

Universidad de Chile

# CENTRO UNIVERSITARIO DE EXTENSIÓN DE ASTRONOMÍA

## PARA LAS UNIVERSIDADES DE LA ZONA CENTRAL Y DE CONCEPCIÓN

Memoria presentada a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile para optar al título profesional de Arquitecto

Magdalena Paz Valdivieso Guerrero

Equipo Docente Humberto Eliash - Sebastián Lambiasi  
Santiago, 2014



A mi familia en general, tías, prima, abuelas y por sobre todo, a los que ya no están, a mis tatas.

A mis amigas queridas de la vida, Rosario, María Jesús y Mariana, sin ustedes esto hubiese sido más difícil aún.

A mis compañeras, Sarah, Jenny y Francesca, por su ayuda y gran disposición durante cada proceso.

A Jaime y su familia, que se transformaron en mi segundo hogar.

Y por último, a mis papás y hermanos por creer en mí, y por el apoyo y ayuda constante durante toda la carrera y más aún en esta etapa.

Gracias totales!!!



## Profesionales asesores

Humberto Eliash, Arquitecto, Universidad de Chile

Sebastián Lambiasi, Arquitecto, Universidad de Chile

Carolina Devoto, Ecóloga Paisajista, Universidad de Chile

Maria Eugenia Pallarés, Arquitecto, Universidad de Chile

Jing Chang Lou, Arquitecto, Universidad de Chile

Jeannete Roldán, Arquitecto, Universidad de Chile

Alejandra Cortés, Arquitecto, Universidad de Chile

José Maza Sancho, Astrónomo, Astrofísico y Premio Nacional de Ciencias Exactas en 1999, Universidad de Chile

Luis Eduardo González, Técnico en investigación del departamento de Astronomía, Universidad de Chile

Sebastián Marchi, Astrónomo, Universidad de Chile

Natalie Huerta, Periodista del área de extensión del departamento de Astronomía, Universidad de Chile

Moira Evans, encargada del área de extensión del departamento de Astronomía, Universidad de Valparaíso



## INDICE

Introducción al tema 09

### Capítulo I

15

Planteamiento del problema

- 1.1 Astronomía en el mundo
- 1.2 Astronomía en Chile
- 1.3 Metodología de trabajo de un astrónomo
- 1.4 Astronomía en las universidades de Chile

### Capítulo II

31

Identificación de la propuesta

- 2.1 Extensión universitaria en Chile

### Capítulo III

37

Localización

- 3.1 A nivel nacional
  - 3.2 A nivel regional
  - 3.3 Cajón del Maipo
- Identificación del terreno
- 3.4 San Francisco de Lagunillas

## Capítulo IV

53

Desarrollo del proyecto

4.1 Criterios urbanos y paisajísticos

4.2 Partido general

Definición del programa

Identificación del Usuario

Propuesta conceptual

Estrategias de diseño

Imágenes objetivo

4.3 Criterios de sustentabilidad

4.4 Criterios estructurales y de construcción

4.5 Modelo de gestión

4.6 Referentes

## Capítulo V

73

Bibliografía



# INTRODUCCIÓN





## MOTIVACIONES PERSONALES

Todo parte de la base de realizar un proyecto que sea capaz de abarcar todo lo aprendido y por aprender aún en la etapa universitaria, y en el cual se pueda mirar más allá de la arquitectura misma, entendiendo que esta profesión puede ser un conector entre un público objetivo (o población en general) y un tema o disciplina específico que no sea de conocimiento general.

Así fue como me interesé en investigar un tema que si bien no había desarrollado en la escuela, me pareció importante potenciar por su impacto social y económico a nivel nacional, partiendo de la educación y la difusión como herramienta base.

Por otro lado, está la motivación más personal y a la vez, emocional. La luna siempre ha sido objeto de admiración y por sobre todo, conexión entre mi abuela, mamá y yo, y fue precisamente mirando la luna que comenzó la idea de realizar un proyecto astronómico.

Fig. 1-2 | Astrofotografía desde el Cajón del Maipo  
Fuente: [www.portalastronómico.com](http://www.portalastronómico.com)

## INTRODUCCIÓN AL TEMA

Chile es un país totalmente privilegiado desde el punto de vista de la astronomía. El cielo del norte de nuestro país - incluso la Quinta, Sexta, Séptima Región y en la periferia de la Región Metropolitana - tiene las condiciones óptimas para lograr una excelente visibilidad del cielo. Es por esto que, en el territorio nacional se han instalado una gran cantidad de observatorios astronómicos de alta tecnología provenientes de todo el mundo (Estados Unidos, Europa y Japón principalmente), los cuales contribuyen tanto a su propia investigación, como a la internacional.

Si bien es cierto esto es visto como un gran aporte desde el punto de vista investigativo y de atracción a nivel mundial por la calidad del cielo de Chile, también hace reflexionar en cuanto al interés e importancia que se le da a este tema en el mismo país. Es claro que, para lograr un observatorio astronómico de alta tecnología se requiere una gran inversión, sin embargo la participación de agentes locales y de infraestructura nacional debería ser mayor y de mejor calidad en relación al extenso territorio disponible y a la oferta de profesionales nacionales.

Hoy en día, el Gobierno de Chile se está haciendo cargo poco a poco de la importancia que tiene esta ciencia para nuestro país y de lo fundamental que es, sobre todo, formar profesionales y crear infraestructura que esté a la altura de las grandes organizaciones que se instalan en el norte. Así es como que en el documento “Política de Innovación 2010 - 2014”, publicado por el Ministerio de Economía, se destaca el valor y la implicancia que tiene esto a nivel nacional e internacional:

Pág. 14: “(...) *hay que tomar especial atención a la Astronomía que se espera que atraiga en las próximas décadas una inversión superior a los tres mil millones de dólares, sin contar mantención y servicios asociados de alto nivel tecnológico. Para estar a la altura y convertir a Chile en polo de astronomía mundial, se deben detectar las oportunidades a tiempo, considerando, por ejemplo el trascendental rol que juega el capital humano avanzado, la preparación de nuestro sector industrial y la investigación relacionada que están haciendo nuestros científicos.*” (División de Innovación, 2012)

En conjunto con esto, en el estudio realizado en 2012 para el Ministerio de Economía “Capacidades y Oportunidades para la Industria y Academia en las actividades relacionadas o derivadas de la Astronomía y los grandes Observatorios Astronómicos en Chile”, se plantean diferentes objetivos primordiales, a raíz de las deficiencias a nivel nacional que se reconocen en la Astronomía. En primer lugar, la falta de difusión en el mismo país desde los profesionales o universidades hacia la población en general:

Pág. 211: “*OBJETIVO 3: Difundir la astronomía en todo Chile y crear una cultura astronómica nacional.*

*(...)El objetivo es crear una identificación de los ciudadanos con el desarrollo de esta ciencia en Chile, ya que contamos con cielos privilegiados en el norte del país para las observaciones astronómicas. En este sentido, las actividades de difusión son fundamentales para transmitir el valor del desarrollo de la Astronomía para Chile y mostrar resultados concretos del progreso científico nacional. De este modo existe una gran oportunidad al difundir el desarrollo de la astronomía, y que la comunidad se apropie de este tema y de las oportunidades asociadas, sintiéndose identificadas y*

*transformando esta ciencia como Patrimonio Nacional, que Chile sea reconocido a nivel mundial, así como hoy ocurre con la industria minera y la industria vitivinícola, por la infraestructura e investigación en Astronomía.” (División de Innovación, 2012)*

Tomando en cuenta además que ni siquiera las universidades locales ligadas al área de la astronomía tienen acceso directo o facilidades para participar y conocer los grandes observatorios del norte, transformándose esto en una astronomía de elite.

Complementando lo anterior, se hace indispensable involucrar y entender a las universidades locales como protagonistas en la difusión y en el acercamiento de esta ciencia a la población y a los colegios, fomentando así la investigación y el desarrollo científico en la Astronomía, la cual permitirá desarrollar más proyectos de esta área a nivel nacional.

En Chile, existen ocho universidades que imparten Astronomía, como Licenciatura o Título profesional: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad de Concepción, Universidad de Valparaíso, Universidad de La Serena, Universidad de Tarapacá, Universidad Católica del Norte y la Universidad Andrés Bello. De estas ocho, si bien tienen sus propias instalaciones y laboratorios de trabajo y análisis, sólo la Universidad de Chile y

la Universidad Católica tienen observatorio propio, los cuales además, no tienen la infraestructura ni la instrumentación adecuada, capaz de competir con los grandes observatorios del norte. Por esto mismo, más que nada los docentes pueden acceder a investigaciones y horas de observación. Con esto, los estudiantes nacionales quedan en completa desventaja.

Por último, y entendiéndolo como una forma de difundir esta ciencia, se presenta el turismo específico, en este caso, astronómico. Éste surge como externalidad de la actividad científica astronómica, sin embargo ha generado gran atracción desde diferentes segmentos. En Chile existen tres principales tipos de observatorios: científico, docente y turístico, con un total de 37 centros de observación. Entre este último, están los que se dedican sólo al turismo, los cuales son 9 (Fuente: División de Innovación, Ministerio de Economía) y por otro lado, están los que complementan el turismo con la difusión de la Astronomía, incorporando talleres básicos a la comunidad en general, ya sean estudiantes de enseñanza básica, media o público general y aficionados. De este último grupo, en nuestro país existen 10, los que, en su mayoría, están ubicados entre la región de Antofagasta y de Coquimbo.

A night sky filled with stars and the Milky Way galaxy, with two snow-capped mountains in the foreground. The text is overlaid on the right side of the image.

CAPÍTULO I  
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA





Fig. 3 | Organización de la Unión Astronómica Internacional y la cantidad de miembros a nivel mundial.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de la Unión Astronómica Internacional [www.iau.org](http://www.iau.org)

## 1.1 ASTRONOMÍA A NIVEL MUNDIAL

Es indiscutible la importancia y aplicación que se ejercen de los conocimientos y descubrimientos astronómicos, sin embargo, como una forma de acotar el tema de investigación, se presentan datos relevantes, referencias de los avances científicos en esta materia, el capital humano involucrado, la infraestructura necesaria para que esta ciencia se lleve a cabo y por último, la importancia de Chile a nivel mundial como un observatorio natural, como uno de los países con los mejores cielos para invertir en observación astronómica.

Ahora bien, en cuanto a la astronomía como ciencia, ésta se desarrolla en base a un marco de colaboración mutua, con acuerdos y asociaciones a nivel mundial, quienes se encargan de organizar y financiar cada uno de los programas de investigación. En este ámbito, la organización que mayor relevancia tiene es la Unión Astronómica Internacional (IAU por sus siglas en inglés), encargada de organizar programas de estudio, publicar diferentes papers e investigaciones de los astrónomos y llevar una serie de estadísticas que permiten hacer una investigación más eficiente.

En relación a la cantidad de astrónomos individuales, se ha hecho un estudio en base a los datos entregados en la Unión Astronómica Internacional, los cuales permiten dar ciertos aspectos importantes de la comunidad astronómica mundial, como por ejemplo, su país de procedencia y los países en los que terminan trabajando después; la calidad de los cielos y quiénes invierten en observación en los distintos países calificados, entre otros datos.

En los esquemas de la derecha hay tres estudios realizados específicamente en los países de América Latina. Con esto, el primer dato importante a destacar es que en relación a los investigadores y los astrónomos de cada país estudiado (Brasil, Argentina, México y Chile), vemos que si bien en Chile hay una menor cantidad de astrónomos, también posee el mayor porcentaje entre estos cuatro países en relación a los investigadores totales.

Por otro lado, en el siguiente esquema, podemos ver cinco de las principales organizaciones que están a cargo a nivel mundial, siendo las encargadas de financiar, organizar y llevar a cabo diversos observatorios con grandes avances tecnológicos en diferentes países.

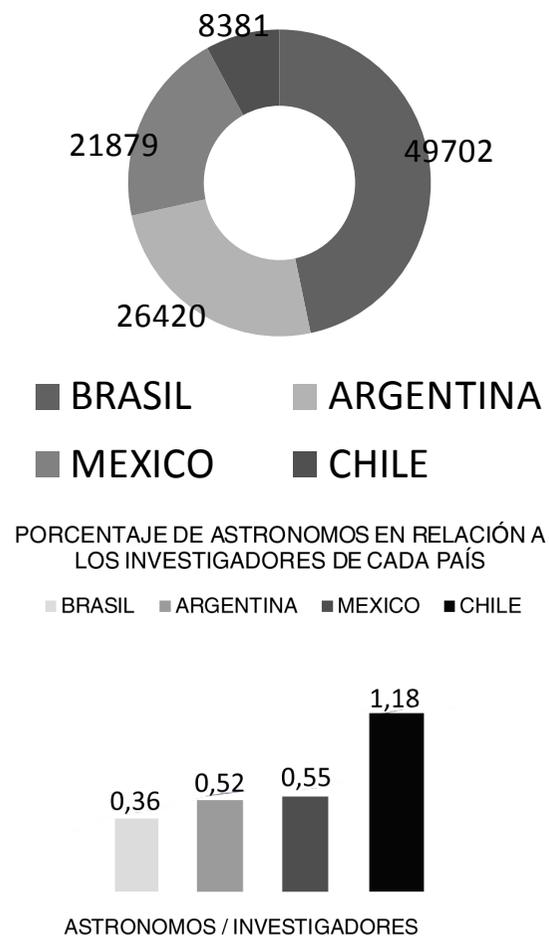


Fig. 4 | Relación entre la cantidad de astrónomos e investigadores que existen en los 4 principales países influyentes en esta disciplina en América Latina.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de la Unión Astronómica Internacional [www.iau.org](http://www.iau.org)



Fig. 5 | Cantidad de Astrónomos en América Latina.  
 Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de la Unión Astronómica Internacional [www.iau.org](http://www.iau.org)

## ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE ASTRONOMÍA

1. **ESO:** European Southern Observatory



Austria, Bélgica, Brasil, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Portugal, España, Suecia, Suiza Y El Reino Unido.

2. **ESA:** European Space Agency



Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, España, Suecia, Suiza y el Reino Unido. Canadá es parte de algunos proyectos bajo acuerdos de cooperación, y Hungría, Estonia y Eslovenia son "Estados Europeos Cooperativos".

3. **NOAO:** National Optical Astronomy Observatory



Centro Nacional de Estados Unidos, con participación de 60 miembros.

4. **NRAO:** National Radio Astronomy Observatory



Organización de Estados Unidos que maneja una red de telescopios en todo el mundo

5. **NAOJ:** National Astronomical Observatory of Japan



Organización de Japón que trabaja en conjunto con Estados Unidos y Europa.

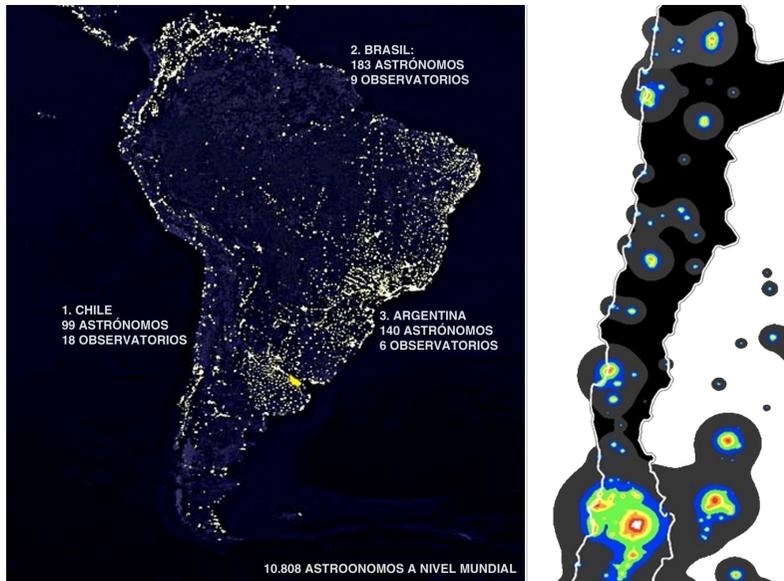
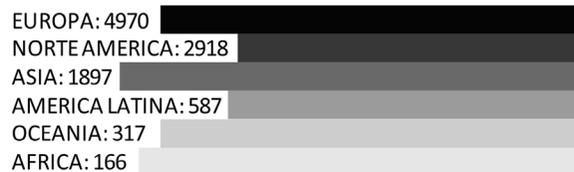


Fig. 6 | Contaminación lumínica en América Latina y en el norte de Chile.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de la Unión Astronómica Internacional [www.iau.org](http://www.iau.org)



TOTAL: 10.808

Fig. 7 | Cantidad de Astrónomos profesionales por continente.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de la Unión Astronómica Internacional [www.iau.org](http://www.iau.org)

Para que cada una de estas organizaciones puedan invertir en un observatorio astronómico a nivel mundial, se analizan los cielos de los países que tienen la mejor calidad de observación, lo cual se obtiene luego de un estudio con diversos factores, como el clima, la calidad del aire y la contaminación lumínica. En este último caso, se puede observar en la figura 6, la contaminación lumínica que existe en todo América del Sur y en Chile, y en la figura 5 la cantidad de astrónomos y observatorios astronómicos que hay en los tres principales países involucrados en esta disciplina.

Chile en comparación a otros países tiene menos astrónomos, pero la gran calidad del cielo en el norte del país hace que grandes organizaciones inviertan en modernos y grandes observatorios, en los que participan astrónomos e investigadores de todo el mundo.

Al mismo tiempo, Chile tiene uno de los cielos más aptos a nivel mundial para la observación astronómica, pero a la vez es uno de los países que menos astrónomos nacionales tiene, en comparación a las grandes potencias organizadoras como Europa o Norte América, o incluso en comparación a países de Latinoamérica (figura 7).

## 1.2 ASTRONOMÍA EN CHILE

El norte de nuestro país posee características excepcionales en cuanto a la calidad del cielo, especial para la observación astronómica a nivel mundial. Este cielo es privilegiado por las diversas características atmosféricas que posee y por estar aislado de la contaminación lumínica, por lo que las organizaciones de astronomía nombradas anteriormente, han invertido en grandes observatorios astronómicos (figura 8), dedicados a la investigación y observación, viniendo profesionales de todas partes del mundo a internarse en estas especies de “oasis” en el norte, con un complejo arquitectónico completo, desde residencia hasta zonas de esparcimiento para los astrónomos. Entre estos complejos más conocidos, está la residencia Paranal, en la II región de Atacama.

En la figura 8, podemos observar la ubicación de los principales observatorios que funcionan según las características nombradas anteriormente. Entre esos, podemos ver que se forman tres grandes grupos, primero donde se ubica el conocido observatorio ALMA, en el sector de San Pedro de Atacama; luego el segundo sector importante es en cerro Paranal donde el observatorio más renombrado es el Very Large Telescope, y ahora último, el Extremely Large Telescope; y el tercer sector es en la región de Coquimbo, donde los más conocidos son los observatorios La Silla y La Campana.



Fig. 8 | Principales Observatorios Astronómicos con fines de investigación en el norte de Chile  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del informe para el Programa de Innovación para el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2010 - 2014.

