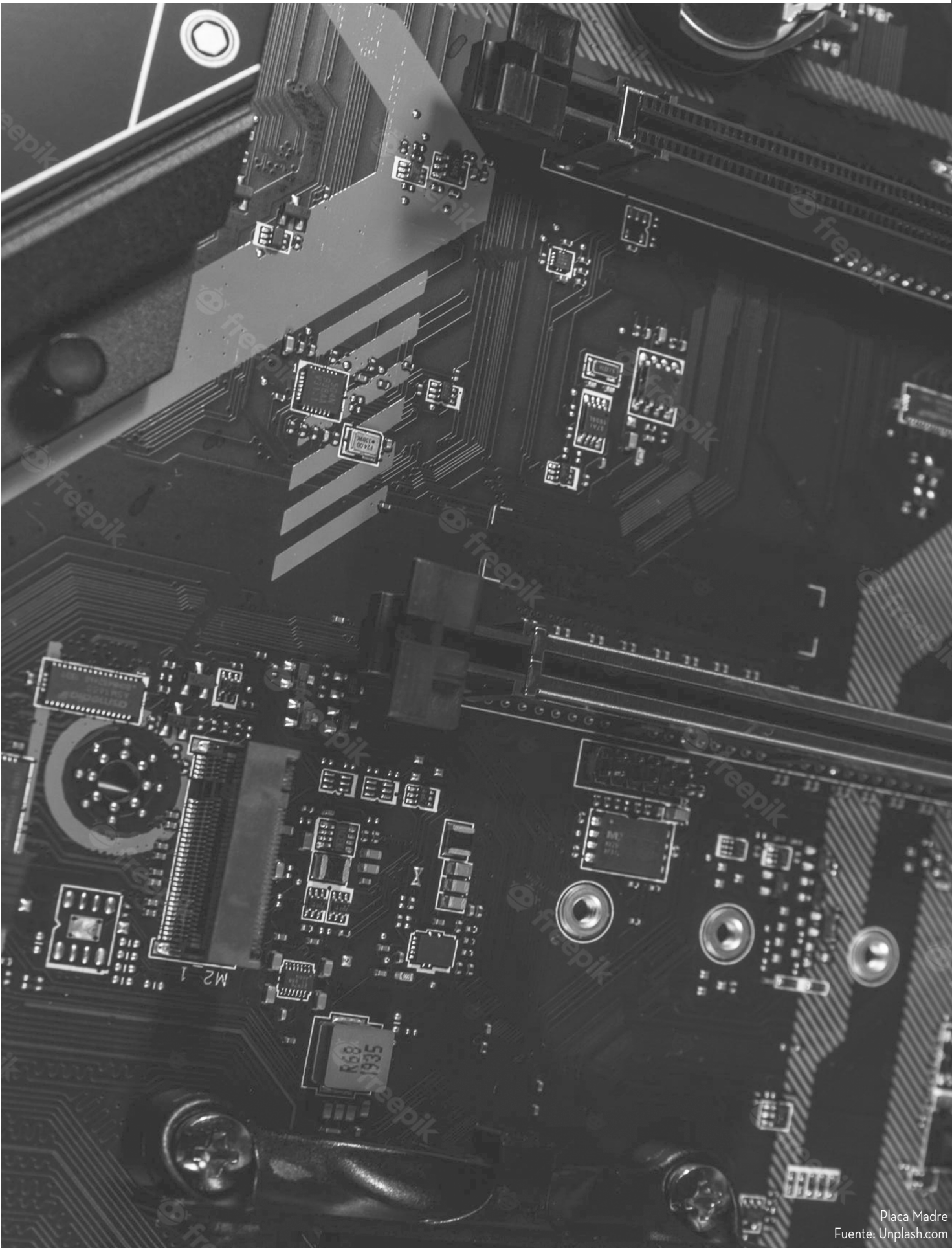
**-Consolidar un modelo de proyecto replicable a diferentes escalas el cual responda, solucione y se adapte a los distintos cambios de la tecnología**

**-Incorporar todas las variables que dan forma al proyecto, permitiendo una óptima relación entre el lugar, proyecto y usuario.**



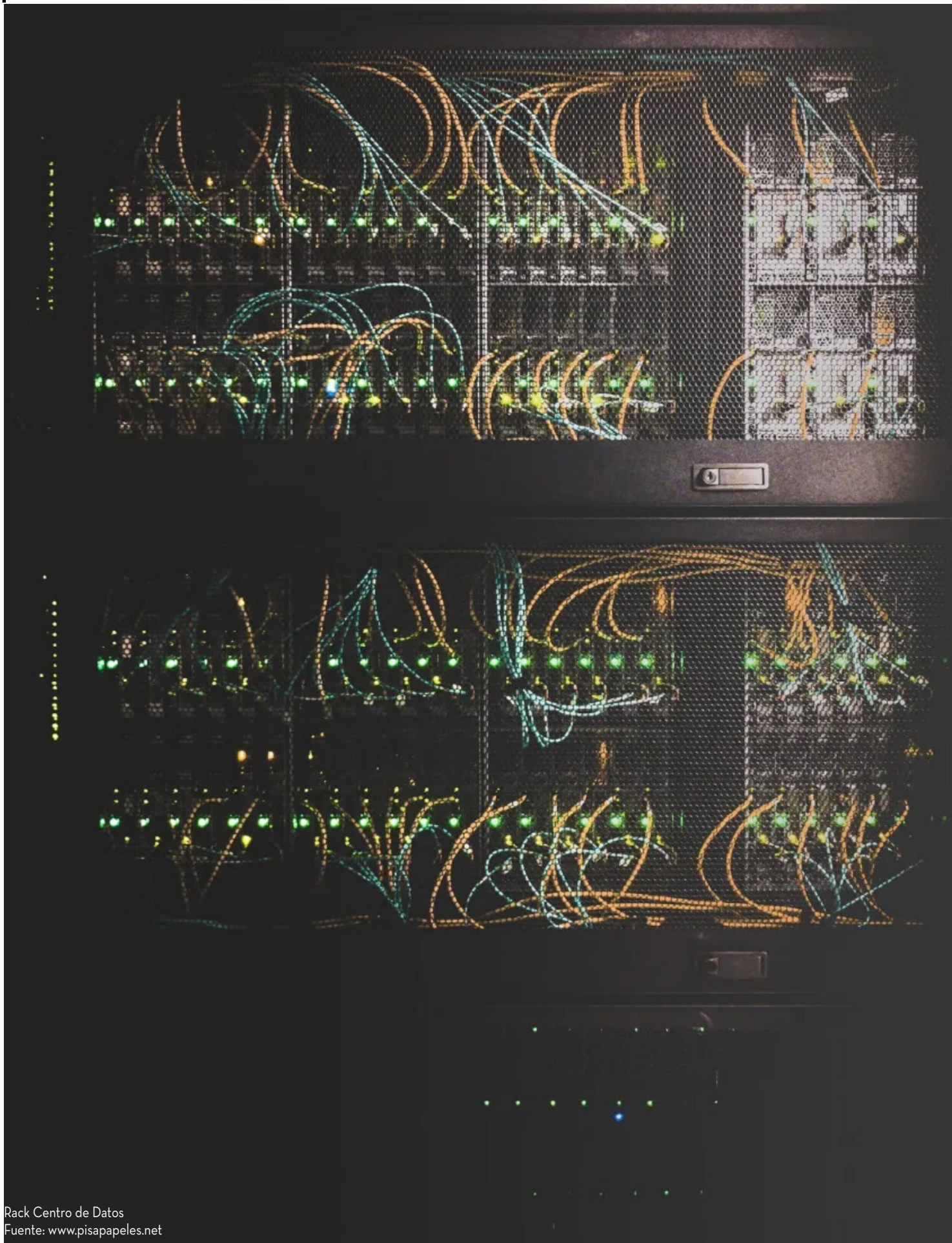
CÓDIGO  
ABIERTO  
que se actualiza

● ¿De qué manera la arquitectura se hace cargo de estos espacios y su obsolescencia?



Placa Madre  
Fuente: Unplash.com





Rack Centro de Datos  
Fuente: [www.pisapapeles.net](http://www.pisapapeles.net)

## CAPÍTULO II

Tema: Centros de Datos

***“En un momento en el que nuestra historia colectiva es digital, los centros de datos se están convirtiendo en una de nuestras tipologías culturales más significativas”.***

*-Rem Koolhaas ,2018*

## 2.1. ¿QUÉ SON LOS CENTROS DE DATOS?

Los Centros de Datos o centros de procesamiento de datos son infraestructuras de gran tamaño ubicadas en zonas industriales que contienen un gran número de servidores, conexiones, ventiladores y sistemas informáticos para mantener activos los computadores que almacenan, procesan y respaldan datos sin pausa durante todo el año de distintas organizaciones privadas, públicas, gubernamentales, entre otras.

Según Reinsel et. al, 2018 en el informe “Data Age 2025” y la International Data Corporation (IDC), la sociedad genera, usa y retiene una cantidad inimaginable de datos los cuales van en constante aumento. Se estima que el 2025 el mundo creará y procesará 181 ZB (zeta bytes) de datos. Toda esta información de circulación constante, debe estar almacenada por los Centro de Datos y el persistente aumento de datos en el mundo, lleva a un notorio incremento en la construcción de estos Centros. Este hiper crecimiento es el resultado de una evolución informática que se remonta a décadas y es clasificada en 3 etapas:

### **1era etapa, Antes del 1980:**

Los datos de la época residían exclusivamente en centros de datos construidos antes de 1980. Las personas accedían a los datos en terminales físicos y remotos en computadores con poca o ninguna potencia informática. Esta generación de datos y su uso se centró casi por completo en los negocios. (Reinsel et. al, 2018)

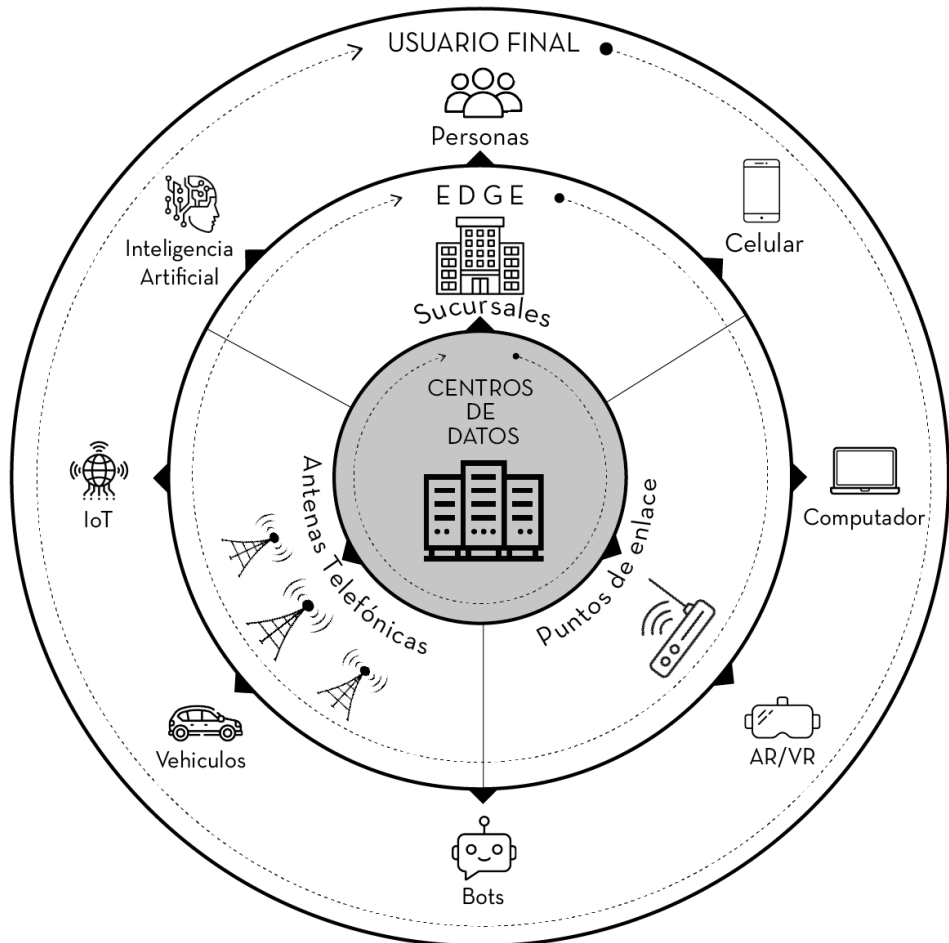
### **2da etapa, entre 1980 y 2000:**

Con la creación de la computadora personal se permitió una distribución más democrática de los datos. Los Centros de Datos evolucionaron de contenedores de datos a centros centralizados que administraban y distribuían datos a través de una red a los dispositivos finales. Estos dispositivos obtuvieron la capacidad de almacenar y administrar datos de uso personal de los consumidores y, además, surgió la industria de entretenimiento digital de la música, películas, juegos, entre otros. (Reinsel et. al, 2018)

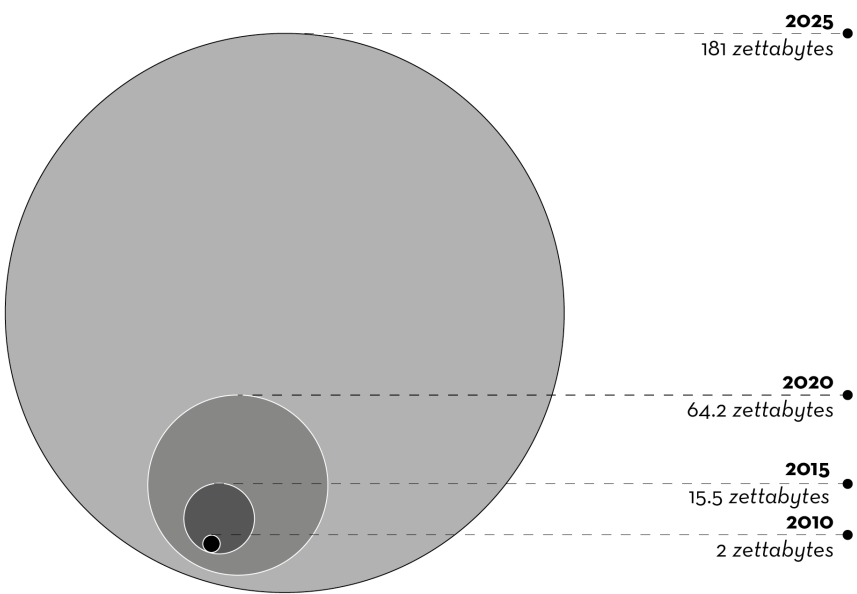
### **3era etapa, entre 2000 y hoy:**

Con la proliferación de redes inalámbricas de banda ancha y el rápido movimiento de datos a la nube, se desvincularon los datos de dispositivos físicos y marcó el comienzo de la era de acceder a los datos desde cualquier pantalla. Los centros de datos se expandieron para soportar la infraestructura de la nube a través de los populares servicios de Amazon, Google, Microsoft, entre otros. Esta continua distribución de datos, dio al surgimiento de nuevos tipos de dispositivos como teléfonos, dispositivos portátiles, consolas de videojuegos, entre otros. Los dispositivos de punto final como estos y los computadores tradicionales aun requieren datos para funcionar, pero se puede acceder fácilmente a los datos a través de la nube. (Reinsel et. al, 2018)





Propagación de la Data  
Fuente: Elaboración propia en base a "Data Age 2025"



Crecimiento de datos circulando en el Internet 2010-2025  
Fuente: Elaboración propia en base a "Data Age 2025"

## 2.2. CONSIDERACIONES DE LOS CENTROS DE DATOS

Con el exponencial aumento y dependencia de datos de la población, la construcción de Centros de Datos se ve incrementada de manera explosiva en el tiempo. Sin estos Centro de Almacenamiento, la “nube” no puede ser soportada ni almacenada. Como afirma Rashid (2019) en el documento “Data center Architecture Overview”, estos lugares deben funcionar 24/7/365 y tienen distintas consideraciones técnicas para su diseño, construcción y funcionamiento tales como;

### **a. Diseño e infraestructura tecnológica:**

Es el modelado y diseño de los recursos TI (tecnología informática) que se implementará en el Centro de Datos.

