

Centro de Investigación y Difusión Meteorológica

Estudiante Adrian Ramos Ruiz
Profesor Guía Leopoldo Prat Vargas
Proyecto de Título Primavera 2017 – Otoño 2018



Memoria para optar al título de Arquitecto

Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile

Quisiera agradecer a todos quienes contribuyeron en este proceso de título. Gracias a mi familia, al apoyo de mis amigos y por sobretodo a mi gran compañera Belén.

“De manera imperceptible, hoy estamos nosotros imaginando el Universo de nuestros Abuelos apoyando nuestro conocimiento en sus costumbres ancestrales y paseando nuestra mirada en el mismo Cielo que nos ha iluminado desde la constante del tiempo que se repite una y otra vez entre la vida y la muerte; entre el Cielo y la Tierra”

Extracto de “El universo de nuestros abuelos”, Proyecto de Etnoastronomía Atacameña realizado por ALMA (2013)

INDICE

I	PRESENTACIÓN Introducción al tema Problemática Motivaciones e intereses Metodología de trabajo
II	TEMATICA Antecedentes Investigación de meteoritos en Chile El proceso de búsqueda – hallazgo de meteoritos en el Norte de Chile Problema Arquitectónico Operaciones de investigación meteorítica y de ciencias planetarias próximas al salar de Atacama Síntesis Objetivo General del Proyecto
III	LOCALIZACIÓN II Región de Antofagasta, Chile Lugar, Salar de Atacama
IV	PROPUESTA Gestión Planteamiento Referentes
V	PROYECTO: CENTRO DE INVESTIGACIÓN METEÓRICA Del territorio Del programa De la arquitectura Usuario Programa
VI	REFLEXIONES Reflexiones Bibliografía

I

P R E S E N T A C I Ó N

Introducción al Tema	8
Problemática	9
Motivaciones e Intereses	11
Metodología de trabajo	11

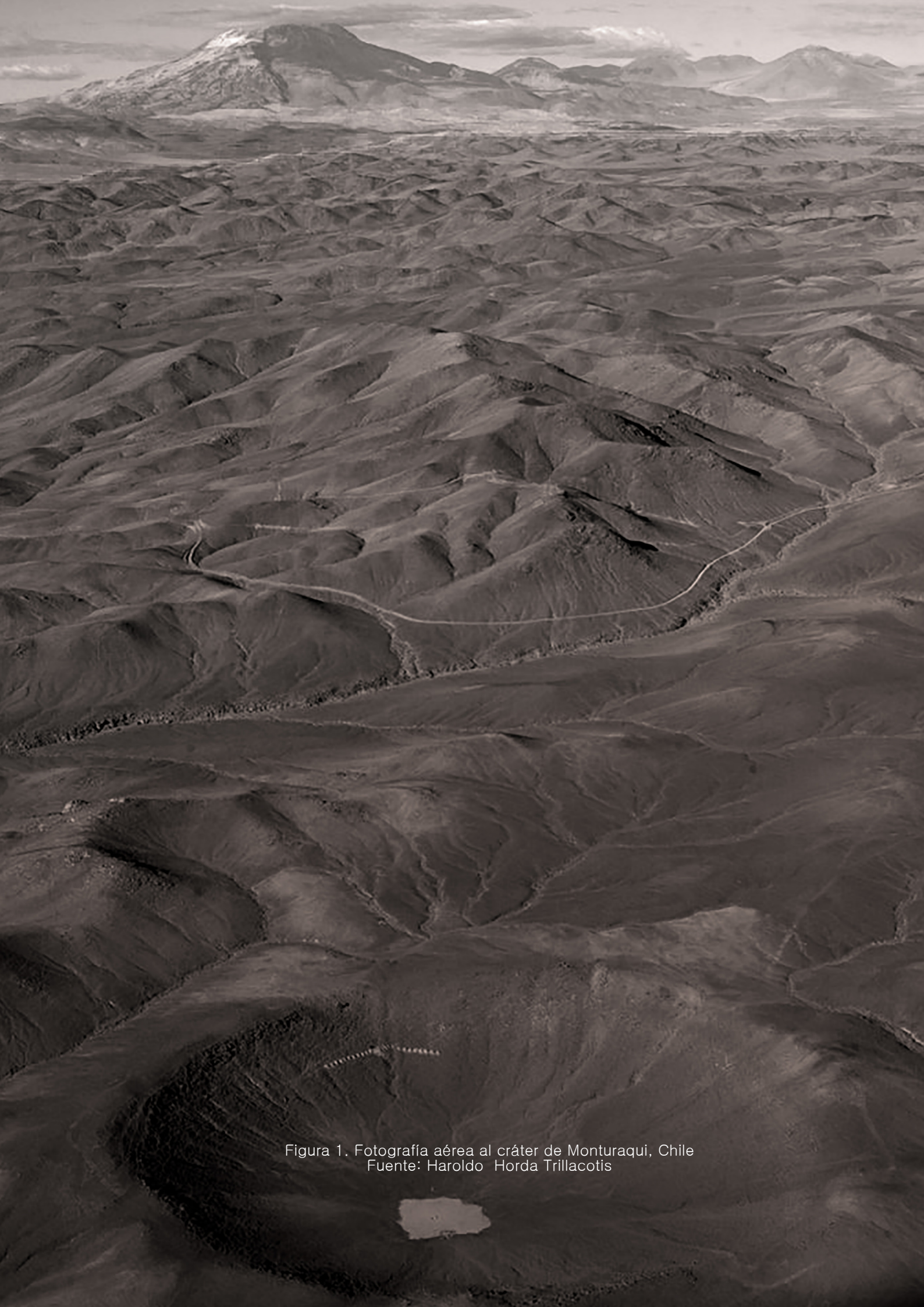


Figura 1. Fotografía aérea al cráter de Monturaqui, Chile
Fuente: Haroldo Horda Trillacotis

Introducción al tema

Meteoritos en el desierto de Atacama, patrimonio geológico chileno.

Por la calidad de sus cielos, Chile es considerado como el espacio de observación astronómica mundial (Argandoña, 2017), en él, se proyecta para 2024 concentrar el 70% de la capacidad de visibilidad, total del mundo, astronómica exterior. Es en el norte del país, donde encontramos la mayor cantidad de equipamientos dedicado a la observación del espacio.

Actualmente, en la II región, se ubican los mayores proyectos astronómicos a nivel mundial, como lo son el Atacama Large Millimeter Array (ALMA) y el European Extremely Large Telescope (EELT). La claridad que ofrece este cielo norteño es producto de factores climáticos definidos por la existencia del Desierto de Atacama, los cuales no solo han favorecido en la investigación sobre el espacio exterior. Si no que además, producto del clima desértico, sus temperaturas extremas combinados a una alta aridez, han proporcionado una superficie estable para la conservación y posterior hallazgo de meteoritos (Valenzuela & Baeza, 2015).

Aun cuando en la II región ya se habían registrado hallazgos de muestras meteoríticas en 1820 y 1861 con el descubrimiento del cráter de Imilac y el de Vaca Muerta, respectivamente (Valenzuela & Baeza, 2015). Se reconoce que Chile recién empieza sus investigaciones de forma sistemática desde hace 13 años. Estos recientes años de búsqueda e investigación han servido para posicionar al Desierto de Atacama como un espacio idóneo para encontrarlos en condiciones favorables para el análisis, habiéndose recolectado 650 muestras durante ese periodo. Llegando a contar, hasta Junio de 2015, con 1170 meteoritos registrados en el Meteor Bulletin.

La alta concentración de meteoritos en el norte de Chile (150 met./km²) se debe a condiciones de hiper aridez y superficies muy antiguas, lo que ha permitido mantener meteoritos con hasta 2 millones de años de vida terrestre en el desierto de

Atacama (Valenzuela, 2018). A diferencia de otros desiertos del orden de 1 met./km². Estas características han favorecido a incrementar el registro chileno, lo que, en comparación con el resto de América, Chile se sitúa como el segundo país con mayor cantidad de hallazgos de muestras meteoríticas (1170) por debajo de EEUU (1737) (Valenzuela & Baeza, 2015).

La alta cantidad de meteoritos reconocidos en territorio nacional ha sido producto del trabajo sistémico de organizaciones públicas, suscritas al Instituto Milenio de Astrofísica (MAS), como también por parte de privados como es el trabajo de Rodrigo Martínez (director del museo del meteorito), Edmundo Martínez, Eric Christensen entre otros.

Estos aportes han hecho posible, proyectar el estudio de la meteorítica planteando nuevos desafíos para la investigación del espacio dentro del desierto de Atacama (Valenzuela, 2018).

Problemática

El Instituto Milenio de Astrofísica ha estado desarrollando Chilean Allsky Camera Network of Astro-geosciences (CHACANA), guiado principalmente por la geóloga del instituto, Millarca Valenzuela.

Este proyecto que facilita el hallazgo de meteoritos que impactan la atmosfera se compone de un sistema de monitorio a través de cámaras situadas en el norte de Chile gracias a un software de reconocimiento.

Sin embargo, actualmente, no presentan un centro de monitoreo y análisis de los datos porque se encuentra todavía en estado de prototipo. Con esta iniciativa se pretende promover el hallazgo de estas muestras geológicas, facilitando la investigación sobre meteoritos en el país.

Sumado a esto se presenta otro desafío. Producto de que la mayor cantidad de muestras recolectadas en territorio nacional están en posesión del Centre Européen de Recherche et D'Enseignement des Géosciences de L'Environnement (CEREGE). Esto debido a un convenio entre el MAS y el CEREGE, este establece que se entregarán análisis y estudios sobre los meteoritos para el instituto chileno, en la medida que se entreguen parte de las muestras que se recolecten en las expediciones en Chile.

Estas expediciones de búsqueda son financiadas por principalmente por la institución extranjera. Las muestras chilenas estarán almacenadas dentro del instituto francés CEREGE hasta que Chile sea capaz de contar con un repositorio con capacidad técnica que permita la preservación las muestras meteoríticas (Valenzuela, 2009).

Por su parte, las expediciones en búsqueda de meteoritos se ven limitadas por la falta de recursos para su realización. En la actualidad se desarrollan una vez por año, financiadas por el CEREGE y MAS, limitadas a dos semanas en las zonas de búsqueda.

De este problema, surge la necesidad de un espacio en el territorio que permita largas permanencias y facilite el estudio de las muestras.

Finalmente, se reconocen acciones del estado por promover la conservación de este patrimonio geológico, con el proyecto de modificación en la Ley Nº 17.288 de Bienes Nacionales para incorporar los meteoritos y cráteres en el país (Senado, 2013). Con esto se pretende cambiar su valor a Monumentos Arqueológicos.

A través de estos cambios, se proyecta un desarrollo considerable en la investigación y protección de meteoritos chilenos.

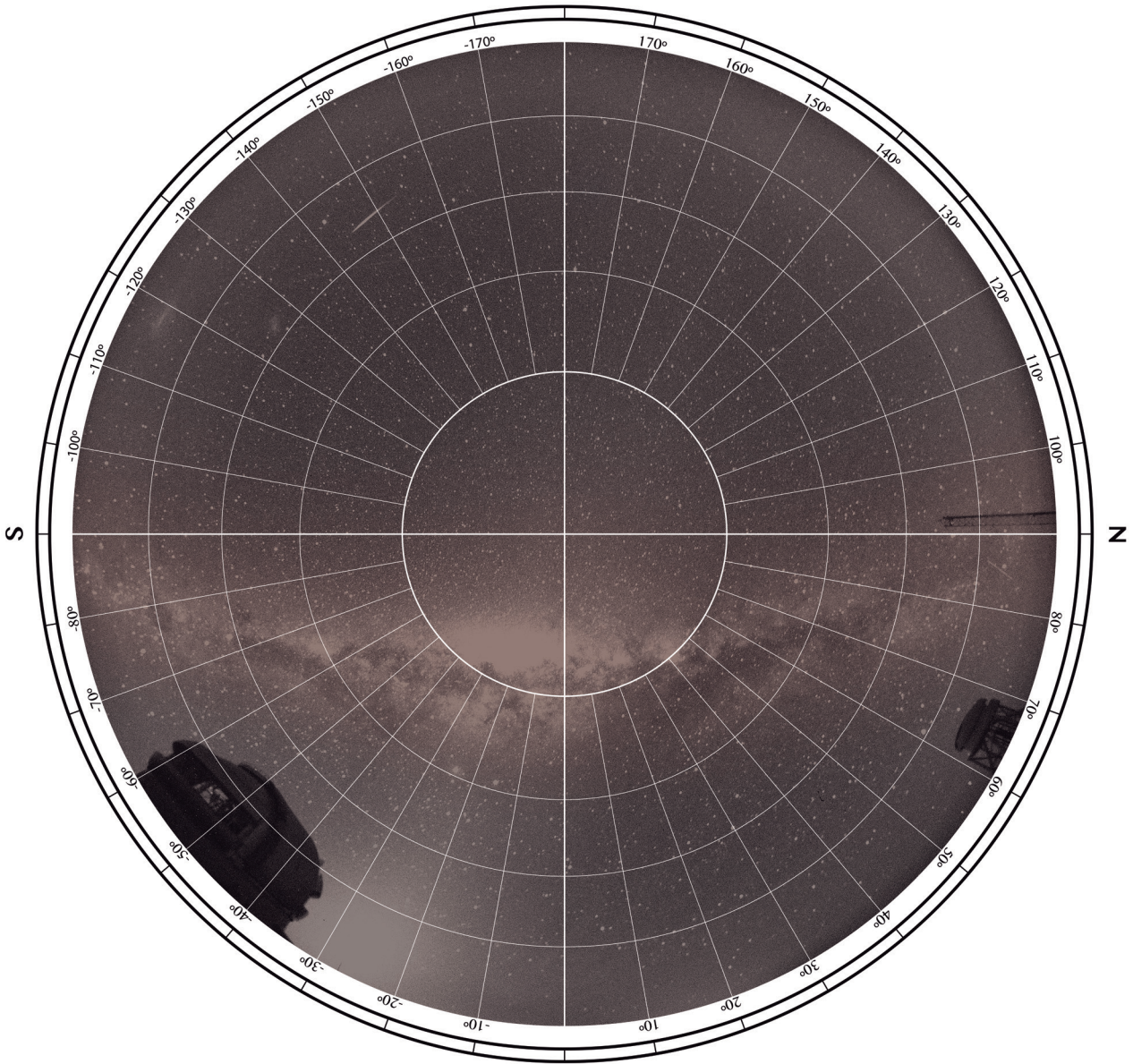


Figura 2. Fotografía tomada por el prototipo de cámara para el proyecto CHACANA, Cerro El Sauce
(en la parte superior se observa un meteoro)
Fuente: Elaboración propia a partir de fotografía del Instituto Milenio de Astrofísica

