

TESINA PROYECTO DE TÍTULO  
**Observatorio vulcanológico**  
**Vultur Andino**

alumno Náyade Müller Riquelme

profesor Christian Langenegger

mención Innovación y Emprendimiento

18.06.2024



**TEMA: APLICACIÓN DE CONDICIONES BIOLÓGICAS DEL CÓNDOR EN LA ARQUITECTURA  
DE ALTA MONTAÑA**

**CASO: OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO VULTUR ANDINO**

**LUGAR: COMPLEJO VOLCÁNICO PUYEHUE – CORDÓN CAULLE**

**POR: NÁYADE ELENA MÜLLER RIQUELME**

**Tesina presentada a la Facultad de Arquitectura y Arte de la Universidad del Desarrollo  
para optar al grado académico / título profesional de ARQUITECTA  
con mención en Innovación y Emprendimiento.**

**PROFESOR GUÍA**  
**Arquitecto CHRISTIAN LANGENEGGER**

**Junio, 2024**  
**CONCEPCIÓN**

## **DEDICATORIA**

A todos quienes me acompañaron en este proceso lleno de emociones y tan importante, en especial a mis papás y amigos. Gracias por los buenos momentos y por hacer de esto posible con su ayuda y apoyo incondicional.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA</b> .....	1
<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
I.I Preguntas fundamentales.....	5
I.II. Oportunidad de innovación .....	5
I.III. Triangulo vitruviano .....	5
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	6
II.I De la tierra .....	6
II.II De sus habitantes.....	12
<b>III. TEMA</b> .....	18
III.I Filosofía inicial: Biomímesis .....	18
III.II Magisterio: Fauna de alta montaña .....	22
III.III El gran maestro: Cóndor andino .....	24
<b>IV. CASO</b> .....	30
IV.I Arraigado problema .....	30
IV.II Encaminadas soluciones: Técnicas de monitoreo volcánico .....	31
IV.III Cómo resolver este enigma: Programa.....	35
<b>V. LUGAR</b> .....	36
V.I Escoriales: Catastro volcanes en Chile.....	36
V.II Fumarolas: Ranking de peligrosidad .....	37
V.III Cámara central: <b>Complejo volcánico Puyehue - cordón Caulle</b> .....	39
<b>VI. USUARIO</b> .....	46
VI.I El pesar del profesional: Geólogos.....	46
VI.II Joven anhelante: Facultades de geología en Chile .....	47
VI.III Encuentro esporádico: Visitantes PN Puyehue.....	48
<b>VII. ESTRATEGIAS PROYECTUALES</b> .....	49
VII.I Estrategia morfológica: Forma y movimiento .....	49
VII.II Estrategia territorial: Expansión y desplazamiento .....	50
VII.III Estrategia de emplazamiento: Territorio y adaptabilidad .....	50
<b>VIII. MODELO DE GESTIÓN</b> .....	52

<b>IX. LAMINAS TITULO</b> .....	53
<b>DOSSIER</b> .....	63
<b>REFERENCIAS</b> .....	65
<b>Antecedentes académicos</b> .....	68
<b>ANEXO 1</b> .....	69
<b>ANEXO 2</b> .....	71

## **RESUMEN**

Chile, ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, alberga una amplia cantidad de volcanes, siendo el segundo país con mayor número en el mundo. Sin embargo, actualmente solo cuenta con una entidad responsable del monitoreo volcánico; cuyo objetivo es pronosticar la actividad volcánica y de este modo alertar a las comunidades que habitan las áreas aledañas. No obstante, no solo los seres humanos habitan estos terrenos volcánicos, también son hogar de una gran diversidad de especies, entre las cuales destaca el cóndor andino, único en su tipo capaz de adaptarse a tales condiciones extremas de altitud y terreno inestable.

De este modo se desarrolla un proceso que relaciona la arquitectura de alta montaña para el monitoreo volcánico, con las soluciones biológicas que entrega el cóndor para la adaptación a las condiciones naturales. Este proceso se logra mediante la biomimesis, un enfoque arquitectónico que busca resolver problemas humanos a través de estrategias biológicas.

Para lograrlo, se realiza un análisis a cabalidad de diversas variables del cóndor, incluyendo su comportamiento en el aire y en tierra, así como sus características biológicas. Estas se interpretan para obtener diferentes opciones de geometrización que brinden soluciones a la problemática abordada en esta investigación.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **I.I Preguntas fundamentales**

¿Se podrán habitar territorios inestables utilizando estrategias recogidas de las especies habitantes del lugar?

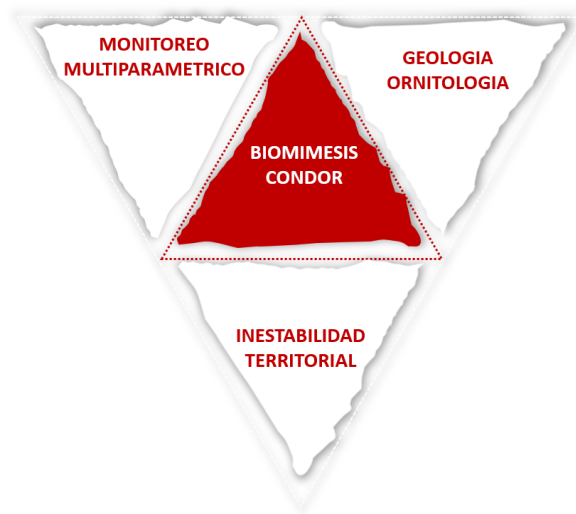
¿Cómo se podría aprender desde el análisis del cóndor a habitar territorios inestables?

¿Cuál es el potencial de la innovación en el diseño que ofrecen los métodos biomiméticos?

### **I.II. Oportunidad de innovación**

Los patrones de comportamiento del cóndor andino ofrecen estrategias para tornar posible el planteamiento de un proyecto en su territorio de habitabilidad; el suelo volcánico se caracteriza por la inestabilidad y gracias a lecciones entregadas por las estrategias de comportamiento del cóndor, se logra habitar esta tipología de suelo inestable.

### **I.III. Triangulo vitruviano**



## **II. MARCO TEÓRICO**

### **II.I De la tierra**

Si bien las erupciones volcánicas cuentan con una connotación negativa de destrucción, al tener la capacidad de transformar el terreno en su totalidad en un ínfimo margen de tiempo, también son responsables en el proceso de fertilización de suelos, como fuente de energía y de vida.

Chile se ubica en uno de los márgenes continentales más activos del planeta. Las placas tectónicas se encuentran, separan y rompen, y cada una de estas manifestaciones permite la generación de magma en profundidad, el cual asciende hasta la superficie terrestre y da origen al fenómeno volcánico. (Servicio Nacional De Geología y Minería [SERNAGEOMIN], 2018, p.9)

La realidad volcánica de nuestro país no se limita al territorio continental, contando con un número de islas que poseen una larga historia volcánica; y al extremo austral los volcanes se mantienen en una eterna lucha del calor del fuego y el frío del hielo.

Hoy en día, Chile cuenta con el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), el cual se encarga del análisis y entendimiento del fenómeno volcánico del país. Este estudio vulcanológico es de vital importancia para descifrar los posibles efectos que pueden tener los volcanes o la actividad volcánica tanto en la población como en la infraestructura y así hacer la entrega oportuna de información tanto a autoridades como a las comunidades (SERNAGEOMIN, 2018). El mencionado análisis se realiza en el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS), el cual es una sub-rama del SERNAGEOMIN que se plantea en 1992 pero inaugurado en 1996; más adelante se crea un nuevo programa llamado Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV), este programa es generado el año 2009, posterior a la erupción del volcán Chaitén ocurrida en mayo de 2008. Actualmente la RNVV se conforma por dos unidades (RNVV, sf):

#### **I. Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur**

Ubicada en Temuco, donde se realiza la vigilancia instrumental a tiempo real de los 45 volcanes más peligrosos del país.

#### **II. Unidad de Geología y Peligros de Sistemas Volcánicos**

Ubicada en Santiago, donde se realiza la caracterización geológica de los volcanes y se confeccionan los mapas de peligrosidad.

La Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV) permite a las autoridades contar con información oportuna para la gestión de una emergencia volcánica y toma de decisiones enfocadas en la seguridad de la población. Esto incluye el establecimiento de la vigilancia en tiempo real de 45 de los 92 volcanes considerados geológicamente activos en territorio nacional, a través del Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) ubicado en ciudad de Temuco. Además, la RNVV provee información volcanológica a través de mapas geológicos y de peligros volcánicos, difusión mediante charlas y ferias, además de tecnologías de la información. Con esto se impulsa la conciencia y respeto por la zonificación de peligros en las decisiones sobre uso del territorio, la elaboración y práctica de planes de emergencia volcánica y la educación ciudadana. (Red Nacional de Vigilancia Volcánica [RNVV], sf)

La tarea consiste en evaluar los datos recogidos por la red de vigilancia y de este modo establecer líneas guías y periodos de inestabilidad de los volcanes monitoreados y así realizar pronósticos sobre las erupciones volcánicas, ya que la actividad volcánica no es predecible pero si se puede evaluar y proyectar sus procesos a partir del monitoreo. Para este monitoreo, se emplean diversas herramientas como son las estaciones sísmicas, estaciones de GPS, inclinómetros para medir deformación, estaciones para medir los flujos de elementos químicos, cámaras web, sensores acústicos y cámaras térmicas. (Palma, 2015)

Sin embargo, Chile cuenta con más de dos mil volcanes distribuidos a lo largo de su geografía; debido al hundimiento de la placa de Nazca debajo de la placa Sudamericana, las formaciones geológicas de millones de años derivaron en el extenso cordón montañoso que hoy en día conocemos, el cual producto a la tensión provocada por las placas, se encuentra en constante movimiento generando regularmente actividad volcánica. Los volcanes pueden considerarse: activos, durmientes o extintos. Más de 500 volcanes chilenos registran actividad, no obstante el resto no debe considerarse definitivamente extinto, ya que los tiempos geológicos son mayores a como se percibe el tiempo comúnmente, es decir, que simplemente podrían tener ciclos más extensos (Memoria chilena, 2022). Chile es una de los países con más volcanes del mundo, solo Indonesia supera en número al país latinoamericano, es por esto que las erupciones volcánicas son algo que ocurren con bastante regularidad y de acuerdo a su grado de peligrosidad, generan una gran alerta o no. En el libro Chile territorio volcánico publicado por el

SERNAGEOMIN para la difusión de información sobre los volcanes a la población chilena, se definen las tipologías de erupciones volcánicas de la siguiente manera (2018):

**I. Hawaianas**

Erupciones efusivas con escasa o nula actividad explosiva, excepto por aquellas que ocurren directamente sobre un surtidor o fuente de lava sobre el cráter de un volcán, desde el cual emanan usualmente flujos de lavas. Se asocian casi exclusivamente a magmas de composición basáltica y son especialmente comunes en los volcanes escudos.

**II. Estrombolianas**

Corresponden a erupciones moderadamente explosivas con producción de ceniza, pómez/escoria y bombas que siguen trayectorias balísticas desde los cráteres. Son comunes en la formación de conos piroclásticos, en algunos casos de manera contemporánea con la emisión de flujos de lava. Son magmas típicamente de composición basáltica o andesítica.

**III. Vulcanianas**

Erupción de carácter explosivo y de corta duración, asociada a la violenta expulsión de fragmentos sólidos de rocas, bloques y ceniza, que en conjunto generan columnas eruptivas por lo general menores a 10 km de altura sobre el volcán. Estos eventos se asocian a la apertura de conductos volcánicos y destrucción parcial de domos de lava. Si bien pueden ser generadas a partir de cualquier composición magmática, son particularmente comunes en composiciones andesíticas y dacíticas.

**IV. Plinianas**

Erupciones muy violentas con importante emisión de piroclastos (pómez y ceniza) y generación de columnas eruptivas que usualmente alcanzan alturas entre 15 y 35 km sobre el volcán y que se prolongan por largos periodos de tiempo, desde horas hasta días. Las zonas aledañas al volcán son afectadas por el emplazamiento de flujos piroclásticos, mientras que la caída de ceniza puede afectar miles de km<sup>2</sup> de superficie.

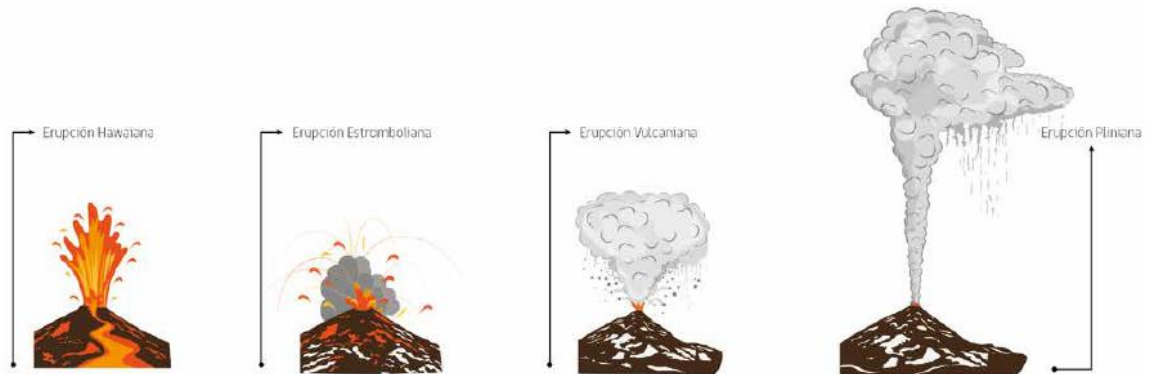


Figura 1: Tipo de erupciones volcánicas. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). *Chile: territorio volcánico*. (2018) p.17

Durante estos procesos eruptivos, los volcanes expulsan diversos productos a la superficie de la tierra, entre los cuales pueden estar:

**I. Flujo de lava**

Fluido viscoso formado por roca fundida, gases disueltos y fragmentos de cristales y rocas.

**II. Lahar**

Se puede formar por la fusión repentina de hielo/nieve durante una erupción, se desplazan principalmente por cauces que descienden de un edificio volcánico a grandes velocidad (pueden superar los 100 km/h).

**III. Piroclastos**

Pueden corresponder a porciones de magma impulsadas desde el cráter, las que se solidifican en el aire o a ceniza y polvo de roca, cristales y vidrios emitidos durante erupciones.

**IV. Bombas**

Es un tipo de piroclastos mayor a 64 mm de diámetro.

**V. Columna eruptiva**

Mezcla de piroclastos y gases de alta temperatura, que asciende sobre el centro de emisión y se inyecta en la atmosfera. Esta se puede dispersar por el viento o por difusión atmosférica, formando un penacho volcánico desde donde precipitan piroclastos a la superficie terrestre.

**VI. Caída de ceniza**

Lluvia de piroclastos proveniente desde columnas eruptivas y penachos volcánicos.

**VII. Flujo piroclástico**

Nube o corriente densa formada por piroclastos y gases, que se desplaza por las laderas de un volcán y depresiones topográficas. Se caracteriza por sus altas temperaturas y ser altamente destructivo.

**VIII. Avalancha volcánica**

Corresponde a una avalancha de detritos volcánicos formada por el colapso parcial o total de un edificio.

**IX. Gases**

Son los responsables de la creación del conducto que conecta la cámara magmática con la superficie y de conducir el proceso eruptivo.

La continua actividad volcánica da origen a una gran variedad de morfologías volcánicas, En la cadena volcánica de los Andes se encuentran principalmente siete tipologías que serán explicadas a partir de lo declarado por parte del SERNAGEOMIN:

**I. Estratovolcán**

Corresponde a un edificio volcánico mayor, formado por una alternancia de lavas y depósitos piroclásticos emitidos durante erupciones sucesivas. Esta tipología se encuentra comúnmente en las zonas de subducción, como es el caso de Chile continental. Alcanzan alturas de 1 a 3 km sobre la base, con volúmenes entre 10 y 100 km<sup>3</sup>, aunque algunos pueden superar ampliamente los valores promedio.

**II. Cono de piroclastos**

Es un tipo de volcán generado a partir de un solo suceso eruptivo, de composición basáltica predominantemente. Su formación puede durar horas o años, se generan en cualquier ambiente tectónico y pueden tanto formar grupos o campos volcánicos como bien aparecer aislados; en algunos casos surgen como parásitos de un estratovolcán o volcán escudo.

**III. Volcán escudo**

Son formaciones generadas por numerosas erupciones de flujos de lava de baja viscosidad intercaladas con escasas capas piroclásticas. Suelen encontrarse en islas oceánicas, como es el caso de Rapa Nui. Estos edificios pueden alcanzar alturas considerables desde su base en el fondo oceánico, y sobrepasar incluso los 5 km. Debido a sus altas tasas de efusión, pueden emitir más de 10 000 km<sup>3</sup> de material durante su periodo de actividad.

**IV. Domo**

Estructura volcánica formada a partir de la emisión de un magma muy viscoso, usualmente de composición dacítica y riolítica. El domo es una acumulación de magma en superficie, el que, dadas sus características fisicoquímicas, presenta resistencia al fluir. Durante su emplazamiento, sufre frecuentemente colapsos parciales que dan origen a flujos piroclásticos.

**V. Complejo volcánico**

Corresponde a un conjunto de centros eruptivos espacialmente relacionados, monogenéticos y poligenéticos, que tienen, además, una relación temporal y genética en su evolución, la que generalmente incluye variados estilos eruptivos y prolongados periodos de actividad.

**VI. Campo o grupo volcánico**

Es un caso particular de los complejos volcánicos, donde numerosos volcanes menores o monogenéticos se distribuyen en un área común. Se asocian principalmente con volcanismo basáltico.

**VII. Maar**

Es producto de un evento eruptivo ocurrido por interacción entre el magma y el nivel freático o de agua subterránea, que origina erupciones explosivas, denominadas freatomagmáticas. Presentan cráteres anchos y bajos, de pendientes suaves.

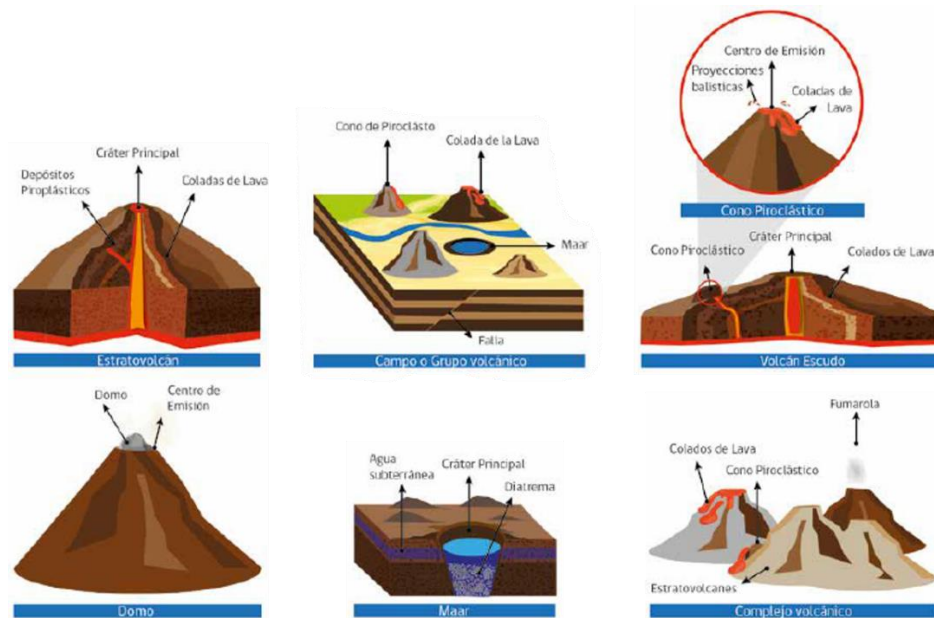


Figura 2: Tipo de volcanes. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). *Chile: territorio volcánico*. (2018) p.13

## II.II De sus habitantes

Crear que los seres humanos son la única especie capaz de generar arquitectura es una creencia errónea, ya que este concepto viene de algo más fundamental y primitivo: crear refugio. Si bien, no es su único objetivo sí el predominante "Las construcciones aumentan la esperanza de vida de los animales y sus crías, y mejoran las posibilidades de reproducción" (Pallasmaa, 2001, p. 25). Sin embargo nuestros conceptos arquitectónicos convencionales se limitan a la actividad constructora que se ha desarrollado durante los últimos 5000 años de la cultura occidental, no obstante durante las últimas décadas las tradiciones arquitectónicas de toda una diversidad de culturas ha venido captando la atención de los arquitectos occidentales. Los animales llevaban millones de años construyendo antes de que nuestros propios conceptos arquitectónicos empezaran a evolucionar "Hace 2000 años, los chinos aprendieron de las avispas a hacer papel, y siempre se ha pensado que las cámaras de puesta que construyen con arcilla las avispas alfareras habían servido de modelo para las vasijas de ciertas tribus de indios americanos" (Pallasmaa, 2001, p.25).

De este modo es cómo se logra evidenciar que el origen las construcciones tradicionales viene de la observación de otras especies, es más, desde la observación y análisis de especies es que

se han aprendido metodologías constructivas, las cuales pueden ser aplicadas en diversas situaciones o maneras: desde la construcción hasta artefactos y mucho más. Así como menciona Sánchez en su investigación Construcciones animales: los espacios instintivos de la naturaleza; animal constructor es el que posee algún tipo de comportamiento y habilidad para construir artefactos, por ende construcciones animales son las estructuras formadas por sus propios fluidos o secreciones y por los materiales que transportan e insertan en sus nidos, montículos o madrigueras.

Alejandro Bahamon y Patricia Pérez han estudiado la estructura anatómica de los animales (coraza, pelo, piel, caparazón, escamas), estructura constructiva animal (cavidad subterránea, telaraña, presa del castor, nido de pájaro), estructura constructiva animal social (hormigueras, colmenas, arrecifes de coral) y estructuras de animales temporales (bolsas de marsupiales, pupas) en la creencia de que la naturaleza les ha enseñado los patrones y técnicas de construcción a la vez que les proporciona el material de construcción. (Sánchez, sf, p. 15)

El término arquitectura animal como tal se le atribuye al zoólogo austriaco Karl von Frisch (1886-1982), ganador de un premio Nobel de medicina y fisiología en 1973 junto a Konrad Lorenz y Niko Tinbergen, por sus estudios sobre el comportamiento animal (Dávila, 2015). Específicamente sobre “la danza de la abeja y que demostró la capacidad de algunos animales para crear sofisticadas construcciones con un notable grado de conocimientos tecnológicos” (Sánchez, sf, p.15)

No es de sorprenderse que construcciones de especies variadas, tanto animales como humanos, tengan ciertas similitudes, dado que cada material posee su propia lógica de utilización. En las edificaciones tradicionales o vernáculas que trabajan con materiales naturales (como pueden ser fibras, barro, nieve, etc.) se pueden observar paralelos significativos con estructuras creadas por animales que utilizan los mismos materiales, ya que se rigen por sus propiedades físicas al momento de trabajar. “La mayoría de los materiales usados por los animales son también utilizados por el hombre, y debido a las limitaciones impuestas por dichos materiales, los métodos de construcción de los animales arquitectos tienen grandes paralelismos en nuestras propias construcciones” (Pallasmaa, 2001, p.93)

Hansell desarrolla una categorización de los métodos constructivos empleados por los animales en sus construcciones, que más adelante recoge Pallasmaa en su libro *Animales Arquitectos* (2001). Este hace mención de siete tipologías:

### **I. Esculpido y excavado**

El excavado es una metodología de resta, donde se va extrayendo material de una masa inicial. Un ejemplo de ello son las avispas solitarias las cuales perforan galerías en el suelo, donde introducen sus huevos. El panal de la abeja excavadora (*Halicetus quadrincintus*), está atravesado por un tubo de ventilación, el cual es manufacturado por medio del esculpido del terreno y estabilizado mediante una secreción endurecedora.