### **b. Ubicación:**

Esta se seleccionará con proyección a los próximos años. Se buscará un lugar con proximidad a la red eléctrica, infraestructura de telecomunicaciones, servicios de red y servicios de transporte. Además, se considerará un clima no muy húmedo y sin tanta oscilación térmica.

### **c. Modularidad y flexibilidad:**

Es indispensable tener la posibilidad de que un centro de datos crezca y cambie con el tiempo según se requiera. Los módulos de los centros de datos son estandarizados, prediseñados que se configuran según la necesidad.

### **d. Control ambiental:**

El entorno físico de los Centros de Datos está rigurosamente controlado. Se monitorea la temperatura interior y su humedad, buscando las condiciones óptimas para los equipos.

### **e. Energía eléctrica:**

Los centros de datos dependen de una red eléctrica estable, para así, funcionar sin interrupciones. Si esta fuente falla, cuentan con baterías que proporcionan energía hasta que los generadores de respaldo puedan funcionar.

### **f. Resistencia a incendios:**

Es indispensable proteger el capital humano, los datos y los recursos TI ante cualquier riesgo de incendio. Es por esto que estos lugares son diseñados bajo la norma NFPA 75: Protección de equipos electrónicos procesadores de datos por computadora.

### **g. Seguridad:**

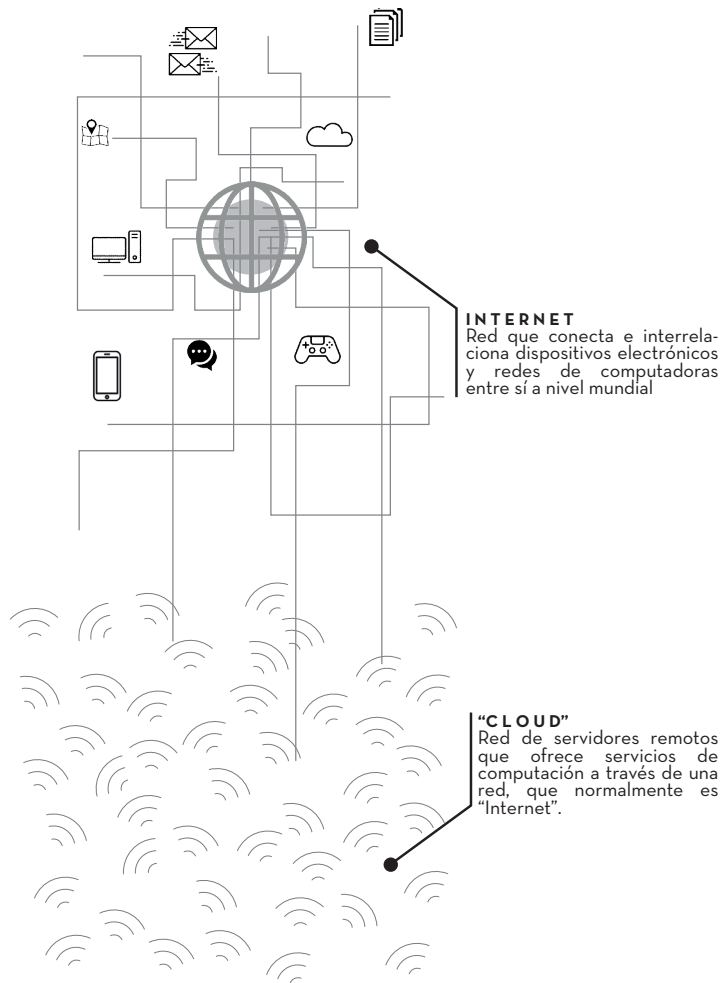
El acceso físico a estos lugares generalmente está restringido solo al personal seleccionado y a visitas previamente autorizadas. Se utilizan tarjetas de personal y visitas, además, un chequeo corporal antes de ingresar. Sumado a lo anterior cuentan con estructuras adecuadas para soportar desastres naturales, como sismos, vientos, precipitaciones, nieve, entre otras.

### **h. Eficiencia energética:**

La eficiencia energética de estos lugares se define mediante la fórmula  $PUE = \text{Potencia total de la instalación} / \text{Potencia total del equipo}$ . PUE= Efectividad del uso de energía, donde 1 es la eficiencia óptima del centro de datos. En la práctica un  $PUE=1$  es que toda la energía que ingresa al centro de datos es utilizada para alimentar los equipos TI.

### **i. Conexión a la red:**

Los centros de datos dependen de la conexión de fibra óptica para estar conectados a la red y funcionar entre todos como una unidad. Estos usan conexiones “Gigabit Ethernet” redundantes, por lo que, en caso de caída de una línea, el servicio sigue funcionando sin problema.

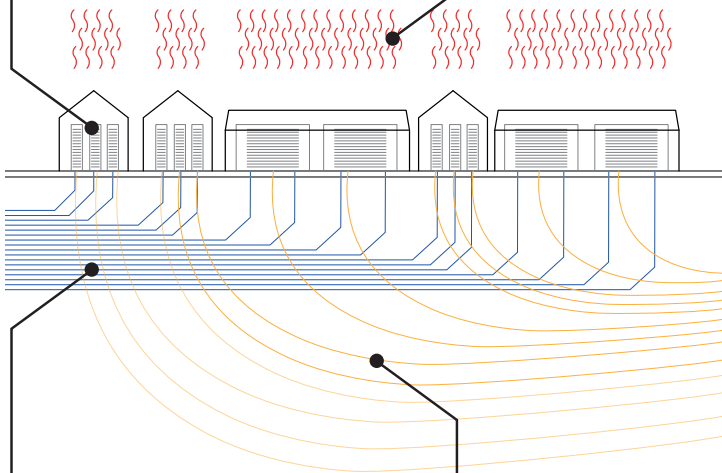


#### CENTRO DE DATOS

El centro de procesamiento de datos (CPD) es la ubicación física donde se concentran los recursos necesarios de computación de una organización o proveedor de servicios. En estos se almacena y procesa toda la información que conocemos como "internet".

#### CALOR

Procesar, almacenar y distribuir los datos en estos lugares produce calor y requieren de sistemas de refrigeración. Este factor es el área de mayor exploración en el tema, brindando infinidad de oportunidades.



#### FIBRA ÓPTICA

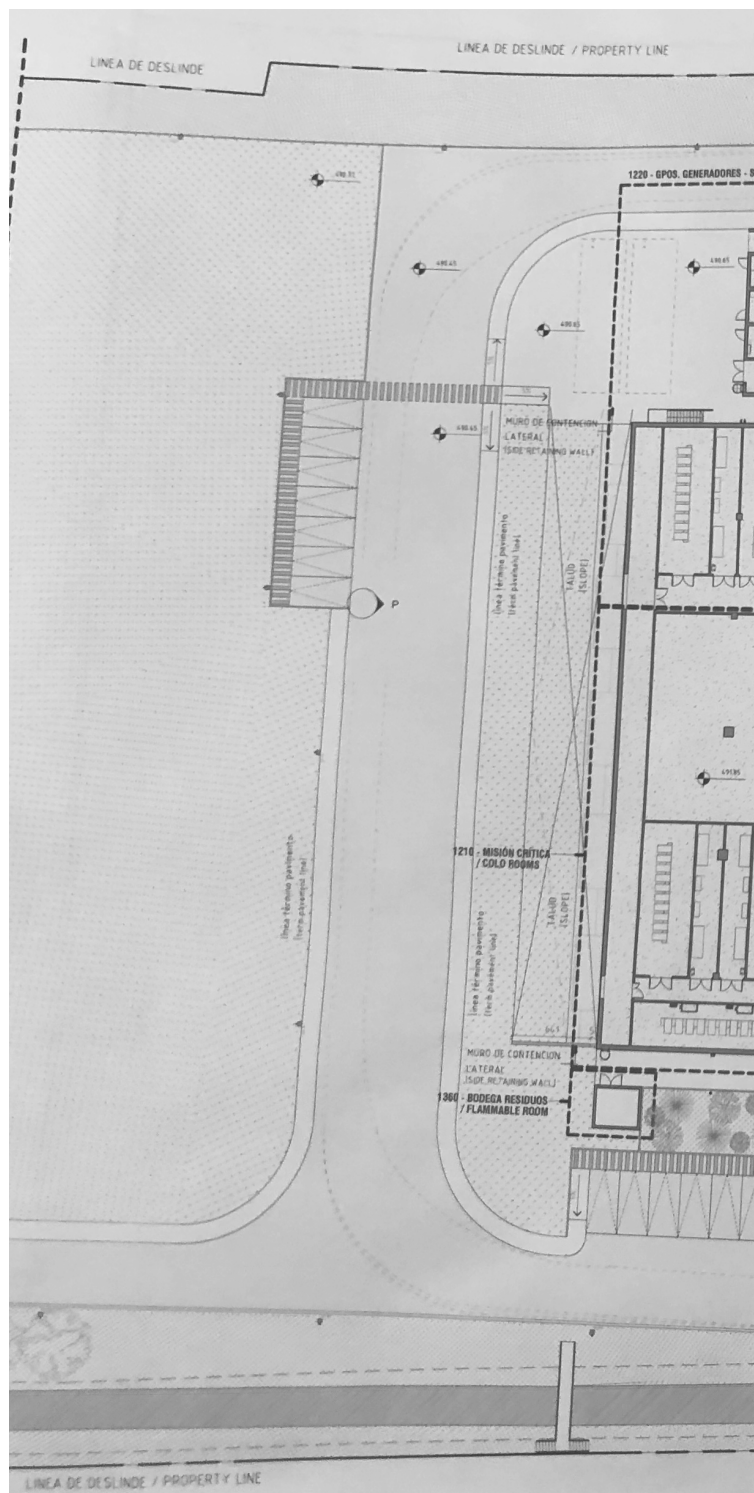
Las fibras ópticas son hebras largas y delgadas de vidrio con el diámetro de un cabello humano. A través de las cuales se emiten señales de luz capaces de transportar datos a largas distancias. Estas conectan la data mundial por cables submarinos.

#### ELECTRICIDAD

Los requerimientos energéticos de un centro de datos son altos y exigentes, dado que tienen que mantener operativo servidores, memorias, discos, sistemas de redes de interconexión, y de refrigeración.

## 2.3. DISEÑO Y FUNIONAMIENTO DE UN CENTRO DE DATOS

Habiendo entendido las consideraciones y requisitos técnicos de los centros de datos, podemos pensar en cómo son físicamente estas infraestructuras y cómo están diseñadas y organizadas por arquitectos e ingenieros para un óptimo desempeño y eficiencia en su funcionar. Si bien, se realizan un sin fin de cálculos, estos lugares continúan siendo cajas de hormigón las cuales no aportan en lo absoluto al territorio donde son emplazadas.













Data Center O-Data. Lampa  
Fuente: Fotografías propias en visita a obra

## 2.4. TIPOLOGÍAS DE CENTROS DE DATOS

A partir de las distintas características de los Centros de Datos, estos entregan distintos tipos de servicios según la necesidad del usuario. Esos servicios conocidos como “nube” se dividen en 3 tipos:

**“Pública:** Cuando un proveedor entrega un espacio (arrenda) y servicios a terceros de manera abierta para que utilicen su infraestructura. Los principales competidores a nivel mundial de esta modalidad son Amazon Web Services (Amazon), Azure (Microsoft) y Google. Así, el cliente no tiene que invertir en infraestructura y sólo arrenda un espacio y/o servicio.

**Privada:** En el otro extremo está la nube privada que es cuando la propia empresa o entidad prefiere tener su centro de datos para sus operaciones y sin la posibilidad de compartirlas con terceros. Esto debido a que la información se considera crítica o estratégica.

**Híbrida:** Es una mezcla entre las anteriores. O sea, una entidad posee una parte de sus servicios en una infraestructura cerrada y otros, en un proveedor de “*cloud computing*”.

Además de los distintos servicios que entregan, los Centros de Datos se clasifican y estandarizan internacionalmente según los niveles (“*Tiers*”) que van de I al IV, creados por el Uptime Institute. Estos explican la infraestructura necesaria de cada nivel (“*Tier*”) para poder funcionar. Estas clasificaciones se centran en las capacidades de mantenimiento, alimentación, refrigeración y fallos. Estos niveles son suficientemente flexibles para permitir distintas soluciones que cumplan con el rendimiento óptimo. (Cabello, 2019)



Tier / Nivel	Requerimientos	Uso
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ruta única de distribución no redundante que da servicio al equipo de TI.</li> <li>-Componentes de capacidad no redundantes.</li> <li>-Infraestructura básica con disponibilidad esperada del 99,671% de tiempo de actividad.</li> <li>-Tiempo de inactividad anual de 28,8 horas/año.</li> </ul>	-Pequeñas empresas
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cumple o supera todos los requisitos del Nivel 1.</li> <li>-Infraestructura redundantes con una disponibilidad esperada del 99,741 % de tiempo de actividad.</li> <li>- Redundancia parcial en alimentación y refrigeración.</li> <li>-Tiempo de inactividad anual de 22 horas/año.</li> </ul>	-Medianas empresas
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cumple o supera todos los requisitos del Nivel 2.</li> <li>-Múltiples rutas de distribución independientes que dan servicio al equipo de TI.</li> <li>-Todo el equipo de TI debe ser de doble potencia y totalmente compatible con la topología de la arquitectura de un Data Center.</li> <li>-Infraestructura mantenible simultáneamente con disponibilidad esperada de 99,982% de tiempo de actividad.</li> <li>-Tiempo de inactividad anual de 1,6 horas/año.</li> <li>-Tolerante a fallas N+1 que proporciona al menos 72 horas de protección contra cortes de energía.</li> </ul>	-Grandes empresas
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cumple o supera todos los requisitos del Nivel 3.</li> <li>-El equipo de refrigeración tiene alimentación dual independiente, incluidos los enfriadores y los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.</li> <li>-Infraestructura tolerante a las fallas con facilidades de almacenamiento y distribución de energía eléctrica con una disponibilidad esperada de 99.995% de tiempo de actividad.</li> <li>-Infraestructura totalmente redundante 2N+ 1 (la principal diferencia entre los centros de datos de nivel 3 y nivel 4)</li> <li>-Protección contra cortes de energía de 96 horas.</li> <li>-Tiempo de inactividad anual 0,4 horas/año</li> </ul>	-Corporaciones empresariales

## 2.5. CENTROS DE DATOS EN EL MUNDO

La alta demanda de datos y usuarios en la red post-pandemia Covid-19, dio un acelerado avance al crecimiento y necesidad de Centros de Datos. Las grandes empresas de comunicaciones han realizado millonarias inversiones en la construcción y activación de más espacios para procesar datos. Los datos y usuarios se unen a la red desde todo el mundo, debido a aquello, es necesario tener estos Centros repartidos por el planeta, para así, tener una menor latencia (demora) en el procesamiento de los datos y entregar un mejor servicio. Debido al notorio auge de estos lugares y su alta demanda energética, distintas empresas han implementado distintas soluciones innovadoras con respecto a la sustentabilidad de sus Centros, entre ellas Amazon, Google, Microsoft, entre otras.

A continuación, se representa en mayor profundidad, innovadores modelos de Centros de Datos, que buscan un funcionamiento más consciente y sustentable con los recursos disponibles y utilizados:



Fuente: [www.muycomputerpro.com](http://www.muycomputerpro.com)

**1) Google. Haima, Finlandia:** La famosa empresa busca minimizar su impacto en el medio ambiente relacionado al manejo de sus datos. Según Yagüe (2011), reutilizaron una ex fábrica de papel para situar un Centro de Datos, el cual usara el agua del mar como sistema de refrigeración. Esto nace ya que la ex fabrica tenía túneles marinos y sistemas similares para enfriar sus máquinas. Google trabajo con mucho cuidado el manejo de las aguas y sus temperaturas a la hora de ser devueltas al ecosistema, para así tener el menor impacto posible con el ecosistema marino.



