

“En este momento, tengo la sospecha personal de que el universo no sólo es más extraño de lo que suponemos, sino más extraño incluso de lo que somos capaces de suponer.”
Mundos posibles, J.B.S. Haldane, Matemático y biólogo escocés, 1892 – 1964.

COMPLEJO ASTRONÓMICO MAMALLUCA

Proyecto de Título 2014 - 2015 | Escuela de Arquitectura | FAU | Universidad de Chile
Alumno: Felipe Donoso Krauss | Profesor Guía: Manuel Amaya Díaz

PROYECTO DE TÍTULO 2014-2015 | COMPLEJO ASTRONÓMICO MAMALLUCA | FELIPE DONOSO KRAUSS



COMPLEJO ASTRONÓMICO MAMALLUCA

Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad de Chile
Proyecto de Título 2014-2015

Memoria de Título

Autor:

Felipe Donoso Krauss

Profesor Guía:

Manuel Amaya Díaz

Profesionales asesores:

Carolina Devoto Magofke_Arquitecto Paisajista.

Francisca Bueno Paut_Paisajista.

Luis Goldsack Jarpa_Arquitecto.

Francis Pfenniger Bobsien_Arquitecto.

José Maza Sancho_Astrónomo - Premio Nacional de Ciencias Exactas 1999.

María Teresa Ruiz_Astrónoma - Premio Nacional de Ciencias Exactas 1997.

Gaspar Galaz_Astrónomo - Director Instituto de Astrofísica PUC.

Alain Maury_Astrónomo - Dueño de observatorio SPACE OBS.

Haydee Domic_Directora Planetario de Santiago.

Eugenio Cox_Director de GoChile.

Eugenio Yunis_Presidente de FEDETUR.



Gracias a mis papás, hermanos y amigos por el apoyo incondicional siempre. Gracias al profesor Manuel y a cada uno de los que me han acompañado en estos 6 años de carrera, especialmente en este último año de cierre...

pág.	Capítulo 1 Introducción
6	1.1 Presentación del Tema.
7	1.2 Motivaciones.
8	1.3 Problemática.
9	1.4 Objetivos de la Propuesta.
	Capítulo 2 Marco Teórico
11	2.1 La Astronomía y el Cosmos.
12	2.2 La Contaminación Lumínica.
14	2.3 Chile: Capital de la Astronomía.
	Capítulo 3 Propuesta
19	3.1 Caso Arquitectónico.
19	3.2 Conceptualización de la idea
20	3.3 Emplazamiento.
22	3.4 Partido General.
27	3.5 Usuario.
27	3.6 Programa.
28	3.7 Criterios de Diseño.
28	3.7.1 Materialidad.
29	3.7.2 Estructura.
29	3.7.3 Sustentabilidad.
29	3.7.4 Clima de la Zona.
29	3.7.5 Paisajismo.
30	3.8 Gestión de Proyecto.
31	3.9 Referentes.
34	3.10 Avance del Proyecto.
	Capítulo 4 Conclusiones
38	4.1 Sobre el Proyecto.
39	4.2 Reflexiones personales
40	Capítulo 5 Bibliografía
44	Capítulo 6 Anexos

Las estrellas, los planetas y el cosmos en general pasan por encima de nuestras cabezas todas las noches, los 365 días al año. Pero cada persona les otorga una importancia distinta. Hay algunos que son felices ignorando lo que pasa por sobre nuestro, más otros, se dedican a explorarlo y a dedicar su vida a esto.

La presente Memoria de Proyecto de Título forma parte de la fase culmine de nuestra formación universitaria para adquirir el título profesional de Arquitecto de la Universidad de Chile. Trabajo que duró 2 semestres (primavera 2014 y otoño 2015), el cual expone nuestras motivaciones, fundamentos teóricos y prácticos que justifican las decisiones llevadas a cabo durante este proceso.

Este último ejercicio de carácter académico fue generado a partir de un tema de contingente que busca plantear de una manera diferente e innovadora, una solución adecuada que responda a nueva generación de arquitectos.

**“El espacio no está lejos en absoluto. Se llegaría a él en una hora si los
automóviles pudieran circular hacia arriba.”**

Fred Hoyle, Astrónomo británico nacido en 1915.