De todos modos, los mamíferos no se quedan fuera de esta técnica ejemplo de ello son los tejones, los cuales generan madrigueras con túneles que pueden alcanzar el kilómetro, cincuenta dormitorios y más de cien entradas; dichas madrigueras pueden ser utilizadas durante siglos por diversas generaciones.

### **II. Apilamiento**

Este método constructivo consiste de una serie de etapas, comenzando con la recogida del material, su transporte hasta el lugar de emplazamiento y por último su colocación en dicho espacio escogido sin la ayuda de materiales adhesivos. Esta metodología es muy popular entre las aves de gran tamaño como pueden ser las águilas, pelicanos, cigüeñas o cuervos.

Si bien aparenta ser una técnica sin mayores complicaciones, se ve acompañada por una pauta de conducta de bastante compleja. Los Pergoleros (*Ptilonorhynchus*) poseen cualidades decorativas de sus nidos:

Estas aves adornan sus áreas de cortejo y enramadas con frutos de colores, bayas y flores, objetos brillantes, como esqueletos de insectos y toda una variedad de materiales, plumas, hojas, musgo, líquenes, piedras, huesos, conchas de caracol y trozos de carbón. (Pallasmaa, 2001, p.91)

Además de complementarse con técnicas de tejido o entrelazamiento de material, suele haber una selección de materia dependiendo su uso, es decir, la selección de ramas para fines estructurales no será la misma selección que se hará para las capas internas del nido. El nido del ave Graja (*Corvus frugilegus*) posee cinco capas distintas: ramas gruesas como estructura base; ramas finas entretejidas alrededor del borde interior; musgo y arcilla en el fondo; y dos capas de revestimiento interior suave realizado con hierbas, hojas, musgo, tallos, etc.

### **III. Modelado**

Este método de construcción consiste en dar una forma diferente a una materia prima maleable. Englobando dos procesos:

- I. Modelar una masa irregular de material maleable otorgándole la forma deseada.

Este tipo de modelado es muy utilizado por especies que poseen pinzas bucales, capaces de realizar maniobras precisas con los materiales, sin embargo no es determinante. Una dificultad a la que se enfrentan todas las especies que utilizan la técnica del modelado es conseguir el grado de viscosidad ideal. Los vencejos al momento de recoger el barro para sus nidos, recolectan primero el más firme y/o seco, luego encima de este ponen el barro más blando. Lo fundamental es que al momento de aplicar el barro en el nido, lo agitan con un movimiento vibratorio, de esta manera el material blando llega al fondo primero uniendo el nuevo material con el que ya se encontraba posicionado. Se han observado distintas especies que usan la técnica de vibrar el material, muy similar a los mecanismos vibratorios de hormigón que emplean los albañiles en las obras de construcción.

- II. Extrudir sustancias secretadas por el propio animal a través de una fina matriz y luego construir una estructura con las hebras producidas. Para esto es necesario contar con miembros corporales adecuados y una fina capacidad de coordinación.

Sin duda la especie estrella de esta técnica son los arácnidos, quienes poseen glándulas para la producción de seda. Contando con múltiples tipos de glándulas dependiendo con que motivo se usará la seda, los cuales pueden ser: hilo a tracción, discos de unión, hilo para formar capullos, hilo para envolver e hilo de captura.

### **IV. Enrollado y plegado**

El propósito de esta técnica es crear estructuras tridimensionales mediante el enrollado y/o plegado de hojas de las plantas. La manera más clara y sofisticada en la que se evidencia este proceso, es en las especies comedoras de hojas, como es el gorgojo.

El gorgojo del abedul (*Deporatus betulae*) crea un enrollado de la hoja en sentido transversal, generando una tangente con la zona donde será cortada la hoja. De las perforaciones realizadas por el escarabajo, se secretan jugos de la planta el cual funciona como adherente en sí mismo, de este modo manteniendo la forma del rollo hasta que se seque la hoja y caiga.

### **V. Pegado**

En este método constructivo es necesaria una combinación de dos materiales: el estructural y el adhesivo. Este último suele ser una sustancia que segrega el propio animal constructor, tal como mucosa o seda.

La larva de frigánea (*Lepidostoma hirtum*) construye su vivienda con paneles prefabricados, similares a los empleados en las construcciones humanas de este tipo. Los paneles son producidos por medio de tejidos vegetales que la larva corta con sus mandíbulas, logrando geometrías regulares como resultado de una complicada serie de reflejos constructores; dichos paneles son luego unidos por medio de seda secretada de las mismas larvas.

## **VI. Tejido**

En los objetos tejidos, la estructura resultante se sostiene por su cuenta sin necesidad de adhesivos u otros agregados. Esta técnica requiere de dos cualidades principales por parte del animal constructor: una herramienta anatómicamente especializada, como puede ser el pico de un pájaro; y un patrón de conducta que le permita seguir el recorrido del hilo "Según Hansell, la técnica de tejido más desarrollado es el resultado de la evolución de una tendencia a invertir el sentido de una vuelta o bucle" (Pallasmaa, 2001, p.112). La evolución de un nido apoyado a uno colgante, ha permitido posicionarse en lugares más seguros fuera del alcance de depredadores.

## **VII. Cosido**

La gran diferencia entre la técnica del tejido con la del cosido, es que esta última requiere que el material principal sea atravesado por el material secundario, que mantiene junta la estructura, dándose claras puntadas. El nido realizado por el sastrecillo común (*Orthotomus sutorius*) con hojas de plantas, esta cosido con seda de las telas de araña, cortezas o incluso fibras de algodón. Los extremos sueltos del hilo, las remata con pequeños nudos para garantizar la estabilidad de su creación.



Sección de túneles del termitero

**ESCULPIDO Y EXCAVADO**



Nido de águila

**APIALDO**



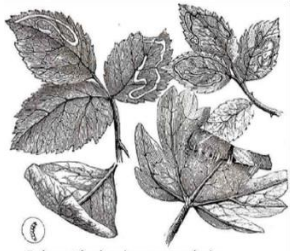
Nido de avispones

**MODELADO I**



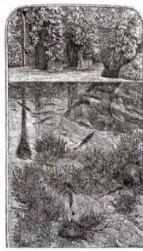
Tejedores africanos

**TEJIDO**



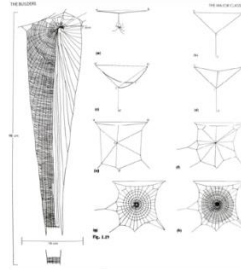
Rulos y túneles de oruga en hojas

**ENROLLADO Y PLEGADO**



Pez espinoso con sus nidos

**PEGADO**



**MODELADO II**



Sastrecillo

**COSIDO**

Figura 3: Métodos constructivos. Sánchez, A. *Construcciones animales: Los espacios instintivos de la naturaleza*. (sf) p.17-22

### **III. TEMA**

#### III.I Filosofía inicial: Biomímesis

En 1960 aparece el concepto de biónica, acuñado por el coronel de las fuerzas aéreas de Estados Unidos, Jack E. Steele (Agkathidis, 2017); la cual propone solucionar problemáticas humanas a base de conocimientos biológicos, problemas tanto de diseño, arquitectura, estructuras, entre otros. Como menciona Dávila en su tesis sobre los sistemas de climatización pasiva en la arquitectura animal:

Según Fabricio Vanden Broeck la biónica se define como <<El estudio de los sistemas y organizaciones naturales, con miras a analizar y recuperar soluciones funcionales, estructurales y formales para aplicarlas a la resolución de problemas humanos, a través de la creación de tecnología y la concepción de objetos y sistemas de objetos>> (2015, p.6)

Algunos de los conceptos estudiados por la biónica según Dávila (2015) son:

#### **I. Forma**

Está determinada por el equilibrio de fuerzas dinámicas, internas y externas.

Olgay menciona que solo las especies que encuentran el equilibrio en su entorno, sobreviven; haciendo referencia a los materiales y su adaptación a las fuerzas naturales del ambiente. (2019)

#### **II. Esfera y espiral**

Por sus características geométricas, la esfera es la forma más competente para la protección, teniendo una máxima capacidad de contención de volumen por unidad de superficie.

El espiral sigue a la esfera como patrón de crecimiento, pudiéndose comprender como la expresión vertical de la esfera.

La disposición de las hojas en el tallo se rige por una forma de hélice, permitiendo una mínima obstrucción al momento de recibir los rayos del sol.

#### **III. Apilamiento compacto**

Economía del espacio promovida por la acción de fuerzas externas, como son la gravedad o compresión.

El ejemplo más competente es el de los panales de abejas, quienes adoptan la geometría hexagonal para el aprovechamiento óptimo del espacio.

Recientemente ha aparecido una nueva disciplina denominada biomímesis, la cual tiene como objetivo tomar como fuente de inspiración e información a la naturaleza para resolver problemas humanos; buscando soluciones por medio de estrategias observadas en los ecosistemas, como son principios, patrones, funciones, etc. Algunos de los conceptos de esta disciplina resultan muy cercanos a las estrategias pasivas propuestas por la bioclimática (Dávila, 2019):

**I. Buen desempeño**

En la naturaleza, lo que no funciona de manera adecuada, desaparece. Las especies en la naturaleza se encuentran constantemente probando sus estrategias y patrones, siendo los sobrevivientes a este ensayo y error los transmisores de grandes conocimientos.

**II. Ahorro de energía**

En el mundo natural, el ahorro energético puede significar la supervivencia del individuo: quien gasta más energía de la que puede, morirá. Es por esto que las conductas y sistemas son de extrema eficiencia energética.

**III. Sin desperdicios**

En los ecosistemas todo forma parte de dicho sistema, sin existir materias como desperdicios ya que todo formara parte como transiciones o nutrientes del hábitat y habitantes.

Tanto la biónica como la biomímesis, proponen un acercamiento multidisciplinario a esta búsqueda de soluciones a problemas humanos a través de la naturaleza. Juntando las ciencias naturales con el diseño o ingenierías.

Los autores Vanden Broeck (2000) y Biomimicry 3.8 Institute (2013) plantean metodologías para abordar el estudio utilizando estas corrientes, las cuales recoge Dávila en su estudio, que serán descritas a continuación.

Vanden Broeck plantea que para desarrollar la biónica se requiere de la siguiente metodología:

- I. Selección del sistema biológico de estudio con base en que sus atributos sean análogos los del sistema que se desea diseñar
- II. Determinación de los criterios que permitan evaluar y cuantificar la validez de la analogía
- III. Observación experimental y abstracción del sistema biológico investigado
- IV. Traducción a un lenguaje técnico a través de la modelización
- V. Interpretación del modelo y adecuación del principio detectado al sistema por diseñar
- VI. Proceso de evaluación del funcionamiento del sistema diseñado y retroalimentación

Por otra parte, la metodología propuesta por Biomimicry 3.8 Institute para abordar la biomimesis consiste de cuatro etapas:

- I. Alcances
  - a. Definir el contexto: El objetivo y sus condiciones de operación
  - b. Identificar funciones: Determinar que funciones claves debe cumplir el diseño
  - c. Integrar los principios de vida: Incorporarlos a los requerimientos del diseño
- II. Descubrimientos
  - a. Descubrir modelos naturales: Encontrar organismos o ecosistemas que han perfeccionado estrategias para cumplir con la función buscada
  - b. Abstractar estrategias biológicas: Determinar el mecanismo de trasfondo de la estrategia seleccionada y traducirla a un principio de diseño abstracto
- III. Creaciones
  - a. Lluvia de ideas bio-inspiradas: desarrollar múltiples ideas de cómo aplicar los principios seleccionados al diseño
  - b. Emular los principios de diseño: Afinar las mejores ideas y desarrollar un concepto de diseño. Considerar la escala, cuando habrá que emular la forma (biomimesis superficial) o cuando habrá que emular procesos y ecosistemas (biomimesis profunda)
- IV. Evaluaciones
  - a. Medir la eficacia del diseño: Estar en sintonía local, adaptarse al cambio, eficacia de recursos, etc.

Sin embargo, han ido apareciendo nuevos términos tales como zoomorfismo, geomorfismo y antropomorfismo; los cuales han surgido con el fin de especificar la fuente determinada de inspiración o emulación de cada caso: animales, geología y seres humanos, respectivamente.

Aun cuando todos estos conceptos brotaron en el siglo XX, la naturaleza ha servido de modelo a artistas y arquitectos a lo largo de la historia. Existen numerosos ejemplos de integración de la naturaleza en el diseño y la arquitectura en casi todos los movimientos arquitectónicos: desde la arquitectura tradicional a nivel mundial hasta los edificios de Santiago Calatrava y Norman Foster en pleno siglo XXI; pasando por la ornamentación árabe, los arquitectos y diseñadores del *art nouveau* y el *art déco*, las obras de Gaudí a principio del siglo XX y las obras de Oscar Niemeyer y Frei Otto en los años cincuenta y sesenta. (Agkathidis, 2017).

La aparición de programas computacionales ha potenciado la aplicación de estos conceptos inspirados en los ecosistemas naturales, complementándose con nuevas técnicas de diseño como el diseño generativo, algorítmico y paramétrico; resultando en diseños innovadores que juntan las ciencias naturales y biología con la arquitectura.

Los algoritmos generativos permiten a los diseñadores imitar los mecanismos de crecimiento que se producen en la naturaleza (Terzidis, 2006), lo que propicia soluciones innovadoras en la concepción del diseño, la planificación del espacio y el comportamiento estructural y ambiental. (Agkathidis, 2017, p.20).

### III.II Magisterio: Fauna de alta montaña

La cordillera de los Andes es hábitat de una gran diversidad de especies de todo tipo: mamíferos, roedores, aves, insectos. Los cuales se han adaptado de diferentes maneras a las difíciles condiciones de la montaña, por medio de sus metodologías constructivas al igual que por sus comportamientos y cómo interactúan unas con otras. Todas estas características mencionadas anteriormente, son desarrolladas de distintas formas en cada especie pero se ven ciertas similitudes en algunas categorías según su sector de habitabilidad. Estas serán divididas desde lo más bajo a lo más alto en: Nivel de piso correspondiente al suelo, baja altura equivalente a los arbustos, media altura en los troncos, gran altura correspondiente al follaje y por último la extrema altura equivalente a los acantilados. Si bien son clasificables las especies según su área de habitabilidad, esto no limita su movimiento a esa área exclusivamente, dependiendo de la especie. Ya que existen animales considerados de baja movilidad y otros de alta movilidad

[Especies de baja movilidad] Son especies que, por ejemplo, a diferencia de un ave que puede volar grandes distancias y se puede desplazar fácilmente, arrancar de un depredador, una intervención o de un incendio; tienen un área de desplazamiento acotado. Por ejemplo un ratón colilarga, su ámbito de hogar no va más allá de media hectárea; entonces cuando se quiere instalar un proyecto hay que ir a monitorear y rescatarlos para llevarlos a otro lugar. (Vallejos, Anexo)

Al tener menor movilidad, su prevalencia también depende de otros factores como son su distribución, es decir si solo se ubican en un solo sector, esto significaría que si el ecosistema se viera afectado, podría terminar con la especie. Otro factor es el de la tasa de natalidad, como explica Vallejos en conversación (Anexo 1), existen estrategias de vida, por ejemplo vidas tipo S que se reproducen exponencialmente por un tiempo acotado como el ratón oliváceo que se reproduce entre septiembre y abril, produciendo tres camadas de 4-6 crías; así que si mueren individuos en un incidente natural, sigue habiendo población alrededor la cual se va a seguir reproduciendo y se van a desplazar hasta ocupar el lugar donde murieron los otros. Por otro lado están las vidas tipo K que se reproducen de manera más paulatina, como ejemplo el cóndor; dado que poseen gran tamaño corporal, mayor longevidad, maduración sexual tardía,

baja tasa de puestas. Estas características provocan la falta de respuestas rápidas frente a los disturbios, por lo que alteraciones en sus parámetros poblacionales podrían dificultar la estabilidad poblacional. (Garguilo, 2012)

Sin embargo, al estar hablando de especies habitantes de la alta montaña se ven enfrentados a numerosos incidentes de calibre natural. En estas situaciones, los animales suelen tener una respuesta previa a desplazarse del lugar y si bien las especies voladoras tienen la ventaja en capacidad de movimiento. Todas las especies se ven afectadas por los incidentes naturales, por ejemplo al hacer erupción un volcán, no es solo la lava de la cual se tienen que preocupar sino también de los piroclastos y cenizas. En el caso de un ave, si no tuvo la velocidad de reacción adecuada, podría verse afectada por los piroclastos, sin embargo los animales de baja movilidad, por ejemplo los que tienen madrigueras se ven víctimas de los piroclastos y cenizas que pueden cubrir las entradas de sus madrigueras.

Dadas los factores mencionados anteriormente, se reduce el universo de estudio a la familia de las aves habitantes de la alta cordillera. De los cuales se hace una clasificación según sector de habitabilidad, método constructivo y motivo de la elección.

ESPECIE	SECTOR	RAZÓN DE ELECCIÓN	MÉTODO CONSTRUCTIVO
HUED HUED	NIVEL DE PISO	CONDUCTUAL	
CHUCAO	NIVEL DE PISO	CONSTRUCTIVA	EXCAVADO
FIO FIO	BAJA ALTURA	CONSTRUCTIVA	TEJIDO
JILGUERO	BAJA ALTURA	CONSTRUCTIVA	TEJIDO
CHERCÁN	BAJA ALTURA	CONSTRUCTIVA	EXCAVADO
CHINCOL	BAJA ALTURA	CONSTRUCTIVA	TEJIDO
GOLONDRINA	MEDIA ALTURA	CONSTRUCTIVA	MODELADO
CHOROY	MEDIA ALTURA	CONDUCTUAL	
CARPINTERITO	MEDIA ALTURA	CONSTRUCTIVA	EXCAVADO
CHUNCHO	GRAN ALTURA	CONDUCTUAL	
PITIO	GRAN ALTURA	CONSTRUCTIVA	EXCAVADO
CARPINTERO	GRAN ALTURA	CONSTRUCTIVA	EXCAVADO
AGUILUCHO	EXTREMA ALTURA	CONSTRUCTIVA	APILADO
CÓNDOR	EXTREMA ALTURA	CONDUCTUAL	

### III.III El gran maestro: Cóndor andino

El cóndor andino se distribuye desde Venezuela hasta el extremo sur de Chile en el Cabo de Hornos, asociado a la cordillera de los Andes; ocupando todo el territorio nacional incluyendo además acantilados costeros en la zona norte del país, cordillera de la costa en la zona central y la zona costera de fiordos y estepa patagónica en el extremo sur.

Mediante Co-kriging Pavez (2012) y Pavez et al. (En revisión (b)) establecieron un tamaño poblacional entre 24 182 y 28 201 cóndores, con el menor error para el modelo que usó como co-variables la altitud y la presencia de acantilados, estimándose 26 083 cóndores. (...) evidenciando una clara concentración e dos núcleos: en la zona austral (70%) y en la zona central de Chile (21%). (Pavez, sf, p.3)

Es decir, la preferencia de hábitat de la especie se encuentra entre los rangos de 1 000 y 2 000 m.s.n.m durante la invernada y entre 3 000 y 4 000 m.s.n.m durante la vernada, demostrando una marcada diferencia estacional de la altitud promedio en vuelo diario con aproximadamente 1 000 m más de elevación en vernada respecto a la invernada; zonas que presenten riscos o acantilados, además en términos de usos de suelo: la presencia de masa ganadera, nieves y glaciares, sin vegetación, praderas y matorrales. (Pavez, s.f. Pavez, 2014)

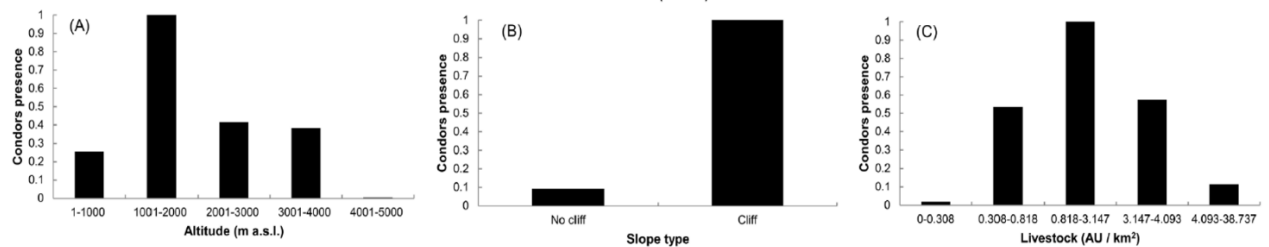


Figura 4. Pavez, E. *Ficha final 15to proceso RCE*. Ficha de antecedentes. (sf) p.14

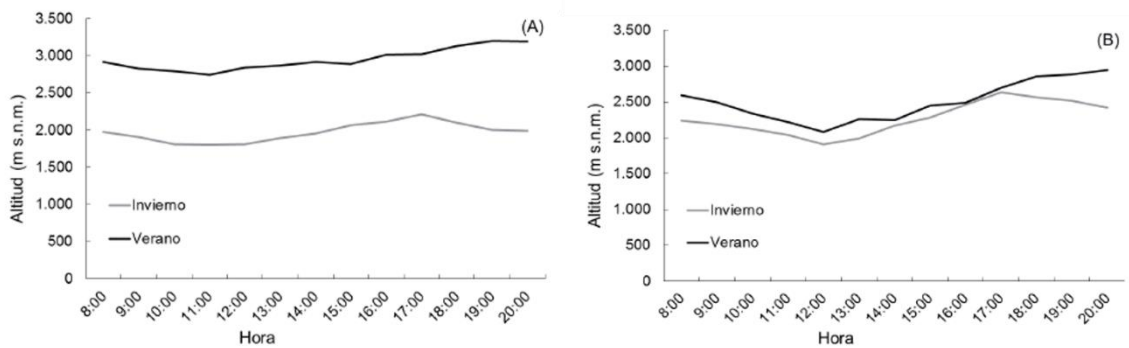


Figura 5. Pavez, E. Patrón de movimiento de dos cóndores andinos *Vulture gryphus* (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina. (2014) p.7

Es una especie de amplio rango de movimiento, pudiendo desplazarse varios cientos de kilómetros en un solo día "En Patagonia, para cinco individuos se determinó un rango de desplazamiento de 600 km en el eje N-S y 100 km en el eje E-O" (Pavez, sf, p.1). En Chile central, para un macho se le determinó 66 624 km<sup>2</sup> y para una hembra 14 169 km<sup>2</sup>, con tendencias a ocupar áreas más elevadas en Chile central y ampliar su rango de movimiento durante la vernada, es decir de octubre a marzo, y reducir su área en invernada de abril hasta septiembre; presentando una marcada variación estacional. (Pavez, 2014)

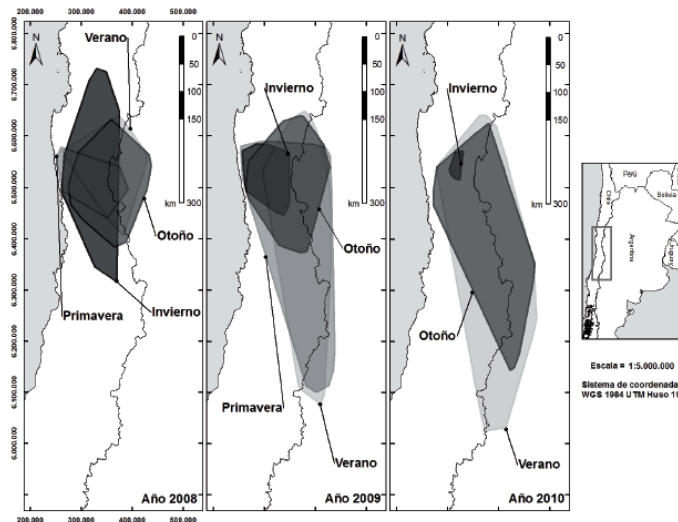


Figura 6. Pavez, E. Patrón de movimiento de dos cóndores andinos *Vulture gryphus* (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina. (2014) p.3