Motivaciones e intereses

Los intereses que promovieron este proyecto fue la falta de recursos que se presentan hacia áreas del conocimiento con harto potencial a nivel país. A nivel mundial, Chile posee el 50% de la capacidad total de observación del espacio. Actualmente Chile es poseedor del 10% del tiempo de uso de cada observatorio situado en territorio nacional, esto representa una gran ventaja, considerando una proyección a 6 años para concentrar el 70% de la capacidad de observación hacia el espacio.

En 2015 se establece que el desierto de Atacama, además de poseer cielos despejados idóneos para la observación espacial, es capaz de conservar en óptimas condiciones muestras de meteoritos que permiten descubrir las capas que conforman nuestros planetas y explicar la formación del sistema solar (Valenzuela, 2009). Sin embargo, Chile no posee actualmente un repositorio nacional para la conservación y que a su vez permita analizar estas muestras. Sin embargo, se presentan iniciativas en la formación del repositorio por parte del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)

A partir de este interés, las motivaciones desde la arquitectura es ofrecer un soporte para las actividades de investigación y de difusión. De esta forma la arquitectura sirva de contenedor y de refugio para las búsquedas y hallazgos de meteoritos en el desierto de Atacama.

Metodología de trabajo

La memoria se desarrolla en primera instancia dando contexto al fenómeno de los meteoritos en el territorio nacional. Se reconocerán los actores involucrados en el avance dentro de la meteorítica y las ciencias planetarias en Chile.

Esta etapa pretende reconocer por medio de una bibliografía que contempla una revisión de documentación científica, noticias, procesos de trabajo y proyectos arquitectónicos asociados. Se proponen objetivos para el proyecto de arquitectura que vinculen los aspectos técnicos anteriormente revisados.

En segunda instancia, se abordan aspectos geográficos y locales del emplazamiento. Se reconoce un espacio acorde a los equipamientos similares y las oportunidades que ofrece el territorio. Desde lo geográfico, se buscan elementos que permitan vincular el paisaje con la arquitectura, aprovechar las características del desierto como soporte inocuo para las muestras extraterrestres. Desde lo cultural, se buscaran modos de habitar dentro del salar que permitan facilitar la implantación de un proyecto arquitectónico de investigación. Aprovechando las estrategias que ya han sido probadas en el lugar.

De esta forma, lograr definir la ubicación acorde al programa planteado con el fin de aprovechar los recursos que ofrece el contexto. A través de la recolección de información producto de un reconocimiento programático y territorial.

Finalmente, todos estos elementos permitirán desarrollar una propuesta volumétrica, por medio de una conceptualización. La que se abordara por medio de preguntas que permitan establecer un dialogo coherente entre la forma y el concepto que se aborda. La respuesta a estos desafíos se analizaran a medida que se presenta la propuesta.

Para finalizar se realiza una reflexión sobre el proyecto presentado. Considerando dentro de esa observación el proceso de título y el resultado obtenido hasta la producción de esta memoria.

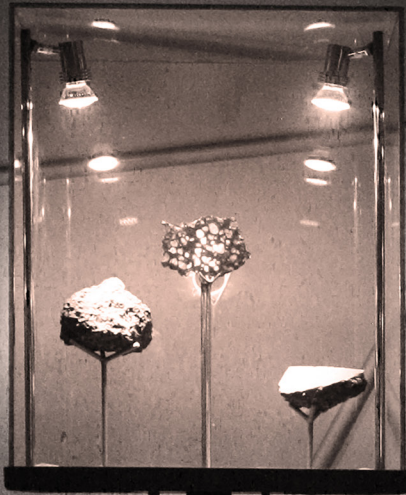
II

TEMÁTICA

Antecedentes	14
Problema Arquitectónico	21
Síntesis	22
Objetivos	22

EL HIERRO Y EL OLIVINO TIENEN UNA FUERTE TENDENCIA A SEPARARSE, Y PARECIERA QUE LA COMPRESIÓN GRAVITACIONAL POR SI SOLA NO PODRÍA DAR LUGAR A PRODUCIR LA INSERCIÓN DE LOS OLIVINOS DENTRO DEL NÚCLEO DE HIERRO. A NO SER QUE FUERE AYUDADA POR ONDAS DE CHOQUE CAUSADAS POR IMPACTOS EN LA SUPERFICIE.

EL HIERRO Y EL OLIVINO TIENEN UNA FUERTE TENDENCIA A SEPARARSE, Y PARECIERA QUE LA COMPRESIÓN GRAVITACIONAL POR SI SOLA NO PODRÍA DAR LUGAR A PRODUCIR LA INSERCIÓN DE LOS OLIVINOS DENTRO DEL NÚCLEO DE HIERRO. A NO SER QUE FUERE AYUDADA POR ONDAS DE CHOQUE CAUSADAS POR IMPACTOS EN LA SUPERFICIE.



THE LIQUID IRON AND OLIVINE HAVE A STRONG TENDENCY TO SEPARATE, AND THE GRAVITATIONAL COMPRESSION BY ITSELF WAS NOT ABLE TO PRODUCE THE INSERTION OF OLIVINE WITHIN THE IRON NUCLEUS, UNLESS IT WAS HELPED BY THE SHOCK WAVES CAUSED BY IMPACTS IN THE SURFACE.

THE LIQUID IRON AND OLIVINE HAVE A STRONG TENDENCY TO SEPARATE, AND THE GRAVITATIONAL COMPRESSION BY ITSELF WAS NOT ABLE TO PRODUCE THE INSERTION OF OLIVINE WITHIN THE IRON NUCLEUS, UNLESS IT WAS HELPED BY THE SHOCK WAVES CAUSED BY IMPACTS IN THE SURFACE.



Figura 3. Fragmento de Palasita (Litosiderito), Museo del Meteorito, Chile
 Fuente: Elaboración propia

Antecedentes

Investigación de Meteoritos en Chile

El desarrollo de la investigación meteorítica y ciencias planetas se origina en 1845, con el estudio mineralógico de la zona norte efectuado por Ignacio Domeyko (Domeyko, 1860). Estas primeras expediciones académicas permiten el hallazgo del cráter de Monturaqui, único cráter de impacto en territorio nacional, y en proporción, el más grande en Latinoamérica.

Posterior al primer hallazgo se promueve la búsqueda y reconocimiento de estos hitos geográficos producto del ingreso de material extraterrestre. Como resultado, en 1853, guiado por habitantes de Peine, Rodolpho Armando Philippi registra y consigue una muestra del meteorito que impacto la zona de Imilac. Producto de esta colisión se produce un cráter de impacto que se bautiza con el nombre de cráter de Imilac. Estas expediciones serían las primeras investigaciones en esta área, esta primera etapa culminaría con el descubrimiento del tercer impacto registrado, conocido como Vaca Muerta en 1865. Este progreso se vería estancado hasta el s. XX (Martínez, 2013).

Durante la mitad del s. XX, se vuelve a retomar el estudio de estas muestras geológicas. Gracias a la acción informal de investigadores privados motivados por coleccionar estos restos de historia que describen la formación de nuestra galaxia.

Sin embargo, de forma oficial, las investigaciones en este campo empiezan a desarrollarse de forma sistemática desde 2004 impulsados por el Centro de Astrofísica (CENASTRO), posteriormente renombrado Instituto Milenio de Astrofísica (MAS) en 2014. Apoyados por instituciones extranjeras interesados también en el estudio de la meteorítica y ciencias planetarias se han podido realizar expediciones anuales al norte del país (Valenzuela, 2018).

Esto logro aumentar sustancialmente la cantidad de muestras recolectas en Chile, superando a toda Latinoamérica. El estudio de estas muestras en territorio

nacional, a su vez, permitió indagar sobre la importancia que tiene el medio natural en el que caen estos meteoritos, reconociendo al desierto de Atacama como un espacio idóneo para la búsqueda y hallazgos de los restos meteoríticos. Los avances que se han obtenido en este campo han sido producto del trabajo colaborativo de instituciones chilenas con extranjeras, ya que Chile no cuenta con la infraestructura apropiada para el análisis de las muestras ni de un repositorio con capacidad para almacenar estas elementos. Por lo que la mayor cantidad de estos meteoritos son llevados al CEREGE para ser estudios en profundidad, ellos también son quienes conservan los especímenes chilenos.

Sin embargo, desde 2014, el SERNAGEOMIN ha presentado iniciativas que buscan repatriar estas muestras a través del establecimiento de un Repositorio Nacional de Meteoritos con sede en el centro de Astrofísica de la PUC, adscrito al MAS (Valenzuela, 2018).

En la actualidad, estos estudios (tanto sobre meteorítica como sobre el territorio) han motivado al Instituto Milenio de Astrofísica la creación CHACHANA, un sistema que monitoree la actividad de los bólidos que bordean la atmósfera chilena en el norte del país. Con este nuevo dispositivo se planea facilitar el hallazgo de muestras posterior a su caída, evitando con ello su deterioro producto de la interacción físico-química con el medio terrestre.

Esto significaría para las investigaciones posteriores conseguir muestras en el desierto de Atacama con una baja erosión, lo que facilitaría su análisis posterior por el estado de pureza que presenta.

En cuanto a la protección de estos como patrimonio, desde el estado se reconocen esfuerzos por la modificación a la ley N° 17.288 de Bienes Nacionales, buscando incorporarlos como Monumentos Arqueológicos.

Estas modificaciones se han presentado desde 2013 y no han podido llegar a una

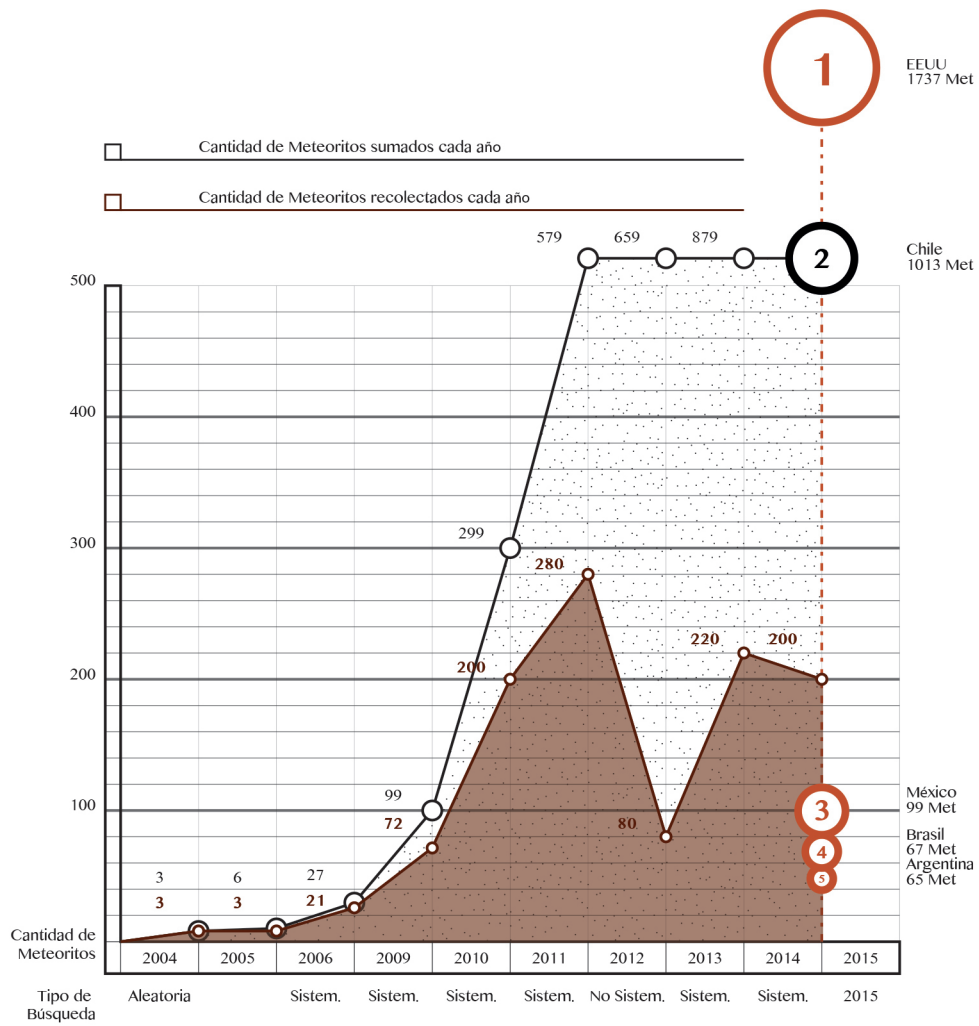


Tabla 1. Cantidad de meteoritos hallados en Chile vs America
Fuente: Elaboración propia, en base a (Valenzuela & Baeza, 2015)

resolución que brinde a los meteoritos ni a los cráteres, un valor patrimonial. La actual desprotección legal que poseen los meteoritos y los hitos geográficos asociados, como patrimonio geológico, ha derivado en constantes hurtos de piezas en sitios de impacto, exposiciones y museo. Culminando con el daño reiterado por acción humana en los cráter de Monturaqui y Vaca Muerta (Valenzuela, 2018).