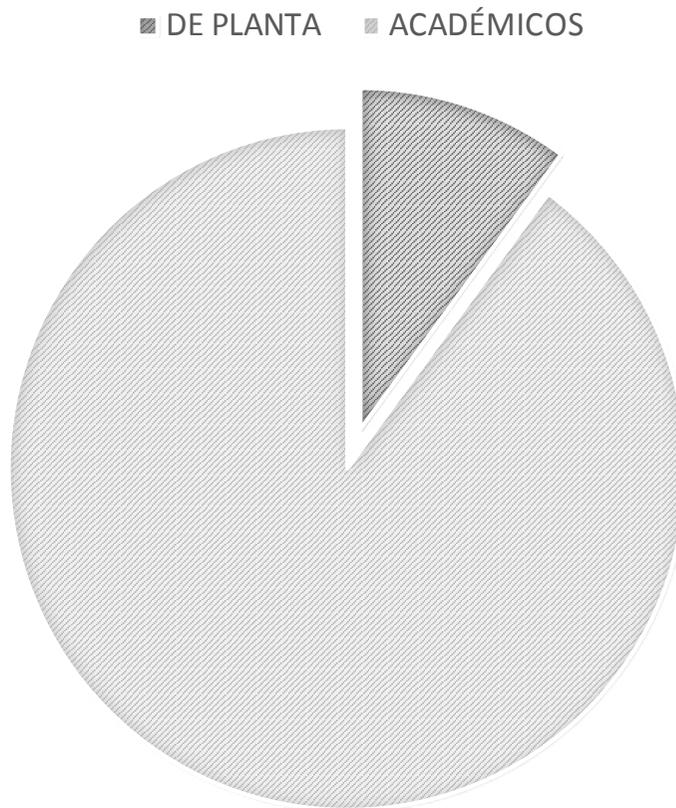


Fig. 9 | Porcentaje de Astrónomos que trabajan en planta, 10% (en los observatorios) y los que trabajan como académicos en Chile, 90%.  
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista realizada a astrónomo chileno Alejandro Clocchiatti de la Pontificia Universidad de Chile, al diario Las Últimas Noticias.

Para poder acceder a dichos observatorios, es necesario hacer una propuesta al comité de la UAI, presentando un proyecto de observación, indicando qué se quiere investigar u observar, cuáles son los resultados esperados, etc. , y que luego éste designe ciertas horas en un observatorio determinado (Figura 10, metodología de trabajo de un astrónomo). Por esto mismo y teniendo en cuenta que por el hecho de ubicarse en Chile y en un acuerdo con el Estado chileno, los astrónomos chilenos tienen una exclusividad de un 10% total en horas de observación, por lo que quienes acceden a ese porcentaje son los astrónomos de “elite” o con mayor trayectoria, o bien, quienes participan por ejemplo en el Centro de Astrofísica y Tecnologías afines, entidad que funciona gracias a la Universidad de Chile, y que propone guías de trabajo e investigación para optar a las horas de observación que por el acuerdo, pertenecen a los astrónomos chilenos, y así sean usadas lo más eficientemente posible.

Dicho esto, es que queda en mayor evidencia la poca preocupación y oportunidades tangibles que tienen los estudiantes de pregrado de las carreras de astronomía en Chile. Estos no conocen o tienen clases prácticas en alguno de estos observatorios del norte del país hasta que hacen un curso de doctorado o post doctorado, relacionados con algún académico importante que los pueda conectar con estos observatorios.

### 1.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO DE UN ASTRÓNOMO

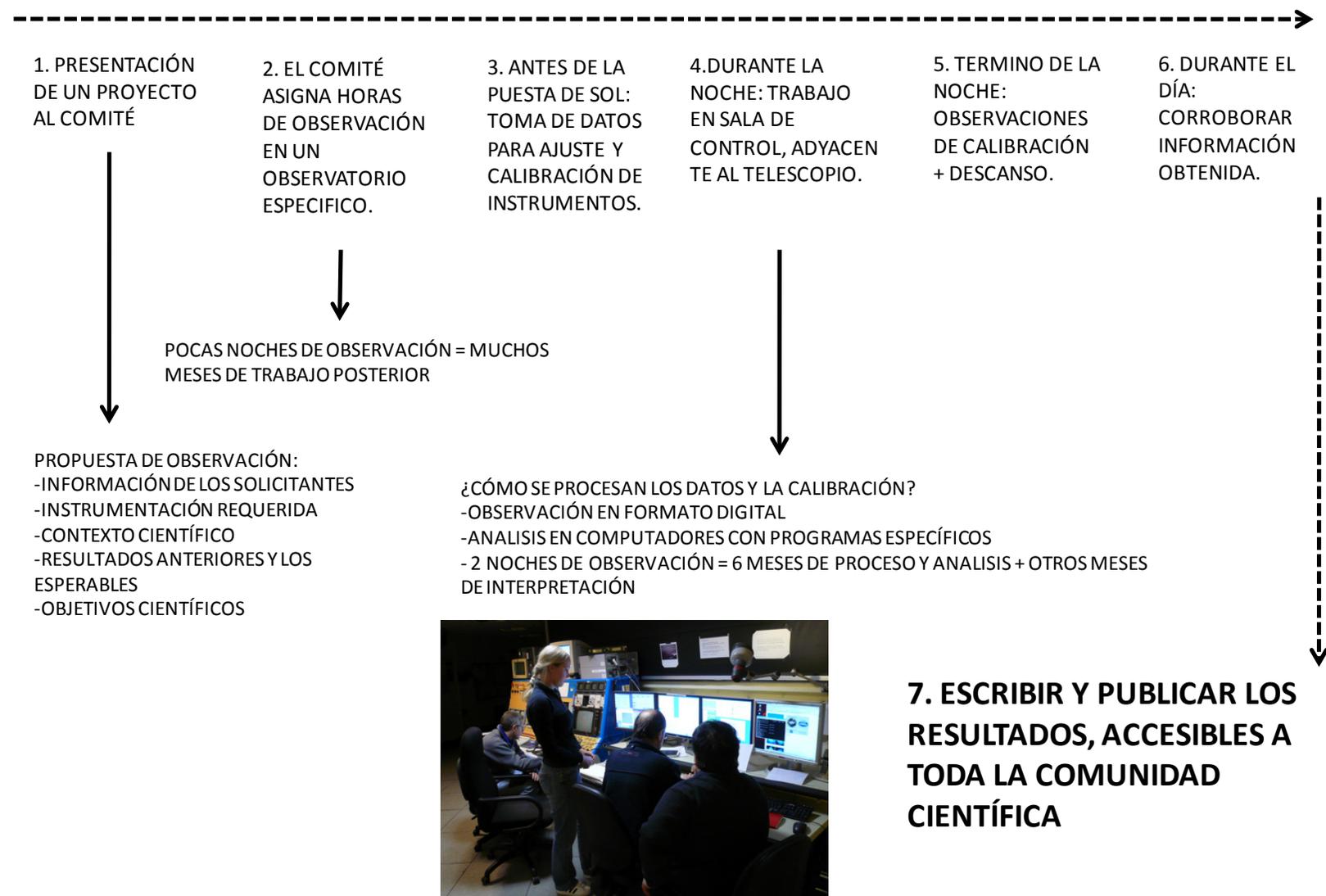


Fig. 10 | Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de la Unión Astronómica Internacional [www.iau.org](http://www.iau.org)

Fig. 11 | Universidades chilenas que imparten Astronomía y sus observatorios propios.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Programa para el departamento de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2010 - 2014.



## 1.4 ASTRONOMÍA EN LAS UNIVERSIDADES DE CHILE

En Chile, existen tan sólo 8 universidades que imparten la carrera de Astronomía como título profesional: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Valparaíso. Universidad de Concepción, Universidad Andrés Bello, Universidad de Tarapacá, Universidad Católica del Norte, Universidad de La Serena.

De estas universidades, sólo dos tienen observatorios propios con fines docentes e investigativos en, relativamente, un buen lugar para la observación. Estas son la Universidad de Chile, que tiene un observatorio en desuso en el Cerro El Roble con un telescopio funcionando en óptimas condiciones, y el observatorio Nacional de Cerro Calán. Por otro lado, la Universidad Católica tiene un observatorio astronómico sólo con fines docentes en la Hacienda Santa Martina. El resto de las universidades tiene instalaciones, contacto con observatorios turísticos u observatorios propios, pero que por el lugar en que se ubican (el de la región del Bío Bío), no son óptimos incluso para fines docentes.

Ahora bien, desde el punto de vista de los académicos, si bien es cierto el número anteriormente era muy bajo, hoy en día se está potenciando e invirtiendo más en esta disciplina, por lo que el número de éstos ha aumentado también.

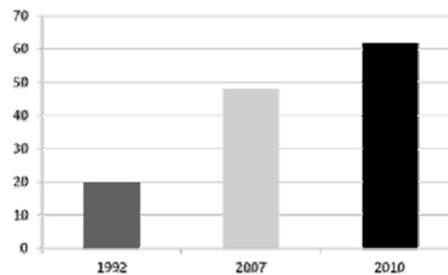


Fig. 12 | Cantidad de profesores de Astronomía en las Universidades chilenas entre 1992 - 2010.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Programa de Innovación para el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2010 - 2014.

Fig. 13 | Estación Astronómica Cerro El Roble, V Región de Valparaíso.  
Fuente: Magdalena Valdivieso, Abril, 2014.



Fig. 14 | Imágen aérea del Observatorio Astronómico Nacional Cerro Calán,  
Universidad de Chile. 1962.  
Fuente: [www.santiagocerrosisla.cl](http://www.santiagocerrosisla.cl)



## DIFUSIÓN DE LA ASTRONOMÍA EN CHILE

En Chile existen pocas instituciones que se encarguen de la difusión de la astronomía con centros interactivos y educativos que permitan acercar esta disciplina al público general. Es posible entonces separar entre los observatorios turísticos que existen a lo largo del país, los cuales son accesibles a un costo mayor, con alojamiento en hoteles o simplemente a través de un tour de una noche-día que permite observar el cielo y conocer las nociones básicas de éste. En este ámbito, existe financiamiento incluso desde el Gobierno a través de programas del Sernatur, donde se potencia el turismo de las regiones del norte a través de rutas astronómicas o actividades relacionadas con esto.

En el otro ámbito, están las instituciones físicas donde se difunde la astronomía de una forma más educacional, ambos ubicados en Santiago. Primero está el Planetario de la Universidad de Santiago de Chile, donde se realizan constantemente visitas de colegios y del público general, a los cuales se les ofrece una exposición, la cual ha estado ahí por años, y un video en el planetario que fue recientemente actualizado. Por otro lado, está el Observatorio Nacional Cerro Calán, donde se ubica además la sede del departamento de Astronomía de la Universidad de Chile. En él se realizan visitas guiadas, nocturnas y cursos de astronomía para niños o público general.

Fig. 15



Fig. 16





Fig. 15 | Planterario Universidad de Santiago de Chile  
Fuente: www.emol.com

Fig. 16 | Observatorio Astronómico Nacional, Cerro Calán.  
Fuente: www.oan.cl

Fig. 17 | Relación entre la ubicación de las universidades que imparten Astronomía en Chile y la ubicación de los observatorios astronómicos del norte de Chile  
Fuente: Elaboración propia.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En resumen, es posible concluir:

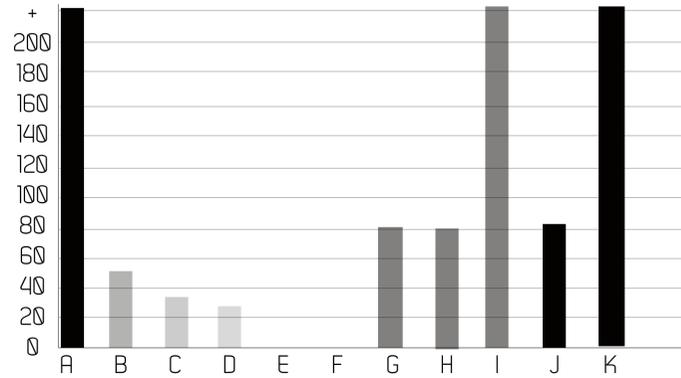
1. Debido a las grandes condiciones del norte de Chile, el cielo es uno de los más óptimos para la observación astronómica a nivel mundial. Por lo mismo, las más importantes organizaciones internacionales de esta disciplina han fijado sus inversiones en nuestro país, instalando enormes complejos astronómicos a los cuales tienen acceso los mejores profesionales de la astronomía de todo el mundo.
2. Al estar ubicados en nuestro país estos grandes observatorios, en un acuerdo con el Estado de Chile, los astrónomos chilenos tienen un 10% de exclusividad en horas de observación para la investigación. Sin embargo, al ser tan exclusivo y específico, por lo general sólo tienen acceso quienes poseen mayor experiencia a nivel profesional o aquellos astrónomos chilenos de “elite”.
3. Existen 8 universidades en todo Chile que imparten la carrera de astronomía como título profesional, sin embargo sólo tres de ellas se ubican en el norte, cerca de los grandes observatorios, teniendo mayor proximidad y acceso a los observatorios, pero sólo desde un aspecto turístico o docente. Por lo mismo, las universidades y más aún, los alumnos de pregrado de astronomía de la zona central y de Concepción quedan en mayor desventaja ya que no conocen un observatorio hasta que llegan a un curso de doctorado o post doctorado.





CAPÍTULO II  
IDENTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA





- A: PLANETARIO USACH
- B: VISITAS NOCTURNAS CERRO CALÁN
- C: CURSO DE ASTRONOMÍA NIÑOS - ADULTOS CERRO CALÁN
- D: CHARLAS DE DIFUSIÓN U. DE VALPARAÍSO
- E: EXPOSICIONES PUC
- F: VISITAS OBSERVATORIO PUC
- G: CHARLAS DE DIFUSIÓN U. DE CONCEPCIÓN
- H: CICLO DE ASTRO-CINE U. DE CONCEPCIÓN
- I: TERTULIAS ASTRONÓMICAS U. DE CONCEPCIÓN
- J: CHARLAS DE DIFUSIÓN EN COLEGIOS U. DE CHILE
- K: CONGRESOS DE ASTRONOMÍA

Fig. 18 | Estudio realizado en base a la cantidad de asistentes en promedio a las distintas actividades de extensión del departamento de Astronomía que realizan las universidades de la zona central.  
Fuente: Elaboración propia,

## 2.1 EXTENSIÓN EN LAS UNIVERSIDADES

Las universidades involucradas tienen un amplio programa de extensión, sin embargo, es muy diverso entre ellas, ya sea por las actividades que realizan o por el público al que apuntan.

En cuanto a la extensión, ésta puede ser intra o extra universitaria, es decir desde la comunidad universitaria hacia el público general, o hacia la misma institución.

Ante esto, se hicieron dos estudios principales:

1. En la figura 18, se hizo un estudio de la cantidad aproximada de personas que asiste a las actividades de extensión que realizan los departamentos de astronomía de las universidades de la zona central y de Concepción (figura 18). Ante esto, todas las actividades estudiadas arrojaron un número similar de acuerdo al público a la que estaban destinadas, sin embargo, cabe destacar la Universidad Católica, siendo una de las dos únicas universidades que cuenta con un observatorio astronómico propio con fines docentes e investigativos, que además se encuentra en la zona central, de más fácil acceso, y por lo demás, no se encuentra abierta al público general o para visitas guiadas, sino sólo para visitas de colegios o para uso propio.

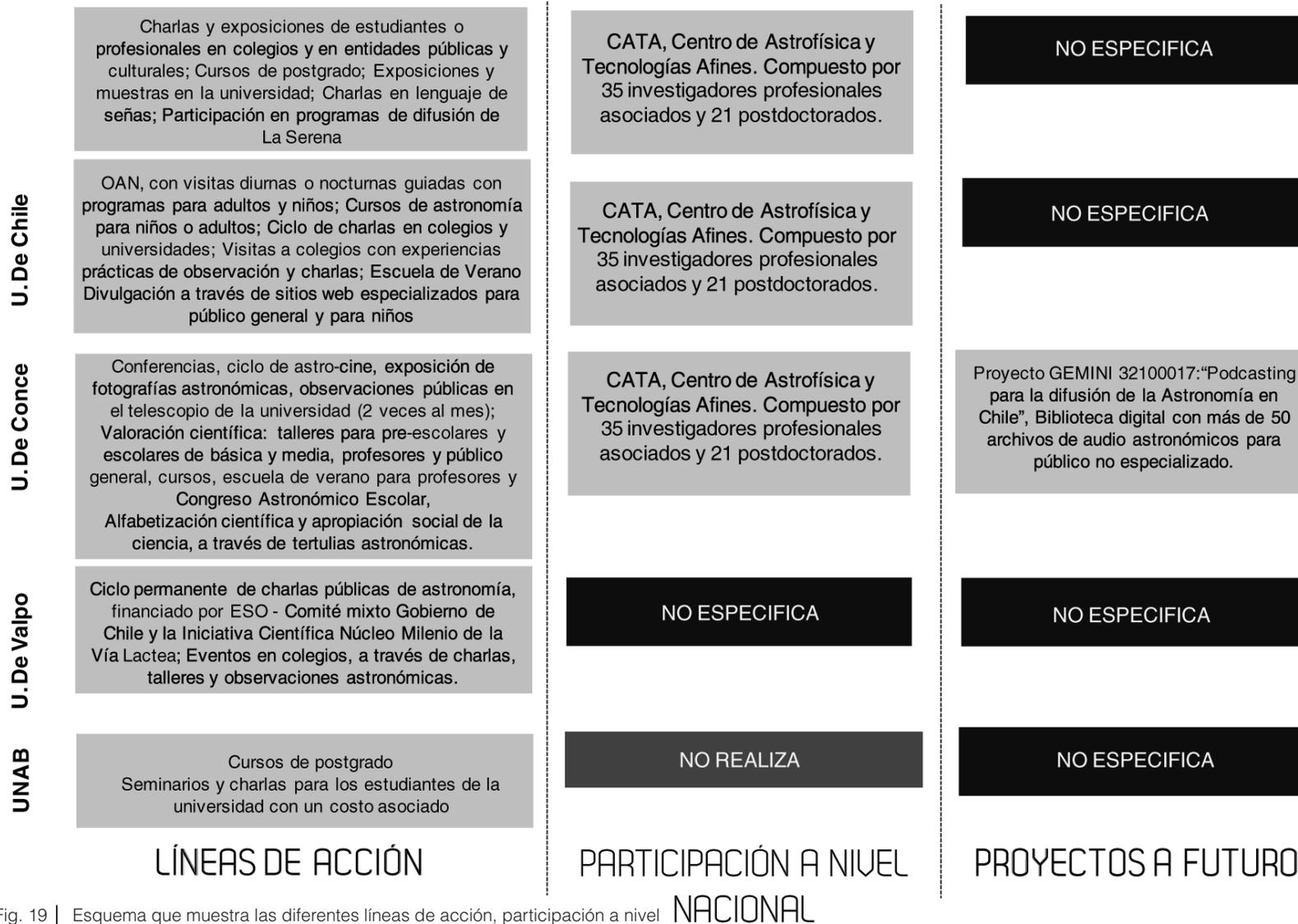


Fig. 19 | Esquema que muestra las diferentes líneas de acción, participación a nivel nacional y los proyectos a futuro que tienen los departamentos de extensión de Astronomía de las universidades estudiadas.  
Fuente: Elaboración propia,



2. En la figura 19, se revisaron las distintas actividades de extensión que realizan las universidades en el departamento de astronomía, donde se clasificaron en líneas de acción, participación a nivel nacional y proyectos a futuro. Entre estos, es posible destacar primero la poca y casi nula participación de la universidad Andrés Bello con respecto a las otras cuatro, ya sea intra o extra universitaria. Por otro lado, también se destaca la organización CATA, donde el principal objetivo es organizar programas de estudio y de investigación para que la participación de los astrónomos chilenos sea más eficiente y aprovechen al máximo las horas de observación. Por último, en cuanto a los proyectos a futuro, es importante destacar la poca participación e información en cuanto a la mayoría de las universidades, siendo la única excepción la Universidad de Concepción.

Por otro lado, se analizó también el observatorio astronómico turístico Pailalén (fig. 20-21), ubicado en el Cajón del Maipo. Al estar ubicado en la zona central posee características y actividades que podrían tomarse en cuenta en el proyecto, donde una las actividades que más se destacan, son la astrofotografía, ya que poseen 4 telescopios en una terraza al aire libre. En esta actividad, es posible observar el cielo durante un tiempo, con el fin de fotografiarlo y aprender de esto.