Fuente: [www.vox.com](http://www.vox.com)

**2) Amazon, Seattle, EEUU:** Como afirma Beekman (2014) en The Seattle Times, los líderes de comercio electrónico junto a la empresa de datos Clise, presentan un proyecto único para el país. Utilizarán el calor residual del Centro de Datos para calentar el nuevo campus de Amazon. El sistema ahorrará unos 80 millones de kilovatios hora de electricidad en 25 años, tendrán las oficinas de la empresa calentándose por el calor residual creado por el propio internet. De igual manera el agua utilizada para calefaccionar, vuelve fría al Centro de Datos para reutilizarse en el sistema de refrigeración de este.



Fuente: [www.news.microsoft.com](http://www.news.microsoft.com)

**3) Microsoft, Escocia:** Como manifiesta Roach (2018), El "Proyecto Natick", de Microsoft aprovecha la tecnología de los submarinos y energía marina para desarrollar Centros de Datos bajo el mar autosuficientes para entregar servicios de la nube a ciudades costeras. Esta capsula se alimenta de energías renovables no convencionales, con turbinas mareomotrices y convertidores de oleaje a energía. Sumado a lo anterior la idea de hundirlo en el mar es para aprovechar las bajas temperaturas para el enfriamiento de los servidores. El propósito del proyecto es poder replicarlo en todo el mundo y lograr Centros de Datos modulares que no dependan de generadores ni energías fósiles.

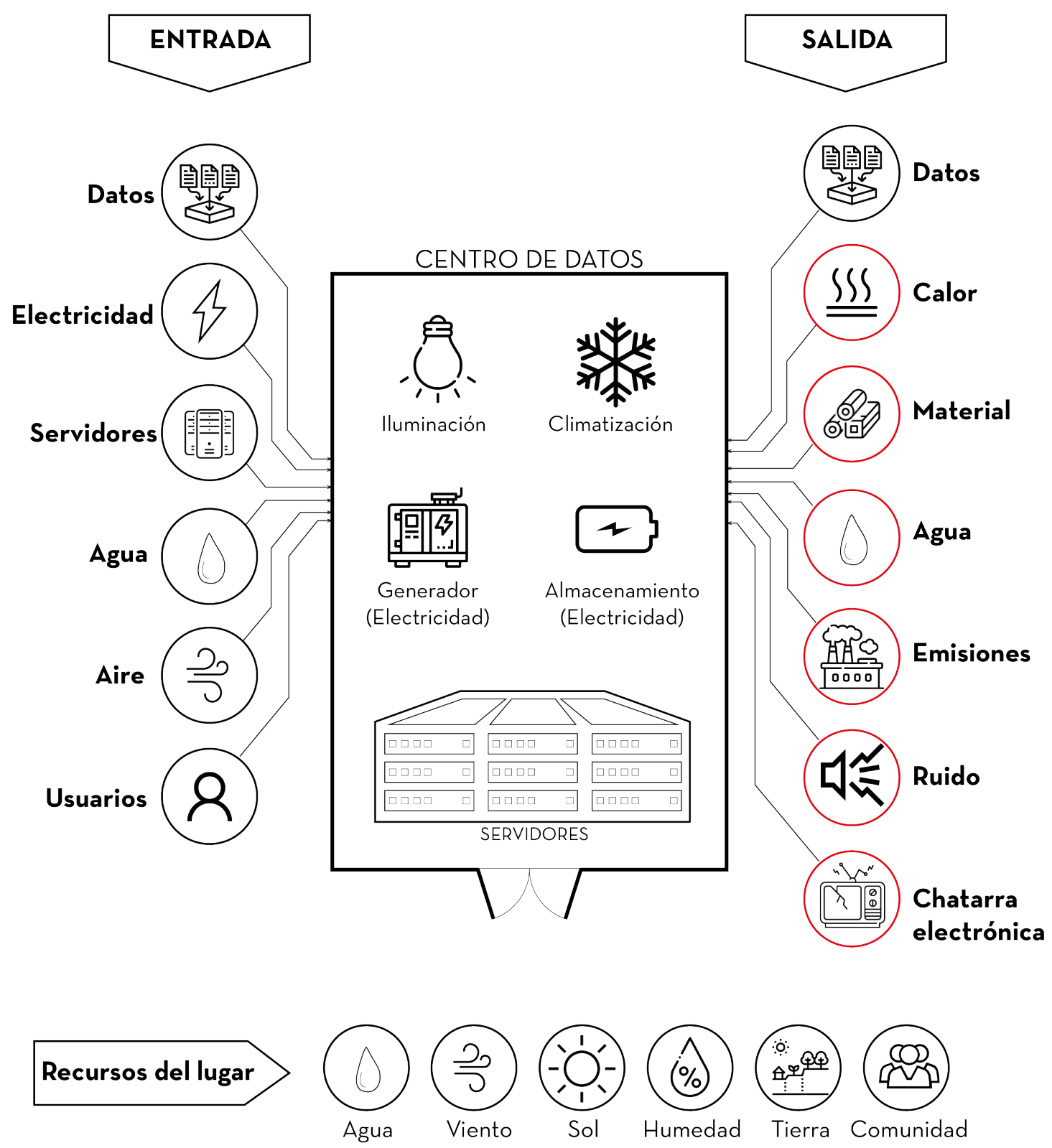
## 2.6. PROBLEMÁTICA

***“Históricamente, los Centros de Datos se han asociado con niveles notables de uso de energía, preocupación por la seguridad física y enfoques de diseño basados en repisas de alojamiento de servidores. Actualmente, la industria de los datos consume entre el 10 y el 15 % de la electricidad comercial en los EE. UU., lo que equivale entre el 3 y el 5 % de toda la electricidad en los EE.UU. A nivel mundial, se estima que la industria consume el 1% de toda la electricidad, a 205 teravatios hora por año.(...) Mientras la computación en la nube continúa con su rápido crecimiento, las empresas globales se están enfrentando al desafío del cambio climático con compromisos de descarbonización y nuevas concepciones de resiliencia en el diseño y operación de los Centros de Datos que se relacionan directamente con el desempeño de la infraestructura, la eficiencia energética, la reutilización de materiales y la sustentabilidad.” (Kreigh et al., 2021)***

Los centros de datos son indispensables para el desarrollo del mundo digital que estamos viviendo y con el progresivo aumento de la data que manejamos día a día, estos se están multiplicando por todo el planeta, creando un soporte físico de la conocida e intangible “nube” del internet.

Estos espacios informáticos, al necesitar estar encendidos y conectados a la red 24/7/365, tienen una altísima demanda energética. Además, estos requieren mantenerse a temperaturas óptimas, por lo que sus sistemas de enfriamiento son la mayor causa de su alto consumo de energía. Si bien, se están utilizando y desarrollando distintas fuentes de energías renovables no convencionales para alimentar estos espacios, su necesidad de pocas horas al año de interrupción, los convierten en sistemas dependientes de generadores a petróleo en caso de emergencia.

Sumado al problema energético anteriormente mencionado, estos equipos informáticos y tecnológicos utilizados en los centros de datos, están siendo sometidos a una constante experimentación y evolución por parte de los fabricantes. El imparable y rápido avance de la tecnología de estos, produce la obsolescencia de los dispositivos, que lleva a pensar en un futuro incierto y preguntarnos ¿cómo serán estos Centros de Datos en 100 años más? No se puede predecir si estarán en todos lados o tal vez se procese toda la data en la nube soportada por la estructura matemática del “blockchain”. Debido a lo anterior, estas enormes estructuras de hormigón diseñadas para albergar toda esta tecnología tienen un futuro incierto, que deja en cuestionamiento qué sucederá con el diseño de ellas y como pueden ser un aporte en conjunto con su contexto y comunidades que lo habitan.



## 2.6. OPORTUNIDADES DE PROYECTO

Tal como se ha mencionado anteriormente, la construcción de Centros de Datos va en un exponencial aumento a lo largo de todo el mundo. Sin embargo, la forma en la que se están diseñando y pensando estos espacios, está presentando importantes problemas en el tejido urbano y el eminente excesivo uso de recursos para su funcionamiento. De aquello, nace la oportunidad para la arquitectura de desarrollar nuevas formas de almacenar, procesar y distribuir datos de manera más sostenible con las comunidades cercanas y los ecosistemas.

En primer lugar, es indispensable reducir el uso de hormigón en las estructuras, debido a sus altas emisiones de gases de efecto invernadero. La experimentación y búsqueda de nuevas soluciones estructurales es indispensable para poder desarrollar estos lugares con posibilidades de transformación según las tecnologías lo requieran con sus avances.

Otra oportunidad presente, es el constante calor que estos servidores producen. La reutilización de este calor mediante circuitos cerrados de agua puede servir para climatizar espacios y así tener una circulación eficiente de la energía.

Para que estos espacios estén encendidos constantemente y no fallen, es importante la implementación de energías renovables no convencionales y almacenamiento de estas en baterías, para así, reemplazar la dependencia de combustibles fósiles para la autonomía en caso de emergencias.

Finalmente, estos lugares se emplazan en lugares y no dan mayor aporte a su contexto, lo cual deja pendiente establecer una relación coherente entre el proyecto, su usuario y el lugar.