INTRODUCCIÓN



1.1 Presentación del Tema.

La observación astronómica, tanto científica como aficionada, ha permitido el surgimiento de un nicho dentro de las categorías del turismo mundial, el Astroturismo o Turismo Astronómico.

En los últimos años debido a diversos factores de la sociedad a nivel mundial, esta característica de poder mirar el cielo en su esplendor se ha visto imposibilitada, específicamente debido a la contaminación lumínica que existe en gran parte del planeta. Hecho que ha provocado que se focalicen en ciertos puntos del globo terrestre, el establecimiento de lugares para poder desarrollar este tipo de turismo.

Chile ha querido marcar tendencia en este ámbito siendo la capital de la Astronomía. Son precisamente sus cielos del norte el lugar que se ha concentrado más del 50% de observatorios a nivel mundial (cono sur), donde grandes potencias junto a organizaciones han decidido montar el soporte científico necesario para el desarrollo de esta materia.

Es precisamente en la 4ta Región de Coquimbo, donde las características geográficas tales como: cielos prístinos y libres de contaminación han cautivado a astrónomos profesionales, semi-profesionales, aficionados, astrofotógrafos, amantes del cosmos, turistas nacionales e internacionales y aficionados para desarrollar proyectos astronómicos, permitiendo de esta manera el establecimiento de más de 10 observatorios tanto científicos como turísticos.

Asimismo, día a día son más los turistas que concurren de todas partes del mundo: EEUU, Europa, Asia y Oceanía – que cautivados por el espectáculo que se desarrolla sobre nuestras cabezas – han estado dispuesto a viajar kilómetros para poder observar con claridad el cielo. De la misma manera, científicos han encontrado en los cielos chilenos, la posibilidad de descubrir y tener avances en materias astronómicas, ayudando a potenciar esta categoría de turismo.

Chile dentro de su Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020 (Sernatur, Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020, 2015), buscó potenciar el turismo en el país, esto debido a que existe una focalización en ciertos nichos turísticos, posibilitando la explotación de muchos otros más. Uno de estos es el Turismo Astronómico, donde se establece la Ruta de las Estrellas, que incorpora los diferentes observatorios presentes en el valle de la 4ta región y los agrupa dentro de una ruta turística la cual se verá beneficiada gracias a la publicidad que el Estado busca generar.

“He visto caer estrellas y, a pesar de su descenso, no falta ninguna de ellas del brillante firmamento.”

A. E. Housman, Poeta Inglés, 1859 – 1936.

1.2 Motivaciones:

El proyecto de título refleja el cierre de una etapa en nuestra formación como arquitectos, es la instancia donde ponemos a prueba todo lo aprendido en 6 años, integrando cada conocimiento adquirido en un proyecto en sí. Sin embargo, es esta la instancia donde nosotros como futuros arquitectos dejamos claro que esperamos de nosotros y la huella que queremos dejar tanto a nivel personal y como futuros profesionales.

Como arquitectos de la Universidad de Chile estamos llamados a trabajar en temas de interés nacional y asimismo, solucionar ciertas problemáticas que nos incumben a todos los chilenos. Frente a esta misión y especialmente mi interés personal en el tema turístico, quise recoger la temática sobre turismo en zonas específicas que buscan resaltar, entre tantas cosas, patrimonios existentes en nuestro territorio.

Sumarme al objetivo de resaltar uno de los grandes patrimonios que tenemos en nuestro país, el cielo. Fue mi interés prioritario indagar a través de la arquitectura, la necesidad de mostrar tanto a nosotros los chilenos como a los turistas extranjeros, que Chile es la puerta para entrar al universo y todo lo que está por encima de nosotros, entregando un soporte turístico a este nicho.



Paranal Vía Láctea - Fuente: www.eso.org



1.3 Problemática:

Dentro de los 4.329 Km de longitud que tiene Chile, encontramos diversos paisajes y climas, los cuales presentando un gran espectro de patrimonio natural, ha permitido que ciertos nichos turísticos hayan sido explotados más que otros.