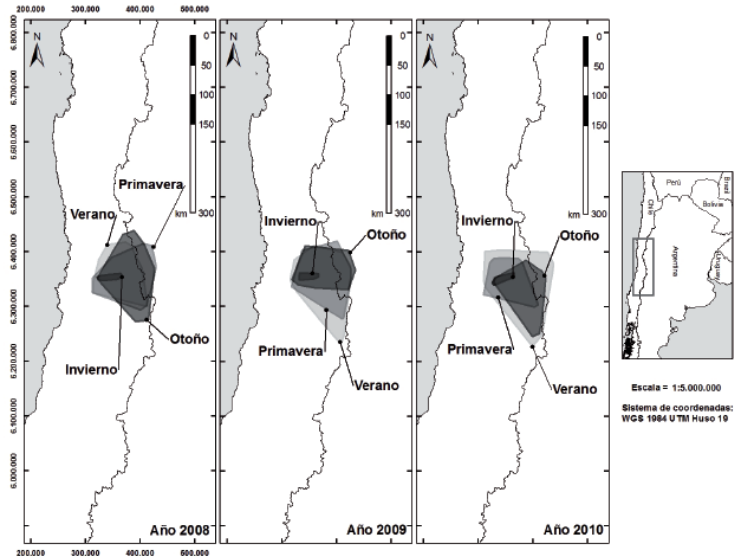


Figura 7. Pavez, E. Patrón de movimiento de dos cóndores andinos *Vulture gryphus* (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina. (2014) p.3

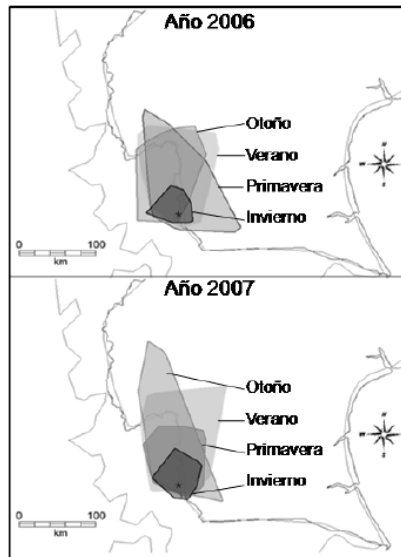


Figura 8. De Martino, E. Astore, V. Mena, M. Jácome, L. Estacionalidad en el home range y desplazamiento de un ejemplar de cóndor andino (*vulture gryphus*) en Santa Cruz, Argentina. (2011) p.8

A pesar de su gran capacidad de desplazamiento, la fuente de alimento suele tener un gran componente local, coincidente con los recursos alimenticios presentes cerca de las áreas de descanso, llamadas condoreras. Las condoreras son lugares donde los cóndores se congregan en

dormideros comunales, ubicadas en roqueros con aberturas y repisas para percharse; estas son utilizadas como refugio, descanso diurno y hospedaje nocturno. Sin embargo en épocas de reproducción, se alejan de estos refugios comunales y establecen nidos en cuevas de acantilados en zonas exclusivas de la pareja de 2 a 4 km<sup>2</sup>. (Lambertucci, 2007) En la literatura existen diferentes hipótesis funcionales que intentan explicar la evolución del origen y el mantenimiento de los agrupamientos en los posaderos comunales. Dichas hipótesis se centran básicamente en tres beneficios principales (Gargiulo, 2012)

- I. Beneficios termo regulatorios
- II. Protección contra predadores
- III. Aumento de la eficiencia del forrajeo

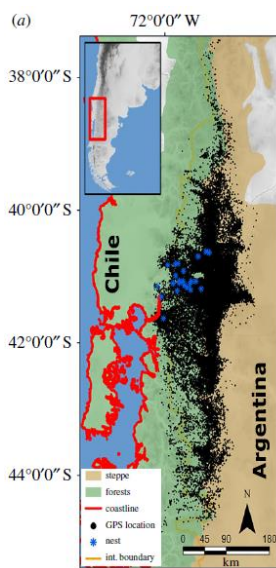


Figura 9. Lambertucci, S. et al. Tracking data and retrospective analyses of diet reveal the consequences of loss of marine subsidies for an obligate scavenger, the Andean condor. (2018) p.3

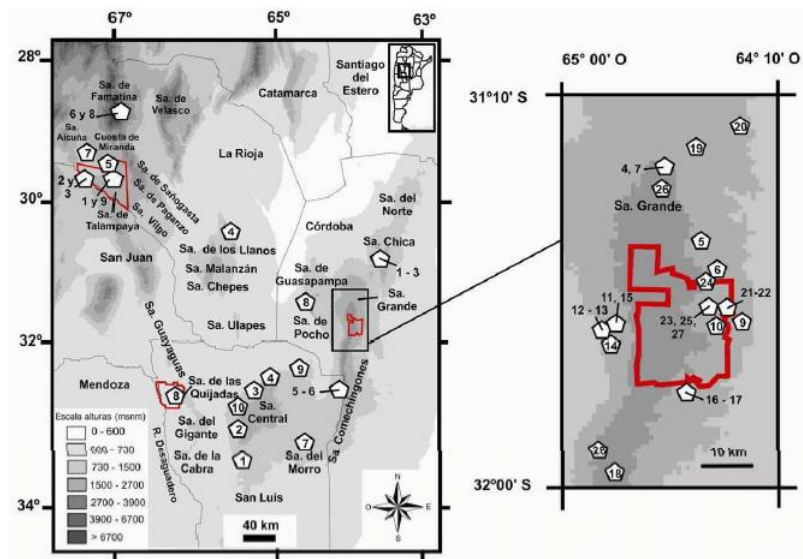


Figura 10. Gargiulo, C. Distribución y situación actual del cóndor andino (*Vulture gryphus*) en las sierras centrales de Argentina. (2012) p.74

De igual modo, estas aves presentan un patrón diario de presencia en los dormideros comunales, el cual se caracteriza por presentar máximos números de condores durante la mañana y hacia el anochecer y por el contrario, mínimos valores de ejemplares al medio día. (Gargiulo, 2012)

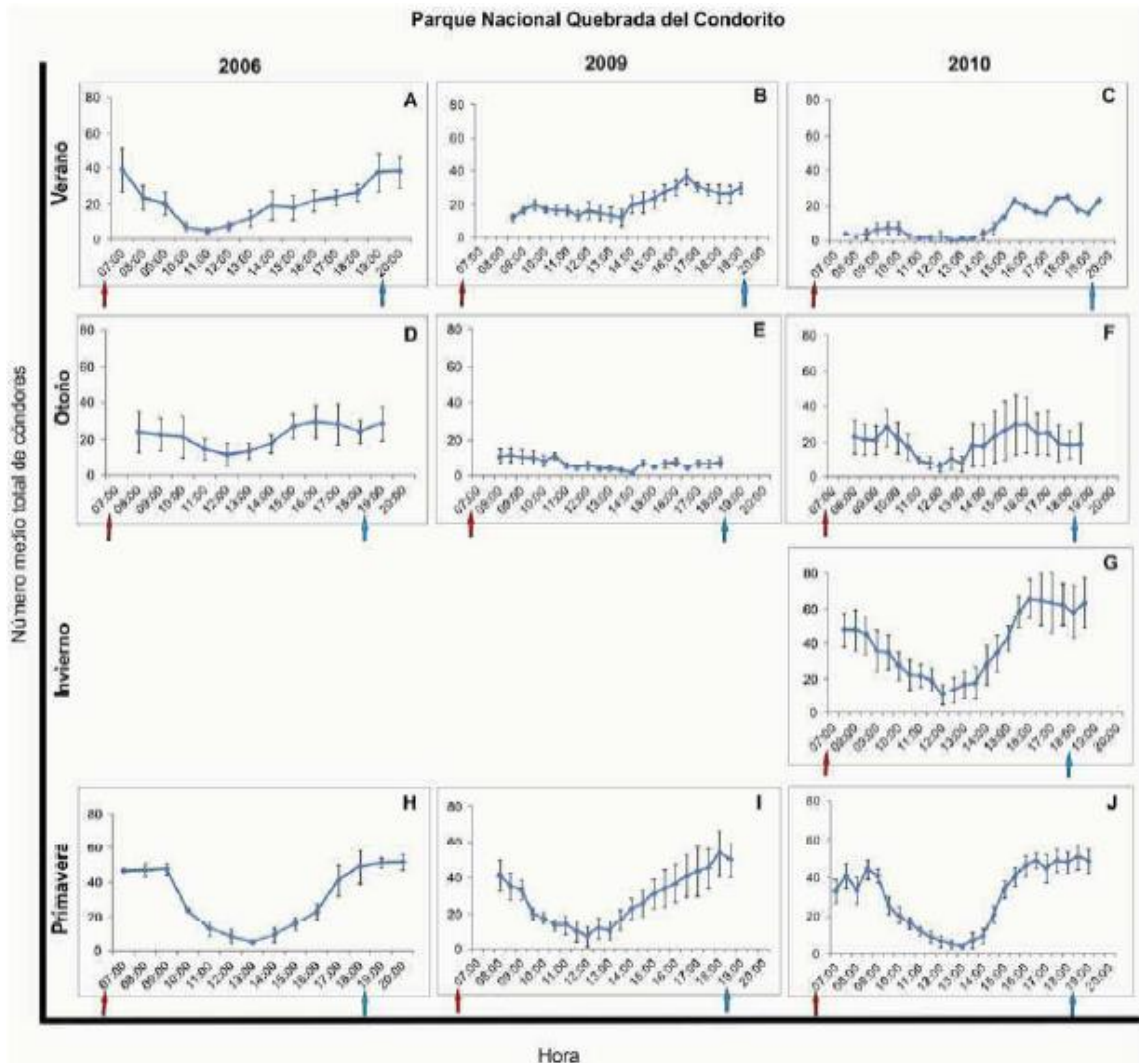


Figura 11. Gargiulo, C. Distribución y situación actual del cóndor andino (*Vulture gryphus*) en las sierras centrales de Argentina. (2012) p.123

Los cóndores tienen un patrón horario diario de actividad de vuelo y reposo, la distancia promedio recorrida por hora tiende a aumentar gradualmente desde el inicio de la mañana (08:00 hrs) hasta medio día (13:00 – 14:00 hrs), para luego disminuir gradualmente hasta el final de la tarde (20:00 hrs). Recorriendo más distancia por hora en vernada que en internada, alcanzando el máximo en noviembre y diciembre, y un mínimo en junio y julio. (Pavez, 2014)

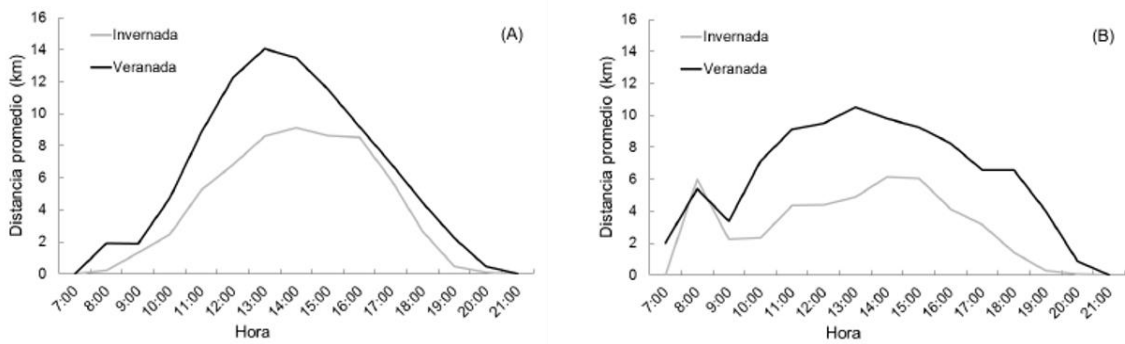


Figura 12. Pavez, E. Patrón de movimiento de dos cóndores andinos *Vulture gryphus* (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina. (2014) p.5

Esta es una especie que posee dimorfismo sexual, es decir que se diferencia físicamente el macho de la hembra. En este caso, el macho posee una cresta o carúncula la cual la hembra no posee; el macho tiene ojos marrones mientras que a la hembra se le tornan rojizos una vez alcanza la madurez sexual a partir de los seis años; y por último el macho tiene un peso entre los 11 y 15 kg mientras que la hembra va entre los 8 y 11 kg, siendo el único caso de aves rapaces donde el macho pesa más que la hembra (Pavez, s.f). Otra característica física destacable son sus alas, las cuales están adaptadas para planear y volar grandes distancias sin necesidad de aletear, de este modo ahorran energía y recorren largas distancias. Por último sus patas: poseen uñas cortas y poco curvas, el dedo posterior se encuentra más elevado por lo que no pueden agarrar o presionar elementos grandes o pesados, es decir que no tienen capacidad prensil a diferencia por ejemplo del águila, de hecho, su pata es más comparable con la de una gallina. (Fundación Vida Silvestre Argentina, 2011)

## **IV. CASO**

### IV.I Arraigado problema

Los volcanes de Chile central hasta el volcán Hudson ubicado en la región de Aysen, forman parte de la Zona Volcánica Sur de los Andes, desplegada tanto en territorio nacional como en la frontera Argentina. Estos volcanes presentan un amplio rango composicional en sus magmas, con una tendencia a ser cada vez más pobres en sílice, teniendo como consecuencia un comportamiento más explosivo hacia el norte de este grupo y más efusivos hacia el sur.

Los volcanes de esta zona se encuentran más cercanos a poblados, en especial en la zona centro-sur del país, que coincide con ser el área con más concentración de población, aumentando el riesgo volcánico. No solo eso, sino que además por el clima presente en la zona centro-sur del país, de lluvias y menos cálido, permite la acumulación de nieve y hielo en la cumbre de los edificios volcánicos, aumentando significativamente el factor de riesgo al poder producir lahares durante las erupciones. (SERNAGEOMIN, 2018)

Es a causa del elevado número de edificios volcánicos presentes en el país, que el diseño inicial de la RNVV contempla diversos observatorios vulcanológicos: en la zona norte en Antofagasta, en la zona central en Talca y en la zona austral en Cohayque (TVN, 2015). Sin embargo, hasta la fecha no han sido implementados, entonces ¿Será que no se ha podido concretar, entre otros factores, por la inhabilidad de habitar estos complejos territorios cambiantes e inestables?

Hasta ahora las laderas de los volcanes han sido un territorio imposible de habitar para la arquitectura y la medición vulcanológica, esta propuesta busca superar por primera vez ese arraigado problema por medio del aprendizaje de las maneras del cóndor.

## IV.II Encaminadas soluciones: Técnicas de monitoreo volcánico

Hoy en día existen diversas maneras de realizar el monitoreo volcánico, entre ellas se complementan realizando un análisis conjunto de los datos obtenidos. Este trabajo coordinado tiene como objetivo obtener mejores resultados para el pronóstico de cómo, dónde y cuándo tendrá lugar la próxima actividad volcánica; para esto es de vital importancia tener un enfoque pluridisciplinar y así obtener una imagen lo más completa posible de la evolución del sistema volcánico (Instituto Geográfico Nacional de España [IGN], sf).

En Chile según el volcán, se utilizan sensores que miden concentraciones de gases y aguas, deformaciones, sismicidad, infrasonido y cámaras de observación. Al incorporar varias disciplinas de análisis, se les denomina Estación Multiparamétrica. (SERNAGEOMIN, 2020)

A continuación se explican las metodologías de medición utilizadas por Chile -de la I a V- extraídas de la infografía *¿Cómo se monitorean los volcanes?* Del SERNAGEOMIN publicada el 2020. Adicionalmente se suma información extraída de la publicación del Instituto Geográfico Nacional de España, *Técnicas de vigilancia volcánica* y las dos metodologías finales -de la VI a VII- de monitoreo volcánico empleadas por el gobierno español, sin mas no por el chileno.

### **I. Vigilancia visual**

Apreciación y registro frecuente mediante cámaras y sobrevuelos con la finalidad de identificar cambios en la superficie, calcular temperaturas, medir fumarolas y columnas eruptivas.

### **II. Medición de actividades sísmicas**

Es parte del estudio geofísico, que se dedica al estudio de terremotos y otros eventos generadores de ondas sísmicas. Es una de las técnicas más antiguas que permiten conocer el estado de un volcán, ya que prácticamente todas las erupciones volcánicas son precedidas de señales sísmicas antes de producirse. Mediante el análisis sísmico, se puede obtener información de posibles intrusiones magmáticas, alteraciones de la cámara magmática, ascenso del magma, fractura de roca o movimiento de gases en el volcán.

Existen varios tipos de señales sísmicas propias de entornos volcánicos (IGN):

- I. Terremotos volcano-tectónicos
- II. Eventos de largo periodo
- III. Terremotos híbridos
- IV. Tremor volcánico
- V. Explosiones

Para esto se utilizan herramientas como sismómetros, arrays sísmicos y acelerómetros

### **III. Monitoreo geodésico**

La geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra, incluyendo la determinación del campo gravitatorio externo y sus variaciones en el tiempo. En este contexto la geodesia cumple la labor de control de posibles deformaciones en un edificio volcánico y sus inmediaciones. Estas deformaciones se miden en la superficie terrestre y se producen cuando la presión interna ejercida por el magma cambia, por ende ha habido una alteración en la actividad volcánica. De esta forma se permite inferir el tamaño y comportamiento de las cámaras magmáticas.

Entre los instrumentos utilizados para estas mediciones están el GPS e inclinómetros.

### **IV. Medición de temperaturas**

El calor emitido por un volcán es un parámetro fundamental en el monitoreo, ya que una de las principales manifestaciones de la liberación de energía térmica son las áreas fumarólicas.

Comprende la medición de lagos, rocas, suelo e inclusive lava. Se mide la temperatura del suelo y lava de forma directa utilizando termocúpulas.

### **V. Monitoreo geoquímico**

Se generan estudios por métodos químicos de la composición de los productos volcánicos, así como los efectos de la interacción de estos productos con el medio ambiente. Se estudian los cambios en el tiempo de los distintos parámetros, los niveles base muestran las características del sistema volcánico y con repetidas mediciones se pueden identificar fluctuaciones y pronosticar la actividad eruptiva.

Para observar los cambios geoquímicos, se efectúan muestreos directos y análisis químicos e isotópicos periódicamente de fumarolas, gases del suelo y cuerpos de agua emplazados en zonas volcánicas.

Los gases procedentes del magma circulan por el sistema de fracturas interactuando con los acuíferos y las rocas, saliendo a superficie en forma de fumarolas, emisiones difusas o fuentes termales. Para realizar un correcto y adecuado análisis geoquímico es necesario combinar la toma de muestras de gases, aguas subterráneas, técnicas de medida in situ y estaciones de medida permanentes.

Los gases y fumarolas son las principales manifestaciones de la actividad volcánica, conformando una imagen bastante clara del estado de actividad del volcán. El gas radón es uno de los gases emitidos por la actividad volcánica, es un gas inodoro e incoloro con una vida media de 3,8 días; y su uso para trazar la actividad volcánica es ampliamente descrita en la bibliografía científica, siendo empleada por algunos observatorios volcanológicos como es el caso de España.

## **VI. Gravimetría**

Esta se encarga del estudio de las fuerzas de atracción entre cuerpos, sus causas y sus consecuencias. Dichas fuerzas están relacionadas directamente con la masa y/o densidad de estos cuerpos y de manera inversa con la distancia que separa los mismos. Las áreas volcánicas están caracterizadas por fuertes contrastes de masa y/o densidad. Además en periodos de actividad volcánica, es usual encontrar variaciones espacio-temporales del valor de la gravedad, originadas por los distintos procesos magmáticos. (IGN, sf, p.22)

Para este análisis se utilizan gravímetros absolutos y relativos.

## **VII. Geomagnetismo y geoelectricidad**

El estudio de los campos magnéticos y eléctricos y sus variaciones temporales en los entornos volcánicos proporcionan información sobre su estructura y estado de actividad.

#### IV.III Cómo resolver este enigma: Programa

Para llevar a cabo una adecuada investigación y monitoreo volcánico, se precisan de variados espacios tanto para el análisis de muestras físicas y análisis de muestras digitales, para almacenar dichas muestras y albergar todo el equipamiento necesario para recolectar data. Sin embargo al considerar un espacio para la constante toma de muestras y estudio, se suman otras necesidades más fundamentales del ser humano, como son espacios de servicios y hospedaje. Por último se suma la variable de la educación a usuarios esporádicos, por lo que se agrega un área destinada al visitante y su circulación controlada por el proyecto. Finalmente las áreas consideradas en el programa, considerando todos los factores anteriormente mencionados son: laboratorio químico, laboratorio computacional, sala de muestras, sala de equipamientos, bodegas, administración, sala de reuniones, sala de servicios, centro de visitantes, cocina, comedor, dormitorios, baños y circulaciones tanto privadas como públicas.