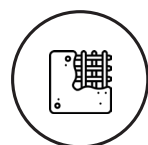
LUGAR



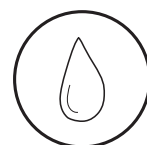
ENERGÍA



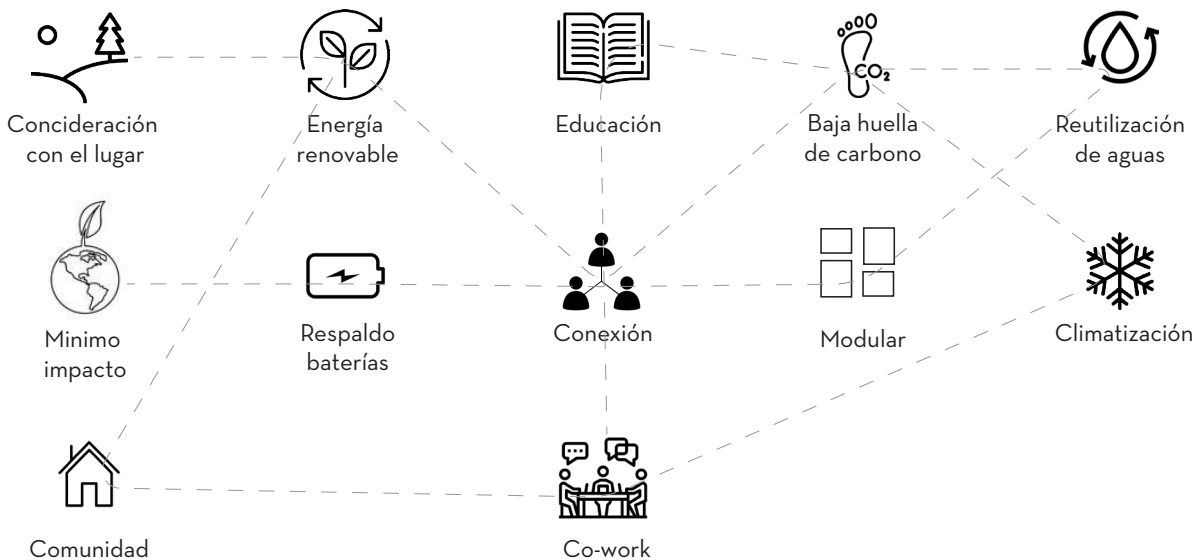
USUARIO



ESTRUCTURA

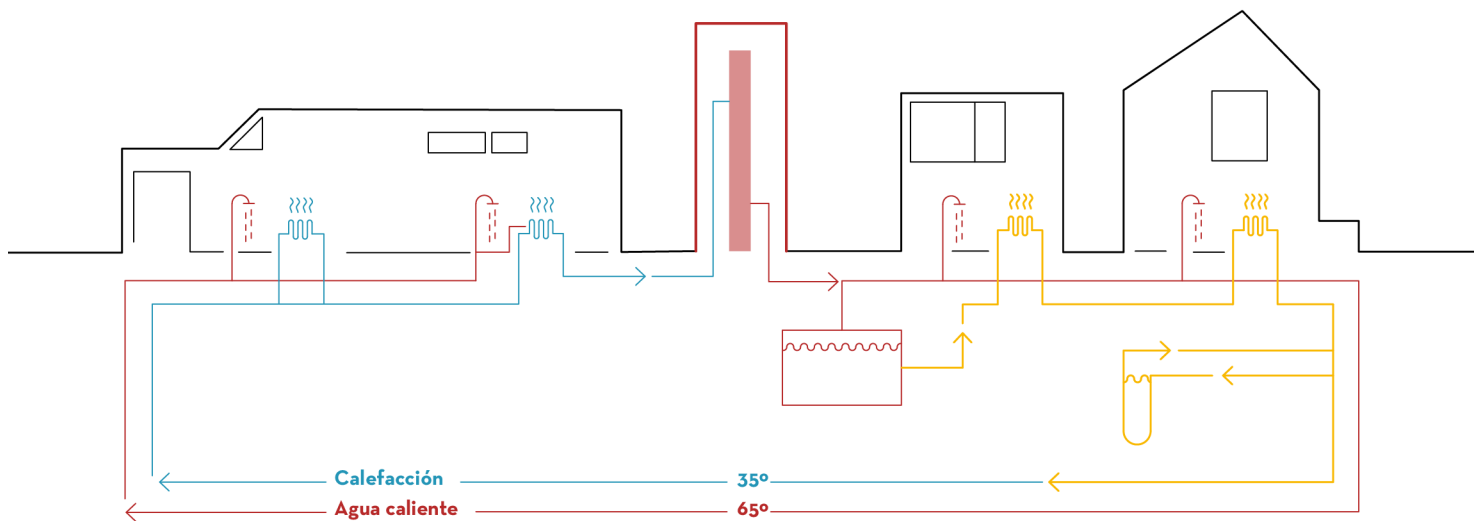


AGUA

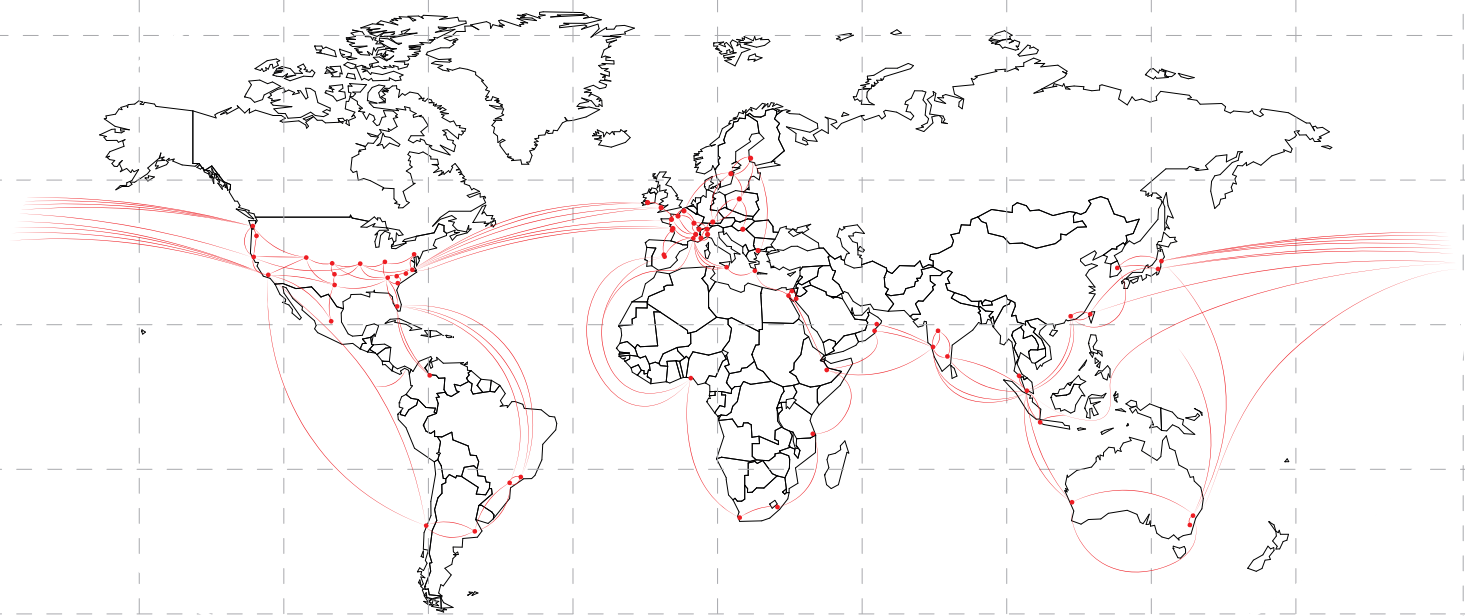


Oportunidades de proyecto  
Fuente: Elaboración Propia

### CENTRO DE DATOS



Reutilización del calor  
Fuente: Elaboración Propia





## CAPÍTULO III

Lugar

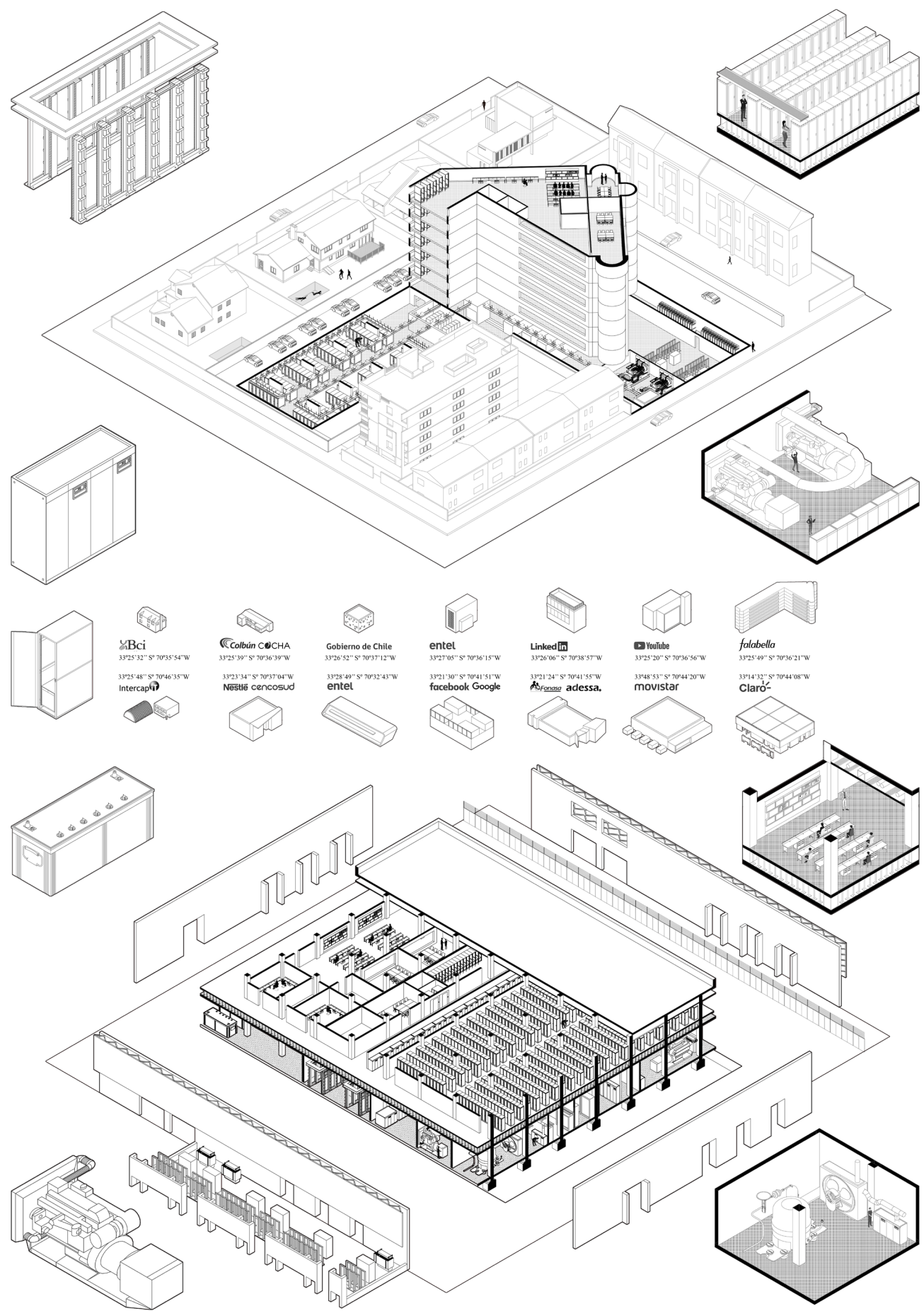
***“La arquitectura debería hablar de su tiempo y lugar, pero anhelar la atemporalidad”***















-Frank Gehry.

## 3.1. LOCALIZAR UN CENTRO DE DATOS

***La ubicación de los Centros de Datos es crucial para optimizar el rendimiento de ellos y la inversión. Existen una serie de consideraciones técnicas y factores a la hora de elegir el lugar. Los principales son, disponibilidad de energía, fuente de conectividad de fibra óptica, incentivos del gobierno local, la protección de datos, entre otros. Estos lugares deben ser construidos y pensando a largo plazo, debido a esto en un estudio de Data Center Frontier (Gillin, 2020), recomiendan seguir cinco reglas:***

1. Conocer el entorno: en primer lugar, son importantes las condiciones climáticas, como las altas temperaturas, precipitaciones y tormentas. Estos deben intentar evitar cualquier desastre natural como inundaciones, terremotos o tornados, para esto se debe incorporar un análisis de riesgo y estrategias de recuperación. También hay que considerar una buena conectividad con las carreteras ya que se requiere mover equipos pesados de forma segura. Y por último, que el lugar disponga de mano de obra calificada para mantenimiento, administración y gestión de operaciones dentro de estos centros de datos.
2. Conocer la red eléctrica: La energía para el funcionamiento y enfriamiento de los servidores es mayor costos operativos, es por esto, que debemos buscar una red de alta capacidad y con accesibilidad a energías renovables no convencionales.
3. Conexión a la fibra óptica: Una fiable conexión a la red es indispensable para que estos lugares funcionen y se conecten con los demás centros del planeta.
4. Intereses locales: Muchos países están buscando avances en la conectividad y digitalización de sus localidades. Debido a lo anterior ofrecen reducciones de impuestos o costos de energía para tener Centros de Datos.
5. Prepararse para lo inesperado: En la gestión y construcción de estos Centros es indispensable considerar inconvenientes y tener estrategias de recuperación.



 <b>Bci</b> 33°25'32" S 70°35'54" W	 <b>Colbún CCHA</b> 33°25'39" S 70°36'39" W	 <b>Gobierno de Chile</b> 33°26'52" S 70°37'12" W	 <b>entel</b> 33°27'05" S 70°36'15" W	 <b>LinkedIn</b> 33°26'06" S 70°38'57" W	 <b>YouTube</b> 33°25'20" S 70°36'56" W	 <b>falabella</b> 33°25'49" S 70°36'21" W
 <b>Intercap</b> 33°25'48" S 70°46'35" W	 <b>Nestlé cencosud</b> 33°23'34" S 70°37'04" W	 <b>entel</b> 33°28'49" S 70°32'43" W	 <b>facebook Google</b> 33°21'30" S 70°41'51" W	 <b>adessa</b> 33°21'24" S 70°41'55" W	 <b>movistar</b> 33°48'53" S 70°44'20" W	 <b>Claro</b> 33°14'33" S 70°44'08" W

Centros de Datos en Chile.  
Fuente: Felipe Pucci, Trabajo PUC.

## 3.2. CHILE

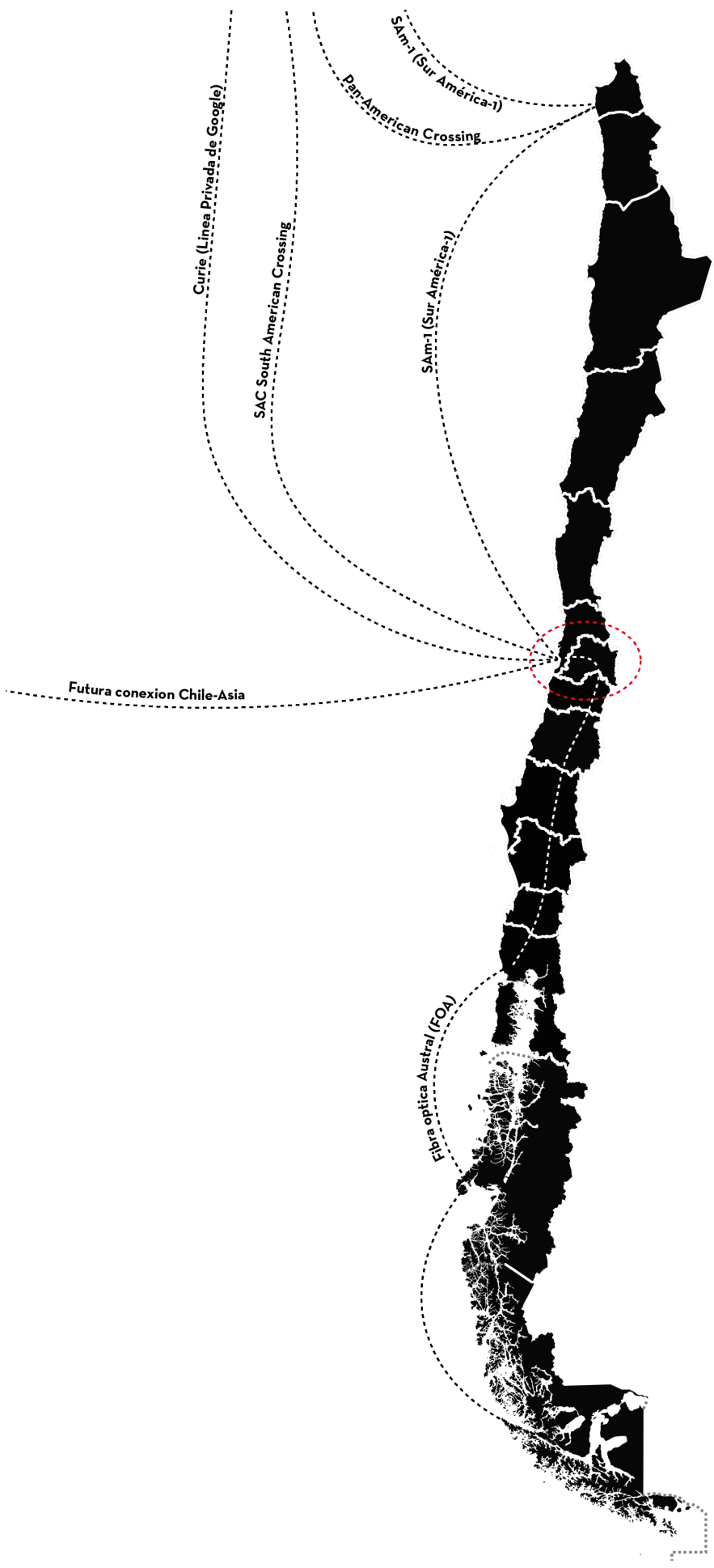
**“Se estima que Chile cuenta con entre 10 y 15 de estos mega espacios físicos destinados al almacenamiento de grandes volúmenes de datos, y la cifra está creciendo con velocidad, de la mano de la geografía del país, su estabilidad y su conectividad digital. Se trata de inversiones estratégicas. ‘Si queremos entregar servicios de calidad o iniciar y hacer crecer las industrias incipientes, este tipo de infraestructura es clave’, afirman en el Gobierno.” (Rivera, 2019. El Mercurio)**

Según M. Trinidad Rivera (2019) en su artículo de El Mercurio, Chile atrae a grandes empresas de conectividad y manejo de datos como Google, Oracle Claro, Huawei, Entel, Gtd y Sonda, para invertir e instalar sus propios centros de datos en el país. Esto se debe a múltiples factores que entregan la confianza a estas empresas para las estratégicas y duraderas inversiones que los Centros de Datos conllevan.

Chile cuenta con alta tecnología de conectividad, con una red de fibra óptica submarina que conecta directamente Valparaíso con Los Ángeles (Red privada de Google), varias redes de fibra que conecta con Sudamérica y hay un proyecto en curso de conectarse vía submarina con Asia (BCN, 2020). Esta única característica de conexión del país dada por su ubicación y geografía dentro de Sudamérica cautiva a los expertos e inversionistas del tema para seguir incentivando el crecimiento de este mercado. Sumado a lo anterior, Chile tiene un plan de desarrollo digital a nivel gubernamental para digitalizar todo proceso estatal y entregar conexión de alta velocidad a todos los habitantes del territorio chileno.

Por otro lado, la estabilidad económica y claridad en las leyes ha convertido a Chile en un “Hub Sudamericano” en cuanto al manejo de datos. Por temas fiscales y de impuestos, permiten a las empresas desarrollar planes de negocios a largo plazo lo cual es bastante importante a la hora de proyectar un Centro de Datos.

Finalmente cabe destacar el fuerte crecimiento que hay en las estrategias de energías renovables no convencionales y las nuevas líneas de transmisión por parte del gobierno chileno que permite llevar esta energía limpia a todo el país. Debido al alto requerimiento energético que tienen los Centros de Datos, ser un país que incentiva y busca la utilización de energías renovables es otro factor para atraer a las grandes empresas atrás de estos Centros de Datos.



Fibra Optica

### 3.3. CASO DE ESTUDIO: QUILICURA

***“La comuna de Quilicura se localiza en la zona noroeste de la Región Metropolitana, en la Provincia de Santiago, en el límite con la Provincia de Chacabuco, La Comuna presenta una superficie de aproximadamente 5.706 hectáreas (57 Km<sup>2</sup>), equivalente al 0,36% de la superficie regional metropolitana. En términos geográficos, Quilicura se emplaza al interior del valle central del territorio de la Región Metropolitana, diferenciándose espacialmente del resto de la ciudad de Santiago por la presencia de los cordones de cerros que determinan el área norte dicha ciudad (que incluye al cerro San Ignacio y Manquehue, entre otros, además de los cerros Renca y Colorado).” (Infracon, 2020)***

En la comuna de Quilicura se presenta un notorio contraste entre zonas residenciales e industriales. Esta área productiva industrial de la comuna tiene un alto impacto ambiental para los habitantes del lugar e incluso para toda la Región Metropolitana. Si bien el Plan Regulador Metropolitano (PRM) permite este uso de suelo, es necesario buscar soluciones a la forma en que crece la industria y se hace responsable de su contexto y emisiones.

***“En la región existen 1.870 puntos industriales y comerciales que concentran el 80% de las emisiones de toda la Región Metropolitana. De este total, 182 están ubicadas en Quilicura lo que pone a la comuna en la segunda con mayor número de estas fuentes.” (Terram, 2015)***

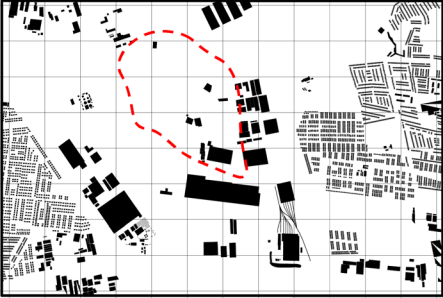
Sumado a las industrias productivas y bodegaje de Quilicura, en enero del 2015 comenzó a funcionar el primer Centro de Datos de Google, llegando así una nueva tipología de industria al lugar. A la fecha la empresa tecnológica ya duplicó la capacidad de trabajo y la empresa de comunicaciones SONDA construyó un tercer Centro, concentrándose los 3 al norte del anillo de Américo Vespucio y al Este de la Ruta 5 Norte, en el “parque industrial Quilicura”, bordeando el recinto deportivo, Club Aconcagua.

Estas nuevas tipologías de industrias tecnológicas para el procesamiento de datos, se hacen cada vez más necesarias para la alta demanda de datos que existe hoy en día. Los enormes centros de datos causan ruido en la comuna, debido a la poca relación que establecen con su contexto, alto consumo energético y preocupante impacto en el ecosistema.