Fig. 20-21 | Observatorio Astronómico turístico Pailalén, Cajón del Maipo.  
Fuente: [www.pailalén.cl](http://www.pailalén.cl)

## IDENTIFICACION DE LA PROPUESTA

Se propone un Centro Universitario de Extensión de Astronomía, para las universidades de la zona central y de Concepción, con fines docentes e investigativos a nivel universitario, y con fines de difusión a nivel nacional.

Objetivo General:

Implementar la infraestructura adecuada para satisfacer las necesidades en astronomía a nivel universitario y así ofrecer una mayor preparación a los estudiantes de pregrado y a los mismos académicos.

Objetivos Específicos:

1. Entender la astronomía como una disciplina totalmente desarrollable y potenciable en Chile.
2. Fomentar la difusión de la astronomía desde una base universitaria y profesional. Difundir esta ciencia a enseñanza básica, media, universitaria y a la población en general, desde un enfoque educacional.
3. Facilitar el almacenamiento y procesamiento de información, potenciando la extensión y el análisis a nivel universitario.
4. Fomentar la participación colaborativa entre las universidades que imparten astronomía en Chile, existiendo una mutua cooperación de información y registro de información, además de la participación activa en la difusión de la disciplina.

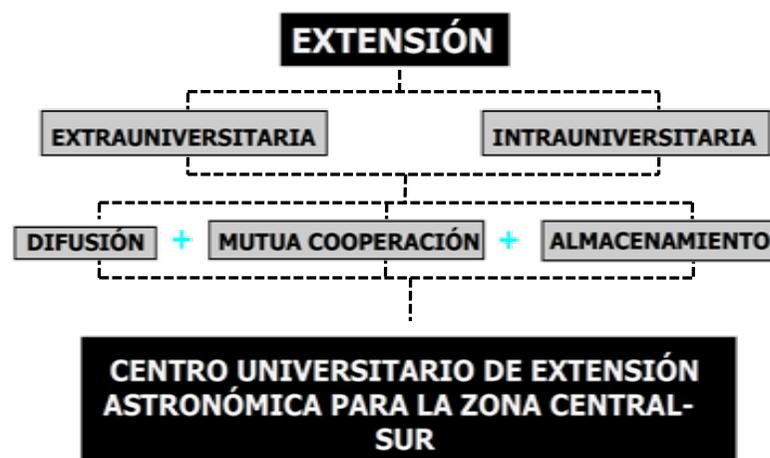


Fig. 22 | Organigrama planteamiento del proyecto  
Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO III  
LOCALIZACIÓN



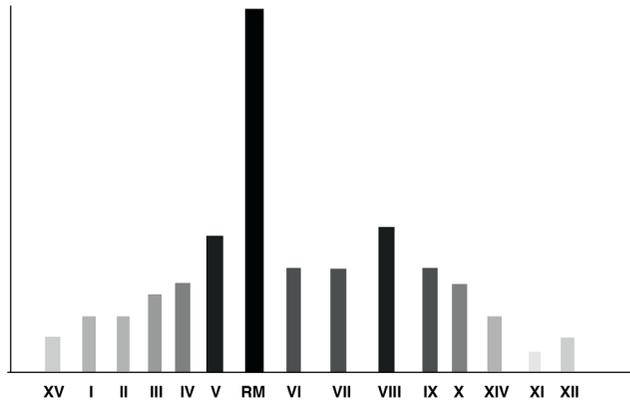


Fig. 23 | Población por región a nivel nacional.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo 2002.



Fig. 24 | Universidades consideradas para el proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1 A NIVEL NACIONAL

En cuanto a lo que el proyecto respecta, es fundamental primero tener en cuenta dos factores:

1. **DIFUSIÓN:** Como lugar de emplazamiento se propone la Región Metropolitana, ya que como se muestra en la figura 23, podemos ver que la mayor cantidad de población a nivel nacional, es en esta región. Al ser la capital de Chile y, a la vez, estar dentro de un país con administración altamente centralizada, favorece que las principales instituciones educacionales (colegios y universidades) estén dentro de la Región Metropolitana. Con esto, se logra un mayor flujo de gente al Centro de Extensión, y también, proponer conexiones o relaciones entre el Centro y las instituciones, logrando así mayor cantidad de visitas guiadas y programadas.

2. **UNIVERSIDADES:** Como se dijo anteriormente, el proyecto está orientado a las universidades que imparten Astronomía en la zona central y en Concepción (figura 24), y donde tres de las cinco universidades se encuentran en la Región Metropolitana. Por lo demás, esta región cuenta con la mejor accesibilidad a nivel nacional e internacional, optimizando la conectividad con el Centro de Extensión propuesto.

### 3.2 A NIVEL REGIONAL

En el sector de la zona central, se analizaron cuatro posibles terrenos, tres de ellos dentro de la zona central, y uno en el límite entre la Región Metropolitana y la V Región.

1. Parque Científico Tecnológico Laguna Carén, terreno que pertenece a la Universidad de Chile
2. Cajón del Maipo
3. Estación astronómica Cerro El Roble (Observatorio en desuso perteneciente a la Universidad de Chile)
4. Camino a Farellones

Estas opciones se analizaron según la conectividad que tenían, cercanía a centros urbanos, a los centros educacionales involucrados, cercanía a colegios, buen estado del terreno y del camino de acceso, buena aislación lumínica, entre otros. Una vez analizados esos criterios, se llegó a la conclusión que los dos terrenos que mejor respondían a estas exigencias eran uno en Camino a Farellones, y el otro en el Cajón del Maipo.

Entre estos últimos dos, el que mayor resultado tuvo, fue el Cajón del Maipo, ya que dentro de la Región Metropolitana, es el que mayor aislación lumínica tiene, específicamente por su morfología espacial. Si bien es cierto, no se pretende un observatorio que descubra galaxias nuevas o compita con los

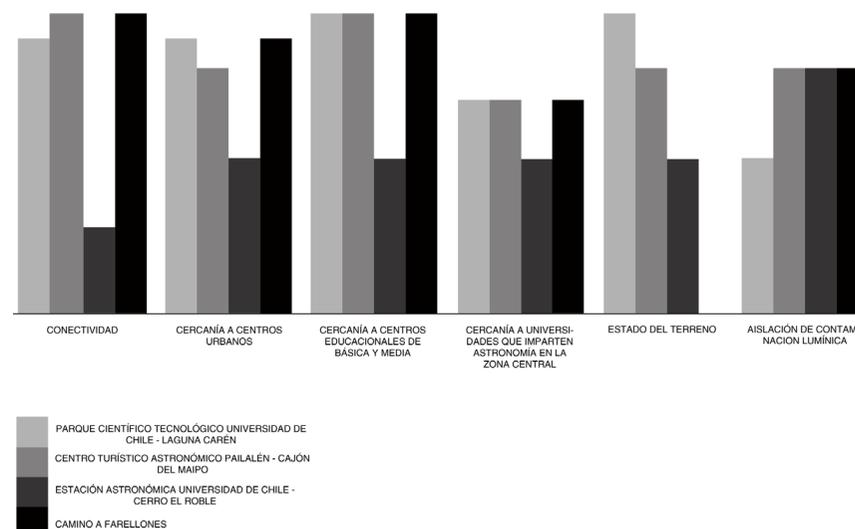


Fig. 25 | Criterios de evaluación para la elección del sector en la zona central. Fuente: Elaboración propia.

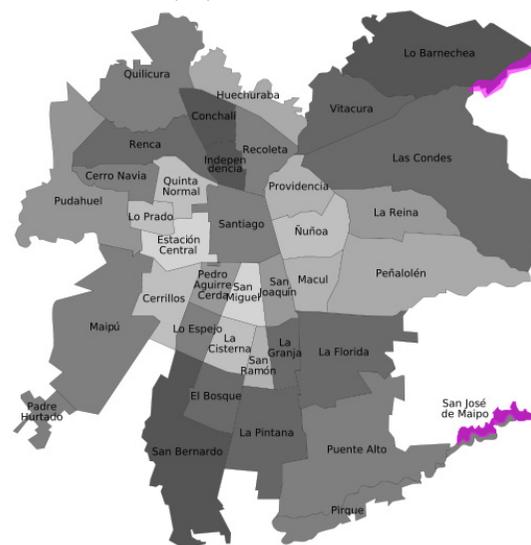


Fig. 26 | Plano de Santiago, destacando el sector de Camino a Farellones y el Cajón del Maipo. Fuente: Elaboración propia.

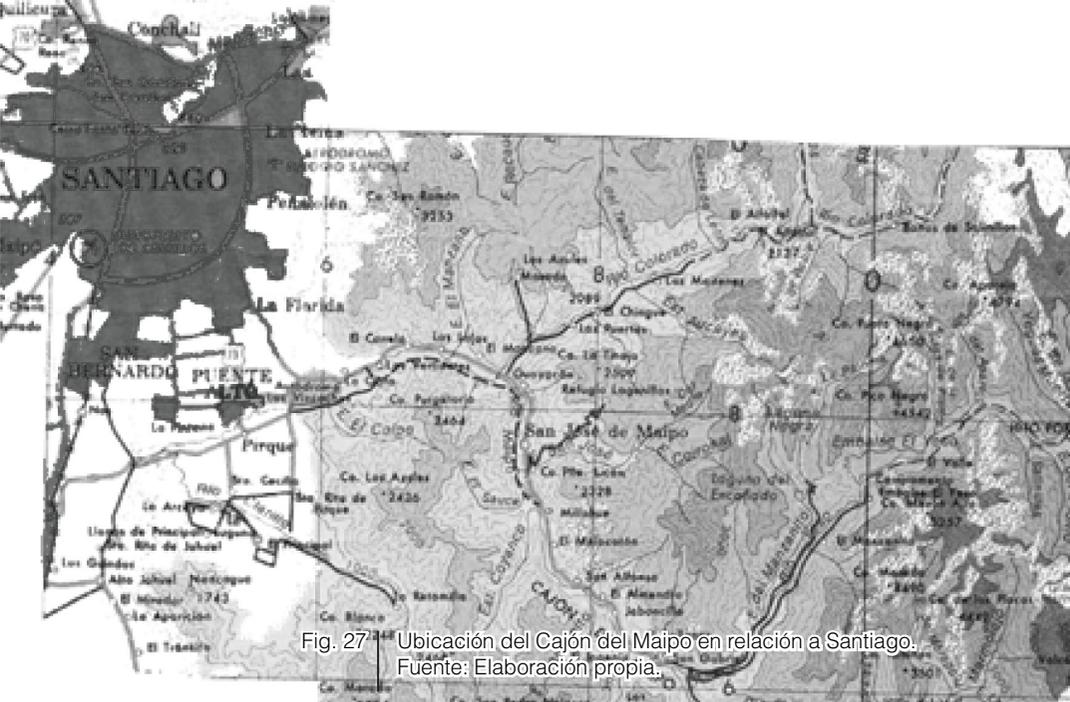


Fig. 27 | Ubicación del Cañón del Maipo en relación a Santiago.  
Fuente: Elaboración propia.

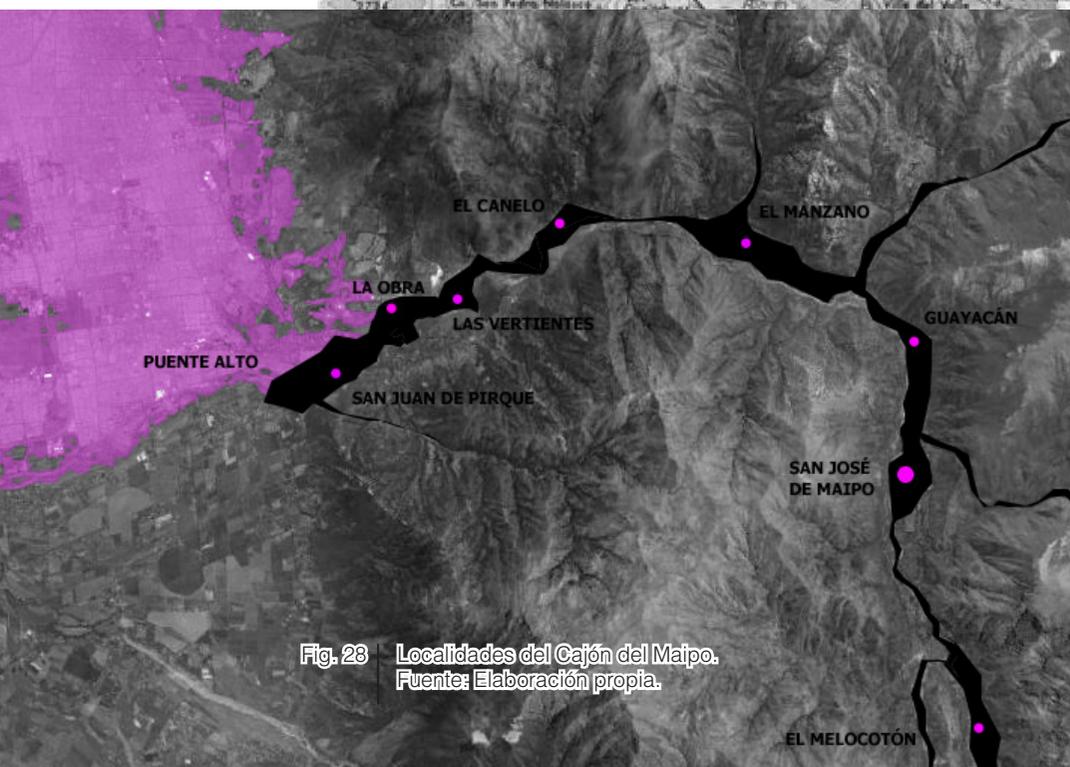


Fig. 28 | Localidades del Cañón del Maipo.  
Fuente: Elaboración propia.

del norte, pero de todas formas es necesario que, al ubicarse en una zona de alta contaminación lumínica, sea un terreno que permita la observación natural y que rescate el paisaje natural del terreno. Permitiendo así, la observación docente para los estudiantes de pregrado que lo necesiten y de aficionados.

### 3.3 CAJÓN DEL MAIPO

Este sector, ubicado a tan sólo una hora de Santiago, es un cañón de la Cordillera de Los Andes, ubicado en la zona sur-oriente de la Región Metropolitana. Corresponde a la cuenca del Río Maipo, sobre 900 msnm. Este río es encajonado por grandes cerros, farellones y macizos. Esta zona además, cuenta con una serie de ríos confluentes, como el Volcán, El Yeso, y el Colorado; y otros esteros como San Gabriel, EL Manzano, San José, entre otros. Alrededor de estos mismos esteros es que se han ido formando las diferentes localidades que existen en el lugar, donde la principal es San José de Maipo, capital de la comuna. Este sector se caracteriza por ser prácticamente rural, a pesar de su cercanía con la gran capital. Por lo mismo, es que se ha potenciado este territorio para el turismo como eje para el desarrollo local, regional y tradicional del país. Su naturaleza cordillerana es de tal importancia que cautiva e impresiona al turista, el cual busca retornar y seguir recorriendo los rincones escondidos. En el sector es posible encontrar termas naturales, lagunas, glaciares,

montañas, ríos, esteros, quebradas, formaciones rocosas, donde predomina un contexto natural y prácticamente virgen. En él se han consolidado diversos tipos de turismo, tales como el gastronómico, turismo aventura, turismo patrimonial, turismo recreacional y turismo astronómico.

Dentro de este último, es importante mencionar el Observatorio turístico Pailalén, ubicado cerca de El Ingenio, y también la presencia de otros observatorios turísticos como “Roan José”, que acogen una gran cantidad de astrónomos profesionales en actividades como congresos o avistamiento de lluvia de estrellas. El Cajón del Maipo es el mejor lugar para la observación astronómica dentro de la Región Metropolitana, debido a diversos factores:

1. Su espacialidad permite aislar la gran cantidad de contaminación lumínica que hay en Santiago, ya que la Cordillera y la gran cantidad de cerros y ángulos que existen en el sector, actúan como grandes muros que separan y aíslan las localidades que hay en la comuna de San José de Maipo (figura 29).
2. Por otro lado, no tan sólo puede afectar la contaminación lumínica de Santiago, sino también los grandes índices de contaminación atmosférica que existe en la capital, sin embargo, esta capa (la capa de inversión), se da a los 1000 msnm, y el Cajón del Maipo, empieza a los 900 msnm, por lo que al escoger un terreno hacia el interior del Cajón del Maipo, esta contaminación no afectaría debido a su altura (fig. 30).

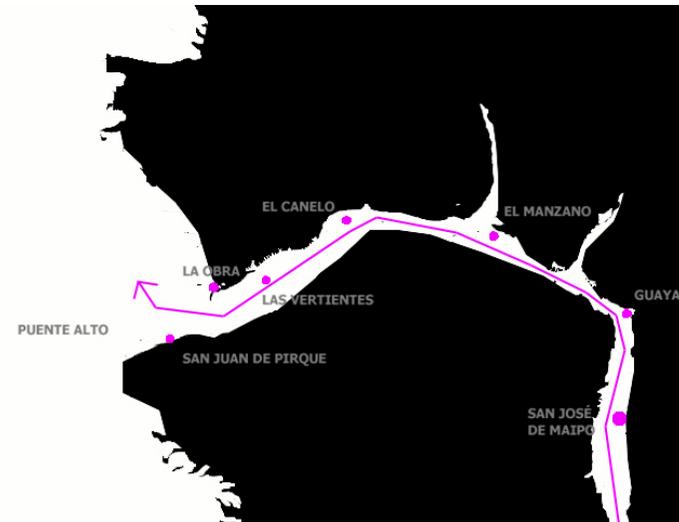


Fig. 29 | Morfología y espacialidad de cajón, Cajón del Maipo.  
Fuente: Elaboración propia.

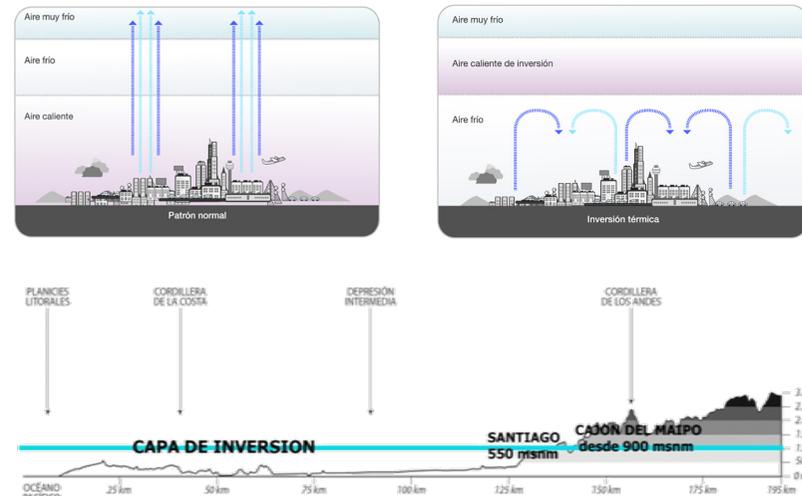


Fig. 30 | Efecto de la capa de inversión producido por la contaminación atmosférica.  
Fuente: Elaboración propia.



En el sector existen grandes variaciones de temperatura, teniendo en verano variaciones promedio de hasta casi 20°. Así entonces, las más altas temperaturas se dan en verano, y éstas varían en el año entre los 30° en verano y 18° aproximadamente en invierno. Por el contrario, las más bajas temperaturas se dan en invierno, teniendo una variación de las mínimas promedio entre los 12° en verano y los 0° en invierno.

