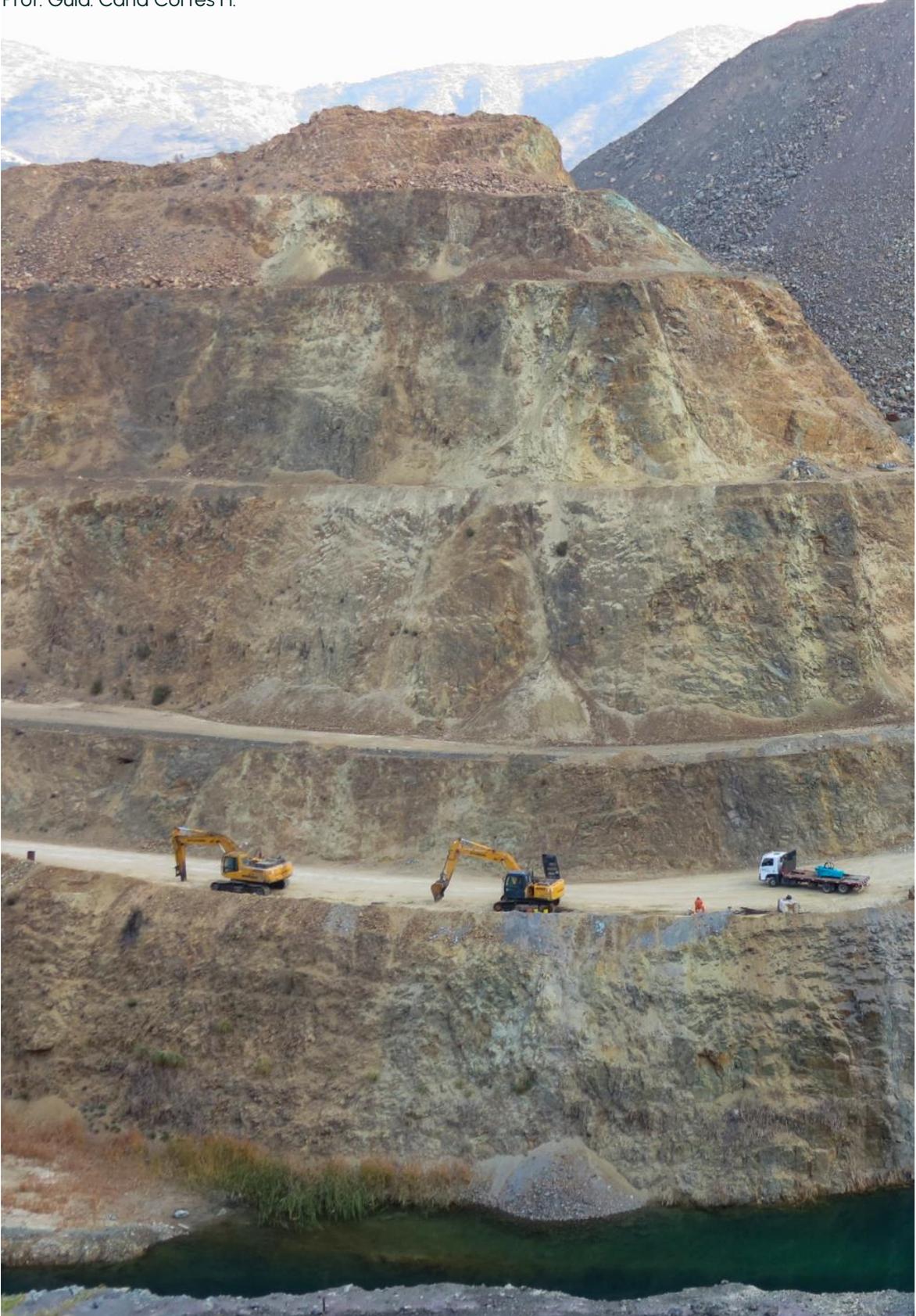


# MUSEO PARQUE MINA LO AGUIRRE

## Arquitectura para la Conservación y Recuperación Ecológica

Estudiante: Noemí Zúñiga Z.

Prof. Guía: Carla Cortés H.



Planteamiento Integral del Problema de Título

# MUSEO PARQUE MINA LO AGUIRRE

Arquitectura para la  
Conservación y Recuperación  
Ecológica

Estudiante  
Noemí Zúñiga Z.  
Profesora Guía  
Carla Cortés H.

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Primer Semestre 2022

*Dedicado a quienes aportan día a día un granito de arena por cuidar la naturaleza; y a las niñas y niños como mi sobrinito, las manos futuras que persistirán en este objetivo.*

Agradezco de corazón a:

Alonso, por su infinita paciencia y compañía; a mi familia por su apoyo incondicional; a mis hermanos por su cariño y regaloneo. A mi profesora Carla por su interés en guiarme en este proceso. A mis amigos incondicionales que me ayudaron y apoyaron a sacar mi proyecto. A don Giovanni y a todos en Nueva Pudahuel, que me permitieron ingresar a la mina Lo Aguirre, y a todos quienes hicieron posible el desarrollo de mi proyecto.

# Contenidos

<b>1</b>	<b>Presentación</b> .....	<b>5</b>
	Introducción .....	6
	Definición del Tema Arquitectónico .....	7
	Problemática .....	7
	Motivaciones Personales .....	8
<b>2</b>	<b>Antecedentes</b> .....	<b>9</b>
	Cambio Climático en Chile .....	10
	Conservación de Especies .....	11
	Minería e Impacto Medioambiental .....	16
	Arquitectura Neumática .....	19
	Referentes Arquitectónicos .....	21
<b>3</b>	<b>Territorio</b> .....	<b>22</b>
	Contexto Comunal: Pudahuel.....	23
	Contexto Terreno: Ex-Mina Lo Aguirre.....	26
<b>4</b>	<b>Propuesta</b> .....	<b>31</b>
	Propuesta Conceptual .....	32
	Estrategias de Diseño .....	34
	Propuesta Urbana .....	35
	Propuesta Paisajística .....	36
	Programas Internos----- .....	37
	Gestión y Mantención.....	38
	<b>Conclusión</b> .....	<b>38</b>
	<b>Bibliografía</b> .....	<b>39</b>

# Capítulo 1

# Presentación

Terrenos de la Ex Mina Lo Aguirre  
Fuente: Elaboración Propia



## Introducción

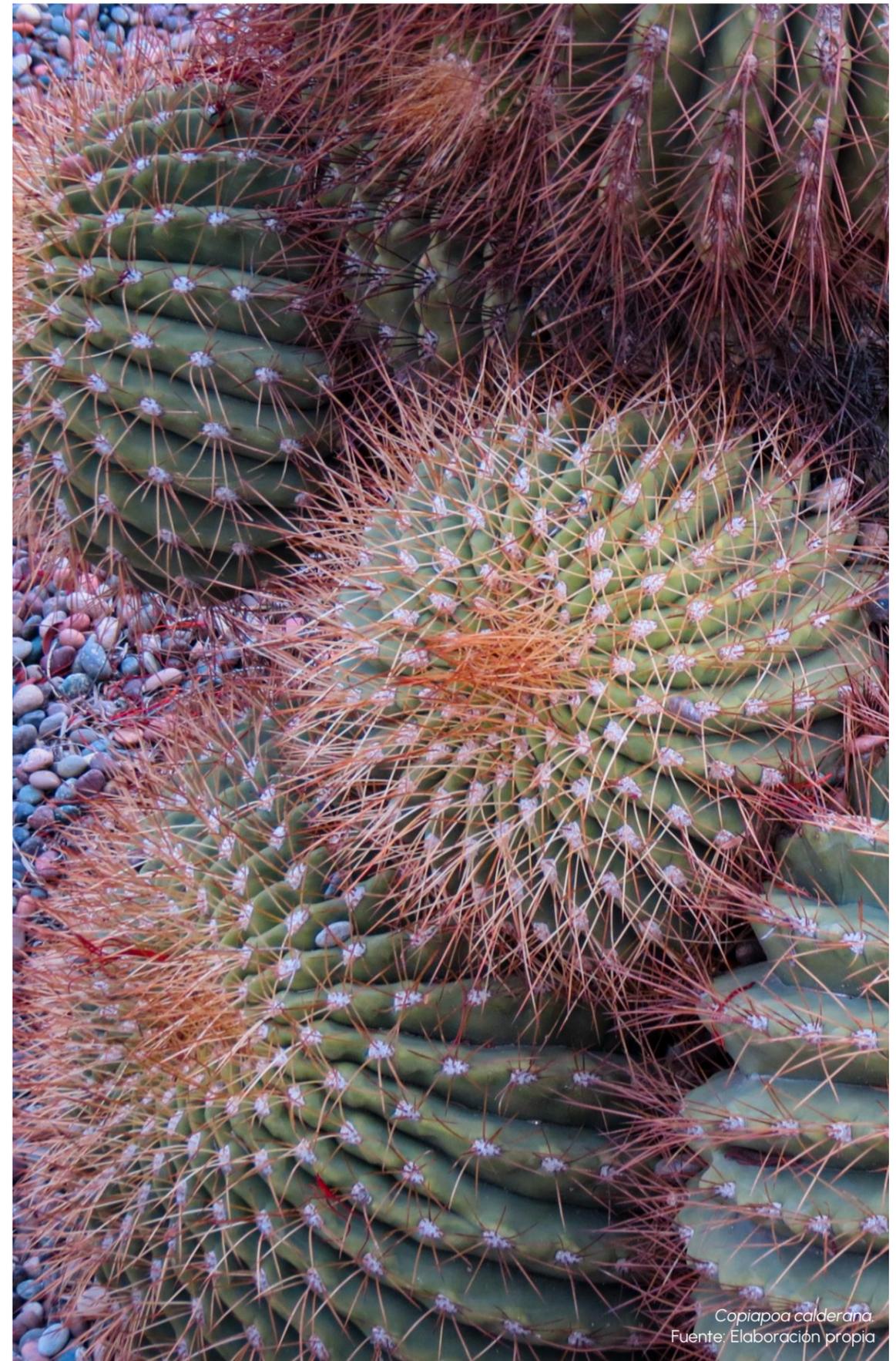
El presente trabajo presenta el proyecto Exō Terra, un conjunto de módulos que tienen como objetivo la conservación y recuperación ecológica vinculado a las especies endémicas del país. La propuesta busca emplazarse en la Ex Mina Lo Aguirre, ubicada en el Cerro Bustamante, comuna de Pudahuel.

Exō Terra consta de un módulo principal, el cual es un bioma construido con estructuras neumáticas de doble membrana. Por otra parte, se propone un módulo soterrado de hormigón armado, que contiene programas de conservación e investigación científica.

La propuesta surge a partir de la presión que sufre la vegetación endémica y nativa debido al cambio climático y en la rehabilitación ecológica de la Ex Mina Lo Aguirre. El lugar tiene como propósito la conservación *ex situ* (fuera del área silvestre) de especies nativas y endémicas, además de permitir su investigación. Por otro lado, la existencia de vegetación

Para el análisis de la problemática se realizó una recopilación de información por medio de investigaciones científicas, estadísticas y documentos ministeriales relacionados a temas como el cambio climático, la crisis de las especies vegetativas endémicas y temas vinculados a la minería como la rehabilitación por medio de fitorremediación.

Para el reconocimiento espacial, se utilizaron distintas herramientas que permitieron tener una imagen consolidada de la zona: (1) Se utilizaron herramientas de reconocimiento satelital como Google Earth; (2) se realizaron visitas en terreno guiadas por personal de la Sociedad Minera de Pudahuel, empresa a cargo de la Ex Mina Lo Aguirre, además de conversaciones no estructuradas; y (3) finalmente se realizó exploración topográfica con maquetas para proyectar la posición y morfología del proyecto



Copiapoa calderana  
Fuente: Elaboración propia

## Definición del Tema Arquitectónico

El proyecto Exō Terra busca abordar la necesidad de áreas verdes para la zona poniente de Santiago, considerando el cambio climático que conlleva diferentes consecuencias en el territorio, y que finalmente impactan a la biodiversidad endémica y nativa del país.

Para esto se vincula con espacios deteriorados por la acción de la minería, en específico la Ex-Mina Lo Aguirre, con vastas superficies que permiten desarrollar propuestas para incrementar las áreas verdes en la comuna de Pudahuel.

De esto último, se constituye el tema del presente proyecto relacionado a la "Arquitectura para la Conservación y Recuperación Ecológica" que vincula el uso de las tensoestructuras, en concreto estructuras neumáticas, para el desarrollo de un bioma que constituya la infraestructura para la conservación *ex situ* (fuera del área silvestre) de las especies a reproducir. Se propone un segundo volumen articulador, que tenga los programas educativos e investigativos. La recuperación de la biodiversidad se establecerá con paisajismo en los alrededores del proyecto, focalizándose en la remediación de la zona de agua.

## Problemática

Para la estructuración de los antecedentes se identificaron las siguientes problemáticas:

- (1) La necesidad de áreas verdes para la zona poniente de Santiago, considerando el cambio climático que conlleva diferentes consecuencias en el territorio, impactando a la biodiversidad endémica y nativa del país;
- (2) Además de abordar la presencia de yacimientos mineros abandonados o paralizados, que producto de crecimiento de las ciudades, se van acercando poco a poco a los sectores habitacionales, siendo un foco inminente de contaminación para la población cercana.



Vachellia caven  
Fuente: Elaboración propia

## Motivaciones personales

Soy santiaguina de la zona sur poniente de Santiago, donde las plazas son mayoritariamente de cemento y suelo desertificado, y las zonas residenciales tienen con suerte un árbol por casa, donde muchos de estos son cortados para dar aparcamiento de otro vehículo. Es por esto que en mi infancia, la conexión con la naturaleza fue lamentablemente escasa y superflua, limitada a visitas aisladas a parques y viajes al sur.

Por cosas del destino conocí a personas que impactaron significativamente en mí y en mi percepción del mundo. Pude develar a mi alrededor, en el mismo entorno que había habitado por años vegetación que jamás antes observé. Esto significó un antes y después en mi reconexión con el medio natural, y comprendí desde ese momento, que el ser humano contemporáneo no se ha permitido una pausa en su estructura cotidiana y productiva para comprenderse a sí mismo y a su entorno.

La vida transcurre así, como una instancia de aprendizaje, reconversión e introspección, que nos permite plasmar nuestra huella en el terreno y en nuestro lugar. El Habitar podría entonces significar una parte esencial del vivir terrenal, del establecerse y hacer de sí, y por medio de la arquitectura en su más pura esencia la herramienta para dejar esa huella.

Mi descubrimiento espiritual, marcado por experiencia con diferentes religiones, tuvo como denominador común, sin darme cuenta hasta ahora, que es esencial habitar junto a entornos naturales, poblados de vegetación, que se manifieste en armonía con lo construido. Pero si observamos Santiago, es evidente que bajo ese enfoque vamos por el lado equivocado. A pesar de que todas las señales apuntan a que necesitamos en simple "más áreas verdes", el mundo va en el sentido contrario, expandiéndonos sin límites y sin ninguna relación psicoafectiva con la naturaleza.

Por lo tanto, mi interés es desarrollar arquitectura, a partir de la base de que todo acto de construcción es un perjuicio permanente a la naturaleza, y por lo tanto, cada decisión de diseño debe ser tomada a conciencia y considerando esta gran piedra que cargamos como arquitectos. Pero que si comprendemos los tiempos y procesos de esta, podremos hacer de nuestra labor, algo más sostenible en el tiempo.

Soy una persona con dos manos y un cerebro, y espero poder en algún momento hacer algo para retribuirle a la madre naturaleza la conciencia y mi espíritu.



Fotografía 1: *Sophora macrocarpa* Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 2

# Antecedentes

Terrenos de la Ex Mina Lo Aguirre  
Fuente: Elaboración Propia



## Cambio Climático en Chile

El Cambio Climático (CC) es un evento mundial que involucra una serie de cambios con una aceleración de los procesos naturales, lo que dificulta la adaptación de la biodiversidad, sometiéndose a escenarios de estrés para diferentes especies animales y vegetales. De hecho en los últimos 20 años, y en consonancia con el calentamiento global, han habido cambios mundiales significativos que debieron transcurrir en 65 años (Leal et al., 2022).