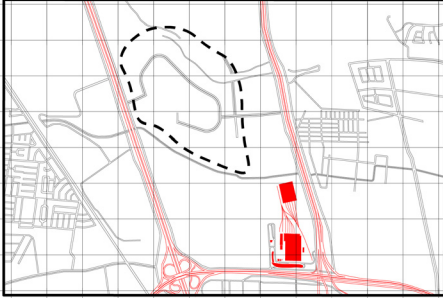
Debido a lo anterior, se toma como caso de estudio el “parque industrial de Quilicura” para desarrollar el Centro de Datos “Código Abierto”. Aprovechando la estable red eléctrica y fibra óptica que ya existente en el lugar para alimentar los Centros de Datos existentes. Se buscará evolucionar la forma en que los



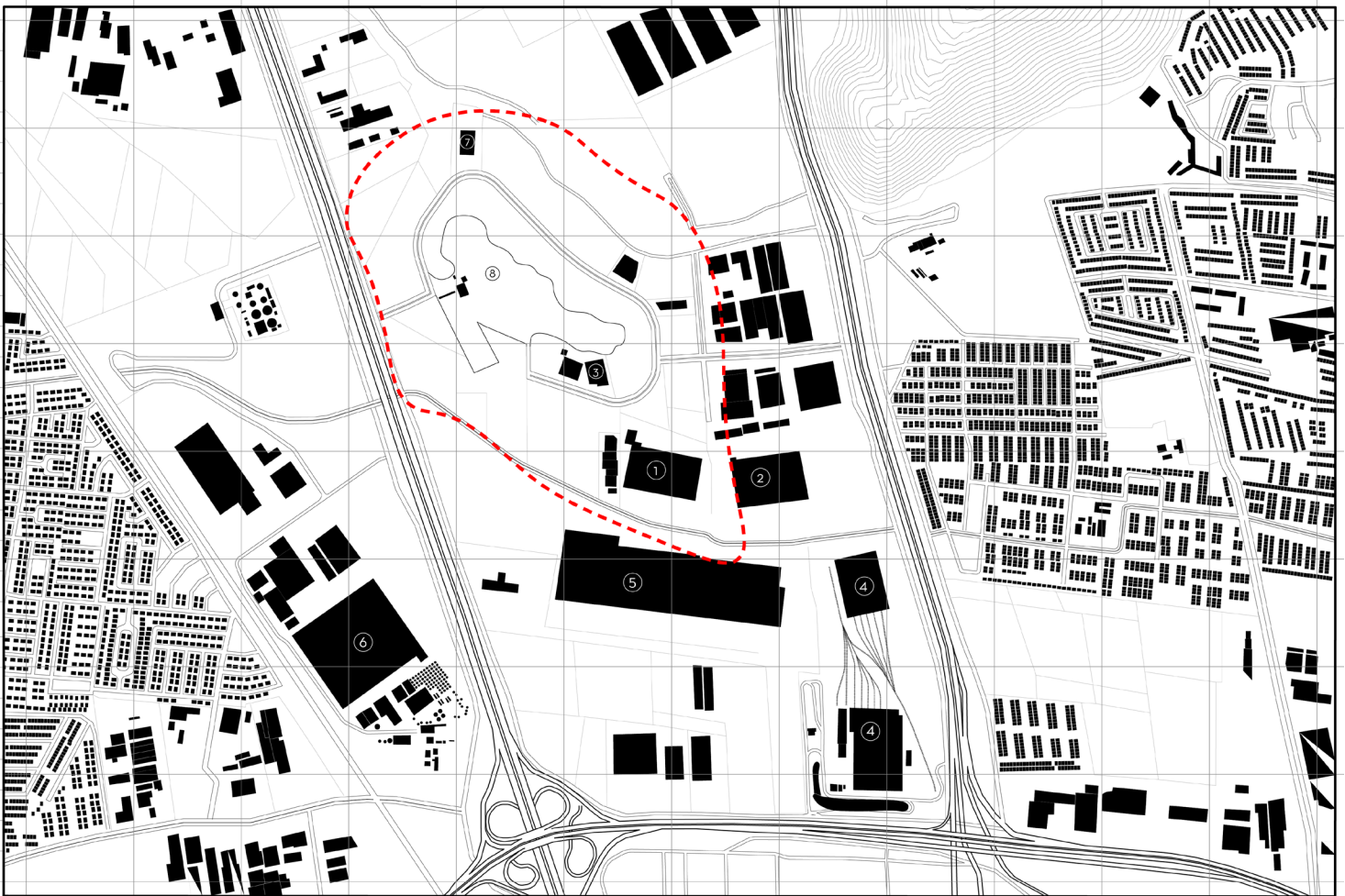
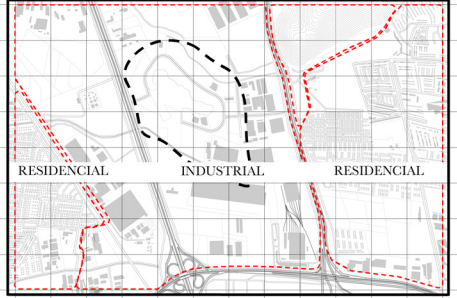
NOLLI



VIALIDAD

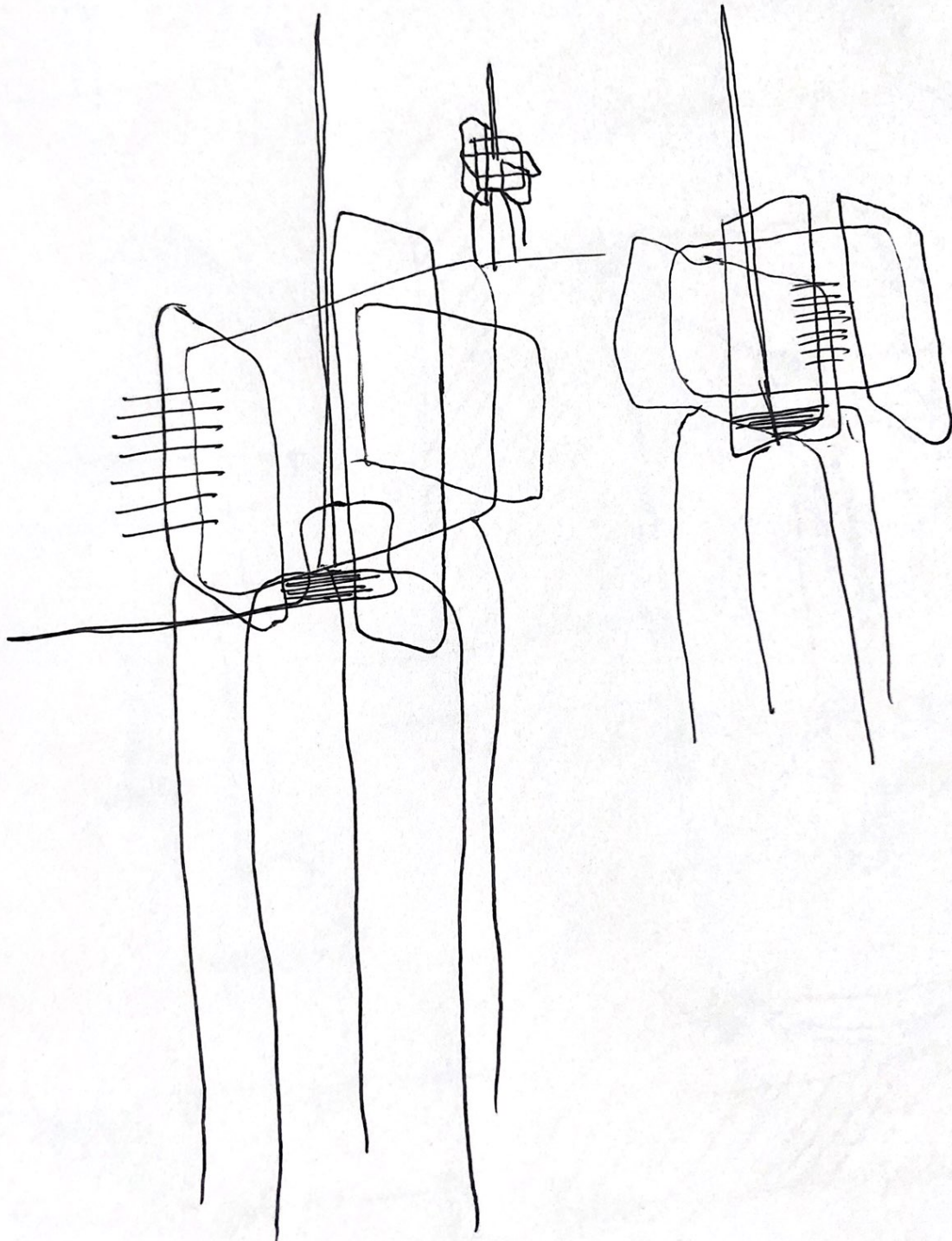


USO DE SUELO



- 1. Data Center Google
- 2. Data Luna
- 3. Data Center Sonda
- 4. Intermodal Los Libertadores
- 5. Walmart
- 6. CCU
- 7. Centro eventos Puente Verde
- 8. Club Aconcagua







# CAPÍTULO IV

Propuesta

## 4.1. CÚAL

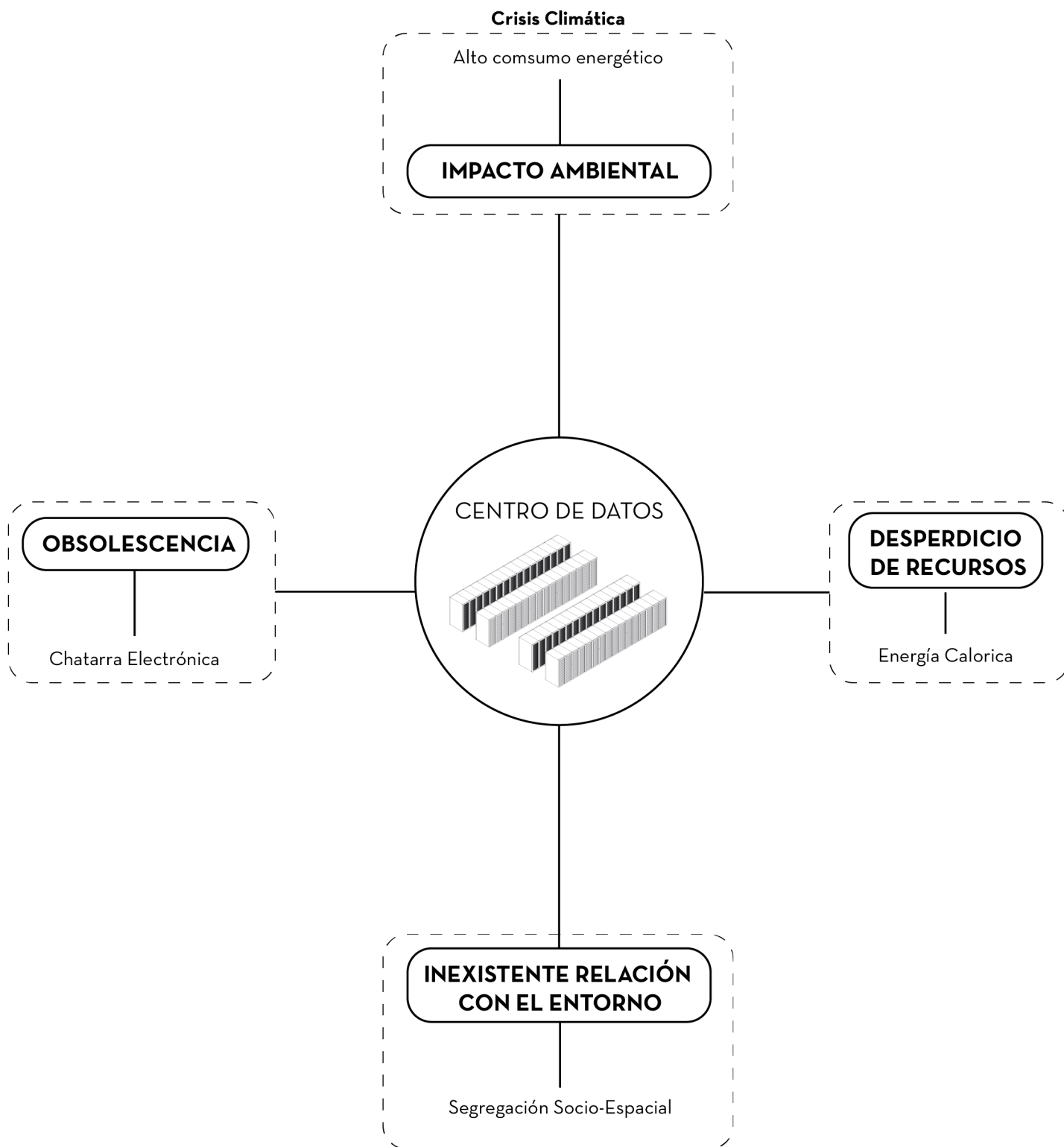
### El problema

Con el exponencial aumento de la demanda de datos en el mundo, se están requiriendo nuevos Centros de Datos, lo cual, si bien mueve la industria de la construcción y tecnología, es de suma importancia comenzar a diseñar estos centros con proyección hacia el futuro, técnicas sustentables y relación con su entorno. Sumado a lo anterior, para sustentar los servicios digitales de Sudamérica, Chile es el país de mayor atracción para las empresas de comunicación con el objetivo de instalar sus Centros de Datos y poder brindar servicios al cono sur. De aquello nace una oportunidad económica para el país y una posibilidad de desarrollar de manera correcta esta industria y dirigir las tecnologías hacia un futuro sostenible.

Como se mencionaba anteriormente, los Centros de Datos pueden traer beneficios económicos para un país, sin embargo, tienen un elevado impacto ambiental el cual debe ser regulado desde las autoridades y desde sus diseñadores. Es aquí como la arquitectura cumple un rol fundamental en el diseño de estos espacios donde su alto consumo energético y poco aprovechamiento de recursos en una realidad climática crítica, todavía puede ser replanteado.

Sumado al aumento de Centros de Datos en el mundo; la tecnología utilizada dentro de estos espacios tiene una acelerada evolución y nos lleva a pensar que la forma en que se procesan, almacenan y distribuyen los datos ira actualizándose y cambiando constantemente dejando obsoleta la utilizada actualmente. Es por esto, que la arquitectura tiene la oportunidad de generar infraestructuras que puedan transformarse con el paso del tiempo respondiendo a diferentes requerimientos.

Finalmente estos grandes espacios construidos en zonas industriales, se están ocultando de las personas y no están siendo un aporte en el tejido urbano de la ciudad generando una segregación socio-espacial. De aquello nace una oportunidad de proyecto para re pensar y mejorar estos lugares desde la arquitectura.

