Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
San Joaquin - Chile

INMERSIÓN EFÍMERA

Memoria para optar al título
de Arquitecto.

Estudiante: Damián Bizama Sepulveda
Modalidad: Experiencial
Profesor referente: VERONICA ARCOS / FRANCISCO QUITRAL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☑ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Inmersión Efímera

Nombre del candidato(a): Damián Ismael Bizama Sepúlveda

Carrera / Grado: Arquitecto

Campus: San Joaquín **Departamento:** Arquitectura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Veronica Alejandra Arcos Lagos, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☑ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por **(marcar una opción)**:

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 16/09/2026 **Firma:**

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03/09/2026 **Firma:**

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
San Joaquin - Chile

INMERSIÓN EFÍMERA

Memoria para optar al título
de Arquitecto.

Estudiante: Damián Bizama Sepulveda
Modalidad: Experiencial
Profesor referente: VERONICA ARCOS / FRANCISCO QUITRAL

indice

01

Resumen. 1.1

Objetivo General del Proyecto. 1.2

Metodología. 1.3

02

El entorno como sistema dinámico. 2.1
El cuerpo como sistema de captación. 2.2
Experiencia sensorial. 2.3
Arquitectura como generadora de estímulos. 2.4
Arquitectura como mediadora con el entorno. 2.5
El oído. 2.6
La vista. 2.7
El tacto. 2.8
Matriz de operaciones sensoriales. 2.9
Referente Arquitectónico: Mirador Pino Huacho. 2.10
Referente Arquitectónico: Refugio
Parque Nacional Pali-Aike. 2.11
Paisajes sonoros. 2.12

03

Introducción. 3.1
Ecosistema. 3.2
Clima y variables atmosféricas. 3.3
Paisaje sonoro. 3.4
Registro Activo: Caracterización del Estímulo. 3.5
Terreno y morfología. 3.6
Mapeo lugares tentativos. 3.7
Levantamiento lugar seleccionado. 3.8

04

La arquitectura como dispositivo de captura. 4.1
Metodología de Diseño. 4.2
Entender el sonido y la reflexión. 4.3
La Vectorización del Sonido y las Leyes de la Reflexión. 4.4
Inicio exploración superficies cóncavas. 4.5
Levantamiento Tridimensional de Contexto para simulación. 4.6
Metodología de Simulación, Optimización Evolutiva. 4.7
Ajuste Geométrico evolución de superficie. 4.8
Análisis de la Curvatura. 4.9
Validación Acústica. 4.10
Iteraciones Constructivas. 4.11

05

Estrategia y materialidad. 5.1
Sistema constructivo modular para la pantalla acústica. 5.2
Sistema constructivo soporte y asiento para la pantalla acústica. 5.3
Simulación de la Reflexión Acústica en. 5.4

06

Costos de fabricación. 6.1
Cortar Tubos para soporte. 6.2
Uniones de tubos para soporte. 6.3
Soldadura de uniones para soporte. 6.4
Cortar pletinas para paraboloide. 6.5
Moldeado de pletinas base. 6.6
Moldeado de pletinas con curvatura de parábola. 6.7
Soldadura de marcos modulares de paraboloide. 6.8
Corte e instalación de laminas de zinc liso. 6.9

07

Prueba acústica del dispositivo. 7.1
Transporte a terreno. 7.2
Instalación en terreno. 7.3
Experiencia. 7.4

01

INTRODUCCIÓN

Resumen. 1.1
Objetivo General del Proyecto. 1.2
Metodología. 1.3

1.1 Resumen.

Este proyecto se origina debido a una profunda fascinación por la esencia del paisaje natural, entendido no solo como un escenario visual, sino como un sistema dinámico de estímulos sensoriales. Dicha fascinación actúa como el motor que impulsa la búsqueda de una arquitectura capaz de restablecer y enriquecer la conexión sensorial con el medio. El objetivo fundamental de este trabajo es, por lo tanto, proponer una arquitectura que actúe como mediadora activa, traduciendo esta fascinación en una experiencia audiovisual consciente.

El trabajo se enmarca en la modalidad Proyecto Experiencial, abordando la rica pero dispersa biofonía del bosque. La intervención, concebida como un Observatorio y Escuchatorio de Aves, se fundamenta en un principio físico real: utilizar la geometría cóncava para capturar y amplificar las ondas sonoras de la avifauna. Este mecanismo se establece como un instrumento pasivo de escucha, cuya morfología se define por su eficiencia en la reflexión acústica para llevar la actividad del dosel al nivel del usuario.

Finalmente, para resguardar la fragilidad del ecosistema y viabilizar su ejecución, el dispositivo se concibió bajo una lógica de diseño modular y desarmable. Esta condición práctica no solo permitió resolver los desafíos logísticos de un territorio aislado y en pendiente, sino que garantizó una instalación no invasiva y respetuosa con el medio ambiente. A través de esta estrategia constructiva, la morfología del paraboloide logra materializar una condición de resguardo y proximidad, permitiendo al observador conectar con la actividad biológica del bosque desde una distancia prudente. Así, el proyecto se consolida como un catalizador que transforma el espacio natural en un refugio íntimo, traduciendo la biofonía latente en una experiencia sensorial tangible, evidente y profundamente vinculada al territorio.

1.2 Objetivo General del Proyecto.

El objetivo de este proyecto es diseñar una experiencia orientada a vincular al habitante con su entorno, utilizando la arquitectura como un elemento mediador. A través de esta intervención, se busca poner en valor el paisaje y el territorio en su estado nativo y natural, generando un canal de comunicación directo entre las personas y los ecosistemas que configuran el lugar.

1.3 Metodología.

Entender: Se establece el marco fenomenológico y el modelo de Ana Mombiedro para definir el rol de la arquitectura como un agente mediador que opera sobre los estímulos para generar una experiencia consciente y pertinente en el cuerpo.

Analizar: Se decodifica el territorio mediante un registro activo para validar que la biofonía (canto de las aves) es el estímulo latente y óptimo para focalizar la experiencia de conexión con el ecosistema.

Diseñar: Se define la geometría del dispositivo mediante la metodología Búsqueda de Forma (Form-finding) y simulación paramétrica para obtener la doble curvatura matemáticamente óptima que garantiza la amplificación y focalización acústica del sonido.

4. Fabricar: Se ejecuta la construcción material y el montaje del dispositivo articulando las variables reales del proyecto, donde la modularidad y el sistema constructivo responden tanto a las dificultades logísticas y geográficas del terreno como a las capacidades técnicas del taller y los límites del presupuesto disponible.

02

MARCO TEORICO

El entorno como sistema dinámico. 2.1
El cuerpo como sistema de captación. 2.2
Experiencia sensorial. 2.3
Arquitectura como generadora de estímulos. 2.4
Arquitectura como mediadora con el entorno. 2.5
El oído. 2.6
La vista. 2.7
El tacto. 2.8
Matriz de operaciones sensoriales. 2.9
Referente Arquitectónico: Mirador Pino Huacho. 2.10
Referente Arquitectónico: Refugio
Parque Nacional Pali-Aike. 2.11
Paisajes sonoros. 2.12

2.1 El entorno como sistema dinamico.

El universo no es un escenario estático ni pasivo. Al contrario, se concibe como un sistema dinámico y constante, fundamentalmente definido por el flujo y el continuo intercambio de energía entre la materia. La actividad de este sistema es permanente y se expresa en una serie de fenómenos medibles que establecen las condiciones iniciales objetivas de todo lo perceptible. Esta energía se manifiesta tangiblemente en la propagación de ondas de luz, vibraciones sonoras y fluctuaciones térmicas; fuerzas físicas que no son meros accesorios del paisaje, sino que actúan como estímulos directos y constitutivos de nuestro medio ambiente.

Sin embargo, el paisaje que experimentamos no es una simple copia fiel o un registro automático de estas condiciones objetivas. Para comprender correctamente el concepto de "paisaje" (entendido no como el terreno físico, sino como el escenario vivido que se le presenta a cada persona desde su propio punto de vista) es indispensable la intervención del factor humano. Esta mediación entre la energía bruta del entorno y la conciencia ocurre exclusivamente a través de nuestros canales perceptivos: los sentidos.

2.2 El cuerpo como sistema de captación.

Para que las fuerzas dinámicas y la energía del entorno se transformen en una realidad vivida, el cuerpo opera como el sistema primordial de captación y procesamiento, actuando como la interfaz biológica necesaria. Este proceso de interacción se inicia fisiológicamente mediante la transducción, un mecanismo complejo por el cual los órganos sensoriales captan la energía física del medio —ya sean ondas electromagnéticas (luz), variaciones de presión (sonido) o cambios térmicos— y las transforman en señales bioeléctricas interpretables por el sistema nervioso central.

Los diferentes órganos sensoriales que posee el cuerpo humano no son herramientas genéricas, sino una respuesta evolutiva de especialización: corresponden a los canales perceptivos específicos con los que vivimos y decodificamos el mundo. De esta especialización biológica surge el modelo tradicional de los cinco sentidos, categorización que agrupa a los cinco principales órganos sensoriales encargados de esta traducción: vista, oído, olfato, tacto y gusto.

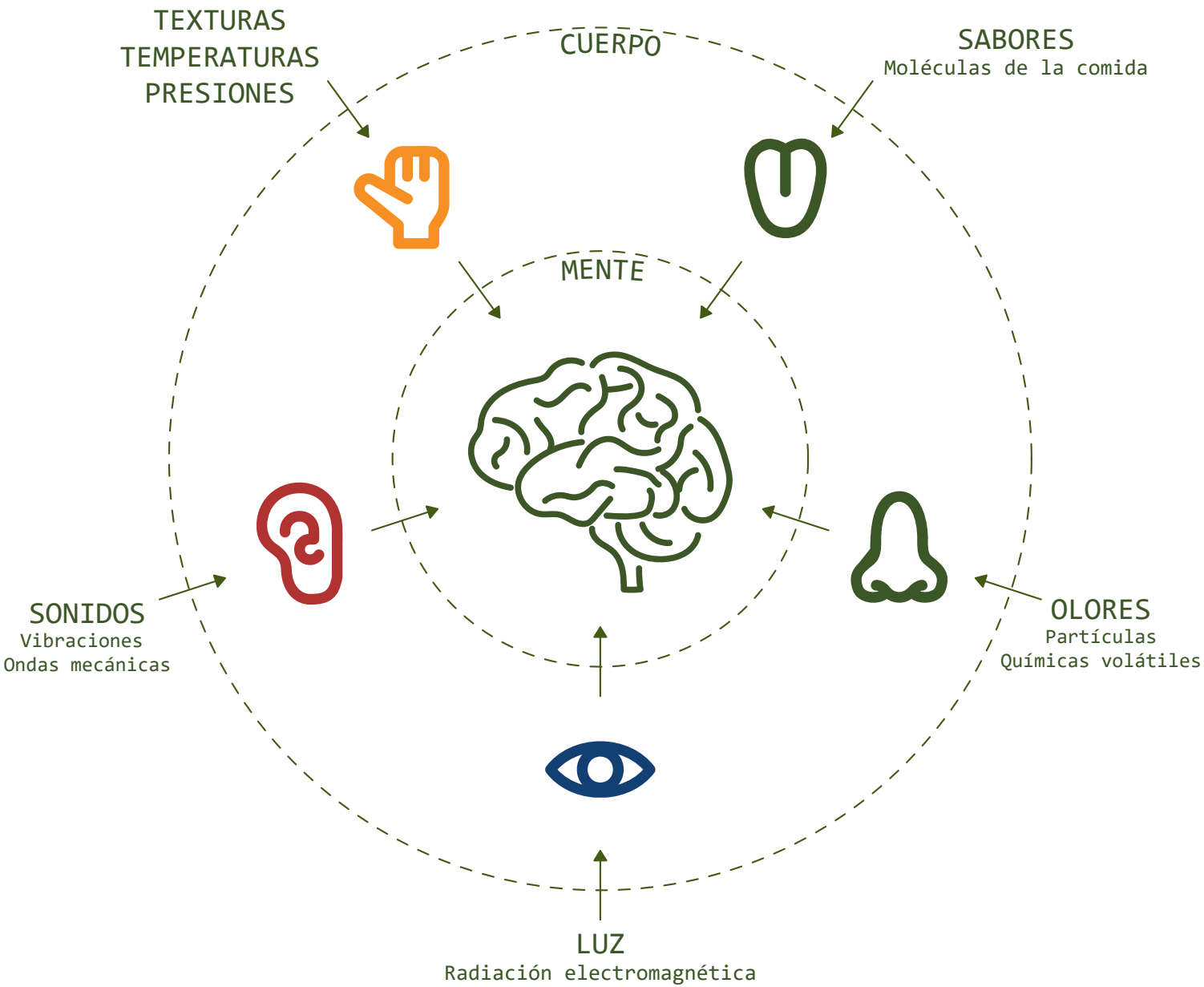


Diagrama 5 sentidos
Autor: Elab

2.3 La experiencia sensorial.

Una vez establecidos los dos polos fundamentales de esta relación —el entorno como fuente inagotable de energía y el cuerpo como sistema biológico de captación— surge el fenómeno complejo de la experiencia sensorial. Esta no debe entenderse como un momento estático ni como una simple recolección pasiva de datos ambientales, sino como un evento dinámico de interacción. La experiencia no reside en el paisaje por sí solo, ni tampoco está confinada en la mente del observador; emerge y cobra vida precisamente en el instante en que la energía física del exterior se cruza, se integra y se funde con el mundo interno del sujeto. Es en esta intersección donde el espacio físico deja de ser una métrica abstracta para convertirse en una realidad habitada.

Este encuentro no se detiene en la superficie de la piel o en la vibración del tímpano. Una vez que el estímulo ingresa al sistema nervioso, se somete a un sofisticado proceso interno de percepción y resignificación. En esta etapa, el impulso nervioso es contrastado inmediatamente con el archivo de la memoria y matizado por la carga de la emoción presente. Es en esta fase invisible donde el dato físico crudo cobra sentido humano: una frecuencia sonora deja de ser solo ruido o vibración para convertirse en una atmósfera envolvente, y un cambio en la temperatura de la luz se transforma en un estado de ánimo profundo. El cerebro, por tanto, no solo registra la realidad, sino que la construye cualitativamente.

Finalmente, este ciclo de procesamiento se cierra inevitablemente con una respuesta. El cuerpo no permanece indiferente ante lo que percibe, sino que reacciona para restablecer su equilibrio con el medio. Esta reacción se manifiesta visiblemente como una conducta observable: nos detenemos instintivamente, bajamos la voz para agudizar el oído, cambiamos nuestra postura corporal o alteramos nuestro ritmo respiratorio.

Este proceso secuencial es formalizado rigurosamente en la psicología ambiental y la neurociencia bajo el modelo S-O-R (Estímulo-Organismo-Respuesta). Bajo este marco teórico, se comprende que el entorno físico (S) no actúa sobre el sujeto de manera directa o determinista, sino que detona procesos internos en el Organismo (O) —cognitivos y emocionales— que son los verdaderos responsables de generar una Respuesta (R) observable y una adaptación conductual al medio. Así, la conducta del usuario se revela no como un acto aleatorio, sino como la consecuencia final de un diseño sensorial específico.

ESTÍMULOS (S)

ÓRGANOS (O)

Luz

Sonido

Temperatura

Luz difusa

Sonido amplificado

Confort térmico

Aislar

Ojo

Oído

Piel

Nariz

Lengua



Diagrama SOR
Autor: Elaboración propia

2.4 Arquitectura como generadora de estímulos.

Para comprender el rol que juega el espacio construido en la experiencia humana, es necesario situar a la arquitectura dentro del proceso neurobiológico descrito anteriormente. El modelo conceptual desarrollado por la arquitecta Ana Mombiedro en su obra Neuroarquitectura: Aprendiendo a través del espacio (2022) resulta excelente para este fin, ya que sistematiza la influencia del entorno sobre el cuerpo a través de un esquema lineal de causalidad, permitiendo entender cómo la arquitectura incide directamente dentro del proceso perceptivo.

Asimismo, el análisis enfocado en la persona de Mombiedro nos permite desglosar técnicamente el fenómeno de la percepción que sucede en la mente inmediatamente después de la recepción de los estímulos. La autora describe este procesamiento interno a través de la dualidad de dos estructuras cerebrales fundamentales que operan en paralelo: el Sistema Límbico y el Neocórtex.

El Sistema Límbico, evolutivamente la estructura más antigua de las dos, se sitúa en la profundidad del centro cerebral operando como el comando de las respuestas instintivas. Su función primordial es gestionar las emociones, la memoria a largo plazo y las reacciones básicas de supervivencia de manera inconsciente y visceral. Ante un estímulo arquitectónico, este sistema no racionaliza, sino que evalúa instantáneamente el entorno bajo premisas de seguridad o atracción, activando componentes clave como la amígdala que alerta ante amenazas y el hipocampo, responsable de que una atmósfera específica evoque recuerdos potentes sin pasar por el filtro de la razón.

Por otro lado, el Neocórtex constituye la capa externa y más evolucionada que recubre el cerebro, siendo la estructura que distingue la cognición humana. A diferencia del sistema límbico, el neocórtex se encarga del procesamiento consciente y reflexivo, albergando funciones superiores como el razonamiento lógico, el lenguaje y la planificación. Frente al mismo estímulo espacial, esta estructura analiza, clasifica y emite juicios complejos sobre la estabilidad o función de los objetos, permitiendo modular los impulsos emocionales iniciales mediante el análisis crítico y la experiencia previa.

Finalmente, todo este procesamiento interno no permanece confinado en la abstracción cerebral, sino que se externaliza y se hace tangible a través de las “Reacciones Corporales”. Es en esta fase de cierre donde se comprende que la experiencia espacial no se siente únicamente “en la cabeza”, sino que resuena y se habita con la totalidad del cuerpo. Mombiedro menciona cuatro manifestaciones “Motoras”, que alteran nuestra conducta y movimiento; “Sensitivas” y “Emocionales”, que modifican nuestra fisiología y estado anímico; y “Memorísticas”. Esta última categoría es crucial, pues revela que la memoria no es solo un archivo visual, sino una facultad somática: el cuerpo es capaz de recordar a través de un aroma, una temperatura o una textura, evocando vivencias pasadas mediante la reactivación física de los sentidos. Así, la arquitectura trasciende la materia para inscribirse directamente en la memoria corporal del habitante.

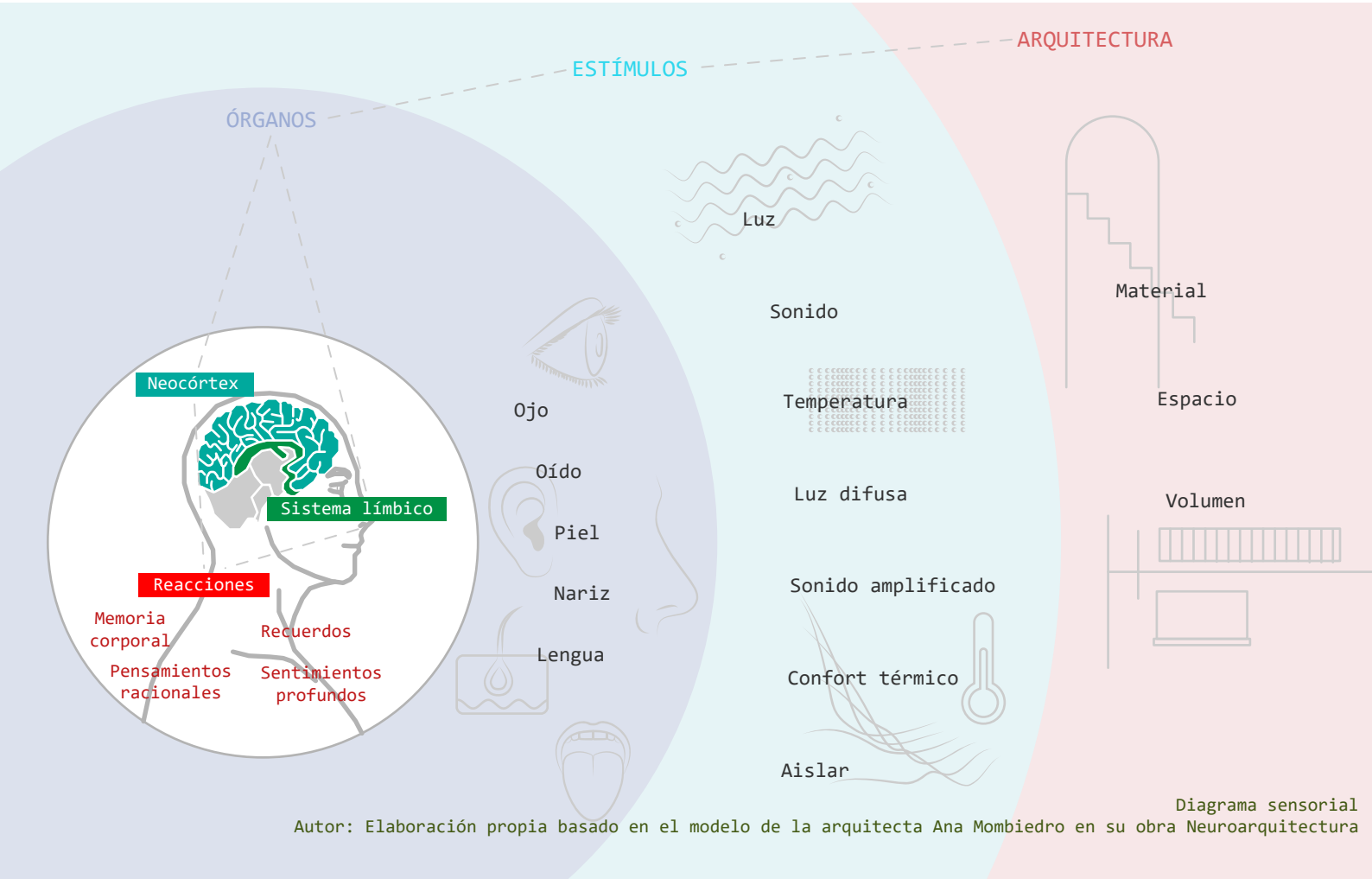


Diagrama sensorial

Autor: Elaboración propia basado en el modelo de la arquitecta Ana Mombiedro en su obra Neuroarquitectura

2.5 Arquitectura como mediadora con el entorno.

Si bien el esquema de Mombiedro sitúa a la arquitectura al inicio de la cadena, esta investigación propone añadir un paso previo indispensable: los Estímulos Naturales. Antes de cualquier intervención construida, el lugar ya posee una carga energética propia. Por ello, el análisis riguroso del contexto la iluminación, la temperatura, el viento, el sonido se vuelve fundamental para proponer una arquitectura que sea pertinente territorialmente.

Bajo esta nueva mirada, la arquitectura no genera estímulos de la nada, sino que actúa como un filtro estratégico. Su función es tomar estas fuerzas libres de la naturaleza y transformarlas en estímulos conscientes e intencionados. El proyecto opera entonces como un mecanismo de selección: decide qué deja pasar y qué detiene, utilizando operaciones específicas como resaltar un paisaje, camuflar la intervención o refugiar al cuerpo del clima, con el fin de generar una experiencia sensorial controlada y específica.

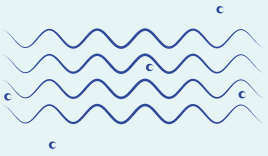
Para comprender en profundidad cómo opera esta transformación, es necesario descomponer la experiencia en sus canales fundamentales. A continuación, se analizará la naturaleza específica de la Vista, el Oído y el Tacto, examinando de qué manera cada uno es estimulado por el entorno, qué tipo de sensaciones o experiencias logran evocar en el habitante y cómo esto se ha materializado históricamente a través de referentes arquitectónicos emblemáticos.

ESTÍMULO NATURAL

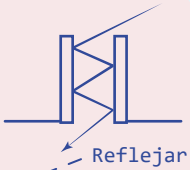
ARQUITECTURA

ESTÍMULOS PROCESADOS

ÓRGANOS



Luz



Reflejar

Luz difusa







Sonido

Direccionar

Sonido amplificado



Reacciones





Confort térmico



Aislar



Temperatura

Diagrama Sensorial
Autor: Elaboración propia

2.6 El Oído: La construcción del paisaje invisible.

El oído es el sentido de la alerta y la profundidad. A diferencia de la vista, que es direccional y selectiva, la audición es inmersiva, omnidireccional y permanente; es el canal que mantiene al cuerpo conectado con el entorno los 360 grados, incluso durante el sueño. En el medio natural, el oído es la herramienta que permite percibir la densidad del espacio y detectar presencias ocultas tras la vegetación, construyendo un mapa mental de un “paisaje invisible” que excede los límites del campo visual.

Estímulo y Fenomenología.

El estímulo primario es la onda sonora, una vibración mecánica que requiere de un medio elástico para transmitirse. La fenomenología que rige este estímulo es la Propagación y la Dispersión. En un espacio abierto, la energía sonora tiende a disiparse rápidamente a medida que se aleja de la fuente, perdiendo intensidad. La arquitectura interviene en este fenómeno físico mediante leyes geométricas y materiales: puede absorber el sonido para silenciarlo, reflejarlo para generar reverberación, o concentrarlo para evitar su pérdida.

Experiencia Sensorial Asociada.

La espacialidad del oído modula directamente la relación afectiva entre el habitante y el lugar. Cuando el diseño favorece la reverberación, se genera una atmósfera inmersiva que diluye los límites físicos, induciendo estados de contemplación pasiva y pertenencia a un todo envolvente. Por el contrario, mediante la focalización, la arquitectura tiene el poder de aislar un sonido distante para dotarlo de una presencia casi táctil, despertando un efecto llamado intimidad acustica que genera en el usuario una curiosidad activa y alerta ante lo que sucede lejos. Finalmente, en el extremo de la absorción radical cuyo referente límite es la cámara anecoica la eliminación del estímulo externo invierte la percepción hacia lo interoceptivo. Ante este silencio profundo, la sensibilidad se agudiza hasta revelar la propia vida biológica el flujo sanguíneo, la respiración, situando al sujeto en un umbral de intimidad absoluta donde se confronta la inmensidad del vacío con la certeza del propio cuerpo.

Referente Arquitectónico: Los Espejos Acústicos de Denge.