Como resultado de todos elementos, se establece que la falta de regulación sobre la materia, sumado a la falta de infraestructura pertinente han repercutido negativamente en el avance de las investigaciones chilenas dentro de este campo científico que presenta un desarrollo futuro prometedor.

Instituciones asociadas al estudio de meteoritos

Los principales avances sobre el campo de la meteorítica y las ciencias planetarias en Chile son llevados a cabo, principalmente por actores privados y públicos. Del primero tipo, principalmente son guiados por los representantes del museo del Meteorito, iniciados por Edmundo Martínez y relevado por Rodrigo Martínez. Estas expediciones privadas han recolectado cerca de 300 ejemplares, que posteriormente han sido analizadas por equipos tecnológicos del Instituto de Ciencias de la Universidad de California para posteriormente ser almacenados y expuestos en el museo del meteorito. Cabe destacar que esta institución fue la primera de su clase a nivel mundial y en ella se exponen los hallazgos de 40 años de búsqueda.

Actualmente este espacio de difusión plantea mejorar sus dependencias con un proyecto de museo emplazado en la localidad de San Pedro de Atacama, por la ubicación dentro del desierto, facilitando la recolección de las muestras extraterrestres. Estas mejoras contemplan el desarrollo de un asentamiento que permita estancias prolongadas de exploradores y un espacio de mayor dimensión que permita ampliar la exposición de meteoritos que

actualmente se exponen.

Desde el sector público, con la creación del CENASTRO (luego Instituto Milenio de Astrofísica), se han apoyado expediciones anuales en conjunto al CEREGE. Desde el MAS se acrecienta la necesidad de fortalecer los centros de investigación y difusión asociados a la investigación del espacio exterior, situación que se condice con el informe de Valorización de la ciencia (2015) que busca incentivar la inversión pública en las áreas científicas de investigación en el país por medio de tres áreas:

Crear nuevos recursos claves como la infraestructura científica, fortalecer la investigación colaborativa entre los distintos espacios de la iniciativa Milenio y por último, proyectar estos avances en la sociedad por medio de la difusión y el reconocimiento del valor que representan para el país.

Esto ha contribuido paulatinamente en mayor participación y financiamiento en las expediciones anuales, aumentando la cantidad de hallazgos, y por ende, los estudios realizados por las instituciones MAS y CEREGE.

Sin embargo, actualmente, no se presentan iniciativas por consolidar un centro especializado en esta área científica en la zona de exploración. Lo que ha frenado el avance en la investigación por parte de la institución chilena.

Por su parte, la institución francesa ha mostrado gran interés por el desarrollo de esta área de investigación y son los principales investigadores en el área a nivel mundial. Esto gracias a los recursos tecnológicos que permiten albergar y estudiar en profundidad las muestras. Por su parte, debido a la falta de medios, el trabajo realizado por el MAS en esta área, se ha visto limitado a las labores primarias en el estudio, procesando las muestras para un mejor manejo dentro del trabajo que se desarrolla en los laboratorios franceses (Valenzuela, 2009).

En última instancia, se ha asociado al SERNAGEOMIN para colaborar en las acciones del Instituto MAS, sumando nuevos espacios de trabajo y análisis de las muestras. Pudiendo con esos aportes, contar actualmente con una gestión para la creación de un Repositorio Nacional de meteoritos en Chile.

El proceso de búsqueda – hallazgo de meteoritos en el Norte de Chile

Los procesos de búsqueda moderno no se han modificado de manera significativa en los últimos años. Como antes ya se ha mencionado, estas faenas las desarrollan dos instituciones en el país, cada una con sus respectivas estrategias. El primer tipo de búsqueda, guiado por Rodrigo Martínez y su equipo, se desarrolla por deambulaciones en el desierto. El proceso se caracteriza por avistar y discriminar objetos que irrumpen con la homogeneidad del paisaje desértico. Forma, color y tamaño permiten distinguir la presencia de estos meteoritos dentro del Desierto de Atacama.

Todos estos elementos, sumados a la experiencia de los exploradores, y por medio de pruebas de magnetismo en terreno les permite discernir la pertenencia de las muestras como rastros meteoríticos. De ser acertado, el proceso en terreno concluye con la triangulación de la posible elipse de impacto que habría producido las muestras recolectadas. Los meteoritos hallados en la faena son separados para ser enviados al ICN en Estados Unidos y parte de ellos son almacenados para su posterior exposición en el Museo del Meteorito, así lo define Rodrigo Martínez en (Argandoña, 2017).

Este tipo de búsqueda y trabajo posee la ventaja de tener su centro de operaciones en las proximidades al salar de Atacama, específicamente en la localidad de San Pedro de Atacama. Por lo que permite desarrollar estas operaciones reiteradas veces en el año, por su proximidad a las zonas de interés, obteniendo mayor cantidad de muestras meteoríticas. Sin embargo, debido a la forma de búsqueda, se ve limitada su detección en terreno

a muestras de mayor envergadura, en comparación, a los registros que ha hecho el MAS y el CEREGE (Valenzuela, 2018).

El segundo tipo de búsqueda sistemática, guiado por el MAS y el CEREGE, se caracteriza por la técnica de barrido en las posibles zonas de hallazgo. Por medio de investigación recopilada producto reiteradas exploraciones en terreno, se establecen zonas de mayor probabilidad para los hallazgos de meteoritos.

Habiendo establecido un espacio de trabajo, se disponen las cuadrillas de trabajo sobre el territorio con una separación de 10 m² por grupo. De esta forma se recorriendo toda la zona hasta agotarla (Valenzuela & Baeza, 2015). Luego las muestras son enviadas a los laboratorios de Geología en la Universidad de Chile, también adscrita al MAS, las cuales procesan y se desarrollan las investigaciones preliminares de las muestras. Este proceso culmina con el traslado de las muestras preparadas hacia Francia, al CEREGE, el cual continúa los estudios por medio de análisis de microscopía, mesoscopia, radiocarbono, etc... Siendo la institución francesa la que resguarda las muestras, después del análisis, en su propio repositorio.

La principal ventaja que ofrece esta técnica de búsqueda es la capacidad de obtener mayor cantidad de información mediante el convenio con el CEREGE, esto ha permitido no solo aumentar la cantidad de investigación producida en Chile sobre los meteoritos, sí que no además, ha sido capaz de comprender, reconocer y estudiar el territorio en cual se recolectan estos meteoritos. Estos resultados han permitido concentrar la búsqueda en zonas como el desierto de Atacama, despertando el interés por parte de la comunidad científica en fortalecer la investigación meteorítica.

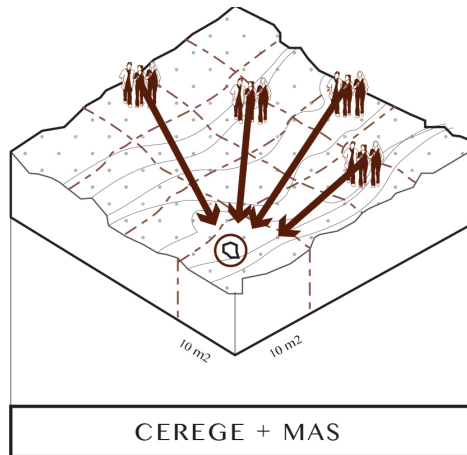
Sin embargo, debido a la inversión que representa movilizar equipos humanos y técnicos desde Santiago a la zona de estudio, esta se ha visto limitada a una exploración por año. Esto se vuelve relevante debido a que, a pesar de la baja

conurrencia a las zonas de búsqueda, por cada faena se han recolectado una cantidad significativa de meteoritos (llegando en 2013 a recolectar cerca de 230 muestras) (Valenzuela, 2018).

Por último, es necesario destacar también la mejora que representa el proyecto CHACANA para esta área investigativa chilena, la cual actualmente se encuentra en etapa de desarrollo.

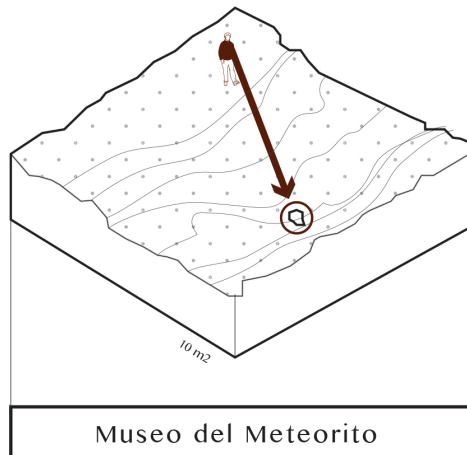
Este proyecto se compone de un software de reconocimientos de bólidos, capaz de diferenciar los meteoritos de otros elementos que sobre vuelan el espacio aéreo. Esto es posible a través de un sistema de triangulación basado en la posición coordinada de las cámaras dentro del norte de Chile, estas cámaras permitirán avistar y reconocer la presencia de los meteoroides antes de impactar (Emol, 2017). Estos procesos se encuentran, basado en los datos del MAS, en un 20% de desarrollo general del proyecto (Valenzuela, 2018).

Se vuelve pertinente gestionar un espacio de análisis de estos datos, que vinculados con el estudio de muestras en el territorio podría contribuir positivamente en el desarrollo de esta área científica en los próximos años.



01

Salida por año
Búsqueda sistemática
por barrido



12

Salidas por año
Búsqueda libre
por avistamiento

Figura 4. Proceso de búsqueda y hallazgo de meteoritos en el desierto de Atacama
Fuente: Elaboración propia