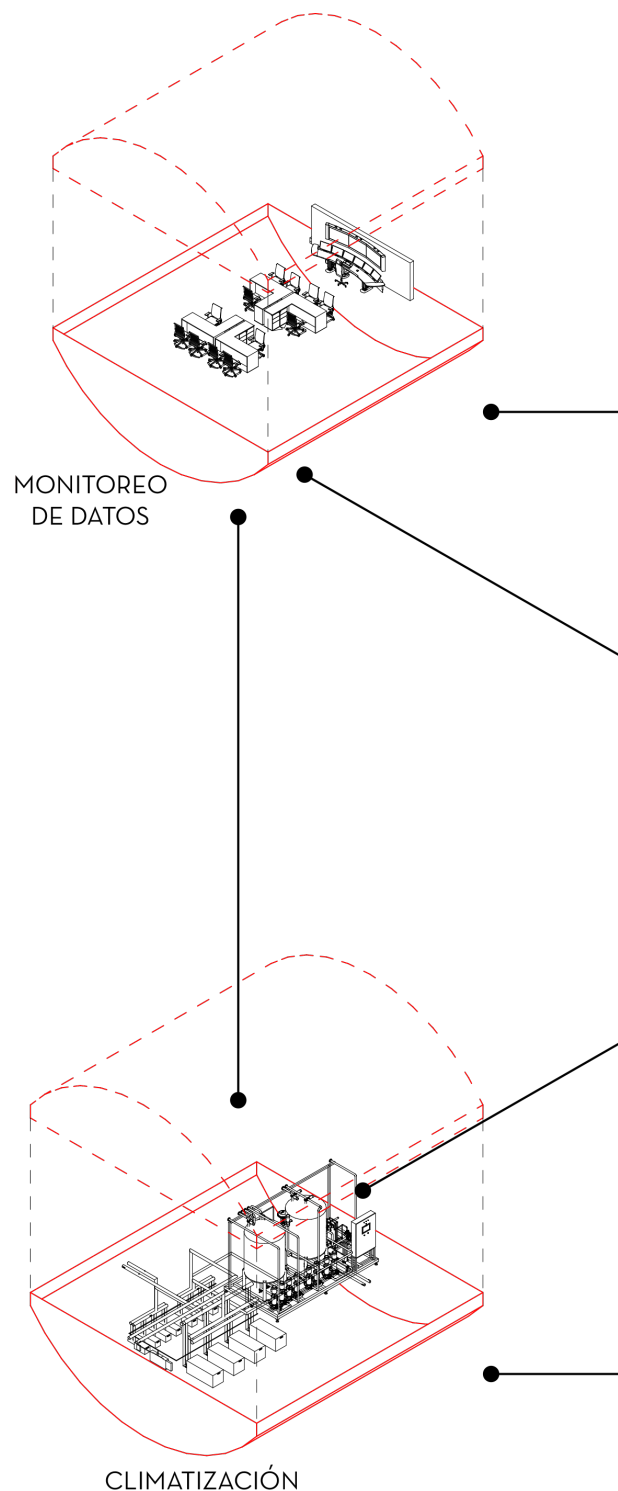


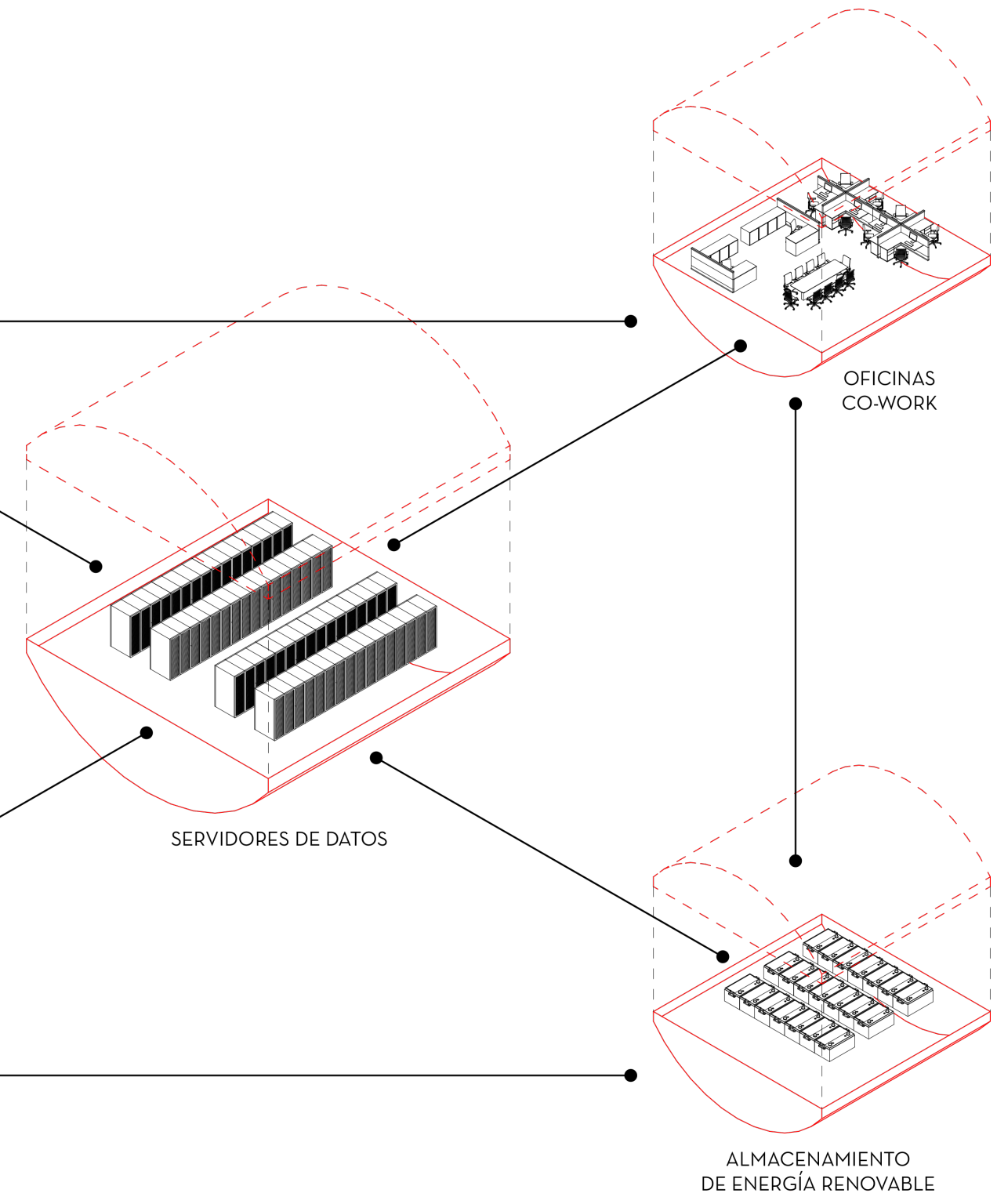
## 4.2. QUÉ

### Hacer de acuerdo al problema

Habiendo comprendido las problemáticas identificadas anteriormente, para poder generar un cambio en el diseño de los Centros de Datos, es necesario repensar estos lugares desde la arquitectura para así consolidar una coherencia entre el proyecto, su lugar y usuarios. Si bien, estos lugares son mayoritariamente diseñados por ingenieros buscando la mayor efectividad y seguridad para los servidores, con la exponencial aparición de estos centros en el tejido urbano, para la arquitectura como disciplina, nace una oportunidad de diseño, donde con operaciones arquitectónicas podemos brindar seguridad a los datos y además estos espacios entreguen un aporte físico a donde se emplazan.

Por otro lado, los Centros de Datos son responsables de un porcentaje considerable de emisiones de gases invernaderos a nuestro ecosistema y va en constante aumento. Primero, es de suma urgencia buscar nuevas técnicas estructurales para comenzar a reducir el uso de hormigón y generar estructuras con la posibilidad de crecer, decrecer y transformarse según la tecnología lo va requiriendo. En segundo lugar, estos servidores producen un constante calor, el cual debe ser extraído de las salas de computadores. Es indispensable comenzar a usar estas temperaturas para climatizar otras áreas y tener una circulación eficiente de las energías calóricas. Finalmente, debido al alto consumo de energía que conlleva el procesamiento de datos, es necesario comenzar a utilizar energías renovables no convencionales como es la energía solar y sistemas de almacenamiento de energía con baterías, para así evitar la dependencia de combustibles fósiles en caso de emergencia.



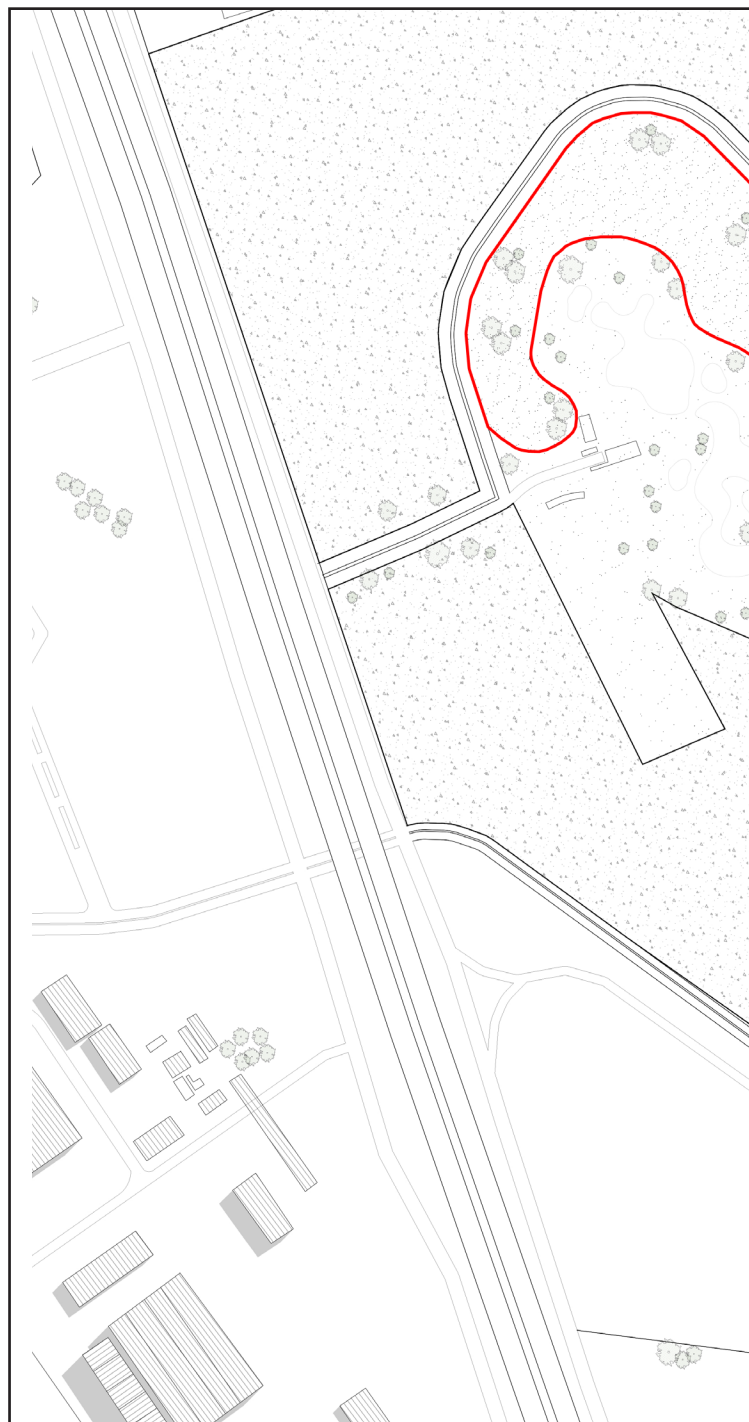


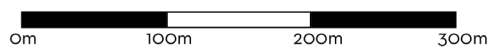
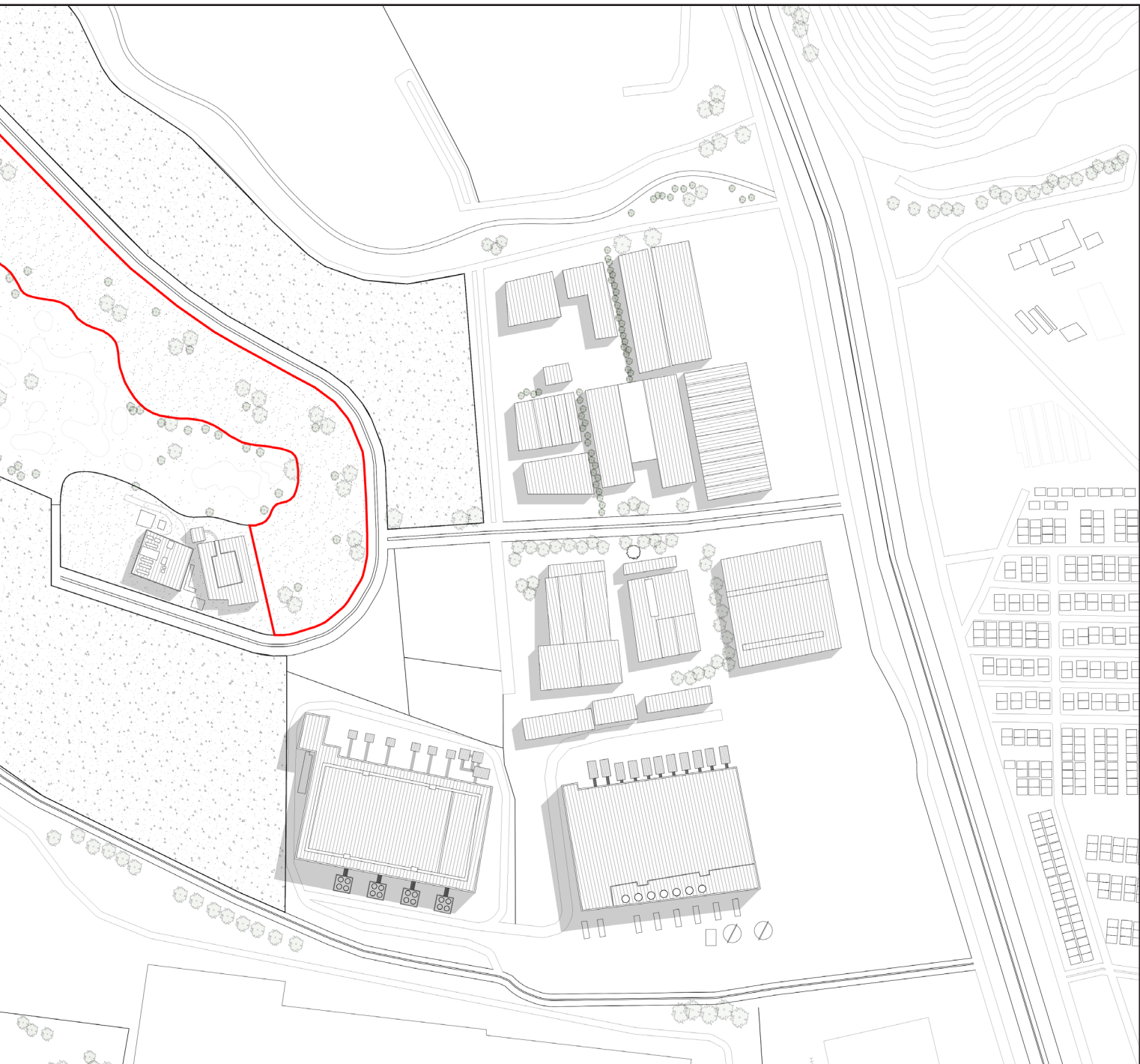
## 4.3. DÓNDE

### Elección del lugar

Para definir la ubicación de un Centro de Datos se analiza un sinnúmero de variables calculando posibles inconvenientes a corto y largo plazo. Comienza desde una mirada macro (Países) y se va afinando el análisis hasta llegar al emplazamiento perfecto. Para el desarrollo del procesamiento de datos en Sudamérica, Chile es el país que cumple con mayores requisitos para que las empresas de comunicación instalen sus Centros. Esto se debe a su ubicación geográfica que posibilita una conexión por fibra óptica mediante el océano pacífico con distintos países. Además, la estabilidad económica y existencia de leyes sobre el asunto causa interés por parte de los inversionistas extranjeros. Por otro lado, Chile está comprometido a la neutralidad de carbono para el 2050 y posee varias fuentes de energías renovables no convencionales las cuales suministran la red de energía del país para ser utilizadas para el manejo de datos. Finalmente, el estado de Chile, tiene en desarrollo la “Ley de transformación digital del estado” (Ley N.º 21.180), la cual apunta a construir un “estado moderno” donde los órganos de administración estarán obligados a disponer y utilizar plataformas electrónicas. Todo lo anterior sitúa a Chile en una buena posición a nivel sudamericano que atrae a los inversionistas para así desarrollar la industria de los datos en América del Sur.

Entendiendo el potencial que tiene Chile para el desarrollo de los Centros de Datos, se toma como caso de estudio el “Parque Industrial Quilicura” donde ya existen Centros administrados por Google, Facebook y Sonda. El lugar presenta una robusta red eléctrica y conexión de fibra óptica para alimentar los centros existentes y poder seguir desarrollando la industria. Se tomara el terreno que colinda con el recinto deportivo Club Aconcagua para desarrollar un sistema modular escalable y replicable en distintos lugares del país.