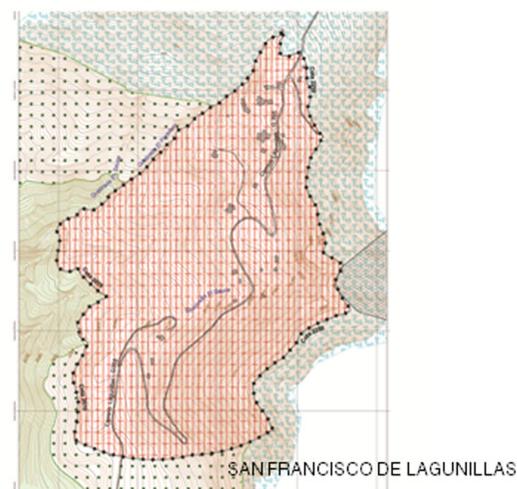
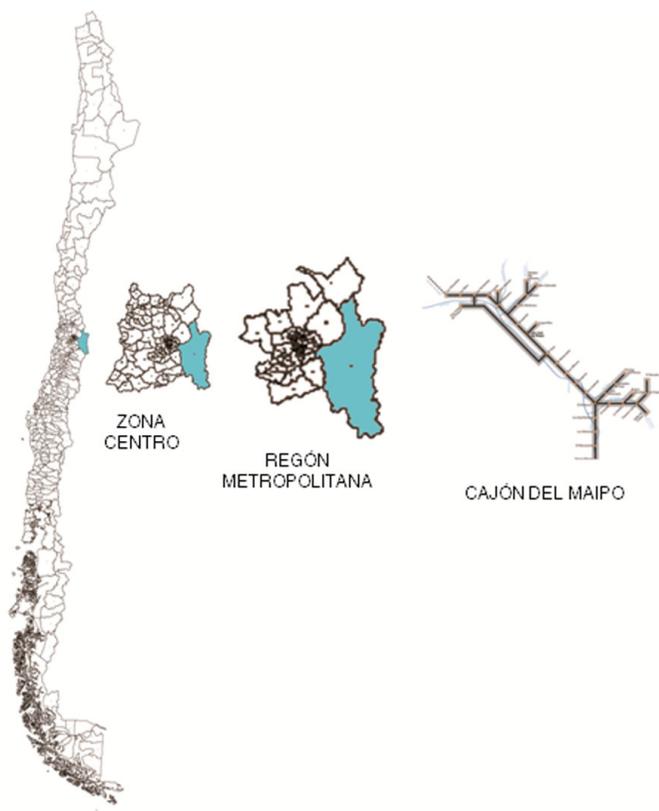
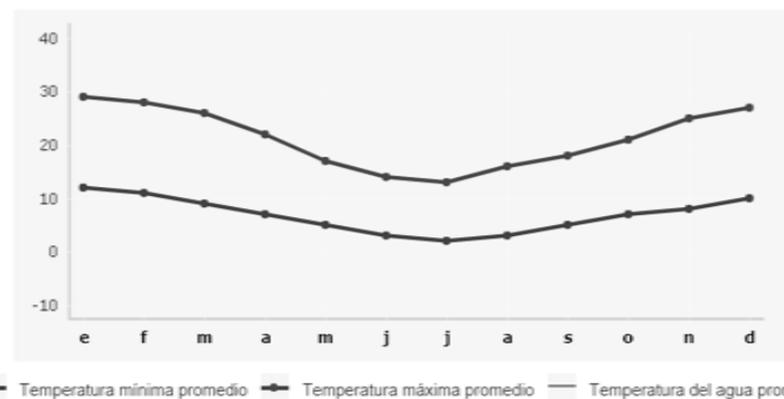


Fig. 31 | (página anterior) Imágenes del Cajón del Maipo, Mayo 2014.  
Fuente: Elaboración propia

Fig. 32 | Localización del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

Fig. 33 | Promedio anual de temperatura mínima y máxima en el Cajón del Maipo  
Fuente: Elaboración propia en base a [www.zoover.es](http://www.zoover.es)

Fig. 34 | Decreto de Santuario de la Naturaleza para San Francisco de Lagunillas.  
Fuente: Ilustre Municipalidad de San José de Maipo.

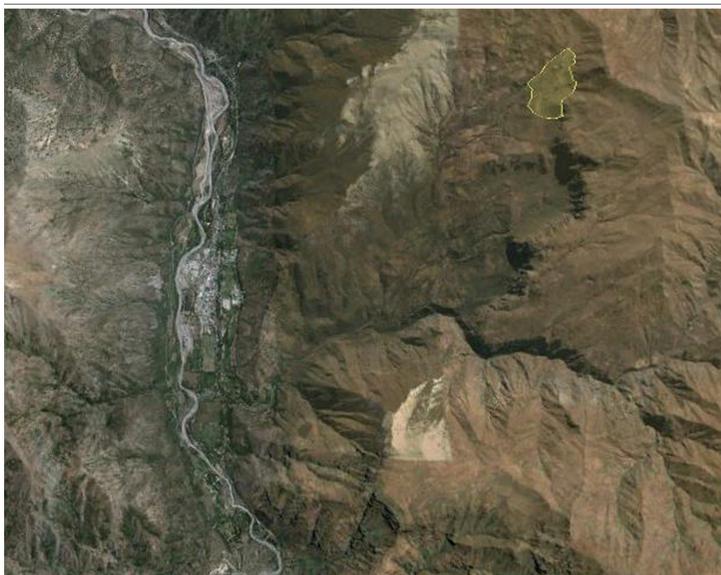
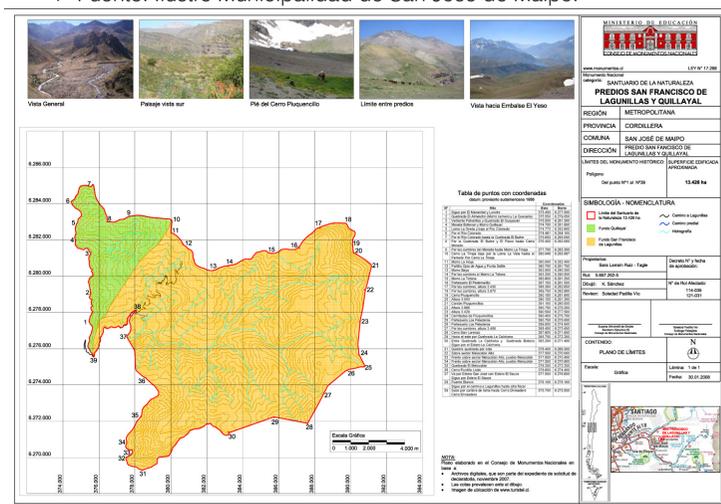


Fig. 35 | Imágen aérea del sector, destacando la zona urbanizable de Lagunillas.  
Fuente: Google earth.

### 3.4 IDENTIFICACIÓN DEL TERRENO: SAN FRANCISCO DE LAGUNILLAS

Se buscó un terreno que estuviera en altura (sobre los 1000 msnm), cerca de algún centro urbano o con mayores servicios básicos dentro del sector. Por esto, inmediatamente se optó por la localidad de San José de Maipo, ya que es la más poblada y donde están la mayor cantidad de servicios básicos de la ciudad, colegios, municipalidad de la comuna, la mayor población del sector, entre otros. Una vez escogida la localidad, se inició la búsqueda por encontrar un terreno que estuviera en buenas condiciones, que estuviera en mayor altura y a cierta distancia de la localidad para que, si bien iba a ser poca, la contaminación lumínica de esta no afectará a la observación natural. Así entonces, se llegó a San Francisco de Lagunillas, ya que el camino de acceso está en excelente estado todo el año y controlado por Carabineros, por lo que sería un costo asociado menos.

Este es un fundo privado que además fue declarado Santuario de la Naturaleza en el año 2008, ya que el área corresponde a un ecosistema de montaña, zona que sustenta una alta biodiversidad de Chile central, y concentra una importante muestra de flora y fauna. En total, corresponde a 13.426 hectáreas, donde sólo es posible la construcción de residencia y proyectos con fines científicos que no interfieran con la flora y fauna del lugar. Sin embargo, existe también una zona urbanizable, donde es posible otro tipo de construcciones.

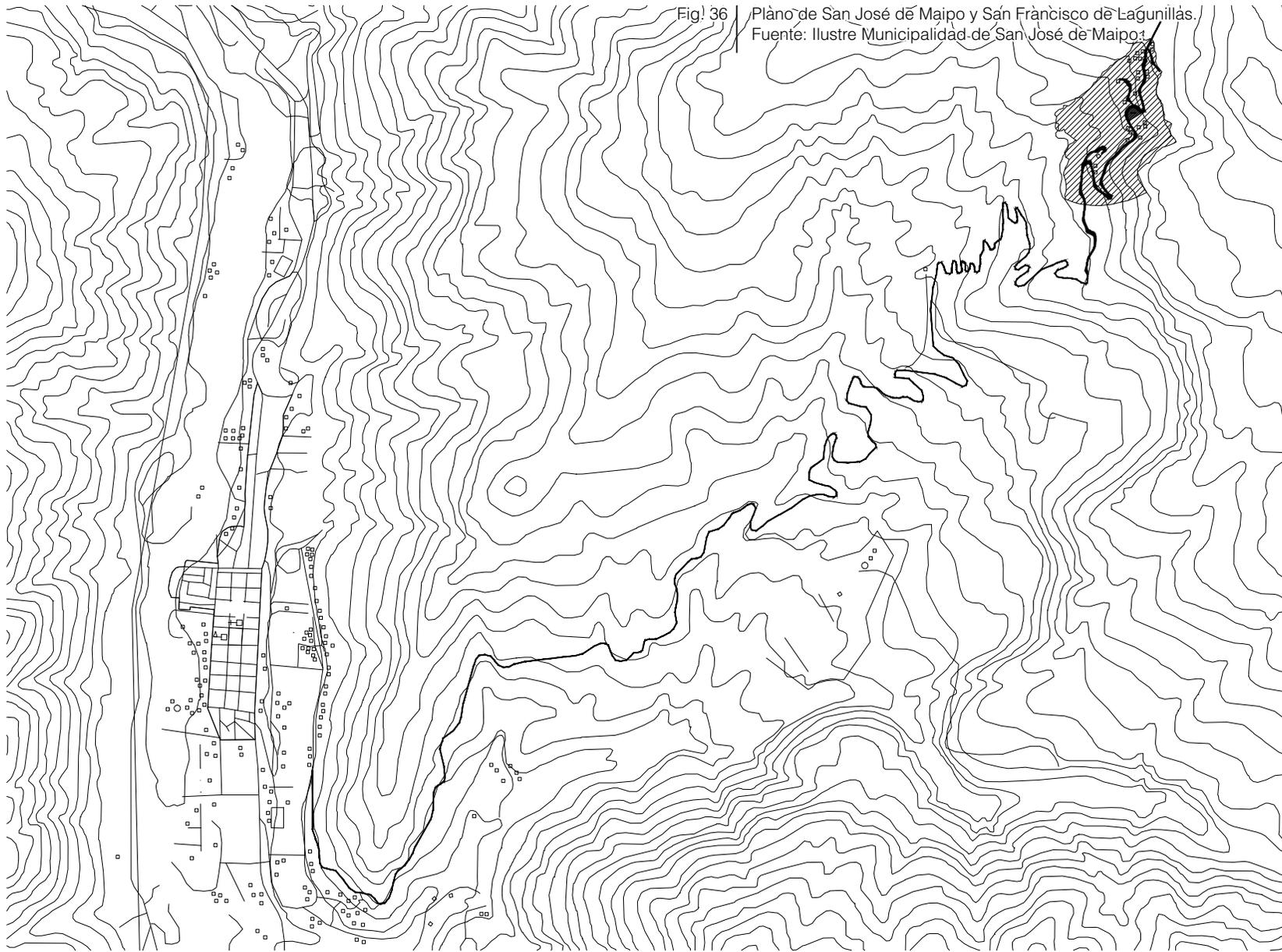


Fig. 36 | Plano de San José de Maipo y San Francisco de Lagunillas.  
Fuente: Ilustre Municipalidad de San José de Maipo.

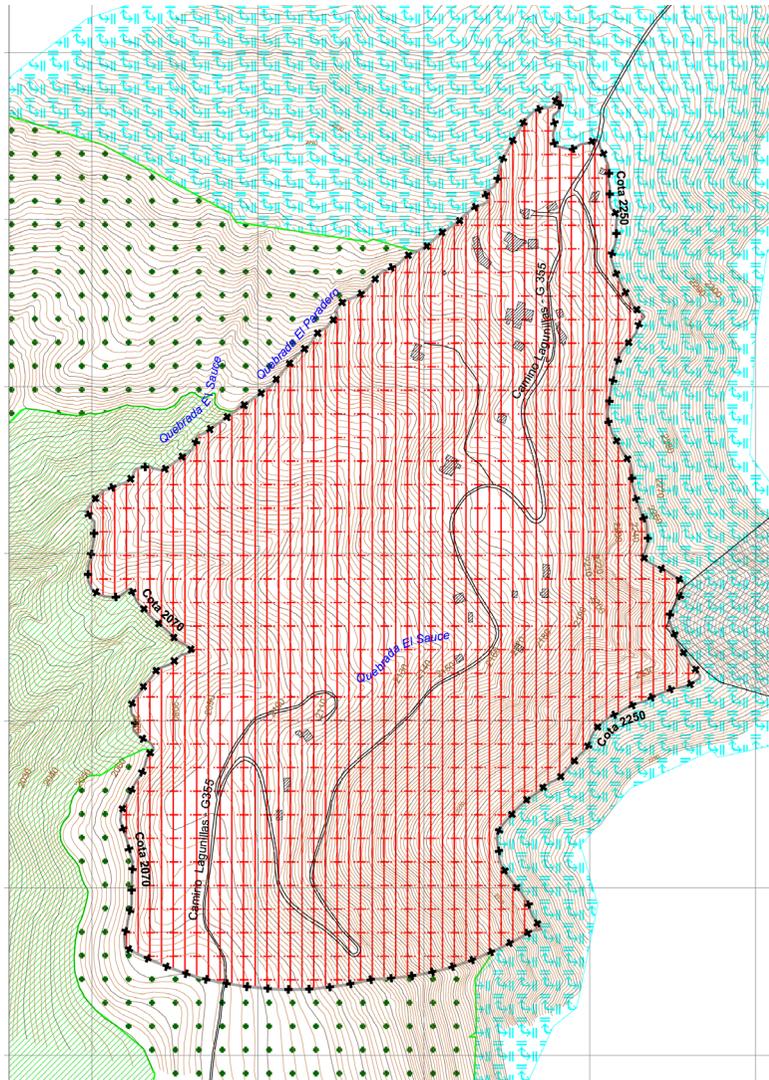
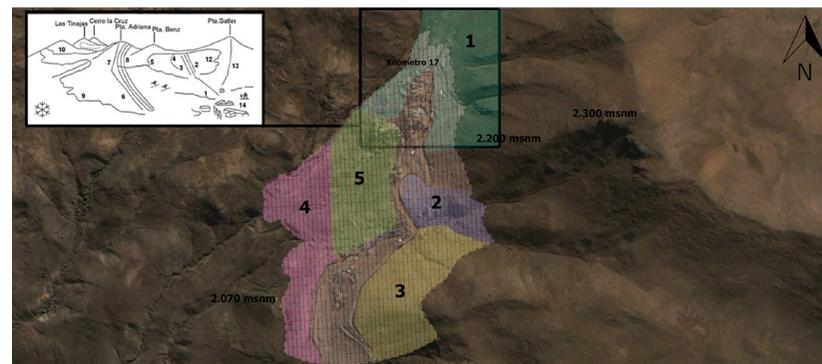


Fig. 37 | Zona urbanizable de San Francisco de Lagunillas.  
Fuente: Ilustre Municipalidad de San José de Maipo.

Fig. 38 | (derecha) Análisis de zonificación de la zona urbanizable.  
Fuente: Elaboración propia

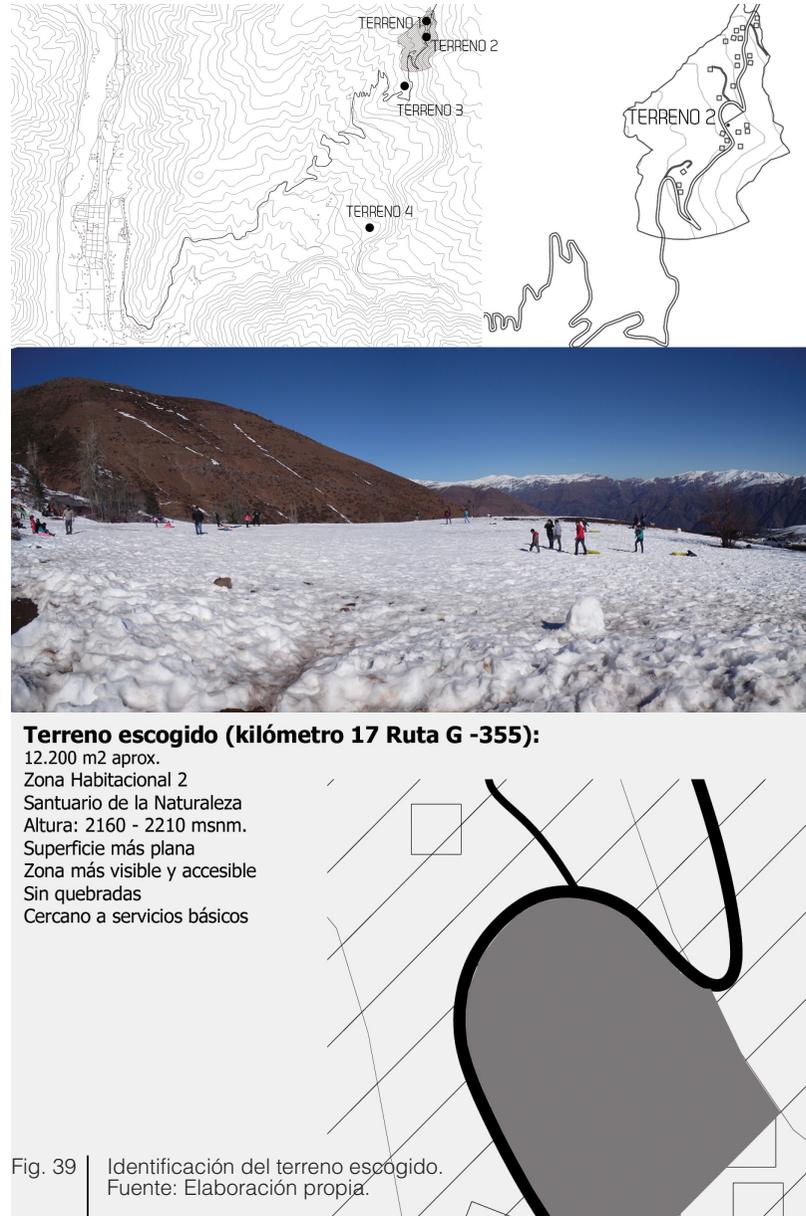
En esta zona urbanizable (figura 37), se estudiaron distintos terrenos, a través de una zonificación como la que se muestra en la figura 38:

1. Centro de Ski Lagunillas
2. Zona más plana, visible y de fácil acceso.
3. Zona de quebradas y de altas pendientes.
4. Zona más alejada, de difícil acceso y mucha pendiente.
5. Zona de grandes quebradas y derretimiento de nieve.



A pesar de tener la zona urbanizable, y después de analizarla, haya dado como resultado que la zonificación número 2 era la óptima para el proyecto, también se optó por analizar el resto del sector para no perder la oportunidad de encontrar un terreno mejor. Así entonces, se analizaron los 4 terrenos que se muestran en el gráfico de la derecha, dos dentro de la zona urbanizable, y dos fuera. De estos, se descartó de inmediato el terreno 4 por estar más alejado del camino de acceso y de los servicios básicos (luz y agua) que es posible acceder en la zona urbanizable (el Refugio Andino y el Centro de Ski ya tienen esas instalaciones). Luego el terreno 3 se descartó porque estaba ubicado muy cerca a quebradas, las cuales son peligrosas por el derretimiento de nieve. Así entonces, quedan el terreno 1 y 2, de los cuales se escogió el 2 por la compatibilidad con el análisis anterior.