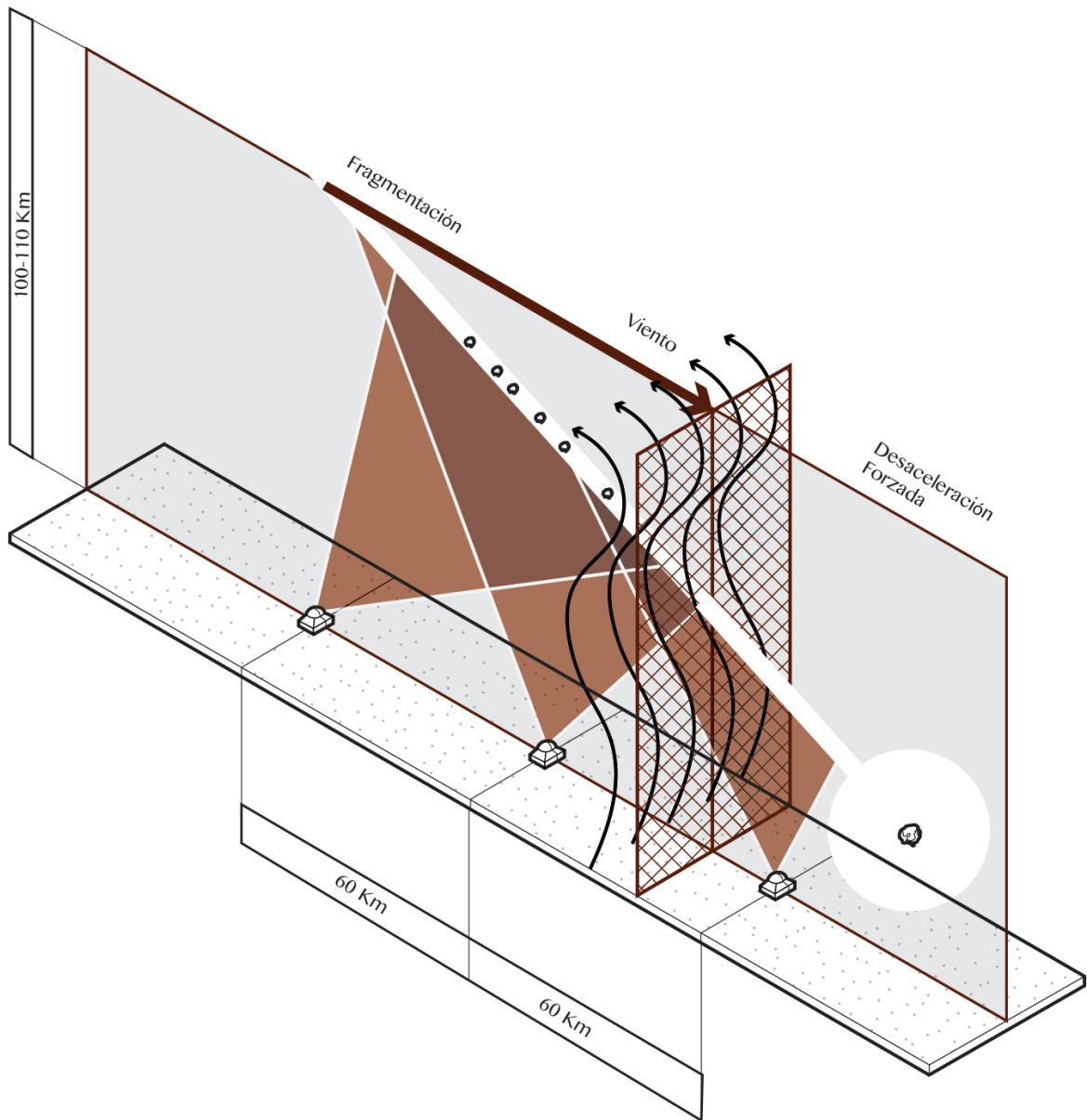


Figura 5. Funcionamiento de monitoreo y rastreo de bolidos sobre la atmósfera terrestre
Fuente: Elaboración propia

Problema Arquitectónico

Operaciones de investigación meteorítica y de ciencias planetarias próximos al salar de Atacama.

A partir de los desafíos que se presentan por la falta de infraestructura apropiada para la investigación sobre meteoritos y ciencias planetarias en el país. Sumado a los problemas técnicos que se presentan para las búsquedas tanto privadas como públicas. Se presentan las siguientes problemáticas arquitectónicas:

La falta de un espacio de trabajo colaborativo para los científicos ha estancado el desarrollo de esta área científica, las investigaciones en curso se han tenido que seguir en instituciones extranjeras, como el CEREGE o el ICN, en definitiva, fuera de Chile por falta de equipos técnicos para su análisis. Teniendo en cuenta la eventual implementación del proyecto CHACANA, se vuelve urgente plantear un espacio de investigación que soporte los hallazgos producidos por las búsquedas en el desierto de Atacama.

Los esfuerzos de búsqueda institucional se han visto afectados directamente por su lejanía a los sitios de interés, esto ha derivado en un alto valor operacional que limita las expediciones a una salida por año. En contraste con las búsquedas privadas, que a pesar de poseer un menor número de personal en la faena, han podido recolectar una cantidad comparable a los hallazgos de las exploraciones de instituciones públicas. Es necesario facilitar un espacio que permite permanencias prolongadas en el desierto de Atacama, y que a su vez, facilite el acceso a las zonas de exploración que ocurran dentro del mismo desierto.

La falta de un repositorio nacional de meteoritos ha generado una alta exportación de muestras meteoríticas hacia el exterior, lo que ha limitado los avances en el estudio de meteoritos en el país. La ausencia de un espacio adecuado para su preservación, mediante convenio, permite al CEREGE almacenar los ejemplares chilenos.

Desde distintas instancias, tanto de la iniciativa milenio sobre la Valorización de la Ciencia (Mercovich, Baéz, Eguren, Moncada, & Roa, s. f.), como desde los investigadores de meteoritos del MAS y del Museo del Meteorito han manifestado la necesidad de potenciar la difusión de estos conocimientos, vinculándolos con la sociedad y fortaleciendo el futuro de las investigaciones por medio de la divulgación científica. La falta de un espacio para la difusión, convergente a todos estos actores, ha producido un bajo alcance en los potenciales nuevos participantes, tanto de la ciudadanía como de la comunidad científica.

Síntesis

De acuerdo a estas problemáticas planteadas, se propone el desarrollo de un “Centro de Investigación y Difusión de Meteorítica” (CIDMET) en Chile.

Se busca vincular todos los procesos necesarios para una óptima investigación de meteoritos en el desierto de Atacama, partiendo por ofrecer un espacio que permita la estadía prolongada de investigadores y que facilite la accesibilidad a las zonas de interés por medio de su emplazamiento. Sirviendo de contenedor para los laboratorios de análisis y trabajos en las muestras, también para el repositorio nacional. Finalmente incluyendo un espacio de divulgación científica, que permita difundir los nuevos hallazgos tanto para los habitantes de las localidades contiguas (fortalecer la relación de la comunidad local con los avances científicos desarrollado en la misma zona) como también al resto de la población (ESO, 2013).

Objetivos del Proyecto

Se establece, por medio de la síntesis, un proyecto de título con la capacidad de servir para plantear una postura crítica frente a la problemática planteada:

Objetivo General

Exponer la necesidad de producir nuevos espacios de investigación científica sobre meteoritos, que vinculen el territorio y a la ciudadanía.

Objetivos Específicos

Analizar la situación científica sobre meteoritos en Chile. Los proceso de búsqueda y hallazgo de meteoritos que se han realizado en el país.

Reconocer los requerimientos contextuales propios del desierto de Atacama, sus oportunidades y limitaciones para la existencia de un centro de investigación

Reconocer y vincular las estrategias de habitabilidad y de cosmovisión de los asentamientos humanos presentes en el borde del Salar de Atacama

Sintetizar y evaluar los elementos programáticos, geográficos y culturales en una propuesta arquitectónica acorde a la factibilidad delimitada por esos parámetros

III

LOCALIZACIÓN

II Región de Antofagasta, Chile	26
Lugar, el Salar de Atacama	28
Referencias	31
Emplazamiento	32



Figura 6. Camino perimetral del Salar de Atacama, Sector Sur-Oeste, San Pedro de Atacama. Se observan horno ritual ancestrales y en la cumbre un demarcador SQM
Fuente: Elaboración propia

II Región de Antofagasta, Chile

La región de Antofagasta, cuya capital regional recibe su mismo nombre. Posee una superficie de 126.091 km². Sus límites territoriales están definidos al norte por la I Región de Tarapacá, al sur por la III Región de Atacama, al oeste por el Océano Pacífico y hacia el este Bolivia en la parte norte y Argentina hacia el sur.

En el territorio de la región se reconocen cinco zonas de relieve con sus características climáticas y morfológicas definidas: La planicie costera, la cordillera de la costa, la depresión intermedia, la cordillera de los Andes y el altiplano. Basado en estas formas formaciones básicas también se configuran sus características climáticas, estas son, respectivamente: Clima desértico con nublados abundantes, clima desértico normal, clima desértico marginal bajo, clima desértico marginal de altura y clima de estepa de altura (Cruz & Calderón, 2008). En este último se emplazan los poblados más próximos al salar de Atacama.

Estas condiciones climáticas han favorecido la implantación de diferentes proyectos para la observación astronómica tanto chilenos como extranjeros, concentrando la mayor capacidad de observación a nivel mundial. Esto ha sido posible por la notable calidad de los cielos despejados en el desierto con 330 noches despejadas al año, en comparación a Europa, cuyos mejores territorios presentan cerca de 50 noches despejadas (Alvarez, 2013).

En cuanto a su hidrografía, se ve definida la zona por su completo endorreísmo, definido por el clima desértico y la morfología del relieve. Con la excepción del río Loa, que a su vez es el más largo de Chile con cerca de 440 km de extensión y abastece a las principales minas ubicada en la zona.

Se caracteriza la zona por su principal actividad económica, la minería. En esta región se concentra la mayor cantidad de asentamientos mineros, tanto en el pasado con los antiguos yacimientos de salitre, como en la actualidad con las principales minas de cobre y molibdeno.

En los inicios del 2000 empieza el interés en explotar los salares de la región en búsqueda de litio, principal insumo para la producción de baterías (Guzmán, 2014).

Se presenta en la región, por lo tanto, una estrecha vinculación con la tierra. La búsqueda y recolección de estos minerales ha permitido el desarrollo económico de la zona. Este avance trae consigo nuevas estrategias para optimizar los procesos de extracción, se fortalece entonces la investigación sobre los tipos de terrenos y también sobre el mineral de cobre, molibdeno y litio.

En los últimos años se ha presentado una nuevo vínculo entre el habitante y la tierra. La condición desértica del territorio ha favorecido la conservación de meteoritos, lo que ha significado una mayor concentración de ellos dentro de la región. El descubrimiento fortalece la relación ya existente entre lo humano y lo pétreo, relación que ha definido las formas de habitar en toda la zona.

Gracias a la gran cantidad de equipamiento astronómico existente actualmente en la región, se considera como un espacio idóneo para la implantación de un centro de investigación de meteorítica. Esto permitirá vincular labores conjuntas de todos estos espacio de investigación científica, facilita a su vez la movilización a las zonas de búsqueda y finalmente, permite visibilizar la importancia del estudio de meteoritos en toda la región.

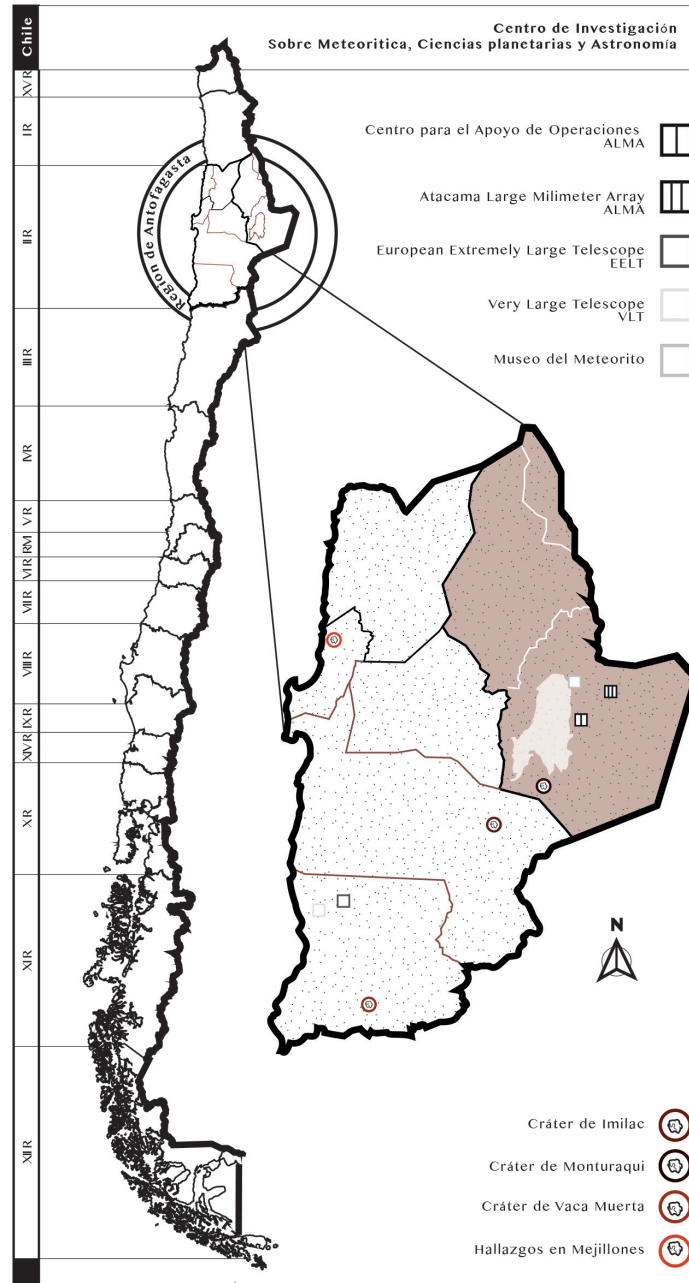


Figura 7. Catastro de hitos geográficos asociados a meteoritos en la II Región
Fuente: Elaboración propia

Lugar, el Salar de Atacama

El salar de Atacama, reconocido a nivel mundial por sus condiciones de hiperaridez, se caracteriza por sus cielos despejados. En él se observa un clima de estepa de altura, definido por la altura en la cual se encuentra (sobre los 3000 msnm). Entre sus características se encuentran una alta radiación solar, sumado a una alta amplitud térmica que bordea los 20°C (min. promedio verano 9.3°C – máx. promedio verano 28.6°C; min. promedio invierno 0°C – máx. promedio invierno 19.1°C)(Cruz & Calderón, 2008; Guzmán, 2014).