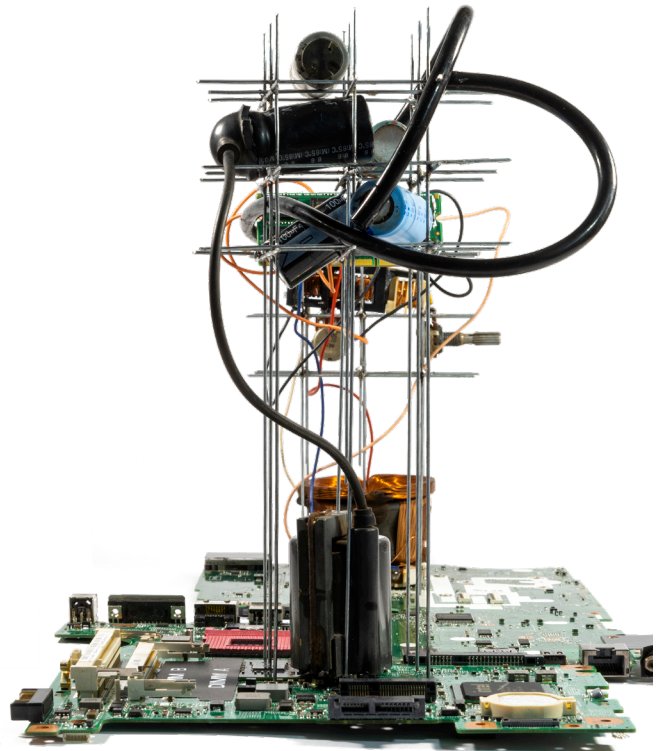
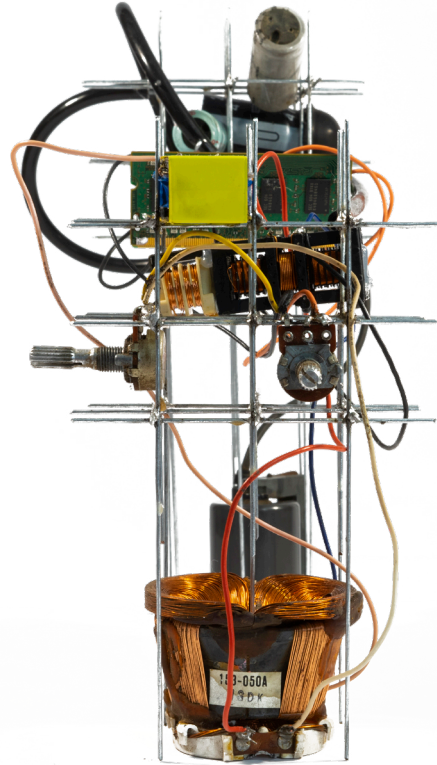
## 4.4. CÓMO

### La propuesta

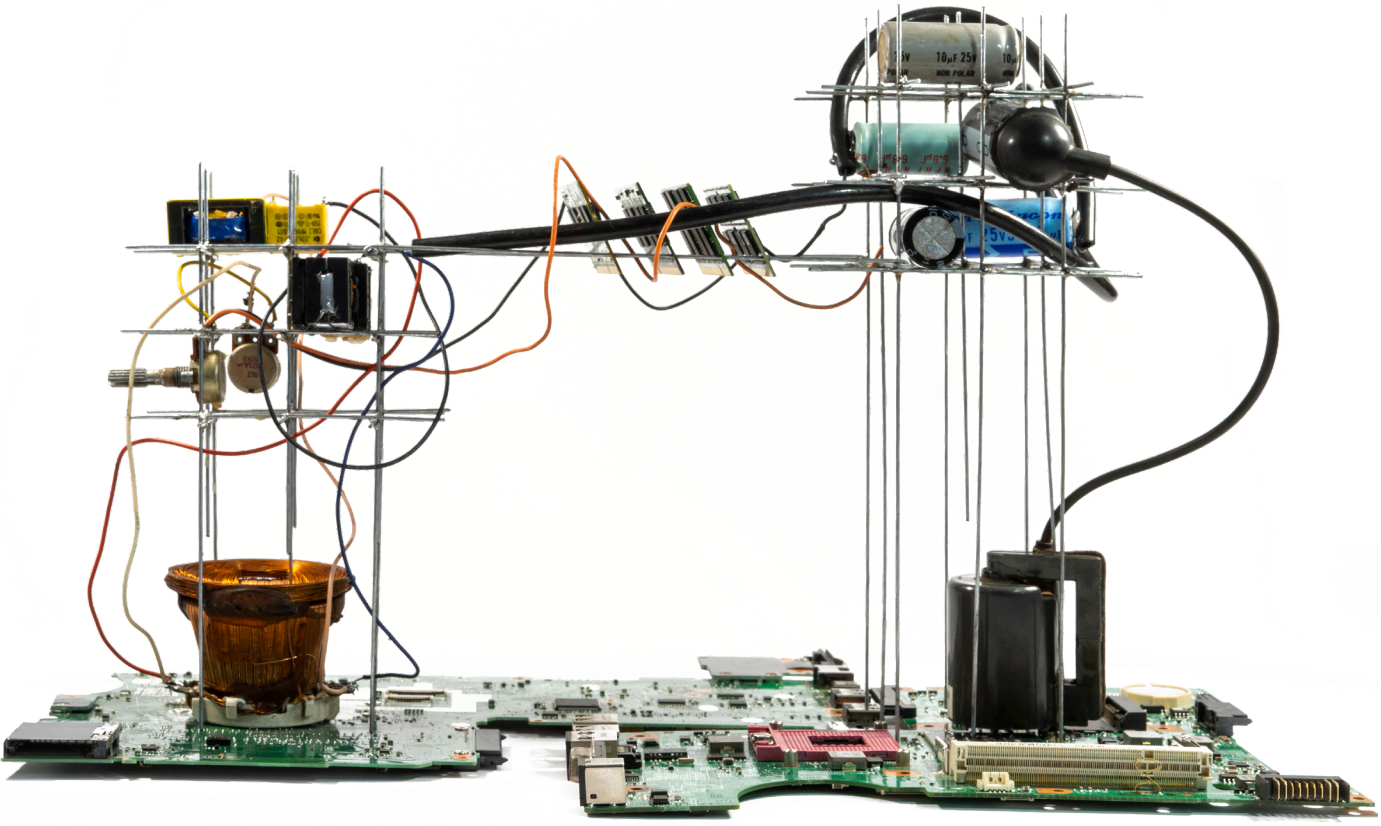
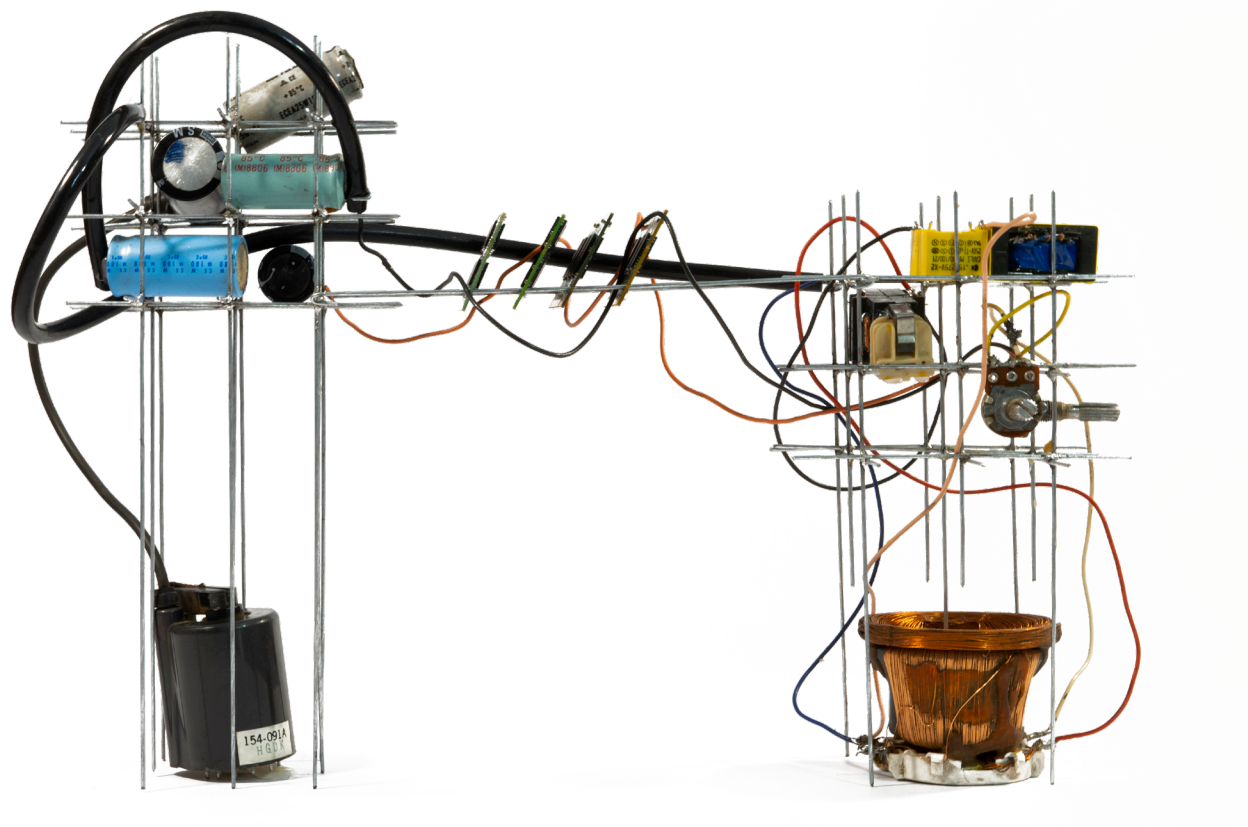
El proyecto se plantea como un Centro de Datos de mediana escala en el Parque Industrial de Quilicura. El cual, utiliza tecnologías de energías renovables, de estructuras autosoportantes, recirculación de calor, entre otras. Este, alberga el programa de servidores de datos, oficinas de trabajo colaborativo y todos los requerimientos técnicos que estos conllevan.

Para ello se propone un sistema estructural modular capaz de crecer, decrecer y transformarse según la tecnología de datos lo necesite. Esta estructura autosoportante funciona como grilla en donde cada programa se introduce de forma de capsula logrando así la capacidad de cambiar y evolucionar su programa según sea necesario.

Sumado a lo anterior, el proyecto puede ser replicado en cualquier parte que se necesite un Centro de Datos, consiguiendo así, concretar una red de estos artefactos con un mínimo impacto ambiental.