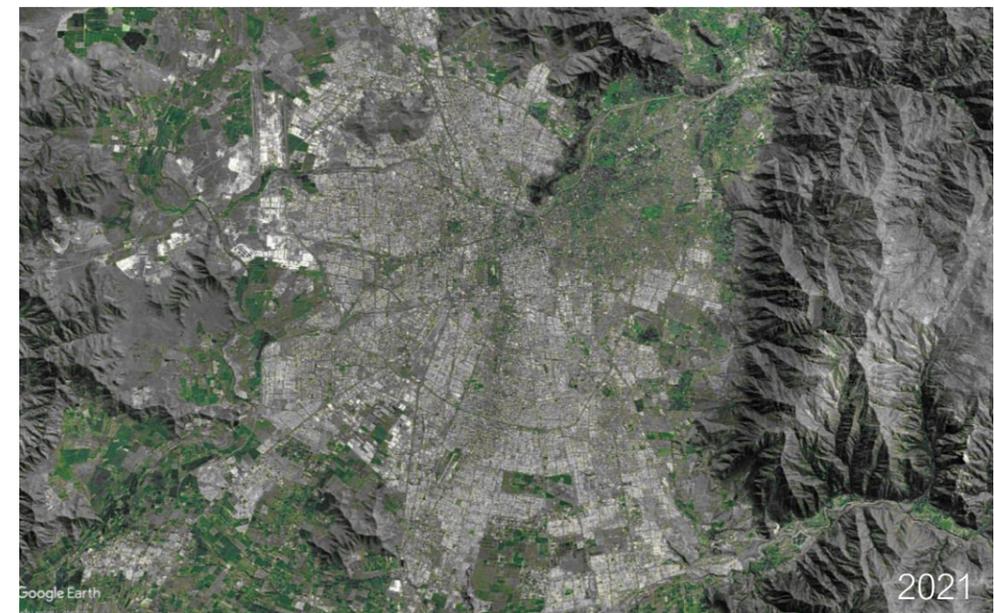
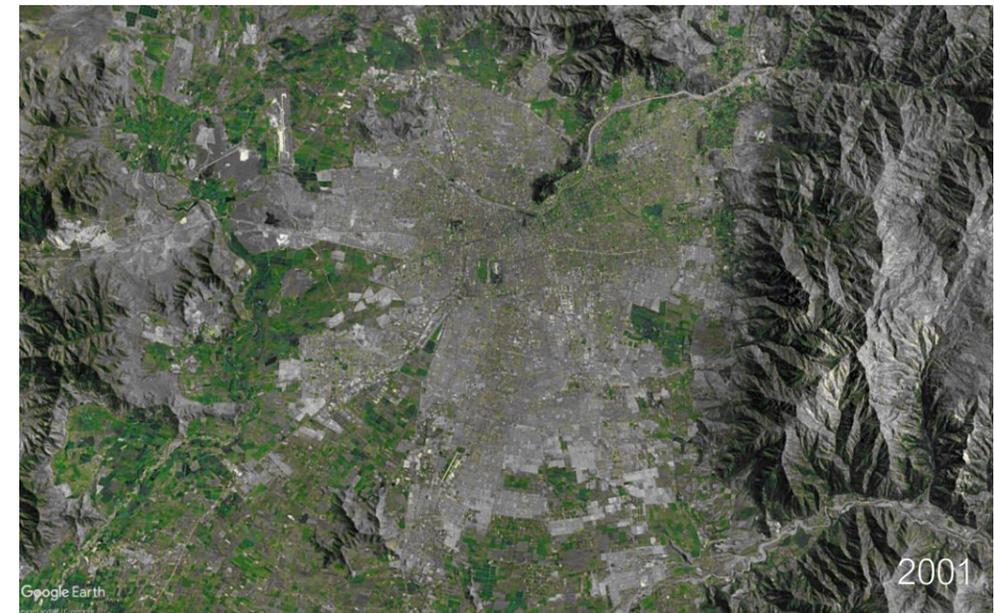
Según diferentes estudios, la acción del ser humano es indiscutible en la aceleración del CC. La industria y desarrollo antropogénico han aumentado los niveles de gases de efecto invernadero. Entre ellos el metano, gas generado naturalmente por la descomposición de materia orgánica. Este compuesto es incluso 80 veces más perjudicial que el dióxido de carbono, y es el responsable del 25% del calentamiento global hoy en día (Katz, 2021), y si no se realizan reducciones sustanciales y rápidas, el planeta podría incrementar en 1,5° C su temperatura, lo que podría provocar escenarios catastróficos medioambientales.

Este fenómeno requiere de un esfuerzo multi gubernamental, que no involucre límites políticos ni económicos, ni tampoco que se entienda como un problema que se puede seguir aplazando en las agendas de los diferentes gobiernos.

Chile es un país con alta vulnerabilidad al cambio climático (CMUCC, 1992). A raíz de las graves consecuencias que suscitan una repercusión en el medio natural y en la población, se han desarrollado herramientas de monitoreo y evaluación como la Plataforma de Adaptación "Atlas de Riesgos climáticos (ARClím)", que permite observar amenazas climáticas y mapas de riesgo climático a escala comunal. Con estos antecedentes se establece a nivel nacional lo siguiente (MMA, 2021):

1. Se proyecta una tendencia al alza de las temperaturas durante el 2035 a 2065 (aumentos de los 1,15°C a los 2°C en referencia al periodo 1980-2010);
2. Se incrementarían en las temperaturas extremas;
3. Se espera que la nieve acumulada en la cordillera de los Andes pudiese llegar a disminuir un 100% en zonas de la precordillera y fiordos del extremo sur;
4. Las precipitaciones acumuladas en la zona de Chile central disminuirán en promedio un 15% en el futuro medio con respecto a los valores históricos;
5. Se proyecta que la frecuencia de sequías aumenten en un 10% al 23% entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos en el futuro medio,

Ante el aumento de las temperaturas y una disminución de las precipitaciones, es evidente que surge riesgo por pérdida de flora y fauna nativa, el impacto particularmente en Santiago de Chile, se establece que existe una alta vulnerabilidad de la vegetación por la escasez de precipitaciones, lo que conlleva finalmente a sequías y con ello a la desertificación y desaparición de especies vegetales. Esto también tendría consecuencias en la pérdida de fauna, por la disminución de su hábitat natural, y de la pérdida de la capacidad adaptativa de cada especie.



Avance de mancha urbana de Santiago 2001 al 2021  
Fuente: Imagen de Google Earth

## Conservación de Especies

El impacto provocado por el cambio climático ha generado una presión importante en la vegetación, de hecho, es probable que la cantidad de especies de flora nativa amenazadas en Chile superen los 500, es decir, la décima parte de toda la flora nativa que hay en el país (Crisci, 2012).

En Santiago, ciudad caracterizada por un clima predominantemente mediterráneo, la situación es similar. Gran parte de la vegetación presente en el paisaje santiaguino enfrenta un escenario cercano a la extinción. El bosque esclerófilo y matorral chileno, originalmente cubría una gran proporción del valle. Actualmente, producto de la producción agrícola y del crecimiento de la ciudad hacia las ruralidades regulado de forma laxa, le ha quitado territorio a la biodiversidad, produciendo erosión y desertificación en los suelos. Esta ciudad alberga el 35,6% de la población total nacional (CENSO, 2017), lo que genera efectos negativos en el medioambiente, en la salud física y mental, y en la producción de alimentos.

Respecto a esto, es elemental la educación en torno a la situación actual que aqueja al territorio, y que requiere de mayores esfuerzos para disminuir, y en mejor de los casos frenar, un escenario con condiciones más hostiles en el futuro. Sin embargo, la sociedad se ha desvinculado lentamente de su entorno.

La ciudadanía contemporánea, envuelta en su estructura cotidiana y en torno a la producción, no se ha permitido parar y reflexionar sobre su relación con el medio y en las consecuencias que sus acciones tienen en el hábitat. Esta desconexión hábitat - ser humano, llevó a simplificar los procesos naturales intentando emular la naturaleza europea, con la proliferación de monocultivos como los de pino o de eucalipto, que finalmente permanecieron, desplazando y mermando la población de la flora nativa y endémica.

Sin embargo, esto es reivindicable con la expansión de la vegetación endémica y nativa, permitiendo que la sociedad, niños, jóvenes y adultos, comprendan el rol que cumple la flora en el ciclo biológico. Entendiendo que esta puede ser un elemento estético para el paisaje, pero su principal objetivo es ser la red que sostiene todas las interacciones entre los niveles tróficos que componen el sistema ecológico, entendiendo que si una especie vegetal desaparece *"morirá el insecto que vive sobre ella, el polinizador que se alimenta del néctar de esa especie, el hongo que se asocia a las raíces de esa planta. (...) Es importante considerar las interacciones en su conjunto como un todo"* (Muñoz, 2019).

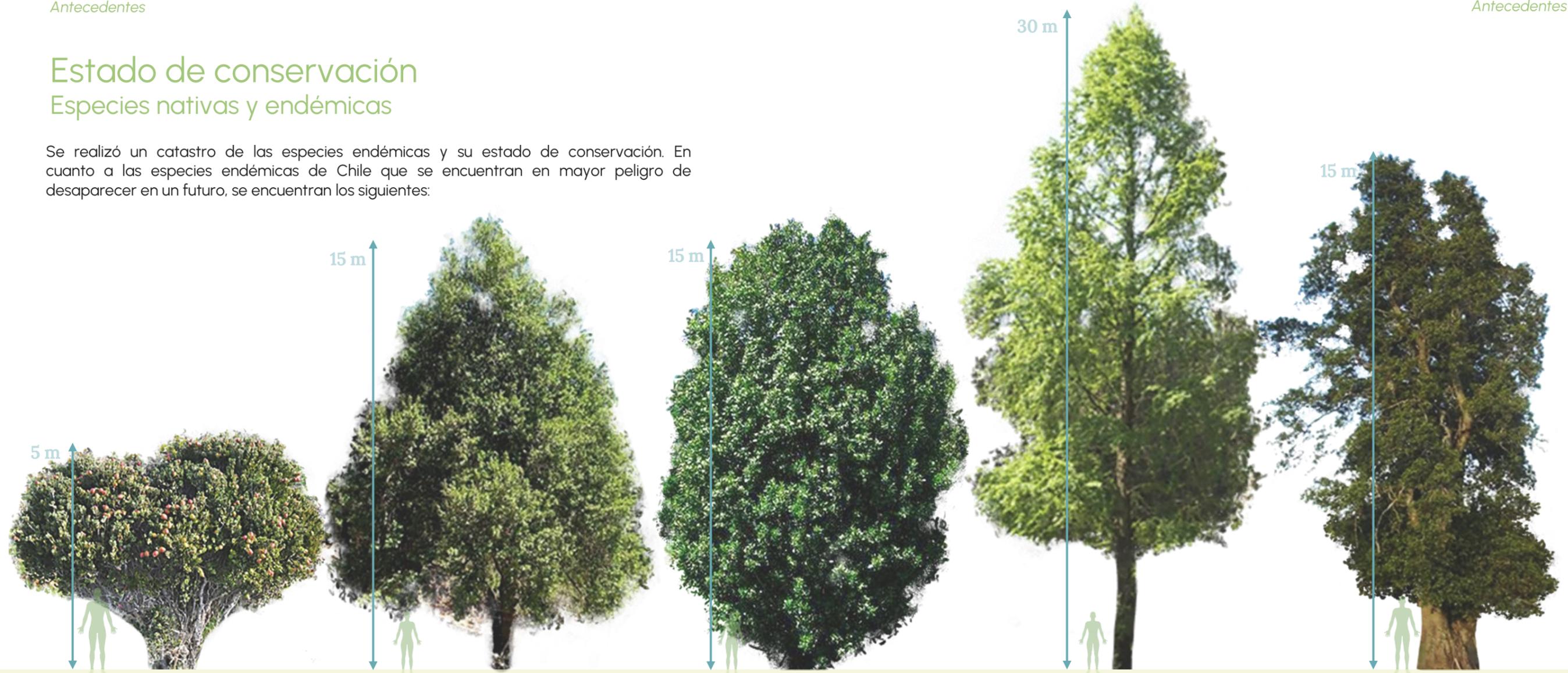
En Chile existen cifras aproximadas de las especies amenazadas por la acción conjunta de: el cambio climático, la industria agrícola ganadera y el reemplazo de bosque nativo por bosque forestal. Del total mundial mencionado en el reporte de Estado de los Árboles en el mundo, elaborado por *Botanic Gardens Conservation International* (BGCI) se menciona que de las 147 especies arbóreas chilenas analizadas, un 35% se encuentra en categoría de amenazada.



Acacia caven en Parque Quilapilón  
Fuente: Elaboración Propia

## Estado de conservación Especies nativas y endémicas

Se realizó un catastro de las especies endémicas y su estado de conservación. En cuanto a las especies endémicas de Chile que se encuentran en mayor peligro de desaparecer en un futuro, se encuentran los siguientes:



Árboles en peligro de extinción endémicas de Chile  
Fuente: Elaboración Propia

### Lúcumo Chileno *Pouteria splendens*

Es una especie sobreviviente de un pasado más húmedo y cálido. Actualmente sus poblaciones se encuentran muy reducidas, principalmente por causa de incendios y del desarrollo urbano. Su fruto es comestible y, aunque parecido, no es igual a la lúcuma comercial. Sin embargo, ambas especies están muy emparentadas.

### Belloto del Sur *Beilschmiedia berteroaana*

Árbol extremadamente amenazado, y actualmente sólo está escasamente presente desde la provincia de Melipilla a la del Ñuble, con una población aproximada de no más de 2 mil individuos. Su merma poblacional se debe a incendios forestales, desplazamiento por plantaciones forestales y los efectos del pastoreo.

### Canelillo *Pitavia punctata*

Árbol siempreverde con una altura aproximada de 15 metros. Se ubica en la Cordillera de la Costa desde la provincia de Linares a la de Malleco. Está al borde de la extinción, por los conflictos socioculturales que se generan en su territorio silvestre.

### Ruil *Nothofagus alessandrii*

Árbol con una ubicación restringida y fragmentada en la Cordillera de la costa, entre la provincia de Talca y Cauquenes. Tiene una altura promedio de 30 metros, y es el árbol más amenazado existente en el país. Sus bosques han sufrido por la deforestación y fragmentación, producto de plantaciones forestales y la tala.

### Queule *Gomortega keule*

Esta especie de árbol siempreverde generalmente llega a los 15 metros de altura. Se ubica en su ambiente natural principalmente en la Cordillera de la Costa, desde la provincia de Cauquenes a la de Arauco. Su principal factor de extinción es la deforestación sin control, y su desplazamiento por el eucalipto y el pino. En 1995 fue declarado Monumento Natural de Chile (ChileBosque, 2016).

## Métodos de Conservación de Especies

El Estado al respecto ha aportado en políticas proteccionistas a partir de la institución de Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales; esto complementado a aportes de privados instaurando extensas áreas silvestres protegidas. En ese sentido, la conservación *in situ* es vital para mantener el curso natural de los procesos de evolución y adaptación frente a los cambios ambientales, permitiendo que persista la variación genética en una misma especie, lo que se traduce en una mayor probabilidad de sobrevivencia en el medio (MMA, 2017).

Sin embargo, a pesar de que esta labor genera un beneficio para el cuidado de la biodiversidad, no es suficiente, considerando que es impracticable proteger la totalidad de las áreas de aquellas especies que están bajo amenaza (Benoit, 1996). Es por esto que se plantea como una alternativa secundaria de conservación de la diversidad biológica vegetal el método *ex situ*.

Este método permite reducir la presión de recolección, aumenta la probabilidad de investigación y utilización del material genético conservado. Es importante mencionar que las iniciativas de conservación *ex situ* desarrolladas por un país, no pueden significar, en ningún caso, disminuir los esfuerzos por conservar *in situ*. La conservación *ex situ* debe ser entendida como complementaria a la conservación *in situ*, nunca en reemplazo.

1. Semillas de plantas endémicas de la zona central de Chile  
Fuente: Elaboración Propia

2. Formas de Conservación *ex situ*

Fuente: <https://www.croptrust.org/mission/building-a-global-genebank-partnership/>

Dentro de la conservación *ex situ* se establece la siguiente clasificación (Vilches, 2016):

### a) Colecciones de campo

Para aquellas especies que no producen una semilla, se debe conservar su equivalente reproductivo: tubérculos, rizomas, bulbos, entre otros. El método de conservación por medio del banco de germoplasma es inadecuado para este tipo de semillas recalcitrantes (que no sobreviven en condiciones de baja humedad y temperatura), por lo que, se ofrece una técnica relativa a la siembra en campo, que permite la obtención de ejemplares completos de las semillas colectadas. Este método requiere de una mayor superficie de cultivo y más personas que se encarguen de mantener la colección.

### b) Conservación *in vitro*

Este tipo de conservación es, principalmente, para semillas recalcitrantes, y se realiza en un invernadero con condiciones ambientales controladas y libres de contaminación. Consiste en el cultivo del material genético (algún tejido u órgano de la planta) *in vitro*, para luego extraer sus yemas o meristemas, que permiten realizar subcultivos periódicos, y así conservar los recursos genéticos de las especies silvestres originales.



1



Colección de campo



Conservación *in vitro*

c) Bancos de germoplasma o semillas

Hacen referencia espacios donde se alberga material genético capaz de ser replicado y/o preservado en el tiempo. El germoplasma vegetal puede ser cualquier parte de una estructura vegetal, ya sean sus esporas, tejidos, ADN, ARN, y principalmente por medio de semillas ortodoxas (que sobreviven a los periodos de desecación y congelación). La conservación a largo plazo requiere de condiciones ambientales específicas para la mantención del material : bajas temperaturas (-10° a -20° C), una humedad bastante baja (del 3 al 7%), asegurando un periodo de conservación de 70 a 100 años.

De hecho los bancos de germoplasma son baratos, fáciles de implementar, y con un alto costo-beneficio (Gold et al., 2004). Es por esto que en Chile es uno de los métodos más utilizados en paralelo a los jardines botánicos para la preservación de especies.