Un ejemplo histórico radical de la manipulación de este estímulo son los Espejos Acústicos de Denge (Reino Unido, 1920-1930). Estas estructuras de hormigón fueron diseñadas para responder a una necesidad puramente funcional: captar el sonido de aviones distantes antes de que fueran visibles. Su forma parabólica demuestra cómo la arquitectura puede actuar como una prótesis sensorial, utilizando la geometría para focalizar ondas dispersas en un punto específico, permitiendo al ser humano escuchar más allá de sus capacidades biológicas naturales.



Espejos Acústicos de Denge
Autor: Desconocido

2.7 La Vista: La selección y el enmarque.

La vista es el sentido de la distancia, la jerarquía y el control. A diferencia de la audición, que es envolvente e involuntaria, la visión opera como un canal direccional y selectivo: miramos hacia donde queremos prestar atención. Sin embargo, en entornos naturales densos o saturados de información, la mirada tiende a dispersarse, perdiéndose en la repetición de patrones y texturas sin lograr fijar un punto de anclaje. En este contexto, la función fenomenológica de la arquitectura no consiste necesariamente en "mostrarlo todo" (la panorámica), sino en ejercer una restricción deliberada sobre el campo visual para otorgar valor a lo observado.

Estímulo y Fenomenología.

El estímulo físico es la luz y su interacción con la materia. La fenomenología que rige este sentido es la Reflexión, que nos entrega el color y la forma, y la Profundidad, que nos permite entender la escala. La arquitectura interviene en esta física mediante la operación de Acotar el Campo Visual. Al restringir la visión periférica mediante muros, túneles o aberturas precisas, se elimina el "ruido visual" del contexto inmediato. Esta acción de ocultar para revelar transforma la naturaleza difusa en una composición intencionada, limpiando la línea de visión entre el observador y el objeto lejano.

Experiencia Sensorial Asociada.

La espacialidad de la vista se define en la tensión entre la Exploración Periférica y la Contemplación Focalizada. Mientras la apertura total (el ventanal panorámico) ofrece una lectura extensiva y horizontal del paisaje que sitúa al sujeto en la inmensidad, el acto de enmarcar genera un fenómeno de "Jerarquización Visual". Al recortar un fragmento específico de la realidad, la arquitectura altera la percepción de escala y profundidad: el objeto seleccionado ya sea un hito lejano o un detalle de la vegetación se desprende de su contexto para cobrar una importancia monumental. Esta restricción visual induce un cambio en la conducta: la mirada deja de errar distraídamente para fijarse con intensidad, transformando el paisaje salvaje en una imagen nítida y casi pictórica que invita a la detención y el análisis.

Referente Arquitectónico: Los Skyspaces de James Turrell.

Un referente ineludible en la manipulación fenomenológica de la luz es la serie Skyspaces del artista y arquitecto James Turrell (1970-presente) . En estas obras, Turrell construye cámaras con una abertura precisa en el techo que recorta el cielo. Al ocultar el horizonte y eliminar cualquier referencia de escala, el cielo deja de percibirse como una atmósfera profunda para convertirse en un plano de color casi sólido y tangible, situado justo sobre la abertura. Esta operación demuestra cómo el acto de enmarcar y aislar un estímulo visual altera radicalmente la percepción de la profundidad, trayendo lo inalcanzable al plano de la experiencia inmediata.



Skyspaces
Autor: Desconocido

2.8 El Tacto: La confirmación de la realidad y el cobijo.

El tacto es el sentido de la inmediatez, la veracidad y el contacto. A diferencia de la vista y el oído, que son sentidos distales capaces de percibir objetos lejanos, el tacto anula la distancia: para tocar, es necesario estar ahí. Es el único canal sensorial que no se localiza en un órgano específico, sino que se extiende por toda la superficie de la piel, convirtiendo al cuerpo entero en una membrana sensible. En entornos naturales extremos, el tacto trasciende la mera percepción de texturas en las manos para convertirse en una experiencia climática total, donde el cuerpo mide constantemente su relación de supervivencia con el medio.

Estímulo y Fenomenología.

El estímulo físico es dual: por un lado, la energía térmica (temperatura) y cinética (viento); por otro, la resistencia mecánica de la materia (textura, dureza). La fenomenología que rige este sentido es la Transferencia de Calor (conducción, convección, radiación) y la Fricción. En un contexto ambiental adverso, caracterizado por bajas temperaturas o fuertes corrientes de aire, el cuerpo pierde energía rápidamente. La arquitectura interviene en esta termodinámica mediante operaciones de Aislamiento y Refugio. Al interponer barreras materiales, se frena la pérdida de calor y se disipa la fuerza del viento, modificando radicalmente las condiciones de habitabilidad.

Experiencia Sensorial Asociada.

La espacialidad del tacto se define en la tensión existencial entre la Intemperie y el Cobijo. Mientras la exposición directa a los elementos sitúa al cuerpo en un estado de vulnerabilidad y alerta biológica, la arquitectura genera la experiencia de “Protección Térmica”. Al traspasar el umbral de un espacio resguardado, se produce un cambio fisiológico inmediato: la musculatura se relaja y la termorregulación se estabiliza. Esta sensación de seguridad física permite que la atención, antes ocupada en resistir el clima, se libere para la contemplación. Además, la hapticidad de los materiales la rugosidad de la madera o la frialdad de la piedra otorga al habitante una confirmación de la realidad, anclando la experiencia visual y auditiva en una certeza material tangible.

Referente Arquitectónico: Termas de Vals

El referente maestro en la manipulación de la temperatura y la textura es el edificio de las Termas de Vals (Suiza, 1996) del arquitecto Peter Zumthor. En esta obra, la arquitectura se concibe como una experiencia puramente táctil y atmosférica. Zumthor orquesta contrastes radicales: el cuerpo del bañista transita entre la piedra fría y el agua caliente, entre espacios cavernosos y húmedos y losas soleadas. La obra demuestra cómo la arquitectura, al manipular la temperatura y la materialidad, no solo construye un edificio, sino que esculpe sensaciones físicas directas en la piel del usuario, elevando el acto de tocar y sentir el clima a la categoría de arte espacial.



Termas de Vals
Autor: Desconocido

2.9 Matriz de diseño: catalogación de operaciones sensoriales.

Entendidos los tres sentidos seleccionados para enfocar esta presentación clasificaremos los conceptos mencionados para catalogar operaciones arquitectonicas para sistematizar y argumentar operaciones pertinentes al contexto propuesto. Para ello, esta investigación propone la creación de una Matriz de Diseño Sensorial, una herramienta metodológica cuyo objetivo es sistematizar la relación entre el fenómeno físico y la respuesta arquitectónica.

El propósito fundamental de esta matriz es generar un catálogo de operaciones espaciales, clasificadas según el canal perceptivo que estimulan. Siguiendo la delimitación del campo de estudio establecida anteriormente, la matriz se centra exclusivamente en los tres canales perceptivos que permiten un diálogo directo con las fuerzas del paisaje: la Visión, el Oído y el Tacto.

Esta sistematización no es arbitraria; responde a la búsqueda de una arquitectura pertinente, capaz de conectar de manera efectiva con el entorno específico de emplazamiento. Al prestar atención prioritaria a los estímulos que el paisaje ya presenta como la luz, la biofonía o el clima la matriz permite identificar qué operación arquitectónica (iluminar, amplificar, refugiar, etc.) es la más adecuada para gestionar esa energía. De esta forma, el proyecto deja de imponerse sobre el lugar y comienza a operar como un dispositivo de calibración que intensifica o atenúa las condiciones existentes para detonar una experiencia situada y consciente.

Como se observa en el esquema, la matriz organiza el proceso de diseño en una secuencia lógica que va desde la identificación del Sentido y el Estímulo Natural, pasando por la comprensión de su Fenomenología física, hasta desembocar en la Acción Arquitectónica concreta. Esta estructura garantiza que cada decisión formal o material del proyecto no sea un gesto estético aislado, sino una respuesta técnica y poética a una condición sensorial del entorno.

ESTÍMULOS PROCESADOS

ARQUITECTURA

ÓRGANOS

LUZ

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

ILUMINAR DIFUSAMENTE

ILUMINAR DIRECTAMENTE

ILUMINAR DINÁMICAMENTE

VISTA

ESPACIO

ACOTAR CAMPO VISUAL

ENMARCAR

DIRECCIONAR

AUMENTO CAMPO VISUAL

ELEVARSE

ABALCONARSE

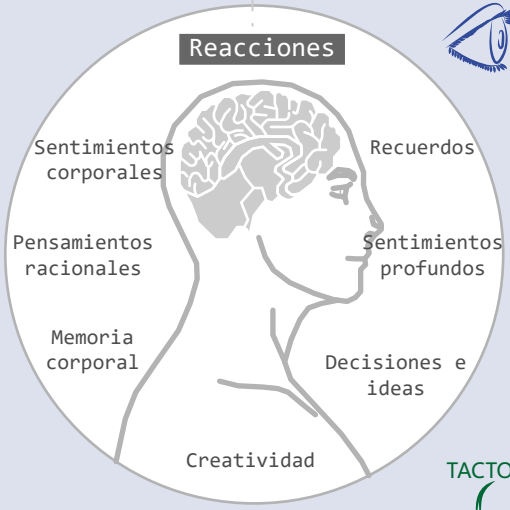
PERMEAR

COLOR

% CONTRASTE

CAMUFLAR

RESALTAR



OÍDO

SONIDO

DISIPACIÓN DEL SONIDO

AISLAR

CONTROLAR REVERBERACIÓN

PROPAGACIÓN DEL SONIDO

AUMENTAR REVERBERACIÓN

AMPLIFICAR

TACTO

CLIMA

TEMPERATURA

EXPONER AL SOL

AISLAR MATERIALMENTE

VIENTO

REFUGIAR

VENTILAR

Diagrama Sensorial
Autor: Elaboración propia

2.10 Referente Arquitectónico: Mirador Pino Huacho.

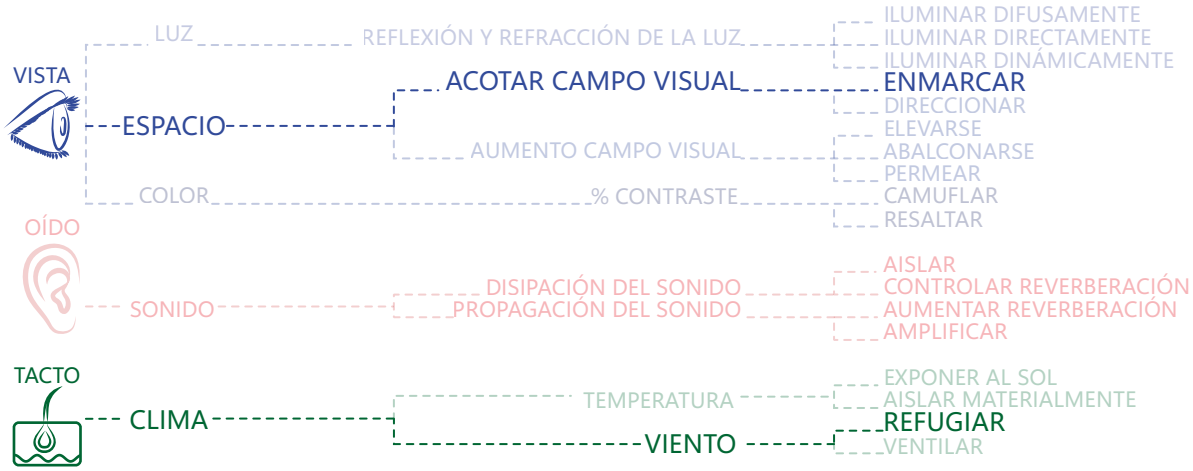
El Mirador Pino Huacho, diseñado por Grupo Talca y en especial por Rodrigo Sheward, se establece como un referente ejemplar de pertinencia territorial y diseño funcional. La obra fue concebida como una respuesta ética al entorno, construyéndose con madera recuperada de un bosque devastado y ejecutada íntegramente mediante técnicas de aserradero local. Este método no solo optimizó los recursos disponibles en el lugar, sino que mantuvo activo el oficio de la zona, demostrando que la arquitectura puede emerger directamente de las condiciones y los materiales del sitio.

Estímulo Visual y Espacial

La operación principal es Enmarcar y Acotar el Campo Visual. La estructura rectangular actúa como un lente que filtra el ruido visual periférico de la vasta panorámica. Al dirigir esta restricción hacia el volcán, el enmarque adquiere una dimensión simbólica, funcionando como un homenaje al hito geográfico y forzando la contemplación intensificada del paisaje lejano.

Estímulo Táctil y Climático

Ante la Intemperie (vientos y bajas temperaturas), la arquitectura opera la función de Refugiar. Esta mediación táctil genera un área de cobijo, protegiendo al habitante del esfuerzo de resistir el clima y permitiendo que su atención se libere para la experiencia del paisaje.





Mirador Pino Huacho
Autor: Desconocido

2.11 Referente Arquitectónico: Refugio Parque Nacional Pali-Aike.

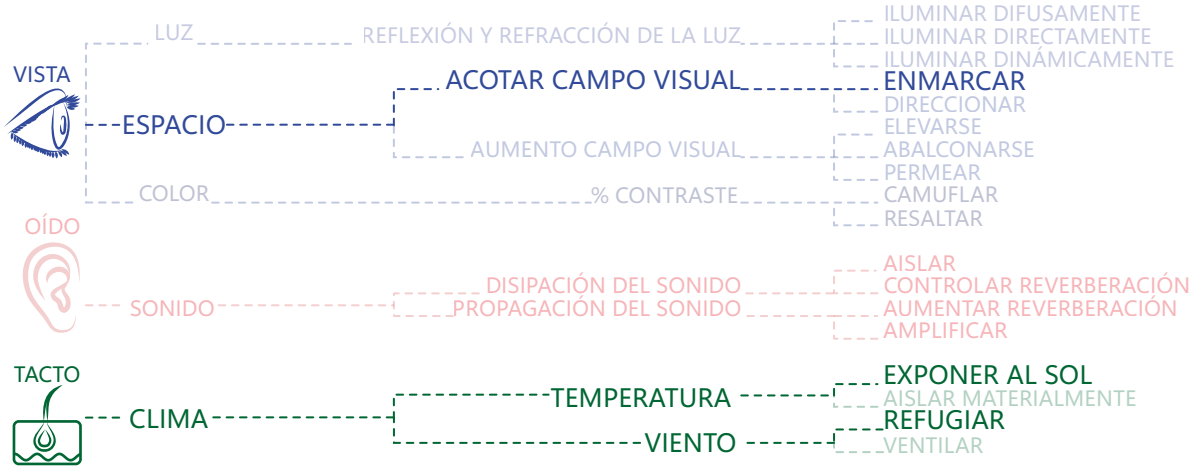
El Refugio del Parque Nacional Pali-Aike, diseñado por Verónica Arcos, se posiciona como un referente crítico en la gestión de la Intemperie en contextos extremos. La obra se concibe como una respuesta directa a las condiciones de la Patagonia (vientos de 100 km/h y bajas temperaturas), priorizando la función de cobijo mediante una materialidad que, aunque precaria, es altamente estratégica. El diseño utiliza una técnica de construcción por capas o apilamiento que, además de su función estructural, permite el secado al aire de la madera1, integrando un proceso constructivo local con la necesidad de mitigar el clima.

Estímulo Táctil y Climático

La operación principal del refugio es Refugiar y Aislar Materialmente. Ante las condiciones extremas de vientos de hasta 100 km/h y temperaturas cercanas a 0 en invierno, la arquitectura utiliza una técnica de entramado de madera apilada. Esta densidad crea una cámara de aire que disipa la fuerza del viento y estabiliza la temperatura interior, permitiendo una experiencia de seguridad térmica que libera al habitante de la obligación de resistir el clima.

Estímulo Visual y Espacial

El refugio aplica la operación de Acotar el Campo Visual y Direccionar. La estructura de celosía, compuesta por listones de madera separados, restringe la vista panorámica del vasto paisaje patagónico. Esta restricción visual elimina el ruido visual de la planicie, pero su permeabilidad permite la entrada de luz difusa, enfocando la atención hacia el acto de la contemplación y la intimidad, mientras que la propia estructura genera un juego de sombras y transparencias.





Refugio Parque Nacional Pali-Aike
Autor: Desconocido

2.12 Paisajes sonoros

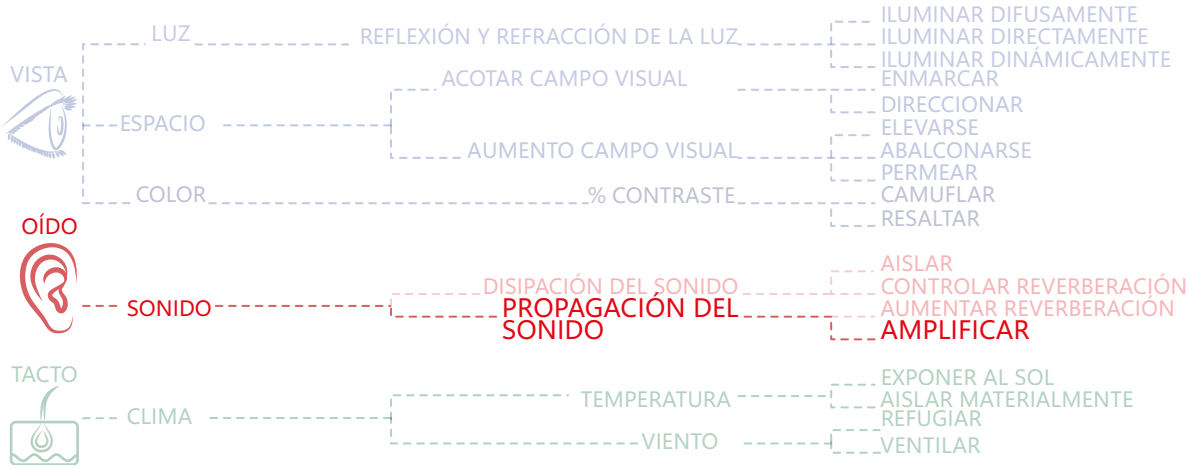
El proyecto Inmersión Sonora, desarrollado como tesis por Ian Elías Campusano Ardiles en el Lago Huillinco, es un precedente directo para la arquitectura experiencial. Su objetivo es generar una vivencia focalizada mediante una estructura habitable de madera cóncava, diseñada para traducir la complejidad acústica del entorno (sonidos biofónicos del bosque y geofónicos del agua) en una atmósfera íntima y amplificada. La obra se concibe como un dispositivo que anula la distancia entre el observador y la fuente sonora.

Estímulo Auditivo y Acústico

La operación central es Amplificar la Propagación del Sonido. La geometría cóncava de la estructura opera como un pabellón de escucha que capta las ondas sonoras del entorno (aves, agua) y las concentra en el punto de asiento del usuario. Esto crea una experiencia de proximidad auditiva, donde los sonidos sutiles y distantes del paisaje sonoro se vuelven los protagonistas de la atmósfera interior.

Estímulo Visual y Espacial

El dispositivo aplica simultáneamente la operación de Enmarcar el Campo Visual. El vano frontal restringe la visión periférica del bosque, eliminando las distracciones y obligando al habitante a fijar la mirada en la composición ordenada que ofrece la boca del dispositivo. Este enmarque intensifica la contemplación, asegurando que el cuerpo se encuentre resguardado para dedicar toda su atención al estímulo sonoro amplificado.





Paisajes sonoros
Autor: Desconocido

03

CONTEXTO

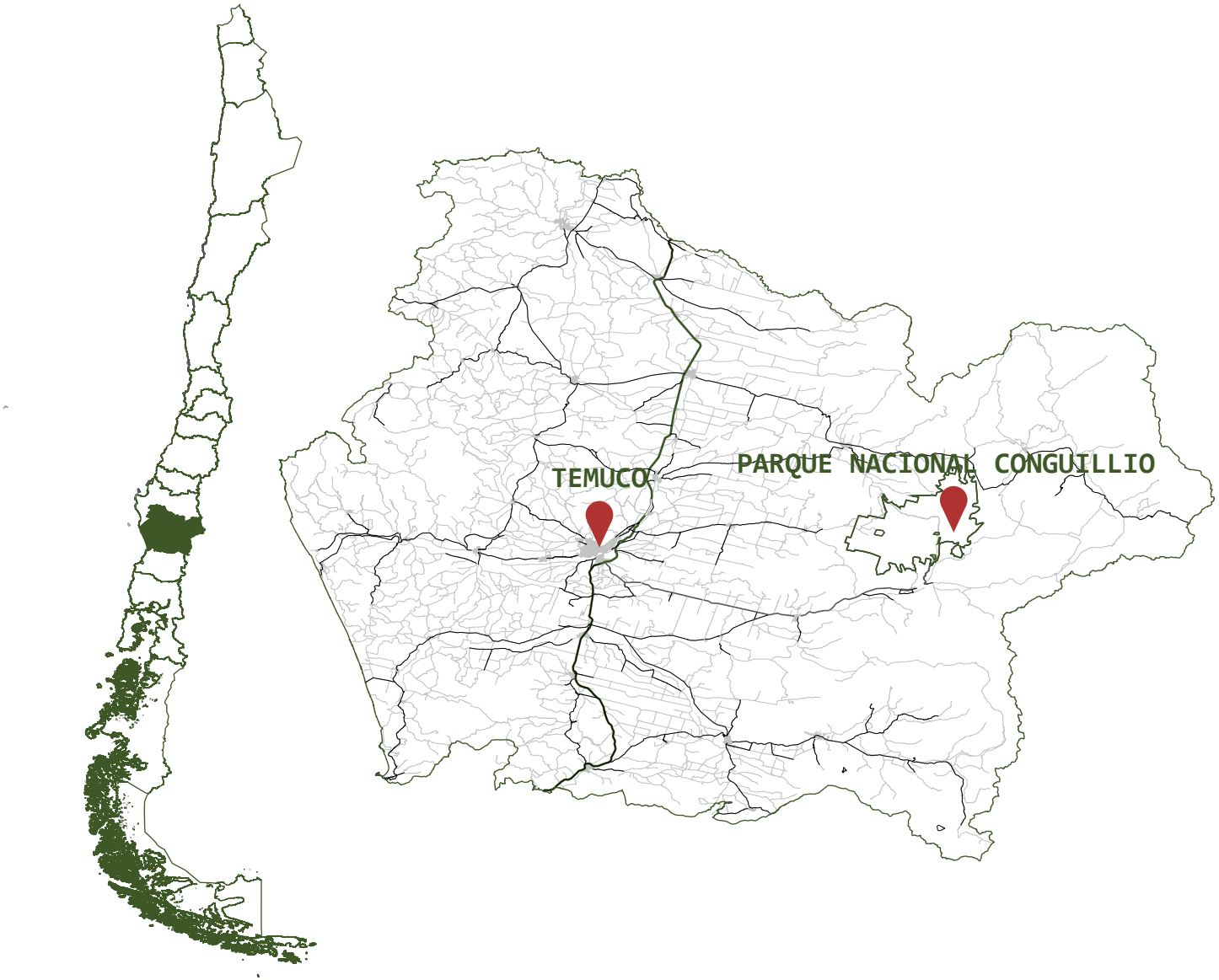
Introducción. 3.1
Ecosistema. 3.2
Clima y variables atmosféricas. 3.3
Paisaje sonoro. 3.4
Registro Activo: Caracterización del Estímulo. 3.5
Terreno y morfología. 3.6
Mapeo lugares tentativos. 3.7
Levantamiento lugar seleccionado. 3.8

3.1 Introducción.

El proyecto se ubica en la zona sur de Chile, en la Región de La Araucanía, un territorio caracterizado geomorfológicamente por la presencia activa de la cordillera de los Andes y la predominancia de bosques templados lluviosos. Específicamente, la intervención se emplaza al interior del Parque Nacional Conguillío, un área silvestre protegida que forma parte de la Reserva de la Biosfera Araucarias. Este paisaje se distingue por su alto valor ecológico y su dramatismo visual, esculpido por la actividad histórica del Volcán Llaima, cuya presencia monumental domina el horizonte y organiza la geografía del sector junto a cuerpos de agua relevantes como el Lago Conguillío y la Laguna Verde.

Dentro de esta vasta extensión, el encargo se materializa en el sector Coyamiento, un predio privado ubicado al interior de los límites del parque. La definición de este emplazamiento responde a una oportunidad fáctica: la gestión directa con el propietario del terreno, quien ha autorizado la ejecución de la obra en su propiedad. Esta condición permite que el proyecto trascienda el ejercicio académico especulativo para situarse en un escenario real, con deslindes definidos y accesibilidad garantizada para su construcción.

Sin embargo, la pertinencia del lugar supera su disponibilidad administrativa. El sitio se valida arquitectónicamente por operar como un escenario de cargas energéticas intensas, definido por el contraste radical entre la aridez de los escoriales volcánicos y la densidad del bosque nativo. Estas condiciones ambientales extremas confirman que Coyamiento ofrece el contexto ideal para una arquitectura que busca mediar la experiencia y potenciar la conexión profunda con el territorio. Por consiguiente, el análisis del contexto se enfocará en decodificar los estímulos naturales presentes en el terreno —visuales, sonoros y táctiles— y en identificar el canal perceptivo específico que los capta, estableciendo así las bases para una propuesta sensorialmente coherente.



Mapa Chile y región de la Araucania
Autor: Elaboración propia


VOLCÁN LLAIMA
TERRE
MELIPEUCO



Mapa parque nacional Conguillio
Autor: Elaboración propia



Fotografía Parque nacional Conguillio
Autor: Desconocido



3.2 Ecosistema.

El sector de intervención corresponde a un fragmento de bosque templado lluvioso de estructura densa y continua. Este ecosistema se desarrolla sobre una ladera de pendiente pronunciada, lo que condiciona la disposición escalonada de la vegetación y la percepción vertical del espacio. Si bien el sitio se encuentra geográficamente dominado por el Volcán Llaima, esta presencia monumental no se muestra directamente a nivel de suelo; la espesura de la vegetación y la inclinación del terreno actúan como un velo que oculta el hito, volcando la atención hacia la atmósfera confinada del interior. Esta configuración física despliega los primeros estímulos visuales determinantes del lugar: una luz difusa constantemente filtrada por el dosel, una saturación de texturas en la corteza de los fustes y un horizonte visual cerrado. Así, el bosque no funciona como un fondo neutro, sino como una masa biológica activa que cumple una doble función: opera como soporte físico de estos estímulos visuales y como fuente acústica al albergar la fauna residente.