Este país tiene como una de sus características, el ser turístico. Con 5 patrimonios de la humanidad, el desierto más árido del mundo, 6.435 km de costa, y un sinfín de otras características ha provocado que en los últimos años, el turismo tanto internacional como nacional tuviese un gran auge.

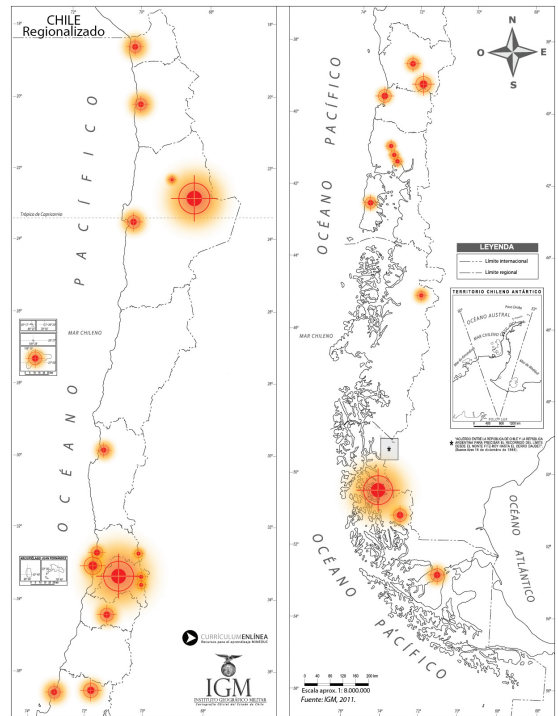
Hoy en día, el turismo es una de las industrias de más rápido crecimiento, contribuye significativamente a la economía y es un importante motor del progreso socioeconómico, a través de la creación de empleos, empresas, emprendimientos, infraestructura y ganancias en exportaciones, tanto para las economías avanzadas como las emergentes.

La Organización Mundial de Turismo, estima que cerca de 980 millones de turistas extranjeros circulan anualmente a lo largo del globo terrestre, dentro de los cuales 40 millones se dirigen a Sudamérica, siendo Chile un receptor de casi 4 millones de estos.

En Chile la industria del turismo genera un 5% de ingresos anuales (equivalentes a 2.357 millones de dólares sólo por concepto del turismo receptivo). El año 2011 tuvo un 10% más de turistas extranjeros que el año anterior (Sernatur, Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020, 2015). Concluyendo con estas cifras, que el turismo tanto a nivel nacional como a nivel mundial están en aumento.

Cabe dejar explicitado que en Chile el turismo a lo largo de las últimas décadas se ha ido focalizando en ciertos lugares del país tales como: San Pedro, la Zona Metropolitana y alrededores, y la Zona Austral. Teniendo como principal características en estos casos su calidad estacionaria, es decir, en periodos de Temporada Alta un auge turístico, los cuales muchos otros meses del año terminan siendo ciudades fantasmas .

En esto último radica la necesidad de descentralizar el turismo en Chile, buscar nuevas oportunidades dentro de la gran gama posible de turismo



Atacama Large Millimeter/submillimeter Array - Fuente: www.eso.org



en Chile, para así potenciar nuevas localidades y que estas permanezcan a lo largo del año, con un sustento proveniente del Turismo.

Son precisamente estos nuevos potenciales turísticos que se pueden desarrollar en Chile, los que han llevado a encontrar nuevos nichos, uno de ellos es el Astroturismo en la 4ta región de Coquimbo. Ubicación que se ve privilegiada debido a la excelente calidad del cielo, libre de contaminación y escasa humedad atmosférica. La Asociación Chilena de Astronomía y Astronautas – ACHAYA, certificó esta zona como un lugar único en el mundo para la observación astronómica privilegiada el año 2007.

Teniendo estos antecedentes previos y observando como este lugar lidera siendo un punto interesante para este nicho turístico a nivel global, una serie de empresas y organizaciones tanto mundiales como nacionales han puesto énfasis en el desarrollo de proyectos relacionados al tema astronómico.

Es precisamente este último punto donde nace la principal problemática de mi proyecto de título, donde existiendo un gran potencial para una nueva industria turística, hay una falta de soporte turístico específico para esta demanda.