Como ejemplos de bancos de germoplasma analizados se encuentran:

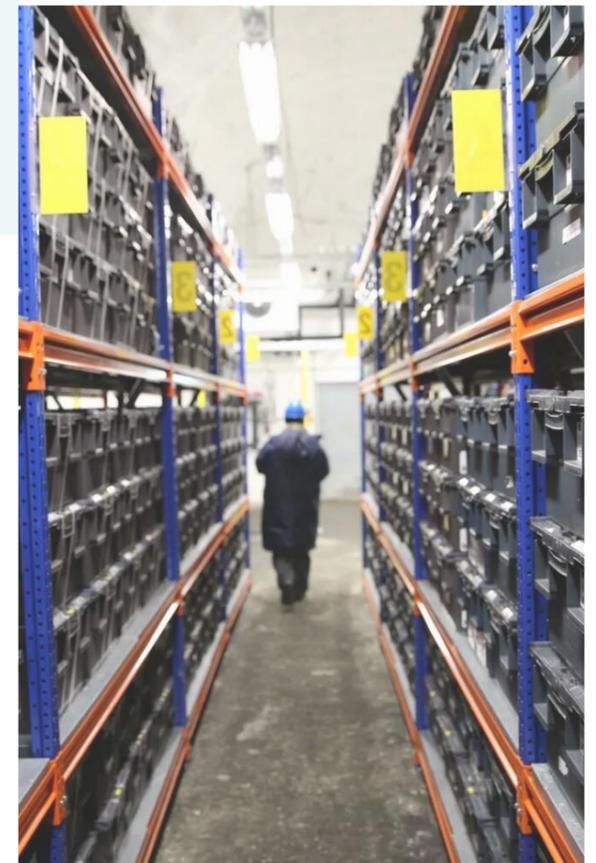
1  
Obra: *Banco Base y Activo de Semillas*  
Arquitectos: *INIA*  
Ubicación: *Vicuña, Chile*  
Fecha de Ejecución: *1991*

Exterior de Banco de Semillas INIA  
Fuente:  
<https://www.elquiglobal.cl/destacan-la-labor-del-banco-base-de-semillas-de-inia-que-existe-en-nuestro-valle-del-elqui/>



Obra: *Svalbard Global Seed Vault*  
Arquitectos: *Peter W. Sødernan*  
Ubicación: *Svalbard, Noruega*  
Fecha de Ejecución: *2008*

2



Exterior e interior de bóvedas de Svalbard  
Global Seed Vault  
Fuente:  
<https://arquitectuul.com/svalbard-global-seed-vault>

#### d) Jardines botánicos

Corresponden a jardines de extensión variable de superficie, con un enfoque de museo, que mantienen colecciones documentadas de plantas vivas por medio de exhibiciones que buscan conservar y generar espacios educativos. En estos espacios, las muestras vegetales están correctamente zonificadas y nominadas, y tiene el rol de aportar conocimiento a la población en general, sumado a un aporte para la labor científica.

Dentro de los referentes analizados de jardines botánicos, tanto en Chile como en el mundo se encuentran:

1

Obra: *Jardín Botánico Quilapilún*  
Arquitectos: *Consuelo Bravo*  
Ubicación: *Colina, Chile*  
Fecha de Ejecución: *2012*

Vista de interior de Parque Quilapilún  
Fuente:  
<https://finde.latercera.com/aire-libre/parque-quilapilun-colina-como-llegar/>



Obra: *Eden Project*  
Arquitectos: *Grimshaw Architects*  
Ubicación: *Cornwall, Inglaterra*  
Fecha de Ejecución: *2000*

2



Vistas interiores de las biosferas de Eden Project  
Fuente:  
<https://www.dw.com/en/eden-project-takes-its-eco-message-global/>

## Minería e Impacto Medioambiental

La minería en Chile es uno de los ejes dominantes en la economía y estabilidad para el país. Sin embargo, las minas que están en abandono (de diversas escalas: pequeñas, medianas, y grandes) se convierten en pasivos ambientales (Ginocchio, 2006), impactando directamente en el ecosistema y en los asentamientos cercanos a las faenas.

Uno de los minerales con la mayor magnitud de producción y actividad en el desarrollo de la economía nacional es el cobre (Cu). Este elemento en estado natural es esencial para los seres vivos, y relevante para diversos procesos biológicos, que involucran desde la composición del suelo hasta el crecimiento de una planta. Sin embargo, si se presencia en una concentración elevada se vuelve tóxico para el hábitat.

### Faenas mineras abandonadas

La institución a cargo denomina estos a aquellas faenas que ya detuvieron sus procesos por término de explotación de minerales como Pasivos Ambientales Mineros (PAM), estos sitios en abandono tienen un riesgo inminente para la salud de las personas y el medioambiente, específicamente a aquellos que habitan en los alrededores, que tienen terrenos cultivados en las cercanías o que hacen uso de agua de norias o de pozos.

Según un catastro realizado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) el año 2019, se observaron que en Chile existen 742 depósitos de relaves, de los que 463 se encuentran inactivos y 173 en estado de abandono. Esto es un riesgo para los seres humanos que residen en las cercanías, y quienes podrían verse afectados por eventuales rupturas de depósitos de relaves. Y aunque estos episodios tienen pocas posibilidades de suceder, es necesario anteponerse a los hechos y establecer normativas que manifiestan una preocupación por el cambio climático o el riesgo de desastres naturales y su inferencia en la minería y sus desechos (MMA, 2019).

En Santiago, las faenas mineras se ubican en la comuna de Las Condes (1) y en Pudahuel (4). Esta última comuna tiene la mayor cantidad de minas, todas son propiedad de la Empresa Nueva Pudahuel S.A ya no se encuentran operativas. Lo último permite proyectar propuestas de rehabilitación para el deterioro medioambiental. Es por esto que la ubicación del proyecto arquitectónico se planteará en una de estas minas de cobre, permitiendo establecer todos los lineamientos que se explicarán posteriormente en el documento.



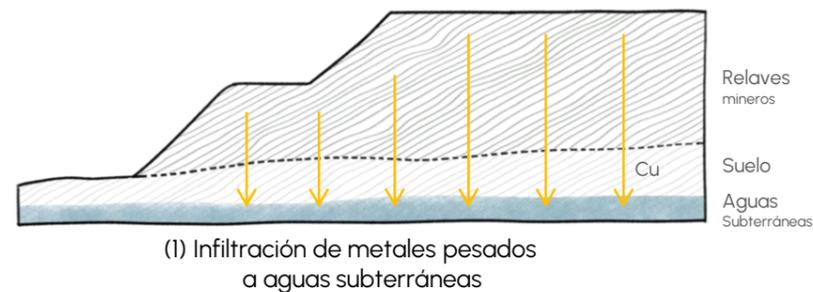
Capital	Comuna	Catastro de faenas mineras
Colina	Lampa	5
	Til Til	5
Puente Alto	San José de Maipo	1
Melipilla	Melipilla	3
	Curacaví	3
Santiago	Pudahuel	4
	Las Condes	1
Talagante	Talagante	1
	Peñaflor	5
		25

Tabla 1. Cantidad Faenas Mineras Catastradas de la RM distribuidos por comuna.  
Fuente: Elaboración Propia a partir de Catastro de faenas mineras abandonadas o paralizadas y análisis preliminar de riesgo (SERNAGEOMIN).

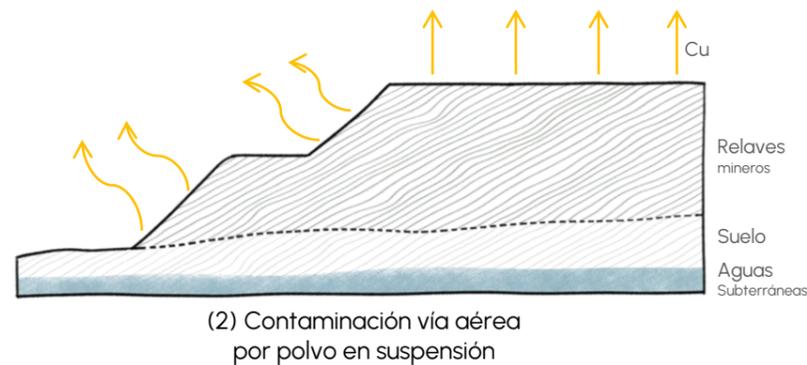
### Presencia de relaves en Abandono

En particular, una de las principales causas de contaminación por la minería es la generación de relaves, es decir, depósitos de desechos o estéril de mina con bajas concentraciones de cobre. Estas acumulaciones se van depositando poco a poco, hasta formar verdaderos cerros. La mayor problemática que se avista a partir de lo anterior es que dada la proporción del relave, se genera un foco importante de contaminación por:

(1) Posible disolución de los metales pesados infiltrándose en las aguas subterráneas, desarrollando aguas ácidas;



(2) Foco de polvo en suspensión, que por acción del viento transporta los contaminantes por vía aérea (SERNAGEOMIN, 2018).



Esquemas de focos de contaminación por Relaves  
Fuente: Elaboración Propia

### Plan de Cierre Minero

Ante la necesidad de establecer una normativa que imponga las obligaciones por las que debe pasar toda mina una vez que finalice sus explotaciones, se propone el Plan de Cierre (ley 20551 que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras) publicada el 2011. Esta tiene por finalidad prevenir, minimizar y/o controlar los riesgos y efectos negativos que se pueden generar al cese de las operaciones de una faena minera, de modo que establezca física y químicamente el terreno e instalaciones, en el marco de la normativa ambiental aplicable. Todo con el fin de resguardar a la población y su salud, y al medio ambiente.

Dentro de las disposiciones mínimas que se indican en la ley, están:

1. El desmantelamiento de Instalaciones;
2. Cierre de accesos;
3. Estabilización de taludes;
4. Señalizaciones de advertencia;
5. Cierre de almacenes de explosivos.



Imágenes de Plan de Cierre Ex Mina Lo Aguirre  
Fuente: <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/03/05.-Regulacion-de-Cierres-de-Faenas-Mineras.pdf>

La Ex Mina Lo Aguirre, de Pudahuel, realizó de manera voluntaria el cierre de sus operaciones el año 2002, anterior al inicio en vigencia de la ley 20551. Sin embargo, se puede advertir que se realizaron acciones de sellado de los relaves y de mitigación medioambiental en gran medida, con un objetivo futuro de permitir la construcción de zonas como parques e incluso conjuntos habitacionales en los terrenos restaurados de la Ex Mina.

## Rehabilitación de Relaves Mineros

Es importante señalar para efectos prácticos de la propuesta, las diferentes formas que existen para la rehabilitación de relaves mineros que no impliquen la necesidad de un tratamiento químico de residuos, en concreto de minas de cobre que tengan algún grado de impacto ambiental causado por los contaminantes emanados del proceso minero. Los métodos empleados para distintos tipos de contaminantes son:

### Fitoestabilización

Este mecanismo consiste en inmovilizar los metales pesados en el suelo por medio de las raíces de ciertas especies vegetales, evitando que los contaminantes (orgánicos e inorgánicos) se trasladen hacia las aguas subterráneas o por el aire, y aportando conjuntamente a la estabilización física (Delgadillo, 2011).

### Fitoextracción

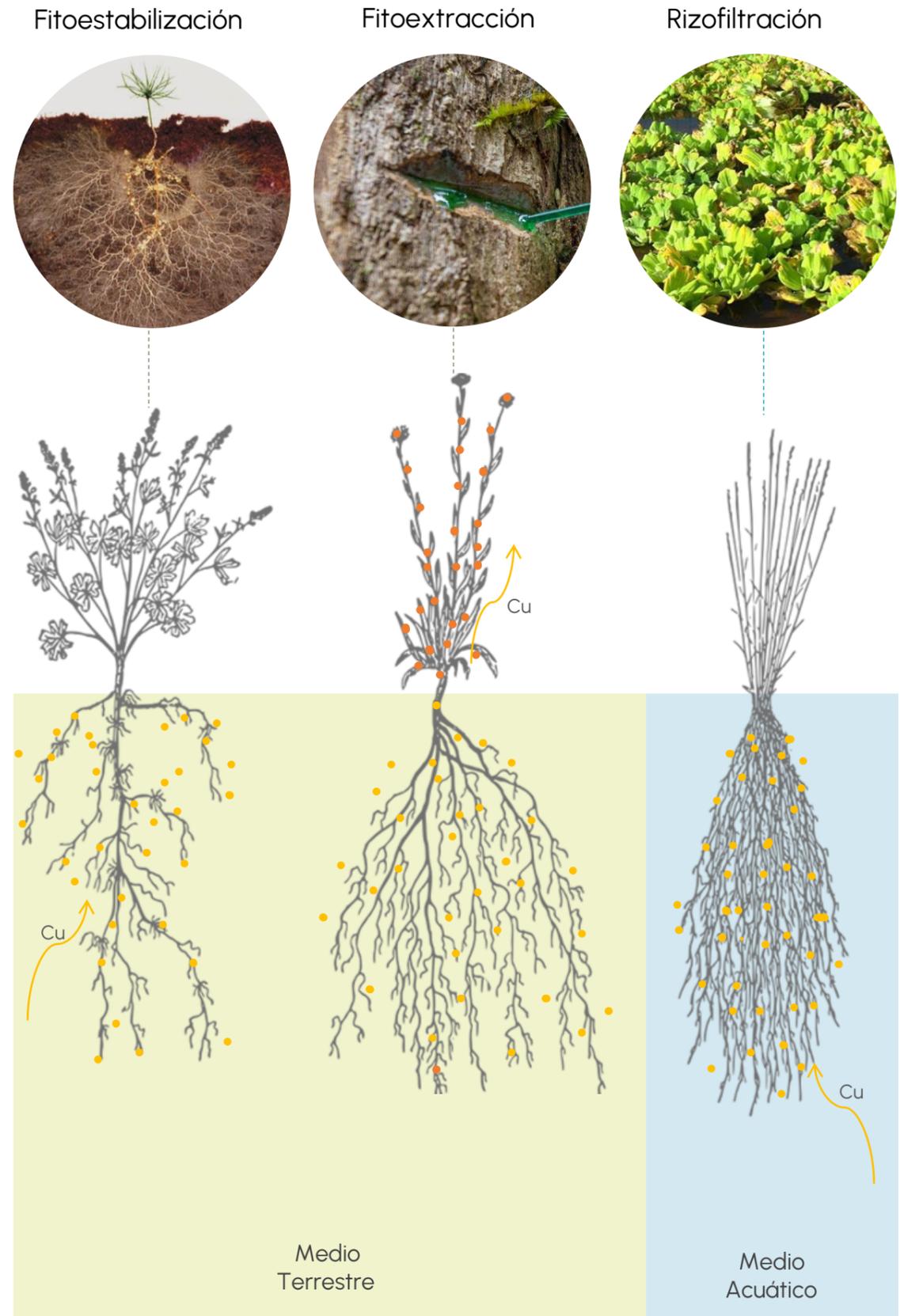
Este método radica en el uso de plantas hiperacumuladoras, las que además de tener un muy buen desempeño de crecimiento en suelos con altas concentraciones de metales pesados, permite que estas vayan de las raíces a las extremidades superiores de la planta, permitiendo la recuperación de estos metales. A esto último se le conoce como fitominería (Rascio, 2011).

### Rizofiltración

Esta técnica es utilizada para medios hídricos con contaminantes orgánicos e inorgánicos, y consiste en el cultivo hidropónico de ciertas especies, de tal manera que estas van absorbiendo por sus raíces los metales y los van acumulando (Delgadillo, 2011)

Para la propuesta de estabilización y rehabilitación de suelo, relaves mineros y zonas hídricas se establecerán el diseño y la elección vegetativa en lineamiento con el método de fitorremediación, que resulta ser más eficiente y coherente con el objetivo principal de la propuesta, que va en razón de descontaminar la zona. Además es un método más barato que otros sugeridos en la literatura.

Para esto último es importante comprender que la tasa de supervivencia y la eficacia de absorción de metales pesados tiene directa relación con la calidad del suelo, es decir, si este es previamente tratado con fertilizantes y nutrientes para disponer la vegetación.