Estímulo Natural

El bosque de Coyamiento impone una condición visual de ocultamiento y filtrado. La densidad de fustes y el dosel cerrado de Coihues y Lleuques fragmentan la luz y bloquean la panorámica horizontal, ocultando la presencia monumental del Volcán Llaima tras un velo vegetal. Este entorno satura la mirada con texturas próximas y sombras, anulando la profundidad de campo y volcando la atención hacia la atmósfera confinada del interior.

CIPRÉS ANDINO



COIGÜE



LLEQUE



RAYADITO



CHUCAO



CARPINTERO NEGRO



JABALÍ



PUMA



ZORRO



Fotografías de animales del parque
Autor: Desconocido

3.3 Clima y variables atmosféricas.

Persistencia y Geofonía.

La distribución mensual de velocidades revela que el viento no es un evento esporádico, sino una constante cronológica. Con una presencia sostenida de flujos entre 10 y 30 km/h durante todo el ciclo anual, el aire en movimiento actúa como un agente de erosión térmica continua sobre el cuerpo. Esta persistencia es la responsable directa de la geofonía basal (el ruido blanco del follaje) que satura el ambiente, estableciendo el umbral de ruido de fondo que compite con la biofonía.

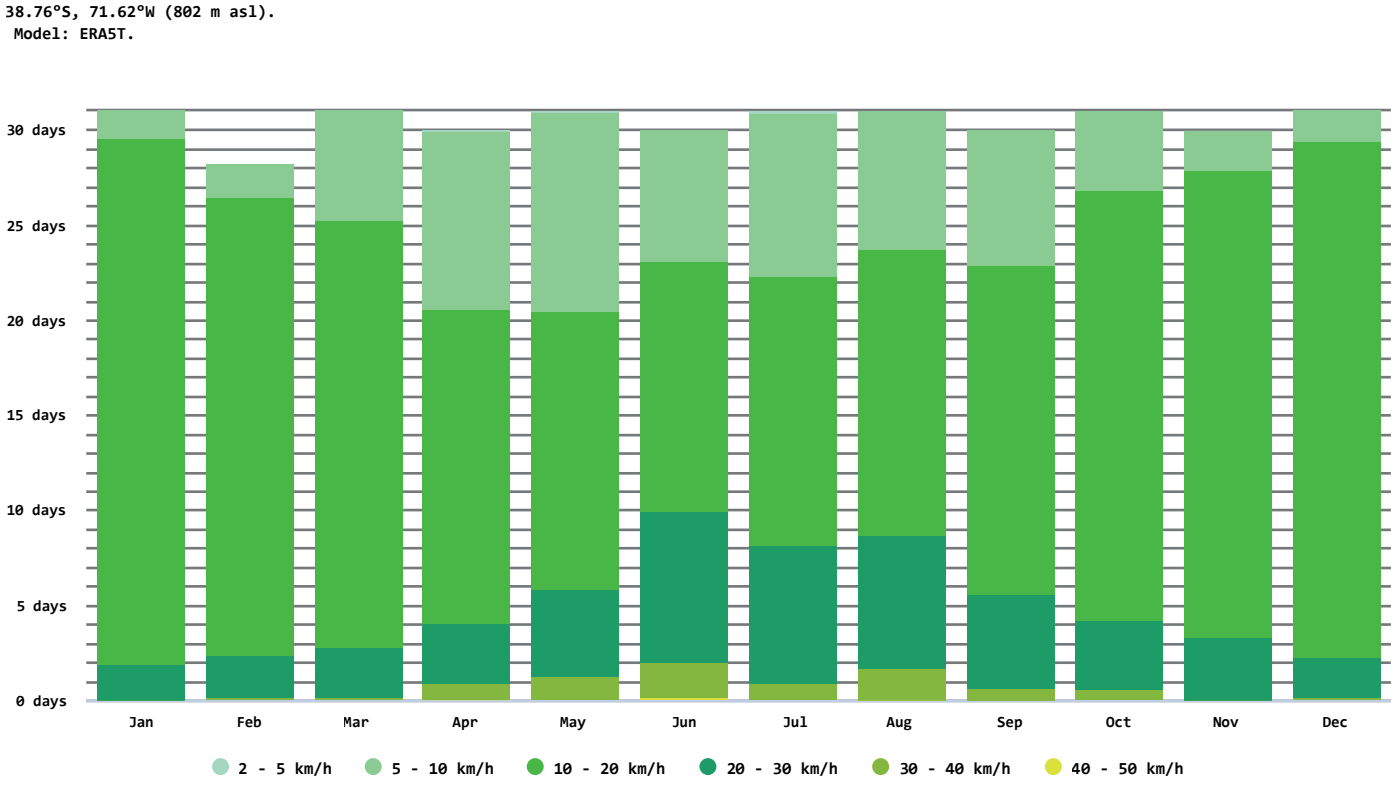
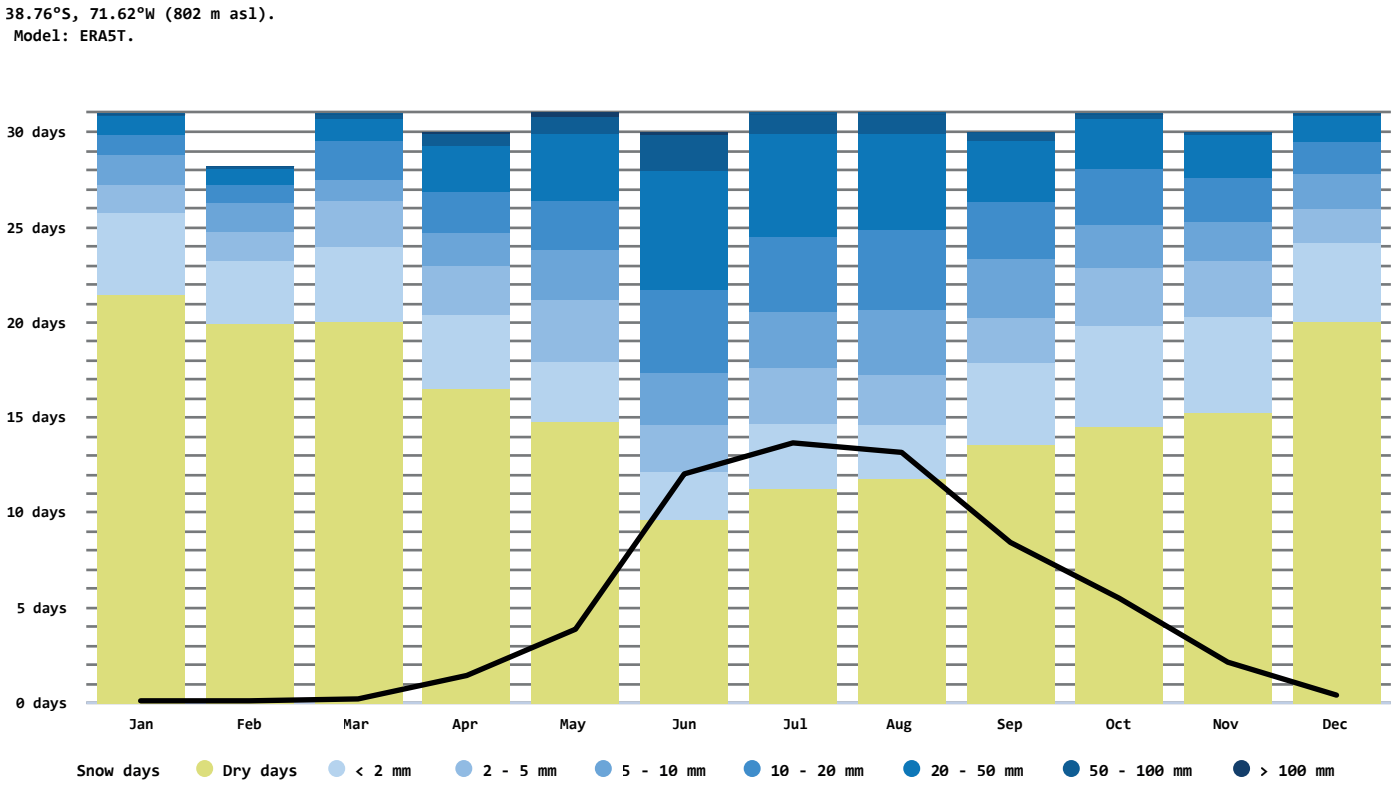


Diagrama velocidad del viento
Autor: MeteoBlue

Estacionalidad Hídrica.

El régimen pluviométrico presenta un contraste radical. El invierno concentra las precipitaciones y la nieve, transformando el estado físico del suelo y dificultando su accesibilidad. En oposición, el verano se define por una marcada sequía y alta radiación. Esta oscilación extrema somete al territorio a un ciclo binario de saturación nival y aridez, definiendo dos escenarios de habitabilidad opuestos durante el año.

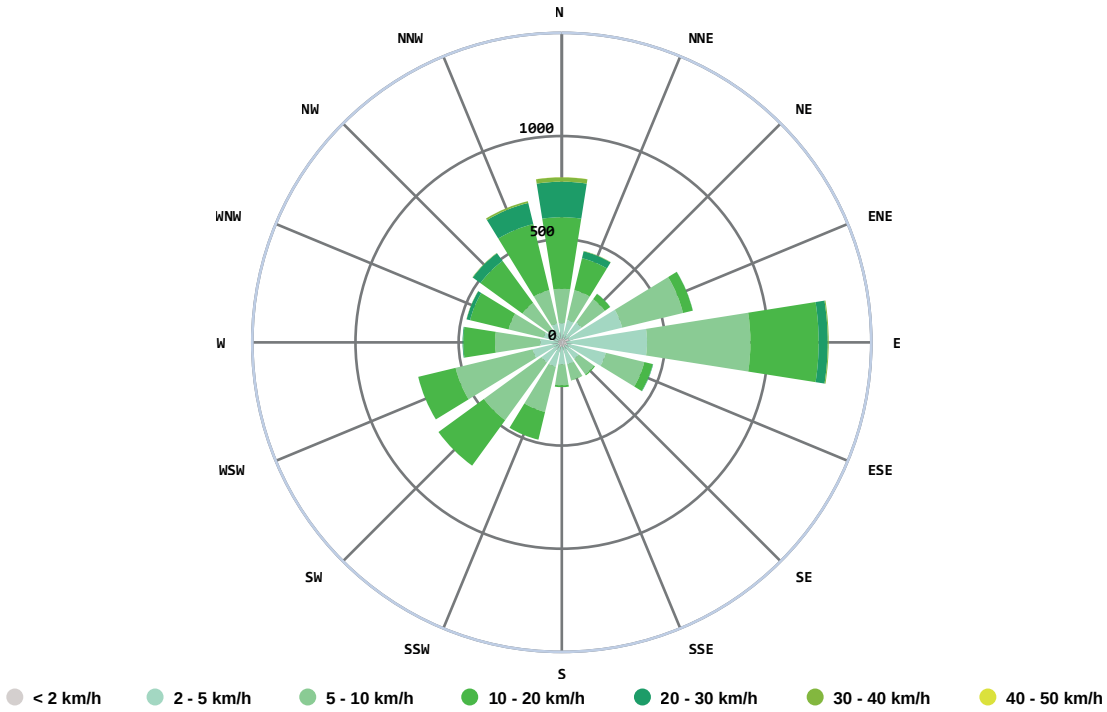


Régimen pluviométrico
Autor: MeteoBlue

Análisis Eólico.

La rosa de los vientos revela una predominancia vectorial de corrientes provenientes del cuadrante Oeste y Noroeste (WNW). Esta inercia constante actúa como un factor de enfriamiento por convección en el sitio. Si bien la densidad arbórea del bosque contribuye a disipar las ráfagas mayores a 40 km/h, la persistencia del flujo de aire se mantiene como una condición física determinante que altera la sensación térmica y genera un movimiento continuo en el estrato superior del follaje.

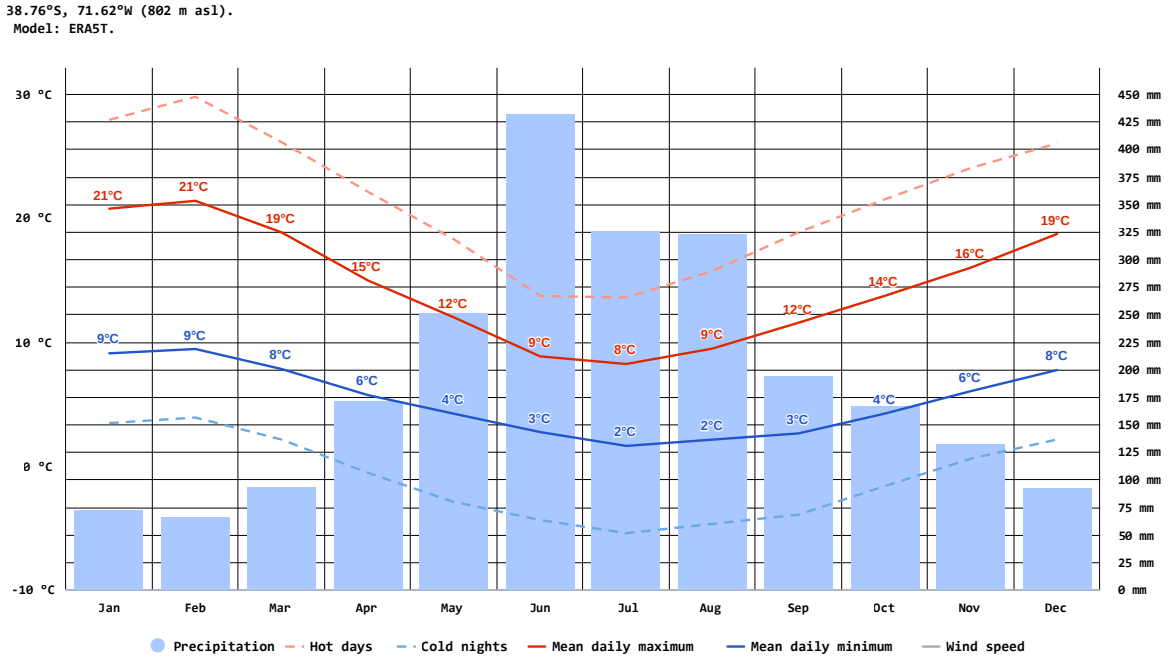
38.76°S, 71.62°W (802 m asl).
Model: ERA5T.



Rosa de los viento
Autor: MeteoBlue

Estacionalidad Hídrica.

El gráfico revela un régimen pluviométrico altamente contrastante, dividiendo el año en dos fases opuestas. Durante los meses invernales (junio a agosto), se concentran los eventos de mayor intensidad (barras azul oscuro >100 mm, coincidiendo con el aumento de días de nieve, lo que transforma temporalmente la superficie del suelo. En contraposición, el periodo estival (diciembre a febrero) está dominado por días secos (barras amarillas), marcando una transición radical desde la saturación hídrica hacia la aridez estacional.



Estímulo Natural

El clima de Coyamiento impone una condición táctil de fricción y pérdida calórica. El ambiente no es neutro al contacto; la baja temperatura y la humedad constante operan como fuerzas que extraen energía del cuerpo, mientras que el viento ejerce una presión física directa sobre la piel. Esta hostilidad atmosférica transforma la permanencia en el lugar en un acto de resistencia física, donde el sentido del tacto se mantiene en alerta continua ante la intemperie.

Régimen pluviométrico
Autor: MeteoBlue

3.4 Paisaje sonoro.

El ambiente acústico de Coyamiento se define como un paisaje sonoro activo, concepto acuñado por R. Murray Schafer. Se caracteriza basalmente por una capa de geofonía densa y envolvente. La fricción constante del viento contra la masa arbórea genera un "ruido blanco" permanente que satura el espectro auditivo, actuando como un telón de fondo grave y continuo. A pesar de esta condición, la claridad y distinción de sus señales biológicas le otorgan la potencialidad de un paisaje Hi-Fi (High Fidelity), donde los estímulos específicos no se pierden por completo en la saturación, sino que conservan una nitidez latente.

Sin embargo, esta linealidad es interrumpida por la belleza de la biofonía. Estando en el sitio, fue posible avistar la presencia de las aves y escucharlas producir esta señal vital que, sobre el rumor constante del viento, emerge protagonizada por la presencia inquieta del Rayadito (Aphrastura spinicauda) en las alturas y el canto resonante del Chucao (Scelorchilus rubecula) en el sotobosque. Estas melodías no solo rompen la monotonía del fondo, sino que dotan al paisaje de una cualidad vital. Es en esta riqueza sonora donde reside la verdadera oportunidad de conectar con el territorio: si la vista se detiene en la superficie del bosque, el oído nos permite entrar en contacto con la vida que lo habita. Por tanto, el proyecto pondrá su atención principal en este estímulo, buscando sintonizar con el canto de las aves como el canal privilegiado de experiencia.

No obstante, para validar técnicamente esta oportunidad y dimensionar la potencia real del estímulo frente al ruido de fondo, es necesario trascender la escucha pasiva desde el suelo. Por consiguiente, se procedió a realizar una toma de muestras sonoras focalizada, registrando la actividad biofónica directamente en los estratos superiores del bosque para cuantificar su intensidad y frecuencia.



Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia



Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia



Imagen del sector de coyamiento
Auton: elaboración propia

3.5 Registro Activo: Caracterización del Estímulo.

Para validar la potencia de la biofonía frente al ruido del viento, se implementó un experimento de campo diseñado para intensificar la actividad biológica en un punto controlado. Dado que el Rayadito (Aphrastura spinicauda) habita los estratos medios y altos, se fabricó e instaló una repisa de madera nativa con cebo (agua e insectos), fijándola mediante un sistema de anclaje temporal a 12 metros de altura sobre un ejemplar de Lleuque (Prumnopitys andina).

El objetivo de esta maniobra no fue medir en altura, sino atraer la fuente emisora a una posición vertical específica para registrar su impacto desde el nivel del suelo, simulando la posición del futuro observador.





Fotografías del sector de Coyamiento
Autor: Elaboración propia

3.6 Análisis Comparativo de Datos

Tras la instalación del dispositivo, el cambio en la actividad del bosque fue inmediato y notable, no solo en términos auditivos, sino también visuales, con la llegada de rayaditos para alimentarse. Este aumento en la presencia biológica se tradujo en un incremento del volumen sonoro. Las mediciones realizadas in situ permitieron comparar dos estados del paisaje: la geofonía basal, registrada antes de la intervención, marcó una presión constante de 47.4 dB generada por el viento en el follaje; mientras que la biofonía inducida, registrada tras la llegada de las aves, elevó el nivel a 50.4 dB.

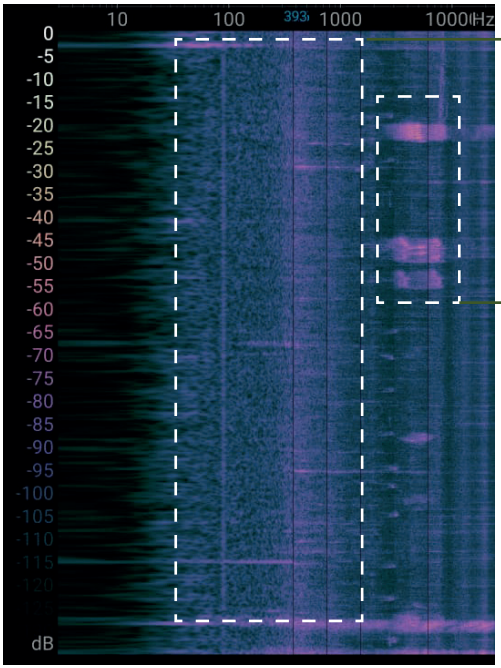
Esta diferencia de 3 dB representa un aumento perceptible en la intensidad de la señal. Más determinante aún es la lectura del espectrograma: mientras el viento ocupa las frecuencias bajas y continuas, el canto del ave se manifiesta en frecuencias altas y nítidas que logran traspasar la densidad del follaje hasta el suelo. Esta evidencia confirma que, al concentrar la actividad biológica, la señal posee la capacidad física de sobresalir ante el ruido ambiente, validando la estrategia de diseñar un dispositivo enfocado en capturar esta frecuencia específica.

47.4 Db
Geofónico



50.4 Db
Biofónico





Fotografías y espectrograma
Autor: Elaboración propia

3.6 Terreno y morfología.

El terreno se presenta como un fragmento de ladera sin delimitaciones materiales evidentes; al tratarse de un predio inserto en un área natural aislada, carece de cercos o cierres perimetrales que definan su geometría a simple vista. Esta condición, sumada a la densidad del bosque y la pendiente pronunciada, exigió una metodología de análisis mixta para reconocer los límites y las oportunidades de emplazamiento.

El proceso inició con la modelación tridimensional del plano topográfico existente, construyendo una base digital para comprender la altimetría general. Posteriormente, se realizó una contrastación in situ para localizar las estacas físicas que demarcan los deslindes legales del predio. Esta medición en terreno permitió calibrar el modelo digital con la realidad física, verificando las distancias y ajustando la malla topográfica a las irregularidades del suelo.



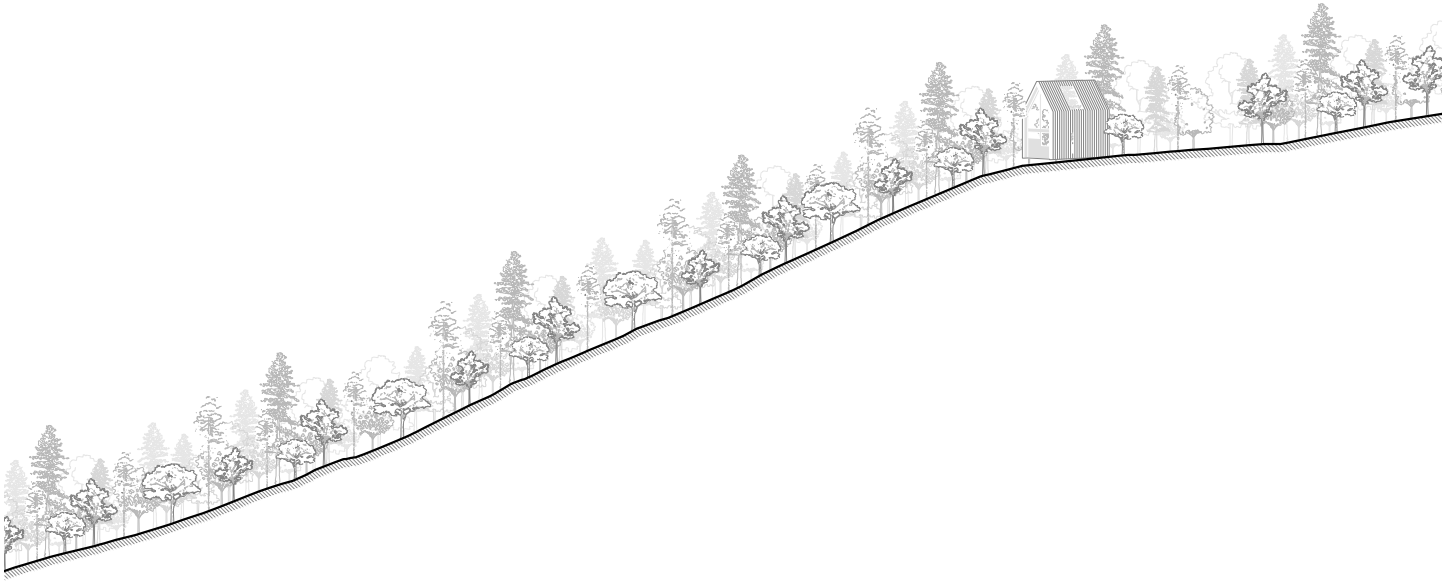
Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia

Planta terreno.



Planta Terreno
Autor: Elaboración propia

Corte terreno.