En el territorio se distinguen cuatro subzonas de relieve definidas como: Salar de atacama, borde, piedemonte y alta puna (Fullerton & Medina, 2017). De estas, solo en el borde del salar se concentran todos los principales poblados, tales como San Pedro de Atacama, Toconao, Socaire y Peine, todo ellos en torno al salar de Atacama.

La alta calidad de sus cielos ha favorecido el estudio de las estrellas, desde las culturas ancestrales como los Likan Antai, como también desde organizaciones internacionales actuales. Se registran vientos preponderantemente Norte, con variaciones en dirección Este, posee velocidades que varían desde los 5 km/h hasta los 30 km/h pudiendo darse en un mismo día (Guzmán, 2014).

Los biomas se encuentran limitados debido a las combinaciones de altitud, humedad y calor. De aquellos se destacan la estepa alto-andina, la estepa pre-puneña y las formaciones vegetales de río, concentradas mayoritariamente en la zona oriente del salar (Cruz & Calderón, 2008). En tanto a los suministros de agua dentro del lugar se reconocen napas subterráneas que abastecen a las instalaciones de extracción del litio de SQM, pozos construidos por la DGA para la facilitación del recurso en poblados aledaños y de vertientes concentradas en las quebradas que convergen en el salar (Guzmán, 2014; Municipalidad de San Pedro de Atacama, 2010).

En tanto a la cultura de los habitantes del salar, podemos señalar que se origina

desde la cosmovisión de los Likan Antai, “habitantes del territorio” en la erradicada lengua Kunza. Esta visión del mundo se estructura a partir de la observación, sobre esto narra Fullerton et al. (2017) que las comunidades:

“Elevan el mero hecho de ver al acto de observar, a un ‘saber mirar, oír y percibir’ el mundo del que forman. Su forma de aprender, basada en la intensificación de lo percibido, se encuentra en inapelable arraigo con el territorio y esta particular forma de aprendizaje ha constituido la plataforma desde la cual se han desarrollado gran parte de los conocimientos culturales”

Es a partir del acto de observar que se estructura la realidad, la cual se ve delimitada por la cordillera de los Andes y la cordillera de Domeyko. La idea del mundo se ve fuertemente influenciada por estos accidentes geográficos y han dado a entender a los habitantes del territorio la idea de estar circunscritos por estos cordones de montañas, los cuales han dotado de significado combinándolos con la observación del cielo (ESO, 2013).

De esta forma, se empieza a entender el mundo Likan Antai, los cerros son el borde del mundo terrenal y los límites que los separan de la “oscurana”. La cordillera de los Andes, con sus volcanes son las representaciones de los hombres, abuelos y los ancestros (ESO, 2013). Desde ese lado viene el sol, y consigo trae fortaleza y vida a los cultivos. En la cordillera de Domeyko vemos la figura femenina, donde se oculta el sol, es ella quien acompaña a los ancestros convertidos en estrellas.

La idea del cosmos en los Likan Antai entonces se configura desde el exterior hasta el interior, desde lo desconocido, la “oscurana”, el cielo, los cerros y el salar como centro. En este último escalafón se presencia la vida, producto de la interacción de todos estos medios. Esta visión concéntrica ha afectado también la formación de edificios dentro de las comunidades, como ejemplo de ello, se atestigua en las investigaciones realizadas en el aldea de Tolor.

Estas nociones han generado un desarrollo constructivo ligado principalmente a lo pétreo. Las edificaciones presentes en las proximidades al salar se caracterizan por el uso de la piedra liparita. Esta piedra corresponde a una toba volcánica, la cual se extrae desde los pies de la cordillera de los Andes, desde todos los poblados próximos al piedemonte (Fullerton & Medina, 2017). Estas aportan de una notable distinción cromática entre los distintos asentamientos que bordean al salar.

Este material se prefiere por su óptima aislación térmica, frente a otros medios de la zona, por su abundancia y facilidad en el manejo de ella (Fullerton & Medina, 2017). De esta experiencia constructiva se han desarrollado obras que se observan hasta la actualidad, como el pucará de Quito, la iglesia de Toconao y Peine.

De esta forma, se completa el vínculo entre el habitante y su contexto. Los bordes del mundo Likan Antai, las cordilleras y sus volcanes les suministran el material para refugiarse de la adversidad del medio desértico. El ser humano se complementa con la piedra para establecerse y desarrollarse dentro del desierto de Atacama.

Sin embargo, a pesar del beneficio de estas técnicas vernáculas en la zona. Por la falta de continuidad en la enseñanza de estas técnicas, el uso de la liparita cada vez está más limitado (Fullerton & Medina, 2017). Sumado a esto se incorporan nuevos materiales modernos que rompen con la lógica de habitar el desierto, como el bloque de hormigón, lo que ha significado en una pérdida de valor social del medio.



Figura 8. Canteras de piedra Liparita (toba volcánica), Valle de Jeré. Toconao
Fuente: Elaboración propia

Referencias
Formas de ocupación presentes en el Salar de Atacama



Figura 9. Modelo de vivienda, Aldea de Tulo,
San Pedro de Atacama
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Púcara de Quito. San Pedro de
Atacama
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Fachada de Liparita. Toconao
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Fachada de Liparita. Peine
Fuente: Elaboración propia

Emplazamiento

En la búsqueda por un espacio adecuado para la implantación del proyecto, se reconoce la envergadura que pretende alcanzar este proyecto. Es por esto que es necesario considerar que el alcance de este proyecto es regional, ya que pretende servir como un espacio de trabajo colaborativo con los otros centros de investigación tanto de astronomía como de meteoritos específicamente. Por lo que el emplazamiento debe estar pendiente de minimizar su impacto socio-cultural, debido a la eventual carga de ocupación, dentro del desierto de Atacama, el salar y sus habitantes (Fullerton & Medina, 2017), de esta forma, se plantea como opción ubicarlo fuera de los poblados ya existentes.

Para ello, se consideran aspectos geográficos del lugar y la cultura de los habitantes del salar. Entendiendo que esta sinergia de elementos puede ser capaz de delimitar un emplazamiento acorde a la reducción del impacto socio-cultural y de potenciar las cualidades que ofrece el programa con el contexto. Es por ello que la localización del proyecto debe ser fuera de los poblados existentes. Esta misma estrategia se ha utilizado en otros proyectos en la zona, tales como, las residencias para los trabajadores de ALMA y los asentamientos mineros próximos al salar como SQM (Guzmán, 2014).

En primera instancia, se buscó por emplazar al centro de investigación en las proximidades al cráter de explosión, Monturaqui. Pero debido a la dificultad para acceder al lugar del evento por medio de vehículos no especializados, se presenta un problema de accesibilidad frente a un eventual desarrollo real del proyecto. Desde la experiencia en terreno, en conjunto con observaciones realizadas por el director del Museo del meteorito, se desecha esta idea.

Desde este punto de partida, la búsqueda desembocó en un espacio intermedio entre el límite de los poblados en el borde del salar, Peine, y el hito geográfico, anteriormente señalado, el cráter de Monturaqui. De esta forma, el proyecto mismo actúa como antesala para la

posterior expedición turística que podría emerger de esta iniciativa hacia el cráter.

La ubicación del emplazamiento propuesto se encuentra a 8 km al sur del último poblado, Peine, en dirección a Tilomonte (zona de cultivo para los habitantes de Peine). Este lugar se caracteriza por su condición de piedemonte próximo a la cordillera de los Andes. En él, se aprecian tres colinas que circunscriben el terreno de trabajo, estos son producto del descenso del relieve propio de la cordillera en el salar.

Se presenta como una situación ventajosa ya que la geografía accidentada del terreno favorece como biombo natural frente a la adversidad del viento. Por su parte, desde una interpretación cultural se presente como una homología al enclaustramiento geográfico del salar. Desde una perspectiva perceptual, se reconocen las vistas naturales que ofrece el terreno, ventajosa para vincular visualmente con el cráter de Monturaqui

Finalmente, es necesario aclarar que el terreno propuesto corresponde actualmente a la zona de explotación cód. 1983, concesionado a SQM en convenio actual por 10 años. A pesar del convenio, en la actualidad no se presentan faenas de extracción ni exploración en las proximidades al emplazamiento, tampoco se evidencian vestigios de una faena anterior, mostrando un desaprovechamiento del terreno por lo que podría servir para un eventual proyecto de centro de investigación de meteorítica.

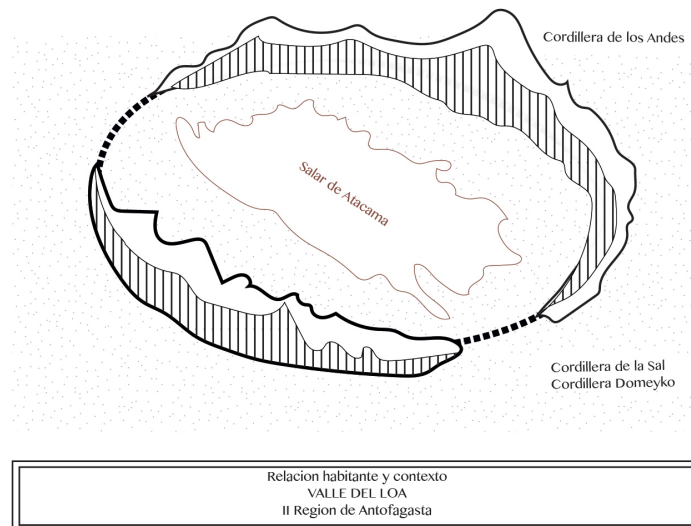
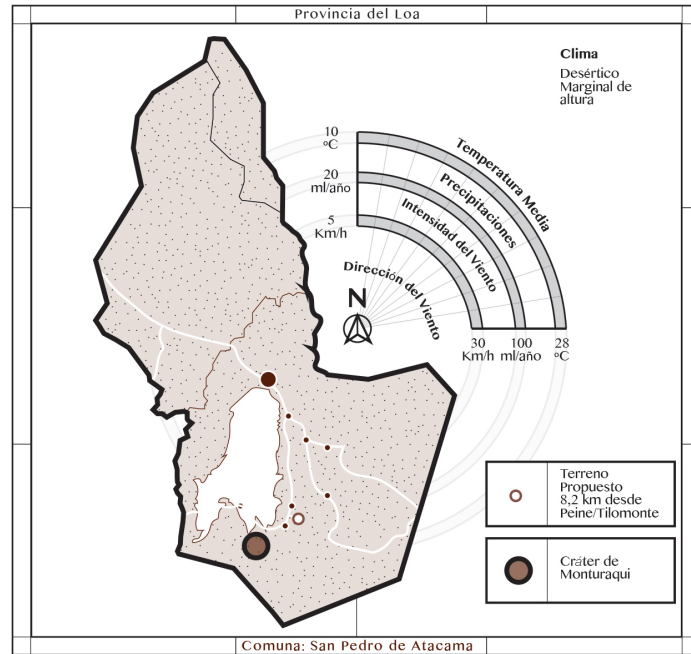


Figura 13. Ubicación Emplazamiento a partir de Provincia del Loa. Chile
Fuente: Elaboración propia

IV

PROPUESTA

Gestión	36
Planteamiento	38
Referencias	40
Emplazamiento	



Figura 14. Mirador volcán Licancabur, Laguna Tebenquinche. San Pedro de Atacama
Fuente: Elaboración propia

Gestión

Para la realización del proyecto CIDMET, se plantea un modelo de gestión que sea vinculante entre agentes privados y públicos. Esta iniciativa nace debido a los intereses conjuntos por difundir las investigaciones del tema que se han desarrollado en el país y también por las experiencias de trabajo conjunta que han tenido resultados positivos para todos los agentes involucrados. Desde el gobierno también se consideran los programas regionales CONYCIT, los cuales están enfocados en “promover el desarrollo científico y tecnológico de las regiones de Chile, a través del trabajo conjunto con los Gobiernos Regionales y Centros de Investigación, de acuerdo a las necesidades y prioridades definidas por las regiones para su desarrollo económico y social”.

Actores involucrados

Museo del Meteorito, esta institución privada trabaja desde 1983 en la recolección de meteoritos en la zona del salar de Atacama. En la actualidad se ha presentado la necesidad de ampliar el museo actual, incorporando en el proceso nuevos espacios para la investigación y para el alojamiento de científicos que quieran aportar en el trabajo de búsqueda y recolección del museo. Esto ha motivado al desarrollo de un nuevo proyecto de museo, que se piensa instalar sobre el sitio actual. Es a partir de estas inquietudes y las planimetrías del nuevo proyecto para el Museo del Meteorito del cual se toma referencia para dimensionar el CIDMET.

Instituto Milenio de Astrofísica, es la principal institución pública que ha guiado las exploraciones de meteoritos en la zona del desierto. Fue reformado a partir de la iniciativa milenio, la cual a través de su informe de Valorización de la Ciencia (2015) ha manifestado su interés por promover nuevos centros de investigación vinculantes entre distintas instituciones. Es a través de este mismo informe que reconoce la necesidad

de fortalecer la creación de nueva infraestructura para la investigación, nuevas áreas científicas de desarrollo en el país y por último, la difusión de los hallazgos a modo de “preparar a la nueva generación de investigadores”.