### PROGRAMA

ESTACION	ZONA	RECINTO	M2	CANTIDAD
FUMAROLA	ADMINISTRATIVA TRABAJO	HALL	10	1
		SALA DE MUESTRAS	8	1
		SALA DE MONITOREO	17	1
AGUA	ADMINISTRATIVA TRABAJO	HALL	10	1
		SALA DE MUESTRAS	8	1
		SALA DE MONITOREO	17	1
EDUCATIVA	ADMINISTRATIVA	HALL	13	1
		ADMINISTRACION	24	1
	FORMACION	SALA EXPO I.	24	1
		SALA ESPO II.	12	1
	SERVICIOS	BAÑO	12	1
		REPOSO	SALA DE DESCANSO	14
HABITACIONAL	ADMINISTRATIVA TRABAJO	HALL	13	1
		SALA DE TRABAJO	40	1
	SERVICIOS	COCINA	15	1
		BAÑO	12	2
	REPOSO	HABITACION TIPO I	15	1
		HABITACION TIPO II	14	2
		COMEDOR	11	1

## V. LUGAR

### V.I Escoriales: Catastro volcanes en Chile

Chile cuenta con un listado de 122 volcanes de diversas categorías tales como estratovolcanes, grupos, complejos, maares, domos y volcanes escudo; generado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) en orden de norte a sur:

Tacora	Yanteles
Tarapaca	Grupo alto palena
Pomerape	Melimoyo
Parinacota	Grupo puyhcapí
Humarata	Mentolat
Acotango	Volcán cay
Capurata	Volcán maca
Guallarhi	Volcán hudson
Anintica	Volcán lautaro
Cararay	Volcán vudma
Isluga	Volcán aguilera
Silla/ge	Volcán reclus
Irruptuncu	Grupo paliaike
Olca	Volcán burney
Paruma	Volcán fueguindo o cook
Alicanquilcha	
Ollague	
San pedro	
Paneri	
Apagadp	
Linzoe	
Del león	
Cerro volcán	
Volcán tocorpuri	
Putana	
Curinquinca	
Tscalante	
Saibecabud	
Licancabur	
Aspero	
Putas	
Alitar	
Colachi	
Volcán alto las mulas	
Descabezado grande	

Descabezado chico  
Pellado  
San pudro-tatara  
Caldera del maule  
Barilancas o limotrote  
Nevado longavi  
Lomas blancas  
Nevados de chillan  
Antuco  
Capahue  
Callaqui  
Volcán laguna mariñaqui  
Volcán tolhuaca  
Volcán lonquimay  
Volcán llaima  
Caldera sollipulli  
Grupo caburgua  
Gruto huelemolles  
Volcán villarrica  
Volcán quitrupillan  
Gruto llizán  
Volcán lanin  
Grupo fui  
Mocho choshuen  
Carran los venados  
Cordillera nevada  
**Puyehue cordon caulle**  
Casa blanca  
Cordon cenizos  
Osorno  
Calbuco  
Volcán yate  
Volcán hornopiren  
Apagado o huallaque  
Volcán huequi  
Machenmahuida  
Chaiten  
Grupo palvidad  
Corcovado

## V.II Fumarolas: Ranking de peligrosidad

El SERNAGEOMIN realiza un ranking de riesgo específico de volcanes activos, el más reciente del año 2019 que cuenta con 92 volcanes. Los cuales se clasifican según el total factores de peligro, total factores de exposición, total riesgo específico y por tipo de volcán. Son cinco tipos de volcanes:

Tipo I: Sistemas volcánicos con nivel muy alto de riesgo específico

Tipo II: Sistemas volcánicos con nivel alto de riesgo específico

Tipo III: Sistemas volcánicos con nivel intermedio de riesgo específico

Tipo IV: Sistemas volcánicos con nivel bajo de riesgo específico

Tipo V: Sistemas volcánicos con nivel muy bajo de riesgo específico

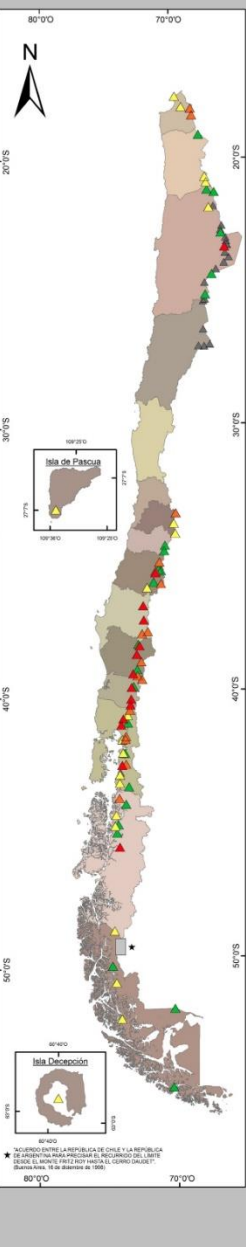
Los volcanes con mayor ranking de peligrosidad (tipo I) de Chile en orden de más a menos son:

- I. Villarrica
- II. Llaima
- III. Calbuco
- IV. Nevados de Chillan
- V. Puyehue-Cordón Caulle**
- VI. Osorno
- VII. Mocho-Choshuenco
- VIII. Antuco
- IX. Carrán-Los Venados
- X. Cerro Azul-Quizapu
- XI. Chaitén
- XII. Lonquimay
- XIII. Hudson
- XIV. Láscar

RANKING DE RIESGO ESPECIFICO DE VOLCANES ACTIVOS DE CHILE 2019

Posición 2019	Sistema volcánico	Región	Clasificación	Latitud	Longitud	Total Factores de Peligro	Total Factores de Exposición	Total Riesgo Especifico	Tipo de volcán
1	Villarrica	IX y XIV	Estratovolcán	-39,420	-71,939	23,0	18,932	435,447	V
2	Llaima	IX	Estratovolcán	-38,694	-71,733	22,0	17,285	380,279	V
3	Calbuco	X	Estratovolcán	-41,329	-72,614	21,0	15,964	335,238	V
4	Nevados de Chillán	XVI	Complejo	-36,871	-71,368	19,0	16,999	305,877	V
5	Puyehue-Cordón Caulle	XIV y X	Complejo	-40,585	-72,112	21,0	14,118	296,482	V
6	Osorno	X	Estratovolcán	-41,102	-72,499	20,5	14,401	295,213	V
7	Mocho-Choshuenco	XIV	Complejo	-39,930	-72,030	19,0	14,564	276,722	V
8	Antuco	VIII	Estratovolcán	-37,410	-71,351	19,0	14,144	268,735	V
9	Carrán-Los Venados	XIV	Campo volcánico	-40,366	-72,073	16,5	16,085	265,411	V
10	Cerro Azul-Quizapu	VII	Complejo	-35,654	-70,759	21,0	12,500	262,507	V
11	Chaitén	X	Complejo de domos	-42,837	-72,650	20,0	12,792	255,833	V
12	Lonquimay	IX	Estratovolcán	-38,379	-71,589	16,0	14,919	238,709	V
13	Hudson	XI	Caldera	-45,900	-72,970	21,0	10,235	214,944	V
14	Lascar	II	Estratovolcán	-23,363	-67,731	16,5	10,053	165,867	II
15	Michimahuida	X	Estratovolcán	-42,798	-72,445	17,0	11,930	202,811	II
16	Yate	X	Estratovolcán	-41,759	-72,400	13,0	15,597	202,766	II
17	Sollipulli	IX	Caldera	-38,977	-71,519	14,0	14,413	201,777	II
18	Copahue	VIII	Estratovolcán	-37,850	-71,170	17,0	11,711	199,093	II
19	Grupo Descabezado Grande	VII	Complejo	-35,586	-70,751	20,5	9,051	185,546	II
20	Callaqui	VIII	Complejo	-37,926	-71,446	16,0	10,901	174,420	II
21	Quetupilán	IX y XIV	Complejo	-39,498	-71,717	12,0	13,854	166,252	II
22	Paríacota	XV	Estratovolcán	-18,164	-69,143	14,0	11,474	160,635	II
23	Pilancón - Peteroa	VIII	Complejo	-35,241	-70,574	17,5	9,000	157,503	II
24	Hornopirén	X	Estratovolcán	-41,876	-72,431	10,0	15,567	155,669	II
25	Lanín	IX	Estratovolcán	-39,639	-71,501	15,5	9,907	153,564	II
26	Complejo Antillanca	X	Complejo	-40,776	-72,155	11,5	12,062	138,713	II
27	Laguna del Maule	VII	Complejo	-36,058	-70,507	16,5	8,251	136,138	II
28	Melimoyu	XI	Estratovolcán	-44,072	-72,868	13,0	10,413	135,366	II
29	Tupungatito	RM	Estratovolcán	-33,401	-69,802	13,0	9,390	122,067	II
30	Guañatiri	XV	Complejo	-18,423	-69,089	12,5	9,282	116,022	II
31	Maipo	RM	Estratovolcán	-34,166	-69,828	13,0	10,402	135,227	III
32	San José	RM	Estratovolcán	-33,790	-69,894	9,0	14,919	134,275	III
33	Apagado o Huailahú	X	Cono	-41,884	-72,589	8,5	14,126	120,068	III
34	Puntaigudo-Cordón Cenizas	X	Campo volcánico	-40,973	-72,269	11,5	10,261	117,997	III
35	Isla Decepción	Antártida	Caldera	-62,699	-60,637	18,0	6,352	114,336	III
36	Monte Burney	XII	Estratovolcán	-52,326	-73,379	15,5	7,000	108,500	III
37	Taapaca	XV	Complejo	-18,112	-69,509	9,0	12,046	108,411	III
38	Huequi	X	Complejo de domos	-42,379	-72,579	12,5	8,184	102,300	III
39	Mentolat	XI	Estratovolcán	-44,695	-73,079	12,5	7,611	95,139	III
40	Nevado de Longaví	VIII	Estratovolcán	-35,199	-71,164	9,0	10,528	94,749	III
41	San Pedro	RM	Estratovolcán	-21,988	-68,391	11,0	8,275	91,030	III
42	Tacora	XV	Estratovolcán	-17,721	-69,773	8,0	11,288	90,308	III
43	Reclus	XII	Cono de piroclastos	-50,960	-73,580	13,0	6,606	85,884	III
44	Macá	XI	Complejo	-45,104	-73,164	10,5	7,831	82,223	III
45	Yanteles	X	Complejo	-43,500	-72,814	11,5	6,973	80,194	III
46	Isla de Pascua	V	Escudo	-27,114	-109,367	6,0	12,562	75,370	III
47	Iruputuncu	I	Estratovolcán	-20,732	-68,560	8,0	9,208	73,665	III
48	Corcovado	X	Estratovolcán	-43,194	-72,794	11,0	4,687	51,552	III
49	Oica-Paruma	II	Complejo	-20,942	-68,504	5,0	10,212	51,058	III
50	Lautaro	XII	Estratovolcán	-49,020	-73,506	10,0	3,228	32,283	III
51	Fui	XIV	Campo volcánico	-39,901	-71,928	10,0	9,035	90,353	IV
52	Tatara-San Pedro	VII	Estratovolcán	-35,992	-70,855	9,0	9,481	85,327	IV
53	Cayutue-Ralún-Viguería	X	Campo volcánico	-41,253	-72,280	9,0	8,605	77,445	IV
54	Tohuaca	IX	Estratovolcán	-38,314	-71,646	8,0	8,919	71,355	IV
55	Grupo Volcánico Aysén	XI	Grupo volcánico	-45,371	-73,076	9,5	7,501	71,263	IV
56	Tinguiririca	VI	Estratovolcán	-34,817	-70,340	9,0	7,812	70,306	IV
57	Socoma	II	Estratovolcán	-24,396	-68,246	8,0	8,083	64,663	IV
58	Grupo Puyuhuapi	XI	Campo volcánico	-44,300	-72,534	7,0	9,002	63,017	IV
59	Isleige	I	Complejo	-18,155	-68,820	9,0	6,996	62,961	IV
60	Olague	II	Estratovolcán	-21,306	-68,180	7,0	8,828	61,795	IV
61	Alto Palena	X	Campo volcánico	-43,650	-72,350	8,5	6,571	55,855	IV
62	Grupo Caburgua	IX	Grupo volcánico	-39,265	-71,729	6,0	8,894	53,366	IV
63	Barranco Colorado	X	Estratovolcán	-42,399	-72,482	9,0	5,825	52,421	IV
64	Lastarria	II	Complejo volcánico	-25,168	-68,507	9,5	4,125	39,186	IV
65	Cay	XI	Estratovolcán	-45,058	-72,988	8,0	4,292	34,334	IV
66	Grupo Pali-Aike	XII	Campo volcánico	-52,000	-70,100	6,5	5,037	32,743	IV
67	Palomo	VII	Estratovolcán	-34,513	-70,302	5,0	6,441	32,205	IV
68	Aguilera	XIII	Estratovolcán	-50,330	-73,750	9,0	3,382	30,439	IV
69	Licancabur	II	Estratovolcán	-22,834	-67,884	3,0	8,695	26,085	IV
70	Aucanquilcha	II	Complejo	-21,221	-68,469	4,0	6,000	24,000	IV
71	Fueguino o Cook	XII	Complejo de domos	-54,950	-70,250	5,0	4,199	20,995	IV
72	Descabezado Chico	VII	Complejo	-35,515	-70,620	5,0	4,107	20,534	IV
73	Cerro del Medio	VII	Complejo	-35,570	-70,500	5,0	4,107	20,534	IV
74	Colachi	II	Estratovolcán	-23,241	-67,646	5,0	3,000	15,000	V
75	Ojos del Salado	III	Complejo	-27,110	-68,541	5,0	3,000	15,000	V
76	Apacheta-Aguilucho	II	Complejo	-21,829	-68,202	4,0	3,663	14,651	V
77	Escalante-Sairecabur	II	Complejo	-22,719	-67,891	4,0	3,623	14,493	V
78	Putana	IV	Estratovolcán	-22,557	-67,853	6,0	2,000	12,000	V
79	Chascón (Purico)	II	Complejo de domos	-23,011	-67,688	4,0	3,000	12,000	V
80	Puntas Negras	II	Complejo	-23,744	-67,540	3,0	4,000	12,000	V
81	Púlar-Pajonales	II	Complejo	-24,200	-68,066	4,0	3,000	12,000	V
82	Nevado Tres Cruces	III	Complejo	-27,098	-68,778	4,0	3,000	12,000	V
83	Chiliques	II	Complejo	-23,578	-67,701	3,0	3,000	9,000	V
84	Caichingue	II	Estratovolcán	-23,949	-67,740	3,0	3,000	9,000	V
85	Nevado de Incahuasi	III	Complejo	-27,034	-68,296	3,0	3,000	9,000	V
86	Paivilid	X	Campo volcánico	-43,110	-72,750	4,0	2,210	8,840	V
87	Acamarachi	II	Estratovolcán	-23,292	-67,618	3,0	2,000	6,000	V
88	Llullaillaco	II	Estratovolcán	-24,720	-68,537	6,0	1,000	6,000	V
89	Alitar	II	Maar	-23,148	-67,655	2,0	2,000	4,000	V
90	Cerro Bayo	III	Complejo	-25,414	-68,588	3,0	1,000	3,000	V
91	Cordón del Azufre	II	Complejo	-25,336	-68,522	5,0	0,000	0,000	V
92	Sierra Nevada	III	Complejo	-26,481	-68,580	4,0	0,000	0,000	V

Distribución Riesgo Especifico en Territorio Nacional



**Legenda**

- ▲ Sistema volcánico Tipo I
- ▲ Sistema volcánico Tipo II
- ▲ Sistema volcánico Tipo III
- ▲ Sistema volcánico Tipo IV
- ▲ Sistema volcánico Tipo V

Tipo	Descripción
I	Sistemas volcánicos con nivel <b>muy alto</b> de riesgo específico.
II	Sistemas volcánicos con actividad eruptiva reciente sobre IEV 4.
III	Sistemas volcánicos con nivel <b>alto</b> de riesgo específico.
IV	Sistemas volcánicos con actividad anómala reciente.
V	Sistemas volcánicos con nivel <b>intermedio</b> de riesgo específico.
VI	Sistemas volcánicos con nivel bajo de riesgo específico, pero con nivel de peligrosidad o exposición sobre el valor promedio total.
VII	Sistemas volcánicos con nivel <b>bajo</b> de riesgo específico.
VIII	Sin evidencia comprobada de actividad holocena o escasos antecedentes, pero con morfología volcánica fresca.
IX	Sin actividad holocena, pero con manifestaciones geotermales extendidas.

### V.III Cámara central: **Complejo volcánico Puyehue - cordón Caulle**

Para la determinación del lugar se sobrepone el plano de catastro de volcanes en territorio nacional, el plano de distribución del cóndor y por último un plano de densidad poblacional. Obteniendo como resultado un área donde se concentran las tres variables de manera óptima. En esta zona seleccionada se encuentran los volcanes, en orden de ranking de riesgo junto su posición en el listado completo:

- I. Volcán Villarrica (1)
- II. Volcán Calbuco (3)
- III. Complejo volcánico Puyehue – Cordón Caulle (5)**
- IV. Volcán Osorno (6)
- V. Volcán Mocho Choshuenco (7)
- VI. Grupo Carran – Los Venados (9)
- VII. Volcán Quetrupillan (21)
- VIII. Volcán Lanin (25)
- IX. Puntagudo cordón Cenizos (34)
- X. Grupo Fui (51)
- XI. Grupo Caburgua (62)
- XII. Grupo Huelemolles (sin clasificación)
- XIII. Grupo Llizan (sin clasificación)
- XIV. Caldera Cordillera Nevada (sin clasificación)
- XV. Volcán Casablanca (sin clasificación)

Actualmente el volcán más monitoreado del país es el volcán Villarrica, por ende queda fuera de la selección. Luego la característica diferenciadora entre los siguientes, es la tipología de volcán. Calbuco es un estratovolcán, es decir un solo edificio volcánico y una tipología de erupción. Puyehue-Caulle es un complejo volcánico, por ende es un grupo de edificios volcánicos con distintas tipologías de erupción. Dado el propósito del proyecto, de investigar y monitorear, el complejo volcánico ofrece más material de estudio; en conclusión, el área definida para el proyecto es el complejo volcánico Puyehue-cordón Caulle.

Este complejo se encuentra en las regiones de Los Rios y Los Lagos, en las comunas de Rio Bueno, Lago Ranco y Puyehue; compartiendo una parte importante de él con el parque nacional Puyehue. Es un complejo compuesto por estratovolcanes, conos piroclásticos, maares y centros de emisión fisurales. Tiene un diámetro basal de 17 km y área basal de 1200 km<sup>2</sup>, tiene su altura máxima a 2200 m.s.n.m y se estima que tiene un volumen de 200 km<sup>3</sup>.

Composición del suelo según la Corporación Nacional Forestal (CONAF), descrito en el plan de manejo del parque nacional Puyehue del año 2008:

**Afloramiento rocoso:** corresponde a zonas de depósitos modernos (plesitoceno y holoceno), de origen volcánico y aluvial. Se localizan sobre los 1250 m y cubren un área correspondiente al 17,09% del total del parque nacional Puyehue.

**Corridas de Lava y Escoriales:** corresponden a materiales volcánicos – sedimentario, localizados en pisos altitudinales que van desde los 1650 m a los 850 m; su mayor representación se localiza en las inmediaciones de los volcanes Riñihue y Puyehue.

**Derrumbes sin vegetación:** el área de cobertura de esta unidad es muy reducida debido al amplio desarrollo vegetacional existente en el parque, el que permite la estabilización del sustrato.

**Nieves:** se conforman por pequeños reductos de nieves permanentes o semi permanentes sobre los 2000 m en su mayoría. Se localizan principalmente en el cráter del volcán Puyehue.



Figura 13. Huella Andina



Figura 14. Shutterstock



Figura 15.

Andestrack

Análisis eólico

La dirección predominante promedio del viento es del eje norte – sur. El viento con más frecuencia viene del norte 6.5 meses del año, y del sur 5.5 meses del año. En la siguiente imagen se aprecia el viento (m/s) a 100 m de superficie, yendo desde 4.0 el mínimo hasta 9.0 el máximo.

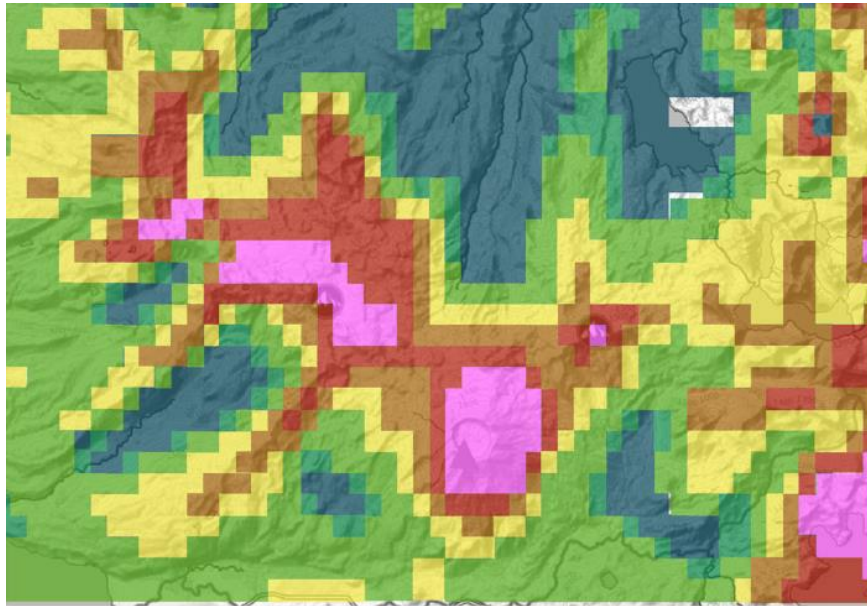


Figura 16. Explorador eólico. Ministerio de energía.

#### Análisis solar

La radiación anual horizontal equivale a 3.76 kWh/m<sup>2</sup>/día. Mientras que la radiación anual inclinada a 40° corresponde a 4.23 kWh/m<sup>2</sup>/día. Además, el complejo volcánico Puyehue cuenta con una frecuencia de nubes de un 23%. En la siguiente imagen se aprecian los kWh/m<sup>2</sup>/día, yendo desde 0 el mínimo hasta 7.5 el máximo.

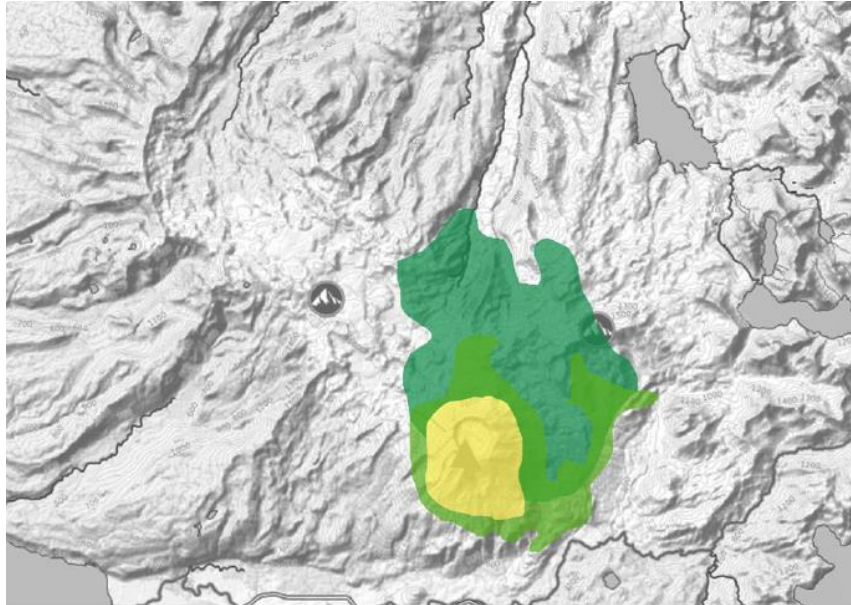


Figura 17. Explorador solar. Ministerio de energía.

#### Análisis riesgo volcánico

Este mapa preliminar de peligros volcánicos del complejo volcánico Puyehue - cordón Caulle, realizado por el SERNAGEOMIN, establece tres áreas de peligro: Alta, media y baja. Además de contempla habitantes según área de riesgo: la zona de alto peligro cuenta con 0 habitantes según el INE (2022); la zona de medio peligro cuenta con 34 habitantes; y la zona de bajo peligro cuenta con 1014 habitantes.

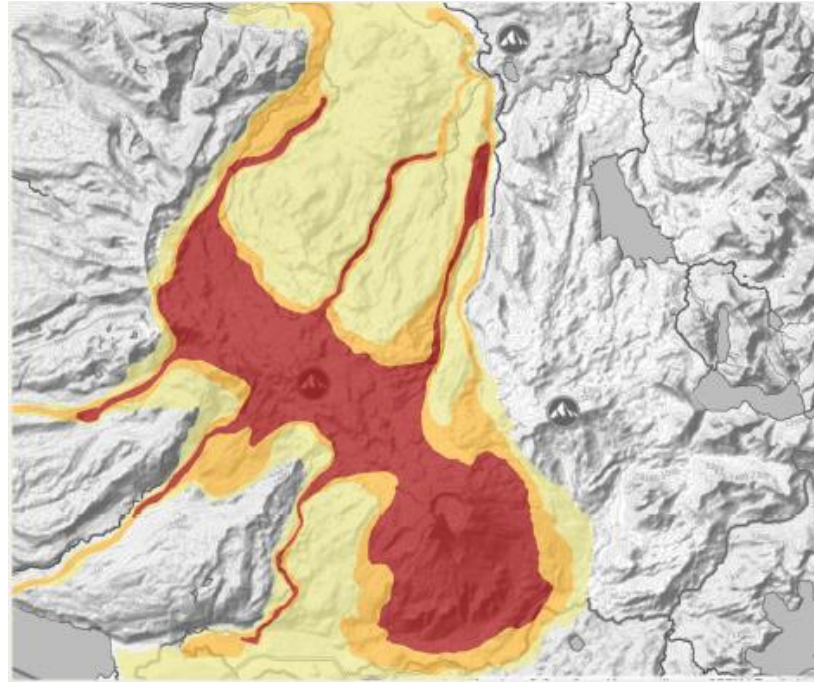


Figura 18. SERNAGEOMIN. Mapa peligros volcánicos Complejo volcánico Puyehue cordón Caulle. (2012)

#### Inclinación del terreno y senderos

Por último se analiza la inclinación del terreno y los senderos existentes, esto con el objetivo de estudiar los métodos de acercamiento y accesibilidad al lugar de emplazamiento. El siguiente mapa considera las inclinaciones desde los  $0^{\circ}$  como mínimo y  $83^{\circ}$  como máximo, estableciendo que hasta los  $30^{\circ}$  es zona de caminata casual, hasta los  $45^{\circ}$  de caminata con equipamiento, hasta los  $60^{\circ}$  de equipamiento técnico como esquís, hasta los  $80^{\circ}$  escalada y más allá escalada con equipamiento auxiliar.