Métodos para rehabilitación de relaves mineros por alta concentración de metales pesados  
Fuente: Elaboración propia



# Capítulo 3

# Territorio

Cerro Bustamante, Pudahuel  
Fuente: <https://suda.io/activity/ZmLPUeVdeZ>



## Contexto Comunal Pudahuel

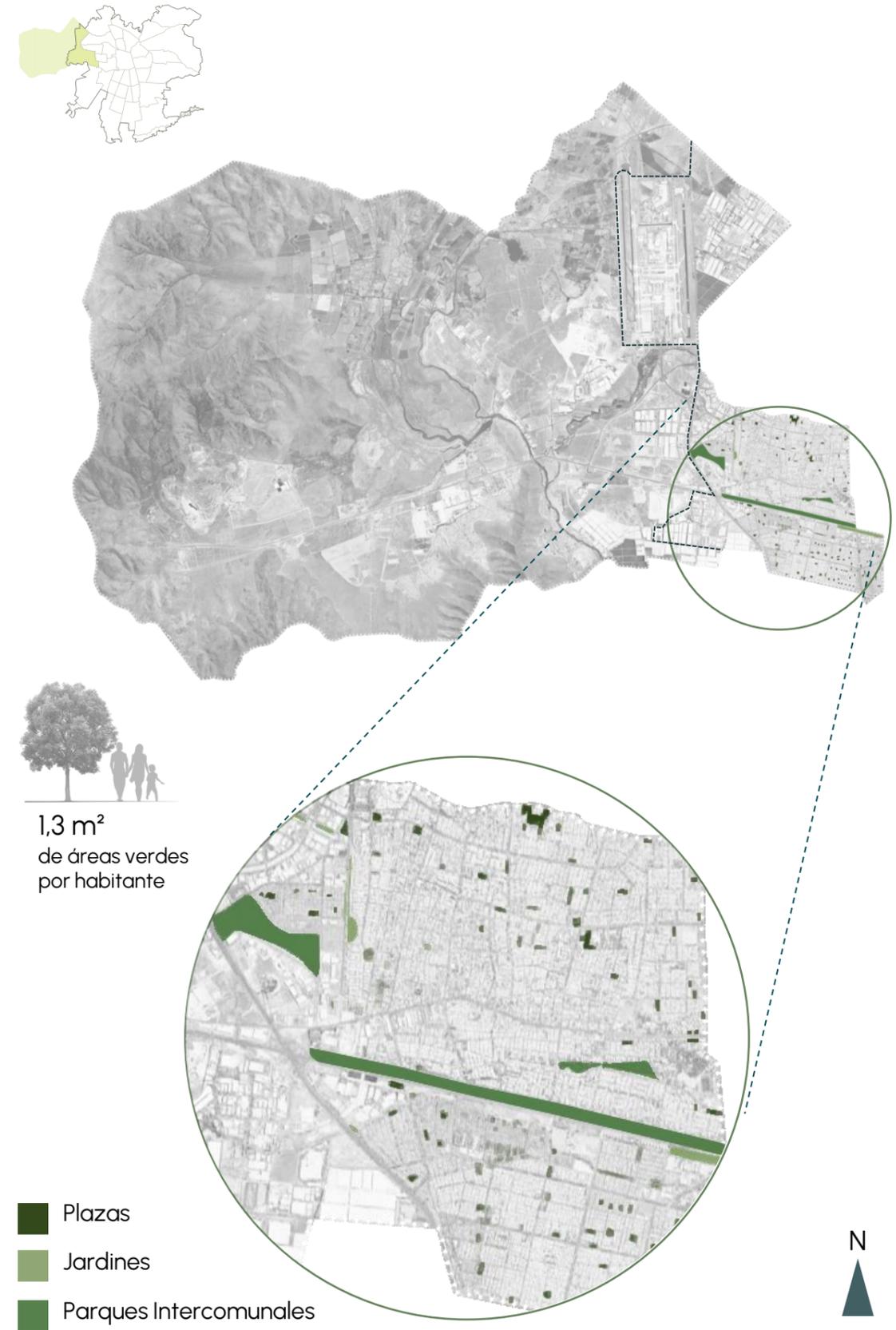


La comuna de Pudahuel, ubicada en el sector geográfico Poniente de la ciudad de Santiago, se encuentra delimitada: al norte por Lampa; al sur con Maipú; al oriente con Estación Central, Lo Prado, Cerro Navia, Renca y Quilicura; y al poniente con Curacaví.

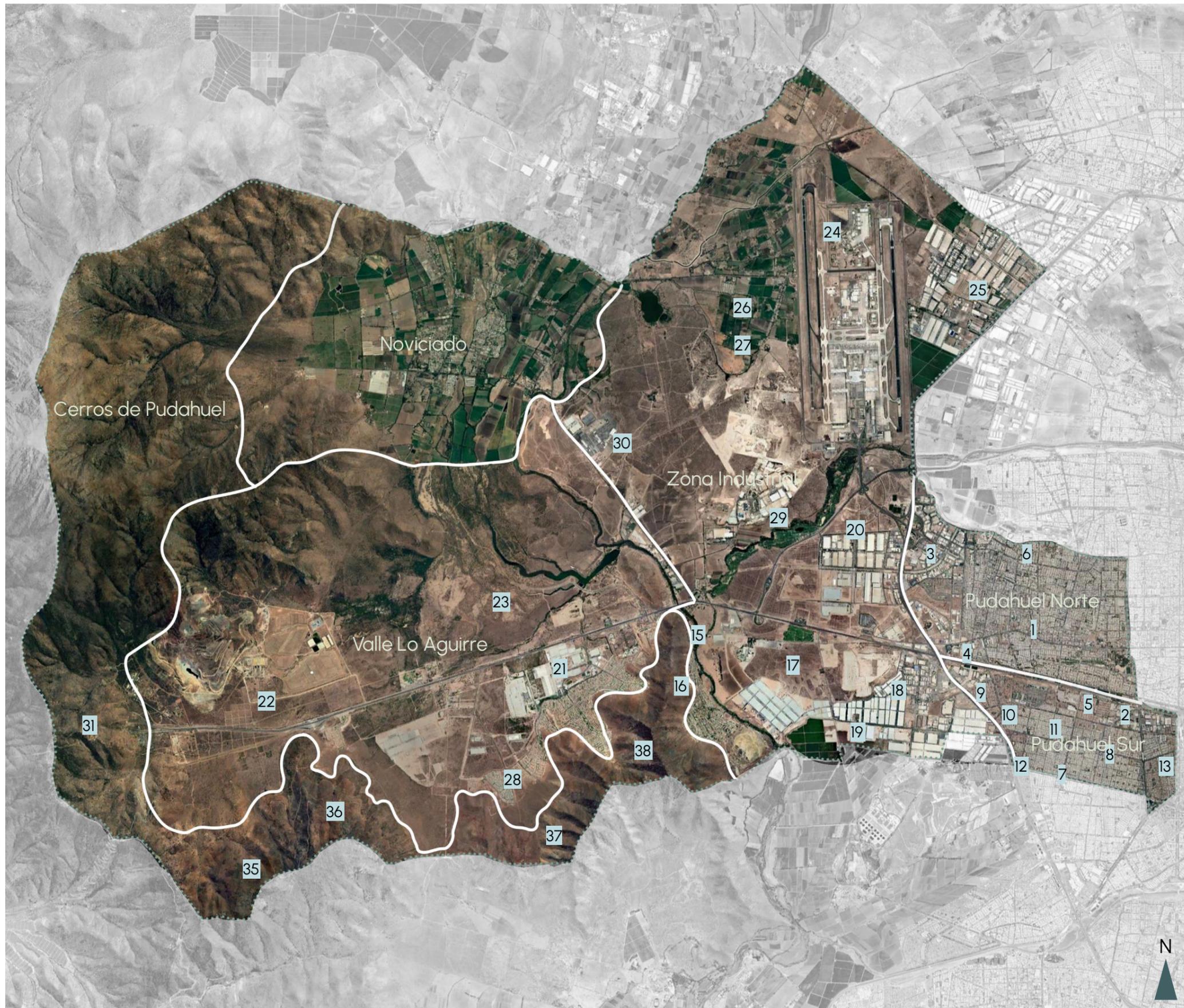
La comuna se subdivide en Pudahuel Urbano y Rural, esta última supeditada por el PRMS. El área rural de la comuna comprende el 84,8% del total de la superficie (167,4 km<sup>2</sup>), y sólo concentra el 1,7% de la población comunal, es decir, tan sólo 3.395 habitantes (INE, 2002).

Como advierten los datos anteriores, la población comunal se concentra en una escasa proporción de suelo. Esto, vinculado a la cantidad de áreas verdes presentes en Pudahuel, significan que existe tan sólo 1,3 m<sup>2</sup>/hab de áreas verdes (la OMS fija un mínimo estándar de 9 m<sup>2</sup>/hab). Sin embargo, es importante señalar que estas mediciones consideran también áreas sin acceso público, con superficies menores a 300 m<sup>2</sup> o con anchos inferiores a cinco metros. Por lo tanto, el déficit puede ser mayor al valor calculado (CEDEUS, 2021).

Es por esto, que en el presente proyecto, se busca establecer un espacio con vegetación de interés y acceso público, que conciba las condiciones de parque, y que ofrezca un real beneficio a la comunidad y su entorno.



Dotación de áreas verdes y espacio público en el área urbana de Pudahuel  
Fuente: Elaboración propia a partir de PRC de Pudahuel 2017



**Pudahuel Norte**

- 1. Antiguo Barrancas
- 2. Municipalidad
- 3. Desarrollo Industrial
- 4. Conjunto de viviendas
- 5. Parque Santiago Amengual
- 6. Parque Gabriela Mistral

**Pudahuel Sur**

- 7. Consultoría de Salud
- 8. Comisaría de Carabineros
- 9. Proyecto inmobiliario
- 10. Proyecto inmobiliario
- 11. Proyecto inmobiliario
- 12. Proyecto inmobiliario
- 13. Proyecto inmobiliario
- 14. Proyecto inmobiliario

**Río Mapocho**

- 15. Villa Couso
- 16. Lomas de lo Aguirre
- 17. Cantera cemento Polpaico
- 18. Instalaciones industriales
- 19. La Farfana
- 20. ENEA, Parque de negocios

**Valle Lo Aguirre**

- 21. Ciudad de Los Valles
- 22. Proyecto "Ciudad de lo Aguirre"
- 23. Parque Metropolitano Laguna Carén
- 24. Aeropuerto internacional
- 25. Lo Boza, área industrial
- 26. Peralito, asentamiento rural
- 27. Campo Alegre, asentamiento rural
- 28. Condominio Valle de Izarra
- 29. Cantera de Melón
- 30. Proyecto inmobiliario Urbanya

**Cerros de Pudahuel**

- 31. Cerro San Francisco (Túnel Lo Prado)
- 32. Cerro Bustamante
- 33. Cerro Alto de Noviciado
- 34. Cerro Lastarria
- 35. Cerro las Minas
- 36. Cerro Buitrera
- 37. Cerro Cameros
- 38. Cerro Lo Aguirre
- 39. Cerro Bustamante

## PRMS Pudahuel

Como se indicó anteriormente, la zonificación de Pudahuel fue concebida por la división de la comuna en su zona rural y urbana. La zona urbana concentra usos vinculados al ámbito habitacional, de equipamiento público y servicios. La zona rural por su parte, contempla extensas áreas para uso agropecuario; pero se advierten otras zonas de protección y rehabilitación ecológica, esenciales para el cuidado del Cerro Bustamante, contenedor de una gran biodiversidad endémica.

Además se observan que las vías principales, las que afectan directamente la vialidad del proyecto, están estructuradas por la Ruta 68 (de este a oeste) y la Autopista Américo Vespucio (de norte a sur).

Pudahuel es una comuna con una densidad media baja. Respecto a la zona donde se ubica la Ex Mina Lo Aguirre, se señala como zona de explotación minera. Al estar cercana al Centro de Estudios Nucleares (actualmente sin operaciones activas) se ve afectado directamente en las restricciones de suelo de la ubicación del proyecto.

### Normativa de Centro de Estudios Nucleares

Uso Permitido: Área Verde

Uso Prohibido: Todo uso no mencionado como permitido

Normativa: Capítulo 5.2.3 Parques Intercomunales Artículo

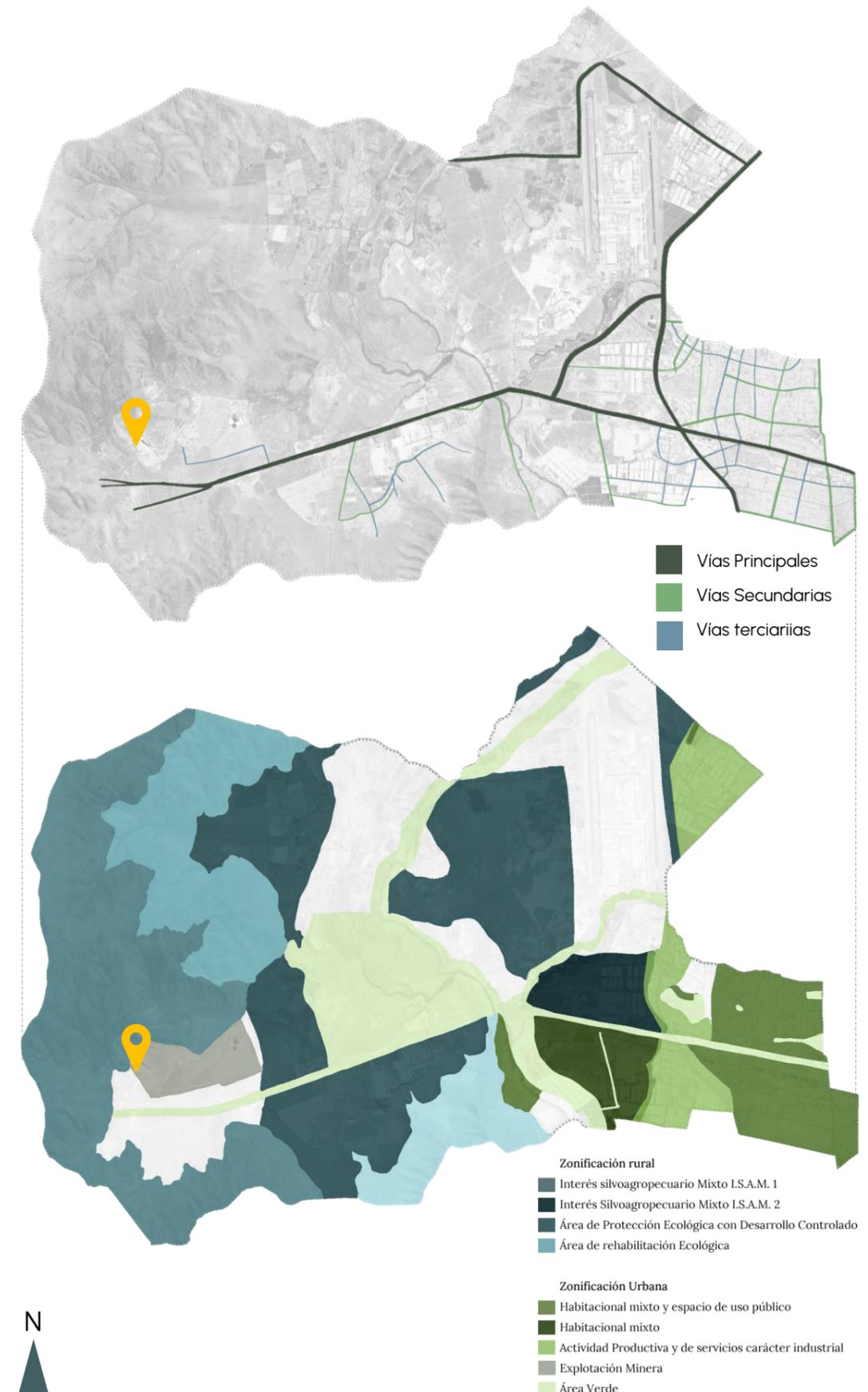
5.2.3.4 (2): Parques Adyacentes a sistemas viales

### Análisis Urbano

Respecto a la disponibilidad de equipamientos, se puede considerar que Pudahuel cumple con los niveles que exige la densidad poblacional. Cuenta con servicios de educación, salud, deportivos, servicios básicos, y un centro histórico configurado por una serie de edificios municipales. Todo lo anterior tiene bajas escalas de edificación, con una lógica de impacto para un radio acotado a poblaciones de la comuna.

La vialidad de la comuna se configura principalmente por dos rutas: Circunvalación Américo Vespucio y la Ruta 68. Luego, surgen circulaciones secundarias dadas por las Avenidas General Óscar Bonilla, San Pablo, La Estrella, Serrano y Teniente Cruz. El resto de las vías que configuran las calles internas, se estructuran de las avenidas antes señaladas. Es importante indicar que la Ruta 68 es el eje que conecta Santiago con Valparaíso, teniendo un impacto y flujo significativo a escala de ciudad.

Las redes de transporte se constituyen por transporte de buses, metro (las estaciones: Laguna Sur, Barrancas y Pudahuel) y vehículos particulares.