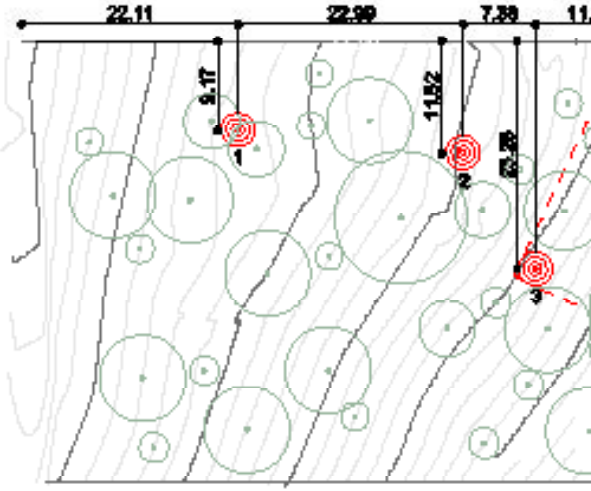


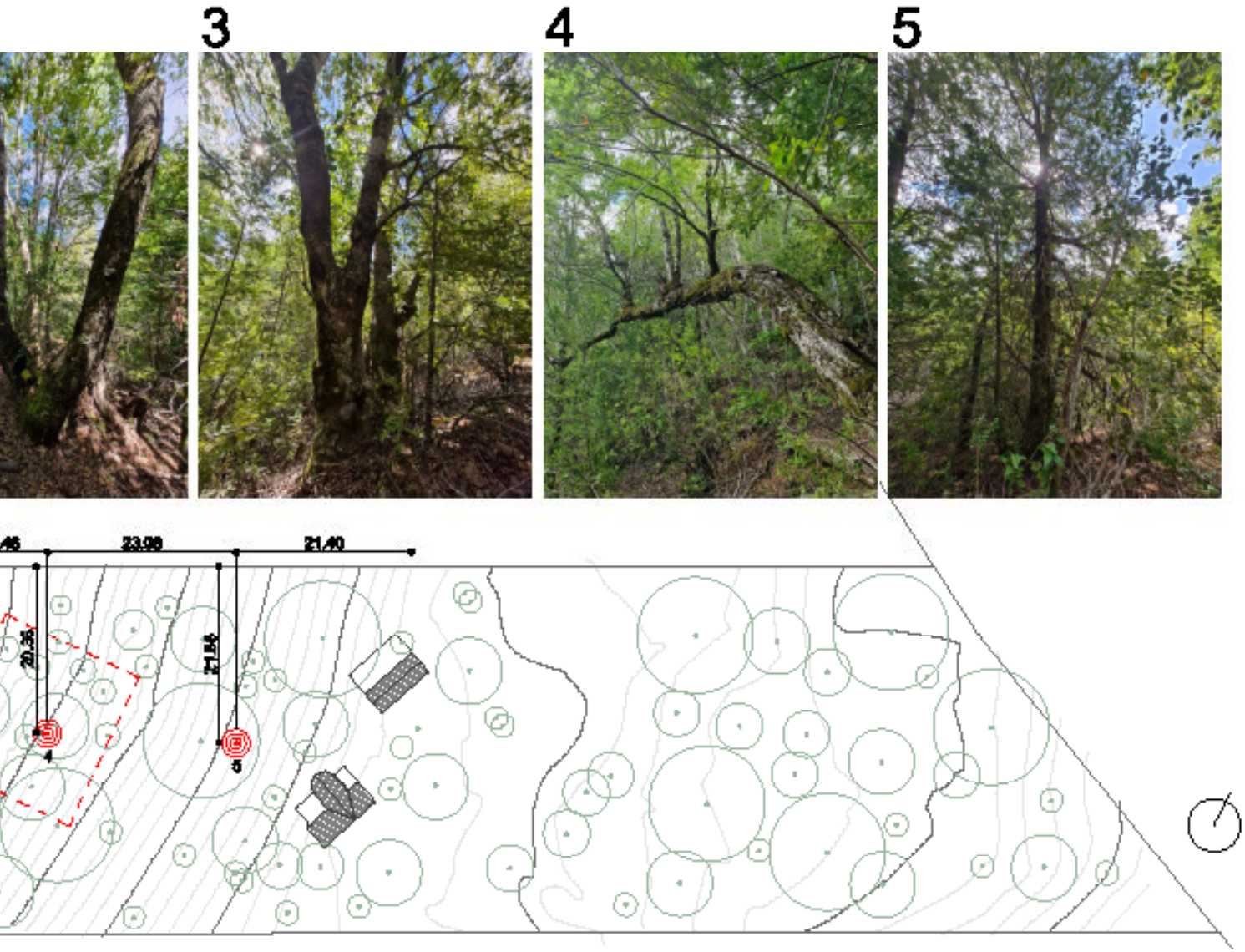
Corte Terreno
Autor: Elaboración propia

3.7 Mapeo lugares tentativos.

Sobre la base topográfica calibrada, se procedió a realizar un mapeo de ocupación no lineal. Este análisis, a diferencia de una medición tradicional en planta, consideró la distancia real sobre la pendiente del terreno para identificar los intersticios y mesetas naturales dentro de la densa trama boscosa. El estudio morfológico reveló que, si bien la inclinación y la espesura vegetal dificultan la accesibilidad, existen espacios específicos con la aptitud geométrica necesaria para acoger la intervención sin requerir movimientos de tierra masivos, confirmando la viabilidad técnica del proyecto en un entorno de alta complejidad. A partir de este análisis, se mapearon cinco de estas mesetas, incorporando un criterio biológico clave: se priorizó la ubicación de un Coihue viejo dentro de cada lugar, considerándolo un posible foco de atención para la avifauna. La ubicación de cada uno de estos lugares tentativos, mapeados por su distancia a lo largo del deslinde, se detalla en el plano siguiente.







Mapeo ubicaciones terreno
Autor: Elaboración propia



Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia

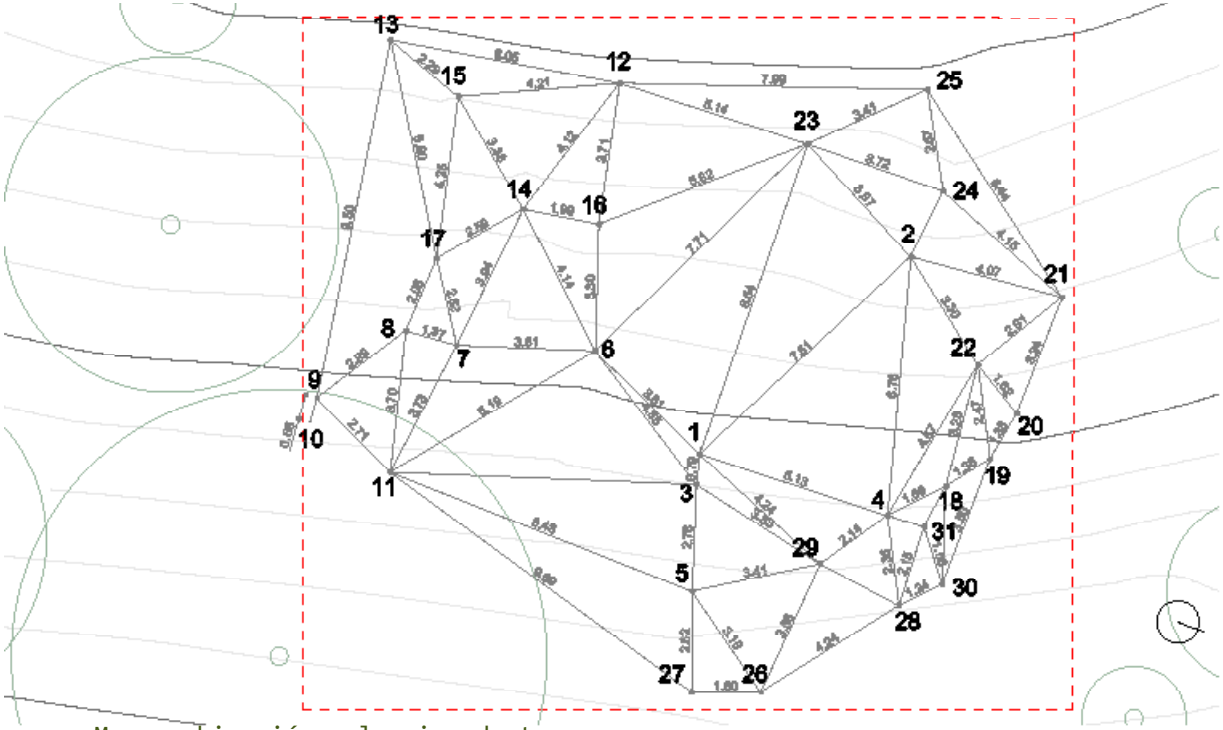


Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia

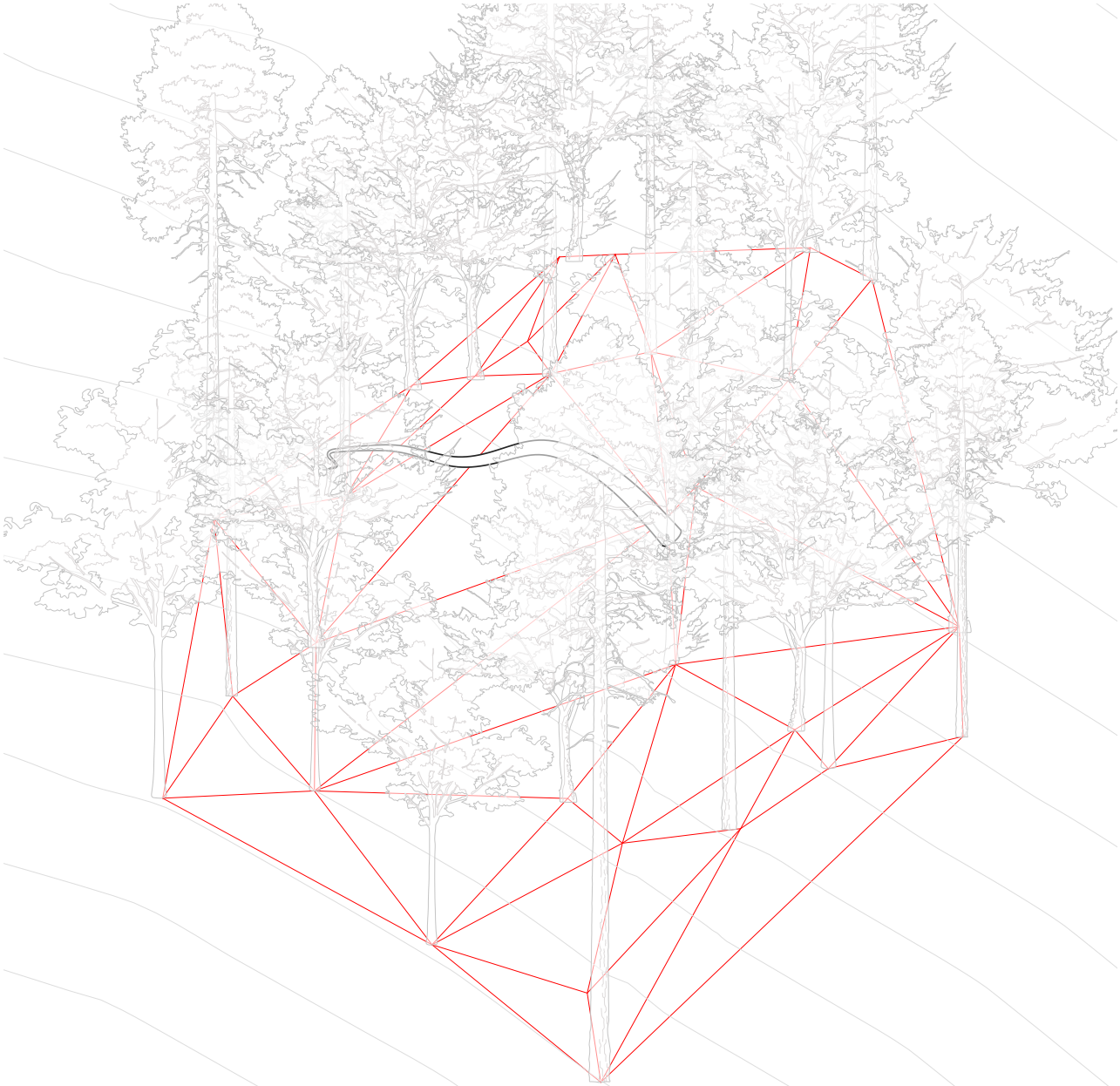
3.8 Levantamiento lugar seleccionado.

Para definir con exactitud el punto de inserción del proyecto, el estudio descendió a una escala de detalle, delimitando un cuadrante operativo de 20 X 20 metros dentro de la zona previamente identificada. Dada la distribución aleatoria del bosque nativo, donde no existen ejes ortogonales de referencia, el levantamiento de los estratos arbóreos se realizó mediante el método de triangulación. Se midieron las distancias relativas entre los fustes considerando la variable de la pendiente, lo que permitió registrar la posición tridimensional exacta de cada árbol en el espacio.

Esta data métrica fue el insumo principal para generar un levantamiento digital fidedigno. Cada especie fue dibujada y modelada individualmente respetando sus dimensiones y morfologías reales, para luego ser ubicada en el entorno virtual según la red de triangulación. El resultado es una reconstrucción precisa del ecosistema físico, una herramienta que permite proyectar la arquitectura no sobre un plano vacío, sino en estricta relación con los sólidos y vacíos del bosque existente.



Mapeo ubicación seleccionada terreno
Autor: Elaboración propia



Mapeo ubicación seleccionada terreno
Autor: Elaboración propia



Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia



Imagen del sector de coyamiento
Autor: elaboración propia

04

PROCESO DE DISEÑO

La arquitectura como dispositivo de captura. 4.1
Metodología de Diseño. 4.2
Entender el sonido y la reflexión. 4.3
La Vectorización del Sonido y las Leyes de la Reflexión. 4.4
Inicio exploración superficies cóncavas. 4.5
Levantamiento Tridimensional de Contexto para simulación. 4.6
Metodología de Simulación, Optimización Evolutiva. 4.7
Ajuste Geométrico evolución de superficie. 4.8
Análisis de la Curvatura. 4.9
Validación Acústica. 4.10
Iteraciones Constructivas. 4.11

4.1 La arquitectura como dispositivo de captura.

El objetivo central de la intervención es materializar una experiencia de conexión con el territorio basada en la biofonía latente del bosque. Para ello, el proyecto se fundamenta en la utilización de un método físico real y comprobable: la aplicación de una geometría cóncava para concentrar ondas acústicas . Este mecanismo es concebido como un instrumento pasivo de escucha que busca amplificar un estímulo natural. La onda mecánica del sonido para llevar la actividad del dosel al nivel del usuario. La propuesta se convierte así en un dispositivo de alta precisión, cuya morfología se define exclusivamente por su eficiencia en la reflexión acústica, estableciendo el diseño como la causa primera de una experiencia sensorial de conexión profunda con el entorno.

4.2 Metodología de Diseño.

1.- Entender el sonido y la reflexión.

3.- Herramienta digital para diseñar curvatura de superficie.

4.- Sistema constructivo.

4.3 Entender el sonido y la reflexión.

El sonido es en su esencia más pura movimiento y vibración. No se trata de un objeto flotante ni de un elemento abstracto, sino de energía mecánica en tránsito que se origina cuando un cuerpo físico como las cuerdas vocales de un ave o la membrana de un altavoz, vibra e impulsa el aire que lo rodea. Este impulso genera un efecto dominó invisible en el espacio arquitectónico: las moléculas de aire no viajan desde el origen hasta nuestros oídos, sino que se empujan unas a otras, creando zonas donde el aire se comprime y se aprieta, seguidas de zonas donde se descomprime y se expande. Esta alternancia de presiones viaja por el espacio en forma de ondas sonoras que se propagan de manera esférica, expandiéndose tridimensionalmente en todas las direcciones a la vez, lo que significa que el sonido necesita obligatoriamente de la materia y de la atmósfera para existir.

Al poseer esta realidad profundamente física, el sonido es indisociable del entorno material. Independientemente de su forma, cualquier cuerpo u obstáculo que se interponga en la trayectoria de una onda sonora altera drásticamente su comportamiento a través de tres fenómenos simultáneos: la absorción, la transmisión y la reflexión. Cuando el frente de onda golpea la materia, una parte de su energía es retenida por los poros del material y se transforma en calor físico; otra fracción logra atravesar la masa del cuerpo y continuar su viaje hacia el exterior; mientras que el porcentaje restante rebota con fuerza, regresando al espacio de origen.

Dentro de estas interacciones espaciales, la geometría de los planos se convierte en la herramienta arquitectónica definitiva para gobernar ese remanente de energía reflejada. Mientras que las paredes planas dispersan el sonido en direcciones opuestas y las superficies convexas lo separan rompiendo el frente de onda, el comportamiento de la energía cambia radicalmente al enfrentarse a la concavidad. Las superficies de curvatura cóncava actúan como verdaderos lentes acústicos; geometrías receptoras que, en lugar de dispersar los vectores de sonido que viajan por el aire, los contienen y los obligan a converger hacia un interior común, transformando el comportamiento expansivo de la onda en una concentración gradual de la energía sonora.

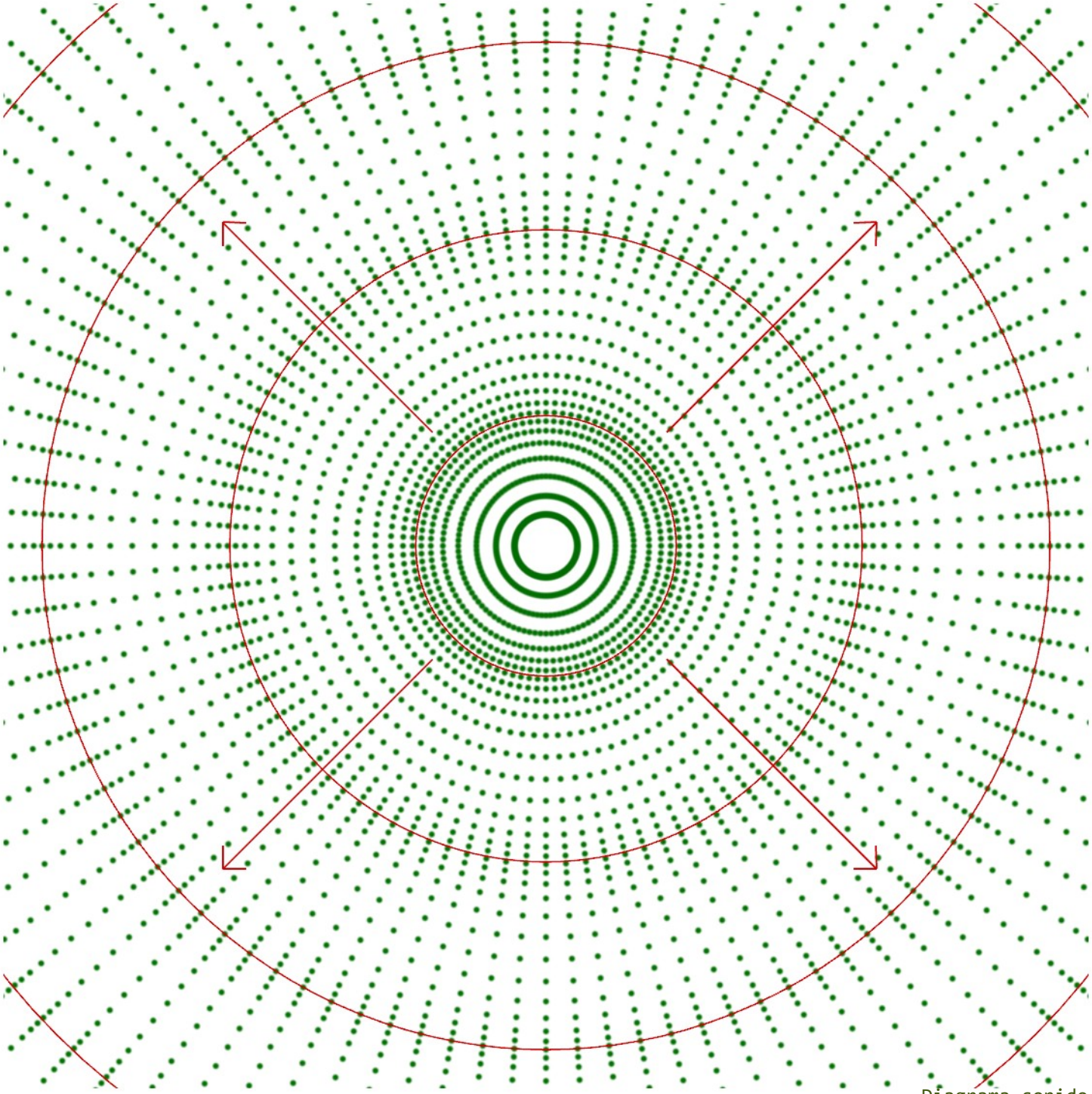


Diagrama sonido
Autor: Elaboración propia

4.4 La Vectorización del Sonido y las Leyes de la Reflexión.

Para poder operar e intervenir el comportamiento del sonido desde el diseño arquitectónico, es necesario traducir una fuerza invisible y ondulatoria en magnitudes geométricas medibles. En esta investigación, el frente de onda esférico y expansivo se representará a través de vectores de sonido (lineas rectas). Esta abstracción vectorial simplifica la complejidad tridimensional de la onda, asumiendo que la energía viaja en línea recta perpendicular al frente de propagación, lo que nos permite trazar e identificar con absoluta precisión la trayectoria física de cada porción de energía sonora en el espacio. Cuando estos vectores intersectan una superficie sólida, su comportamiento pasa a regirse de forma estricta por las leyes de la reflexión acústica especular.

Este fenómeno de rebote se fundamenta en un principio físico donde el rayo incidente el vector que viaja desde la fuente emisora— choca contra el plano material en un punto específico. En ese punto exacto de impacto, se traza una línea imaginaria perpendicular a la superficie denominada la normal. La interacción física dicta que el ángulo de incidencia (el espacio comprendido entre el rayo entrante y la normal) será matemáticamente idéntico al ángulo de reflexión (el espacio entre la normal y el rayo que rebota). De este modo, el rayo reflejado sale despedido en una dirección completamente predecible pero opuesta, lo que demuestra que cualquier alteración en la inclinación o curvatura del plano receptor modificará de inmediato la trayectoria del vector saliente.

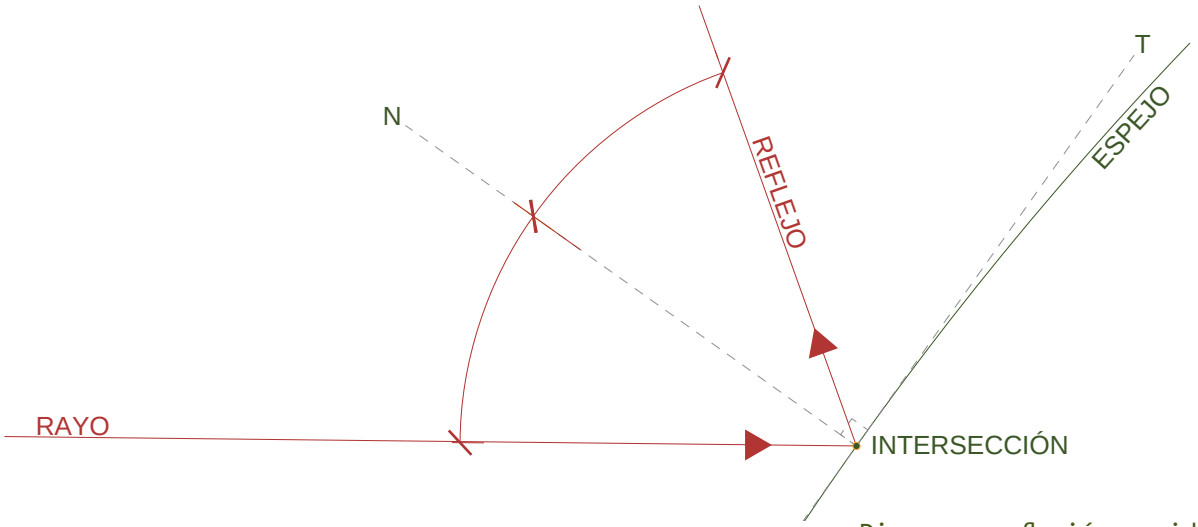


Diagrama reflexión sonido
Autor: Elaboración propia

4.5 Inicio exploración superficies cóncavas.

Para aproximarse a la comprensión de este fenómeno sobre geometrías complejas, la presente investigación adopta una metodología basada en la simulación computacional y el diseño generativo. La exploración destinada a encontrar la geometría óptima de captura y convergencia se conducirá a través de un algoritmo paramétrico desarrollado en la plataforma Grasshopper, diseñado originalmente en su totalidad por el arquitecto y académico de la Universidad Técnica Federico Santa María, David Urtuvia. Para el desarrollo de esta memoria, se tomo dicho sistema y se adapto de forma específica a los requerimientos espaciales de nuestro proyecto, pero manteniendo la autoría intelectual del código base de Urtuvia. Este motor computacional no solo modela el comportamiento del sonido mediante el disparo y rebote de haces vectoriales en un espacio tridimensional real para visualizar la dirección de la energía, sino que tambien integra un método de optimización heurística. El algoritmo utiliza Galapagos, una herramienta de computación evolutiva (algoritmos genéticos) que somete a la superficie a un proceso de mutación y selección artificial. De este modo, el sistema computacional modifica iterativamente las variables de la forma hasta hacer evolucionar la superficie, logrando direccionar los vectores de sonido con absoluta precisión hacia un área o volumen específico previamente modelado en el software, estableciendo así el soporte metodológico y predictivo del proyecto.

4.6 Levantamiento Tridimensional de Contexto para simulación.

El primer paso para empezar a diseñar consiste en modelar en 3D el lugar exacto que elegimos en el terreno. Este sitio tiene dos características muy marcadas: el suelo presenta una gran pendiente inclinada y cuenta con muchísima vegetación. Entre todos los árboles, en la visita a terreno detectamos uno en específico que es clave, porque es el que congrega a la mayor cantidad de pajaritos de la zona. Lo que hicimos fue modelar en 3D este terreno con su inclinación y el árbol real con sus dimensiones exactas, lo que nos permite saber con precisión a qué distancia y a qué altura está la copa del árbol respecto al suelo, ya que de esos datos depende la forma que va a tener nuestro proyecto.

Al modelar este entorno, logramos ubicar en el espacio los tres elementos clave que le dan sentido a todo el sistema acústico:

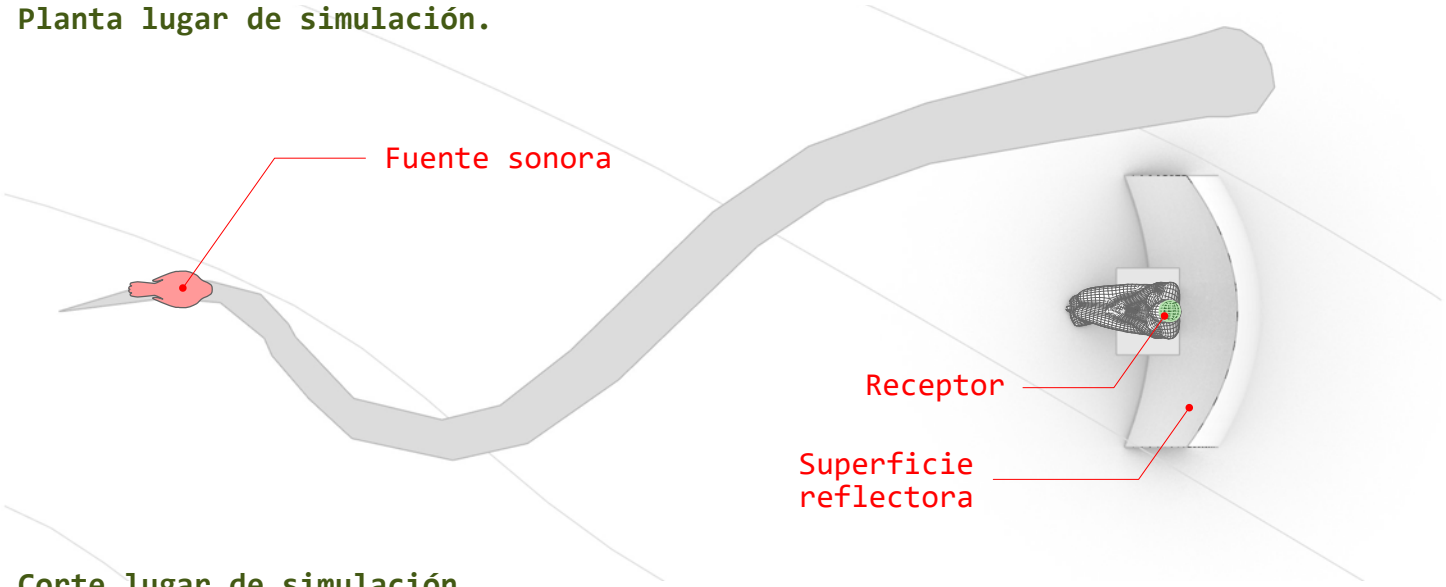
-El Foco (De dónde nace el sonido): Está arriba, en la copa del árbol. Es el punto de origen desde donde los pajaritos cantan y desde donde el sonido se escapa en forma de esferas invisibles en todas las direcciones.