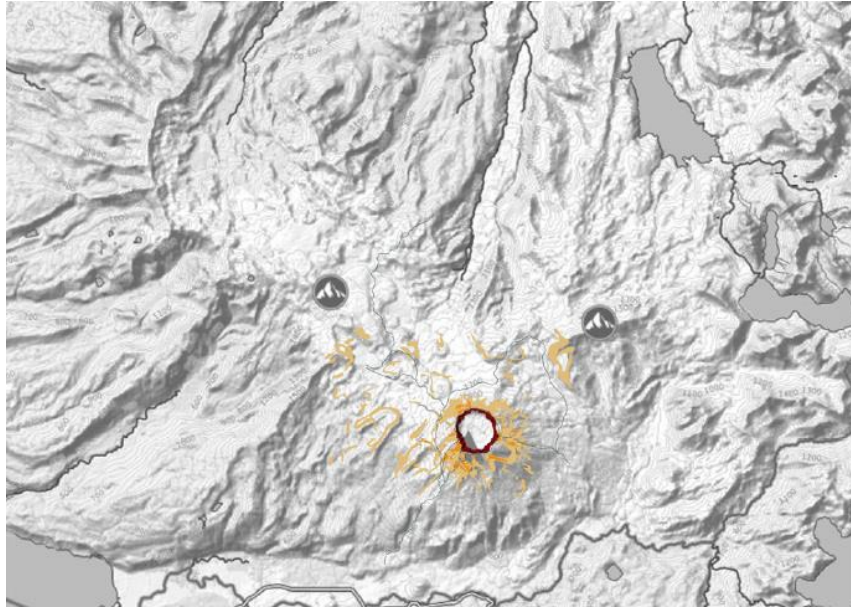


Figura 19. Andes profundo cartografía, volcán Puyehue. (2021)

Por último el área de emplazamiento se determinó de la superposición de todas las variables anteriormente descritas y analizadas, encontrando una zona que reúne todas las características ideales de terreno. Entre los 1900 y 2000 m.s.n.m, donde se establece una temperatura media durante el año de 2.2°C, velocidad media del viento en los 10.2 m/s y una inclinación del terreno entre los 0 y 20°. Las laderas en sentido del viento tienen menor riesgo de deslizamientos de terreno, de este modo las laderas orientadas al sur tienen más riesgo de incidentes. Por otro lado, la radiación solar aumenta considerablemente con la altura, a 2000 m, la radiación es equivalente a 1,5 veces la radiación a nivel del mar. Se ponen en valor todos estos factores mencionados ya que, debido a la ubicación el proyecto tendrá condiciones de autosuficiencia por lo que necesita nutrirse de los factores naturales.

## **VI. USUARIO**

### VI.I El pesar del profesional: Geólogos

La geología es la ciencia que estudia la composición, estructura, dinámica e historia de la tierra, incluyendo sus recursos naturales como la energía, minerales, agua, entre otros. Así como los procesos que repercuten en su superficie y, por tanto, en el medio ambiente. Esta ciencia tiene una serie de subramas entre las cuales se encuentran la tectónica, geofísica, gemología, paleontología, mineralogía, sedimentología, geomorfología, sismología y vulcanología.

Esta última es una ciencia que se define como la rama de la geología que estudia al vulcanismo en su totalidad, es decir, el origen, la estructura y la composición de los volcanes, la historia eruptiva de los mismos y los fenómenos asociados a las erupciones volcánicas. La vulcanología abarca también el estudio de los geiseres, fumarolas y todo lo que se emite desde el interior de la tierra. Los objetivos de esta rama de la geología es prever posibles erupciones y así evacuar a tiempo la zona y poder estudiar mejor el fenómeno; realizar censos de volcanes y sus tipologías de erupciones; realizar diagnósticos sobre las vulnerabilidades de aquellas poblaciones que viven próximas a algún volcán; y evaluar la composición del magma, de la lava y todos aquellos productos volcánicos que se expulsan durante una erupción.

Para la mejor comprensión de la rama y del usuario, se realiza una entrevista con la geóloga Verónica Oliveros, magister en ciencias mención geología, doctor en ciencias de la tierra y el universo. (Anexo 2)

El monitoreo volcánico en el mundo y en Chile se hace principalmente a través de monitoreo de sismicidad, porque cuando el magma está subiendo por el conducto volcánico se genera sismicidad. Otro mecanismo son cámaras que ven la actividad del volcán día y noche, así se puede ver si se produce una erupción o si empieza a tener fumarola. Hay cámaras infrarrojas que pueden detectar cambios de temperatura cercanos al cráter y cambios en la composición de la fumarola (...) Para comprender esas señales hay que tomar una serie de muestras, estudiarlos y relacionarlos con fenómenos que se observan en los depósitos volcánicos; los magmas que salen desde los volcanes se comparan con estudios de otras partes del mundo.

En general para la obtención de datos de monitoreo volcánico, el ODVAS y la RNVV instalan instrumentos y los van a mantener cada cierto tiempo y están transmitiendo datos de manera

permanente. Lo que hacen es ir regularmente a cambiar los instrumentos, mantenerlos, sacar los datos o mantener que la señal de internet esté funcionando. Este trabajo no es muy difícil, siempre y cuando sea un volcán de fácil acceso, por ejemplo el Villarrica, Nevados de Chillan, Llaima u Osorno. Pero hay otros como el Lascar, Guallatiri, Hudson o el San José que son volcanes muy difíciles de llegar porque están muy alto o muy lejos; se necesita gente experimentada en montañismo, eso hace más difícil mantener los equipos e instalarlos porque hay que subirlos en la espalda, en algunos casos se pueden instalar con helicóptero. (...) Es bien duro ese trabajo y se tiene que hacer de manera permanente y constante. Constantemente hay que sacar los datos o mantener los equipos.

**[Sobre los grupos que van a terreno]** Máximo 10 personas, pero en general 3 o 4 personas. No son grandes, a lo mejor si se va a instalar por primera vez instrumentos, va un grupo más grande; pero en las mantenciones siempre van grupos pequeños porque es difícil el acceso (...) A veces suben grupos de científicos para observar y ahí puede subir mucha más gente, nosotros le llamamos geoturismo: estás haciendo ciencia, estas aprendiendo pero no vas a instalar instrumentos, es más que nada para mirar el objeto de estudio.

**[Sobre lo que se requiere para potenciar el monitoreo]** Creo que es importante que haya dentro de los observatorios volcánicos una unidad que esté abierta al público y explique el funcionamiento de un observatorio y porque se observan los volcanes, cosa que en Chile casi no se da prácticamente. Para que la gente entienda que se hace ahí y porque se hace lo que se hace, no es un tema menor el del manejo del riesgo en las erupciones volcánicas. Sobre todo la gente que podría sufrir las consecuencias de cualquier tipo de actividad eruptiva, es importante que conozcan que es el monitoreo de volcanes y que si no quiere arriesgar su vida tiene que hacer lo que dice la autoridad respecto a las alertas. A pesar de estar rodeados de volcanes, terremotos, aluviones, tsunamis; la gente en Chile desconoce mucho temas de la geología como las dinámicas de la tierra, eso incluye los volcanes y es algo que se ha ido solucionando con el tiempo pero todavía falta mucho, faltan instancias de divulgación para la población.

(Oliveros, V. Anexo 2)

## VI.II Joven anhelante: Facultades de geología en Chile

El segundo usuario que se propone para el proyecto, son los estudiantes de geología teniendo como entidades asociadas a las facultades de geología del sur de Chile. A lo largo del territorio nacional existen diversas escuelas de geología las cuales son: la Universidad de Chile,

Universidad del Alba, Universidad Austral de Chile, Universidad Arturo Prat, Universidad Católica de Temuco, Universidad de Concepción, Universidad Andrés Bello, Universidad de Atacama, Universidad Pedro de Valdivia, Universidad Central de Chile, Universidad del Desarrollo, Universidad Católica del Norte y Universidad Mayor.

De este modo estudiante pueden acudir a aprender directamente sobre vulcanología, ver el trabajo en terreno y participar de él mediante clases o practicas impartidas en el proyecto.

#### VI.III Encuentro esporádico: Visitantes PN Puyehue

El último usuario que se considera es el que no es especialista o relacionado al área de estudio de la geología, este usuario es esporádico y no aparece de manera regular. Al estar emplazado en las fronteras del parque nacional Puyehue y el volcán del mismo nombre comparte áreas con el parque, existen senderos establecidos para recorrer el área, algunos de ellos llegando al cráter del volcán.

Existen diversos senderos que llegan al volcán pero el más común y comercial es una ruta de dos días. El primer día se empieza en la cota 330 y termina en la 1330, en el refugio Volcán Puyehue donde se pasa la noche. El segundo día se comienza en la cota 1330 y se hace el ascenso hasta la cota 2300 que es la cumbre, finalmente se baja hasta la cota 330 donde comenzó la ruta.

Sin embargo, no se puede establecer un número de visitantes de este sendero específico, pero si existe el catastro de visitantes al parque nacional Puyehue en su totalidad. El año 2021, que es el último registro oficial por parte de CONAF, se recibieron 64 106 visitantes en el parque; de los cuales 45.5% fueron hombres y 54.5% mujeres. Con una población mayoritaria del rango etario adulto, con un 74.3%

## VII. ESTRATEGIAS PROYECTUALES

### VII.I Estrategia morfológica: Forma y movimiento

En una primera instancia se realiza un análisis interpretativo de los movimientos naturales del cóndor para el reconocimiento geométrico.

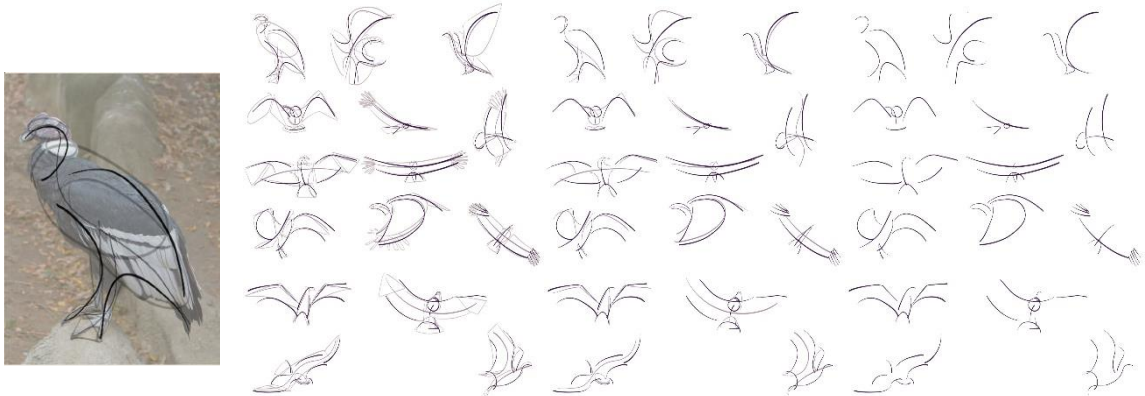


Figura 20. Elaboración propia

En una segunda instancia de prototipado, se aplica una técnica de reconocimiento lineal entre puntos estratégicos y más adelante una técnica de áreas o regiones superpuestas.

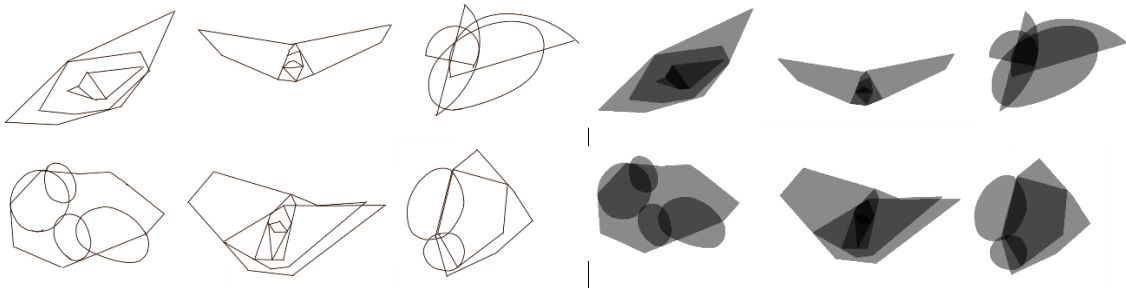


Figura 21.. Elaboración propia

En una siguiente etapa de prototipado, se analizan las ubicaciones de las condoreras, siendo los momentos que el cóndor interactúa con el terreno, por medio de una estrategia lineal y de áreas.

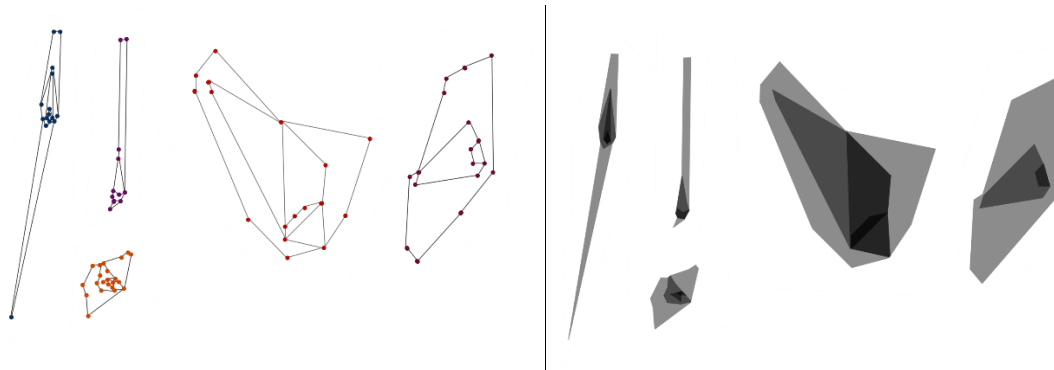


Figura 22. Elaboración propia

## VII.II Estrategia territorial: Expansión y desplazamiento

En este caso se utilizan los puntos clave de variados patrones de vuelo de cóndores para establecer una red de monitoreo entre volcanes. Realizando dos tipologías de estudios, lineal por medio de puntos de intersección y de áreas en zonas de concentración de las capas superpuestas.

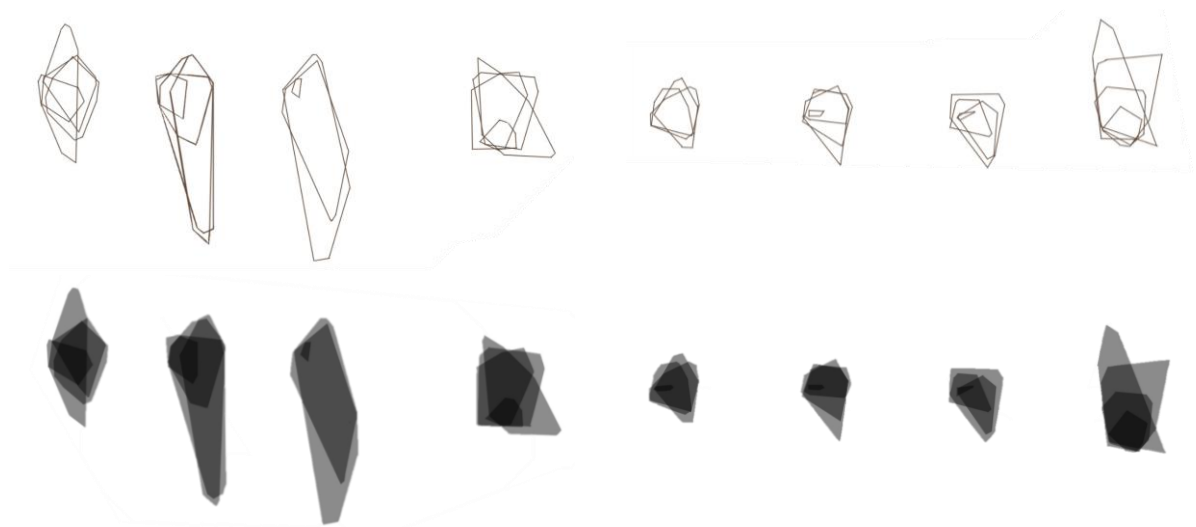


Figura 23. Elaboración propia

## VII.III Estrategia de emplazamiento: Territorio y adaptabilidad

Por último esta estrategia es desarrollada en dos etapas de estudio, primero se analiza como es la llegada del cóndor a la tierra, es decir la adaptabilidad, habilidad y movilidad de su pata. Al ser una especie carroñera, no tiene una pata tipo garra como se ve en las aves rapaces, teniendo una pata plana sin capacidad prensil. Por un lado se ven los rangos de movilidad dados por los numerosos nodos de flexión, desde un análisis lineal o esquelético y por otro, como se ve este contacto con el terreno de manera íntegra.

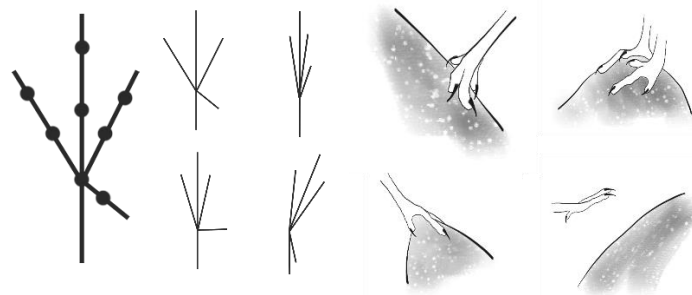


Figura 24. Elaboración propia

Luego, se estudian como son las uniones constructivas a distintos tipos de terrenos inestables, como son las laderas, el océano, la nieve y el desierto. Esto con el fin de entender como han sido las técnicas utilizadas por el hombre para habitar y llegar a lugares inesperados y/o de alta dificultad.

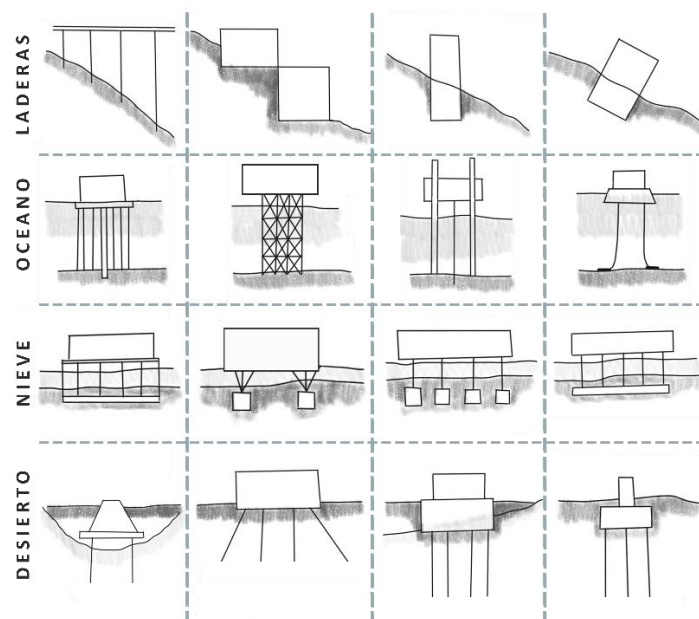
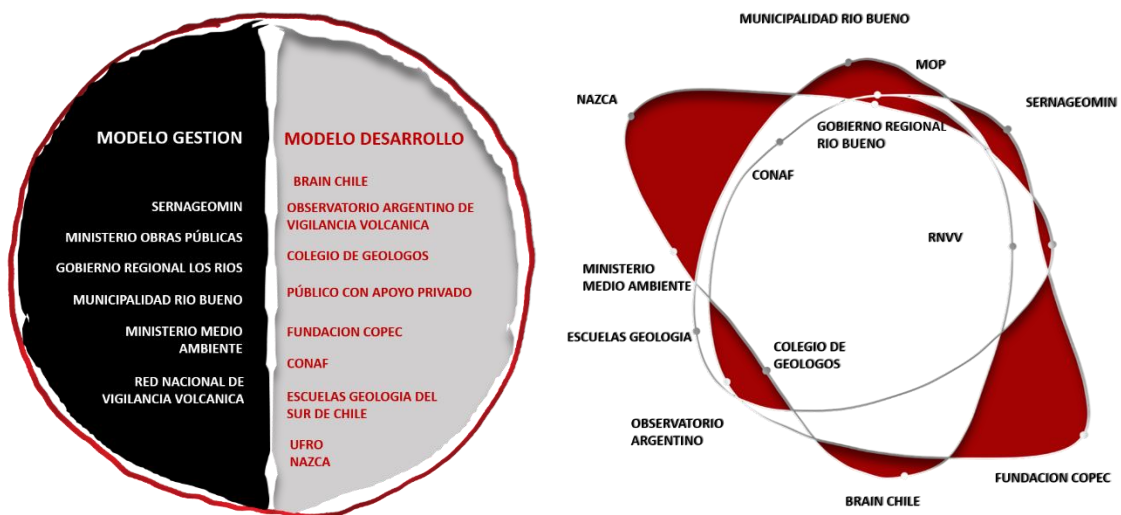


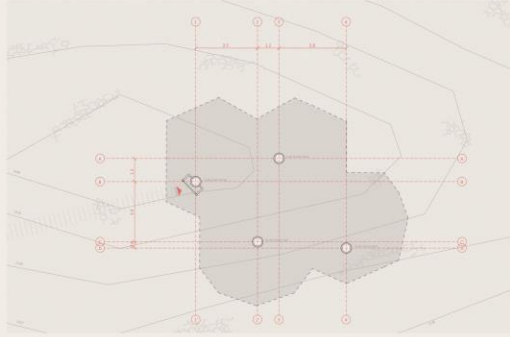
Figura 25. Elaboración propia

## VIII. MODELO DE GESTIÓN

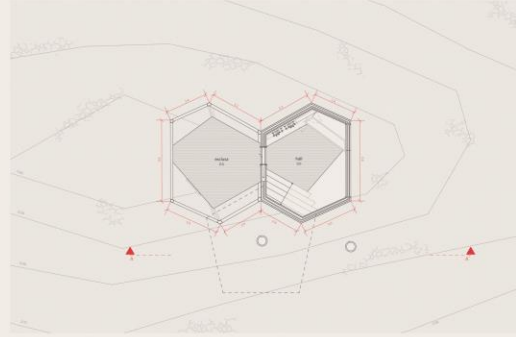
Al momento de iniciar el desarrollo del proyecto, habría que tener en consideración los permisos necesarios de distintas entidades, entre las cuales se distinguen el SERNAGEOMIN al ser el organismo responsable del monitoreo volcánico del país, específicamente a la rama de la Red Nacional de Vigilancia Volcánica; El Ministerio de Obras Públicas al estar emplazado en zona de riesgo, es requisito una solicitud al ministerio que justifique el proyecto; Al Gobierno Regional de Los Ríos y la correspondiente municipalidad del emplazamiento, la Municipalidad de Rio Bueno. Por otro lado, para llevar a cabo el proyecto se establecen como convenios fundamentales las escuelas de geología del sur de Chile; el Colegio de Geólogos; CONAF al estar aledaño al parque nacional Puyehue; y al Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica, ya que al compartir el cordón montañoso de los Andes, se ven afectados de igual manera por las erupciones volcánicas; es más, durante la última erupción del complejo volcánico Puyehue los piroclastos, cenizas, bombas, etc. Fueron en dirección a Argentina, viéndose más impactados que Chile. Por último para el financiamiento del proyecto, se consideran diversos fondos concursables nacionales e internacionales, entre los cuales están NAZCA, UFRO, Brain Chile y Fundación COPEC; al tener un enfoque en innovación y desarrollo ambiental.