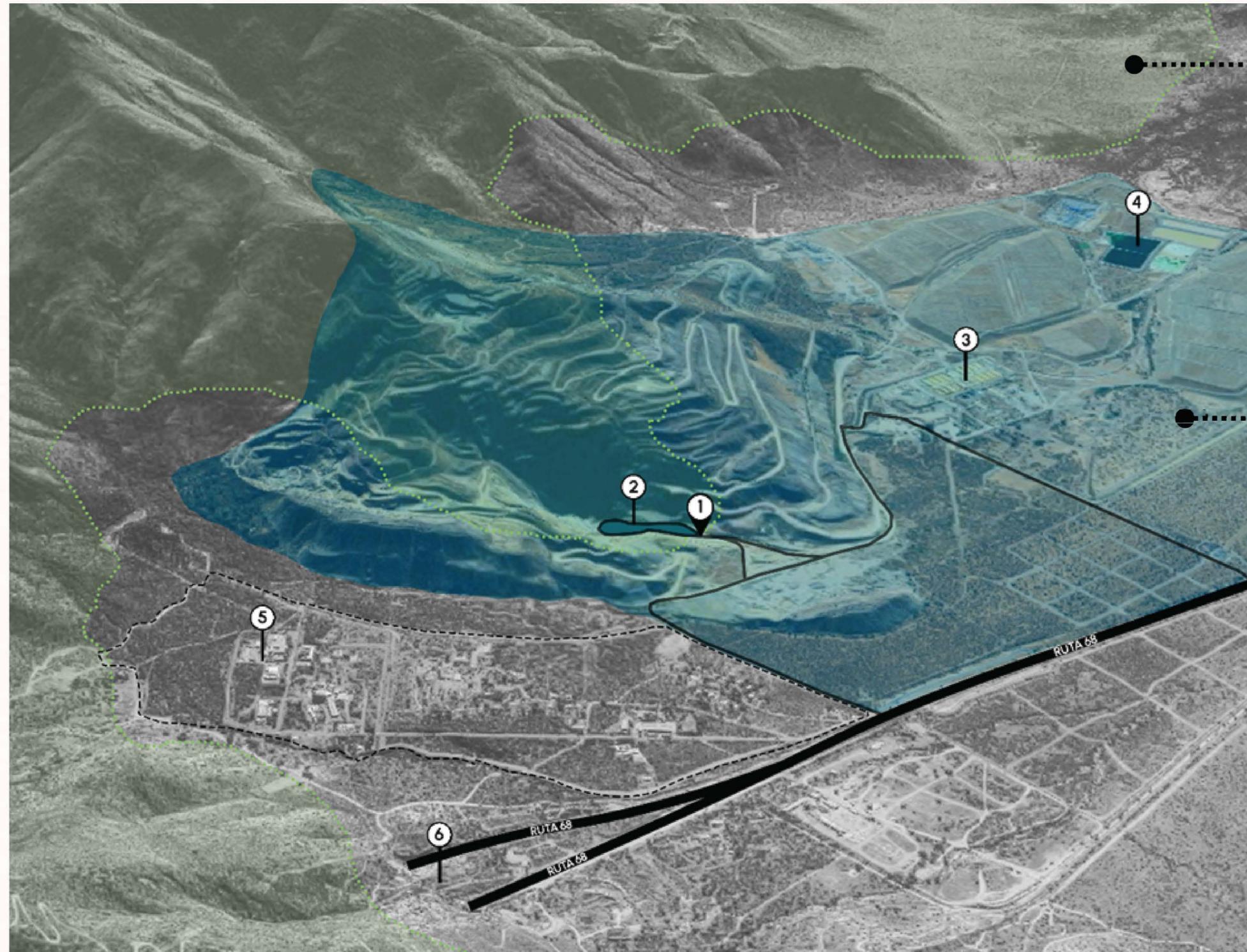


# Contexto Urbano Ex Mina Lo Aguirre



- Exo Terra
- 1. Rajo Principal Mina Lo Aguirre
- 2. Centro de Estudios Nucleares Inactiva
- 3. Túnel Lo Prado
- 4. Plantaciones
- 5. Mina Cuesta Lo Aguirre
- 6. Cerro Bustamante
- 7. Botaderos de Lixiviación
- 8. Botaderos de Pétreos
- 9. Zona Administrativa Ex Mina Lo Aguirre
- 10. Tranques
- 11. Botadero de estéril
- 12. Sala de Eventos

## Ex Mina Lo Aguirre Territorio



Sitio Prioritario N°2 El Roble

"Áreas terrestres, de agua dulce, costeras o marinas de gran valor para la conservación debido a su importancia en la representación de ecosistemas, singularidad ecológica y hábitat de especies amenazadas"

Área aproximada de 6,5 km<sup>2</sup>

- 1\_Ubicación de Museo Mina Lo Aguirre
- 2\_Estanque de agua
- 3\_Oficinas de la Ex Mina Lo Aguirre
- 4\_Piscinas de lixiviación
- 5\_Centro de Estudios nucleares Lo Aguirre
- 6\_Ingreso a Túnel Lo Prado

## Contexto Histórico Ex Mina Lo Aguirre

En la siguiente línea temporal se establecen las fechas más determinantes que vinculan a la Ex Mina Lo Aguirre. Después de décadas de explotación, es necesario buscar revalorizar y rescatar la vegetación presente en el sector del Cerro Bustamante, considerando además el siniestro ocurrido hace unos años atrás que impactó significativamente y dejó huellas de plantas consumidas por el fuego que perduran hasta hoy.

Vale mencionar que parte de la recopilación histórica tiene su fuente en uno de los trabajadores de la Ex Mina, don Giovanni Flores, quien aún sigue a cargo de los procesos de clausura de la faena y que, con más de 50 años de experiencia, relata las cotidianidades de la vida minera en aquellos tiempos.

Esta conversación permite comprender la importancia de establecer un espacio arquitectónico que plasme ese recuerdo y vida pasada del lugar, que sin lugar a dudas es esencial para la comprensión de su geografía y composición morfológica.



Don Giovanni realizando un tour completo por la mina  
Fuente: Elaboración Propia

Línea de Tiempo de la Ex Mina Lo Aguirre y Cerro Bustamante  
Fuente: Elaboración Propia



1800

Jesuitas comienzan con la explotación de óxido en el Cerro Bustamante (donde se ubica la Ex Mina Lo Aguirre)

1916

La empresa Santiago Mining Co. Asociado a Anaconda compra los terrenos de la mina de cobre

1969

El terreno pasó a ser propiedad de la Sociedad Minera de Pudahuel Ltda. y Cía C.P.A. (SMP)

1978

Se puso en marcha el proyecto de explotación del yacimiento con la instalación de la planta de producción

2000

La Ex Mina Lo Aguirre concluye sus operaciones estableciendo el Plan de Cierre de esta

2011

Concluye el Plan de Cierre propuesto en tres fases con consideraciones medioambientales

2019

Ocurre un incendio forestal que consume más de 650 hectáreas de vegetación endémica y nativa en el Cerro Bustamante

## Contexto Terreno Ex Mina Lo Aguirre



Vista Ex Mina Lo Aguirre desde Cuesta Lo Aguirre  
Fuente: <https://docplayer.es/93201561-Nueva-pudahuel-s-a-plan-de-cierre-mina-lo-aguirre.html>

Como se advirtió anteriormente, se analizaron faenas mineras ubicadas en la Región Metropolitana, orientado a partir del *Catastro de faenas mineras abandonadas o paralizadas y análisis preliminar de riesgo* (SERNAGEOMIN), y de estos se concluyó la localización de la propuesta dentro de la nómina en la comuna de Pudahuel.

Las faenas mencionadas en el informe en cuestión son: Mina La Africana, Instalaciones de Planta Lo Aguirre, Rajo Principal Mina Lo Aguirre, Carretón Mina Lo Aguirre. Tres de las faenas mencionadas pertenecen a la Minera E Inmobiliaria Pudahuel S.A.

Finalmente y por medio del análisis de cada uno de los casos, se concluyó seleccionar la mina Lo Aguirre, la cual recientemente terminó sus faenas mineras, y que tiene como principal atractivo, su gran cercanía con la ciudad, y su potencial medioambiental.

El Rajo Principal Mina Lo Aguirre (de ahora en adelante Mina Lo Aguirre) se encuentra ubicado en el margen oriental del Cerro Bustamante, kilómetro 16 ½ de la Ruta 68, aledaña al peaje de Lo Prado, comuna de Pudahuel, Provincia de Santiago, RM. Se encuentra a una altura entre 500 y 700 m s.n.m.

Lo Aguirre, clasificado en una escala mediana de producción, constituye un yacimiento estratoligado de cobre, es decir, se estructura por cuerpos subhorizontales (mantos) de sulfuros de cobre, asociados y limitados por secuencias de rocas volcánicas, originales del periodo cretácico inferior.



Muestras geológicas aisladas de Ex Mina Lo Aguirre  
Fuente: Elaboración Propia

# Preexistencias del Lugar

## Ex Mina Lo Aguirre

Gracias a la exploración en terreno del lugar, se avistaron una diversidad de elementos de distintas escalas. Entre ellos están los senderos que se construyeron para las faenas mineras, con morfología zigzagueante, para sortear las pendientes del cerro.

Otros elementos son la vegetación que se encontraba dispersa por todo el terreno, desde árboles en el llano, hasta paños arbustivos en las laderas de la Ex Mina, muchos de estos son endémicos y propios del área.

Las texturas son otras consideraciones que se considerarán en la propuesta, con la presencia de rocas de diversas coloraciones y tamaños, utilizables para paisajismo.

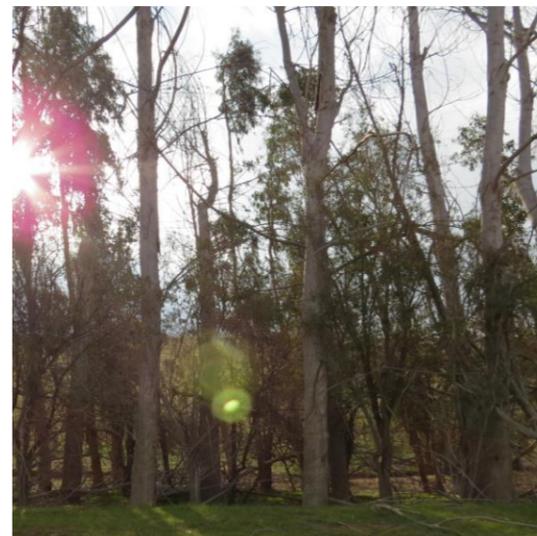
Senderos Preexistentes de la faena minera



Vegetación Preexistente



Texturas del suelo



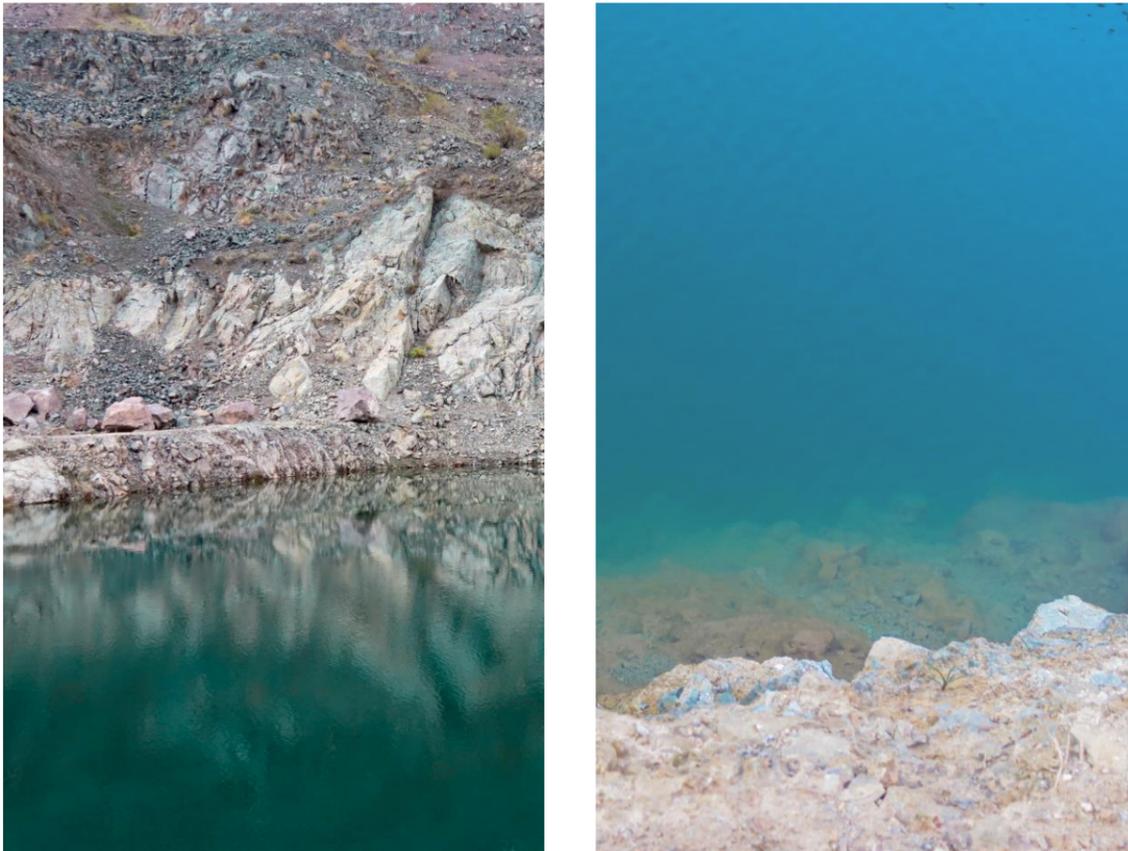
## Preexistencias del Lugar Ex Mina Lo Aguirre

La Ex Mina también contiene una zona de agua, ubicada en el centro del rajo principal. Esta tiene un color azul esmeralda, y hay presencia de vegetación en la orilla, que surgió de forma natural. No se ha avistado presencia de fauna en su interior.

Según lo indicado por la empresa, si bien el agua tiene una alta concentración de cobre, esta arroja una acidez de 6,3 pH. La profundidad aproximada es la de la fuente de agua es de 7 metros, y dependiendo de la cantidad de lluvia que se deposita puede llegar a una profundidad de 12 metros.

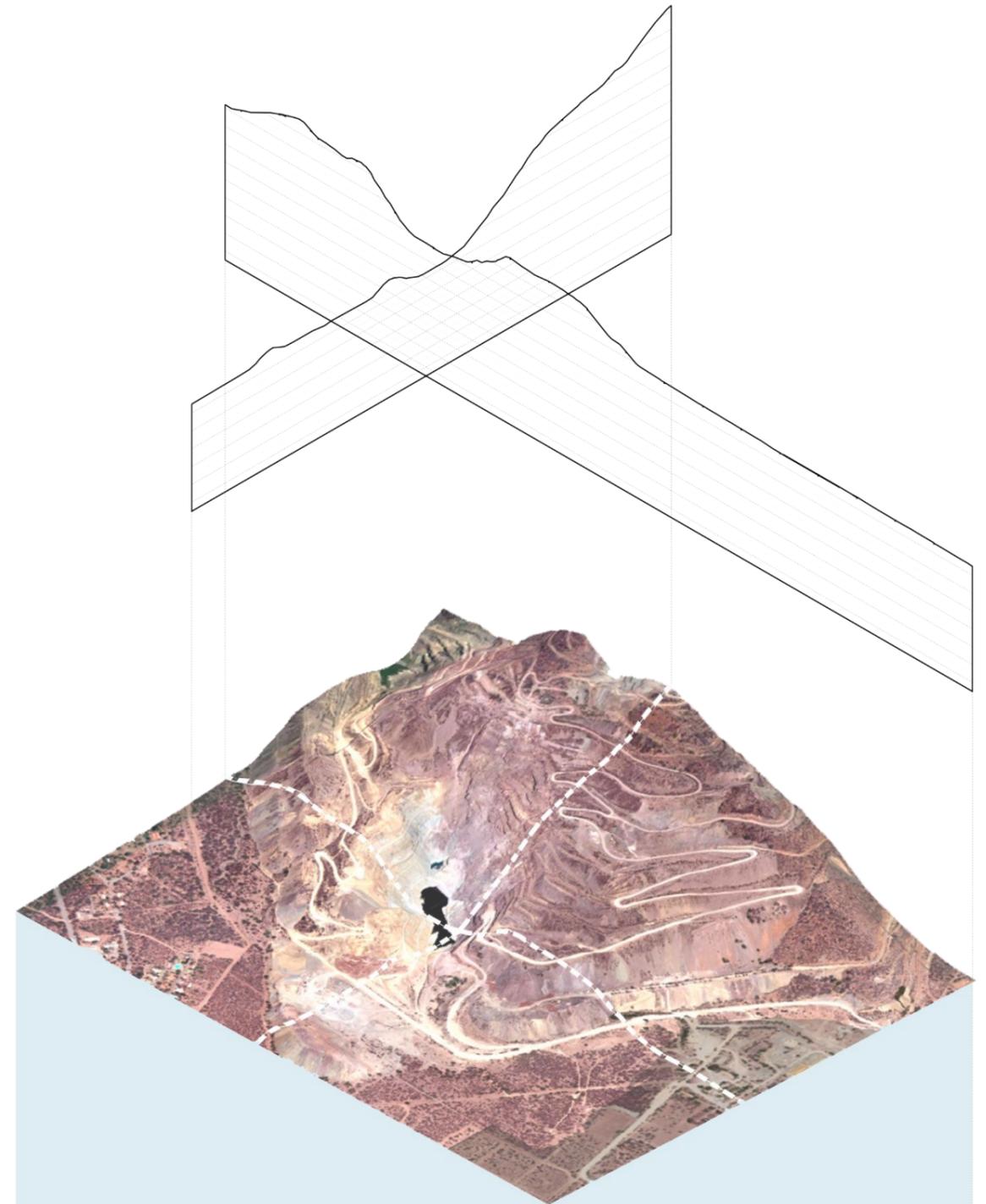
Por último, una preexistencia del lugar es su topografía, con una gran depresión (Rajo Principal), donde se ubica el punto de agua.