-La Zona de Llegada (El Receptor): Es el punto exacto donde va a estar la oreja de la persona sentada en el escuchatorio. Aquí es donde queremos que el sonido concentrado golpee al final.

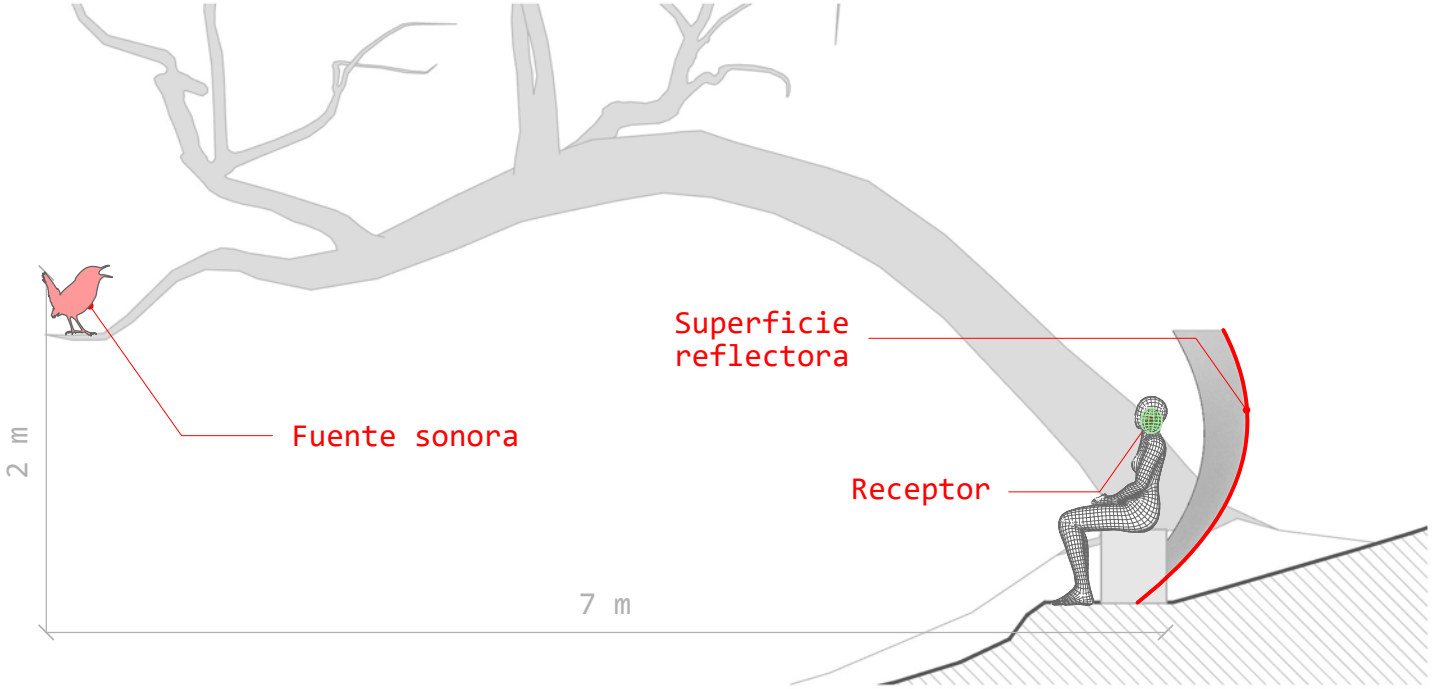
-La Superficie de Intervención (La forma que diseña el arquitecto): Es el plano o la pantalla intermedia que vamos a diseñar para que ataje los cantos de los pájaros en el aire y los rebote hacia la persona.

Gracias a este modelado en 3D, dejamos fijos en el espacio el punto donde cantan los pájaros (el árbol) y el punto donde se sienta la persona (el escuchatorio). Con esos dos lugares ya definidos, la exploración geométrica comienza con una superficie cóncava inicial cuya profundidad y curvatura se proponen de manera intuitiva, a grandes rasgos. Sin embargo, sus dimensiones generales sí están calculadas: posee una altura de 1,7 metros por un ancho de 1,7 metros. El objetivo de definir este tamaño es generar un área de captación de entre 3 y 3,5 metros cuadrados, una superficie que se estima suficiente para interceptar una cantidad de ondas sonoras que produzca un efecto acústico notable e identificable en el oído, pero manteniendo una escala acotada para que el objeto no se transforme en una intervención gigantesca o desproporcionada dentro del paisaje.

Planta lugar de simulación.



Corte lugar de simulación.



Cortes y planta
Autor: Elaboración propia

4.7 Metodología de Simulación, Optimización Evolutiva.

Para evaluar y refinar la superficie de intervención, en la práctica y para asegurar un rigor acústico real en el software, el algoritmo dispara un total de 900 vectores de sonido desde el punto focal de emisión (la copa del árbol) hacia la superficie cóncava. Sin embargo, debido a que una densidad de 900 haces vectoriales volvería los diagramas visualmente incomprensibles y saturados, la representación gráfica en los esquemas de esta memoria se ha simplificado a una matriz de 36 vectores, permitiendo rastrear limpiamente el comportamiento de la energía.

El funcionamiento interno del algoritmo diseñado por el académico David Urtuvia opera bajo una lógica estrictamente geométrica en tres dimensiones, la cual se despliega secuencialmente a través de los siguientes pasos operativos vistos en isométrica:

Paso 1: Subdivisión de la Superficie.

Ubicación del Foco y Trazado Inicial. El script toma la pantalla reflectora y la subdivide mediante una grilla que genera 36 puntos de control sobre su plano. En paralelo, se posiciona tridimensionalmente el punto focal de emisión que representa el origen del sonido (el ave en la copa del árbol) y se trazan los vectores rectos que conectan este foco con cada uno de los 36 puntos de la grilla, simulando los frentes de onda iniciales.

Paso 2: Reflexión Vectorial y Conteo de Impactos Acústicos.

Al impactar la materia, el sistema calcula en tiempo real la normal de cada punto de contacto y el plano de trayectoria del rayo entrante, generando como resultante los vectores de la reflexión que salen despedidos en la dirección opuesta determinada por la curvatura. Inmediatamente, para medir la eficiencia, el sistema evalúa la intersección de estos vectores reflejados con un volumen de detección virtual colocado en el oído del receptor (el escuchatorio); cada coincidencia registra un impacto exitoso, encendiendo visualmente de color verde aquellos rayos que logran llegar a la zona de enfoque acústico.

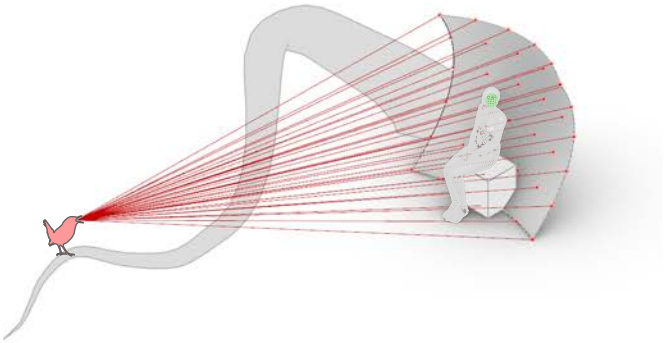
Paso 3: Descomposición Paramétrica en Filas de Control.

Con el fin de preparar la forma para el proceso evolutivo, la superficie reflectora se descompone internamente en una estructura paramétrica de 5 filas que contienen 10 puntos de control cada una, consolidando los 50 nodos variables que el software podrá manipular.

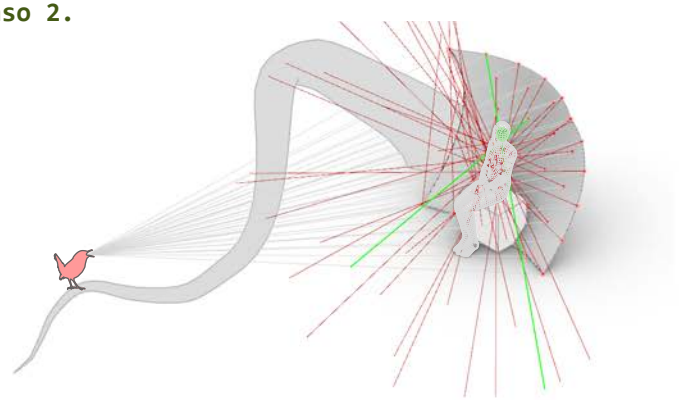
Paso 4: Optimización Evolutiva y Reconstrucción Geométrica.

El componente de computación evolutiva, Galapagos, toma el control y manipula la posición de estos 50 puntos exclusivamente en el eje Y (longitudinal a la fuente sonora), manteniendo fijos los ejes X y Z. Para evitar que la forma se destruya, el rango de variación de cada punto en el eje Y está acotado a un máximo de aproximadamente 100 cm. El motor genético desplaza iterativamente estos puntos, uniendo las filas mediante curvas que se reconstruyen instantáneamente a través de un comando Loft, deformando la geometría para maximizar mecánicamente el conteo de rayos verdes en el receptor.

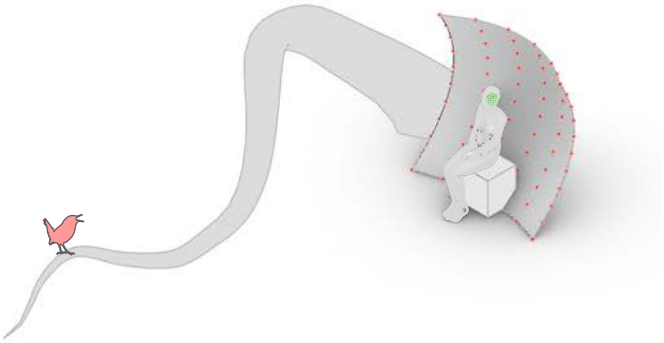
Paso 1.



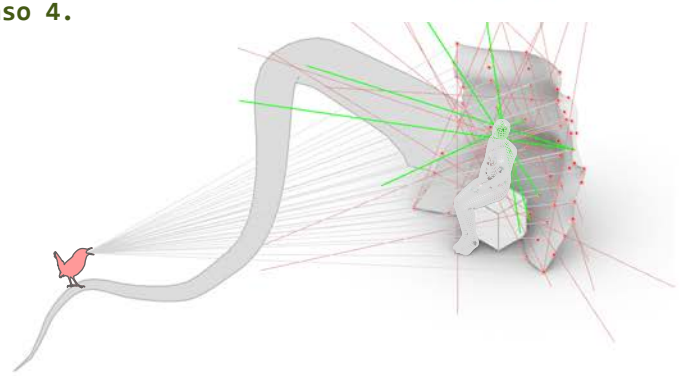
Paso 2.



Paso 3.



Paso 4.

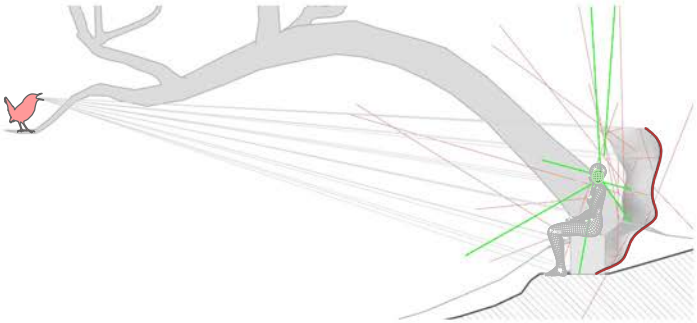


4.8 Ajuste Geométrico evolución de superficie.

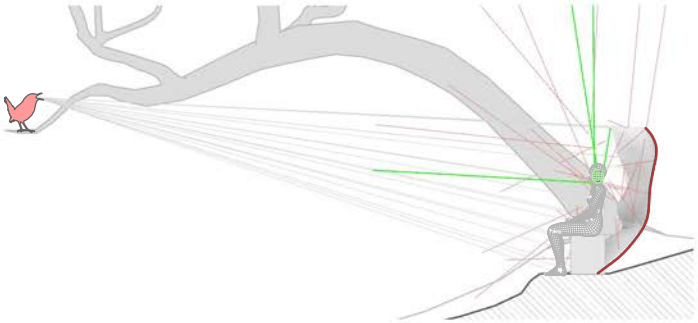
No obstante, el proceso de optimización evolutiva no es completamente autónomo y requiere de una mediación de diseño manual. Al iniciar la simulación desde cero, Galapagos tiende a deformar los puntos de control de manera extremadamente aleatoria, encontrando configuraciones formales extrañas y arrugadas que, si bien atrapan algunos rayos dispersos en el cortísimo plazo, rompen la naturaleza cóncava original de la pantalla y provocan que el algoritmo se estanque matemáticamente. Esto ocurre porque el software es incapaz de sacrificar temporalmente la eficiencia de unos pocos rayos con el fin de modelar una curva más limpia a largo plazo.

Para romper este estancamiento, se aplicó una metodología mixta o cíclica: cada vez que el algoritmo se viciaba en una forma caótica, el proceso se detenía para reestructurar manualmente la posición de los puntos en el computador, obligando a la superficie a recuperar una geometría cóncava más pura y fluida. Aunque este ordenamiento manual disminuía de inmediato la cantidad de rayos capturados respecto al pico del algoritmo, se aseguraba siempre de mantener un conteo superior al de la geometría inicial antes de correr el script. Con esta nueva base formal, limpia pero más eficiente, se volvía a activar Galapagos. Este bucle de optimización evolutiva y rediseño manual se repitió sucesivamente, logrando que la superficie acumulara un conteo inicial de vectores cada vez más alto sobre una forma nítida. El proceso alcanzó su límite técnico al llegar a un techo de eficiencia cercano al 70% de los vectores totales lanzados; un punto de equilibrio óptimo donde la geometría logró una concavidad casi perfecta y estable, pero que el algoritmo ya no fue capaz de superar.

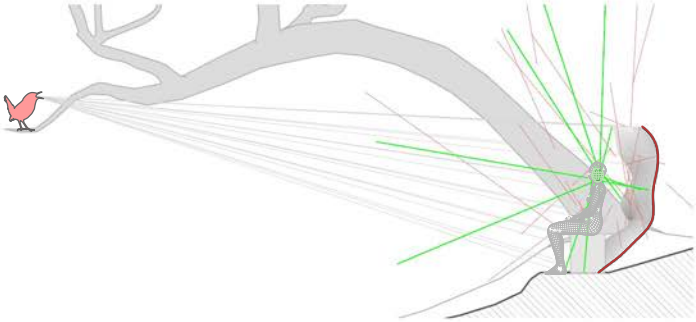
1.-Iteración: 7 de 36



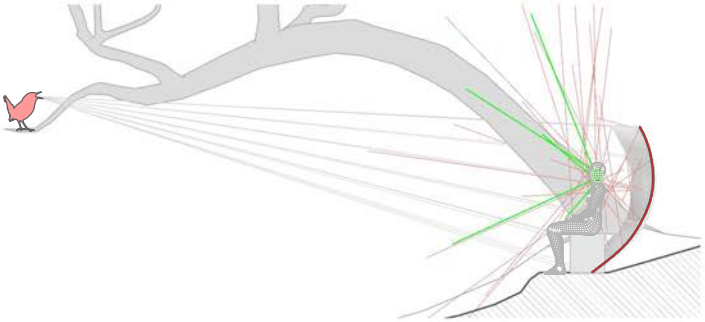
2.-Iteración: 3 de 36



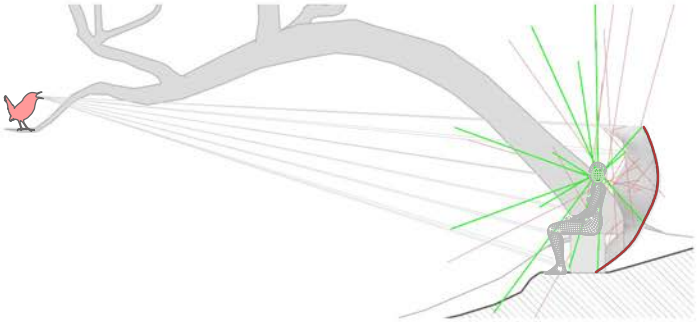
3.-Iteración: 10 de 36



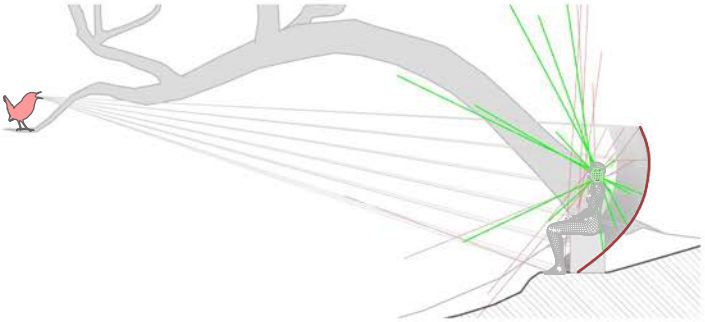
4.-Iteración: 6 de 36



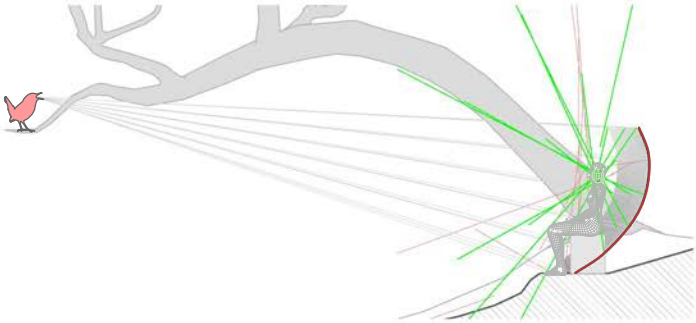
5.-Iteración: 14 de 36



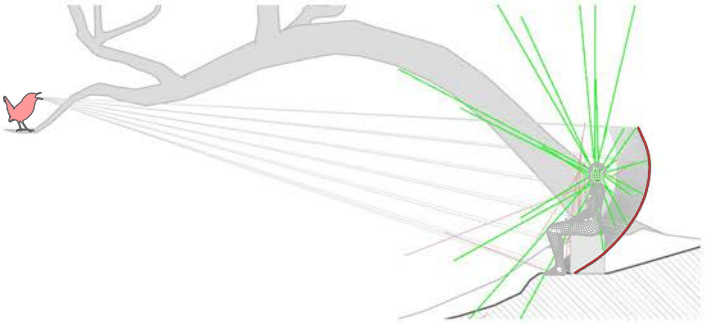
6.-Iteración: 10 de 36



3.-Iteración: 18 de 36



8.-Iteración: 26 de 36



Cortes evolución geométrica
Autor: Elaboración propia

4.9 Análisis de la Curvatura.

Una vez estabilizada la superficie óptima a través del algoritmo genético, el siguiente paso metodológico consiste en comprender la naturaleza geométrica de la curva resultante. Para ello, se extrajo una sección o dibujo en corte bidimensional del plano optimizado y se sometió a un análisis comparativo de calce formal frente a tres geometrías curvas puras. Este ejercicio se realizó dividiendo la curva original de manera homogénea en un muestreo de 100 puntos y aplicando el componente Curve Closest Point para calcular, de forma estrictamente perpendicular, la distancia mínima de desfase cartesiano entre cada coordenada muestreada y la curva analizada. Finalmente, los vectores de error resultantes se indexaron en un componente Average para obtener el promedio de desviación espacial en centímetros.

El análisis comparativo se estructuró a través de los siguientes tres ensayos gráficos:

Ensayo 1: Calce con Arco de Circunferencia: En primer lugar, se superpuso un círculo sobre la sección y se escaló para intentar calzarlo de la mejor manera posible con la geometría optimizada. Tras borrar el excedente y conservar solo el arco en contacto, el cálculo del error absoluto medio reveló una desviación promedio de 1.5 cm entre los puntos de la curva original y la nueva geometría circular, lo que demuestra una distancia y un desajuste formal considerable a lo largo de la trayectoria.

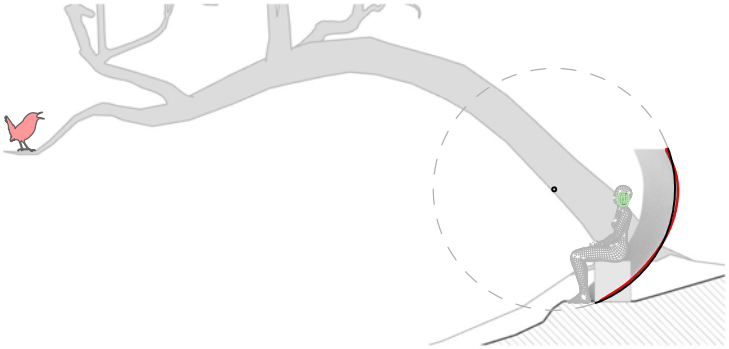
Ensayo 2: Calce con Tramo de Elipse: En segundo lugar, se realizó el mismo ejercicio utilizando una elipse. En este caso, la figura no solo se escaló, sino que también se rotó en el plano bidimensional buscando encontrar el tramo exacto que mejor se adaptara a la forma del corte. Al medir la correspondencia espacial mediante la proyección perpendicular de los puntos, la precisión aumentó ligeramente, registrando una desviación promedio de 1.2 cm respecto a la curva ideal.

Ensayo 3: Calce con Arco de Parábola: Finalmente, se dibujó una parábola, fijando conceptualmente su punto focal a la altura estimada del oído del receptor. Al superponer esta curva sobre el corte de la pantalla, el resultado fue rotundo: el análisis de proximidad arrojó una desviación promedio de apenas 0.6 cm, consolidando el calce más preciso y demostrando que el código evolutivo, buscando la máxima eficiencia acústica de forma autónoma, redescubrió la ecuación de la parábola.

Este hallazgo matemático permite simplificar y refinar drásticamente la construcción del artefacto. Al comprobar que la forma ideal es una parábola, la metodología de diseño deja atrás la deformación aleatoria de puntos y pasa a una fase de modelado geométrico puro.

Lo que se hará a continuación es dibujar esta parábola limpia en dos dimensiones (2D) para luego aplicar una operación de revolución respecto a su eje central, consolidando así un paraboloide de revolución tridimensional continuo. Para validar de forma definitiva la eficiencia de este cuerpo geométrico puro, la superficie del paraboloide se someterá a un testeo final dentro del software; en este punto, ya no será necesario activar el motor evolutivo de Galapagos, sino que se utilizará únicamente el contador de impactos tridimensional del código para verificar si el paraboloide perfecto es capaz de superar el techo técnico del 70% de captura que había alcanzado el algoritmo genético.

Ensayo 1.



Ensayo 2.



Ensayo 3.

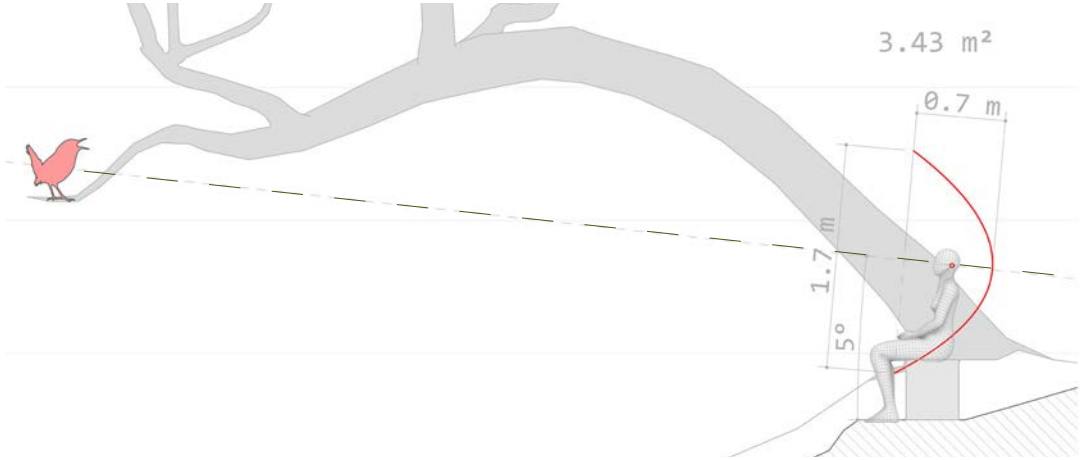


Cortes comparación geométrica
Autor: Elaboración propia

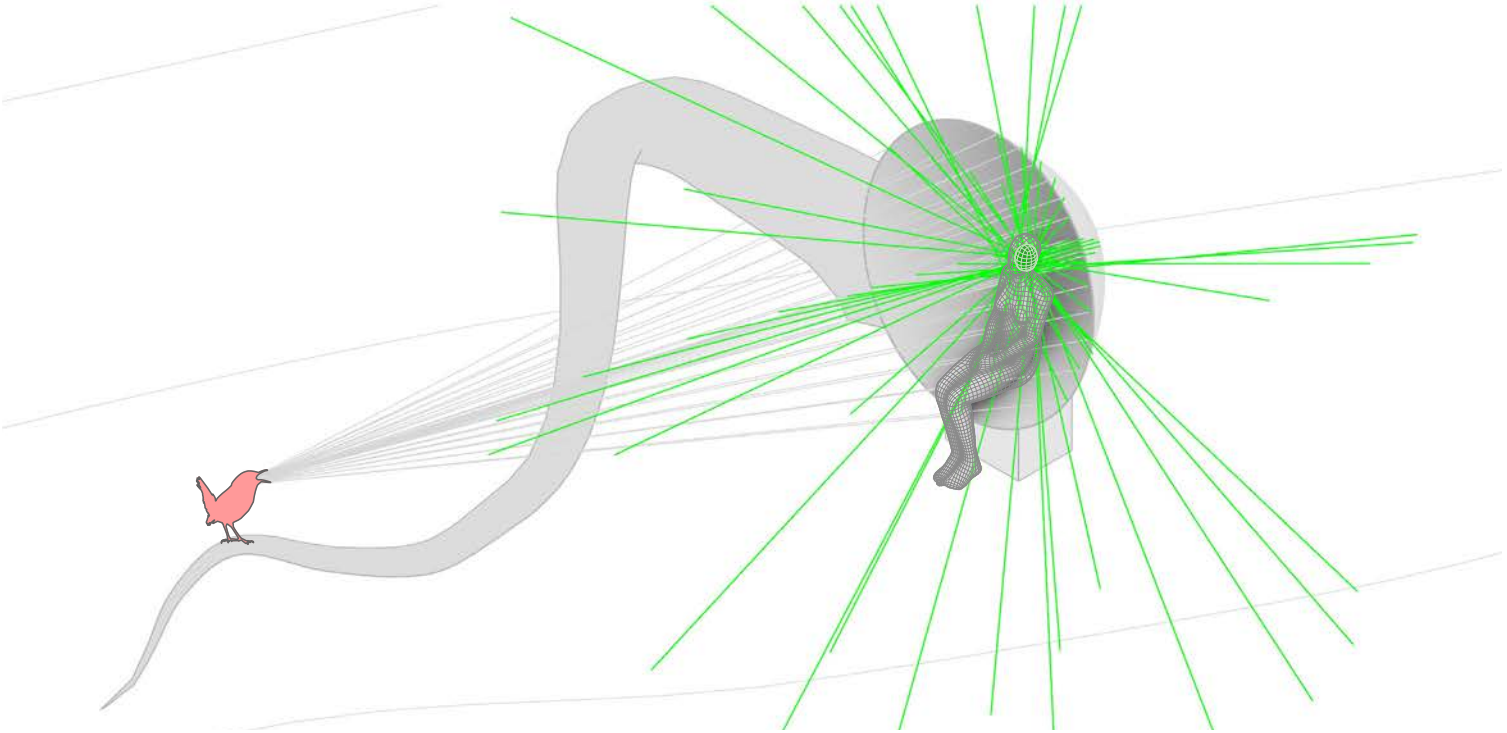
4.10 Validación Acústica.