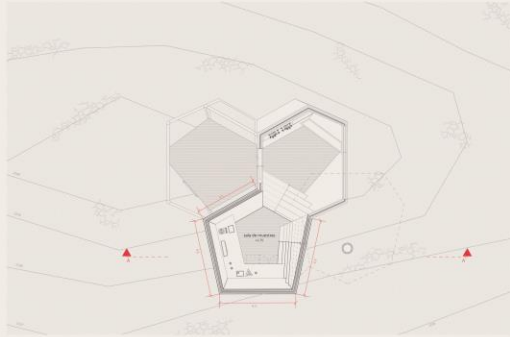
## **IX. LAMINAS TITULO**



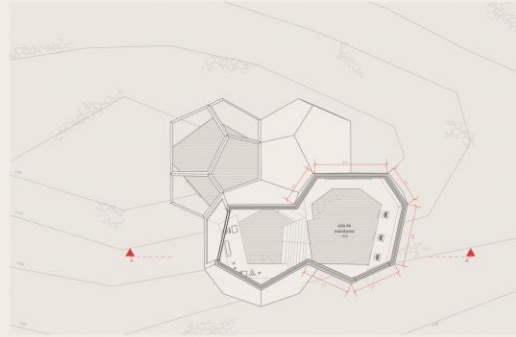
PLANTA ACCESO 1:85



PLANTA NIVEL 1 1:85



PLANTA NIVEL 2 1:85



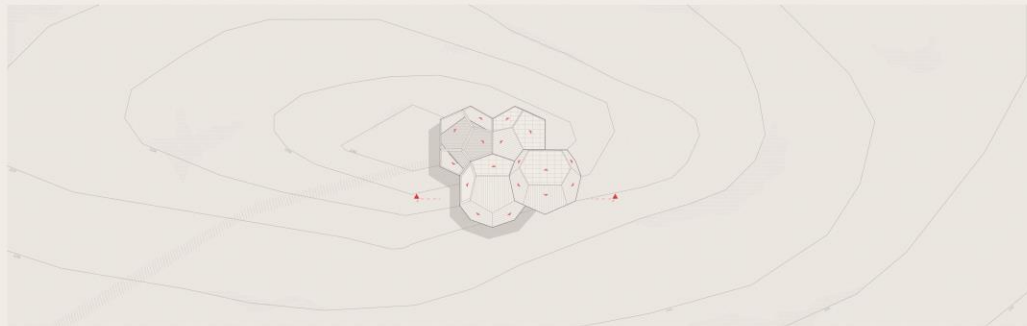
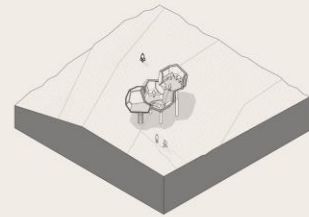
PLANTA NIVEL 3 1:85



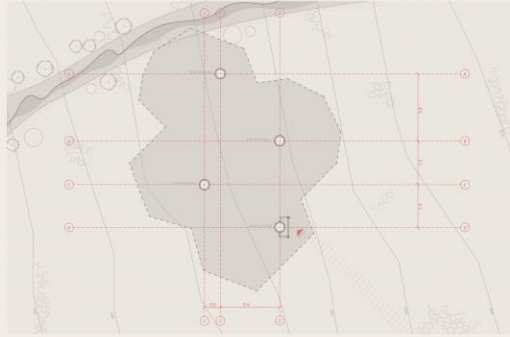
ELEVACION ESTE 1:120



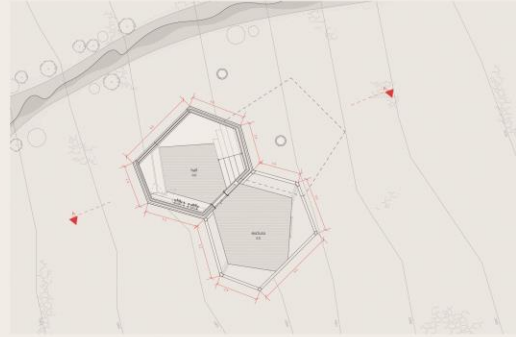
CORTE A-A' 1:120



PLANTA EMPLAZAMIENTO 1:150



PLANTA ACCESO 1:85



PLANTA NIVEL 1 1:85



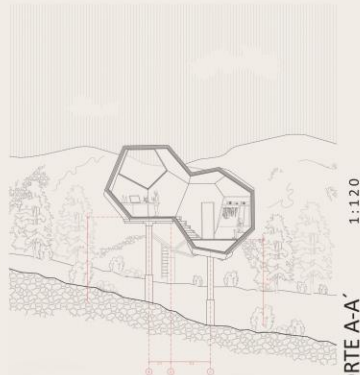
PLANTA NIVEL 2 1:85



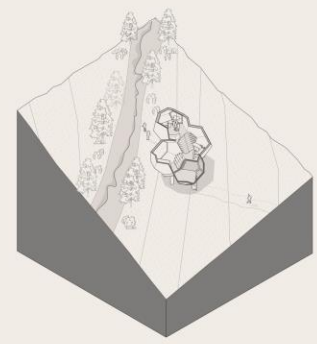
PLANTA NIVEL 3 1:85



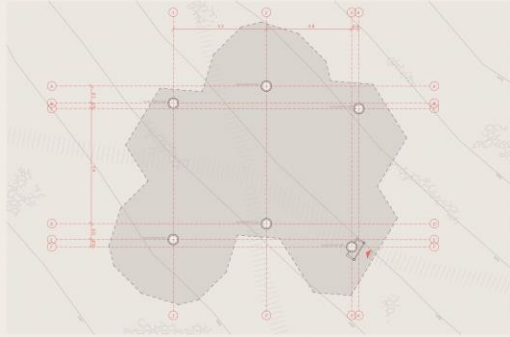
ELEVACION ESTE 1:120



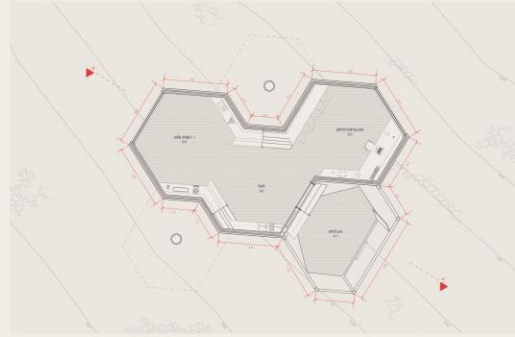
CORTE A-A 1:120



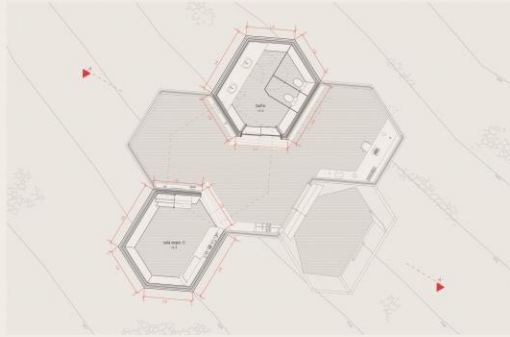
PLANTA EMPLAZAMIENTO 1:150



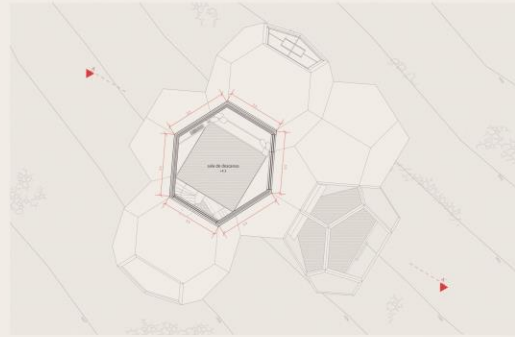
PLANTA ACCESO 1:85



PLANTA NIVEL 1 1:85



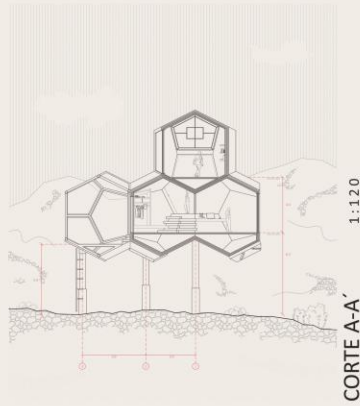
PLANTA NIVEL 2 1:85



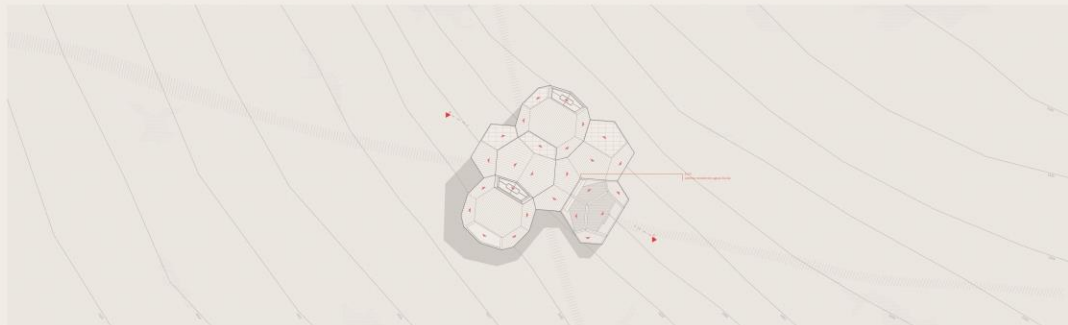
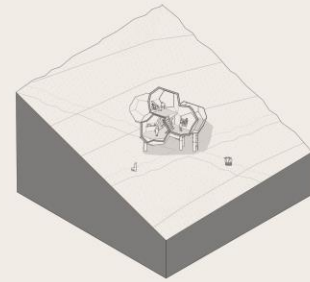
PLANTA NIVEL 3 1:85



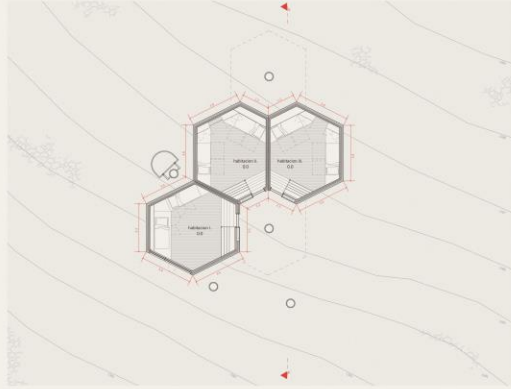
ELEVACION SUR 1:120



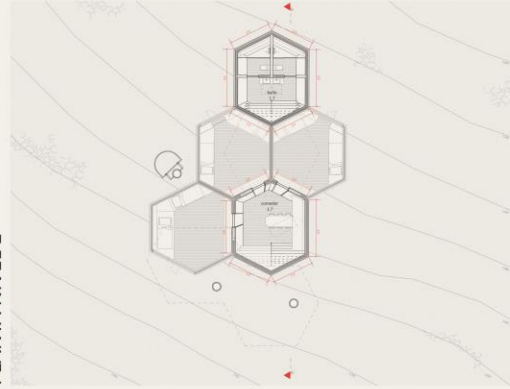
CORTE A-A 1:120



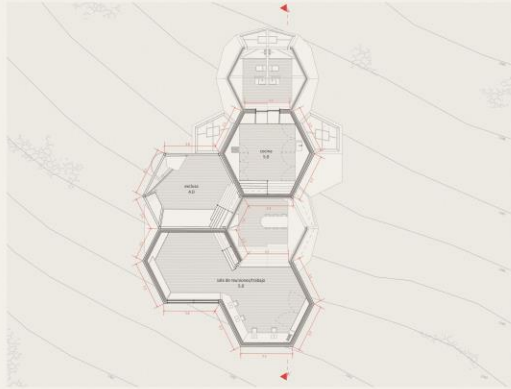
PLANTA EMPLAZAMIENTO 1:150



PLANTA NIVEL 1  
1:100



PLANTA NIVEL 2  
1:100



PLANTA NIVEL 3  
1:100



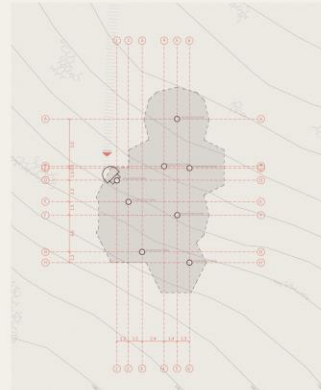
PLANTA NIVEL 4  
1:100



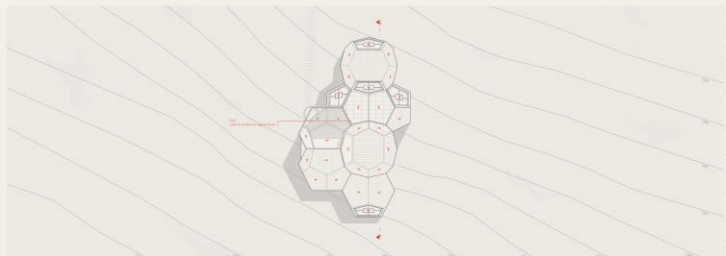
ELEVACION NORTE  
1:120



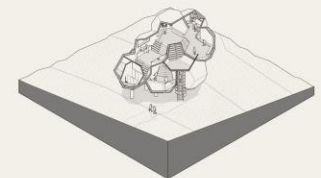
CORTE A-A'  
1:120



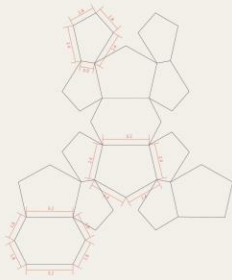
PLANTA ACCESO  
1:150



PLANTA EMPLAZAMIENTO  
1:200



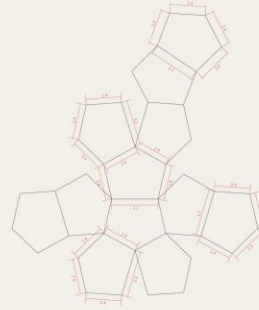
**GEOMETRIA DESPLEGADA**



**TETRAICAIDEAEDRO**



- 14 CARAS
- 2 HEXAGONOS  
(3.2x1.8x1.8x3.2x1.8x1.8)
- 4 PENTAGONOS TIPO 1  
(2.4x2.4x3.2x2.4x2.4)
- 8 PENTAGONOS TIPO 2  
(1.8x2.4x0.9x1.8x0.9)



**DODECAEDRO**



- 12 CARAS
- 12 PENTAGONOS TIPO 1  
(2.4x2.4x3.2x2.4x2.4)

**ESQUEMAS ORGANIZATIVOS**

UN SISTEMA COMPUESTO POR TRES MÓDULOS =  
 1 DODECAEDRO + 2 TETRAICAIDEAEDROS



SISTEMA INDIVIDUAL = PRIVADO



SISTEMA DOBLE = PÚBLICO COLECTIVO



SISTEMA TRIPLE = PRIVADO COLECTIVO

**ETAPA I**  
 PILOTES EN EL TERRENO

**ETAPA II**  
 BASES DE ACERO Y AJUSTE DE ALTURA REQUERIDA

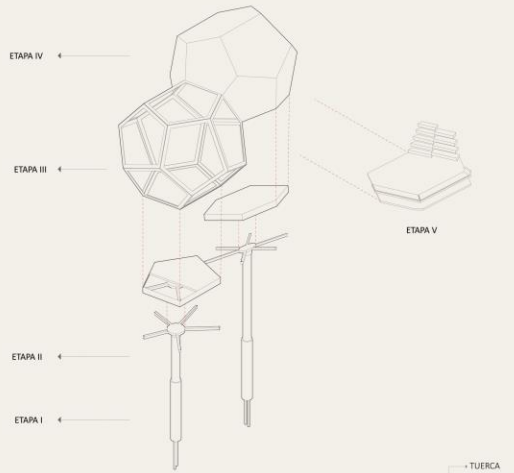
**ETAPA III**  
 ESQUELETO DE MADERA DEL MÓDULO

SE REPITEN ESTAS PARA CADA MÓDULO DEL SISTEMA

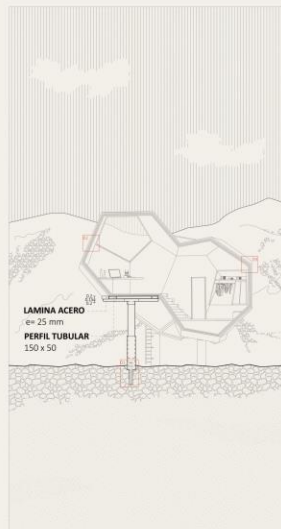
**ETAPA IV**  
 PANELES DE VIDRIO, SOLARES O REVESTIMIENTO EXTERIOR

**ETAPA V**  
 INTERIORES

**ESQUEMA DE MONTAJE**



**CORTE CONSTRUCTIVO 1:120**

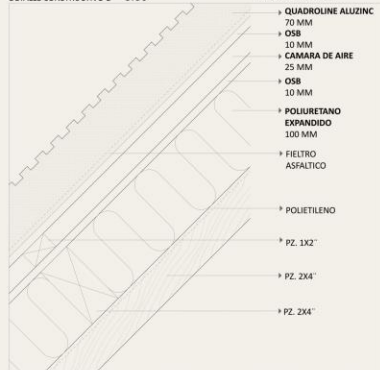


- COLUMNA DE ACERO TIPO CIRCULAR Ø500
- COLUMNA DE ACERO TIPO CIRCULAR Ø600 e=50mm
- RELLENO HORMIGÓN
- TERRENO COMPACTADO
- BARRA REDONDA Ø2x2

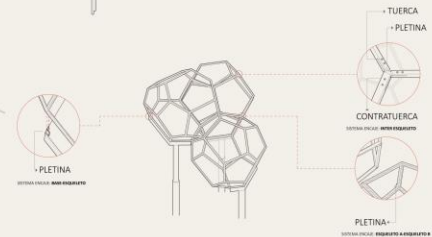
DETALLE CONSTRUCTIVO 1 1:50



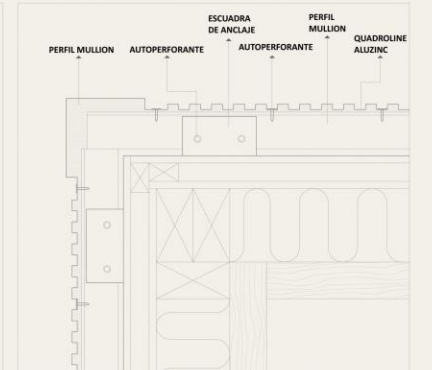
HELICOPTERO GRUA



DETALLE CONSTRUCTIVO 2 1:2



DETALLE CONSTRUCTIVO 3 1:2

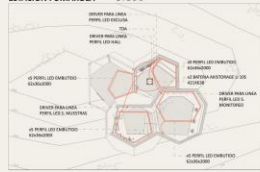


DETALLE CONSTRUCTIVO 3 1:2



PLANTAS ILUMINACIÓN

ESTACIÓN FUMAROLA 1:150

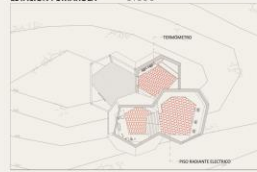


ESTACIÓN DEL AGUA 1:150



PLANTAS PISO RADIANTE

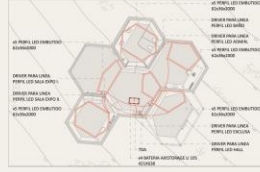
ESTACIÓN FUMAROLA 1:150



ESTACIÓN FUMAROLA 1:150



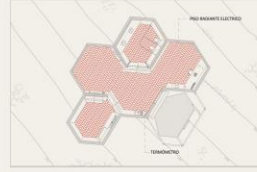
ESTACIÓN EDUCATIVA 1:200



ESTACIÓN DEL AGUA 1:150



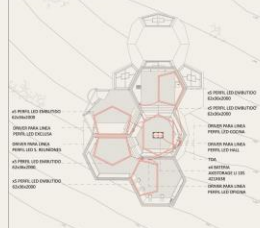
ESTACIÓN EDUCATIVA 1:200



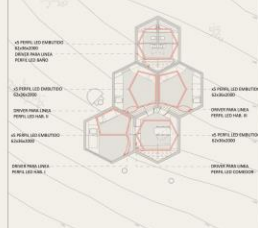
ESTACIÓN FUMAROLA 1:150



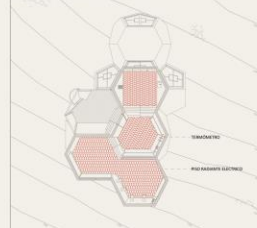
ESTACIÓN HABITACIONAL 1:150



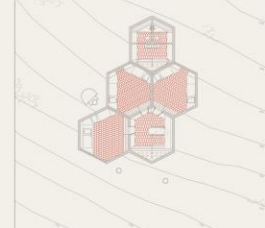
ESTACIÓN DEL AGUA 1:150



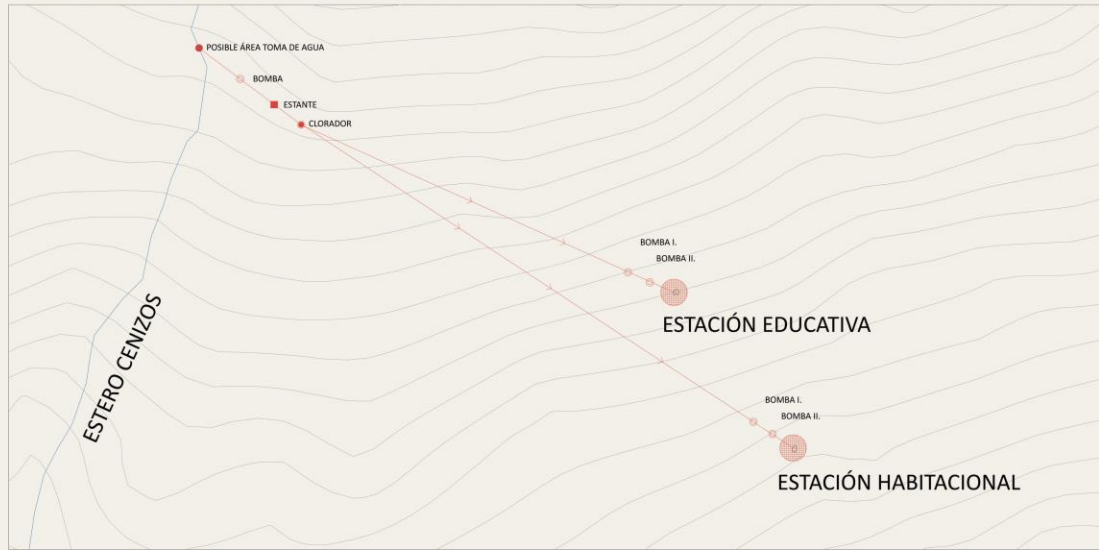
ESTACIÓN HABITACIONAL 1:150



ESTACIÓN FUMAROLA 1:150



PLANTA TOMA DE AGUA 1:2000

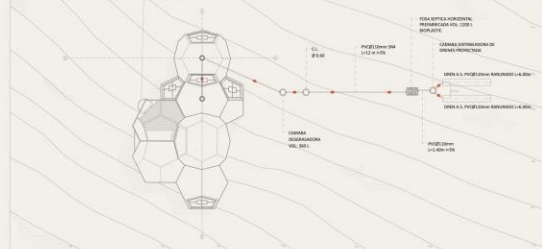


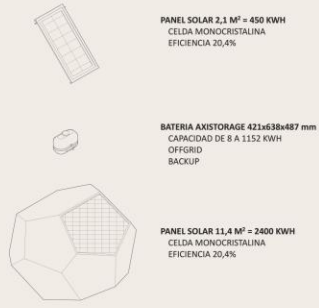
PLANTAS AGUAS SERVIDAS

ESTACIÓN EDUCATIVA 1:200



ESTACIÓN HABITACIONAL 1:200

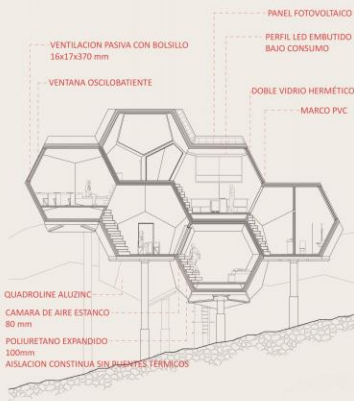




SISTEMA CAPAZ DE GENERAR Y ALMACENAR ENERGÍA A PARTIR DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS. LA ENERGÍA PRODUCIDA SE ACUMULA EN BATERIAS Y ES CONVERTIDA POR EL INVERSOR A 220V PARA QUE SEA UTILIZADA EN CUALQUIER MOMENTO DEL DÍA. EL INVERSOR POSEE UN CONTROLADOR DE CARGA QUE ALARGA LA VIDA ÚTIL DE LAS BATERIAS