El terreno tiene 12.200 metros cuadrados aproximadamente, pertenece a la zona Habitacional 2, por lo que es posible la construcción de uso residencial y de equipamiento como comercio, uso cultural, salud, deportes, hostales, educacional, entre otros. Estos últimos, se adaptan perfecto a las exigencias del proyecto. Además, se ubica entre los 2160 y 2210 msnm, con una superficie relativamente plana para el sector (20% de pendiente). Está ubicado en una zona totalmente visible para su difusión, sin quebradas, y cercano a los servicios básicos.



### ZH2 Zona Habitacional 2

Localidad	Superficie Vivienda	Predial Mínima Equipamiento	Densidad Máxima Hab/há	Coefficiente Ocupación de suelo	Coefficiente Constructibilidad	Altura Máxima	Antejardín
Las Vertientes	700 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	60	0,4	0,5	7,5 m	3 m
El Canelo	700 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	60	0,4	0,5	7,5 m	3 m
El Manzano	2500m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	16	0,4	0,5	7,5 m	3 m
Guayacán	2.500m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	10	0,4	0,5	7,5 m	3 m
Lagunillas	700 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	60	0,6	0,5	7,5 m	3 m
El Melocotón	1.500 m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	16	0,7	1	7,5 m	3 m
San Alfonso	500 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	80	0,7	1	7,5 m	3 m
El Ingenio	400 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	100	0,5	1	7,5 m	3 m
San Gabriel	300 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>	160	0,7	1	7,5 m	3 m
EL Volcán	700 m <sup>2</sup>	1000 m <sup>2</sup>	60	0,6	0,5	7,5 m	3 m

### 1.- Zonificación:

Zonas	Clases de Zona
Zonas Mixtas	ZM1 Zona Mixta Preferente Comercio y Servicios ZM2 Zona Mixta Residencial, Comercio y Servicios
Zonas Preferentemente Habitacionales	ZH1 Zona Habitacional 1 ZH2 Zona Habitacional 2 ZH3 Zona Habitacional 3 ZH4 Zona Habitacional Condicionada por Vulnerabilidad ZH5 Zona Habitacional Con Restricción por Pendiente
Zonas Equipamiento Turístico	ZET Zona Equipamiento Turístico
Zonas de Protección Ambiental	ZPA Zona de Protección Ambiental
Zonas Infraestructura	ZI Zona Infraestructura

Usos Permitidos	<p><b>Residencial:</b> Vivienda hospedaje familiar, <b>Equipamiento:</b> Comercio / Salones de té, restaurantes, centros artesanales, bazares, Hostales, residenciales que incluyan desayunos media pensión o pensión completa. Servicios/ talleres de joyas, textiles, maderas. Culto Cutura/ casas de retiro espiritual, iglesias, teatros. Deporte/ Canchas, multicanchas Educación, Salud Seguridad Social</p>
Usos de Suelo Prohibidos	<p><b>Residencial:</b> Motel <b>Equipamiento:</b> Comercio/Supermercado, compra, venta y reparación de motocicletas, automóviles y maquinarias, discotecas, cabaret, boite y similares Deporte/estadio, media luna Eparcimiento/parques de entretenimientos, parques zoológicos, central de ambulancias. <b>Actividades Productivas</b></p>

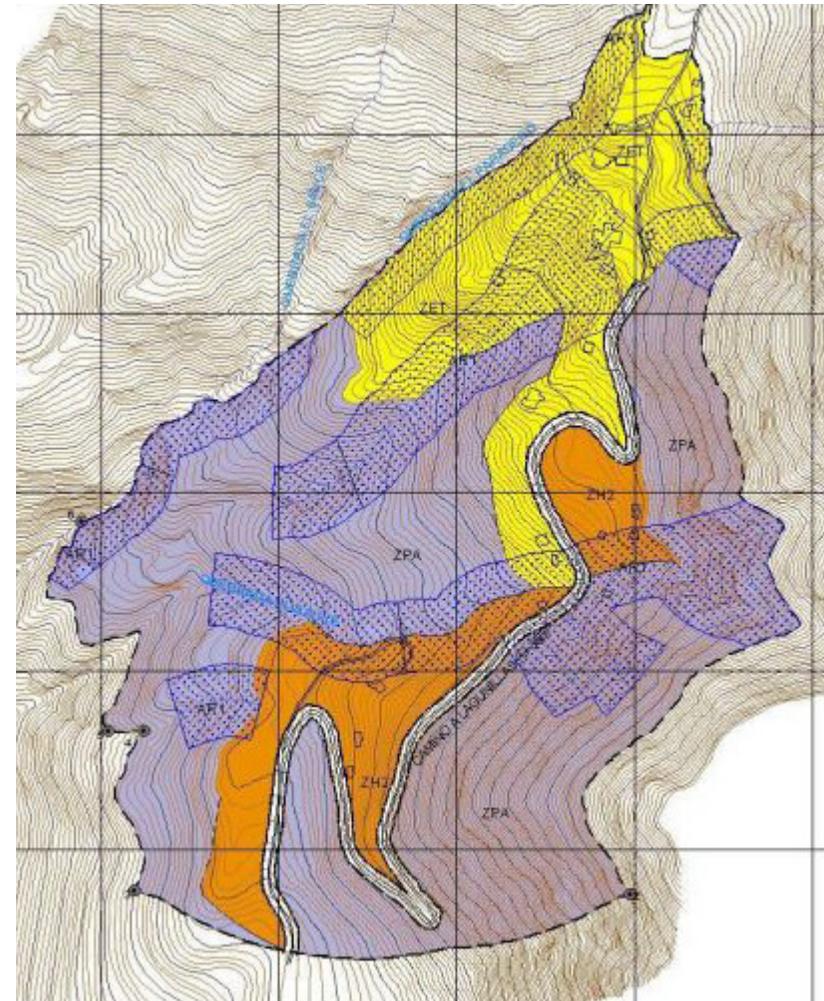
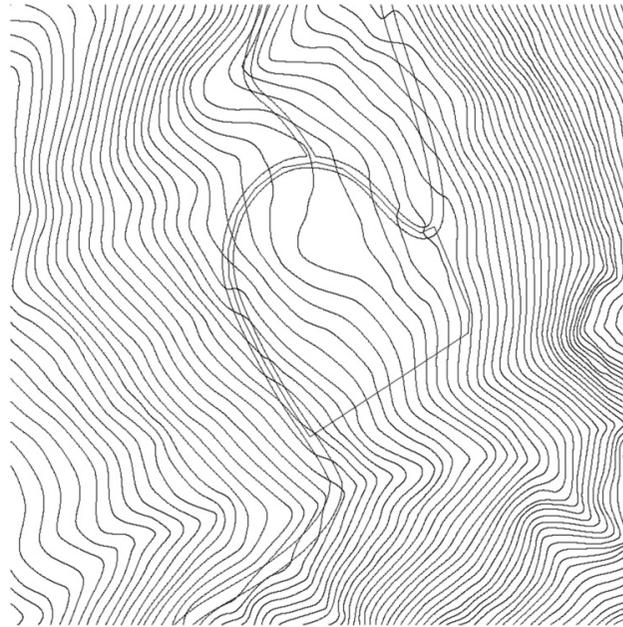


Fig. 40 | Especificaciones del terreno.  
Fuente: Ordenanza municipal, Ilustre Municipalidad de San José de

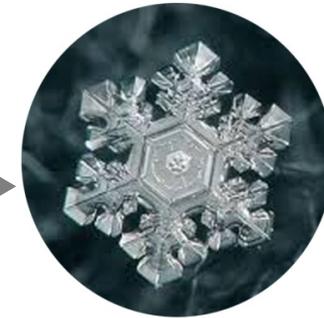
Estudio de Cabida			
m2 programa	m2 terreno	Coef. Ocupación de Suelo	Coef. De Constructibilidad
2640	12200	0,6	0,5
<b>m2 en primer piso</b>		<b>max. m2 construibles</b>	
7320		6100	



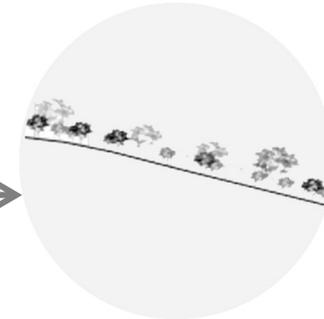
TERRENO  
 12.200 M2  
 ZONA HABITACIONAL 2  
 SANTUARIO DE LA NATURALEZA  
 ZONA URBANIZABLE FUNDO SAN FRANCISCO LAGUNILLAS



CONDICIÓN PERIGLACIAR



PENDIENTES ABRUPTAS



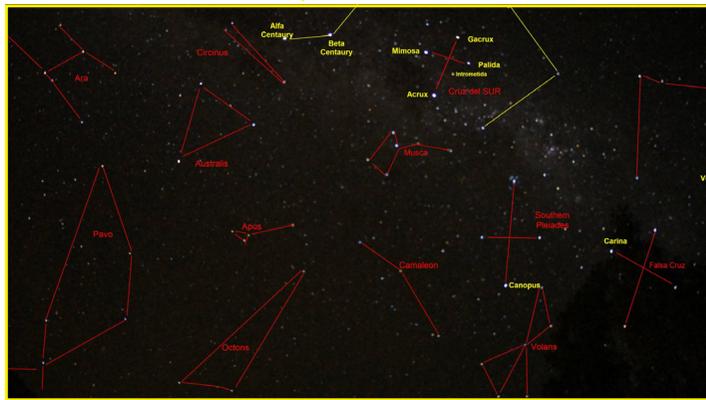
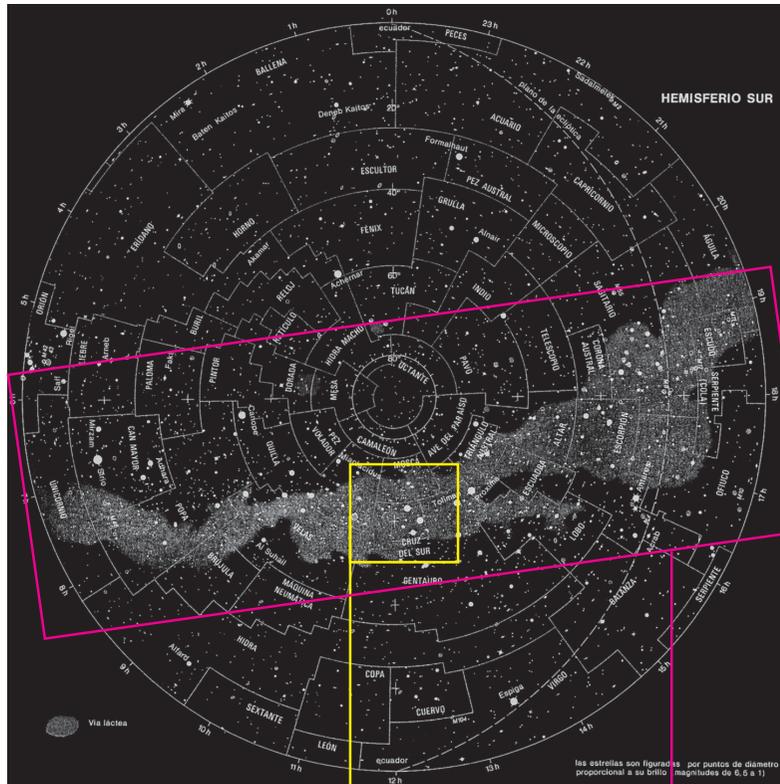
PAISAJE NATURAL



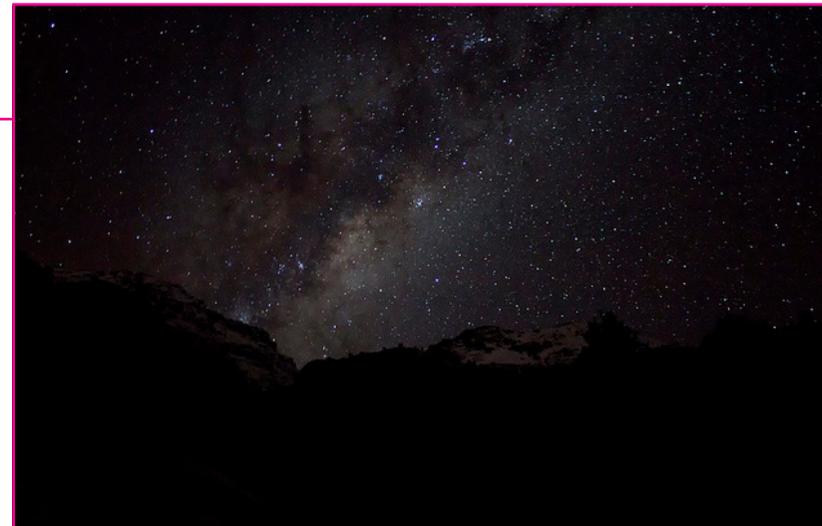
Fig. 41 | Características físicas del terreno.  
 Fuente: Elaboración propia

Fig. 42 | Relación de las constelaciones y los cielos observables según el hemisferio sur, y luego la relación de las constelaciones observables y la Vía Láctea desde el cielo del Cajón del Maipo.  
 Fuente: Elaboración propia en base a [www.elcielodelmes.com](http://www.elcielodelmes.com)

Fig. 43 | Vista a las quebradas y pendientes desde el terreno esocgido, Junio2014.  
 Fuente: Elaboración propia



El Cajón del Maipo posee una condición de observatorio natural debido a sus características de paisaje natural, poco intervenido por el hombre y por lo tanto por la contaminación lumínica existente a tan sólo 67 kilómetros de Santiago. Es por esto, que en la imagen 42 podemos ver el Planisferio del hemisferio sur, donde la gran mancha gris que cruza el plano, es la Vía Láctea, y vemos que en el sector centro sur por ejemplo, se ubican algunas de las constelaciones que se pueden ver desde el Cajón del Maipo, como la Cruz del Sur. En el zoom que hay más abajo, vemos que a través de una fotografía tomada por un aficionado, se reconocen diferentes constelaciones fácilmente, debido a la claridad de los cielos, y por otro lado, también es reconocible la misma Vía Láctea, dependiendo de la época del año, como se explicará más adelante.





Es necesario también entender las características especiales del terreno, ya que se encuentra en una zona periglacial de la Cordillera de Los Andes, es decir que el terreno ha pasado por procesos geomórficos creados por el congelamiento del agua en hielo. Esta condición se da en lugares donde la temperatura alcanza valores bajo cero gran parte del año. Además, debido a esto se dan las siguientes características en la morfología del terreno:

- En zonas de mayor pendiente, se pueden formar terracillas (escalones)
- Glaciares rocosos

- En zonas más horizontales, se forman cuñas de piedras, que son grietas inicialmente cubiertas de nieve. Luego, al descongelarse se derriten a través de la grieta, y luego quedan más que nada rocas.

Por otro lado, también es importante destacar las grandes pendientes que existen en el lugar, ya que el Cajón del Maipo comienza a los 900 msnm. en el sector de Pirque, llegando a alturas de hasta los 6.570 msnm. En el sector de Lagunillas específicamente, las alturas van desde los 961 msnm., donde se ubica la localidad de San José de Maipo, llegando hasta los 2.500 msnm. aprox. una de las alturas máximas en el sector, donde se ubica principalmente el Centro de Ski.

Por último, la condición de paisaje natural que aún no ha sido intervenida por el hombre. La riqueza espacial de este cajón se define principalmente por la formación geográfica de su terreno. El río como eje jerárquico de la zona, va labrando su curso a través de distintos materiales sedimentarios formando las terrazas fluviales. Existe además a lo largo de todo el río, la montaña, que va formando un marco de cumbres generando una silueta geográfica. Dentro de este mismo punto, están las quebradas y los esteros, presentes también en el sector de Lagunillas, y que marcan el paso del derretimiento de la nieve.



CAPÍTULO IV  
DESARROLLO DEL PROYECTO





Fig. 44 | Texturas existentes en el paisaje natural del terreno y en las construcciones existentes  
Fuente: Elaboración propia

## 4.1 CRITERIOS PAISAJÍSTICOS

Se tomaron en cuenta tres aspectos naturales del lugar. Como se nombró anteriormente, su condición periglacial, es decir estar en una zona cordillerana, rocosa y con épocas de nieve. También el paisaje natural existente y poco intervenido, con vistas, caminos y construcciones que respetan el entorno desde en el uso de sus materiales hasta en el tamaño de la construcción. Por último, la presencia de grandes pendientes, que a su vez conllevan muchísimas quebradas que colaboran con el derretimiento natural de la nieve.

Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado, es que se respetó el paisaje natural a través de un “hundimiento” del programa del proyecto, liberando el nivel del terreno. A su vez, en el nivel cero, se generaron senderos y terrazas que recorrieran el terreno de una forma amable y respetuosa. Por otro lado, la morfología del proyecto se basó en las cotas de nivel existentes, generando una forma sinuosa y fluida que se mimetice con el terreno.

Por último, se tomó en cuenta la materialidad de las construcciones existentes y las texturas del lugar, utilizadas entonces en el proyecto, tales como la piedra y la madera (imagen 44).

## 4.2 PARTIDO GENERAL: PROPUESTA PROGRAMÁTICA

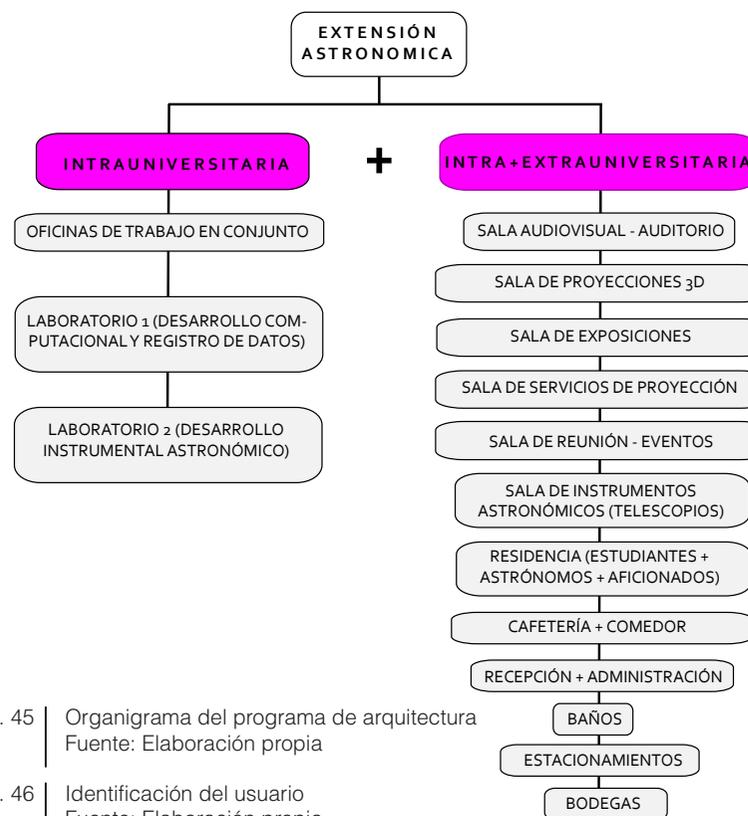
El programa se basa principalmente en tres etapas:

1. Público, ligado a la difusión y a los eventos que realicen los astrónomos en el Centro de extensión
2. Semi público, relacionado directamente con las oficinas de trabajo y los laboratorios
3. Privado, la residencia

Por otro lado, se identifica el usuario a través de tres instancias:

1. Estudiantes de la carrera de astronomía de las universidades asociadas.
2. Astrónomos académicos y aficionados a la astronomía.
3. Visitantes a San Francisco de Lagunillas, que accedan al edificio ya sea por una curiosidad astronómica o como turistas en general.