SERNATUR, el Servicio Nacional de Turismo ha desarrollado un proyecto, financiado por CORFO, que busca fortalecer la difusión en el área de la astronomía, para ello, creó el área de Astro turismo Chile. Esta área busca promover e incentivar la creación de nuevos espacios para conectar las investigaciones astronómicas que ocurren en territorio nacional con la ciudadanía. Para ello elaboró una hoja de ruta 2016–2025 para guiar la colaboración de privados y públicos en programas asociativos que fomenten el desarrollo de esta área de conocimiento.

Cabe señalar que la II Región concentra la mayor cantidad de equipamientos asociados a la astronomía, sin embargo, en cuanto a oferta turística solo presenta el 20% del total nacional, siendo superado solo por la IV Región de Coquimbo con 47% según datos de SERNATUR (SERNATUR, 2016). Por lo que un proyecto de investigación que además fomente el turismo en la zona ayudaría a fortalecer la astronomía a nivel local como foco de turismo con el fortalecimiento del turismo para los habitantes en las proximidades a Peine.

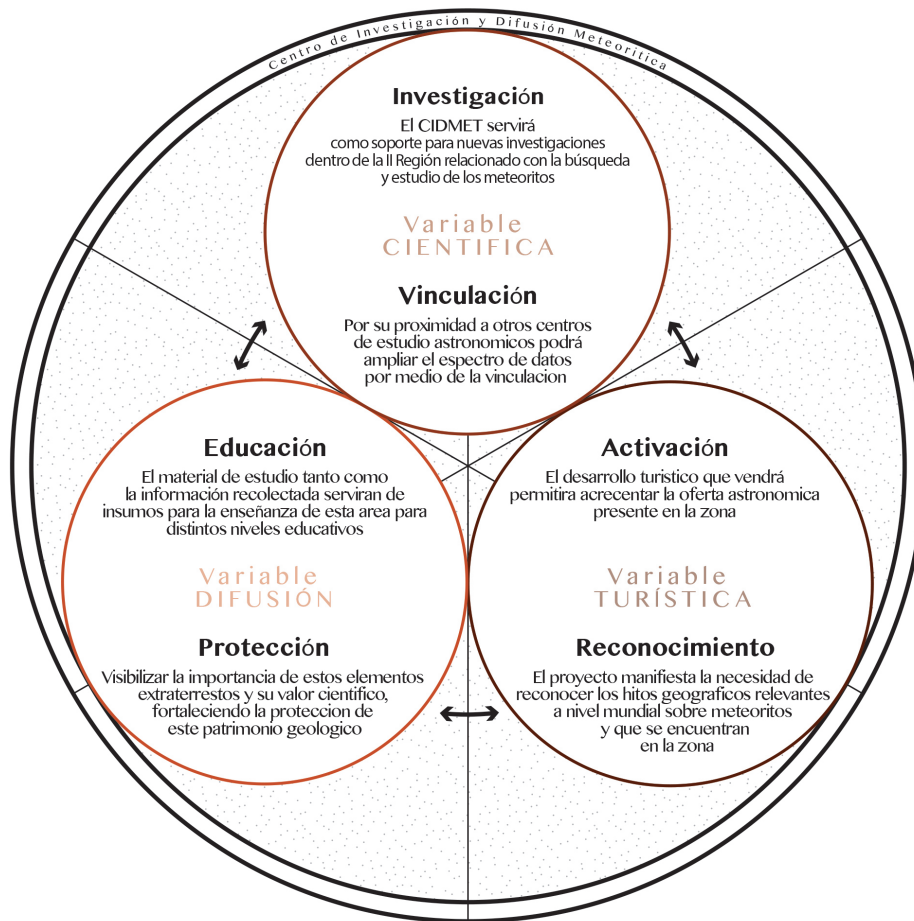


Figura 15. Mapa conceptual Variables dentro de la gestión
Fuente: Elaboración propia

Planteamiento

Umbral para la observación: Entre el cielo y el desierto de Atacama

Como antes ya se ha señalado, la propuesta debe ser el punto de unión entre la búsqueda de meteoritos en el desierto de Atacama y las formas ancestrales de comprender y habitar ese mismo territorio.

Desde los primeros, se reconoce la habilidad de observar analíticamente el territorio (acto fundamental en el hallazgo de estas piezas del espacio exterior) y el deambular en el desierto como herramientas principales para la recolección. Estos actos han derivado en la comprensión del sistema de planetas en el que la Tierra se encuentra inmerso y, a su vez, en el reconocimiento del desierto de Atacama como soporte idóneo para su preservación.

De esta forma, la investigación sobre meteoritos nos vincula al estudio del espacio exterior y las capas que subyacen en su composición. Pero también, nos relaciona con el territorio donde estos (meteoritos) se encuentran en la Tierra reconociendo el valor de contención que ofrece el desierto para conservar estas muestras con un menor grado de deterioro que otros medios.

En tanto a la forma ancestral de comprensión del territorio, se reconoce la cosmovisión Likan Antai y sus manifestación culturales imbuidas en la arquitectura local. De esta visión de mundo se rescata el concepto de contención que ofrecen los cordones montañosos y que ofrecen refugio al habitante en medio de la vastedad del desierto. Desde estas mismas estructuras naturales nace la materia prima que cobija a las comunidades (ESO, 2013; Fullerton & Medina, 2017). Por medio de este acto se refuerza la adoración a los cerros que rompen con la homogeneidad que presenta el desierto de Atacama, como lo son las cordilleras (Domeyko y de los Andes) y los volcanes que bordean al salar.

Las piedras de liparita que se extraen desde los pies del volcán dan vida a los

pobladors que habitan los Likan Antai. De esta forma la arquitectura Likan Antai, por tanto, es el artefacto que homologa la contención que ofrecen las cordilleras que lo rodean. El uso de este material en la propuesta puede ayudar a mejorar la mimesis con el contexto natural y también vincular con las lógicas de construcción existentes en la zona.

A través de la observación del territorio surge la predicción climática que permitió el desarrollo de los cultivos que han mantenido a los asentamientos que persisten hasta la actualidad.

Todos estos elementos han volcado en la creencia de un universo circular, del cual el hombre está inmerso en su centro, los cordones montañosos componen los bordes y se convierten en el único medio de conexión entre el cielo y la tierra. Por último, el salar y los ríos que convergen en él, son el reflejo de la Vía Láctea que se observa en el cielo y es, a su vez, el soporte tanto de la vida como de la muerte respectivamente.

Finalmente, se presentan actos homologables entre ambos modos de habitar el desierto de Atacama. La observación y el deambular como formas de comprender el medio es fundamental para toda actividad dentro de este contexto particular. La propuesta entonces se concibe como la plataforma, tal como lo hace un umbral, de conexión entre espacio exterior y espacio terrenal.

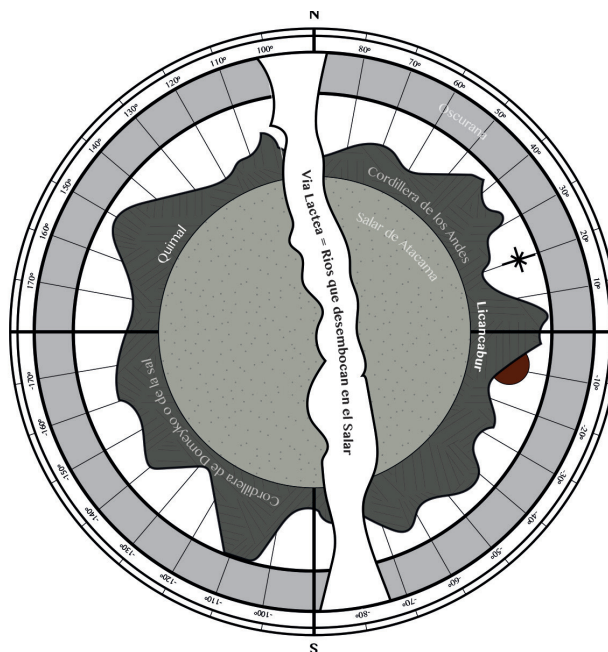
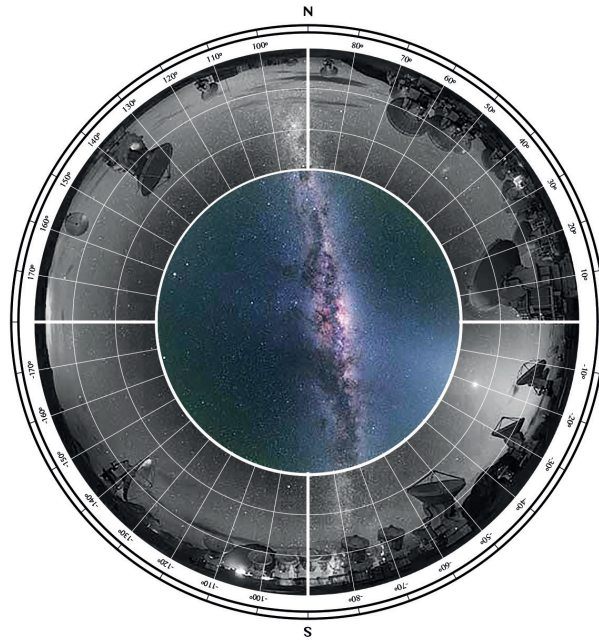


Figura 16. Fotografía Vía Láctea, vista desde ALMA
Fuente: Yuri Beletsky (Embajador Fotográfico ALMA)

Figura 17. Cosmovisión Likan Antai
Fuente: Elaboración propia, a partir de "Entre cielo y tierra" Jimena Cruz

Referencias
THE RING

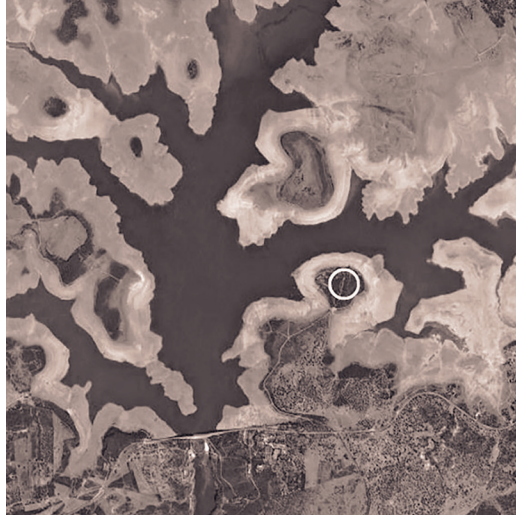


Figura 18-19. The Ring
Fuente: <http://www.jmsg.es/THE-RING>

STAR AXIS



Figura 20-21. Star Axis
Fuente: <https://www.staraxis.org>

RODEN CRATER



Figura 22-23. Roden Crater
Fuente: <http://roden crater.com>

OBSERVATORY ROBERT MORRIS



Figura 24-25. Observatory Robert Morris

Fuente: <http://www.landartfevoland.nl/en/permanent-installations/robert-morris-observatorium-1977/>

V

PROYECTO

Del territorio	46
De la arquitectura	46
Del programa	48
Estrategias de diseño	50
Del criterio estructural	52
Del acondicionamiento energético	52



Figura 26. Vista hacia la cordillera de los Andes, Emplazamiento proyecto
Fuente: Elaboración propia

Del territorio

Siguiendo los lineamientos de ocupación territorial reconocidos anteriormente, es necesario establecer una estrategia de apropiación del lugar. Se plantea una intervención sobre el emplazamiento que permita reconocer la intervención humana dentro del paisaje desértico, pero que a su vez, sea acotada para no afectar en gran medida la zona.

Para este objetivo, se plantea la creación de un sendero concéntrico al espacio de ocupación de la estructura edilicia, que permita al potencial usuario deambular por el emplazamiento reconociendo las estructuras geográficas que lo caracterizan. Este sendero sirve, además, como elemento de delimitación y de conexión para todas las intervenciones sobre el terreno.

En conjunto con el sendero perimetral, en su centro se posiciona un espejo de agua, que busca homologar (así mismo, como lo fue la elección del emplazamiento) el valle que contiene al salar de Atacama, delimitado por las cordilleras de Domeyko y de los Andes. La alta concentración salina en el agua del salar, así como la que se proyecta para el espejo de agua pretende actuar como un reflejo de la situación en el cielo estrellado dentro del desierto. De esta forma aprovechar la posición ventajosa que ofrece el lugar con sus cielos despejados, vinculando aún más la experiencia del usuario con el acto de observación del contexto.

Este último elemento en el territorio, además de lo anteriormente expuesto, tiene además beneficios en la ventilación y control de la temperatura en las proximidades al proyecto. Esto debido a que la alta temperatura que absorbe el territorio, por estar en el desierto, se vería disminuido por la absorción de calor producto del espejo de agua y su posterior evaporación aumentaría el flujo de aire a su alrededor por medio de convección. De esta forma el territorio se adapta mediante el uso sustentable de materiales presentes en la zona.