Tras el hallazgo de la curvatura óptima en el plano, el proceso de diseño físico del artefacto se materializó mediante la definición paramétrica de una parábola pura, configurando un plato con una profundidad de 0,7 metros y una distancia focal técnica de aproximadamente 25 centímetros entre su vértice y su foco, punto exacto donde se posiciona el oído del receptor. Al aplicar una operación de revolución a esta generatriz sobre su eje central, se consolidó un paraboloide de revolución con un diámetro de apertura de 1,7 metros, alcanzando un área superficial de aproximadamente 3,43 metros cuadrados; dimensión calculada para asegurar un rendimiento acústico notable sin sobredimensionar la escala del objeto en el paisaje. Finalmente, el eje de revolución del paraboloide fue rotado 5 grados con respecto a la línea horizontal del terreno, orientándose de forma precisa hacia la copa del árbol seleccionado para la experiencia.

El testeo final de la superficie geométrica pura arrojó un resultado rotundo: al someter el paraboloide de revolución al contador del algoritmo, el 100% de los vectores de sonido lanzados desde el foco fueron capturados y direccionados hacia el receptor. Al consolidar una función matemática en lugar de una forma deformada por aproximaciones, la geometría superó con creces el techo técnico del 70% que había alcanzado la optimización evolutiva autónoma. Este hito cierra la fase de diseño generativo y valida al paraboloide como el dispositivo formal óptimo para el proyecto.



Corte dimensionamiento parábola
Autor: Elaboración propia



Isométrica prueba final
Autor: Elaboración propia

4.11 Iteraciones Constructivas.

Paralelamente al proceso de optimización y evolución de la curvatura, se desarrolló la exploración de la forma general del proyecto. La intención era resolver el objeto como un todo unitario, definiendo un artefacto que funcionara como un nido de ave abstracto que fuese acústico y formalmente integrado a la vez, evitando separar la pantalla del volumen general. El objetivo principal de esta configuración formal era que el artefacto naciera de la propia topografía, simulando ser un elemento orgánico que emerge del suelo para consolidar una conversación directa con la pendiente y el contexto natural. Para materializar esta idea, se propuso un sistema constructivo basado en un encasillado o empalillado de madera, compuesto por listones de 2x2 pulgadas cruzados a 90 grados. Con el objetivo de optimizar el recurso y no saturar el objeto de material, las piezas se proyectaron distanciadas entre sí a una sección constante de aproximadamente 30 centímetros, emulando el entramado de ramas de un nido real.

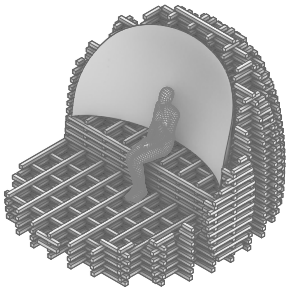
A medida que el algoritmo genético entregaba las sucesivas variaciones de la curva, estas geometrías se tomaban para realizar una serie de sustracciones booleanas directamente sobre el volumen del entramado. Esta operación permitía vaciar mecánicamente el nido de madera, esculpiendo en su interior la concavidad requerida para la acústica y dando lugar a las primeras alternativas de la forma general del proyecto.

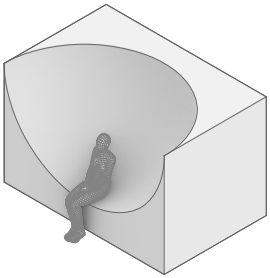
Sin embargo, toda esta línea de investigación formal terminó siendo completamente descartada. En primer lugar, a pesar del distanciamiento de 30 cm entre las piezas, la cantidad total de listones necesarios para conformar la matriz tridimensional completa seguía siendo sumamente elevada, encareciendo y complejizando el traslado a un sitio de difícil acceso. En segundo lugar, el análisis crítico demostró que este sistema constructivo respondía muy bien a intenciones estéticas y de sostenibilidad buscando un artefacto biodegradable que combinara visualmente con el entorno, pero no resolvía el problema acústico de fondo. El entramado por sí mismo, al estar lleno de vacíos, era incapaz de reflejar las ondas sonoras, lo que obligaba a construir e incorporar una superficie reflectante continua que se adaptara a la doble curvatura del nido. Esta duplicidad añadía una dificultad técnica excesiva en la fabricación de la superficie reflectora, provocando el descarte definitivo de esta idea para centrar los esfuerzos en una solución más eficiente.

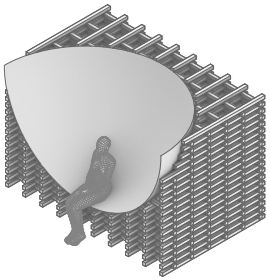
Forma

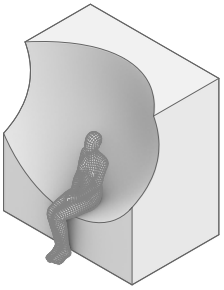
Sistema constructivo

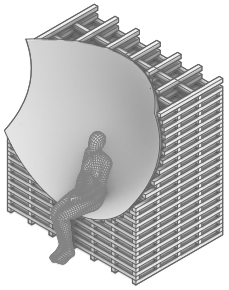


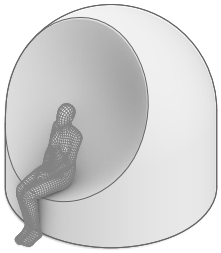


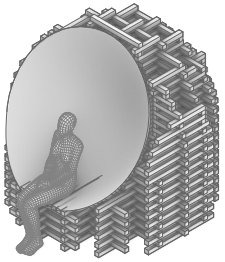












Isométricas Iteraciones
Autor: Elaboración propia

05 Sistema constructivo

Estrategia y materialidad. 5.1
Sistema constructivo modular
para la pantalla acústica. 5.2
Sistema constructivo soporte y asiento
para la pantalla acústica. 5.3
Simulación de la Reflexión Acústica en . 5.4

5.1 Estrategia y materialidad.

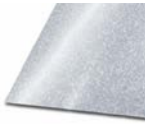
Con el fin de mitigar el exceso de peso, la saturación de material y la complejidad de armado detectadas en las fases previas, el proyecto adopta una estrategia enfocada en la ligereza y la eficiencia en terreno. Al situarse en un entorno de alta pendiente y difícil acceso, el artefacto se define bajo la premisa de una implantación efímera. Esto significa que está diseñado para ser instalado, utilizado y posteriormente retirado sin dejar escombros ni cimentaciones de hormigón, permitiendo que la naturaleza absorba el lugar rápidamente tras su desmontaje. Para resolver el traslado desde Santiago hacia el sur de la forma más práctica posible, el volumen total del proyecto se calculó para que quepa por completo en el pick-up de una camioneta. Esto se logra dividiendo el objeto en dos lógicas constructivas: el soporte y el asiento se resuelven en una sola pieza fija de dimensiones acotadas para asegurar la resistencia estructural que exige el peso de la persona y del plato, mientras que el paraboloide al tener un diámetro grande de 1,7 metros se diseña de manera estrictamente modular y desarmable.

Esta búsqueda de practicidad define una elección material homogénea basada en componentes metálicos. El elemento central, la pantalla del paraboloide de revolución, se fabricará en lata cincada (chapa metálica) de 0,03 mm de espesor. Se elige este material por su flexibilidad para curvarse en frío y adoptar la superficie de doble curvatura necesaria para el efecto acústico, sumado a su superficie lisa que actúa como reflector para las frecuencias de 1000 Hz de las aves en estudio. Al definirse el plato en lata, por coherencia constructiva, el resto de los componentes se pliegan a la misma familia material, consolidando una estructura de alta durabilidad ante el clima.

De este modo, el proyecto se unifica en torno a tres materiales base y tres métodos de unión:

Materiales:

Plancha Zinc Aluminio Lisa (0,35 x 1000 x 3000 mm):
Destinada a conformar la piel reflectante del disco acústico. El proceso de cincado le otorga protección contra la oxidación, manteniendo así su acabado brillante.



Pletina de acero (25 mm x 3mm x 6m):
Utilizada para construir el esqueleto estructural que recibe la lata y le obliga a mantener la curvatura de la parábola.



Acero perfil tubular redondo (1.25” 31.6 mm x 1.5 mm x 6 m):
Empleado para fabricar la pieza fija del soporte del plato y la estructura del asiento, generando un contraste visual con el disco y garantizando la rigidez necesaria junto a la altura correcta para el efecto.



Pintura anticorrosiva:
Aplicada como revestimiento protector únicamente sobre los componentes de acero para asegurar su resistencia frente a la humedad y las condiciones climáticas del sur.



Sistemas de Fijación:

Soldadura:
Para las uniones fijas de la estructura de acero tubular, asegurando su resistencia en una sola pieza.



Remaches:
Para fijar las láminas de lata cincada sobre el costillar de pletinas.



Pernos M6:
Como el conector que permite armar, desarmar y acoplar los gajos del paraboloide al soporte estructural en terreno de manera simple.



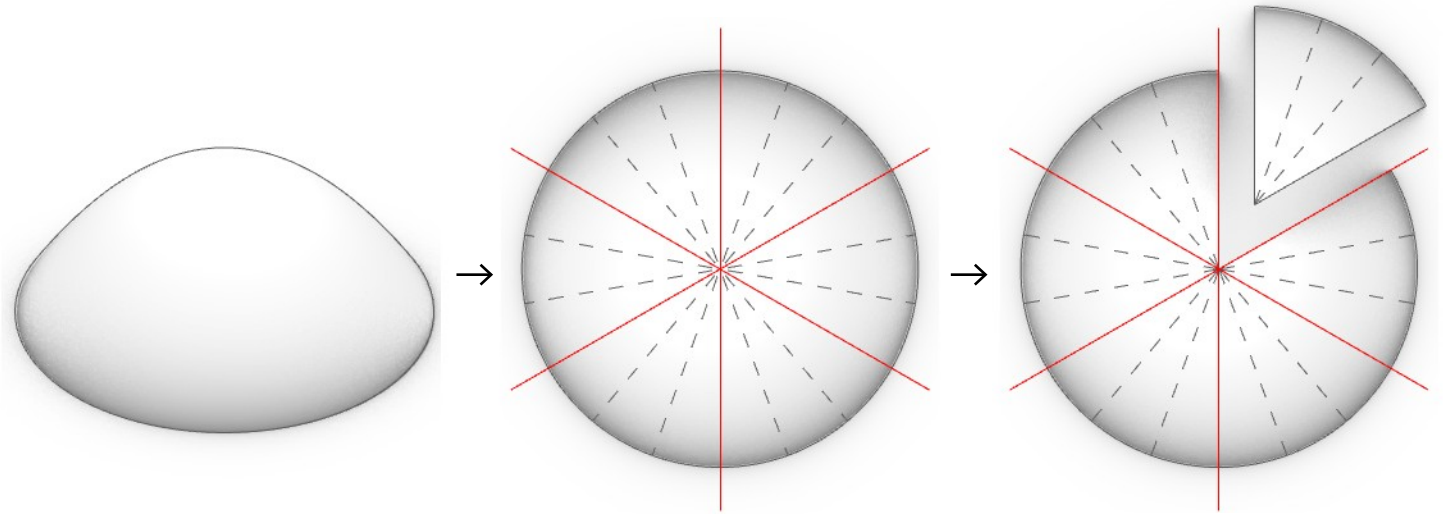
5.2 Sistema constructivo modular para la pantalla acústica.

Para fabricar la pantalla, el primer paso consiste en subdividir el volumen del paraboloide de revolución en seis módulos radiales idénticos. Esta fragmentación principal define la lógica desarmable y modular de todo el plato, permitiendo descomponer una superficie de gran escala en piezas compactas, ligeras y fáciles de apilar.

Para aproximarse de forma fiel a la doble curvatura digital diseñada en Rhino sin la necesidad de recurrir a costosas matrices industriales, cada uno de estos seis módulos principales se divide internamente en tres partes, dejando el plato compuesto por un total de 18 facetas o gajos de lata cincada. La razón técnica de esta subdivisión responde a un problema de aproximación geométrica: como las láminas metálicas se curvan en un solo sentido, mantener solo los 6 módulos principales habría generado una superficie excesivamente poligonal y facetada, llena de caras planas que arruinarían el rebote acústico.

Al segmentar el plato en 18 franjas considerablemente más angostas, se reduce el ancho de cada plano individual, logrando una mejor transición entre faceta y faceta. Esta multiplicación de los gajos permite aproximarse con mayor fidelidad a la concavidad continua del paraboloide de revolución, disminuyendo la pérdida de señal por aristas poligonales y asegurando que la superficie final funcione de manera mas óptima.

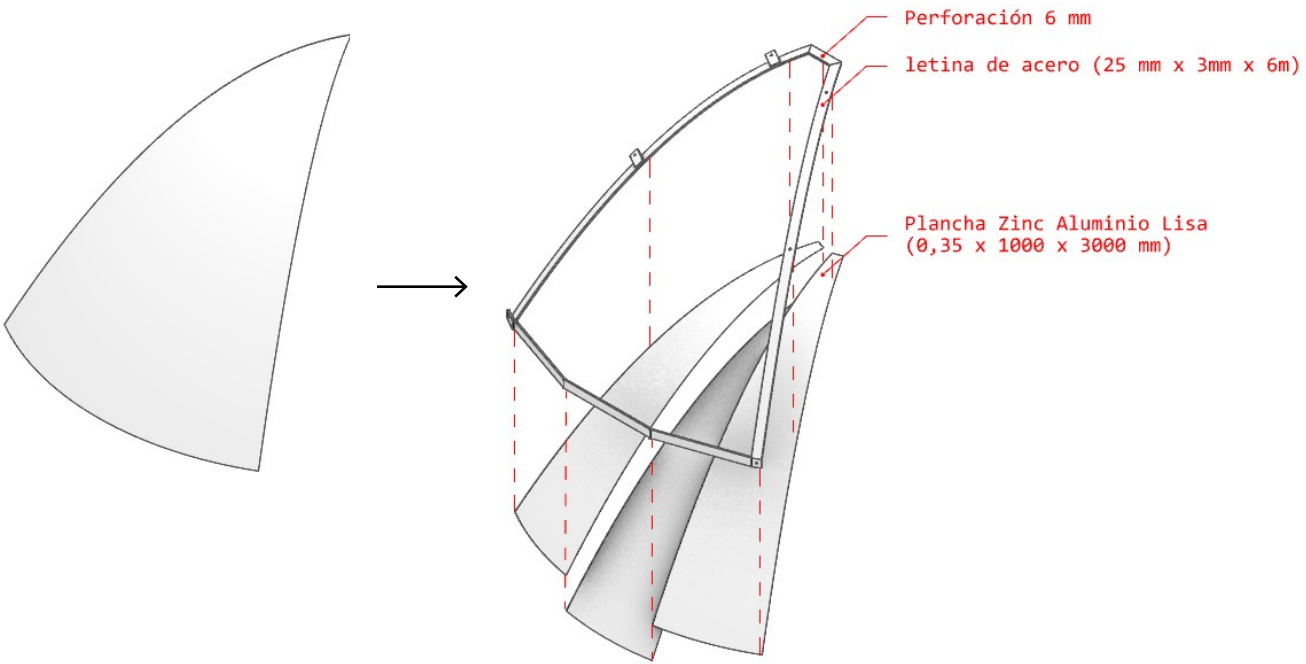
1. Vista isométrica 2. Vista cenital 3. Vista cenital



Diagramas diseño modular paraboloide
Autor: Elaboración propia

El siguiente paso consiste en tomar el perímetro de uno de los gajos para fabricar un marco perimetral rígido de pletina de acero (50x3 mm). Este cuadro estructural copia con precisión la curvatura de la parábola mediante dos pletinas curvas en sus costados longitudinales, una pletina superior y una inferior doblada en tres segmentos planos. El marco se trunca intencionalmente antes de la punta posterior para converger en el vértice central en torno a una pletina hexagonal de coronación. Para permitir el acople en, cada marco incorpora tres broches de sujeción soldados en un costado; tanto estos como el hexágono central van perforados para el paso de pernos M6 de 6 mm que amarrarán y rigidizarán el paraboloide por completo.

Una vez estructurado este esqueleto de pletinas, se procede a revestir su cara interna para consolidar la superficie reflección. Es fundamental detallar que las tres facetas de lata cincada de 0,03 mm correspondientes al módulo se fijan por la parte cóncava del marco. De esta manera, el metal recubre la estructura de pletinas y expone una piel continua y limpia hacia el frente, garantizando que la lata reciba y refleje directamente los vectores de sonido sin interferencias de la estructura. Las láminas se aseguran de forma fija mediante remaches distribuidos uniformemente.



Isométricas método constructivo paraboloide
Autor: Elaboración propia

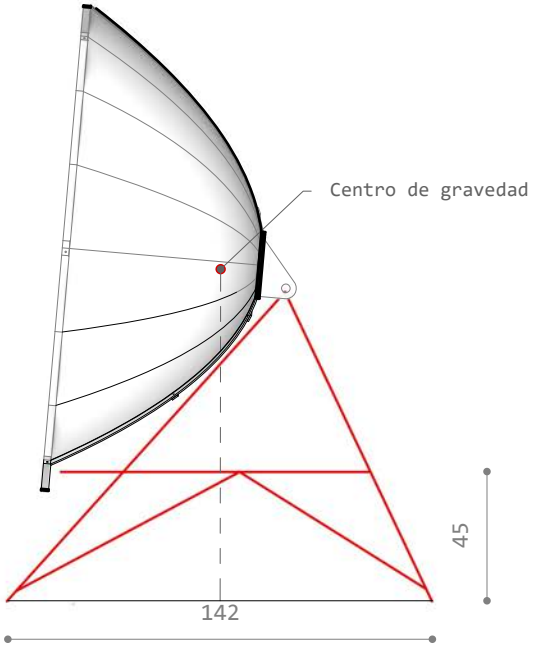
5.3 Sistema constructivo soporte y asiento para la pantalla acústica.

El soporte tiene como finalidad principal sostener la pantalla reflectora en la posición exacta para captar el sonido, ofreciendo al mismo tiempo un asiento cómodo para el usuario. Debido a que el proyecto debe ser trasladado a zonas de difícil acceso en el sur y transportado por completo en el pick-up de una camioneta, se priorizó un diseño sumamente compacto y liviano. Por esta razón, la estructura se proyectó utilizando la menor cantidad de material posible, configurando el armazón directamente a partir de la posición ergonómica del paraboloide y estableciendo la altura de uso del asiento a 45 centímetros sobre el suelo. Con el fin de asegurar la rigidez ante el uso y garantizar una instalación rápida en terreno, todo el soporte se fabrica como un único cuerpo soldado de acero tubular de 1 1/4 pulgadas, evitando uniones móviles que puedan soltarse y manteniendo un formato acotado.

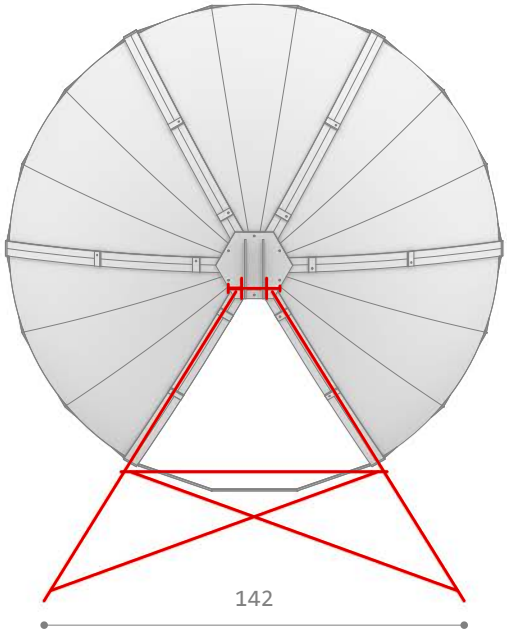
Geométricamente, el soporte consiste en un armazón piramidal de cuatro patas diseñado para que el centro de gravedad del conjunto (plato, soporte y usuario) quede justo al centro de la base de apoyo, garantizando el equilibrio estático. Para rigidizar este esqueleto, se soldó un marco de acero a la altura del asiento que amarra los cuatro apoyos, reforzado con arriostramientos diagonales inferiores que absorben el peso cuando la persona se sienta. Sobre este marco, el plano del asiento se resuelve de manera integrada soldando pletinas de acero de 25x3 mm dispuestas en paralelo y distanciadas a 10 centímetros, una solución permeable que evita la acumulación de agua de lluvia y mantiene la homogeneidad material de la obra.

Se decidió diseñar un soporte que se pueda instalar en cualquier lugar, razón por la cual sus cuatro patas terminan en un mismo plano horizontal. Para poder posicionarlo en la pendiente, se realizará un pequeño trabajo de terreno que adapte el suelo a la base del cuadrípode. Esta versatilidad permite que el proyecto sea itinerante y pueda ensayarse en distintas locaciones —como los jardines de la universidad— antes de su traslado definitivo.

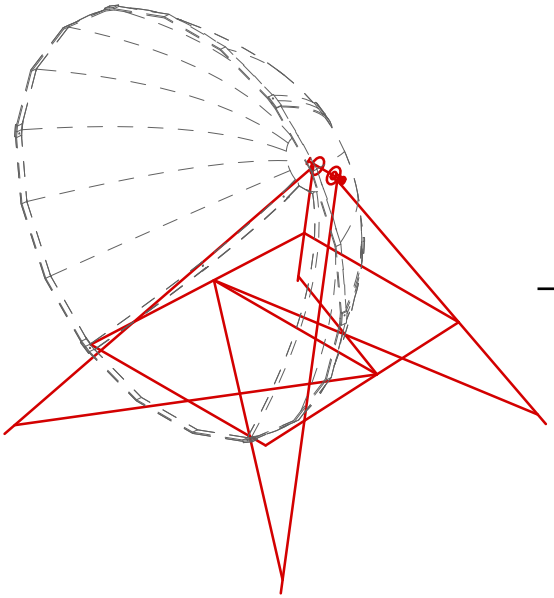
Elevación lateral.



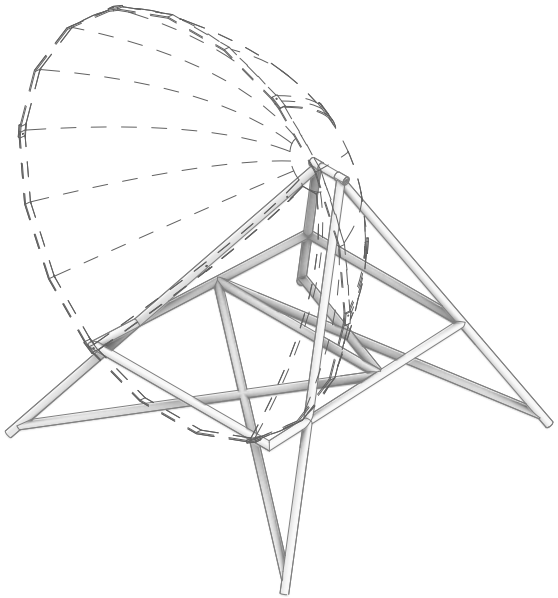
Elevación posterior.



Isométrica 1.