1.4 Objetivos de la Propuesta:

Como **objetivo principal** de mi propuesta es acercar la astronomía a la población internacional como nacional. Es poder generar conciencia del gran patrimonio natural que poseemos y que es tan poco conocida su real importancia. Este acercamiento se hará tanto en materia teórica como empírica, debido a que existen muy pocas instancias donde se hable/enseñe la astronomía.

Dentro de los objetivos específicos encontramos:

- A. *Poner en valor el primer observatorio turístico de Chile que actualmente está en malas condiciones, el Observatorio Mamalluca.*
- B. *Proyectar un espacio destinado a la observación astronómica, donde se enseñe ésta y se dé a entender que poseemos un patrimonio que debe ser cuidado y valorado.*
- C. *Poner en valor los patrimonios naturales que poseemos en Chile, dejando claro cómo se han visto afectados los últimos años.*
- D. *Usar el turismo como activador de zonas específicas y como ente protector de éstas.*
- E. *Dar a conocer a la población nacional como internacional de la importancia de Chile como potencia astronómica.*



“ Él, capaz de penetrar la inmensidad más completa, ve cómo es el universo planeta tras planeta, observa cómo marchan los sistemas anidados, sabe que hay soles de otros mundos acompañados, ... puede decir por qué el Cielo nos hizo como somos.”

Ensayo sobre el hombre, Alexander Pope. Poeta inglés, 1688 – 1744.

MARCO TEÓRICO

2.1 La Astronomía y el Cosmos.



Stonehenge - Fuente: <http://verdeysol.blogspot.com/>

Durante muchos miles de años se pensó que la Tierra ocupaba el centro del universo, y que los cielos eran el lugar de divinidades. En este contexto, esta concepción ha variado rotundamente con el pasar de los últimos siglos.

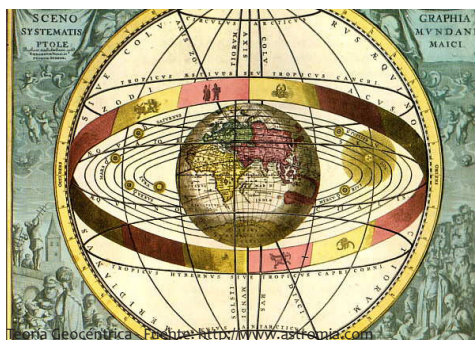
En los tiempos más remotos, la astronomía (del griego “clasificación de las estrellas”) era prácticamente indistinguible de la astrología (“conocimiento de las estrellas”). Las personas comunes observaban los astros en busca de señales divinas, mientras que los astrónomos-sacerdotes miraban el cielo en busca de augurios.



Gran pirámide de Guiza - Fuente: <http://www.astromia.com>

Desde los inicios del hombre ya existía un asombro con el espectáculo mágico e incomprensible que el firmamento ofrecía. Al no encontrarle explicación alguna, se asoció esta ciencia a la magia, buscando de esta manera una razón y causa de los fenómenos que ocurrían en la Tierra. A esto se suma la superstición y poder que entregaba el saber leer el destino en las estrellas, constituyéndose así la base de las primeras creencias místicas o religiosas.

Investigar la astronomía hace remontarnos al inicio de la humanidad. Esto tiene relación a las observaciones realizadas por nuestros antepasados de la era glacial, hace unos casi 30.000 años. Los antiguos seres humanos seguían las estrellas ya que en ella encontraban respuestas que tenían relación con la caza y la recolección, las trataban como una presa, a su vez predecían cambios estacionales gracias a éstas.



Teoría Geocéntrica - Fuente: <http://www.astromia.com>

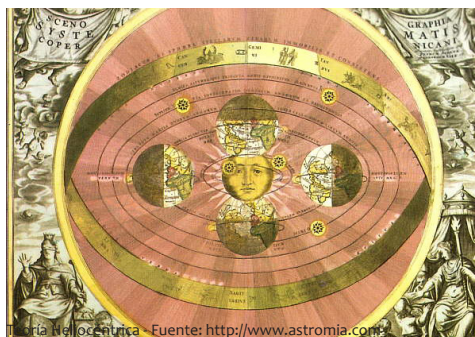
Arqueólogos del viejo continente han encontrado huesos tallados de hace más de 30.000 años que podrían ser calendarios lunares. Del mismo modo existen diversos monumentos alineados con el cosmos, que datan de tiempo más reciente, permitiéndonos establecer que si existió un estudio del Sol, la Luna y las estrellas.