De la arquitectura

Conceptualmente, el proyecto CIDMET se ha establecido como un umbral de conexión visual entre el cielo y la tierra. Esta conceptualización se produce como resultado de la homologación de los actos que se presentan tanto en el ámbito científico de investigación en terreno como en la forma ancestral de habitar el desierto de Atacama.

La tierra y el cielo del desierto de Atacama son nuestros lentes para ver el sistema solar en el que estamos inmersos. Para el investigador ahora el cielo no es la única forma de dar explicación a los fenómenos de nuestro sistema solar, el suelo es soporte de fragmentos del espacio exterior que son vestigios de la formación de la galaxia en la que estamos inmersos.



Figura 27. Emplazamiento proyecto CIDMET, Escala 1:10000
Fuente: Elaboración Propia

Del programa

El Centro de Investigación y Difusión de Meteorítica en el desierto de Atacama se compone de tres programas distintos, los cuales cubren las necesidades espaciales expuestas con anterioridad. Estos corresponden al espacio de investigación, al espacio museo y también al espacio de hospedaje para los científicos.

Para definir la dimensión de estos tres programas es necesario vincular la proporción entre los futuros usuarios del CIDMET, de esta forma caracterizando la carga de ocupación, y las referencias programáticas, nacionales como internacionales, similares a las que se efectuarán dentro del proyecto.

En primer lugar, se reconocen los potenciales usuarios del proyecto CIDMET. Estos usuarios componen tres grupos mayoritarios, estos son: Turistas o visitantes (usuarios del espacio público y que asisten con el fin de conocer la investigación en torno a los meteoritos), investigadores (usuarios del espacio privado que se albergan en el CIDMET y que lo utilizan como soporte para sus investigaciones) y administrativos (usuarios preocupados por el funcionamiento integral de todos los componentes del CIDMET). Todos ellos vitales para la mantención, uso y continuidad del proyecto.

Para definir la carga de ocupación se analizó la cantidad de participantes en de las expediciones que se han hecho dentro del desierto, tanto las guiadas por instituciones privadas (Museo del Meteorito) como públicas (MAS). A esto se le suma la información recolectada de la observación en terreno de la cantidad de visitas al Museo del Meteorito, único medio de difusión en el país. Esta investigación derivó en la proyección de un espacio para 32 profesionales, de los cuales 8 actúan como guías y/o profesores y 24 como subordinados y/o estudiantes. En tanto a la difusión, se reconoce que es necesario un espacio para 90 visitantes/hora. En cuanto a la administración se requiere de 4 personas que ayuden en la mantención y el funcionamiento orgánico del proyecto.

En segundo lugar, basado en la tabla expuesta, se dimensionan los recintos acorde a la ocupación de los usuarios en función de todos los recintos necesarios para el funcionamiento integral del CIDMET, lo que concluyó en la definición de estos tres programas macro: Investigación = 810 m², Difusión = 605 m² y Hospedaje = 695 m². Dando como resultado final que el proyecto CIDMET requiere de 2532 m² construidos aprox.

Finalmente, es necesario destacar que si bien todos estos programas convergen en un solo proyecto arquitectónico, se reconoce que cada uno contiene actividades diferenciadas por cada tipo de usuario. Por lo que estos 3 programas presentan diferencias en cuanto a privacidad para su ocupación, estas serán abordadas en la conformación de la idea arquitectónica.

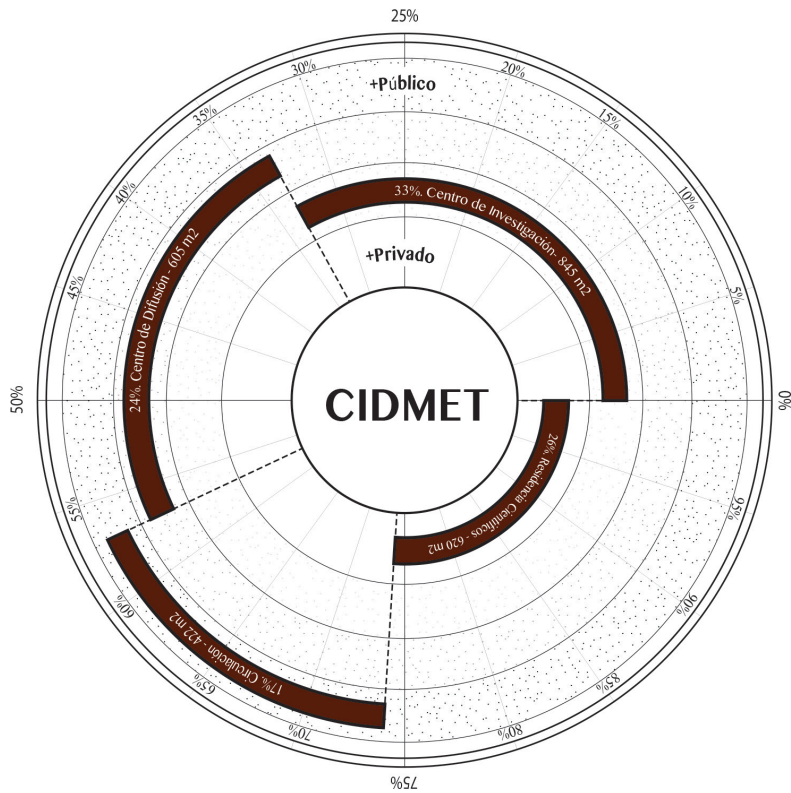
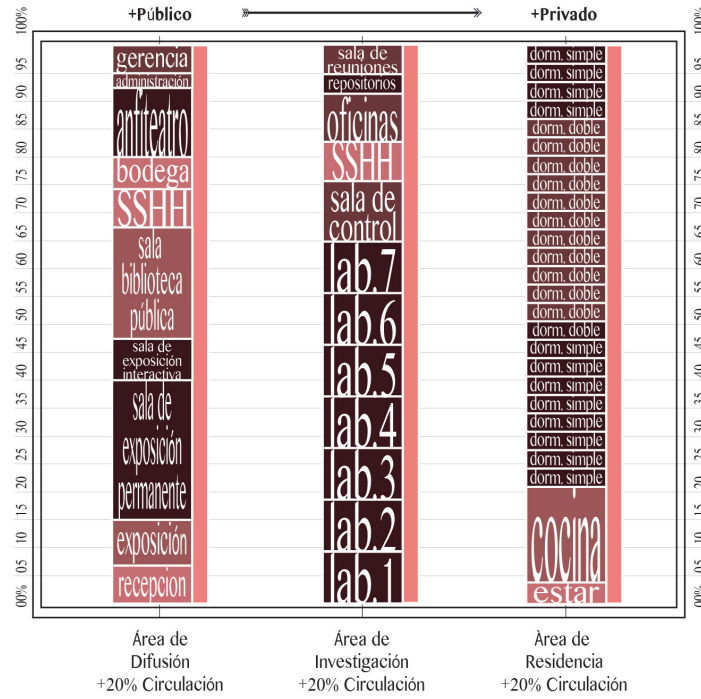


Tabla 2. Programas referentes y propuesta
Fuente: Elaboración Propia

Estrategias de diseño

Volumetría unitaria y simple

El desierto de Atacama es un territorio extenso, con una relativa homogeneidad formal. Simples intervenciones humanas dentro de él destacan para el habitante por la ruptura en la, ya mencionada, invariable forma del desierto. Por otro lado, la sumatoria de modificaciones humanas en el espacio, centra mayoritariamente la atención del observador en la estructura edilicia.

Es por esto que para buscar equilibrar la situación entre contexto-proyecto se resuelve la propuesta como un volumen simple inmerso en el desierto de Atacama. Que permita ser reconocido dentro del contexto, pero que también reconozca (por contraste) la vastedad del medio.

Anillo de contención

Como antes se ha señalado, en la definición del programa se diferencian tres conjuntos mayores de recintos (investigación, difusión y hospedaje). Se establece como forma de agrupación la línea, entiendo que los procesos que se contienen en cada uno de estos conjuntos homologan las líneas de trabajo. Esto facilita la circulación y la conexión entre eslabones del conjunto.

Estos elementos a su vez, presentan distintos tipos de relaciones con el usuario, por lo que se propone unificar los conjuntos mayores que poseen mayor apertura al público (investigación y difusión) y aislar al conjunto de mayor privacidad (hospedaje). De estas estrategias de agrupación se plantea la forma de anillo para los programas públicos, esto mantiene la condición de linealidad necesaria para el trabajo con las muestras en su interior y además otorga al habitante la posibilidad de observar el medio con una apertura visual en 360°.

Suspensión aérea

La meteorítica, actualmente, ha permitido abrir nuevas perspectivas sobre el espacio exterior a través del estudio de las muestras que se encuentran inmersas

en nuestra tierra. Ha sido punto medio entre tierra y cielo.

La propuesta formal se plantea a partir de esta relación espacial. De esta manera, a su vez, servirá para permitir al usuario del CIDMET una nueva mirada del contexto por medio de la separación con el suelo desértico. Se amplifica la visibilidad del terreno y se eleva al cielo de estudio.

Pirca como soporte

La piedra ha sido el material por excelencia para el desarrollo arquitectónico local, este elemento como conjunto ha servido para delimitar el espacio de acción del hombre en el desierto. La pirca de piedra también da contención y protección del viento y el calor, propios del medio, para el habitante. Proviene del mismo lugar y se apoya fuertemente en la cosmovisión de los Likan Antai, es por esto que su uso dentro del proyecto permite homologar las intervenciones ancestrales aprovechando los beneficios que trae consigo el uso de este elemento para la propuesta.

El contraste entre la estructura superior metálica y la base pétreo, simbólicamente, representa el reconocimiento de la cultura local con las nuevas intervenciones tecnológicas que han aparecido en el lugar.

Apertura visual

El acto de observar ha permitido al habitante de la zona la capacidad de entender el entorno, de comprender la bóveda celeste que lo cubre y, en última instancia, encontrar meteoritos en el desierto. La propuesta es fortalecer este acto para los visitantes del proyecto, por lo que se abren vanos y se direccionan formalmente para orientar puntos de interés dentro del medio desértico.

Si bien el proyecto debe ser contenedor de las actividades humanas, también debe ser la brújula para mirar al cielo y la tierra en la que se emplaza. En definitiva, el umbral de conexión entre el espacio exterior y el desierto de Atacama.

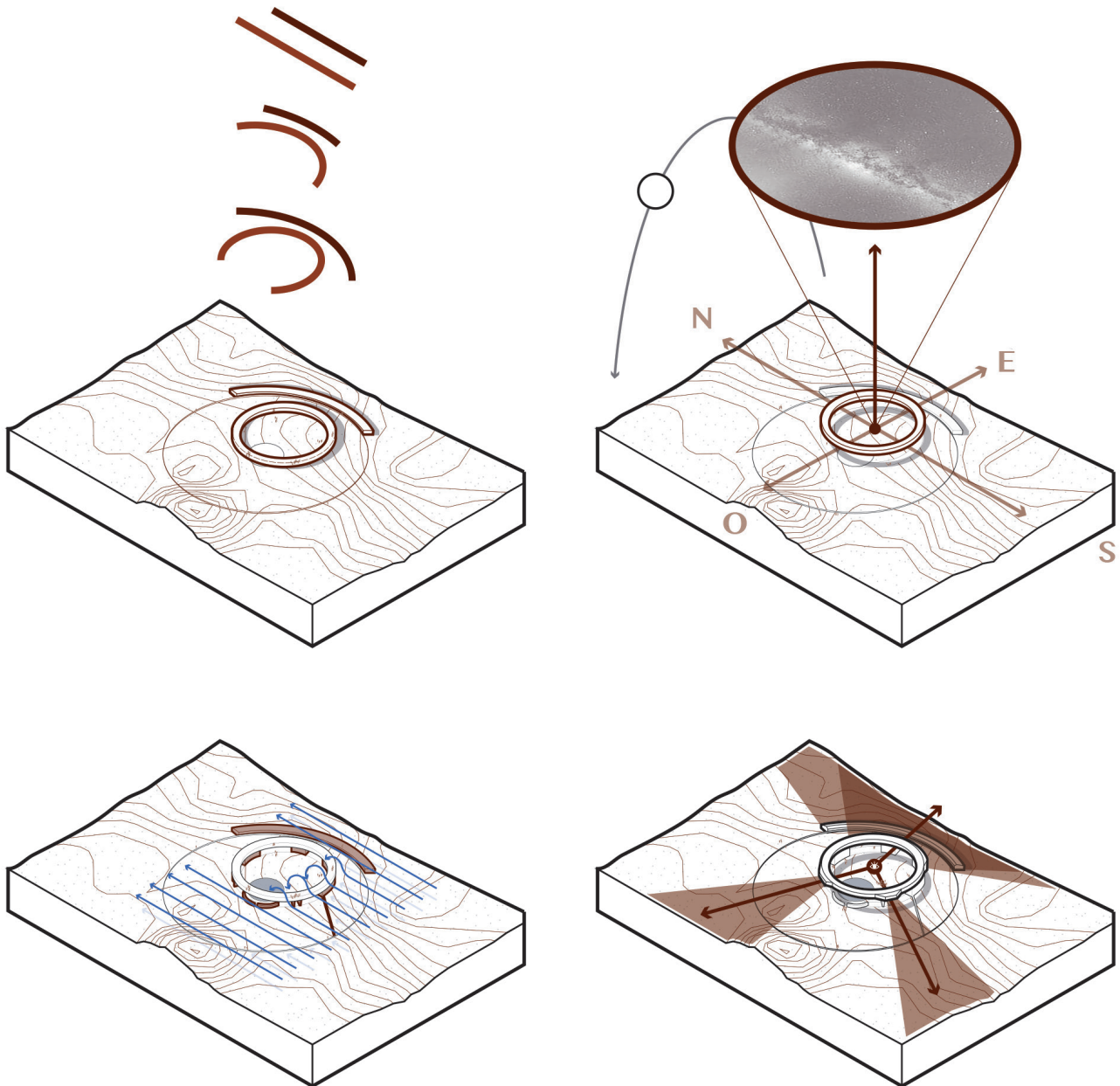


Figura 28. Estrategias de diseño proyecto CIDMET
 Fuente: Elaboración Propia

Del criterio estructural

Dado que la propuesta se conforma de dos elementos constructivos diferentes, se plantea un sistema mixto para la resolución del criterio estructural.