En conjunto con lo anterior, y entendiendo que los principales usuarios y beneficiados serán quienes están relacionados directamente con los departamentos de Astronomía de cada una de las universidades asociadas, se entiende y se espera que tengan un respaldo académico constante de dichas universidades.



Cuadro de superficies m2		
Cantidad	Programa Extensión Intrauniversitaria	m2
4	Oficinas de trabajo en conjunto (sala de reuniones)	100
1	Laboratorio 1 (Desarrollo computacional y registro de datos)	100
1	Laboratorio 2 (Desarrollo instrumental astronómico)	100
		<b>300</b>

Cuadro de superficies m2		
Cantidad	Programa Extensión Intra + extraniversitaria	m2
1	Sala audiovisual (auditorio capacidad 50 personas)	100
1	Sala de proyecciones 3D (planetario digital)	100
1	Sala de exposiciones interactivas	100
1	Sala de servicios de proyección (Sala 3D + auditorio)	25
1	Sala de instrumentos astronómicos (telescopios)	150
1	Cafetería + Cocina	100
1	Comedor + Sala de eventos	100
1	Recepción + administración	60
1	Bodega	25
30	Estacionamientos	990
6	Baños	90
30	Residencia con 15 - 20 habitaciones (dormitorio + baño privado + terraza)	500
		<b>2340</b>
<b>TOTAL</b>		<b>2640</b>

## 4.2 PARTIDO GENERAL: PROPUESTA CONCEPTUAL

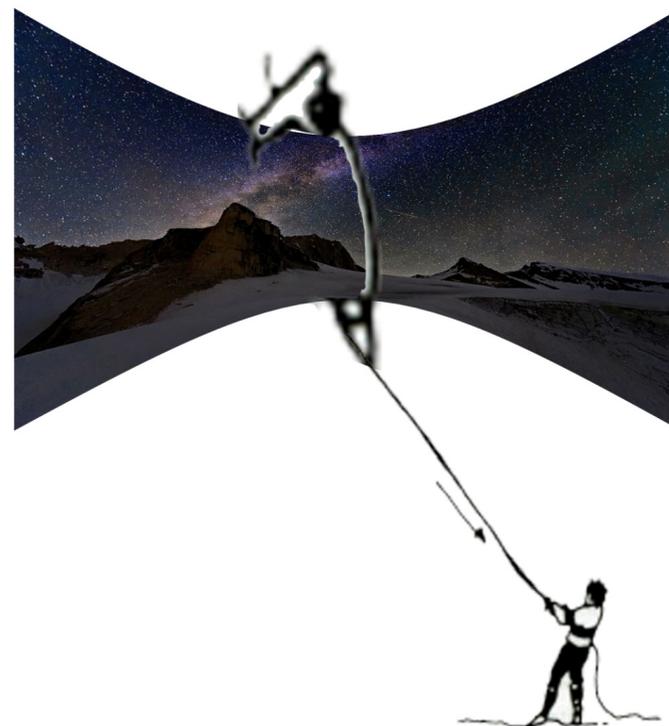
La propuesta conceptual nace a partir de la idea de responder a la problemática arquitectónica del lugar y el programa en sí. Ante esto, la propuesta es respetar y conservar la condición de observatorio natural que existe en el Cajón del Maipo, haciendo de esa naturalidad y paisajes, un espacio donde estar y desde allí, sin necesidad de un edificio, sino solo con estar ahí, abrir los ojos al mundo y observar. Junto con esto, se presenta el desafío de habitar una pendiente del 20%.

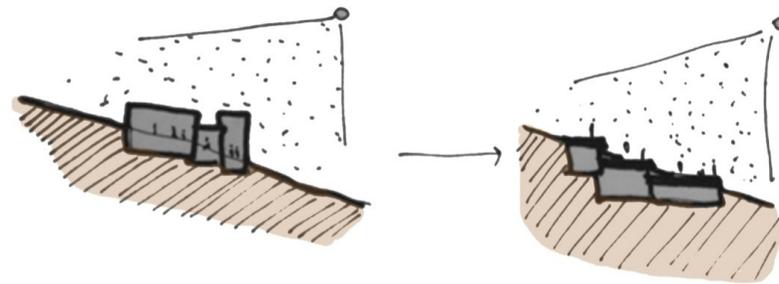
Para eso entonces, se propone un edificio bajo el nivel del terreno, dejando bajo éste todo el programa base del proyecto, y en el nivel cero proyectar terrazas y senderos que conformen finalmente el observatorio natural.

Por otro lado, los espacios bajo cero, serán ordenados en base a una transición de público - semi público - privado, organizado en base a dos grandes circulaciones o ejes, que se representan a través de grietas de norte a sur, como se explicará posteriormente.

Fig. 47 | Imaginario de la frase: "Bringing the sky down to earth"  
Fuente: Elaboración propia

Fig. 48 | Fotomontaje Embalse El Yeso, Cajón del Maipo.  
Fuente: Francisco Mondaca





1. BAJAR TODO EL PROGRAMA (HUNDIR) BAJO 0, LIBERANDO POR COMPLETO EL NIVEL DEL TERRENO.

2. TERRAZAS PROYECTADAS POR EL PROGRAMA HUNDIDO + RED DE SENDEROS QUE JUNTOS CONFORMAN EL OBSERVATORIO NATURAL.

Fig. 49 | Esquemas que explican por qué bajar todo bajo el nivel de terreno.  
Fuente: Elaboración propia

Fig. 50 | Esquema de las quebradas existentes a lo largo del Cajón del Maipo  
Fuente: Elaboración propia



3. A TRAVÉS DE UNA GRIETA (YA QUE LAS QUEBRADAS EN ESTA ZONA SON PELIGROSAS POR EL DERRITIMIENTO DE NIEVE O DERRUMBES, SE REPLICA LA IDEA DE QUEBRADA A TRAVÉS DE LA GRIETA) GENERAR LA CIRCULACIÓN Y ENTRADAS DE LUZ. EN ESTA MISMA CIRCULACIÓN, SE UBICA EL ESPACIO JERÁRQUICO (TELESCOPIOS).

ALREDEDOR DE LA GRIETA SE ORGANIZAN LOS ESPACIOS.



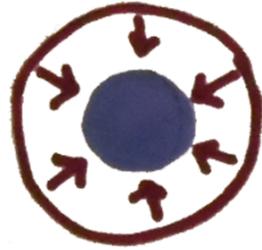
## TERRITORIO / GRIETA

1. UTILIZAR EL PAISAJE COMO COBIJO NATURAL
2. MICROCLIMA NATURAL: PROTECCIÓN DE LA NIEVE Y EL FRÍO
3. REALIDAD TANGIBLE QUE SE HACE PRESENTE A TRAVÉS DEL RECORRIDO
4. ÚNICA HUELLA DEL LUGAR QUE MUESTRA LA FORMACIÓN DEL TERRITORIO

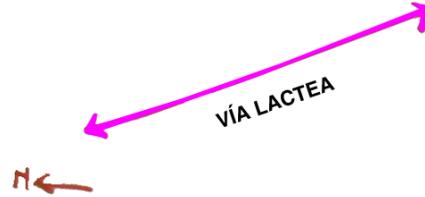
## ASTRONOMÍA

1. SE PROPONE UN RECORRIDO ASTRONÓMICO. LA ARQUITECTURA COMO MEDIO DE OBSERVACIÓN QUE CONECTA AL VISITANTE DIRECTAMENTE CON LA EXPERIENCIA ASTRONÓMICA Y EL PAISAJE.
2. ACOTAR EL CIELO: AL ESTAR EN EL INTERIOR DE LA GRIETA, LAS MIRADAS SE DIRIGEN AL CIELO.
3. AL HUNDIR TODO Y PROYECTAR TERRAZAS Y SENDEROS EN EL TERRENO, LA RELACIÓN ENTRE EL VISITANTE Y EL CIELO ES MÁS NATURAL Y DIRECTA.

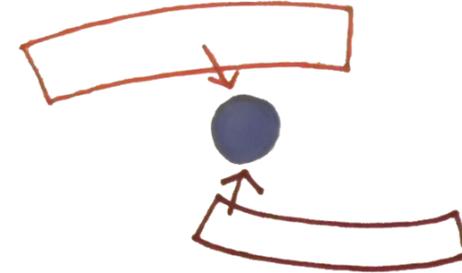
## 4.2 PARTIDO GENERAL: ESTRATEGIAS DE DISEÑO



**OBSERVATORIO ESPACIO  
JERÁRQUICO Y ARTICU-  
LADOR**



**LA VÍA LACTEA SE DESPLAZA EN  
ESTA DIRECCIÓN EN EL CAJÓN  
DEL MAIPO**



**SIGUIENDO EL DESPLAZAMIENTO DE  
LA VÍA LACTEA Y EL OBSERVATORIO  
COMO ESPACIO ARTICULADOR, EL  
RESTO DE LOS ESPACIOS SE RESUEL-  
VEN EN BASE A ESTA RELACIÓN**

Fig. 51 | Esquema de los lineamientos de diseño  
Fuente: Elaboración propia

### EL ACTO

1. EL RECORRIDO: CONECTOR ENTRE LA OBSERVACIÓN Y EL TRABAJO, A TRAVÉS DE PAUSAS Y FLUJOS.
2. EL TRABAJO / DIFUSIÓN
3. LA OBSERVACIÓN

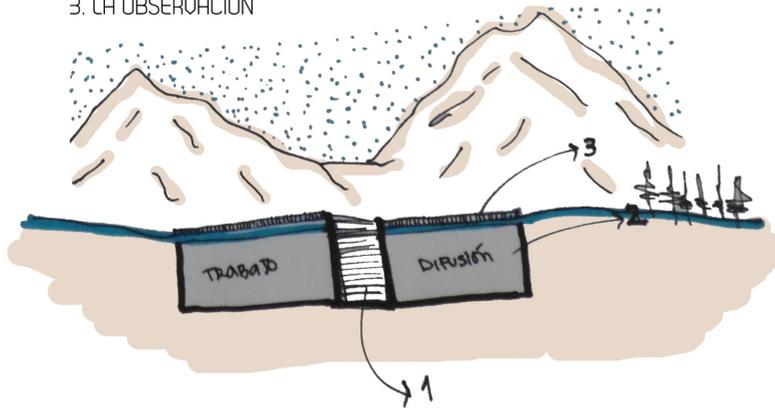


Fig. 52 | Esquema de los diferentes actos existentes en el proyecto  
Fuente: Elaboración propia

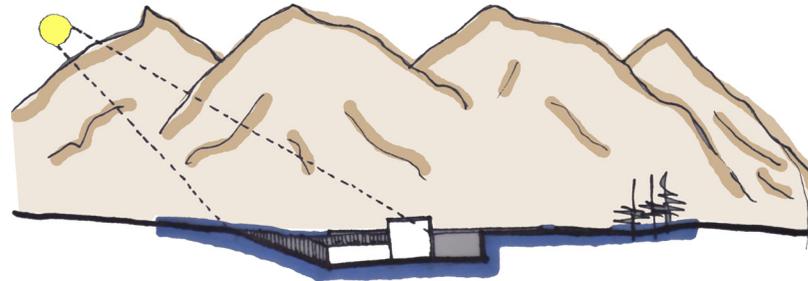


Fig. 53 | Esquema iluminación natural durante el día en eje norte-sur  
Fuente: Elaboración propia

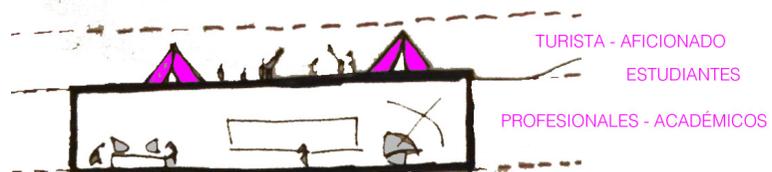


Fig. 54 | Corte esquemático identificando a los usuarios del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

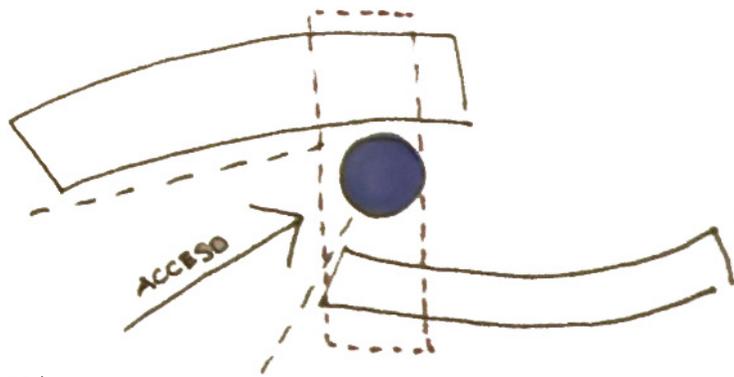


Fig. 55 | Esquema de la relación de los espacios del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

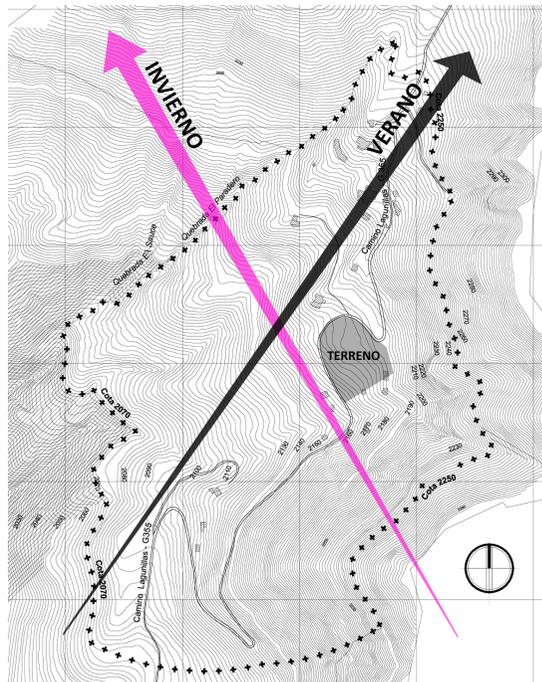


Fig. 56 | Esquema de los posibles desplazamientos de la Vía Láctea desde esta zona  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Profesor José Maza

Las estrategias de diseño se basan principalmente en reconocer el espacio del observatorio como elemento central y jerárquico del proyecto. Luego, se toma en cuenta el desplazamiento de la Vía Láctea en este sector del país, siendo de norponiente a sur oriente en invierno. Por último y tomando en cuenta estos dos criterios anteriores, se plantean los espacios restantes (uno más público y uno más privado) como elementos que convergen en el telescopio (figura 51 y 55). Al ser el espacio del telescopio el espacio principal, es ahí donde se plantea el acceso al edificio, y articulador de los diferentes espacios.

Por otro lado, los ejes que salen tangenciales al centro van en dirección norte-sur, con el fin de obtener la mayor cantidad de luz natural durante el día. Por esto mismo, se abren tanto a la grieta o camino principal, como hacia el horizonte poniente, con grandes ventanales (figura 53).

También, es posible destacar los tres actos principales que se dan en el proyecto, dejando el de la experiencia de observación natural en el nivel del terreno, luego el recorrido y el descubrir y conectar los espacios a través de la grieta, y por último, los espacios bajo tierra del programa de arquitectura. (fig. 52 y 54)

Por último, cabe mencionar que La Vía Láctea, cuando está el centro galáctico en el cenit a la medianoche de un día de Julio, cruza el cielo de sur-oeste a nor-este. Sin embargo la rotación de la Tierra hace que ese círculo de la esfera se mueva y seis meses más tarde, la Vía Láctea de nuestro verano, la vemos cruzar el cielo de sur-este a nor-oeste. Por lo tanto, si bien es cierto, la Vía Láctea no tiene una “trayectoria” definida, es un círculo que rota y describe la esfera completa, a diferencia por ejemplo del Sol o la Luna que son objetos que si describen un círculo en el cielo (revisar figura 56). Así entonces, se configuran los dos ejes principales del proyecto, es decir, las grietas, en base a estas dos posibles trayectorias de la Vía Láctea vista desde el cielo de nuestro verano e invierno.

## 4.2 PARTIDO GENERAL: IMÁGENES OBJETIVO

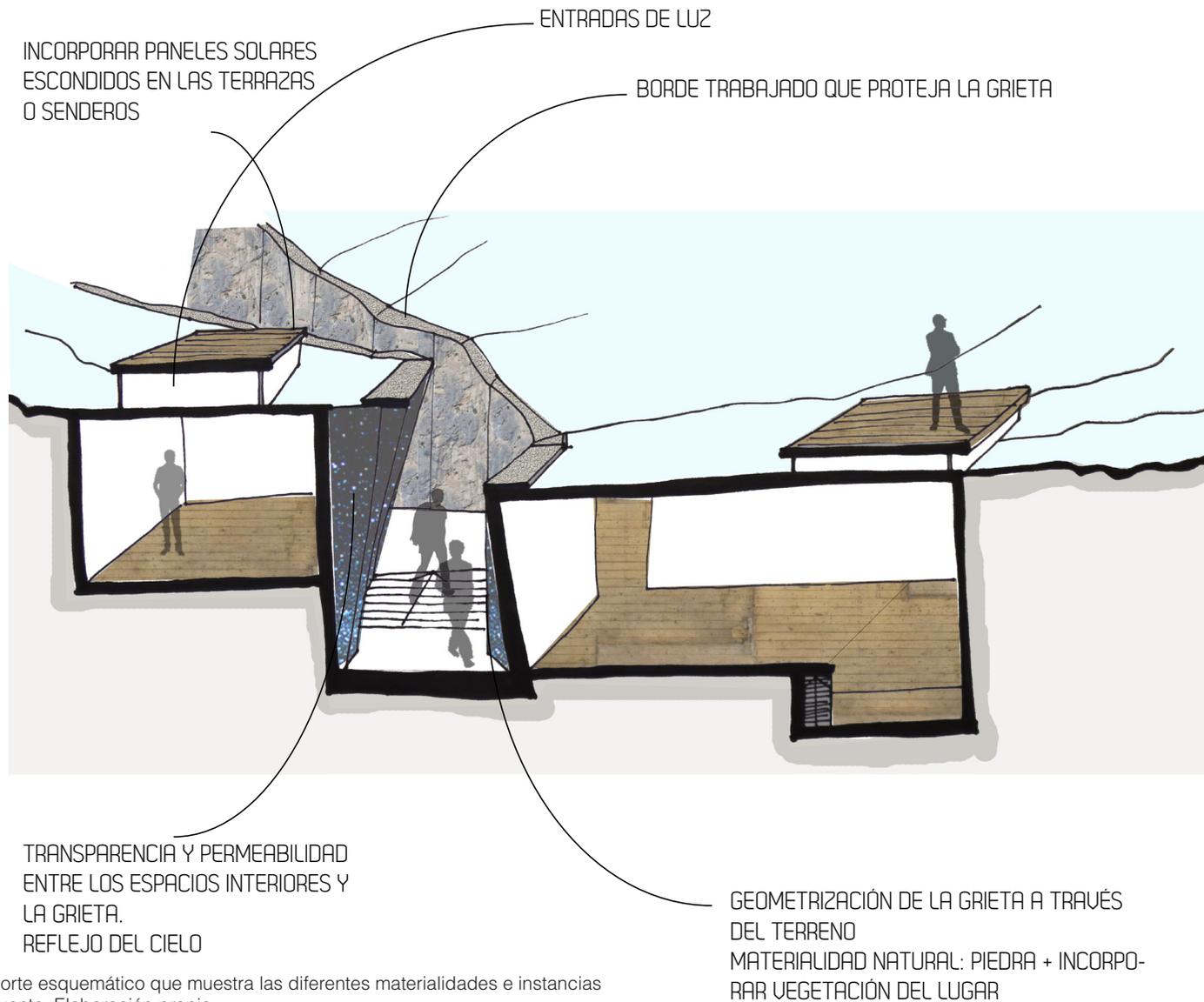
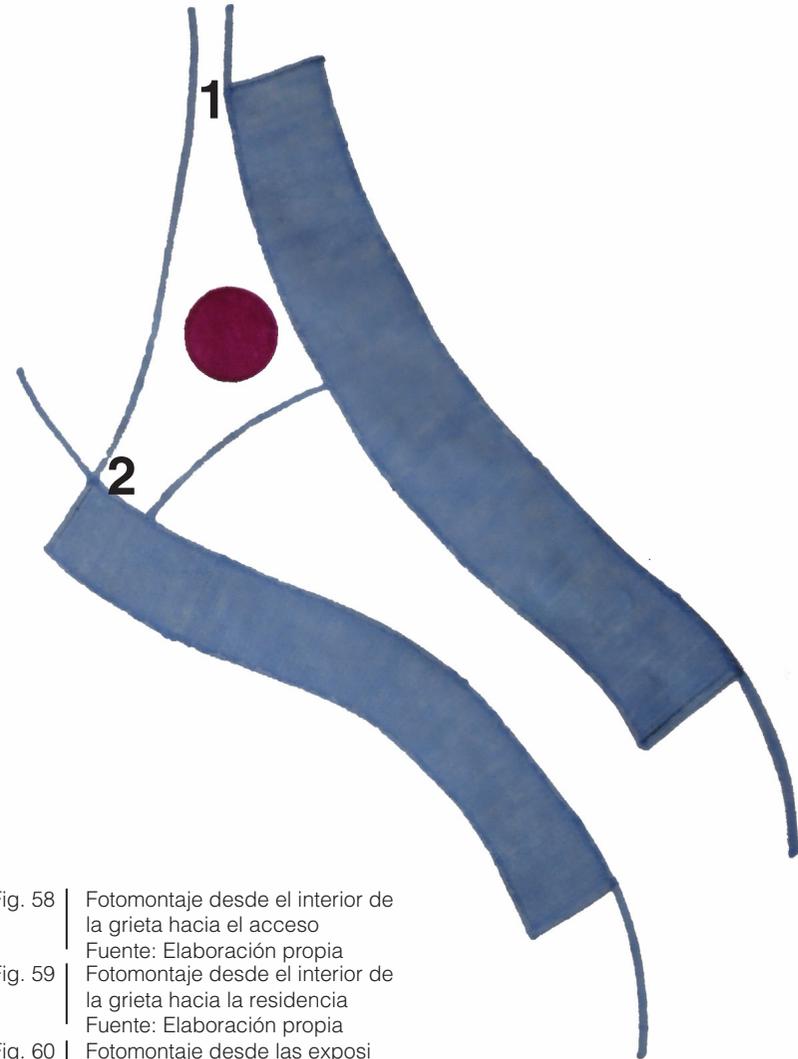