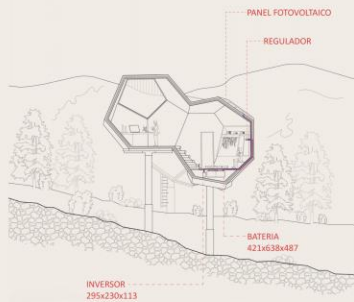
**CORTE EFICIENCIA MATERIALES**

1:100



**CORTE SISTEMA SOLAR FUERA DE RED**

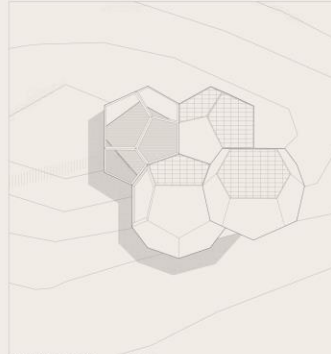
1:100



**ESQUEMA CALEFACCIÓN PASIVA**



**PLANTA UBICACIÓN PANELES**



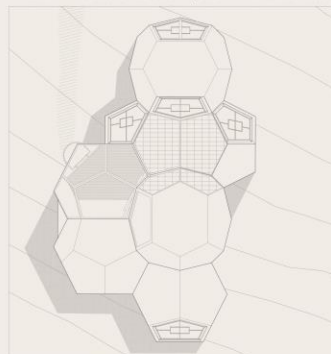
ESTACION FUMAROLA 1:100  
 52 M<sup>2</sup> - CONSUMO MEDIO 620 KWH/MES - x2 BATERIAS AXISTORAGE



ESTACION AGUA 1:100  
 52 M<sup>2</sup> - CONSUMO MEDIO 620 KWH/MES - x2 BATERIAS AXISTORAGE

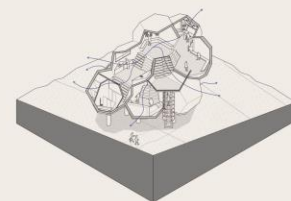
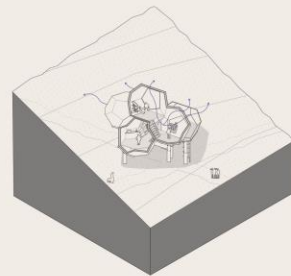
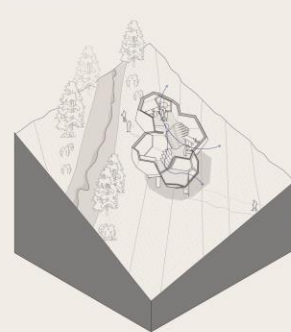
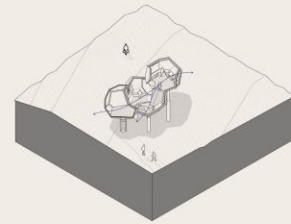


ESTACION EDUCATIVA 1:100  
 115 M<sup>2</sup> - CONSUMO MEDIO 1280 KWH/MES - x4 BATERIAS AXISTORAGE



ESTACION HABITACIONAL 1:100  
 150 M<sup>2</sup> - CONSUMO MEDIO 1800 KWH/MES - x4 BATERIAS AXISTORAGE

**ESQUEMA VENTILACIÓN**





**GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA**

**ALIANZAS ESTRATEGICAS**

**USUARIOS**

ESCUELAS DE GEOLOGÍA DEL SUR DE CHILE

OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DE ARGENTINA

CONAF

**MOTIVO**

SE PROPONE QUE LOS ESTUDIANTES DE GEOLOGÍA PUEDAN ACUDIR A ESTAS INSTALACIONES PARA POTENCIAR SU EDUCACIÓN SOBRE VULCANOLOGÍA DIRECTAMENTE EN TERRENO

YA QUE EL EFECTO DE LAS ACTIVIDADES VOLCANICAS RECAE TANTO EN EL TERRITORIO NACIONAL COMO EL DEL PAÍS VECINO, AL COMPARTIR EL CORDÓN MONTAÑOSO

AL ESTAR EMPLAZADO EN LAS FRONTERAS DEL PARQUE NACIONAL PUYEHUE, SE COMPARTEN ÁREAS Y RECORRIDOS DEL VOLCÁN CON EL PN

**ADMINISTRADOR**

RED NACIONAL DE VIGILANCIA VOLCANICA

**FINANCISTA**

GOBIERNO REGIONAL DE LOS RIOS

ENTIDAD DEDICADA AL MONITOREO Y ESTUDIO VOLCANICO A NIVEL NACIONAL

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL (FNDR)

FONDOS DE INNOVACION PARA LA COMPETITIVIDAD (FIC)

**INSTRUMENTOS DE INTERÉS**

PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PROT) LOS RIOS

PLAN DE MANEJO CONAF PARQUE NACIONAL PUYEHUE

LEY GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES (LGUC)

**MOTIVO**

USO ECONÓMICO COMPATIBLE DEL TERRITORIO, ZONIFICAR EL TERRITORIO EN FUNCION DE SUS POTENCIALIDADES

GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS, DEFINIR UNIDADES FUNCIONALES PARA IMPLEMENTAR NIVELES DE COMPATIBILIDAD ENTRE ACTIVIDADES

PROTECCIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL

PROTECCIÓN DE LAS ENERGIAS ALTERNATIVAS, IDENTIFICAR TERRITORIOS QUE PERMITAN EL DESARROLLO DE ESTAS

ZONA DE INFLUENCIA ECOLÓGICA (ZIE)

UNIDAD DE OCUPACIÓN, CORRESPONDE A LOS SECTORES QUE SE ENCUENTRAN CON OCUPACIÓN O POSICIÓN DENTRO DE LA UNIDAD ESTAN ASOCIADAS AL DESTINIO TURISTICO Y DE CONSERVACION QUE SE DA A LA UNIDAD

EL USO CIENTIFICO ES ADMISIBLE SIN LIMITACIONES EN ZONAS PRIMITIVAS; Y PRACTICABLES EXCLUSIVAMENTE DONDE CORRESPONDA O SE AUTORIZA EN ZONAS DE USO ESPECIAL, ZONAS DE USO PÚBLICO EXTENSIVO Y ZONAS DE USO PÚBLICO INTENSIVO

ART. 55° : LAS CONSTRUCCIONES DE EQUIPAMIENTO, INFRAESTRUCTURA O TURISMO FUERA DE LOS LÍMITES URBANOS REQUERIRAN, PREVIAMENTE APROBACION DE LA DIRECCION DE OBRAS MUNICIPALES, DEL INFORME FAVORABLE DE LA SECRETERIA REGIONAL DEL MINVU

ART. 116° INCISO 3°: LAS CONSTRUCCIONES DESTINADAS A EQUIPAMIENTO DE SALUD, EDUCACION, SEGURIDAD Y CULTO, CUYA CARGA DE OCUPACION SEA INFERIOR A 1000 PERSONAS, SE ENTENDERAN SIEMPRE ADMITIDAS CUANDO SE EMPLACEN EN EL AREA RURAL



**GESTIÓN TERRITORIAL**

**ENTIDADES DE INTERÉS**

SERNAGEOMIN - RNVV

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

MUNICIPALIDAD DE RIO BUENO

**MOTIVO**

ORGANISMO RESPONSABLE DEL MONITOREO VOLCÁNICO DEL PAÍS MANDANTE

AL EMPLAZARSE EN ZONA DE RIESGO, ES REQUISITO JUSTIFICAR EL PROYECTO AL MINISTERIO PARA SU APROBACIÓN REVISOR

MUNICIPIO CORRESPONDIENTE AL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO DIRECCIÓN OBRAS MUNICIPALES



**GESTIÓN DE RIESGO**

ESTA ÁREA DE TRABAJO ACTÚA FRENTE A SITUACIONES DE EMERGENCIAS QUE TENGAN ALGÚN COMPONENTE GEOLÓGICO EN SU ORIGEN, TALES COMO REMOCIONES EN MASA, ERUPCIONES VOLCANICAS, ACTIVIDAD SÍSMICA, ENTRE OTROS.



PELIGROS VOLCANICOS





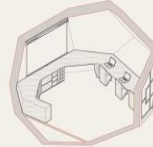



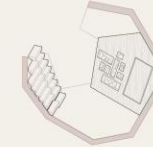








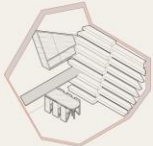

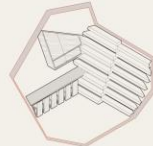
MONITOREO SÍSMICO



GEOMORFOLOGIA

**CATALOGO MOBILIRIO**

CATALOGO DE MOBILIARIO INTERIOR, SEGÚN EL MÓDULO Y FUNCIÓN DE LA ESTACIÓN DONDE SE UBIQUE. PARA LA MEJOR ADAPTACIÓN DE LA GEOMETRÍA Y POTENCIAR EL USO DE LOS ESPACIOS

 <p><b>HALL</b>                  UBICACIÓN: ESTACION/COMARCA EDUCACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>SALA DE MUESTRAS</b>                  UBICACIÓN: ESTACION PUBLICA EDUCACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>SALA DE MONITOREO</b>                  UBICACIÓN: ESTACION/COMARCA EDUCACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>HALL</b>                  UBICACIÓN: ESTACION EDUCATIVA                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>
 <p><b>ADMINISTRACIÓN</b>                  UBICACIÓN: ESTACION/COMARCA EDUCACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>SALA EXPOSICIONES I</b>                  UBICACIÓN: ESTACION EDUCATIVA                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>SALA EXPOSICIONES II</b>                  UBICACIÓN: ESTACION EDUCATIVA                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>BAÑOS</b>                  UBICACIÓN: ESTACION EDUCATIVA                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>
 <p><b>SALA DE DESCANSO</b>                  UBICACIÓN: ESTACION/COMARCA EDUCACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>	 <p><b>HALL</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	 <p><b>COCINA</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	 <p><b>SALA DE TRABAJO</b>                  UBICACIÓN: ESTACION/COMARCA EDUCACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: EDUCACIONAL</p>
 <p><b>BAÑOS</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	 <p><b>HABITACIÓN TIPO I</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	 <p><b>HABITACIÓN TIPO II</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	
 <p><b>COMEDOR</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	 <p><b>COMEDOR</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	 <p><b>COMEDOR</b>                  UBICACIÓN: ESTACION HABITACIONAL                  TIPO DE ESPACIO: HABITACIONAL</p>	

**ESPECIFICACIÓN MATERIALES**

**GRES PORCELÁNICO TOKYO LATTE**

**DIMENSIONES:** 30x60 cm  
**TERMINACIÓN:** MATE  
**ESPACIOS:** ÁREAS PÚBLICAS  
 BAÑO  
 COCINA  
 EXTERIOR  
 INTERIOR  
**AMBIENTE:** OFICINAS  
 TERRAZA  
 CENTROS EDUCACIONALES  
 DORMITORIO  
 LIVING Y COMEDOR  
**USO:** PISO Y MURO



**PLANCHA KONE MIX**

**DIMENSIONES:** 162x324 cm  
**TERMINACIÓN:** MATE  
**ESPACIOS:** ÁREAS PÚBLICAS  
 BAÑO  
 COCINA  
 EXTERIOR  
 INTERIOR  
**AMBIENTE:** OFICINAS  
 TERRAZA  
 CENTROS EDUCACIONALES  
 DORMITORIO  
 LIVING Y COMEDOR  
**USO:** CUBIERTAS Y PLANCHAS

**PORCELANATO KROMATIKA MINT**

**DIMENSIONES:** 11.6x10.1 cm  
**TERMINACIÓN:** MATE  
**ESPACIOS:** ÁREAS PÚBLICAS  
 BAÑO  
 COCINA  
 EXTERIOR TECHADO  
 INTERIOR  
**USO:** PISO Y MURO



# DOSSIER

## DISEÑO INTERIOR

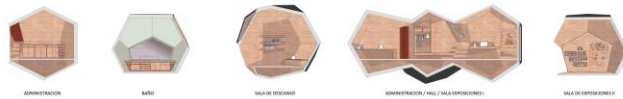
### ESTACION HABITACIONAL



### ESTACION FUMAROLA / AGUA

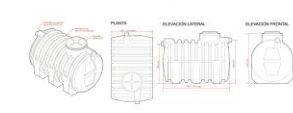


### ESTACION EDUCATIVA

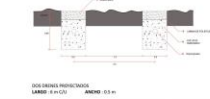


## INSTALACIONES

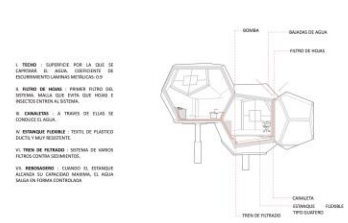
### DETALLE FOSA SEPTICA HORIZONTAL PREFABRICADA 2200 L / BIOPLASTIC



### DETALLE DRENAJE



### SISTEMA RECOLECCION AGUAS LUVIAS



### ANALISIS PUNTAJAL ESTACION EL CARABAL, RIO BUENO



## SUSTENTABILIDAD

### DESIGLIO DE DIMENSIONES

- EN LA CONSTRUCCION DE MURDE PUEBLA LA CUAL SE USA COMO GUARDIANAS DEL TERCER LOS CUERPOS TENEN EL MURDE PUEBLA EN EL TERCER LOS CUERPOS
- ESTACION FUMAROLA / AGUA
  - M<sup>2</sup> 10.47 (10.47)
  - 1. SALA DE MUESTRAS 6.17
  - 2. SALA DE MONITOREO 17.37
  - 3. VESTIBULO 17.17
- ESTACION EDUCATIVA
  - M<sup>2</sup> 10.47 (10.47)
  - 1. SALA DE TRABAJO 10.47
  - 2. COCINA 10.47
  - 3. COMEDOR 10.47
  - 4. VESTIBULO 10.47
  - 5. HABITACION TIPO I 10.47
  - 6. HABITACION TIPO II 10.47

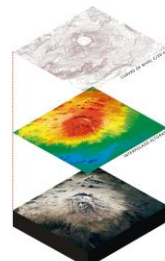
### DESIGLIO DE CONSUMO MEDIO

- ESTACION FUMAROLA / AGUA - 100 BAYONOS
- ESTACION EDUCATIVA - 100 BAYONOS
- ESTACION HABITACIONAL - 100 BAYONOS
- 1. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 2. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 3. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 4. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 5. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 6. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 7. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 8. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 9. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 10. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 11. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 12. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 13. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 14. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 15. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 16. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 17. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 18. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 19. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)
- 20. MED BAYONOS ELECTRICOS 100 W (100 W)

### GUARDIA DE AGUA AUTONOMO



## TOPOGRAFIA



## PROGRAMA

ESTACION	ZONA	RECIBO	M <sup>2</sup>	CANTIDAD
FUMAROLA	ADMINISTRATIVA	VEST.	17	1
	TRABAJO	SALA DE MUESTRAS	6	1
	TRABAJO	SALA DE MONITOREO	17	1
AGUA	ADMINISTRATIVA	VEST.	10	1
	TRABAJO	SALA DE MUESTRAS	6	1
	TRABAJO	SALA DE MONITOREO	17	1
EDUCATIVA	ADMINISTRATIVA	VEST.	10	1
	ADMINISTRATIVA	ADMINISTRACION	10	1
	TRABAJO	SALA DE TRABAJO	10	1
	TRABAJO	SALA DE TRABAJO	10	1
HABITACIONAL	ADMINISTRATIVA	VEST.	10	1
	TRABAJO	SALA DE TRABAJO	10	1
	SERVICIOS	COCINA	10	1
	REPOSO	HABITACION TIPO I	10	1
		HABITACION TIPO II	10	1
		COMEDOR	10	1



## REFERENCIAS

Agkathidis, A. (2017). *Arquitectura biomórfica, diseño orgánico y construcción*. (1ª ed.). Barcelona: Promopress.

Corporación Nacional forestal [CONAF]. (2008). Plan de manejo parque nacional Puyehue. Documento de trabajo n.487.

Dávila, J. (2015). *La arquitectura animal y sus sistemas de climatización pasiva como alternativa en el diseño arquitectónico*. (Tesis de Maestro en Diseño). Universidad Autónoma Metropolitana, México.

De Martino, E., Astore, V., Mena, M., Jácome, L. (2011). Estacionalidad en el home range y desplazamiento de un ejemplar de cóndor andino (*vulture gryphus*) en Santa Cruz, Argentina. *Ornitología neotropical* [online]. Vol.22, n.2.

Fundacion Vida Silvestre Argentina. (2011). El cóndor andino no puede cazar, pero tiene mucho para mostrar. Cartilla educativa. Córdoba, Argentina.

Gargiulo, CN. (2012). *Distribución y situación actual del cóndor andino (Vulture gryphus) en las sierras centrales de Argentina*. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Instituto Geográfico Nacional (IGN). (sf). *Técnicas de vigilancia volcánica*. <http://www.ign.es>

Lambertucci, S. Biología y conservación del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Argentina. *Hornero* [online]. 2007, vol.22, n.2, pp.149-158. ISSN 0073-3407.

Lambertucci, S. Navarro, J. Sanchez Zapata, JA. Hobson, KA. Alarcón, PAE. Wiemeyer, G. Blanco, G. Hiraldo, F. Donázar, JA. (2018) Tracking data and retrospective analyses of diet reveal the consequences of loss of marine subsidies for an obligate scavenger, the Andean condor. *Proc. R. Soc. B* 285: 20180550. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.0550>

Lambertucci, S. Size and spatio-temporal variations of the Andean condor *Vulture gryphus* population in north-west Patagonia, Argentina: comunal roosts and conservation. *Fauna & Flora International*. 2009, vol.44, n.3. doi:10.1017/S0030605310000451.

Lambertucci, S. Trejo, A. Di Martino, S. Sanchez Zapata, JA. Donázar, JA. Hiraldo, F. Spatial and temporal patterns in the diet of the Andean condor: ecological replacement of native fauna by exotic species. *Animal Conservation*. 2009, vol. 12. ISSN 1367-9430.

López, L. Molina, S. Vides, R. (2007). Desarrollo de un sistema de monitoreo volcánico. (Tesis para optar al grado de Ingeniero electricista). Universidad de El Salvador, El Salvador.

Memoria Chilena. (2022). *Los volcanes en la historia de Chile*. <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-100690.html#undefined>

Olgay, V. (2019). *Arquitectura y clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. (1ª ed, 15ª tirada). Málaga: Gustavo Gili, SL.

Pallasmaa, J. (2001). *Animales arquitectos*. (1ª ed.). Lanzarote: GG, SL.

Palma, F. (03 de marzo de 2015). *¿Cómo se monitorea la actividad volcánica en Chile?* Noticias Universidad de Chile. <https://uchile.cl/u109448>

Pavez, E. (s.f). *Ficha final 15to proceso RCE*. Ficha de antecedentes. (paper)

Pavez, E. (2014). *Patrón de movimiento de dos cóndores andinos Vultur gryphus (Aves: Cathartidae) en los andes centrales de Chile y Argentina*. Boletín Chileno de Ornitología. Santiago, Chile.

Sánchez, A. (sf). *Construcciones animales: Los espacios instintivos de la naturaleza*. Presentado en la Escuela técnica superior de Arquitectura de Madrid de la Universidad Politécnica de Madrid. (paper).

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2018). *Chile: territorio volcánico*. (1ª ed.). Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería.

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (s.f). *Equipo RNVV*. <https://rnvv.sernageomin.cl/red-nacional-vigilancia-volcanica/>

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). (2020) *¿Cómo se monitorea un volcán?* <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2020/09/Monitoreo-volca%CC%81nico.pdf>

TVN. (03 de junio de 2015). *Se necesitan al menos tres observatorios más para monitorear volcanes en Chile*. 24 Horas TVN. <https://www.24horas.cl/nacional/se-necesitan-al-menos-tres-observatorios-mas-para-monitorear-volcanes-en-chile-1680914>

## REFERENCIA DE IMÁGENES

Figura 1: Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). *Chile: territorio volcánico*. (2018) p.17

Figura 2: Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). *Chile: territorio volcánico*. (2018) p.13

Figura 3: Sánchez, A. *Construcciones animales: Los espacios instintivos de la naturaleza*. (sf) p.17-22

Figura 4: Pavez, E. *Ficha final 15to proceso RCE*. Ficha de antecedentes. (sf) p.14

Figura 5: Pavez, E. *Patrón de movimiento de dos cóndores andinos Vulture gryphus (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina*. (2014) p.7

Figura 6: Pavez, E. *Patrón de movimiento de dos cóndores andinos Vulture gryphus (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina*. (2014) p.3

Figura 7: Pavez, E. *Patrón de movimiento de dos cóndores andinos Vulture gryphus (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina*. (2014) p.3

Figura 8: De Martino, E. Astore, V. Mena, M. Jácome, L. Estacionalidad en el home range y desplazamiento de un ejemplar de cóndor andino (vulture gryphus) en Santa Cruz, Argentina. (2011) p.8

Figura 9: Lambertucci, S. Navarro, J. Sanchez Zapata, JA. Hobson, KA. Alarcón, PAE. Wiemeyer, G. Blanco, G. Hiraldo, F. Donázar, JA. Tracking data and retrospective analyses of diet reveal the consequences of loss of marine subsidies for an obligate scavenger, the Andean condor. (2018) p.3

Figura 10: Gargiulo, C. Distribución y situación actual del cóndor andino (Vulture gryphus) en las sierras centrales de Argentina. (2012) p.74

Figura 11: Gargiulo, C. Distribución y situación actual del cóndor andino (Vulture gryphus) en las sierras centrales de Argentina. (2012) p.123

Figura 12: Pavez, E. Patrón de movimiento de dos cóndores andinos Vulture gryphus (aves: cathartide) en los andes centrales de Chile y Argentina. (2014) p.5

Figura 13: Huella Andina Expeditions. Ascensión al Volcán Puyehue

Figura 14: Shutterstock. Puyehue volcano

Figura 15: Andestrack Expediciones. Volcán Puyehue

Figura 16: Explorador eólico. Ministerio de energía.

Figura 17: Explorador solar. Ministerio de energía.