En el primer nivel constituido principalmente por muros de piedra liparita (toba volcánica) se propone un sistema de mampostería ordinaria para soportar las cargas propias del segundo nivel, con refuerzos verticales metálicos en su interior para fortalecer la flexión del muro. Conformando así una estructura maciza de elementos verticales pétreos.

En el segundo nivel, se propone un sistema de entramados metálicos, conformando un marco arriostrado en X. Las separaciones interiores serán por medio de tabiques conformados por placas y aislantes apropiados para cada recinto.

Para facilitar las faenas en el sitio, se plantea una modulación de los recintos ubicados en el segundo piso, teniendo como referencia el largo máximo de 6 m limitados por los fabricantes actuales de acero. Esto permitirá transportar la estructura prefabricada acabada al sitio para luego ser ensamblada con rapidez. Es necesario destacar que la unión entre estos dos niveles se dará por medio de vigas en común empotradas a los muros de mampostería presentes en el primer nivel y de ensambles para el nivel superior.

Del acondicionamiento y eficiencia energética

Debido a la ubicación propuesta, se presentan desafíos importantes impuestos por el medio, de los cuales se puede sacar provecho para acondicionar de forma apropiada los recintos que acogerá el CIDMET.

Radiación Solar

Para enfrentar la radiación solar del desierto de Atacama, el anillo superior del CIDMET actuara como parasol para el nivel inferior, bañando con sombra la mayor parte del área de trabajo.

Para el interior del proyecto se propone un doble piel de acero corten, en la zonas de los vanos se propone tamizar la luz con el uso de una piel perforada para controlar el ingreso de radiación solar. Además, como solución técnica se propone suministrar a las ventanas una lámina de polarización, lo que contribuirá a reducir el ingreso de radiación UV, dejando solo paso al ingreso de luz.

Por otro lado, se propone aprovechar la radiación solar por medio de dos estrategias. La primera de ellas refiere a la instalación de paneles fotovoltaicos en la parte superior del anillo para que transformen la radiación existente en el día en energía eléctrica. La segunda estrategia es la instalación de termos solares para abastecer de agua caliente los servicios higiénicos tanto del centro de investigación-difusión como del hospedaje de los científicos.

Viento

El viento del desierto de Atacama, se aprovechara para regular la temperatura en los recintos interiores del proyecto (los cuales estarán constantemente sometidos a la radiación solar). Para cumplir este objetivo la posición elevada del volumen superior permite ventilar el proyecto desde todas sus caras. Para mejorar la ventilación de los recintos superior, se propone que el pasillo ubicado sobre el espejo de agua sea abierto, de esta forma se aprovecha de ventilar por medio de convección a todos los recintos propios del centro de difusión.

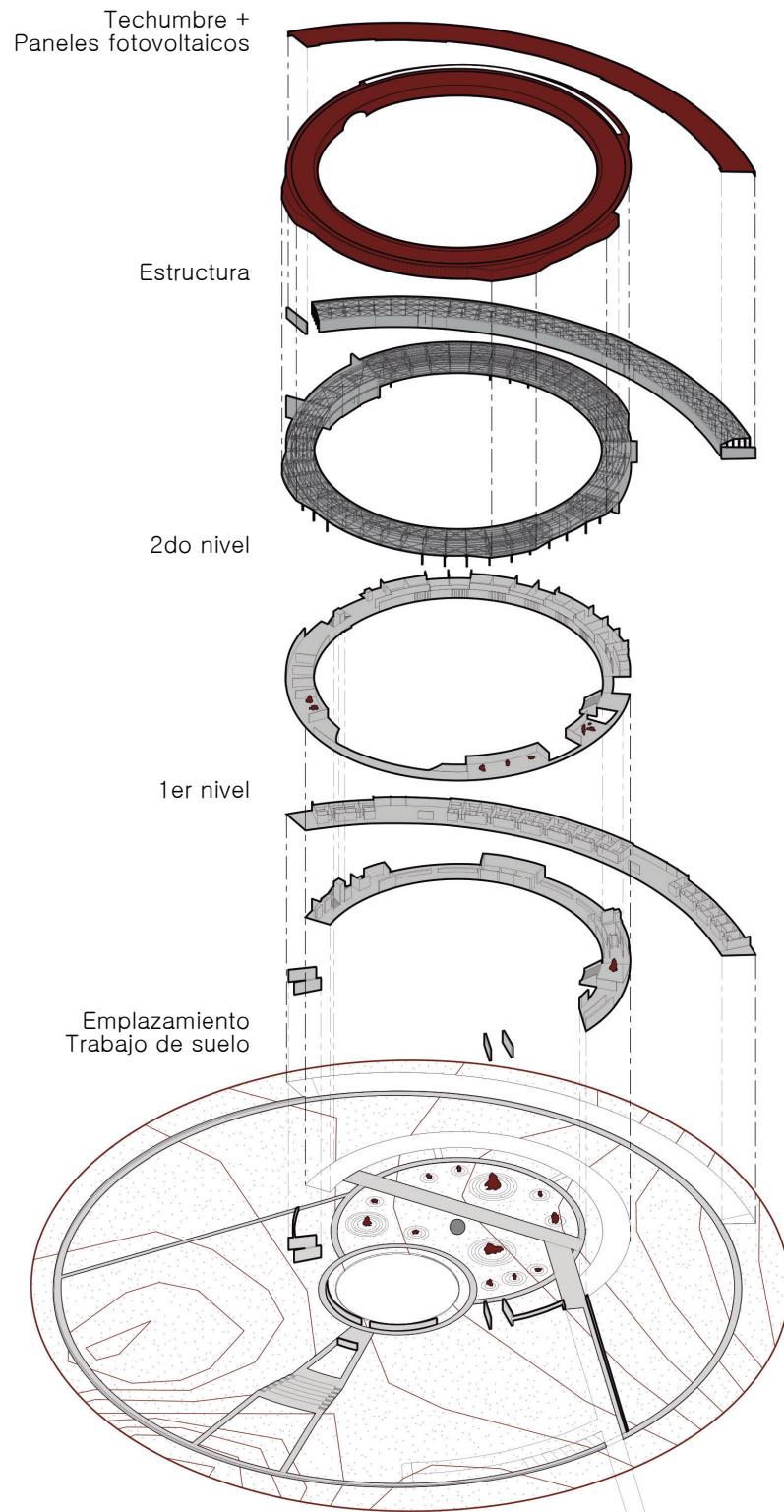


Figura 29. Axonometría explotada del proyecto CEDIM
Fuente: Elaboración Propia

En el piso inferior, para proteger a los usuarios del viento se proyectan pircas que sirven como base para el piso superior y que actúan como biombos climáticos. También existe la preocupación de no producir túneles de aire por medio de la estructura primaria, para evitar la concentración de viento en zonas de uso público.

Agua

Debido a la aridez del desierto de Atacama, existe el desafío de abastecer de agua toda intervención humana dentro del medio desértico. Para ello se propone utilizar estanque de almacenamiento dentro del CIDMET, que se abastecerán por medio de canalización con los estanques dispuestos por la DGA, para la localidad de Peine y sus alrededores, estos se encuentran ubicados en la intersección entre el acceso a Peine con la ruta que llega al CIDMET.

Cabe destacar que esta estrategia se estima conveniente ya que en el sector se reconocen referencias similares, abastecidos también por los estanques de la DGA, como antes se ha mencionado, el caso estudiado corresponde al campamento de litio SQM.

VI

REFLEXIONES

Reflexiones	58
Bibliografía	61



REFLEXIONES

Figura 30. Cueva a las proximidades a Púcara de Quitor, San Pedro de Atacama
Se observan formaciones verticales rocosas producto de la acción del hombre,
destaca su orden frente al caos propio del territorio
Fuente: Elaboración propia

El proceso efectuado durante la realización de este proyecto de título ha servido para concluir ciertos aprendizajes relevantes para entender la formación que se tiene como arquitecto antes de salir de la escuela.

En primer lugar, fue importante reconocer que el proceso de diseño no sigue un orden lineal. Todas las etapas; desde la investigación hasta el detalle deben ser revisadas de forma constante para lograr un resultante acorde a las motivaciones iniciales todo este proceso llevado de forma circular. Estos niveles de avance también van sufriendo cambios a medida que las experiencias tanto en terreno como durante el desarrollo van afectando el diseño del proyecto, por lo que se entiende que el resultado final también es manifestación de los cambios experimentados que desembocan en la forma final de abordar el proyecto.

Esto deriva, en segundo lugar, a ratificar la noción de que no existe una sola respuesta arquitectónica al problema inicial. El desarrollo final del proyecto se trata de probar y discernir sobre aquellos actos unas vez efectuados, ver la forma en que interactúan con el medio y decidir si es coherente con la idea original.

La prueba y el error en el proceso de trabajo van dejando atrás propuestas arquitectónicas que dan cuenta de la infinidad de posibilidades que existen en un proyecto. En la experiencia obtenida en este proceso de título se ha podido concluir, como anteriormente se ha señalado, que no se trata de buscar la única solución posible, sino de ampliar el espectro a través de la exploración para ofrecer la mejor respuesta para el contexto establecido.

Finalmente, este proyecto de título sirvió para comprender la capacidad que tiene la arquitectura para exponer la falta de atención en nuevos campos de trabajo. El proyecto de título es una herramienta para poder pensar nuevos escenarios de acción humana, plantear nuevos espacios para la gente visibilizando un problema de forma tangible y concreta.

BIBLIOGRAFIA

Alvarez, M. (2013). Centro de investigación y difusión de la astronomía en Chile. Universidad de Chile.

Argandoña, G. (2017). Hijos de las estrellas. Chile.

Cruz, C., & Calderón, J. (2008). Guía Climática Práctica. Santiago, Chile.

Domeyko, I. (1860). Elementos de mineralojía, o del conocimiento de especies minerales en jeneral, i en particular de las de Chile (2ª ed.). Santiago, Chile.

Emol. (2017, enero 26). Científicos chilenos crean red de cámaras para “cazar” los meteoritos que lleguen al territorio nacional. Recuperado a partir de <http://www.emol.com/noticias/Tecnologia/2017/01/26/841969/Cientificos-chilenos-crean-red-de-camaras-para-cazar-los-meteoritos-que-lleguen-al-territorio-nacional.html>

ESO. (2013). El universo de nuestros abuelos. Santiago, Chile.

Fullerton, D., & Medina, P. (2017). Saberes Arquitectónicos. Las formas vernáculos del altiplano (1ª ed.). Santiago, Chile.

Guzmán, N. (2014). Asentamiento y centro de investigación del litio. Universidad de Chile.

Martinez, R. (2013). Pioneros en Chile. Recuperado a partir de http://www.museodelmeteorito.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=15

Mercovich, E., Baéz, M., Eguren, A., Moncada, M., & Roa, J. (s. f.). Informa

Valorización de la ciencia, 57. Municipalidad de San Pedro de Atacama. (2010). Actualización Plan Regulador de San Pedro de Atacama. Recuperado a partir de <http://ods.mma.gob.cl/consumo-y-produccion/>

Senado, P. (2013, diciembre 31). Presentan moción para proteger meteoritos y cráteres en el territorio nacional. Boletín nº9194-04, p. 2. Recuperado a partir de http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=9194-04

SERNATUR. (2016). Hoja de ruta para el astroturismo en Chile 2016 – 2025, (56 2).

Valenzuela, M. (2009). Meteoritos chilenos y su necesidad de protección y preservación como un nuevo tipo de geopatrimonio ., 1-4.

Valenzuela, M. (2018). Meteoritos del Desierto de Atacama. En Congreso del Futuro. Santiago, Chile.

Valenzuela, M., & Baeza, L. (2015). Meteoritos chilenos : resultados obtenidos después de 10 años de búsqueda en el Desierto de Atacama ., 404-407.