### Agua Preexistente de la faena minera



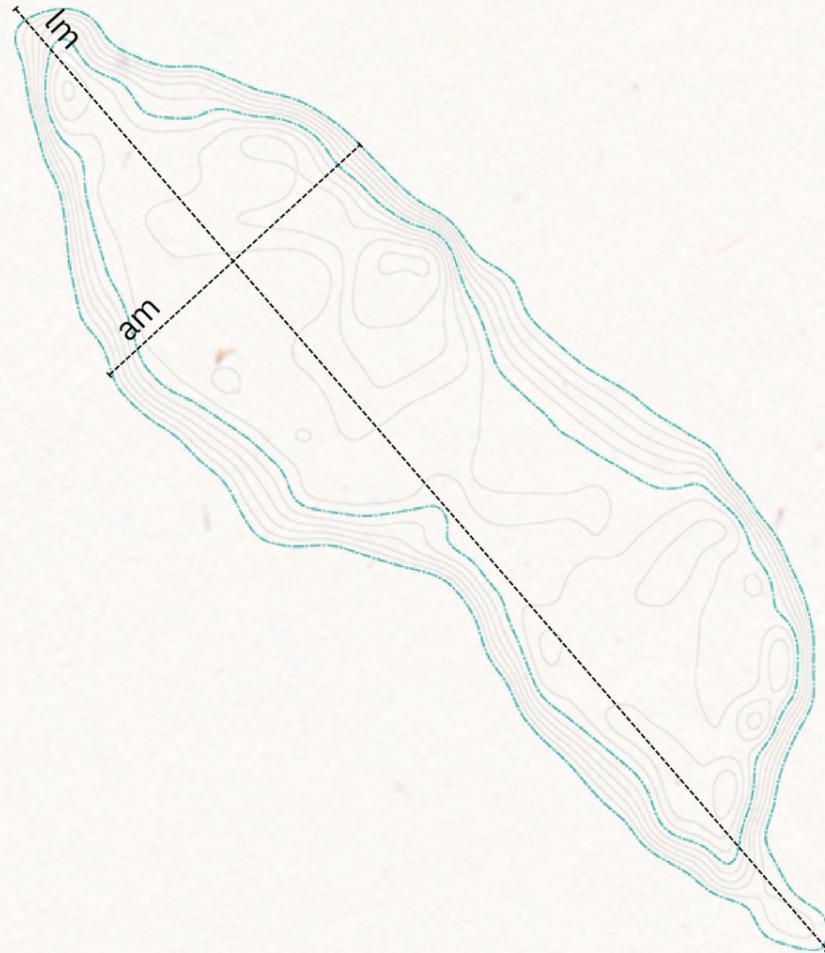
Fotografías de preexistencias del lugar  
Fuente: Elaboración Propia

### Topografía Preexistente de la faena minera

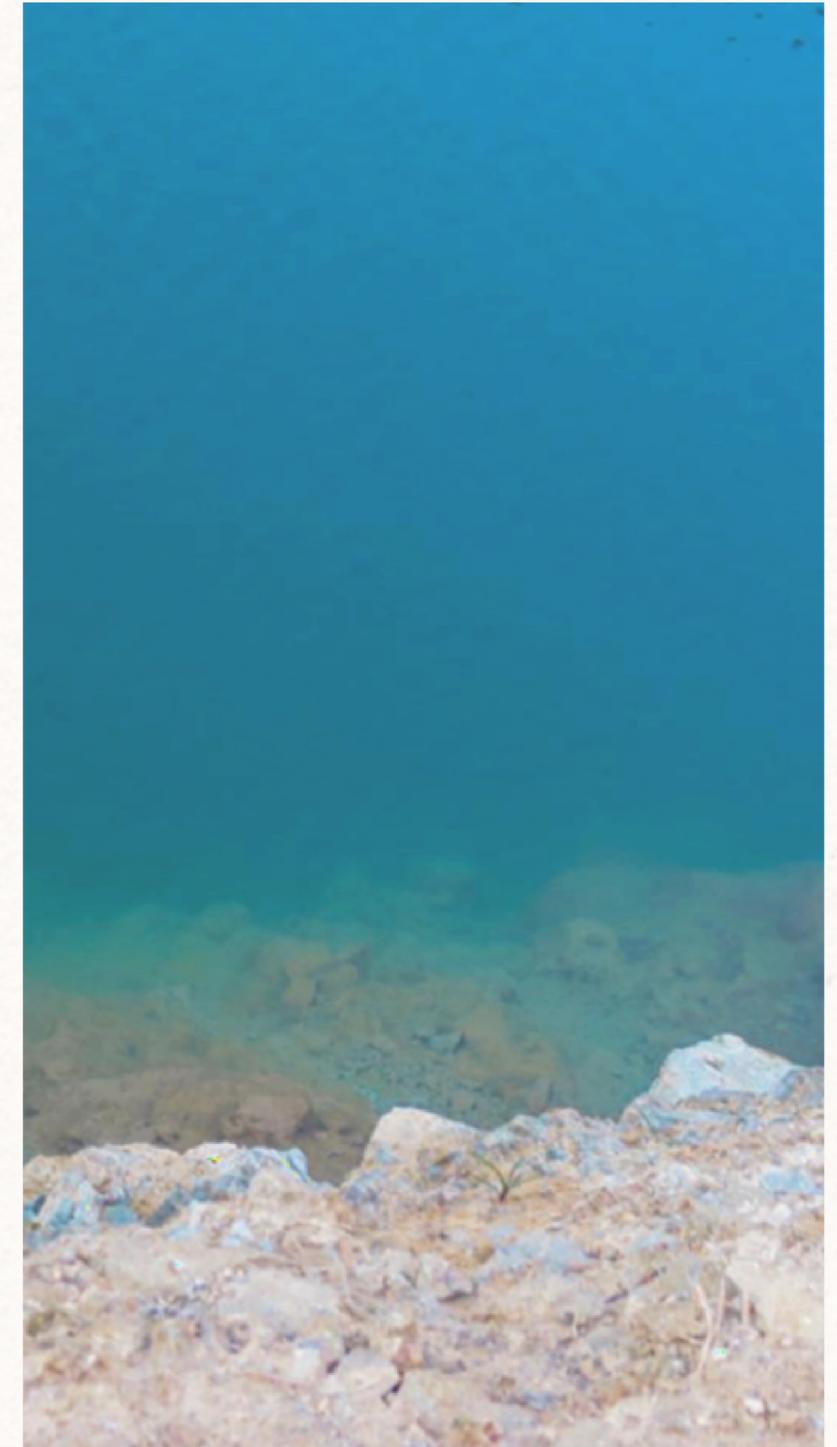
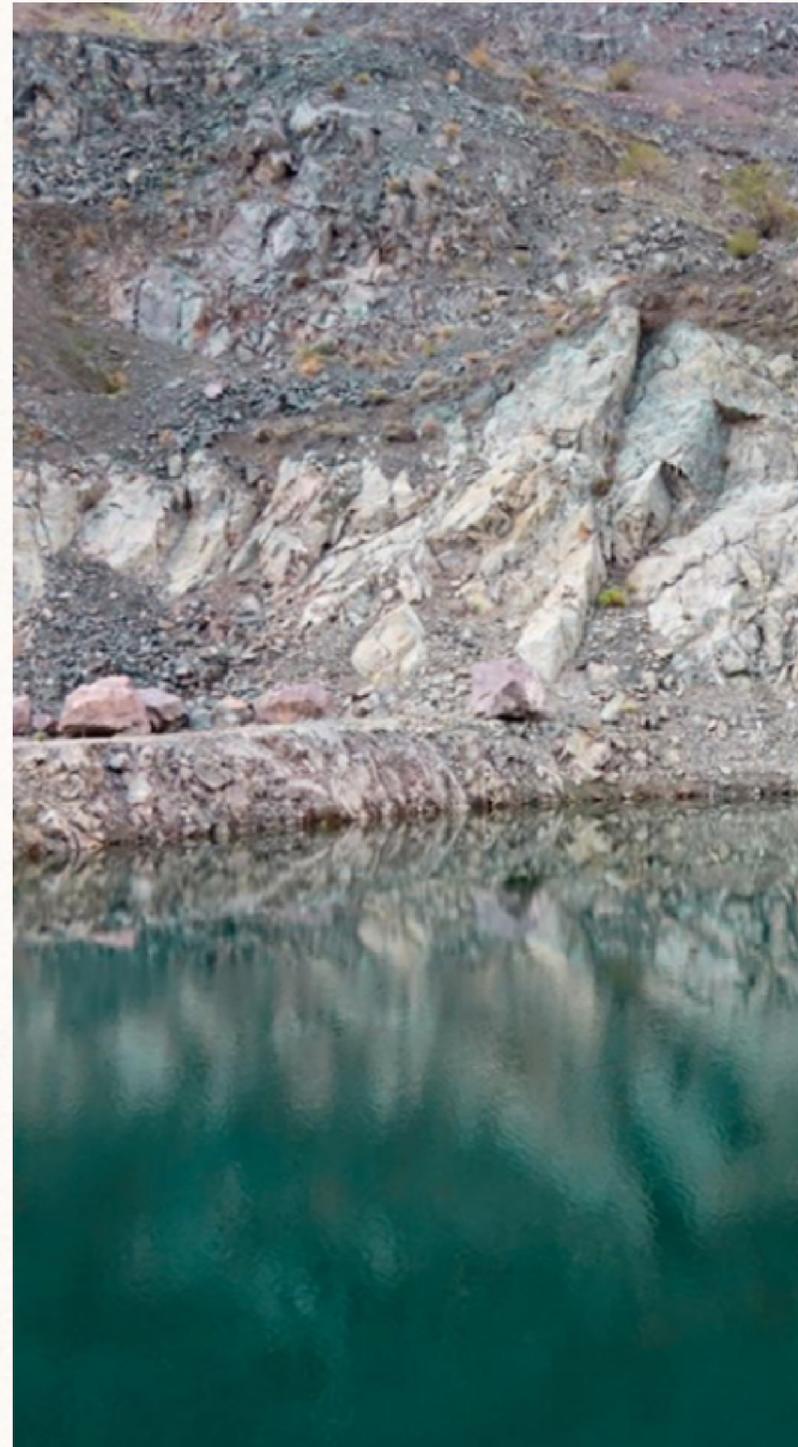


Axonométrica de una sección de la Ex Mina con corte esquemáticos  
Fuente: Google Earth

## Ex Mina Lo Aguirre Cuerpo de agua



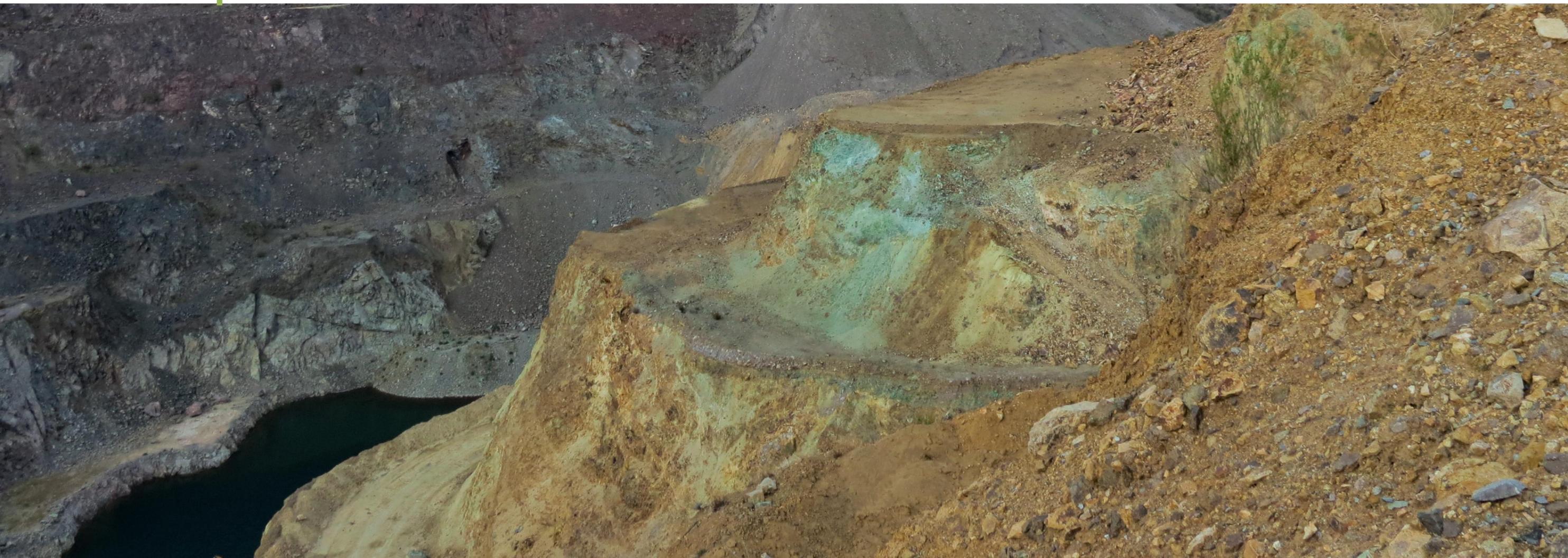
Línea de costa: 501 m.s.n.m. (verano) / 506 m.s.n.m (invierno)  
Equidistancia de cotas: 1 m  
Largo máximo (lm): 380 m  
Ancho máximo (am): 102 m  
Perímetro (P): 725 m  
Área (A): 1,5 Há.  
Profundidad máxima: 10 m  
Profundidad media: 7 m  
pH promedio (nivel de acidez): 6,3 con elevada concentración de cobre



# Capítulo 4

# Propuesta

Terrenos de la Ex Mina Lo Aguirre  
Fuente: Elaboración Propia



## Problema

Territorio profundamente impactado por la actividad minera, lo que ha generado impactos ambientales y culturales significativos. La Ex Mina Lo Aguirre, actualmente en desuso, presenta un terreno alterado y un cuerpo de agua contaminado que demandan una intervención integral.

## Objetivos

1. Exponer historia de la Ex Mina Lo Aguirre a la comunidad
2. Rehabilitar el terreno degradado y en estado de abandono y deterioro de la Ex Mina Lo Aguirre

## Propuesta

Creación de un museo y parque que integre armoniosamente la conservación del patrimonio minero con la reintegración de especies nativas y la rehabilitación del cuerpo de agua contaminado. Este enfoque busca no sólo restaurar el territorio, sino también transmitir valores de conservación, educación y acercamiento a la ciencia.

## Resumen

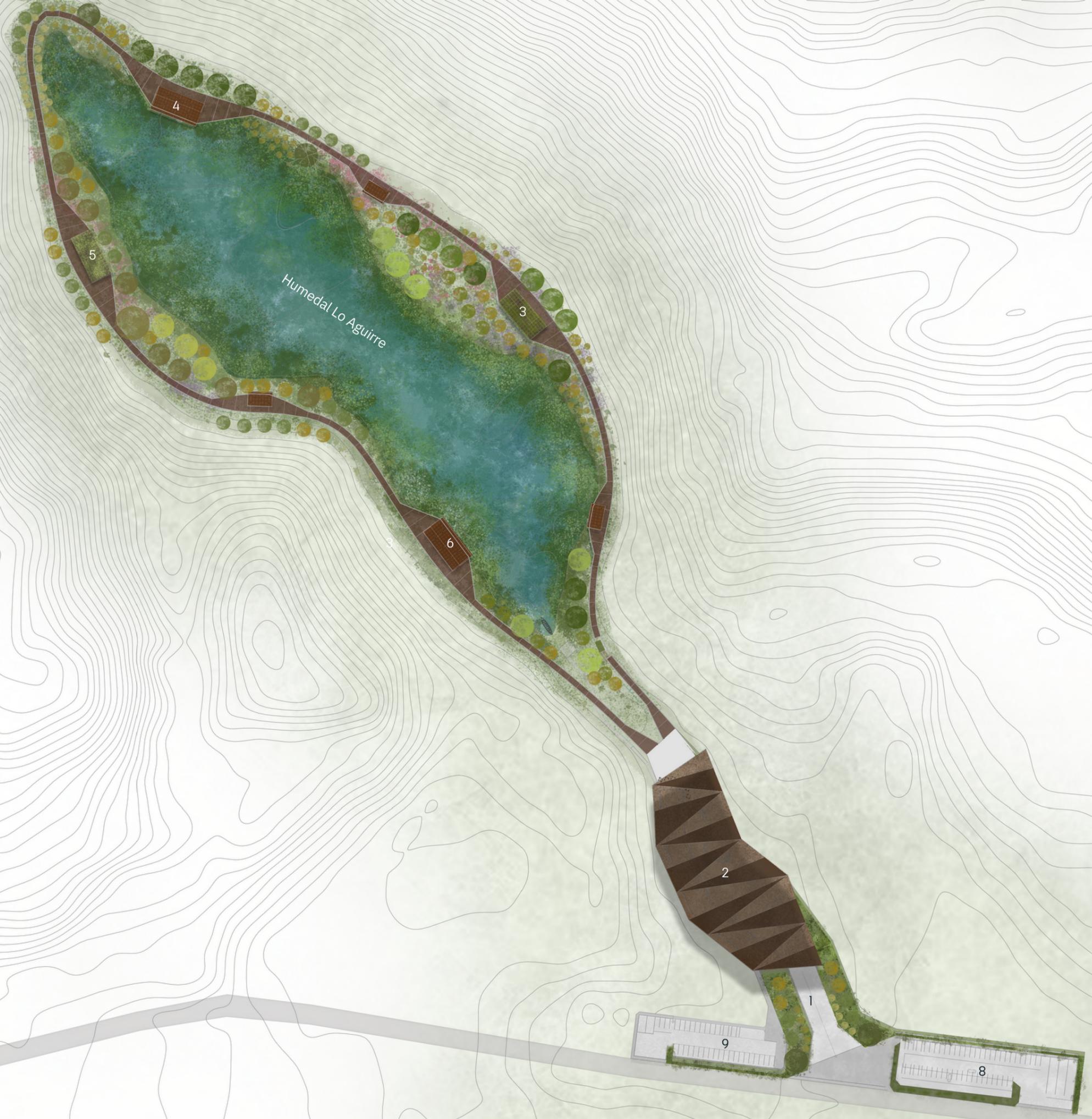
El proyecto busca emplazar un museo que expondrá la historia de la Ex Mina Lo Aguirre, vinculado a un parque que proveerá más áreas verdes y permitirá la recuperación ecológica de un espacio marcado por la actividad minera.

La Mina lo Aguirre se ubica en la zona rural de la comuna de Pudahuel, específicamente en el Cerro Bustamante, siendo accesible desde la Ruta 5. El territorio del Cerro Bustamante es un sitio prioritario ecológico, dentro del cual se encuentra parte de la Mina. Este sector del Cerro ha sido impactado por la extensiva actividad minera en su pasado. Hoy se encuentra en estado de abandono, no habiéndose reincorporado a ecosistema natural del cerro.