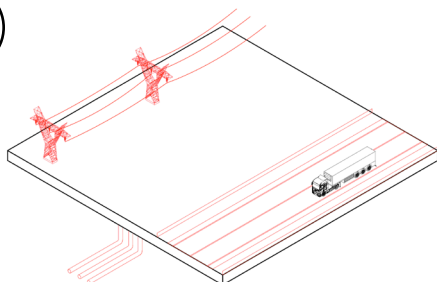




Modelo de Experimentación  
Fuente: Elavoración Propia

## 4.5. ESTRATEGIAS

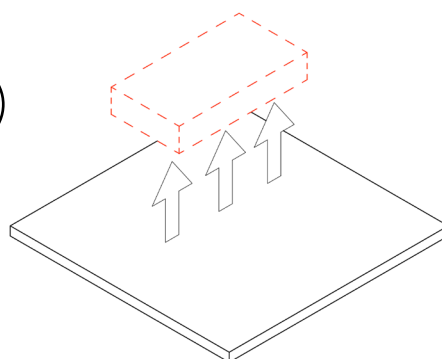
1



### Localización estratégica

Accesible  
Red eléctrica  
Conexión fibra óptica  
Seguro

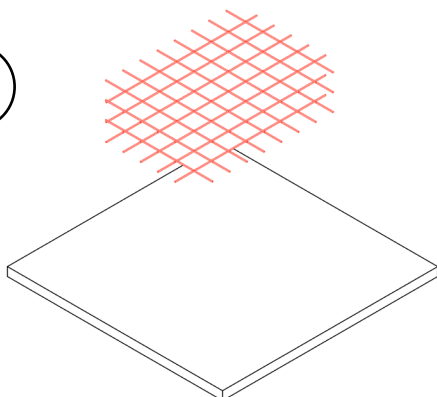
2



### Elevarse

Seguridad  
Generar espacio público

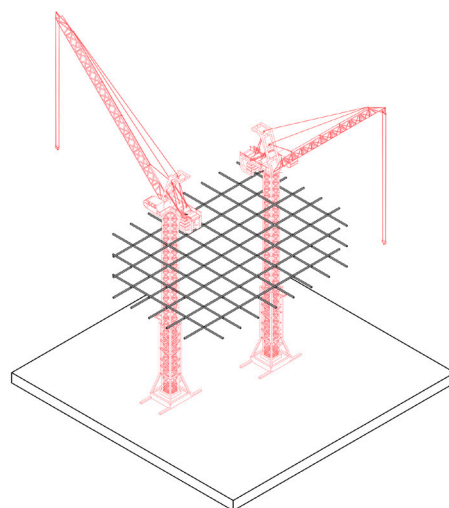
3



### Sistema modular

Prefabricable  
Escalable

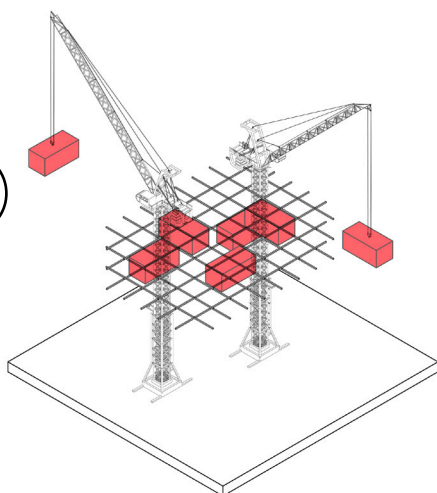
4



### Estructura autoportante

Autonomía constructiva

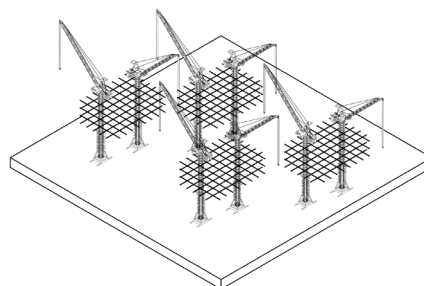
5



### Programas en capsulas

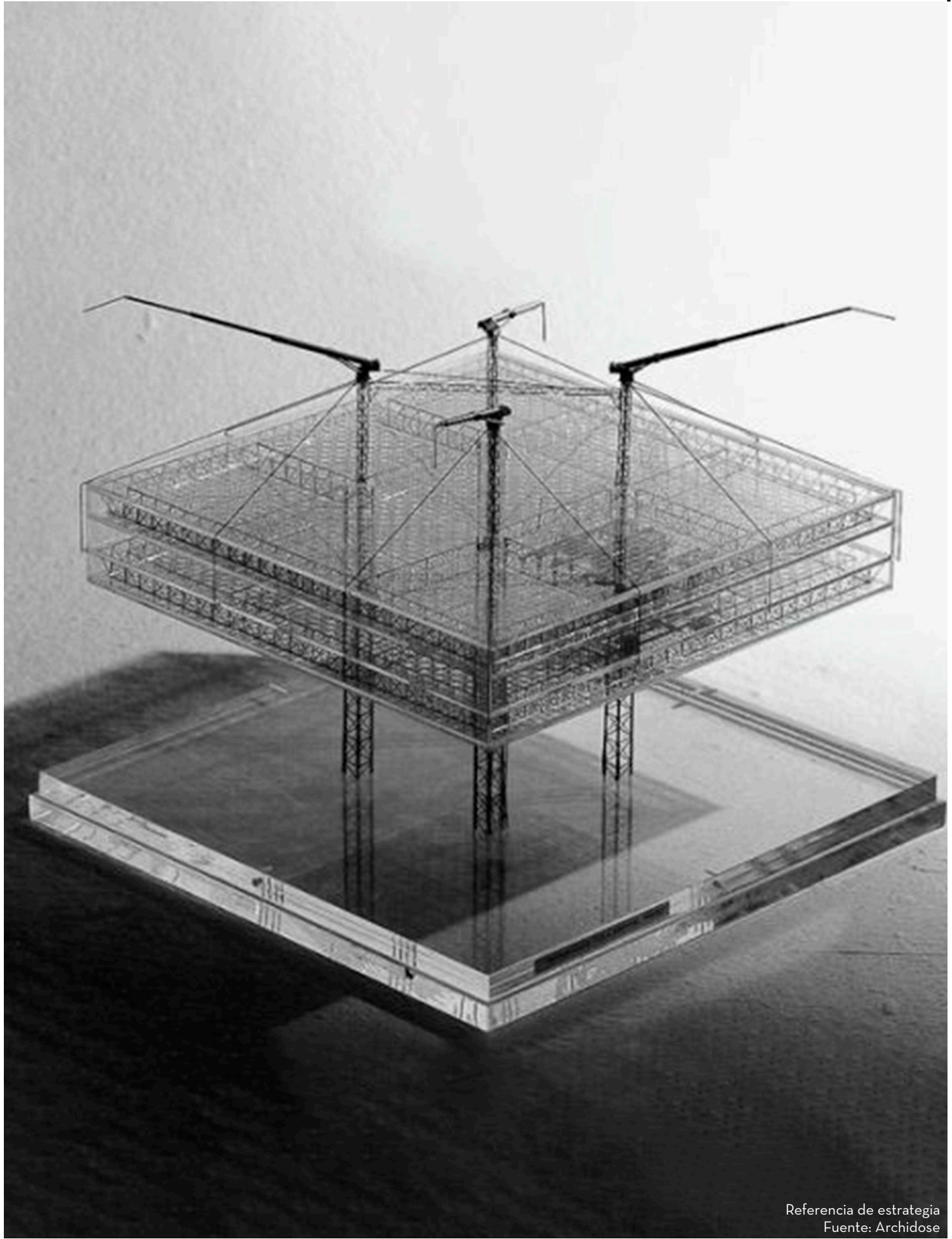
Seguridad  
Generar espacio público

6



### Replicable en el territorio

Sistema de datos sostenible

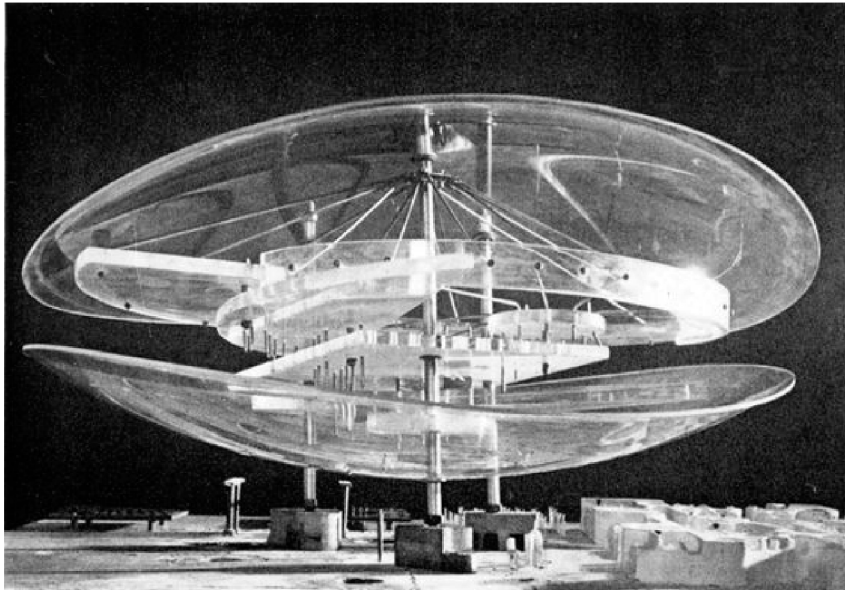


Referencia de estrategia  
Fuente: Archidose

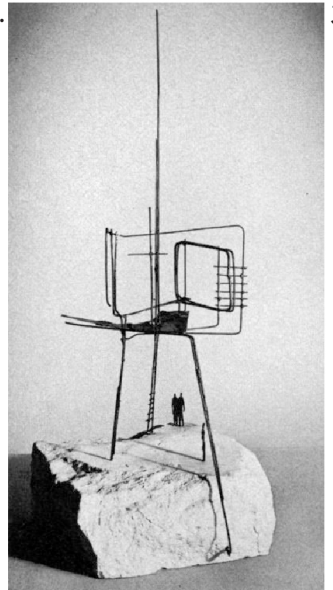


## 4.6. REFERENCIAS

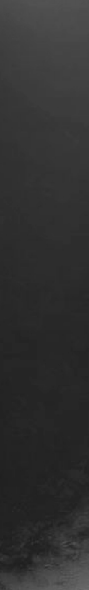
1.



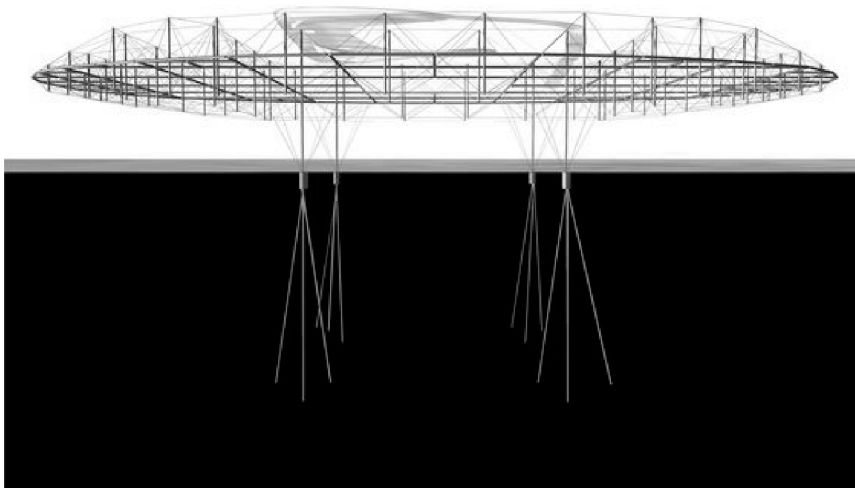
2.



3.



5.

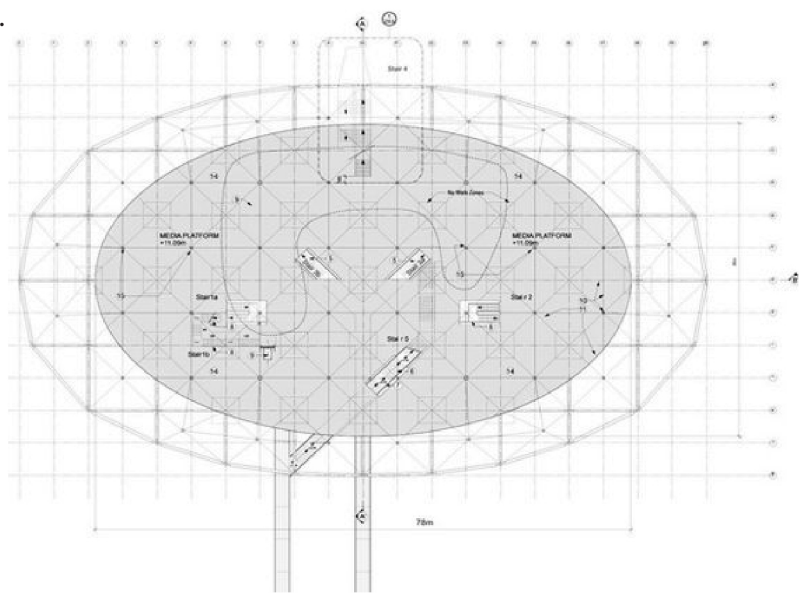


6.

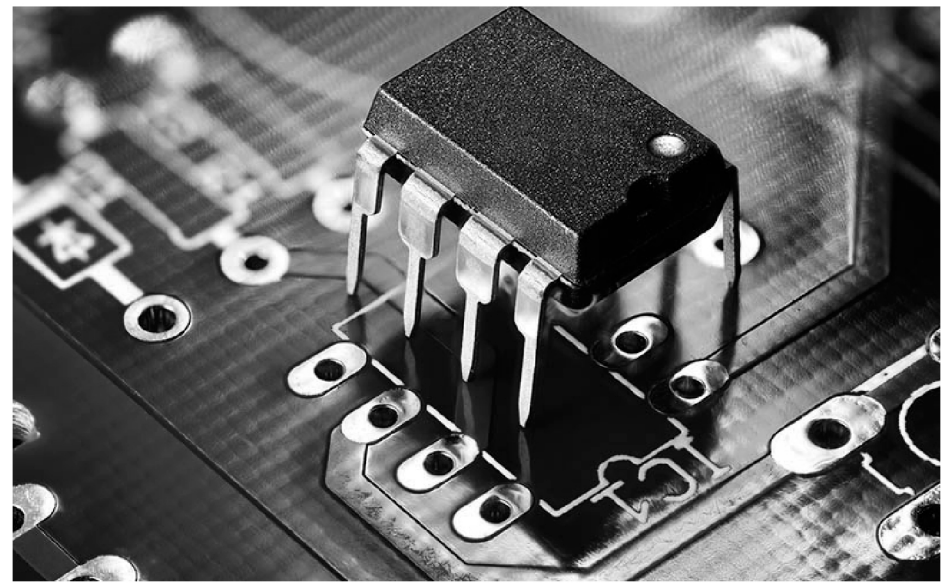




4.



7.



# 4.6. REFERENCIAS

1.



2.



5.



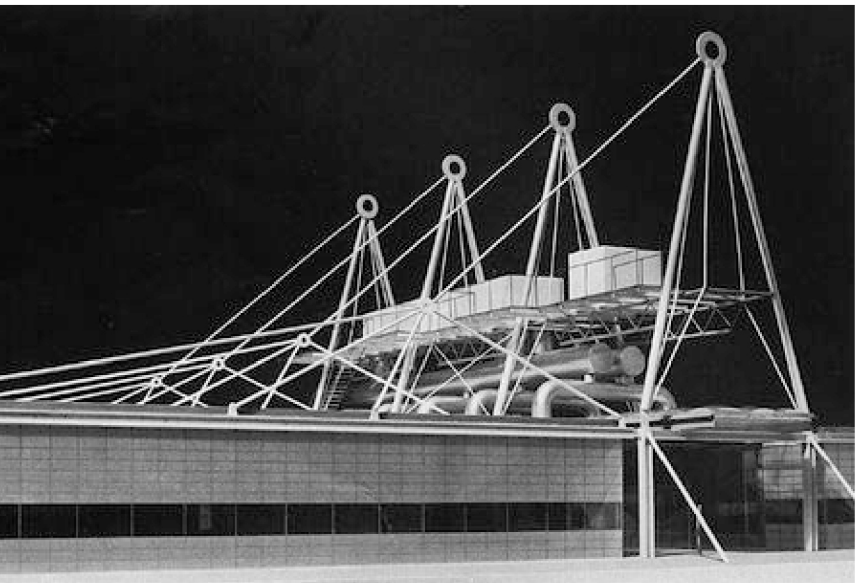
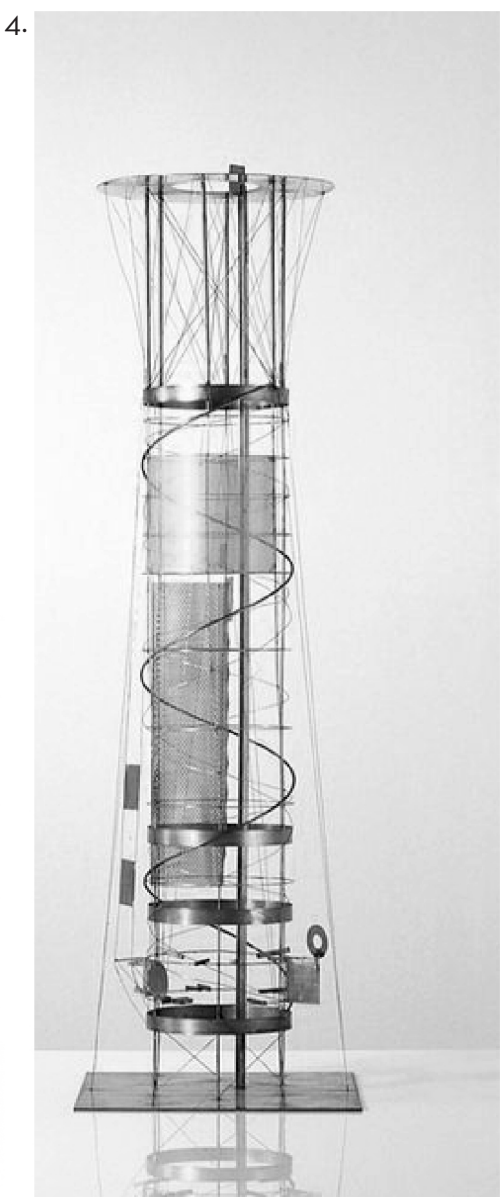
6.



7.







1. Fuente: undiaunaarquitectura.com / 2. Fuente: Evolo.us / 3. Fuente: Philip Toolin  
4. Fuente: sightunseen / 5. Fuente: rocknvox.com / 6. y 7. Fuente: Archiveaffinities

## 4.7. ROL DE LA ARQUITECTURA

La tecnología digital, programación de software, manejo de datos, entre otros rubros. Se están tomando por completo los imaginarios y predicciones del día de mañana, llevando a pensar a las personas que solo en esos temas podrán participar activamente del futuro. Sin embargo, es indispensable descubrir problemas y oportunidades desde todas las aristas y visiones posibles. Así y solo así podremos llegar a diseñar y pensar en soluciones innovadoras las cuales realmente marquen el cambio y un nuevo mejor rumbo de la sociedad. En el caso de la arquitectura, hay que intentar no quedarse en el diseño de proyectos clásicos, por el contrario, hay que investigar sobre problemas del futuro relacionados con el diseño, sustentabilidad, innovación material, tecnología, entre otros, y desde ahí encontrar argumentos y motivaciones donde poder intervenir y plantear cosas nuevas. Si bien, en investigar y proponer proyectos innovadores desde la academia no lograremos cambiar el mundo, si podemos lograr generar conciencia en los lectores y abrir la motivación e imaginación de los futuros diseñadores de espacios del futuro.





# CAPÍTULO V

Anexos



## 5.1. BIBLIOGRAFÍA

-Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN), (2020, 25 agosto), El despliegue del cable transoceánico que conectaría a Chile con el Asia a través de Australia. (<https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/despliegue-cable-transoceanico-chile-australia>)

-Cabello, Daniel. (2019, 22 Febrero). ¿Qué es un data center y por qué Chile atrae a las gigantes tecnológicas?. La Tercera. (<https://www.latercera.com/pulso/noticia/data-center-chile-atrae-las-gigantes-tecnologicas/539494/>)

-Gilling, Paul (2020). Five Things To Know About Data Center Site Selection [Cinco cosas que debes saber sobre la ubicación de un Centro de Datos.]

-Infracon (2020). Actualización Plan Regulador Comunal de Quilicura.

-Kios Network. (2020). ¿Qué es un Data Center?. <https://www.kionetworks.com/blog/data-center/qué-es-un-data-center>

-Koolhaas, R. (2018). OMA, Museum in the Countryside [Museo en el Campo]

-Kriegh, J., Lee, H.W., Whittington, J., Awad, N., Aviv, D. and Ida, A. (2021). Launching a Sustainable Data Center for the Future: A moonshot for this age. [Iniciando un centro de datos sostenible para el futuro: una oportunidad para esta era.]

-Rashid, A. (2019). Data center Architecture Overview [Descripción general de la arquitectura del centro de datos]. Dhaka, Bangladesh

-Reinsel, D., Gantz, J. & Rydning, J. (2018). Data Age 2025. [Era de la Data 2025].

-Rivera, M. (2019, 03 de octubre). Inversión en construcción de data centers y redes de fibra óptica asciende a US\$ 1.060 millones. El Mercurio. (<https://portal.nexnews.cl/showN?valor=coble>)

-Yagüe, Helga. (2011, 25 mayo). Google abrirá el primer data center refrigerado con agua de mar. Silicon. (<https://www.silicon.es/google-abrirá-el-primer-data-center-refrigerado-con-agua-de-mar-12556>)