Astrolabio - Fuente: <http://www.astromia.com>

El conocimiento de los astros ha tenido varias concepciones, dentro de ella encontramos el contacto con los Dioses, el estudio de las constelaciones para determinar las épocas idóneas para la siembra y la cosecha. En Mesopotamia la existencia de astrónomos-astrologos que se dedicaban al estudio de los cielos nocturnos en busca de augurios para los gobernantes de cada pueblo. De la misma forma se fueron creando ciertos mitos celestes, ejemplo de esto es como en Egipto los desbordamientos periódicos del río Nilo eran vaticinados gracias a que la estrella Sirio salía justo antes del Sol.

Aunque cabe destacar que, un par de siglos después, fueron las grandes civilizaciones las que lograron tener mayor dominio de este saber astronómico, donde incorporándolos al consciente colectivo pudieron asentarse y crear arquitectura a menor y a mayor basándose en la posición de los astros, ejemplo de esto tenemos Stonehenge, las ciudades mayas Tulum y Chichen Itzá, entre otras.



Teoría Heliocéntrica - Fuente: <http://www.astromia.com>

Dentro de la historia de la humanidad, los avances de cada pueblo se vieron reflejados con los avances de la astronomía, ya que estos sirvieron para establecer con precisión las épocas adecuadas para sembrar y recoger las cosechas y así también para las celebraciones. Del mismo modo lograron utilizar la astronomía para orientarse en las largas travesías comerciales o en su efecto distintos viajes, los cuales permitieron grandes avances para el ser humano.



Las primeras bases científicas de la astronomía con explicaciones más aproximadas sobre lo que sucedía a nuestras cabezas se dieron luego de muchos años de observación, aunque fueron las creencias geocentristas apoyadas por grupos religiosos y políticos, las que frenaron una develación certera de lo que sucedía en el cosmos, impidiendo así el análisis y estudio de otras teorías.

Dentro de los científicos que otorgaron grandes avances para la astronomía encontramos a Nicolás Copérnico, astrónomo en el Renacimiento que formuló la teoría heliocéntrica del Sistema Solar, rechazando de esta manera la concepción que se tenía de que todo giraba en torno a la Tierra (teoría geocéntrica). Otro importante para el avance de esta ciencia fue Galileo Galilei, el cual estudiando los astros con telescopios descubrió cráteres y montañas en la Luna, 4 grandes satélites de Júpiter y defendió el sistema copernicano. Es este punto de la historia donde se empieza a estudiar la Astronomía como una ciencia.

De esta manera, el conocimiento sobre el firmamento y todo lo que nos rodea, se ha ido dando de manera continua y cada vez en mayor profundidad. Hoy, ya habiendo pasado más de 400 años desde que se inició el estudio científico de la Astronomía, con la llegada de los computadores, posibilidades de viajar al espacio y las nuevas tecnologías, se ha logrado conocer profundamente el Universo, más aun no es un trabajo que haya terminado.