Fig. 57 | Corte esquemático que muestra las diferentes materialidades e instancias  
Fuente: Elaboración propia



- Fig. 58 | Fotomontaje desde el interior de la grieta hacia el acceso  
Fuente: Elaboración propia
- Fig. 59 | Fotomontaje desde el interior de la grieta hacia la residencia  
Fuente: Elaboración propia
- Fig. 60 | Fotomontaje desde las exposiciones hacia la grieta  
Fuente: Elaboración propia
- Fig. 61 | Planta esquemática del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

## 4.3 CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD

### CALEFACCIÓN

Se utilizará un sistema de climatización multi split muro (figura 62) con hasta 5 unidades interiores funcionando en base a una unidad exterior, el cual permite calefaccionar los espacios en invierno y en las noches de todo el año, y mantener a una temperatura más fría los espacios interiores durante los días de verano. A su vez, éste se propone en base a un sistema sustentado por paneles solares durante los meses de verano y con un sistema mixto (eléctrico y paneles solares) durante los días de invierno. Con este método, se propone entonces la climatización de los espacios interiores, y a la vez, la calefacción de agua para las duchas de la residencia. Si bien es cierto existe energía eléctrica en el lugar, sin embargo se proponen métodos alternativos complementarios, ya que el uso del telescopio, internet y el laboratorio de computación consumirá una gran parte.

### ILUMINACIÓN

El terreno está rodeado de altas montañas por la orientación este y norte, por lo que la iluminación natural no es efectiva hasta que el Sol ya se encuentra en el cenit (figura 63). Por esto mismo la orientación principal de los espacios del proyecto están hacia el poniente, pudiendo recibir iluminación desde aproximadamente las 12 de la tarde hasta que se esconda el

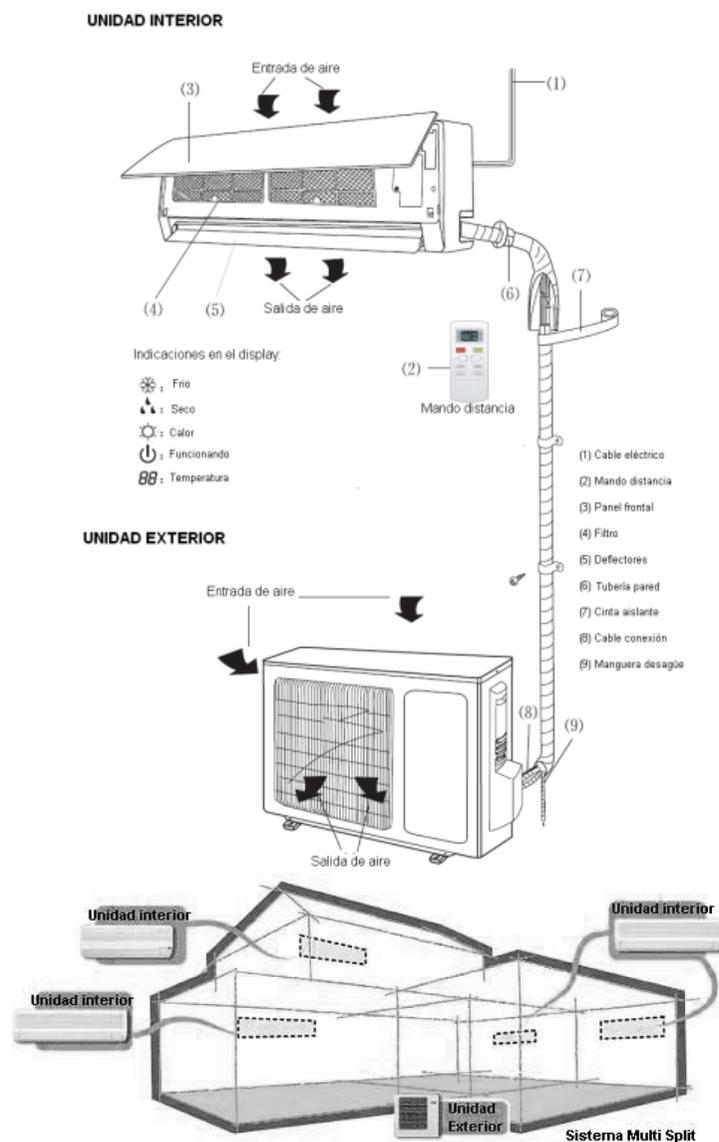


Fig. 62 | Esquema de calefacción propuesto a través climatización split muro  
Fuente: www.anwo.cl

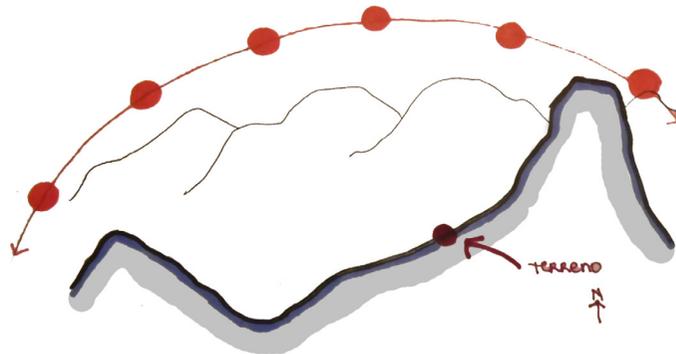


Fig. 63 | Esquema de iluminación natural según la ubicación del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Horas de sol	11	11	9	7	5	4	5	5	6	8	10	11
Días de lluvia	0	0	1	3	6	8	5	6	8	4	2	1

Fig. 64 | Información de precipitaciones en agua nieve y horas de Sol en Lagunillas, teniendo en cuenta que las precipitaciones acá son en forma de agua nieve.  
Fuente: www. zoover.es



Fig. 65 | Sistema de recolección de aguas lluvias para reutilización en aguas grises  
Fuente: Elaboración propia

Sol. Por otro lado, y como una forma de aprovechar también el sol desde el norte, los ejes donde se ubican los espacios, es decir las grietas, están proyectadas en dirección norte - sur, con una cierta inclinación como se mostraba anteriormente.

## VENTILACIÓN

Se propone de forma pasiva y directa en todos los espacios al estar todos conectados directamente con los ejes de circulación principal, los cuales a su vez, están semi cubiertos. Esto posibilita la circulación de aire constante. En cuanto a los meses de verano, se propone un sistema de aire acondicionado a través del sistema nombrado anteriormente.

## RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIA

Al ser una zona donde hay constantes lluvias y nieve todos los años (revisar figura 64), estas se aprovechan a través de un sistema de calefacción en los techos (explicado en detalle en los criterios de construcción), se recolectan las aguas lluvias para luego utilizarlas como aguas grises (lavado de loza y el baño de las personas principalmente). Éstas son direccionadas a través de un sistema de canalización en el techo, bajando en puntos específicos a un depósito conectado a una canalización. Esta finalmente, acaba en un estanque ubicado en sectores determinados en el proyecto, cercano a las zonas húmedas. Además, para evitar sedimentos, suciedades y elementos no deseados, se incorpora un filtro en el estanque (revisar figura 65).

## 4.4 CRITERIOS ESTRUCTURALES Y DE CONSTRUCCIÓN

### REVESTIMIENTO

En los espacios interiores será de madera y el de los muros de la grieta de piedra. Por otro lado, los muros también serán revestidos en EIFS con el fin de generar una envolvente térmica y ahorrar energía.

### VENTANAS

Estas serán de termo panel con un cristal laminado, capaces de resistir altas diferencias de temperaturas, es decir, temperaturas altas en el interior y muy bajas en el exterior. A su vez, al romperse, se fragmentan en diversos trozos redondeados lo que permite una mayor protección y seguridad (figura 67). Los marcos de las ventanas serán de PVC imitación madera para mantener las texturas utilizadas en el proyecto.

### TECHOS

Se propone con un sistema de cables anticongelantes que irradian calor cada cierto tiempo controlados, y que permiten mantener la superficie despejada de nieve para aprovecharla también como terrazas. A su vez, al estar revestido con un deck de madera, estas están a una cierta distancia que dejen traspasar el agua para que luego sea evacuada por el sistema de canalización (revisar figura 66).

Por otro lado, la estructura del techo será de lozas de hormigón armado, membranas térmicas y de aislación hidráulica, sobre estos un deck de madera, siendo entonces también terrazas en el nivel del terreno, y por último los cables anticongelantes.

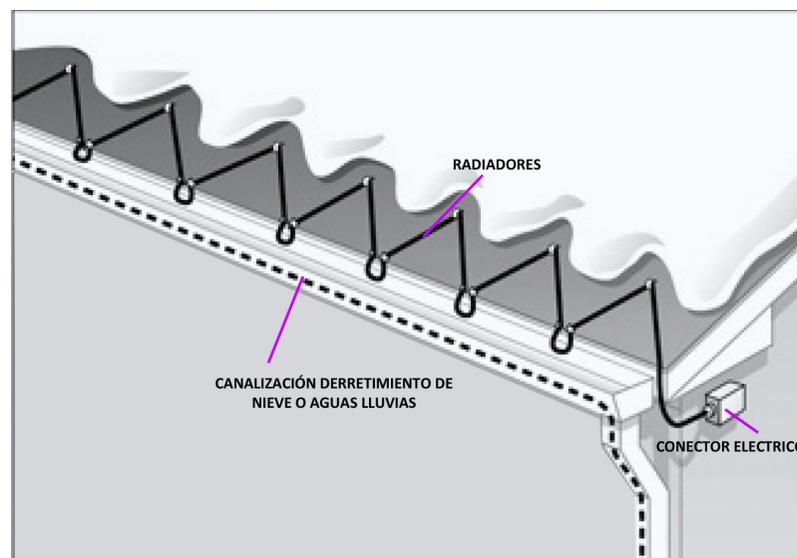


Fig. 66 | Corte esquemático del sistema de membrana anticongelante.  
Fuente: Elaboración propia en base a prototipo de la empresa

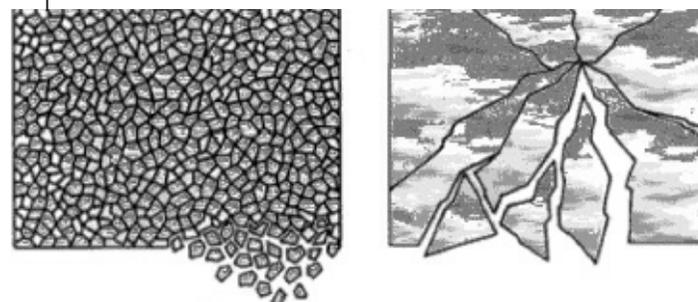


Fig. 67 | Diferencia de fragmentación entre un vidrio templado y un vidrio normal.  
Fuente: Elaboración propia

Lugar	Grados	Minutos	Grados	Minutos	Altitud	Total (kgf/m <sup>2</sup> )
San José de Maipo	33	40	70	22	961	75
Farellones	33	21	70	20	2240	500

Fig. 68 | Latitud; Longitud; Altitud; Cálculo de sobrecarga de nieve.  
Fuente: Norma Chilena 431 Of.77

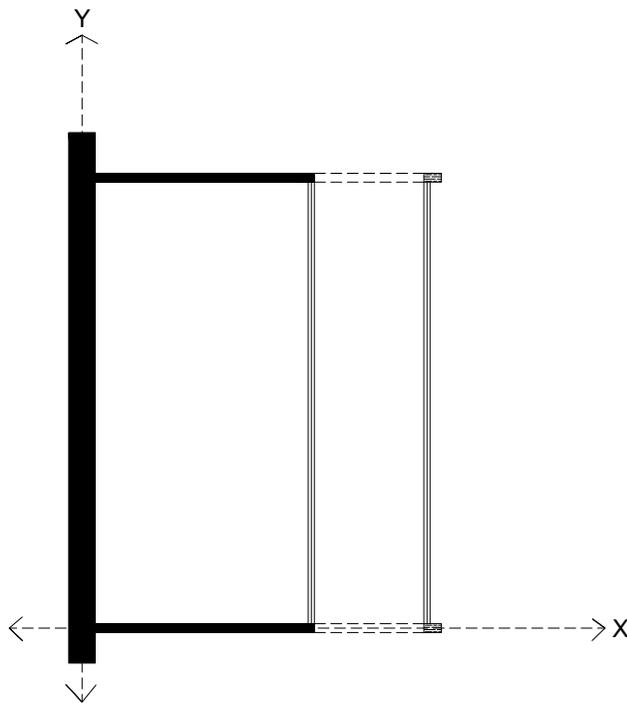


Fig. 69 | Sistema estructural del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

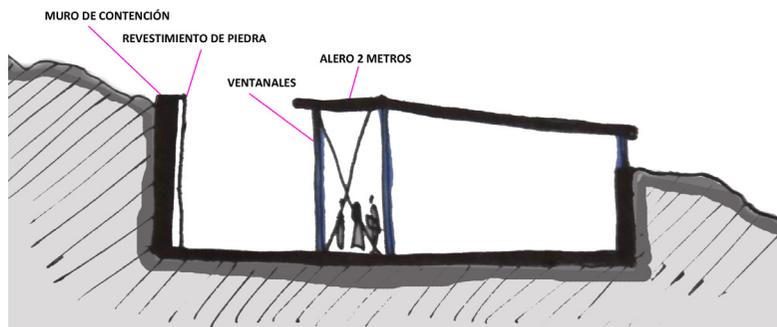


Fig. 70 | Protección grieta  
Fuente: Elaboración propia

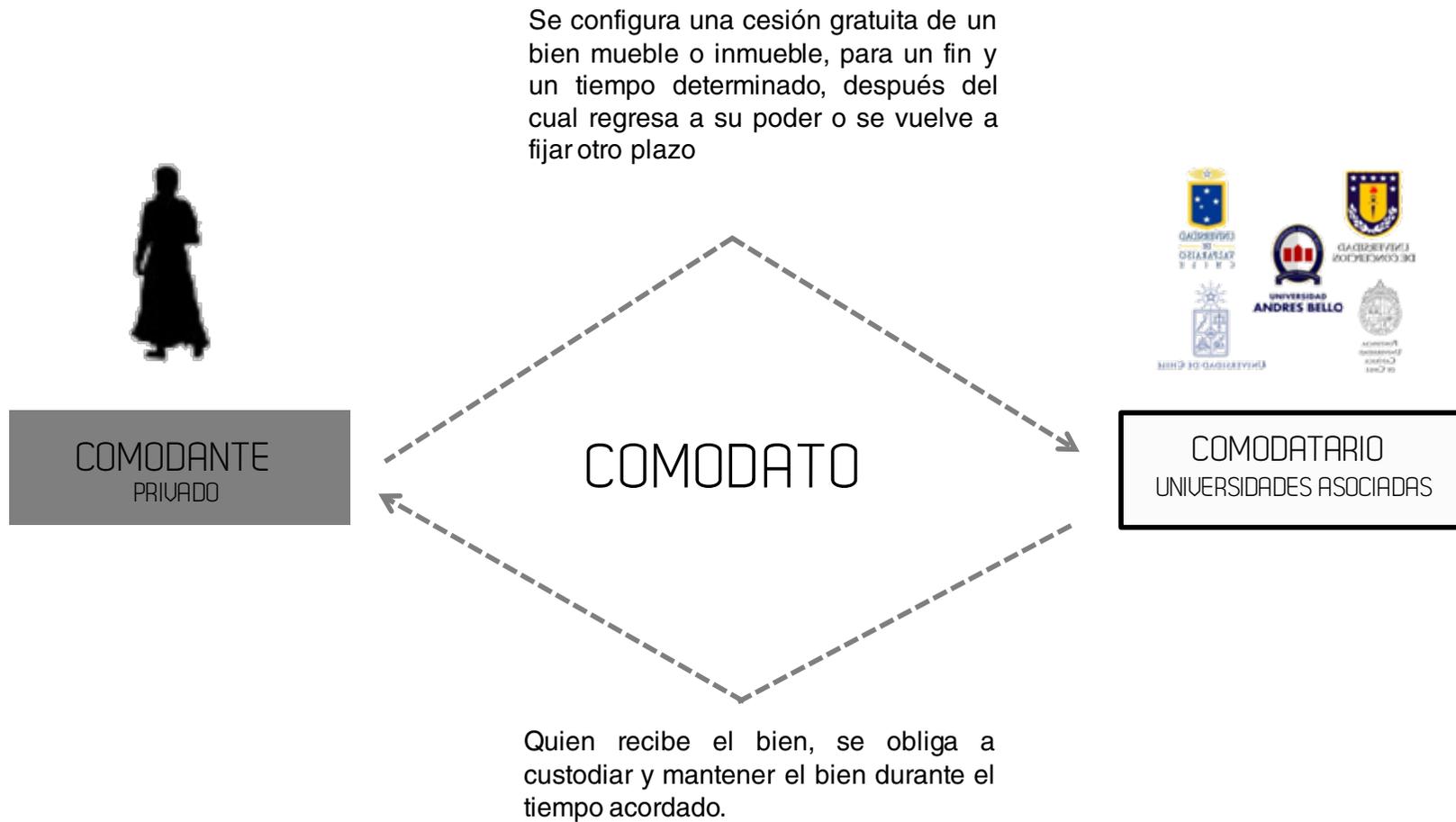
## ESTRUCTURA

Se propone en base a un sistema de muros de hormigón armado. El sistema total se compone de muros de contención, muros de hormigón, y pilares y vigas de madera. En la figura 69 se muestra como trabajan los muros de contención en los ejes Y, y en los ejes X trabajan muros de hormigón armado con un anexo más que nada estético, de pilarización y vigas de madera formando un estilo de pórtico para la circulación exterior. En cuanto a la tabiquería, se propone de hormigón liviano. Para las estructuras horizontales, se proponen losas de hormigón armado, tanto de los pisos como de los techos, ya que estos últimos son también terrazas en el nivel del terreno, como se nombró anteriormente.