Figura 18: SERNAGEOMIN. Mapa peligros volcánicos Complejo volcánico Puyehue cordón Caulle. (2012)

Figura 19: Andes profundo cartografía, volcán Puyehue. (2021)

Figura 20: Elaboración propia

Figura 21: Elaboración propia

Figura 22: Elaboración propia

Figura 23: Elaboración propia

Figura 24: Elaboración propia

Figura 25: Elaboración propia

**Antecedentes académicos**

**Diseño Arquitectónico I.** Piero Mazzarini / Valentina Galleguillos. Año: 2018

Proyecto primer semestre: REFORMULACION DEL TRAZADO DE CONCEPCION

Emplazamiento: Concepcion

Proyecto segundo semestre: PABELLON DE LA PROTECCION

Emplazamiento: Talca

**Diseño Arquitectónico II.** Antonio Marisio / Jose Angel Brunel Año: 2019

Proyecto primer semestre: CENTRO TURISMO FAMILIAR

Emplazamiento: Peninsula de Hualpen

Proyecto segundo semestre: MUELLE SUR

Emplazamiento: Isla Santa Maria

**Diseño Arquitectónico III.** Martin del Solar / Gabriel Vargas Año: 2020

Proyecto primer semestre: VIVIENDA FAMILIAR

Emplazamiento: Valle Las Trancas

Proyecto segundo semestre: CONJUNTO HABITACIONAL

Emplazamiento: Quitr Alco

**Diseño arquitectónico IV.** Andres Utz / Paz Gonzalez. Año: 2021

Proyecto primer semestre: PLAN MAESTRO REHABILITACIÓN ESTERO NONGUEN

Emplazamiento: Nonguen

**Diseño arquitectónico V.** Edison Salinas / Alejandro Marty. Año 2021

Proyecto segundo semestre: MERCADO VILLA SAN PEDRO

Emplazamiento: San pedro de la paz

**Diseño arquitectónico VI.** Paulo Alegria / Diego Martinez. Año 2022.

Proyecto segundo semestre: MERCADO CONCEPCION

Emplazamiento: Concepción

## **ANEXO 1**

### **Conversación con Nicolás Vallejo, Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales**

Trabajo con fauna silvestre: rescate, monitoreo y análisis de datos de animales de baja movilidad (micro mamíferos, reptiles y anfibios).

#### **¿Qué son las especies de baja movilidad?**

Son especies que, por ejemplo, a diferencia de un ave que puede volar grandes distancias y se puede desplazar fácilmente, arrancar de un depredador, una intervención o de un incendio; tienen un área de desplazamiento acotado. Por ejemplo un ratón colilarga, su ámbito de hogar no va más allá de media hectárea; entonces cuando se quiere instalar un proyecto hay que ir a monitorear y rescatarlos para llevarlos a otro lugar.

#### **Me imagino que en caso de proyectos se puede planificar un rescate, pero que pasa con casos más primitivos como son los desastres naturales ¿qué pasa con estas especies que tienen baja movilidad?**

Cuando son eventos naturales como por ejemplo incendios forestales, terremotos o movimientos de remoción en masa, no se realizan rescates pero estos individuos escapan de eso. Generalmente los animales tienen una respuesta previa, como un "sexto sentido" por así decirle, a eventos naturales catastróficos; ellos se desplazan, ellos se desplazan. Por ejemplo para el terremoto del 2010 muchos animales se quedaron callados o muchas aves volaron a otro lugar y es porque muchas especies sintieron que venía algo.

#### **Y en el caso que se tienen que reubicar especies ¿A dónde se llevan? ¿Es dentro de la misma área o reubicación total?**

Se escoge un área distinta en base a un estudio, un sitio ad hoc que cumpla las mismas características y sea capaz de soportar los nuevos individuos, ahí se hace un análisis de capacidad de carga. La capacidad de carga permite determinar cuántos individuos puede soportar ese ambiente sin degradarse. Luego para saber si el trabajo de relocalización fue efectivo se monitorea y se marcan los individuos, antes había técnicas que le cortaban los dedos. Por ejemplo, si caía un ratón en una trampa y no tenía un dedo, sabías que ese ya estaba pero al volver a caer en la trampa había que cortarle otro dedo, entonces quedaban ratones sin dedos. Ahora lo que se hace, es cortarles el pelo o marcarles la cola con un lápiz especial, cosas que no le hagan daño. En algunas especies se trabaja con tarjetas o con collares de radio transmisión.

#### **Este trabajo que se hace ¿Es a base de privados o existe una entidad pública que se encargue?**

Existe un ente fiscalizador que es parte del estado y también un privado que fiscaliza todo el proyecto, pero en general los sitios donde se quieren poner proyectos son privados. El estado igual fiscaliza, hay una parte del Ministerio del Medio Ambiente que van a terreno a evaluar y revisar que todo esté en orden. Por ejemplo en proyectos de tipo energéticos, muchas veces son terrenos agrícolas que cuando el predio ya no es productivo, se arrienda para la construcción de este tipo de proyectos que es más rentable que producirlo.

#### **A cierto punto, eso también puede ser más invasivo ¿tener mucha infraestructura energética?**

Va a depender, ahí entra todo un estudio. Por ejemplo si se quiere instalar un parque eólico: el sentido del viento y que aves pasan por ahí. Es importante saber que aves circulan el área porque si son aves pequeñas, van a revolotear por la parte baja y no hay problema; pero si son especies grandes como cóndores o jotes, esas especies vuelan alto por ende podrían ser víctimas de las hélices. Los jotes son más comunes en la zona de depresión intermedia y costera de Chile, generalmente ahí hay mucho viento. Entonces se hace un estudio de indicación de que tipo de fauna hay en ese lugar, que afecciones pudiera tener este proyecto en tales especies y que medidas hay que tomar. En el caso de este ejemplo, no se puede hacer un rescate,

porque son voladoras de grandes distancias y no se puede cambiar su ruta de vuelo; en ese caso habría que mover el proyecto.

**Lo que mencionas de la relocalización, entonces si no se estuviera realizando este trabajo ¿las especies de baja movilidad tenderían a la extinción? Como una menor adaptabilidad ante circunstancias en comparación a especies con mayor movilidad, como las aves.**

Partiendo por el macro de que todas las especies en algún momento se van a extinguir, solo que nosotros aceleramos ese proceso, ya que muchas especies están sujetas a un tipo de hábitat muy específico y no puede trasladarse; pero esto al final es una medida para evitar eso, tratando de hacer lo mejor posible para salvar esas vidas de animales ya que una vida tiene importancia y cumple un rol dentro de un ecosistema.

**¿Se podría desmoronar un ecosistema si esto pasara sistemáticamente?**

Si, de hecho cuando estábamos haciendo un rescate de lagartijas, encontramos un sector con muchos individuos y al ser tantas tuvimos que volver al día siguiente. Cuando volvimos ya se había alterado un poco el sitio, habían más moscas, insectos, mosquitos y llegaron avispas. Ahí se nota un cambio abrupto significativo inmediato, normalmente son cambios paulatinos de meses o años cuando se empiezan a ver cambios.

**Me quedé pensando en el tema de los desastres naturales, si estas especies de baja movilidad no pueden escapar y mueren ¿cómo se han mantenido en el tiempo áreas específicas si no tienen la capacidad de ir y volver?**

Ahí entra la autoecología de cada especie, que es ver cómo se comporta la especie en su ambiente, su desarrollo, su capacidad reproductiva, descripción de especie, etc. Y con esa información tú puedes saber si esta especie dependiendo de la intervención, en este caso natural, puede seguir existiendo ahí. Por ejemplo el cóndor tiene un nivel reproductivo bajo, no genera crías mensualmente, entonces cualquier intervención que se le haga a la especie va a afectar significativamente en el tiempo; a diferencia de, por ejemplo, un ratón oliváceo. Este se reproduce entre septiembre y abril y produce tres camadas de 4-6 crías, entonces tiene una tasa reproductiva muy alta, entonces se expanden por el área. Así que los individuos que murieron en un incidente natural, ya murieron pero alrededor sigue habiendo población la cual se va a seguir reproduciendo y se van a desplazar hasta ocupar el lugar donde murieron los otros.

**O sea que las especies de menor rango de reproducción son mucho más delicadas**

Si, están más sujetas a la extinción o disminución de la población, pasa mucho con los grandes mamíferos que tienen solo un par de crías al año y luego pasan varios años junto a la madre. Entonces va a depender mucho si una intervención natural o no afecta a la población de ese lugar. Si un alud arrasa con la mitad de la población de ratones no va a ser mayor problema porque se van a seguir reproduciendo, tienen tasa de natalidad alta. Pero si ese alud paso por donde un cóndor está anidando, se perdió entre 1 y 3 años de reproducción.

**¿Eso tiene que ver con qué tipo de especie son? Había escuchado que normalmente los que son presa tienen mayor cantidad de crías que los depredadores.**

Se cumple ese factor, pero no siempre. Eso tiene un nombre especial: vidas de tipo S y tipo K en la ecología. Por ejemplo una bacteria tiene un *peak* de reproducción y cuando ya no hay alimento baja drásticamente, por el otro lado es mucho más paulatina en el tiempo. Esas son estrategias de vida, cada especie se adapta.

**En el caso con las erupciones volcánicas, las especies de alta movilidad como las aves tendrían mayor posibilidad de sobrevivir, al poder escapar**

Eso va a depender del tipo de erupción, en Chile las más comunes son las estrombolianas. Son las típicas donde se tapa la boca del volcán, se genera mucha presión y explota; y libera piroclastos o bombas, que es material que sale encendido que se solidifica rápidamente y al final es como una lluvia de rocas calientes. Si un cóndor o cualquier ave no alcanzó a volar rápidamente, le llega una de estas rocas calientes. No afecta solamente la lava, también la lluvia de piroclastos y la ceniza que tapa todo. Por ejemplo, las especies que tienen cuevas en el suelo y cae ceniza o una roca, les tapa la entrada y mueren. A diferencia de cuando se trabaja con proyectos, que se hace una etapa de perturbación que es un momento en el que se trasladan los individuos, se va destruyendo el lugar para evitar que ellos retornen y se vean obligados a irse del lugar.

### **¿Ellos tienen el instinto de volver entonces?**

Muchas especies tienen el instinto de volver, como el sentido de pertenencia en las personas. Cuando se quiere hacer planes de conservación muchas veces se utilizan lo que se llama "especie paraguas". Por ejemplo el cóndor en Chile y Argentina lo matan, antes mucho más, pero años atrás se empezó a ver que era productivo turísticamente y se comenzaron a hacer planes de conservación ligados a la gente, de este modo se resguarda el hábitat. Las especies paraguas son especies emblemáticas que le dan identidad a un plan de conservación mucho mayor, se le muestra a la gente la especie, que hace, donde vive y la gente empieza a tener un sentido de pertenencia con él. Se trabaja con educación ambiental en pos de la conservación de un lugar pero utilizando una especie que vive en el lugar, no se puede cuidar ninguna especie si la gente no lo cuida. Se trabaja mucho con niños, porque al final son ellos quienes transmiten a sus papas cuando llegan a la casa.

### **Sabía que al cóndor hasta hace no mucho, los mataban por creencia que cazaban a los animales ganaderos**

Claro, pero la pata es plana no puede llegar y agarrar un animal porque es carroñero, el descomponedor de la materia muerta, el limpiador del ecosistema para evitar enfermedades. La gente pensaba eso y hace muchos años en los campos los atrapaban para matarlos. Ponían un cerco grande y adentro un animal muerto con sal y al lado una fuente de agua; entonces los cóndores venían comían, les daba sed y tomaban agua pero para emprender vuelo como son tan grandes necesitan espacio para elevarse, sin embargo estaban tan pesados y la cerca tan cerrada no podían salir y después los mataban.

## **ANEXO 2**

### **Conversación con Geóloga Verónica Oliveros**

Magister en ciencias mención geología, Doctor en ciencias de la tierra y el universo.

Trabajo en vulcanología pero no en monitoreo volcánico reciente, trabajo con volcanes muy antiguos que ya no se monitorean porque ya no tienen actividad. Sin embargo hace poco me integré a un instituto como una de las investigadoras principales, para trabajar más en vulcanología y riesgo volcánico, de hecho la próxima semana iré al volcán Villarrica.

### **En geología la percepción del tiempo es distinta, entonces ¿a qué te refieres cuando hablas de volcanes muy antiguos o recientes?**

El tiempo geológico normalmente es de 4500 millones de años aproximadamente, esa es la edad de la tierra. El suelo que pisamos, hasta 20 km más abajo, se ha formado por magmatismos que vienen del interior de la tierra y salen a la superficie. Sólo una pequeña parte de lo que se forma emerge a la superficie y es lo que conocemos como corteza continental u oceánica, todo ese material es magma cristalizado que se llama rocas intrusivas o plutónicas; Lo que sale por los volcanes se llama rocas volcánicas. En la tierra ha habido 4500 millones de años de volcanismo y magmatismo, todo lo que está entre los 4500 y 2 millones de años, es magmatismo antiguo; pero de eso no hay registro, el registro más antiguo tiene 3000 millones de años. La mayor parte de las rocas volcánicas que hoy se conocen tienen menos de 1000 millones de años, Chile está formado de rocas volcánicas que tienen entre 300 millones de años, hasta hoy. Lo que siempre he estudiado es el periodo mesozoico que va entre los 300 y 100 millones de años, que tuvo mucho registro como toda la cordillera de la Costa y buena parte de la cordillera de los Andes; ese registro se ve en las rocas y ya no tiene actividad. El volcanismo moderno es el que tiene menos de 2,4 millones de años, se llama volcanismo del cuaternario; el volcanismo reciente es lo que tiene registro histórico, o sea de los últimos 2000 años.

**Había leído que existen muchas maneras de realizar monitoreo volcánico, por medio de distintos instrumentos, pero a cierto punto ¿siempre se necesita hacer muestreo directo?**

Claro, el monitoreo volcánico en el mundo y en Chile se hace principalmente a través de monitoreo de sismicidad, porque cuando el magma está subiendo por el conducto volcánico se genera sismicidad. Otro mecanismo son cámaras que ven la actividad del volcán día y noche, así se puede ver si se produce una erupción o si empieza a tener fumarola. Hay cámaras infrarrojas que pueden detectar cambios de temperatura cercanos al cráter y cambios en la composición de la fumarola. Estos son los principales sistemas de monitoreo, pero una cosa es que existan esos tipos de monitoreo y otra es comprender los procesos que muestran los instrumentos. Para comprender esas señales hay que tomar una serie de muestras, estudiarlos y relacionarlos con fenómenos que se observan en los depósitos volcánicos; los magmas que salen desde los volcanes se comparan con estudios de otras partes del mundo. Es decir, hay que tomar muestras directas de los depósitos, las cosas que ya salieron y están hace mucho tiempo alrededor de los volcanes y lo que sale cada vez que hay una erupción: las fumarolas y los campos geotermales. Hay que hacer ese muestreo directo para poder entender los procesos que dan lugar a las señales, que luego se interpretan como posibles erupciones.

**¿Eso va dando una especie de patrón de actividad, a medida que se va analizando todo lo mencionado?**

Claro, se descubre patrones que se asocian a fenómenos que están ocurriendo en la sub-superficie, que no se pueden ver y algunos de estos fenómenos deberían ser gatillantes de erupciones. Entonces si se está viendo la sismicidad, observando los gases, el volcán o la deformación (porque los volcanes se inflan, no siempre se produce erupción pero si se inflan) ya sea de manera satelital o con instrumentos, se podría detectar un patrón que generaría una erupción; eso permite predecir las erupciones con días de anticipación.

**¿O sea que constantemente se está trabajando con otros países? Como se comparten los Andes, supongo que igual afecta a los países vecinos las erupciones volcánicas.**

De hecho las erupciones son muy peligrosas en Argentina porque reciben todo el material de las plumas que salen, todo lo recibe Argentina por la dirección del viento. A ellos les afecta mucho más que a nosotros desde lo lejos, a Chile le afecta de manera cercana pero desde lejos (cenizas, plumas, piroclastos) les afecta mucho más a ellos. En Perú, Ecuador y Colombia las erupciones son mucho más peligrosas que en Chile, porque en esos países hay mucha más gente viviendo alrededor de los volcanes entonces el riesgo es mucho mayor; no es que los volcanes sean más peligrosos sino que hay más gente alrededor de los volcanes entonces generan más daños si hacen erupción. Así que claro, hay colaboración de todos los servicios geológicos de observación volcánica de todas estas naciones. Los Andes y en especial los Andes de Chile son un caso de estudio muy interesante para toda la comunidad geocientífica del mundo, así que viene mucha gente del extranjero a estudiar los volcanes chilenos.

**¿No existe alguna institución a nivel global? Como en la salud está la OMS, pero de volcanología**

No, no hay. Lo más cercano que hay es la UNESCO que es la filial de las naciones unidas para el patrimonio natural para la educación y conocimiento científico, es como la unidad unificadora pero no hay una institución internacional porque más bien está relacionado con los territorios. Por ejemplo la salud, el COVID fue lo mismo en todas partes; las erupciones volcánicas de Islandia son muy diferentes a las de Chile, Indonesia, etc. Tienen cosas similares pero son distintas, requieren conocimiento local, entonces no tiene mucho sentido. Es bueno tener redes de colaboración, eso existe pero hay un servicio vulcanológico en cada país que atiende a la realidad local.

**Entonces ¿sería un error tomar como referencia lo que se hace por ejemplo, en Islandia, para aplicarlas en Chile?**

No es que sea un error, lo que pasa es que uno puede monitorear y ver la señal que está dando pero para poder hacer la interpretación de esas señales, es necesario un conocimiento científico y ese es muy global, no lo define una sola unidad pero todos los científicos del mundo colaboran en ese conocimiento y es

abierto, público para la mayor parte de gente. Pero cuando se tienen que tomar medidas específicas de un volcán, las políticas de monitoreo o como se va a administrar el riesgo de las alertas, es mucho más importante actuar a base de la realidad local. Porque si bien el mecanismo de erupción sea similar, por ejemplo Islandia no es muy diferente que Hawaii, las realidades sociales son sumamente distintas; Hawaii está mucho más poblado que Islandia, un clima muy diferente, no tiene glaciares. Entonces aunque el volcanismo sea casi igual en ambos casos, el peligro, daño y riesgo son muy diferentes; por eso hay que trabajar con los volcanes en su contexto geológico, territorial, cultural y social.

**¿Con cuanta regularidad se van a realizar instalaciones de instrumentos o tomar data?**

Depende para que quieres los datos. En general para la obtención de datos de monitoreo volcánico, el ODVAS y la RNVV instalan instrumentos y los van a mantener cada cierto tiempo y están transmitiendo datos de manera permanente. Lo que hacen es ir regularmente a cambiar los instrumentos, mantenerlos, sacar los datos o mantener que la señal de internet esté funcionando. Este trabajo no es muy difícil, siempre y cuando sea un volcán de fácil acceso, por ejemplo el Villarrica, Nevados de Chillan, Llaima u Osorno. Pero hay otros como el Lascar, Guallatiri, Hudson o el San José que son volcanes muy difíciles de llegar porque están muy alto o muy lejos; se necesita gente experimentada en montañismo, eso hace más difícil mantener los equipos e instalarlos porque hay que subirlos en la espalda, en algunos casos se pueden instalar con helicóptero.

**¿Las maneras de llegar son caminando o helicóptero básicamente?**

Efectivamente, es bien duro ese trabajo y se tiene que hacer de manera permanente y constante. Constantemente hay que sacar los datos o mantener los equipos.

**En ese caso ¿no sería factible o más fácil tener una estación de monitoreo en el volcán?**

O sea, estaciones de monitoreo hay pero no es como uno se lo imagina, una zona construida donde adentro están los equipos, son más bien construcciones bien pequeñas donde solamente está la maquina o incluso esta sólo la maquina al aire libre ya que necesita captar las señales del ambiente. Además no tiene tanto sentido poner una infraestructura al lado del cráter porque se va a dañar en una erupción. Lo que sí puede tener sentido, y se hace en volcanes importantes, es tener observatorios en las faldas del volcán. En volcanes importantes de Indonesia y EEUU hay centrales cercanas a un volcán donde hay científicos trabajando de manera permanente, tienen instaladas cámaras que pueden medir gases o sismómetros.

**Para realizar todo este análisis entonces ¿vendría siendo necesario equipamiento computacional y equipamiento químico?**

No es necesario tener instalaciones para análisis químico porque en general, eso no se hace en tiempo real para el monitoreo. Las muestras que se toman se analizan en laboratorios y después se hace la interpretación de las señales que van llegando a tiempo real de los distintos volcanes. Lo que se tiene normalmente, son sistemas computacionales, núcleos computacionales, servidores, señales de internet permanente de alta calidad para que no se corte nunca el internet o luz, monitores que permitan ir viendo las señales ya sean de naturaleza sísmica, termales infrarroja, satelitales, deformaciones o gases. Básicamente son monitores para interpretar lo que están viendo las cámaras pero no se hace análisis químico en estos observatorios en particular porque eso no se hace en tiempo real y los observatorios ven lo que está pasando en tiempo real en los volcanes.

**Entonces eso lo mandan a analizar y en los observatorios se trabaja con los resultados, analizando e interpretando.**

Claro, los científicos trabajan con esos datos químicos junto con las señales que se ven a tiempo real y se van interpretando los procesos para mejorar los modelos predictivos.

**Normalmente ¿entre cuanta gente fluctúa los grupos o cordadas que van a instalar equipo o tomar muestras?**

Máximo 10 personas, pero en general 3 o 4 personas. No son grandes, a lo mejor si se va a instalar por primera vez instrumentos, va un grupo más grande; pero en las mantenciones siempre van grupos pequeños porque es difícil el acceso, subir un volcán es difícil requiere harta energía entonces no es viable tener grupos grandes de gente que este siempre subiendo, en general son grupos que no sobrepasan las 5 personas. A veces suben grupos de científicos para observar y ahí puede subir mucha más gente, nosotros le llamamos geoturismo: estás haciendo ciencia, estas aprendiendo pero no vas a instalar instrumentos, es más que nada para mirar el objeto de estudio.

**Esto de geoturismo ¿se hace en ocasiones con estudiantes de geología?**

Si, varias carreras de geología en Chile tienen la asignatura de vulcanología porque es una temática muy importante en Chile. La carrera de geología siempre es con terreno, ellos hacen un terreno donde van a un volcán pero en general van a los depósitos alrededor del volcán, es muy poco probable que suban al cráter, nadie quiere subir con estudiantes a un lugar peligroso. Cuando si se hace es cuando hay reuniones de científicos para un volcán específico, ahí si sube el grupo porque cada persona es responsable de sí misma, no es obligatorio como sería una asignatura.

**Por último ¿hay algo que creas que es importante tener en consideración para un óptimo análisis o monitoreo, fuera de lo que se encuentra en la bibliografía?**

Yo creo que es importante que haya dentro de los observatorios volcánicos una unidad que esté abierta al público y explique el funcionamiento de un observatorio y porque se observan los volcanes, cosa que en Chile casi no se da prácticamente. Para que la gente entienda que se hace ahí y porque se hace lo que se hace, no es un tema menor el del manejo del riesgo en las erupciones volcánicas. Sobre todo la gente que podría sufrir las consecuencias de cualquier tipo de actividad eruptiva, es importante que conozcan que es el monitoreo de volcanes y que si no quiere arriesgar su vida tiene que hacer lo que dice la autoridad respecto a las alertas. A pesar de estar rodeados de volcanes, terremotos, aluviones, tsunamis; la gente en Chile desconoce mucho temas de la geología como las dinámicas de la tierra, eso incluye los volcanes y es algo que se ha ido solucionando con el tiempo pero todavía falta mucho, faltan instancias de divulgación para la población.