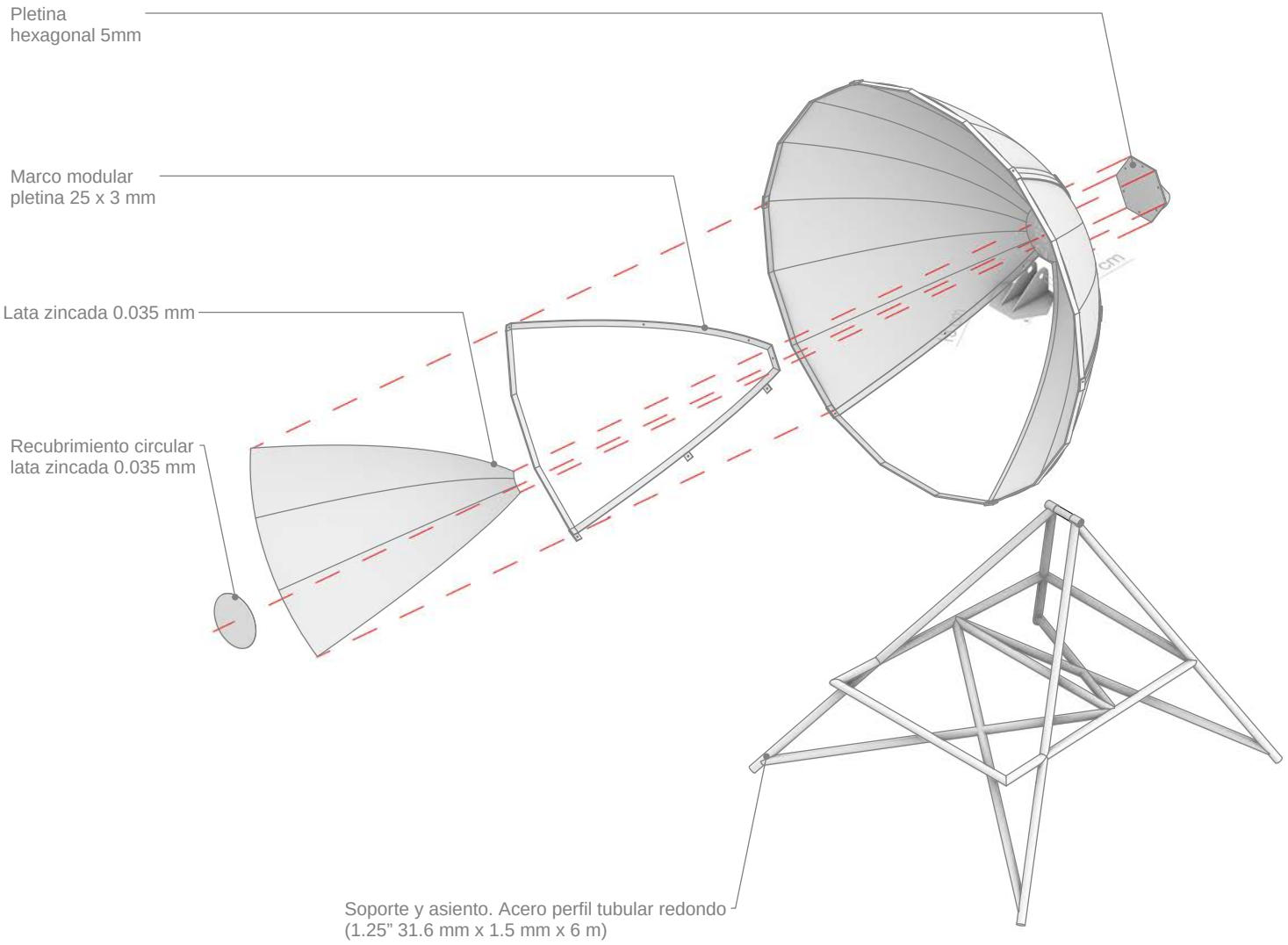
Isométrica 2.



Isométricas y cortes método constructivo soporte
Autor: Elaboración propia

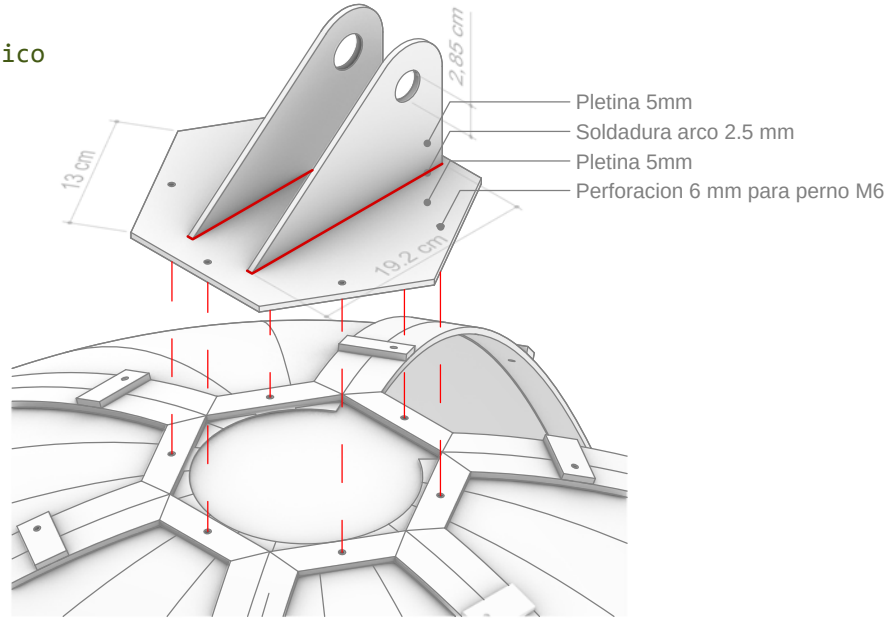
5.4 Detalles constructivos.

Despiece isométrico

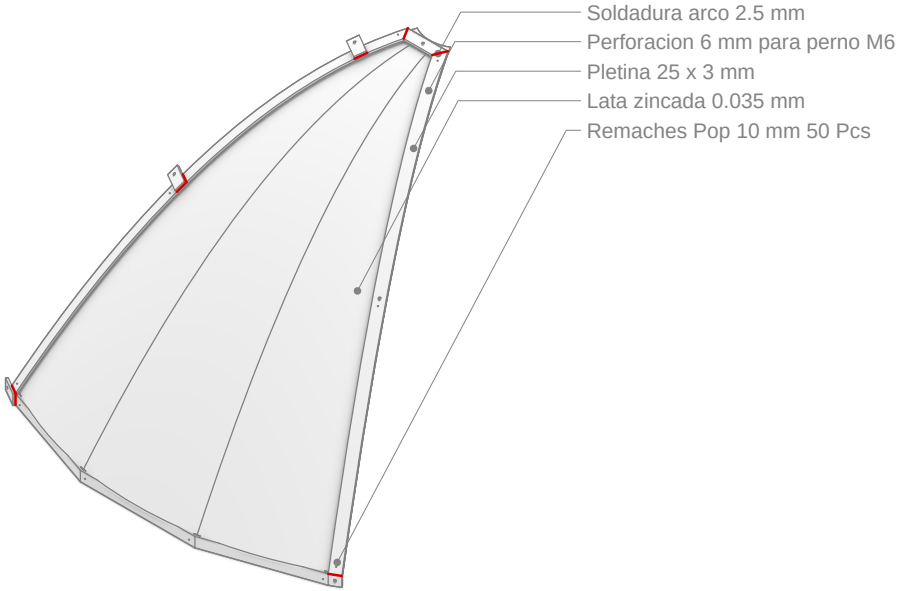


Despiece isométrico
Autor: Elaboración propia

1. Detalle isométrico



2. Detalle isométrico



5.4 Resumen propuesta.

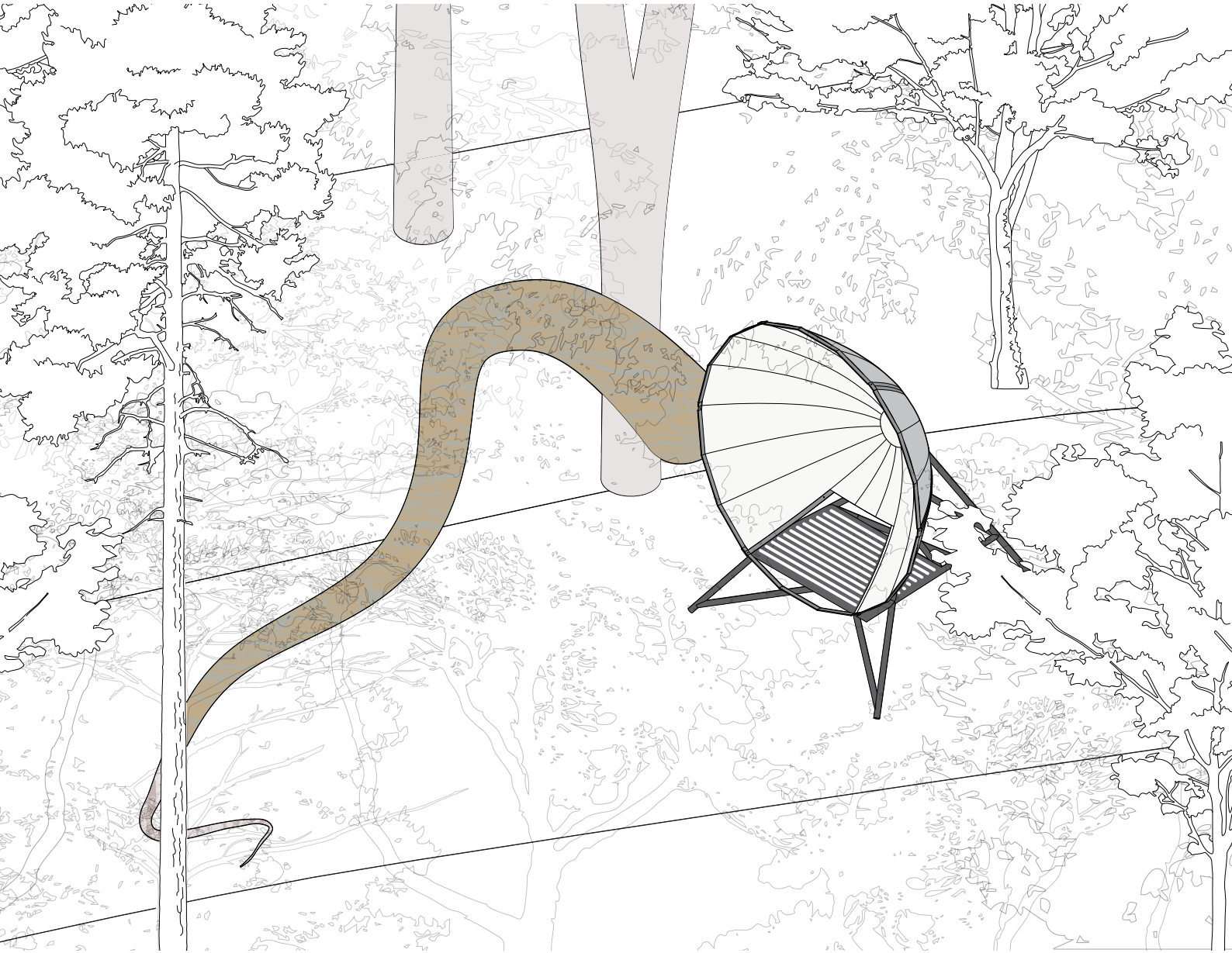
El trabajo en el cerro consiste en perfilar una pequeña terraza nivelada donde asentar el soporte, lo que provoca que, por la dirección de orientación del plato, el lateral derecho de la estructura quede ligeramente enterrado en el terreno. Este movimiento de tierra es mínimo en comparación con las propuestas anteriores del proyecto, las cuales requerían excavaciones de gran envergadura para empotrar los elementos. Al evitar fundaciones permanentes, el artefacto conserva su lógica efímera: una vez retirado del sitio, la propia naturaleza se encarga de borrar las huellas de la intervención, haciendo que el terreno vuelva a transformarse hasta no dejar ningún rastro de la estructura.

Elevación frontal



Elevación frontal
Autor: Elaboración propia

Isométrica general



Isométrica
Autor: Elaboración propia

06

FABRICACIÓN

Costos de fabricación. 6.1
Cortar Tubos para soporte. 6.2
Uniones de tubos para soporte. 6.3
Soldadura de uniones para soporte. 6.4
Cortar pletinas para paraboloide. 6.5
Moldeado de pletinas base. 6.6
Moldeado de pletinas con curvatura de parábola. 6.7
Soldadura de marcos modulares de paraboloide. 6.8
Corte e instalación de laminas de zinc liso. 6.9

6.1 Costos de fabricación.

Para llevar a cabo la materialización del proyecto, se estructuró un listado preciso de materiales que responde a las necesidades constructivas del dispositivo acústico, buscando la máxima eficiencia tanto en resistencia como en costos. Dentro de los insumos principales se consideraron planchas lisas de zinc-aluminio para conformar la superficie reflectora del plato, pletinas de acero y perfiles tubulares redondos para estructurar el soporte y los marcos modulares, además de pintura anticorrosiva, pintura brillante negra para las terminaciones y pernería M6 para las uniones desarmables. La inversión total de estos materiales asciende a un total de $120.585 CLP, un presupuesto acotado y eficiente para un dispositivo de esta escala, lo que demuestra la viabilidad económica del diseño propuesto.

Una vez adquiridos los componentes, el proceso de fabricación se concentró en el taller metalmecánico de mis padres. Contar con este espacio fue una ventaja enorme y un recurso clave para el proyecto, ya que allí disponía de toda la infraestructura técnica necesaria, incluyendo equipos de soldadura, galletas de corte, herramientas de precisión y mesones de trabajo adecuados. Además de la total libertad horaria para avanzar a mi propio ritmo, el taller me ofreció un entorno de constante aprendizaje y apoyo; durante las jornadas laborales, conté con la invaluable disposición de los trabajadores del taller, quienes me guiaron y ayudaron con las tareas más complejas de la obra que requerían un manejo técnico especializado, facilitando que cada pieza fuera ejecutada de forma segura y con la precisión necesaria para el correcto funcionamiento del dispositivo.

material	Cantidad	Precio	Total
Plancha Zinc Aluminio Lisa (0,35 x 1000 x 3000 mm)	2	12930	25860
Pletina de acero (25 mm x 3mm x 6m)	4	4790	19160
Acero perfil tubular redondo (1.25” 31.6 mm x 1.5 mm x 6 m)	3	6555	19665
Pintura anticorrosiva	10	2765	27650
Pintura brillant enegra	10	2513	25130
Pernos M6	24	130	3120
		Total	120585

6.2 Cortar Tubos para soporte.

Una vez definido el diseño técnico del artefacto, se dio inicio a la fase de construcción en el taller, comenzando estructuralmente por la fabricación del soporte. Al tratarse de una pieza fija y unificada, la precisión en el dimensionado de los perfiles fue fundamental para asegurar el calce exacto de la geometría piramidal.

El primer paso del proceso consistió en el dimensionado y corte de los perfiles de acero tubular de 1 1/4 pulgadas. En total, la estructura se compone de 13 piezas lineales cortadas a medida, las cuales se desglosan según su función estructural de la siguiente manera:

4 patas principales: Los elementos más largos del conjunto, encargados de dar la altura al dispositivo, definir la inclinación asimétrica de la pirámide y transmitir las cargas directamente hacia el suelo.

4 tubos para el marco del asiento: Perfiles que se ensamblan horizontalmente a los 45 centímetros de altura para conformar el cuadrante perimetral donde descansará el usuario.

1 tubo transversal de refuerzo: Una pieza que se posiciona justo al centro del marco del asiento para dividir la luz, evitar la flexión de las pletinas y rigidizar el cuadrante.

4 riostras inferiores: Tubos diagonales de menor longitud que se instalan por debajo del asiento, conectando las patas con los puntos medios del marco horizontal para triangular el esqueleto y absorber los esfuerzos dinámicos.



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia

6.3 Uniones de tubos para soporte.

Debido a la geometría irregular y asimétrica de la estructura piramidal, los encuentros entre los tubos de acero no ocurren en ángulos ortogonales estándar, sino en intersecciones tridimensionales complejas y muy específicas para cada pieza. Para poder darle la precisión necesaria a estos encuentros sin depender de un tanteo manual en el taller, se utilizó un método digital.

El procedimiento técnico consistió en modelar en 3D la totalidad del esqueleto en Rhino utilizando las dimensiones reales de los tubos de 1 1/4 pulgadas. Esto fue fundamental para poder conseguir la forma específica de cada pieza. Usando comandos de intersección y corte como Trim, se sustrajeron los volúmenes de los perfiles en sus puntos de contacto, obteniendo digitalmente la geometría exacta y cóncava que debía tener el extremo de cada tubo para calzar perfectamente con la superficie cilíndrica del perfil adyacente. Una vez lograda la forma tridimensional exacta, se aplicó el comando UnrollSrf (Unroll Surface) para aplanar la superficie curva de las puntas de los tubos y convertir esa geometría en un plano bidimensional.

A partir de este despliegue digital, se imprimieron plantillas de papel a escala 1:1 para cada uno de los encuentros requeridos (rotuladas según su código de pieza). El trabajo en el taller consistió en enrollar estas plantillas directamente alrededor de los extremos de los tubos reales, alineando sus ejes; con el papel puesto sobre el acero, se procedió a realizar el corte manual utilizando la galleta (esmeril angular) y luego se repasó con el esmeril para terminar de pulir y ajustar correctamente la curvatura precisa que dictaba la geometría de la plantilla.



Fotografías
Autor: elaboración propia





Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia

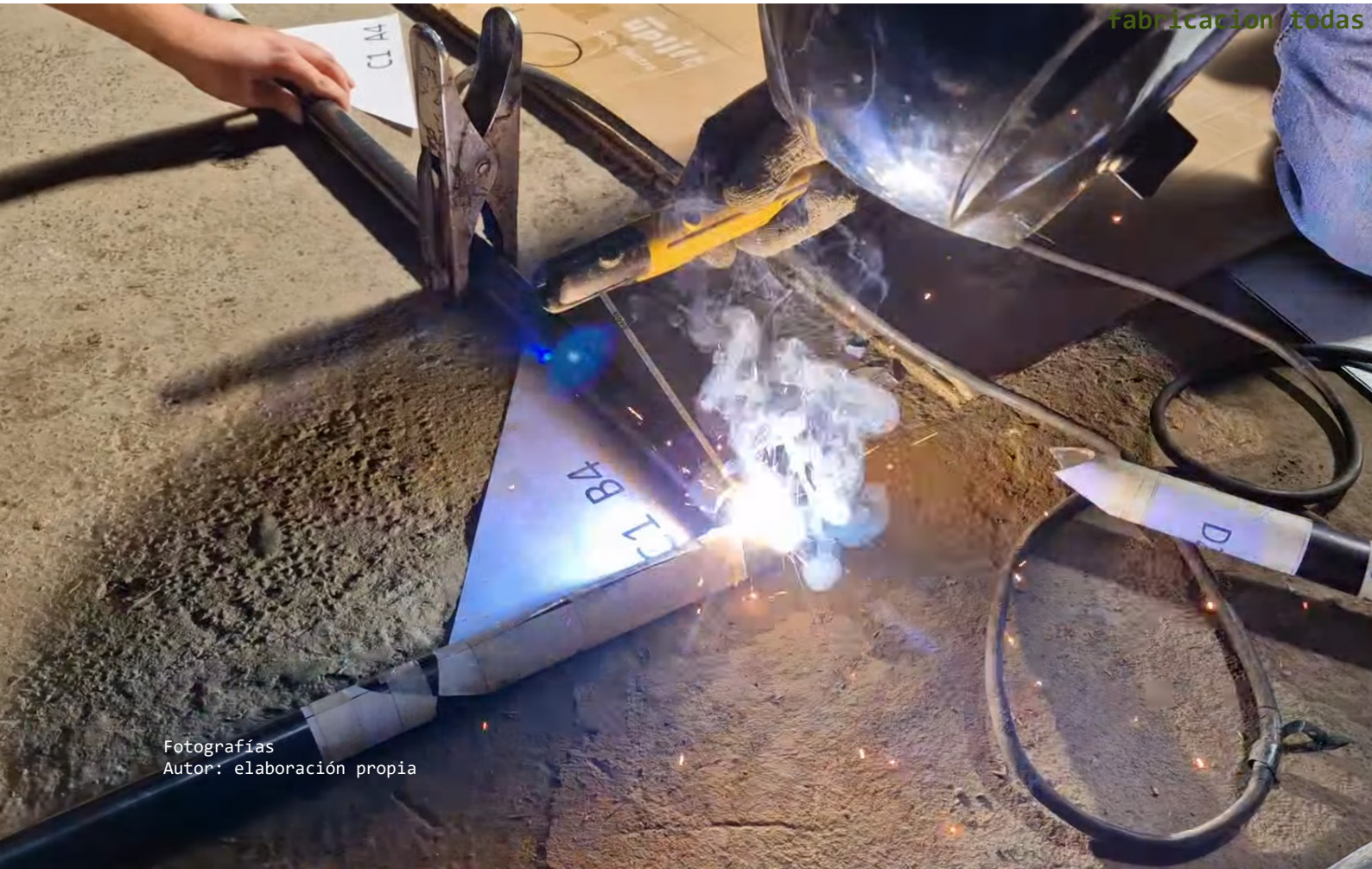




Fotografías
Autor: elaboración propia

6.4 Soldadura de uniones para soporte.

Para el ensamblaje físico del esqueleto, las piezas se unieron inicialmente mediante puntos de sujeción o pinchazos de soldadura. Esta estrategia evitó rigidizar la estructura de buenas a primeras, permitiendo mantener cierto margen de flexibilidad para tantear, pivotar y ajustar levemente los tubos sobre la marcha hasta lograr el calce correcto de todo el conjunto. Una vez que la geometría global de la pirámide estuvo completamente presentada y alineada con éxito, se procedió a aplicar los cordones de soldadura definitivos en cada uno de los nudos estructurales. Aunque el traspaso artesanal introdujo sutiles tolerancias, el uso combinado de las plantillas digitales y el punteo estratégico garantizó una alta precisión en el armado final.



Fotografías
Autor: elaboración propia



sus paginas



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia

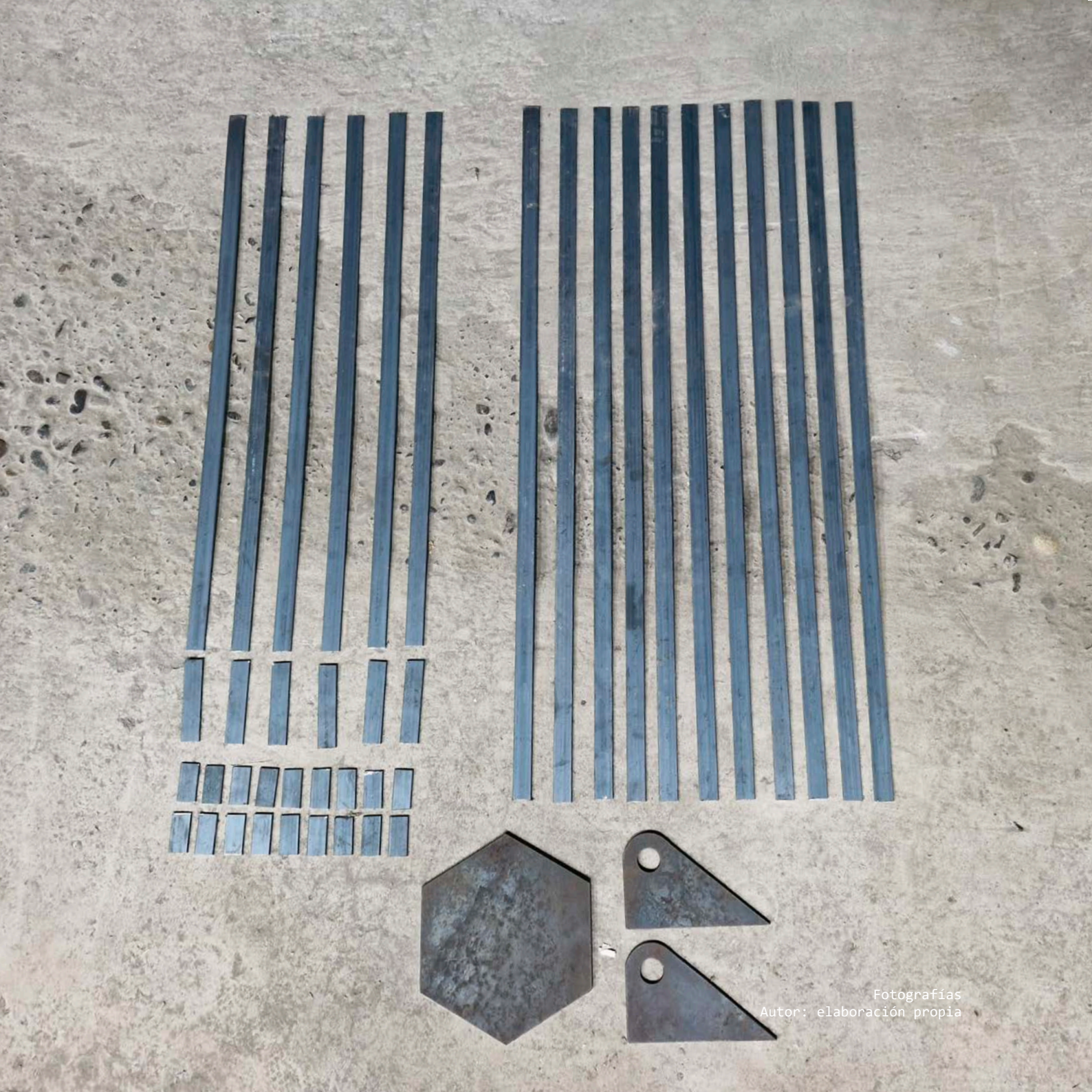
6.5 Cortar pletinas para paraboloide.

El proceso comenzó con el corte de todas las piezas que componen las secciones modulares en el taller, utilizando como material base pletinas de acero de 2,5 por 3 mm que se cortaron a la medida correspondiente con la galleta.

Para armar los seis marcos, se prepararon 12 pletinas de un metro de longitud que formarán los costados longitudinales para definir la curvatura parabólica, junto con 6 piezas más cortas que se dividieron en tres segmentos cada una para conformar la base curva inferior de cada gajo. A estas partes del marco se sumaron unos broches pequeños de 5 cm que van en la parte superior truncada del triángulo de cada sección para cerrar su geometría. Finalmente, se cortaron los elementos de unión: las pletinas con perforaciones que sirven para el amarre lateral y, para el vértice posterior donde convergen todos los módulos, un hexágono cortado con plasma en una pletina de 5 mm de espesor para unificar la pantalla por detrás.



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia

6.6 Moldeado de pletinas base.

Para dar la forma circular a la base inferior que une los seis gajos, se dibujó una circunferencia real en el suelo del taller. Esta línea sirvió como guía visual para ir moldeando y adaptando las pletinas de acero de manera que, al juntar las seis piezas finales, formaran la circunferencia completa.