La estructura del techo se propone con una inclinación alta ya que drenan mejor la nieve, pero también debe ser capaz de trabajar como terraza a nivel del terreno. Ésta además se calculará lo suficientemente resistente para responder a la sobrecarga de nieve en el Cajón del Maipo (figura 68). En este caso, como sólo había información de San José de Maipo, y estando esta localidad a una altitud mucho más baja que el terreno escogido, se comparó también con el cálculo de sobrecarga de nieve de Farellones, ya que la altitud presentada en el documento posee valores similares, y los de latitud y longitud no varían lo suficiente.

En cuanto a la protección de la grieta, se propone un alero de al menos 2 metros de ancho y protegido a la vez con ventanales, permitiendo así una circulación normal en cualquier época del año (figura 70).

## 4.5 MODELO DE GESTIÓN



A cambio, el comodante recibe un beneficio social, aportando en este caso, a la investigación y al desarrollo científico de las universidades asociadas y del país. Además, se abre la posibilidad de que el propietario potencie el ámbito astronómico al tener un proyecto base, obteniendo mayor flujo de gente y por lo tanto, económico.

Fig. 71 | Explicación del Comodato  
Fuente: Elaboración propia

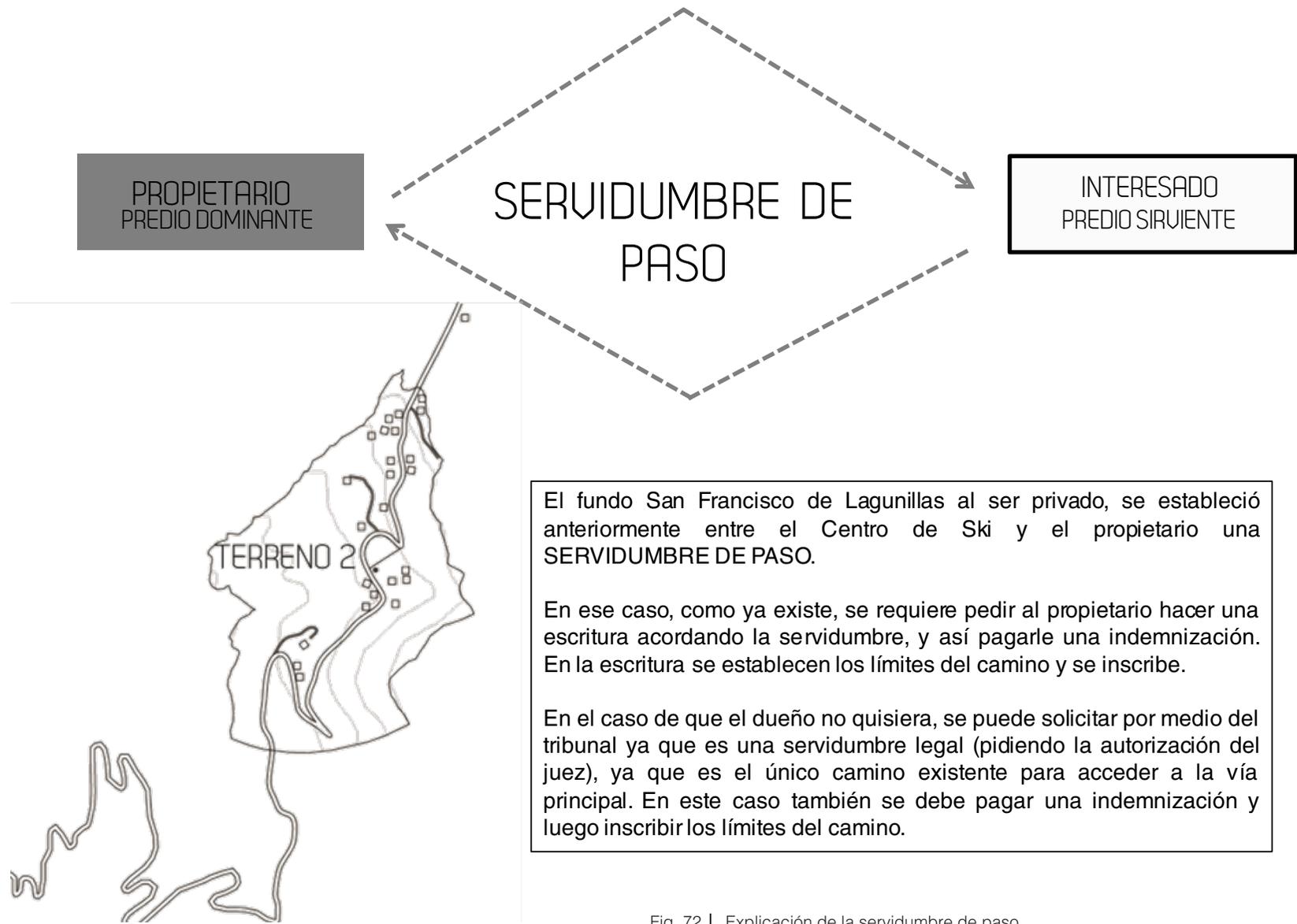


Fig. 72 | Explicación de la servidumbre de paso  
Fuente: Elaboración propia

## FINANCIAMIENTO

A través de tres entidades fundamentales, entendiendo como la principal, a las universidades asociadas. En segundo lugar, el Ministerio de Energía y Fomento, a través de su Programa Nacional de Innovación, en el cual fomentan las oportunidades tecnológicas, económicas y científicas que se obtienen de la astronomía, por lo que promueven la difusión de esta disciplina y a su vez, financian diversas actividades relacionadas a lo mismo. En tercer lugar, las organizaciones internacionales de astronomía que han fijado sus ojos en Chile, promoviendo la difusión y la extensión de las universidades a través de fondos concursables.

## MANTENIMIENTO

Este será a través de las mismas organizaciones internacionales nombradas anteriormente. Por otro lado, a través del aporte estatal entregado a las universidades asociadas, específicamente el destinado al departamento de Astronomía de cada Universidad. Además, habrá un ingreso extra a través del costo de las entradas del público general y el costo del hospedaje para turistas y aficionados de la astronomía.

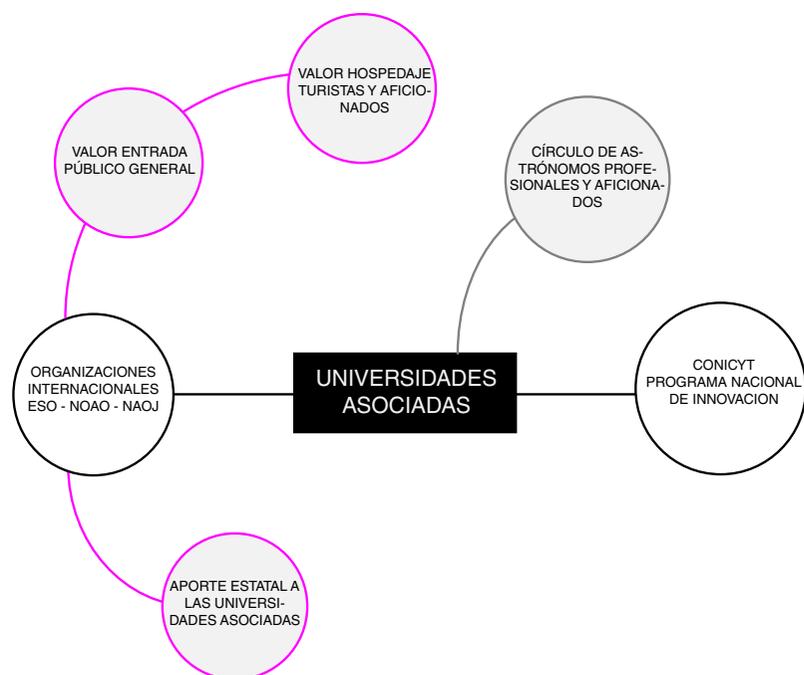


Fig. 73 | Financiamiento, mantenimiento y beneficiados del proyecto  
Fuente: Elaboración propia

## BENEFICIADOS

Por último, los principales beneficiados serán las universidades asociadas al proyecto, tanto sus académicos como estudiantes de pre-grado y especialidades posteriores relacionadas con la disciplina. También, serán beneficiados el círculo de astrónomos profesionales chilenos y aficionados (SOCHIAS, Sociedad Chilena de Astronomía), y turistas o visitantes al sector en general.



## 4.5 REFERENTES

Se revisaron una serie de referentes de arquitectura que trataban el tema de la grieta como una directriz conceptual. Entre los más estudiados están el Centro de Minería UC de Enrique Browne, La Casa de las Grietas de Bercy Chen Studio, Haus Der Astronomie en Alemania por su forma de galaxia espiral, y por último la Universidad para mujeres ESHA (en las imágenes de la izquierda) en Seoul, Korea, de Dominique Perrault Architecture. La idea de este último edificio, era mantener las áreas verdes en el centro del Campus, generando una propuesta sustentable a través de enterrar el edificio, cubiertas verdes, generar fracturas en el paisaje. Con esto además, se propone una propuesta urbana a través de esconderse para no pasar a llevar el contexto y lo existente (debido a la gran escala del edificio a construir).

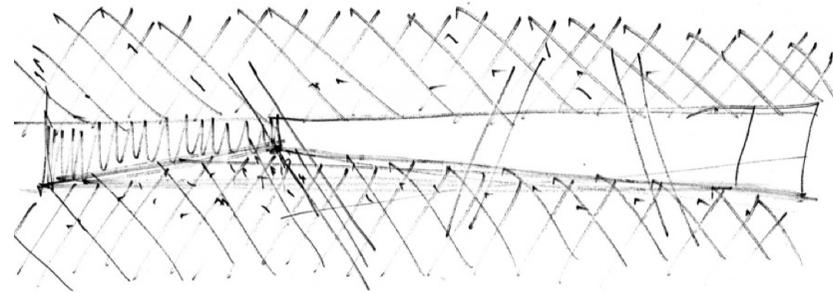


Fig. 74 | ESHA Womans University, desde la escalera hacia el interior de la grieta  
Fuente: Plataforma Arquitectura

Fig. 75 | ESHA Womans University, desde el interior de la grieta hacia la escalera  
Fuente: Plataforma Arquitectura

Fig. 76 | Esquema en planta del proyecto, que muestra como la grieta se convierte en una sutura del contexto  
Fuente: Plataforma Arquitectura

En cuanto al edificio Haus Der Astronomie, en Alemania, se tomaron en cuenta dos caminos principales:

1. Su relación directa con el tema del proyecto de título, ya que es un centro de extensión del departamento de Astronomía de la Universidad de Heidelberg, en Alemania. En este aspecto, se tomaron en cuenta los diferentes espacios proyectados en él, los metros cuadrados, y la relación de los espacios,

2. Por otro lado, se tomó en cuenta la propuesta conceptual y la morfología del edificio en sí. El edificio, proyectado por la oficina Bernhardt + Partner arquitectos, sigue la forma y la dinámica de la galaxia espiral. Los brazos del espiral contiene las salas de seminario y salas de clases, salas de exposición y oficinas. El centro galáctico, contiene un gran auditorio para 100 personas. En él además funciona un planetario digital para mostrar distintas observaciones astronómicas y simulaciones.

3. Por último, las terrazas y jardines alrededor del edificio son usadas para la observación a través de telescopios más pequeños, espacio destinado especialmente a la observación y el aprendizaje de los estudiantes y del público en general en las noches claras.

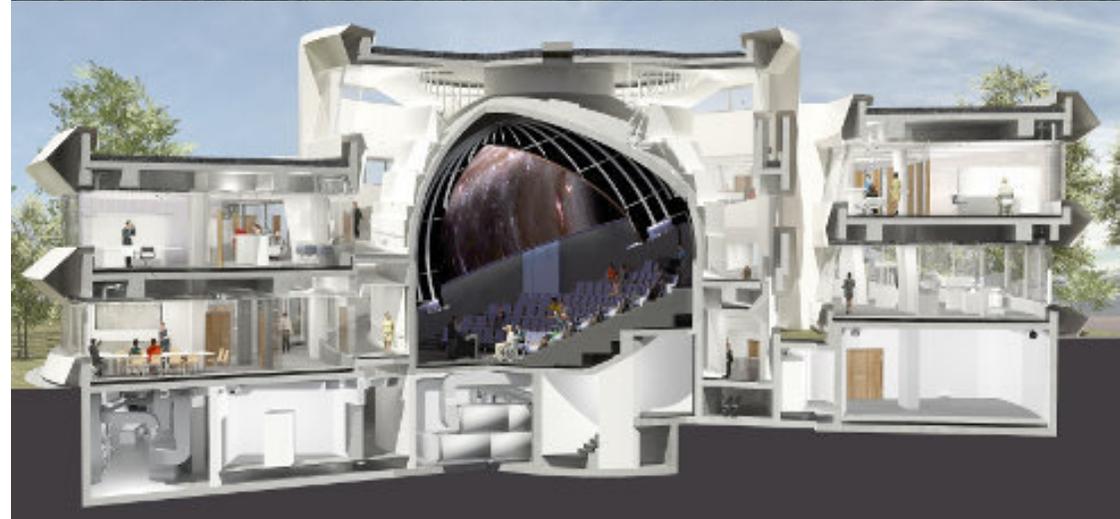


Fig. 77-78 | Haus der Astronomie, Alemania  
Fuente: <http://www.haus-der-astronomie.de/en/>

A long-exposure photograph of a night sky filled with star trails, appearing as numerous parallel white and yellow streaks. Below the sky, a dark silhouette of a mountain range is visible against the dark landscape.

CAPÍTULO V  
BIBLIOGRAFÍA

#### DOCUMENTOS:

- Albornoz, Mario. Situación de la Ciencia y la Tecnología en las Américas (versión pdf online). Buenos Aires, 2002.
- “Capacidades y Oportunidades para la Industria y Academia en las actividades relacionadas o derivadas de la Astronomía y los grandes Observatorios Astronómicos en Chile”, Estudio realizado para el Ministerio de Economía de Chile, División de Innovación, Addere Consultores, 2012.
- “Capacidades y Oportunidades para la Industria y Academia en las Actividades relacionadas o derivadas de la Astronomía y los Grandes Observatorios Astronómicos en Chile - ANEXOS”, Estudio realizado para el Ministerio de Economía de Chile, División de Innovación, Addere Consultores, 2012.
- Decreto n° 686, Establece Norma de Emisión para la regulación de la Contaminación Lumínica, Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, Santiago, 7 Diciembre 1988.
- Lista de Observatorios Astronómicos en Chile, Conicyt.
- Política Nacional de Innovación 2010 - 2014, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, División de Innovación.

#### DOCUMENTOS ACADÉMICOS:

- Feuerhake González, Shakti, “Estrategia Urbano Territorial para el Cajón del Maipo, Infraestructuras urbanas como Instrumentos de Planificación, Comuna de San José de Maipo”, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile, Noviembre 2008.

- Jaramilo, Karla, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Plan de Negocio para un Hotel Boutique Astronómico en San Pedro de Atacama, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2008.
- Maza Sancho, José, “La Fotografía Astronómica”, Curso EH 28B, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, 1 Septiembre 2006.
- Maza Sancho, José, “Historia de la Astronomía en Chile”, Curso EH 28B, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Astronomía, Universidad de Chile, 16 Noviembre 2006.
- Reyes, Oscar, Memoria de título de Arquitectura Santuario del Cosmos en los altos de Chajnantor, Soporte para el desarrollo Astronómico Aficionado en Atacama, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Diciembre 2006.
- Sanhueza, Marcela, Memoria de título para optar al título de Arquitecto, Centro de Investigación y Difusión de la Astronomía en Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Diciembre 2013.

#### REVISTAS:

- “URSS Construye Centro de Astronomía en Chile”, Diario El Siglo, 3 Mayo 1967.
- “Chile Mira a las Estrellas, cómo viven los astrónomos en los Observatorios del Norte”, Revista El Sábado n°229, 7 Febrero 2009.

- “Delegación Rusa Busca Revivir Observatorio de Cerro El Roble”, Departamento de Astronomía, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, 26 Abril 2013.
- Benavente, José Miguel, “Innovación tecnológica en Chile: dónde estamos y qué se puede hacer”, Revista Economía Chile, volumen 8 n°1, pág. 53 - 74, Abril 2005.
- Carmona, Ernesto, “El Observatorio Astronómico más grande del Mundo estará en Chile”, Diario El Siglo, pág. 7, 25 Septiembre 1965.
- Quintana, Hernán, Salinas, Augusto, “Cuatro Siglos de Astronomía en Chile”, Departamento de Astronomía y Astrofísica, Facultad de Física de la Universidad Católica de Chile, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad de Desarrollo, Revista Universitaria n°83, Pág. 56-60, 2004

#### SITIOS WEB:

- Departamento de Astronomía Universidad de Chile, <http://ingenieria.uchile.cl/departamentos/87618/astrofísica>
- Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines CATA, <http://www.cata.cl/>
- European Southern Observatory, <http://www.eso.org/>
- Tipos de Observatorios Astronómicos, <http://www.kosmos.com.mx/Observatorios-Astronomicos.325.0.html>
- Alianza ALMA - GAM para la difusión de la Astronomía, <http://almaobservatory.org/es/sala-de-prensa/anuncios-eventos/656-unprecedented-alma-gam-partnership-for-astro>

- Revista Enfoque, Lunes 22 de abril 2013, <http://www.revistaenfoque.cl/entrevistas/item/354-jose-maza-astronomo-chile-debe-integrar-la-red-planetaria-contra-meteoritos>
- Paranal - Armazones: cómo será el parque astronómico más grande del mundo, <http://chile-hoy.blogspot.com/2011/11/paranal-armazones-como-sera-el-parque.html>
- Documental 10 años de Astronomía en Chile, <https://www.youtube.com/watch?v=9Az5nivET8o>
- [www.astromia.com/historia](http://www.astromia.com/historia)
- [www.educarchile.cl](http://www.educarchile.cl)
- [www.sernatur.cl](http://www.sernatur.cl)
- [www.economía.cl](http://www.economía.cl)
- <http://www.economía.gob.cl/areas-de-trabajo/subs-economia/innovacion/oficina-de-enlace-industrial-astrofísica/>
- [www.conicyt.cl](http://www.conicyt.cl)
- [www.sanjosedemaipo.cl](http://www.sanjosedemaipo.cl)
- [www.zoover.es](http://www.zoover.es)
- [www.antusolar.cl](http://www.antusolar.cl)

#### IMÁGENES DE LAS PORTADAS DE CAPÍTULO:

[www.portalastronómico.com](http://www.portalastronómico.com), todas tomadas desde el Cajón del Maipo.

#### IMAGEN PORTADA:

Astrofotografía de Claudio González en Lagunillas, Chile, marzo 2014.