La propuesta del Parque y sus recorridos, rodeados de especies endémicas y nativas, se articulan en torno a un cuerpo de agua que forma parte del Cerro y la Mina. Se buscará transformar este cuerpo de agua contaminado en un humedal, utilizando especies fitorremediadoras. Igualmente se priorizarán especies que propician la recuperación y estabilización de los suelos contaminados.

Por su parte, el museo busca enseñar sobre los procesos de la minería llevados a cabo en este lugar en conjunto con su historia. De esta manera, se transforma la mina, un lugar abandonado y dañado, en un sitio de encuentro comunitario y símbolo de restauración, proponiendo un paso más en el ciclo de vida de las minas en Chile.

# Planta General Museo Parque Mina Lo Aguirre



- 1\_Acceso Principal
- 2\_Museo de la Mina
- 3\_Mirador Ladera Umbría
- 4\_Mirador Humedal Interior
- 5\_Mirador Ladera Solana
- 6\_Mirador Humedal Borde
- 7\_Sendero de Monitoreo
- 8\_Estacionamientos Público General
- 9\_Estacionamientos Trabajadores



0 20 40 60 100m

Muestras  
Museo Mina Lo Aguirre

Piezas Geológicas  
Muestras químicas



Vitrinas de exhibición

Maquinaria  
Vehículos Mineros



Espacios de exposición

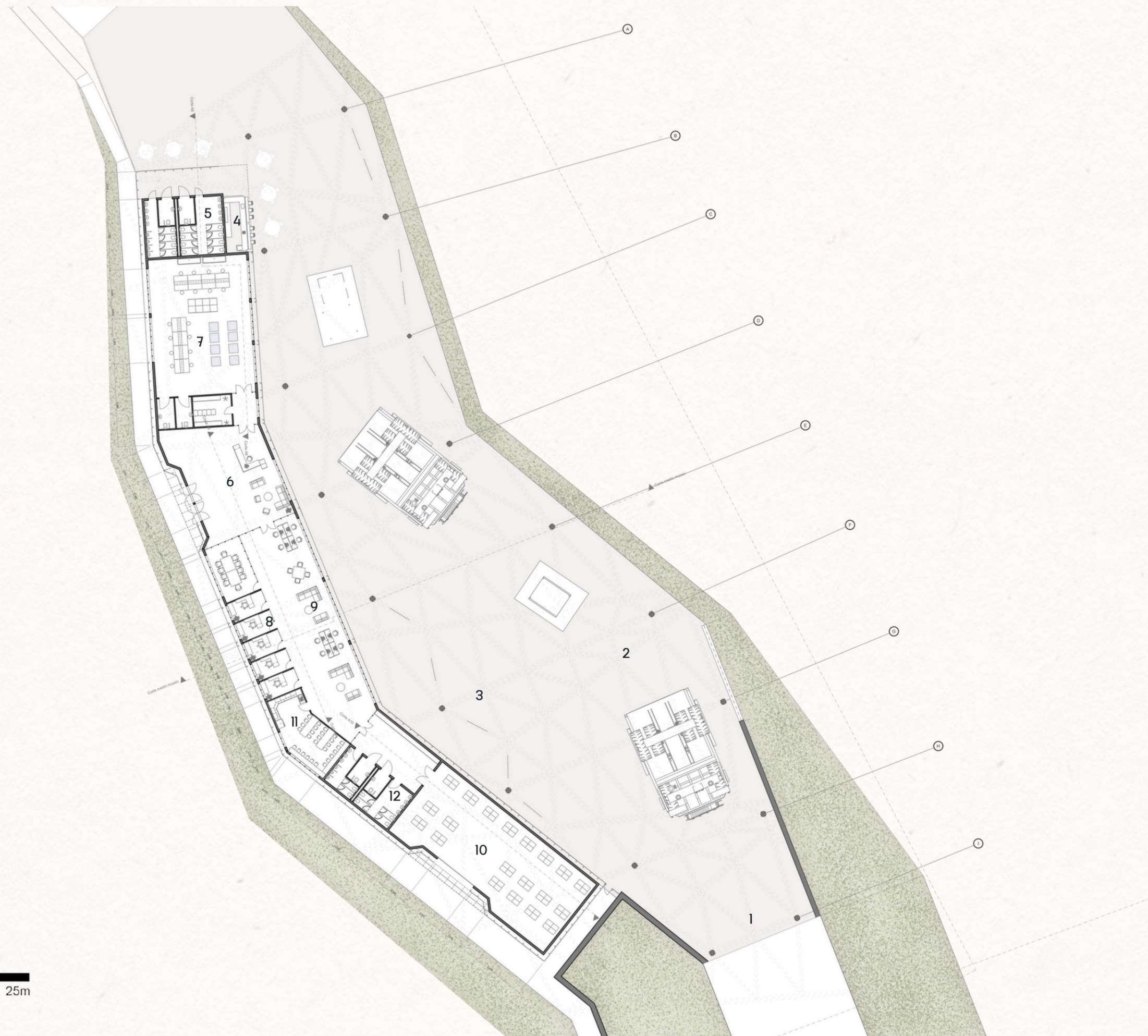
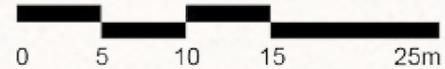
Fotografías  
Documentación



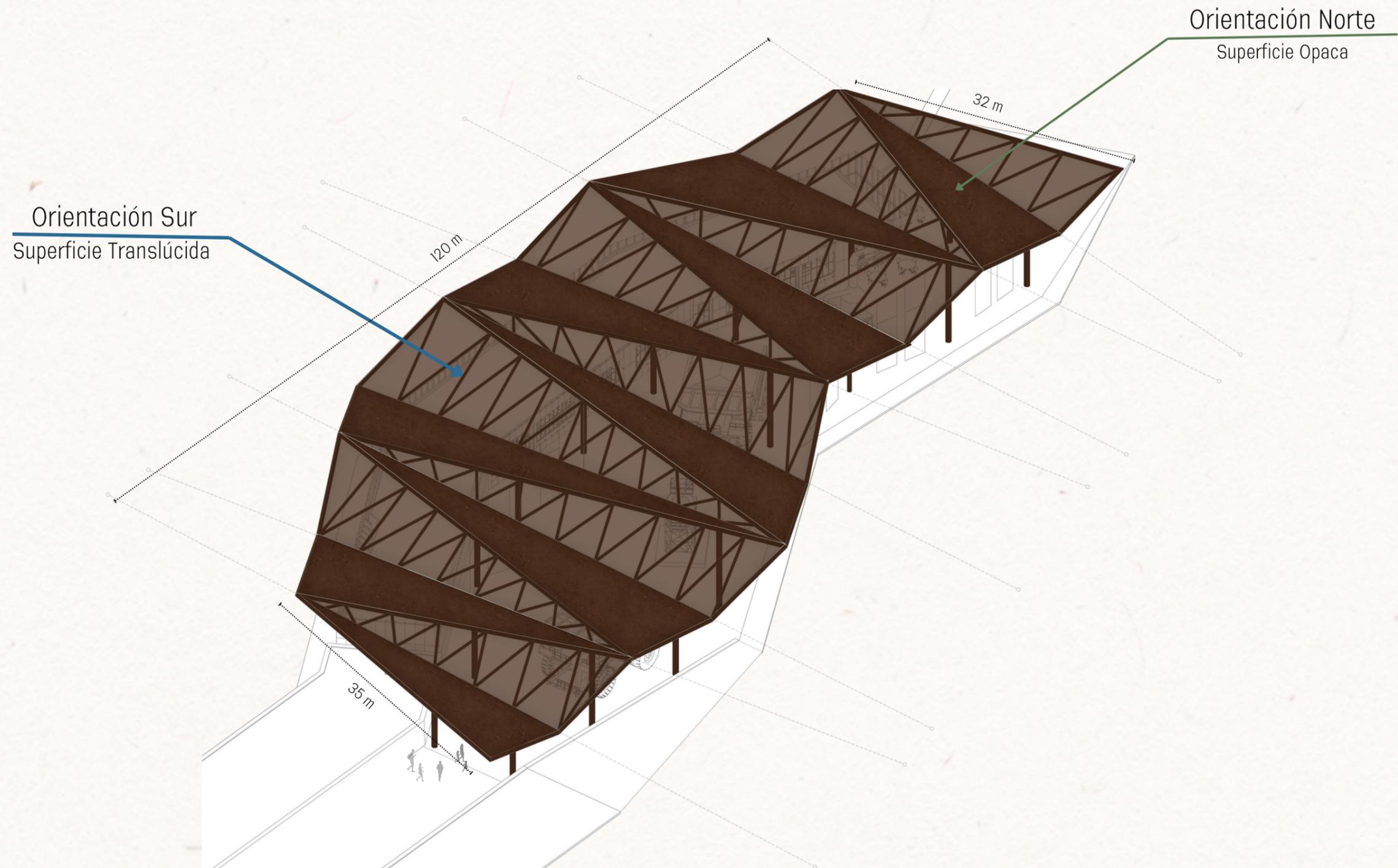
Paneles informativos

# Planta Primer Nivel Museo de la Mina

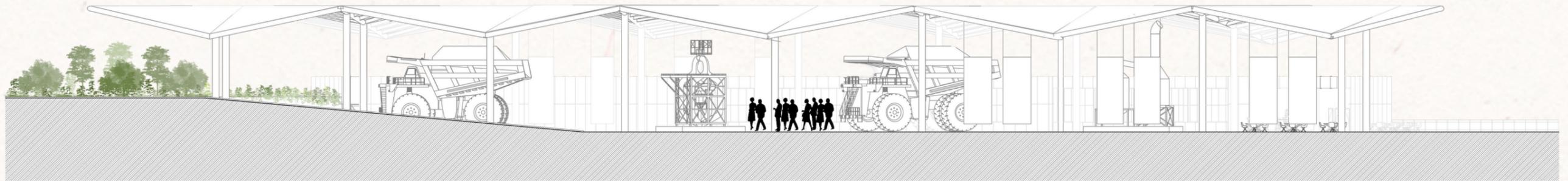
- 1\_Acceso Principal
- 2\_Zona Exposición de Objetos
- 3\_Zona de paneles informativos
- 4\_Cafetería
- 5\_Baños Públicos
- 6\_Hall de Acceso Administración
- 7\_Estación de monitoreo Parque
- 8\_ Oficinas administrativas
- 9\_ Zona trabajo colaborativo
- 10\_Bodegas
- 11\_Kitchenette
- 12\_Baños Personal



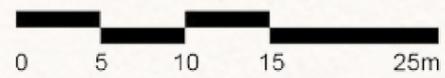
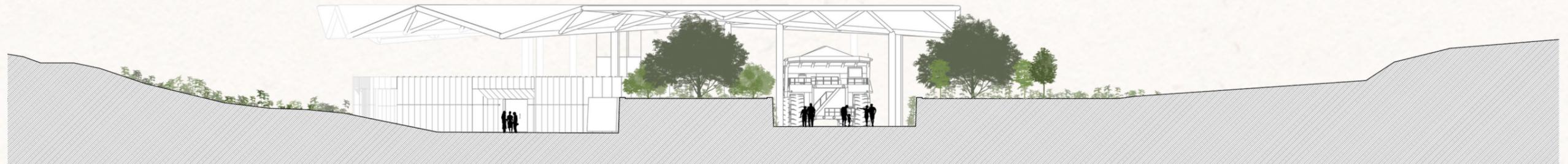
Axonométrica Cubierta Plegada  
Museo de la Mina Lo Aguirre

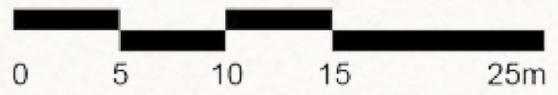
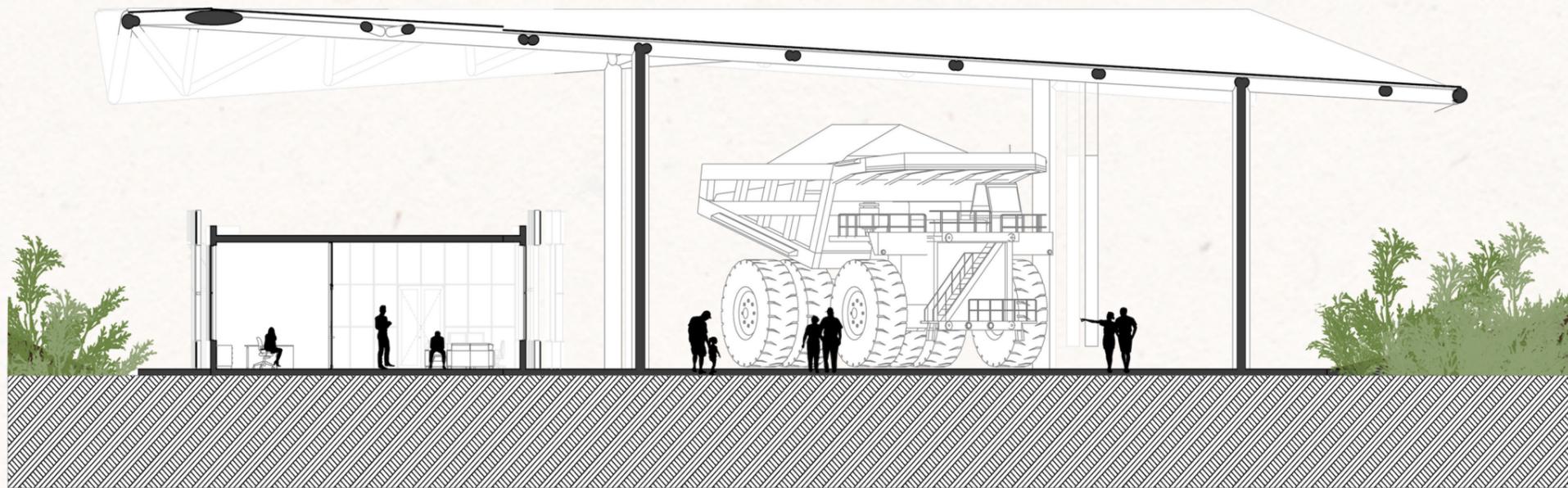


Corte Longitudinal  
Museo de la Mina Lo Aguirre



Corte transversal  
Museo de la mina Lo Aguirre





Selección de especies  
Parque Sendero Mina Lo Aguirre

Selección de especies

Criterios de elección

**Priorización de Especies Endémicas y/o Nativas**

- Preservación de la biodiversidad local.
- Contribución a la ecología y sostenibilidad.

**Presencia en el Territorio Actual del Cerro Bustamante:**

- Afinidad con el entorno existente.
- Integración paisajística natural.

**Baja Exigencia Hídrica**

- Eficiencia en el uso del agua.
- Sostenibilidad ambiental y reducción del consumo.

**Resistencia al Asoleamiento y Heladas**

- Adaptación a condiciones climáticas extremas.
- Aseguramiento de la salud y vitalidad de las plantas.

**Alta Adaptabilidad a Suelos Pobres y/o Rocosos**

- Tolerancia a condiciones edafológicas adversas.
- Mejora de la estabilidad del suelo y prevención de la erosión.