A partir de los datos del modelo 3D, se calculó que el perímetro total del círculo era de aproximadamente 5,3 metros. Como las pletinas base medían 90 centímetros de largo, cada una se dividió simplemente en tres tramos iguales, quedando segmentos rectos de 30 centímetros cada uno. Al ir curvando y siguiendo el trazo del suelo, se consiguieron las secciones necesarias para armar de manera exacta la base inferior de los seis marcos modulares.





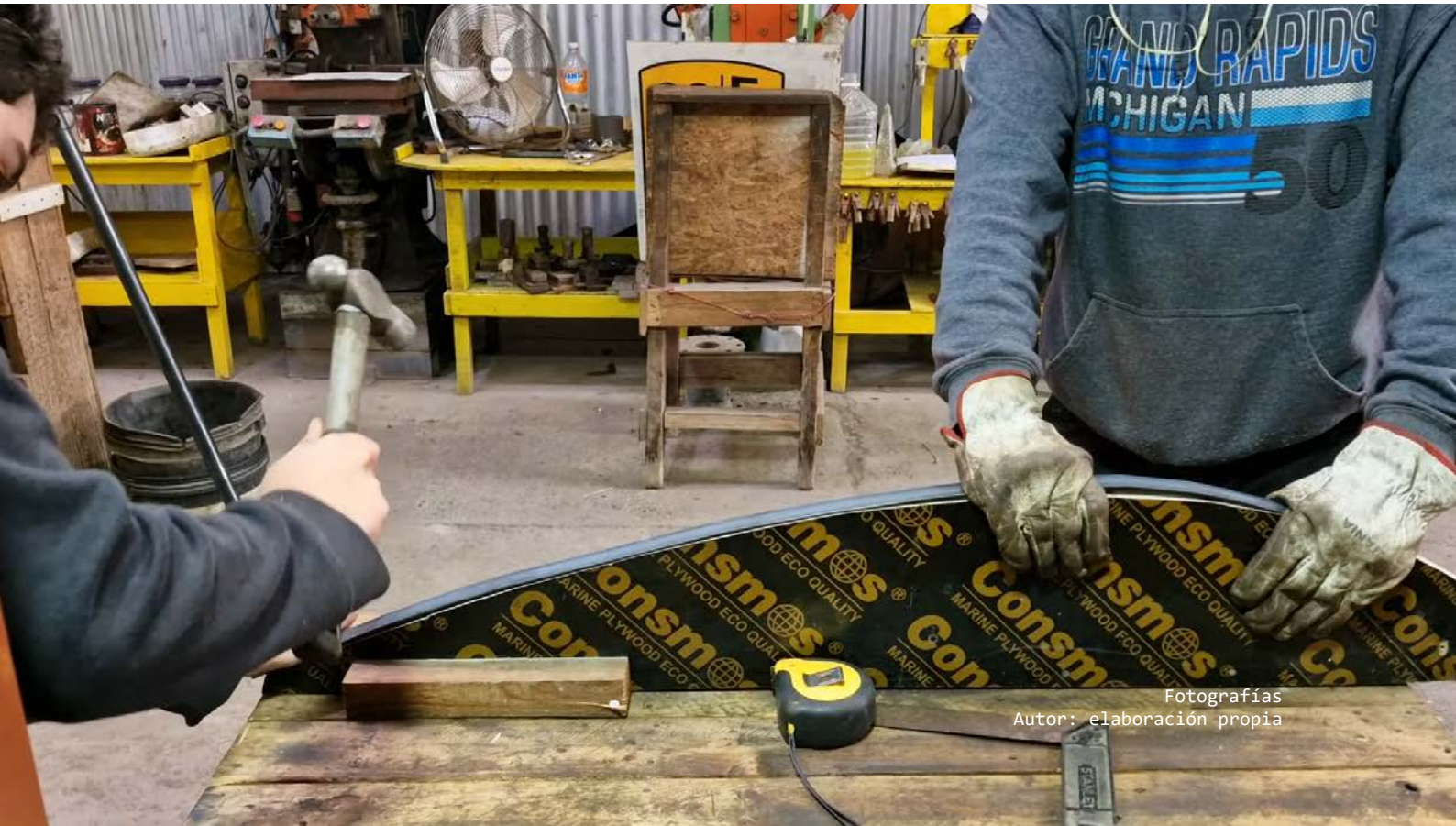
Fotografías
Autor: elaboración propia

6.7 Moldeado de pletinas con curvatura de parábola.

Para dar la forma parabólica a las 12 pletinas de un metro que definen la geometría cóncava del plato, se combinó un pre-doblado manual con el uso de un molde guía fabricado en el taller.

El proceso comenzó doblando las pletinas a mano contra el borde de una mesa para aproximar la curvatura inicial del acero. Para lograr la curva exacta de la parábola, se construyó un molde de madera utilizando una plancha de terciado. El procedimiento consistió en imprimir la curva de la parábola a escala 1:1 en un papel grande, calcarla directamente sobre la madera y cortarla para obtener el perfil de referencia.

Finalmente, cada pletina se posicionó sobre este molde de terciado y, con la ayuda de un martillo, se fue golpeando y moldeando el fierro contra la madera. Este trabajo manual permitió que el acero adoptara con precisión la forma cóncava calculada en el diseño antes de pasar al armado de los marcos.



Fotografías
Autor: elaboración propia

6.8 Soldadura de marcos modulares de paraboloide.

Con todas las pletinas cortadas y moldeadas a su forma definitiva, se procedió al armado y soldadura de los seis marcos que componen la geometría del plato. Para esto, se fabricó un soporte circular auxiliar en el suelo que sirvió de guía para ir posicionando los seis marcos uno al lado del otro, presentando la forma total de la parábola de manera simultánea en el taller. Al igual que se hizo con el soporte tubular, las piezas se fueron uniendo inicialmente mediante pinchazos de soldadura en lugar de aplicar cordones definitivos desde el principio.

Presentar los seis gajos juntos y acoplados antes de soldar por completo fue clave para asegurar la correspondencia perimetral entre los módulos y verificar que la geometría mayor cerrara de forma correcta. Una vez comprobado que todos calzaban perfectamente unos con otros, se completó la soldadura de cada marco, obteniendo como resultado los seis gajos idénticos y acoplables que conforman la pantalla reflectora.



Fotografías
Autor: elaboración propia

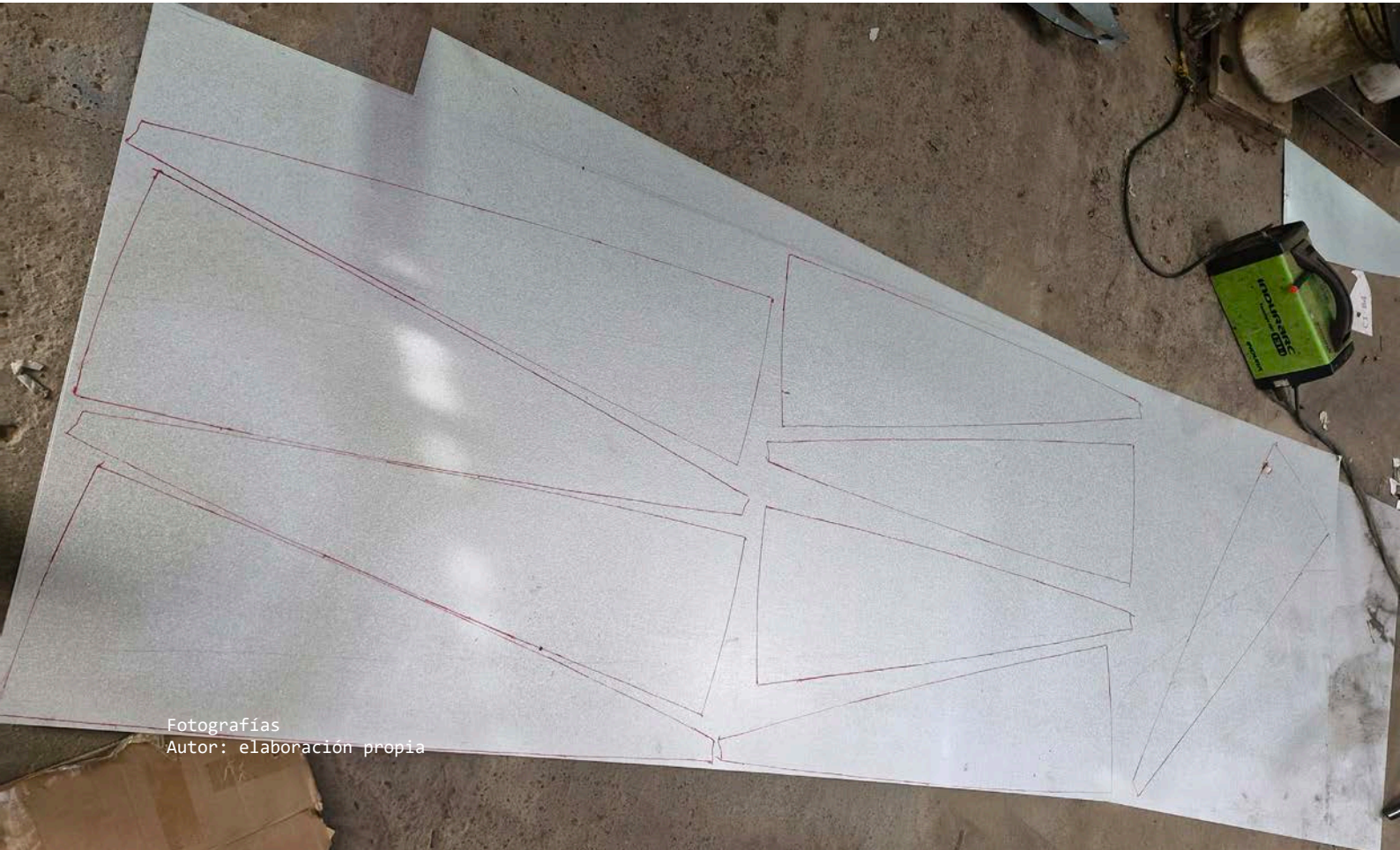


Fotografías
Autor: elaboración propia

6.9 Corte e instalación de laminas de zinc liso.

Para revestir la estructura del plato, se imprimió el aplanado de los gajos a escala 1:1 en hojas de papel. Estas plantillas sirvieron para calcar la geometría exacta sobre láminas de lata zincada de 0,35 mm de espesor, las cuales se cortaron posteriormente utilizando la galleta. En total se fabricaron 15 paneles de zinc en lugar de 18, ya que el módulo inferior donde se ubica el asiento del usuario no lleva piel, dejándose libre de material.

La instalación de la piel sobre los marcos de pletina se realizó mediante remaches pop en las esquinas de cada segmento. Para fijarlos, se hizo una perforación con taladro en los puntos de encuentro del acero con la lata y luego se aplicó el remache, asegurando que las planchas quedaran completamente tensadas y firmes a la estructura de cada módulo.



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia

07

EXPERIENCIA

Prueba acústica del dispositivo. 7.1

Transporte a terreno. 7.2

Instalación en terreno. 7.3

Experiencia. 7.4

7.1 Prueba acústica del dispositivo.

Antes de emprender el viaje al sur para la instalación definitiva, se consideró fundamental realizar una prueba experimental para validar el comportamiento físico y geométrico del paraboloide. Para esto, el dispositivo se montó en el patio de mi casa y se emplazó a una distancia aproximada de 50 metros de una vertiente natural. El objetivo era doble: registrar la ganancia sonora de manera cuantitativa utilizando un micrófono y experimentar, por primera vez, el impacto fenomenológico de la estructura en el cuerpo.

Las mediciones técnicas arrojaron resultados determinantes. Al registrar el sonido ambiental a oído limpio y luego con el micrófono posicionado en el foco de la parábola, el análisis en el espectrograma de Adobe Audition reveló un incremento notable en la presión sonora de entre 6 y 9 decibeles (dB). En la física acústica, un aumento de esta magnitud es contundente, ya que bordea el doble de la percepción volumétrica del sonido original. Este dato no solo validó la precisión geométrica del diseño y el correcto funcionamiento del plato reflector a gran distancia, sino que disipó de inmediato la incertidumbre de que el efecto pudiera resultar sutil o imperceptible; por el contrario, demostró ser una amplificación rotunda.

Más allá de los datos duros, la experiencia sensorial de sentarse por primera vez en el dispositivo bajo estas condiciones fue reveladora. Durante la jornada, corría un viento muy fuerte en el lugar. Al estar fuera de la estructura, el viento chocaba directamente contra los oídos y contra el micrófono desprotegido, generando un ruido saturado que tapaba los sonidos del entorno. Sin embargo, la parábola se orientó de tal manera que su volumen posterior quedaba de espalda a las ráfagas.

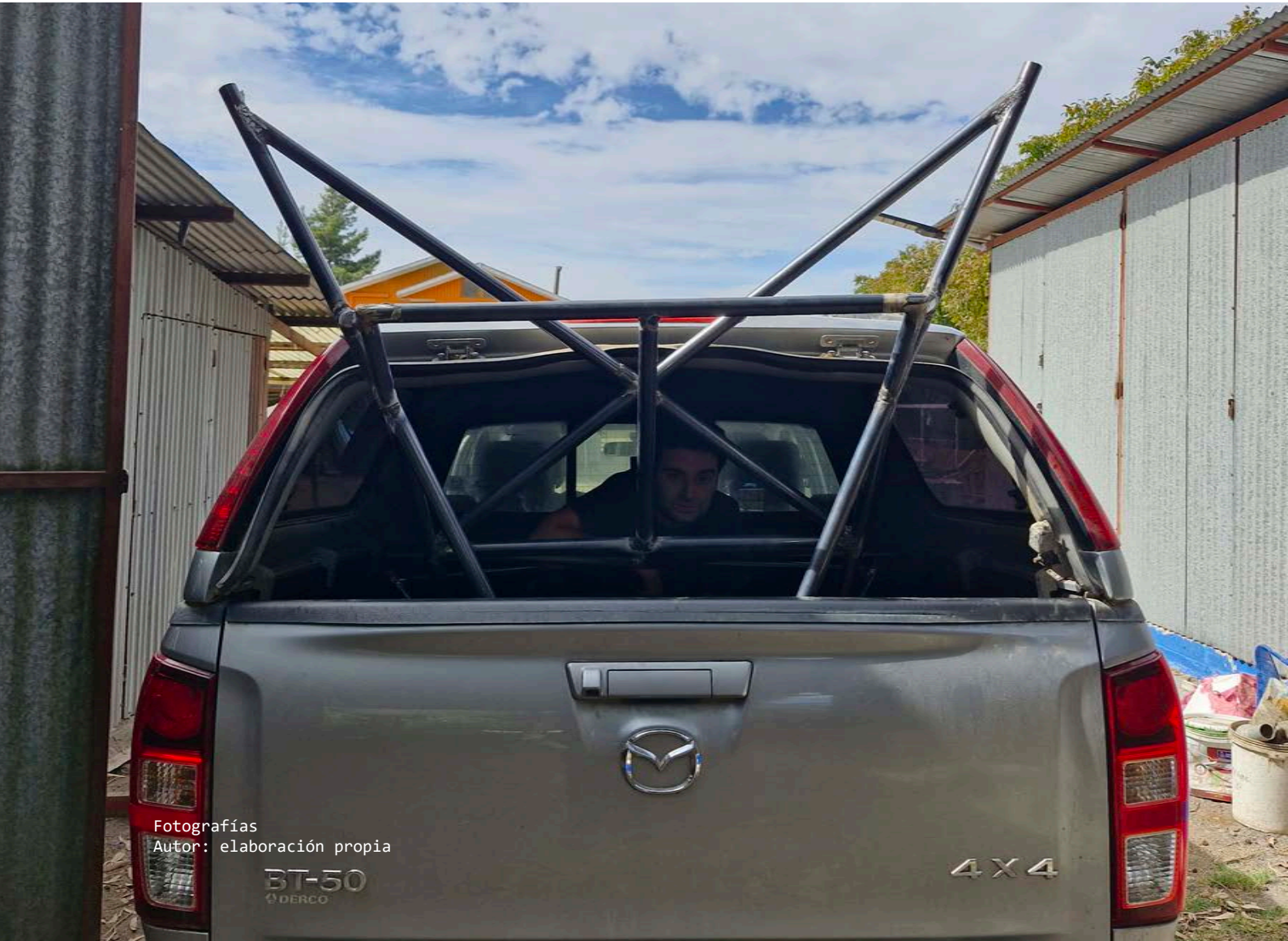
Al sentarse en la banca, el cuerpo experimentó una transición inmediata: la pantalla actuó como un escudo físico que aisló el viento circundante, reduciendo drásticamente su interferencia. Esta protección, sumada a la concentración de las ondas sonoras en el foco, permitió que el murmullo de la vertiente apareciera de pronto con una nitidez y claridad asombrosas. El sonido del agua, que antes se disolvía y competía con el viento, se volvió el protagonista absoluto del espacio audible, confirmando la capacidad del proyecto para filtrar el paisaje y construir un lugar de intimidad y contemplación.



Fotografías
Autor: elaboración propia

7.2 Transporte a terreno.

El proyecto se diseñó considerando sus dimensiones para que pudiera caber en el pickup de una camioneta para su traslado. El viaje se realizó durante el mes de abril y se utilizó un vehículo con cúpula trasera, lo que permitió llevar la estructura parcialmente cubierta para evitar que la lluvia la dañara durante el trayecto.



Fotografías
Autor: elaboración propia

7.3 Instalación en terreno.

Una vez en el terreno, el proceso de instalación comenzó con una excavación para conformar una pequeña terraza en la pendiente, permitiendo asentar y nivelar el soporte tubular. Con la base ya nivelada en su posición, se procedió al armado del plato y su instalación, dejando el proyecto en su lugar oficial orientado hacia el árbol seleccionado.



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia



Fotografías
Autor: elaboración propia

7.4 Experiencia.

Una vez finalizada la instalación y habiendo orientado el proyecto de forma definitiva hacia el árbol seleccionado, se procedió a realizar las pruebas de escucha para evaluar el comportamiento acústico de la pantalla. Como estrategia, se decidió dejar instalada la estructura desde la tarde del día anterior para realizar las pruebas temprano a la mañana siguiente. Esta pausa fue importante, ya que el proceso de montaje e instalación en terreno generó bastante ruido que alteró el entorno inmediato y ahuyentó a las aves; el lapso de espera garantizó que las condiciones ambientales retornaran a su estado natural antes de la experiencia.

Al aproximarse al proyecto, el efecto acústico se manifiesta de manera progresiva. No es necesario estar completamente sentado para percibir la acción de la parábola: a medida que uno se acerca a la concavidad, se experimenta un aumento gradual en los sonidos del entorno, funcionando como una amplificación del paisaje. En este trayecto, gran parte del viento y del ruido blanco ambiental comienza a disminuir de forma de perceptible. Al sentarse en la banca, el punto focal no se encuentra de inmediato de forma automática, sino que el usuario debe buscarlo activamente moviendo levemente la cabeza por el espacio; este recorrido continúa hasta que se llega a una posición donde se calza con el foco exacto, instante en que se gatilla una amplificación rotunda y un cambio radical en la nitidez de los sonidos que vienen desde la dirección observada.

Fotografías
Autor: elaboración propia

Al alcanzar esa coordenada exacta, los sonidos distantes acortan su distancia y se vuelven nítidos y nítidos. En ese momento la escala del bosque cambia: las vocalizaciones de las aves, que antes se disolvían entre las copas de los árboles, se escuchan ahora con una definición absoluta, permitiendo entender la textura de cada canto y las variaciones de su tono como si ocurrieran a pocos centímetros del oído. El dispositivo actúa como un filtro que acerca eventos que habitualmente se pierden en la distancia. El crujido de ramas secas quebrándose a lo lejos, el roce del follaje que se mueve en el eje de la pantalla y el eco remoto del ladrido de un perro —que era imposible de escuchar fuera de la banca— aparecen de pronto de forma tan limpia que transforman la distancia en una cercanía íntima, revelando detalles del territorio que antes permanecían imperceptibles.

Más allá de la amplificación, el dispositivo genera una experiencia de inmersión que altera la forma en que nos ubicamos en el espacio. En condiciones normales, el sistema auditivo nos permite saber de dónde viene un sonido y asignarle una dirección precisa con los ojos cerrados. Al sentarse en la banca, este orden se rompe: el sonido de un ave proveniente del árbol seleccionado experimenta una transición espacial; primero, parece desplazarse desde el frente hacia atrás y, a medida que la cabeza se ajusta estrictamente al foco, el canto deja de venir “desde un lugar” exterior y pasa a percibirse de forma envolvente directamente alrededor de la cabeza. Al perderse la noción de distancia y dirección original, el habitante queda completamente integrado dentro del entorno sonoro.



Fotografías
Autor: elaboración propia





Fotografías
Autor: elaboración propia

El desarrollo de este proyecto representó un viaje integral que transformó por completo mi manera de entender la arquitectura, transitando desde la abstracción del diseño digital en la pantalla hasta el rigor del trabajo manual en el taller y la geografía del terreno. Más allá de la construcción de un objeto físico, este proceso constituyó un aprendizaje profundamente personal sobre cómo escuchar y leer un lugar a través de los sentidos, traduciendo la inmaterialidad del sonido en decisiones estructurales. No fue un camino lineal; enfrentarme a la responsabilidad de que la propuesta funcionara de manera efectiva en la realidad me generó una gran ansiedad e incertidumbre en muchas etapas. Existía en mí el temor constante de que el efecto acústico terminara siendo algo sutil o casi imperceptible, una duda que solo se disipó al sentarme por primera vez en la banca y comprobar, con enorme satisfacción, que se había logrado una experiencia inmersiva evidente y de una nitidez sobrecogedora.

El éxito del dispositivo no solo se limitó a su rendimiento en el paisaje natural, sino también a las posibilidades que me abrió su diseño práctico. La lógica modular y desarmable del plato y el soporte me permitieron trasladarlo con facilidad en espacios reducidos, transformando el proyecto en un artefacto itinerante. Gracias a esto, pude exprimir al máximo el potencial de la estructura, poniéndola a prueba en diversos entornos con diferentes tipos de sonidos que fueron mucho más allá del canto de las aves, e incluso llevándola al espacio de la universidad para que los profesores pudieran testearla directamente. Esta capacidad de adaptación validó el esfuerzo técnico invertido y demostró que las dinámicas acústicas proyectadas eran reales y replicables.

Finalmente, lograr la instalación en el sitio seleccionado significó finalizar con éxito un gran desafío logístico. Como el lugar elegido era lejos, aislado y en plena pendiente, el montaje en terreno tuvo sus dificultades, pero la forma en que se pensó la estructura ayudó a que todo se pudiera armar y encajar bien en su lugar definitivo, permitiendo llevar esta experiencia acústica a un rincón apartado que ofrece un espacio de intimidad y conexión con la naturaleza. El verdadero logro de todo esto es la experiencia vivenciada en la elaboración del proyecto: desde experimentar y entender el contexto, hasta el diseño, la construcción e instalación de la estructura para poner a prueba la experiencia propuesta.

Este camino que he recorrido, con todos sus procesos y resultados, es el reflejo de la pasión y el amor que tengo por mi trabajo. Nada de esto hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de las personas más cercanas que tengo, que son mi familia: mis padres, quienes siempre me apoyaron tanto en las labores de obra y terreno como en el financiamiento económico de este proyecto; mi abuelita, que nunca dejó de creer en mis ideas. También agradezco a los trabajadores del taller de mis padres, quienes me ayudaron con las tareas técnicas de la obra, como el uso de herramientas de soldadura y la galleta de corte. A mis profesores, Verónica Arcos y Francisco Quitral, quienes estuvieron involucrados en cada decisión de diseño, logística y argumentación teórica. Y un agradecimiento especial a mi pareja, Constanza Alvear, quien literalmente estuvo involucrada en todos los puntos mencionados, entregándome su apoyo incondicional para ayudarme a levantar este proyecto. El respaldo de cada uno de ellos, sumado a una gran pasión y dedicación, me permitió recorrer este camino que fue difícil, pero, aun así, enormemente gratificante. Gracias a todos.

08

Bibliografía

5 elementos claves de la neuroarquitectura | Arquitectura Sostenible. (2019, June 20). https://arquitectura-sostenible.es/5-elementos-claves-de-la-neuroarquitectura/

Ana Mombiedro. (2022). NEUROARQUITECTURA. KHAF.

Arquitectura - Universidad de Talca. (n.d.). Retrieved July 12, 2026, from http://www.arquitectura.utalca.cl/

Creando experiencias espaciales: Diseño de servicios en arquitectura | ArchDaily en Español. (n.d.). Retrieved July 12, 2026, from https://www.archdaily.com/es/995457/creando-experiencias-espaciales-diseno-de-servicios-en-arquitectura

Espacios inmersivos: dando forma a experiencias profundas a través de la arquitectura y el arte | ArchDaily en Español. (n.d.). Retrieved July 12, 2026, from https://www.archdaily.com/es/1013459/espacios-inmersivos-dando-forma-a-experiencias-profundas-a-traves-de-la-arquitectura-y-el-arte

Helbich, M., Hagenauer, J., & Roberts, H. (2019). City Living and Mental Well-being. Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 55(5), 599–610. https://doi.org/10.1007/S00127-019-01808-5

Hinds, J., & Sparks, P. (2011). The affective quality of human-natural environment relationships. Evolutionary Psychology, 9(3), 451–469. https://doi.org/10.1177/147470491100900314

Interiores biofílicos: 21 proyectos que fusionan la arquitectura con la naturaleza | ArchDaily en Español. (n.d.). Retrieved July 12, 2026, from https://www.archdaily.com/es/996714/interiores-biofilicos-21-proyectos-que-fusionan-la-arquitectura-con-la-naturaleza

Matoso Marília. (n.d.). Neuroarquitectura: ¿cómo responde tu cerebro a los espacios? | ArchDaily en Español. Retrieved July 12, 2026, from https://www.archdaily.com/es/982249/neuroarquitectura-como-responde-tu-cerebro-a-los-espacios

¿Qué es y por qué se caracteriza la arquitectura biofílica? (n.d.). Retrieved August 9, 2025, from https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-y-por-que-se-caracteriza-la-arquitectura-biofilica/

Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Leder, H., Modrono, C., Nadal, M., Rostrup, N., & Skov, M. (2013). Impact of contour on aesthetic judgments and approach-avoidance decisions in architecture. Poceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110(SUPPL2), 10446–10453. https://doi.org/10.1073/PNAS.1301227110