Distribución de especies

Ladera Solana

Humedal

Ladera Umbría

Zona quebradas

Árboles

Parque Sendero Mina Lo Aguirre

Ladera Solana



Espino  
*Acacia Caven*



Tara  
*Caesalpinia spinosa*



Chañar  
*Geoffroea decorticans*



Algarrobo Blanco  
*Prosopis albas*



Tamarugo  
*Prosopis tamarugo*



Huingán  
*Schinus polygamus*

Ladera Umbria



Maitén  
*Maytenus boaria*



Quillay  
*Quillaja saponaria*



Sauce Chileno  
*Salix humboldtiana*



Molle  
*Schinus latifolia*

Arbustos y Herbáceas  
Parque Sendero Mina Lo Aguirre

Ladera Solana

Chuve



Maravilla del campo



Quebracho del norte



Alcaparra del norte



Retama



Pichi romero amarillo



Tabaco del diablo



Malva del cerro



Flor del minero



Hierba del salitre



Verbena chilena blanca



Verbena chilena lila



Azulillo



Tiqui Tiqui



Arbustos y Herbáceas  
Parque Sendero Mina Lo Aguirre

Ladera Umbría

Quebracho



Chequén



Alstroemeria



Alstroemeria



Alstroemeria o flor  
de gallo



Andeimalva



Senna arnottiana



Senna chilensis



Chupa chupa



Tola blanca



Ajjillo



Armeria Maritima



Huilmo chico



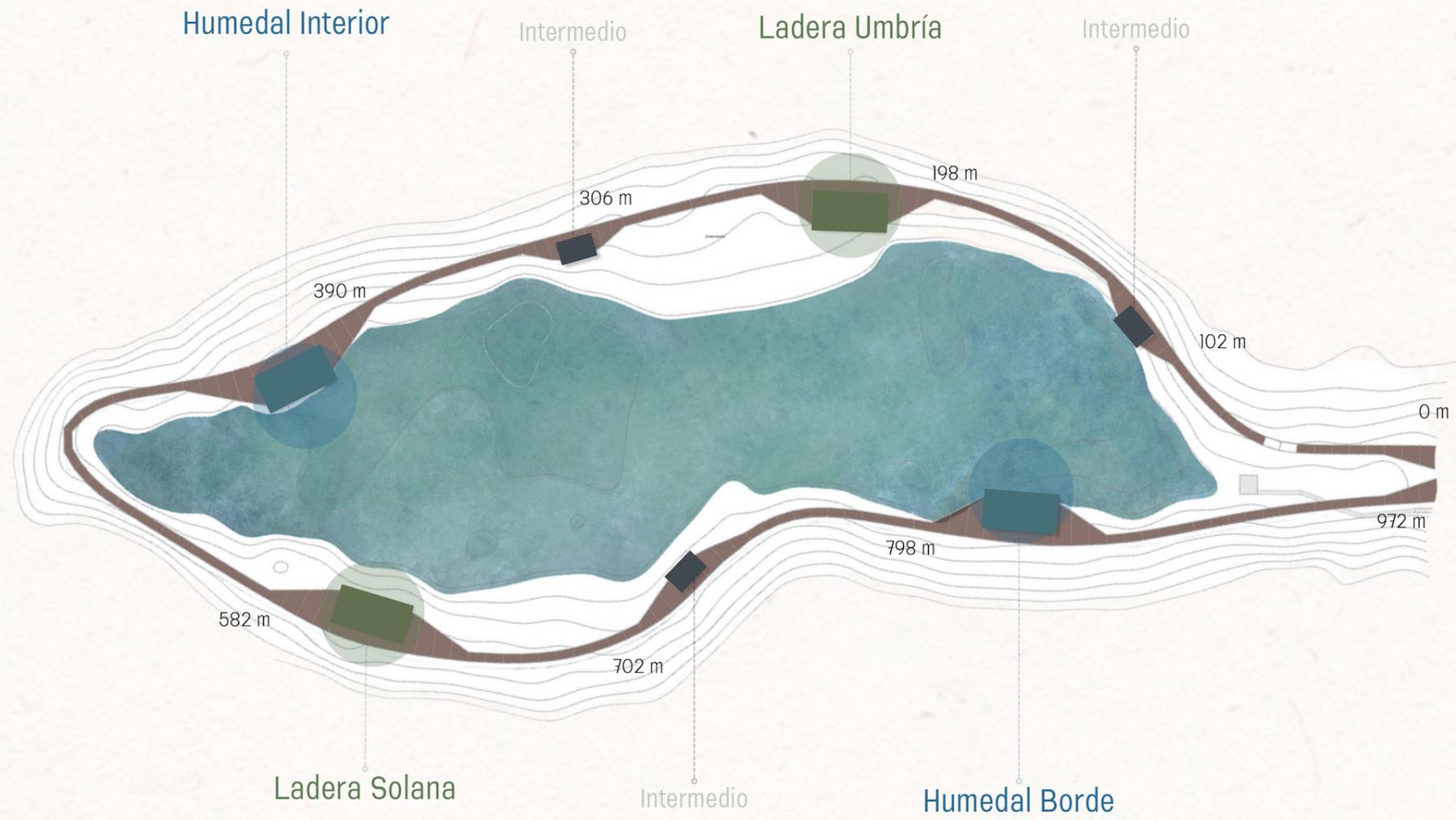
Cola de zorro



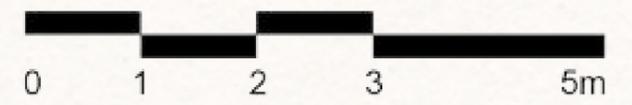
Estipa o amelichloa caudata



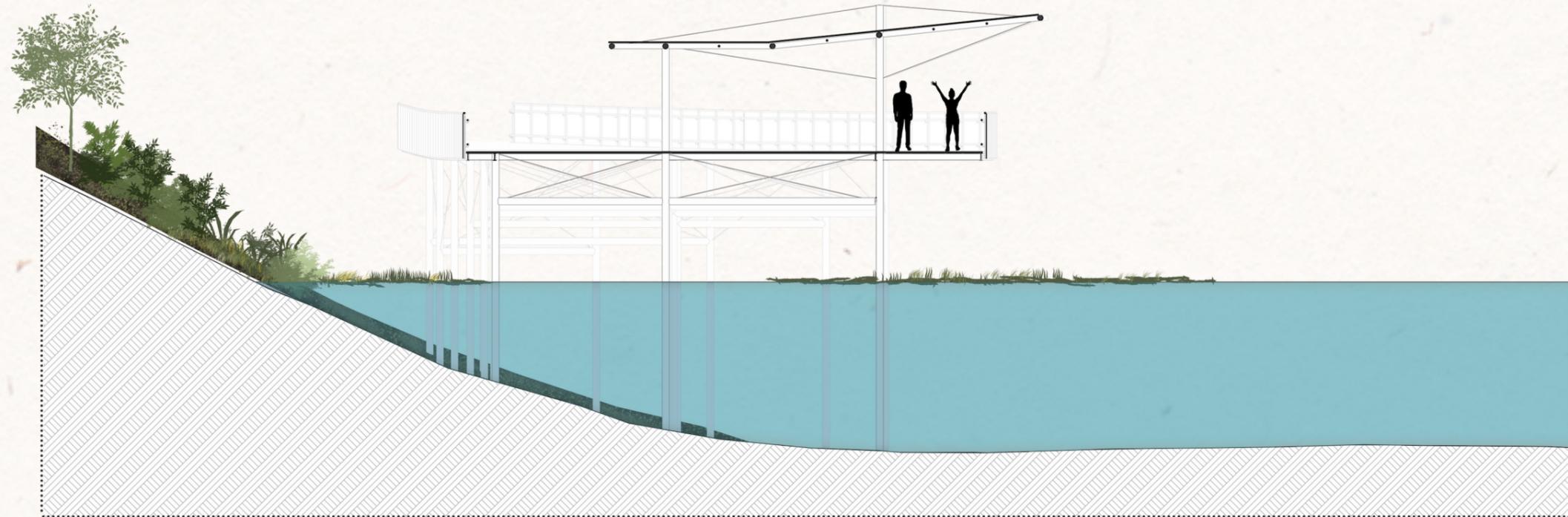
Esquema de recorridos  
Ruta del Humedal Lo Aguirre



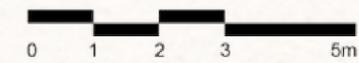
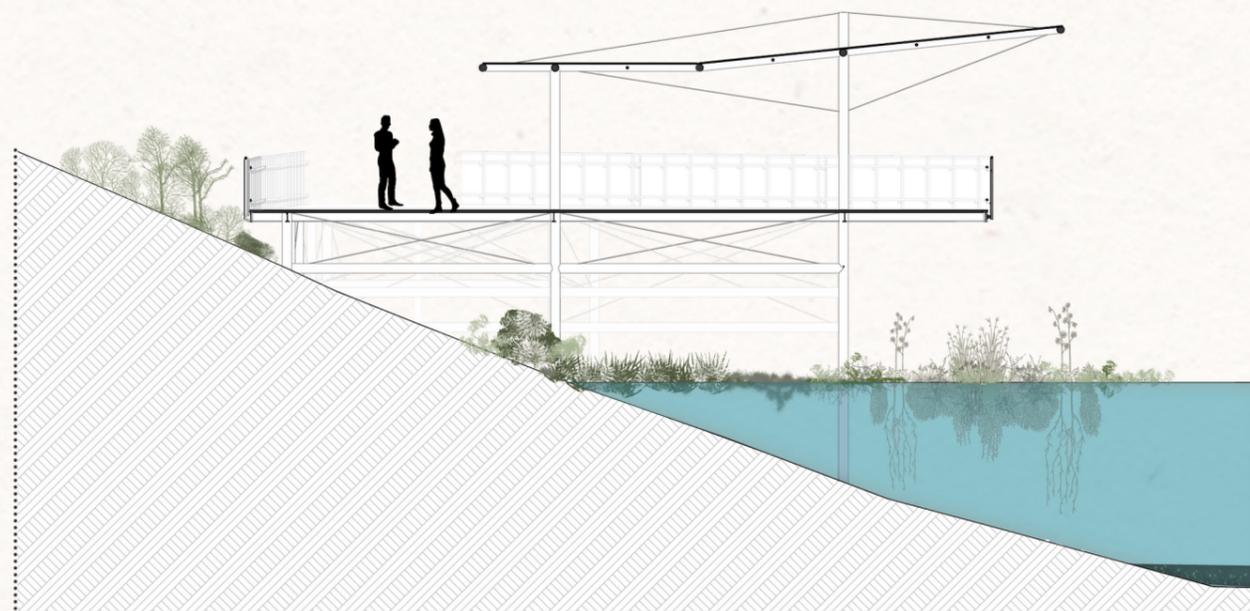
Corte transversal  
Mirador Intermedio



Corte transversal  
Mirador Humedal Interior



Corte transversal  
Mirador Humedal Borde



Corte transversal  
Mirador Ladera Umbría



Corte transversal  
Mirador Ladera Solana



# Gestión y Financiamiento

Actualmente, se encuentra en trámite en el Congreso el proyecto de ley que posibilitará la creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), bajo la supervisión del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), contemplando la figura de "área protegida privada".

Además, existen entidades y organizaciones independientes, como la Asociación Gremial de Iniciativas de Conservación en Áreas Privadas y de Pueblos Originarios de Chile, conocida como Así Conserva Chile (ACCh), y la Fundación Tierra Austral, que han publicado un documento con una propuesta inicial que establece estándares para la conservación privada en Chile.

Los actores involucrados en la gestión y mantenimiento del terreno se definen de acuerdo con los "Estándares para la Conservación Privada en Chile". Estos actores son la Organización Garante de Conservación (OGC) y el propietario, ya sea una persona natural o jurídica. Se propone que, a través de un contrato de Derecho Real de Conservación (DRC), el propietario otorgue las facultades necesarias a la OGC para utilizar el terreno con el fin principal de conservar y garantizar la protección de la Área de Protección Privada (APP) a largo plazo.

Estos proyectos de ley permiten disminuir impuestos y cobrar entradas. La propuesta se basaría en un financiamiento principalmente privado, obteniendo fondos por parte de la Empresa Nueva Pudahuel. La gestión sería llevada a cabo en colaboración con entidades relacionadas con el cuidado y la rehabilitación del medio ambiente.

# Bibliografía

# Bibliografía

Leal Filho, W., Ternova, L., Parasnis, S. A., Kovaleva, M., & Nagy, G. J. (2022). *Climate Change and Zoonoses: A Review of Concepts, Definitions, and Bibliometrics*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 893.

<https://www.farmforward.com/#!/blog/un-scientists-sound-alarm-change-what-is-on-your-plate/farm-forward>

Brad Plumer and Henry Fountain, "A Hotter Future Is Certain, Climate Panel Warns. But How Hot Is Up to Us," *New York Times*, published August 9, 2021, updated August 31, 2021.

"IPCC Report: 'Code Red' for Human Driven Global Heating, Warns UN Chief" *UN News*, United Nations, August 9, 2021.

Cheryl Katz, "The search for the world's largest methane sources," *BBC Future Planet*, August 5, 2021.

<https://www.factcheck.org/2018/09/how-potent-is-methane/>  
<https://www.greenfacts.org/es/glosario/mno/metano.htm#:~:text=El%20metano%20es%20un%20gas,como%20gas%20de%20efecto%20invernadero.>

Ricalde, I., Vicuña, S., Melo, O., Tomlinson, J. E., Harou, J. J., & Characklis, G. (2022). *Assessing tradeoffs in the design of climate change adaptation strategies for water utilities in Chile*. *Journal of Environmental Management*, 302, 114035.

Hernandez, K., & Madeira, C. (2022). *The impact of climate change on economic output across industries in Chile*. *PloS one*, 17(4), e0266811.

<https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

Crisci, J. V. (2012). *Andrés Moreira-Muñoz. Plant Geography of Chile*. *Revista de Geografía Norte Grande*, (51), 189-190.

<https://www.pucv.cl/pucv/noticias/destacadas/plantas-de-chile-en-extincion-estas-son-las-10-especies-que-podrian>

<https://www.conaf.cl/parques-nacionales/reservas-de-la-biosfera/>

<https://noticias.udec.cl/147-arboles-amenazados-en-chile-lep-udec-participo-en-informe-internacional-de-la-bgci/#:~:text=Entre%20las%20especies%20m%C3%A1s%20vulnerables,existe%20en%20su%20h%C3%A1bitat%20natural.>

Chilebosque. 2016. Ficha de descripción de Gomortega keule. Acceso en línea [http://www.chilebosque.cl/flora/gomortega\\_keule.html](http://www.chilebosque.cl/flora/gomortega_keule.html)

<https://www.asemafor.cl/estado-de-conservacion-flora-nativa-de-chile/>

[https://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1382992046CONAFporunChileForestalSustentable.pdf](https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1382992046CONAFporunChileForestalSustentable.pdf)

[https://www.fudeso.cl/2018/12/09/especies-segun-estado-de-conservacion-en-chile/#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20MMA%20\(2017a,cuales%20se%20sumaron%2030%20especies](https://www.fudeso.cl/2018/12/09/especies-segun-estado-de-conservacion-en-chile/#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20MMA%20(2017a,cuales%20se%20sumaron%2030%20especies)

<https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>

<https://www.pucv.cl/pucv/noticias/destacadas/plantas-de-chile-en-extincion-estas-son-las-10-especies-que-podrian>

<https://educacion.mma.gob.cl/que-es-educacion-ambiental/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20proceso,permitan%20a%20todas%20las%20personas>

León, Lastenia, & González, David, & Morales, Carolina, & Sangüesa, Claudia, & Balocchi, Francisco, & Valdés-Pineda, Rodrigo, & Pizarro, Roberto, & Flores, Juan P., & Tapia, Jaime (2016). Forest species in the recovery of soils contaminated with copper due to mining activities. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, XXII(1),29-43.[fecha de Consulta 25 de Junio de 2022]. ISSN: 2007-3828. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62943324003>

Ginocchio, R., Sánchez, P., De La Fuente, L. M., Camus, I., Bustamante, E., Silva, Y., ... Rodríguez, P. H. (2006). Agricultural soils spiked with copper mine wastes and copper concentrate: Implications for copper bioavailability and bioaccumulation. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25, 712-718. doi:10.1897/05-105R.1

<https://www.mundoagro.cl/toxicidad-de-cobre-en-el-suelo-consecuencias-del-uso-indiscriminado-en-sistemas-productivos/>

<https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/Preguntas-frecuentes-sobre-relaves.pdf>

Rascio, N., & Navari-Izzo, F. (2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: how and why do they do it? And what makes them so interesting?. *Plant science*, 180(2), 169-181.

Delgadillo-López, A. E., González-Ramírez, C. A., Prieto-García, F., Villagómez-Ibarra, J. R., & Acevedo-Sandoval, O. (2011). Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 597-612.

Avila González, D. A. (2017). Fitoextracción de suelos contaminados por elementos potencialmente tóxicos en la región de Atlixco, Puebla (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).

Rascio, N., & Navari-Izzo, F. (2011). Heavy metal hyperaccumulating plants: how and why do they do it? And what makes them so interesting?. *Plant science*, 180(2), 169-181.

Gold, Kate, León L., Pedro y Way, Michael (2004) Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica [en línea]. La Serena, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 110. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7000> (Consultado: 24 junio 2022).

Mounce, R., Smith, P., & Brockington, S. (2017). Ex situ conservation of plant diversity in the world's botanic gardens. *Nature Plants*, 3(10), 795-802.

Braverman, I. (2014). Conservation without nature: the trouble with in situ versus ex situ conservation. *Geoforum*, 51, 47-57.

Canessa, S., Converse, S. J., West, M., Clemann, N., Gillespie, G., McFadden, M., ... & McCarthy, M. A. (2016). Planning for ex situ conservation in the face of uncertainty. *Conservation Biology*, 30(3), 599-609.

[https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user\\_upload/online\\_library/publications/pdfs/1645\\_Material\\_de\\_apoyo\\_a\\_la\\_capacitaci%C3%B3n\\_en\\_conservaci%C3%B3n\\_ex\\_situ\\_de\\_recursos\\_fitogen%C3%A9ticos.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/1645_Material_de_apoyo_a_la_capacitaci%C3%B3n_en_conservaci%C3%B3n_ex_situ_de_recursos_fitogen%C3%A9ticos.pdf)

<https://www.cedeus.cl/nueve-metros-cuadrados-por-habitante/#:~:text=Popularmente%20conocido%20es%20el%20indicador,nueve%20metros%20cuadrados%20por%20habitante.>

<https://www.nuevapudahuel.cl/PlanCierre.aspx>  
<https://www.plataformaurbana.cl/archive/2016/10/17/finaliza-cierre-de-mina-lo-aguirre-autoridades-analizan-instalar-un-parque/>

<https://www.mch.cl/reportajes/lo-aguirre-el-recuerdo-de-un-hito/>

<https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/03/05.-Regulacion-de-Cierres-de-Faenas-Mineras.pdf>

<https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2019/02/25/alerta-roja-para-pudahuel-y-curacavi-por-incendio-en-cerro-bustamante-hay-300-hectareas-afectadas.shtml>

Planteamiento Integral del Problema de Título

# MUSEO PARQUE MINA LO AGUIRRE

Arquitectura para la  
Conservación y Recuperación  
Ecológica

Estudiante  
Noemí Zúñiga Z.  
Profesora Guía  
Carla Cortés H.

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Primer Semestre 2022