**“Hizo, pues, Dios dos luminares grandes,
el mayor para gobierno del día y el menor
para gobierno de la noche...”**

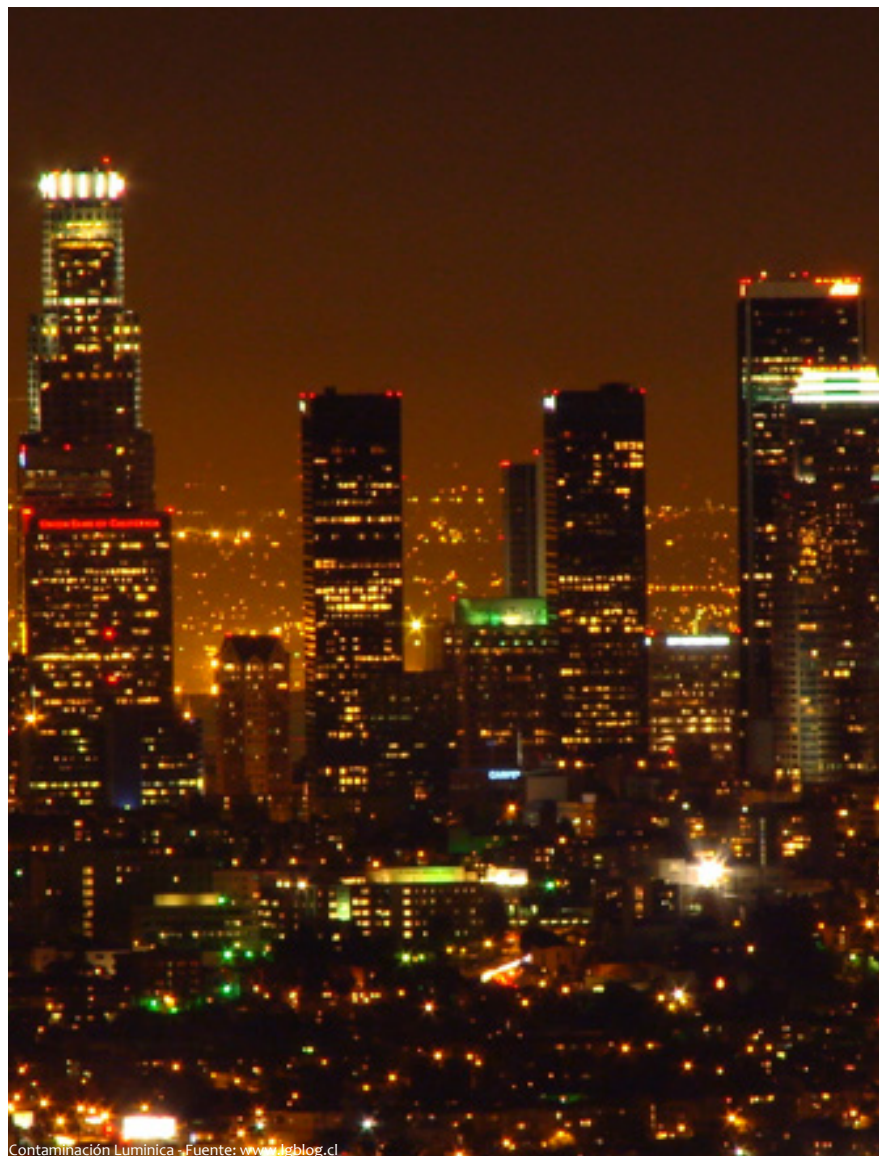
Génesis. 1:16

2.2 La Contaminación Lumínica.

Desde inicios del siglo XXI y por primera vez en la historia de la humanidad, la astronomía se ha visto amenazada, el creciente desarrollo de los asentamientos urbanos ha provocado una contaminación lumínica que cada día impide contemplar el espectáculo que esta ciencia nos entrega.

La contaminación lumínica es el brillo de la luz producido en el cielo nocturno, el cual es provocado por la reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y partículas de la atmósfera (Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile, 2015).

La creciente contaminación lumínica de las ciudades provoca una disminución de la visibilidad de los astros, esto no sólo a simple vista, sino también a la visión de los telescopios. Esto se da principalmente porque la luz es capaz de viajar por las partículas suspendidas en el aire hasta interferir en el lente del telescopio.



Contaminación Lumínica - Fuente: www.igblog.cl



Para entender cómo la contaminación lumínica afecta el trabajo de los astrónomos, la CONAMA da el siguiente ejemplo: "Para explicar el fenómeno de contaminación lumínica, podemos asignar a la luminosidad del cielo sin contribución del hombre el valor $x=1.0$. Un valor $x=1.2$ representa un 20% de aumento sobre el entorno natural, y disminuiría la potencia de un telescopio de 8 metros a uno de 7.63 metros. Un nivel de $x=2.0$ representa la duplicación del entorno lumínico natural del lugar, transformando un telescopio de 8 metros a uno de 5.33 metros".

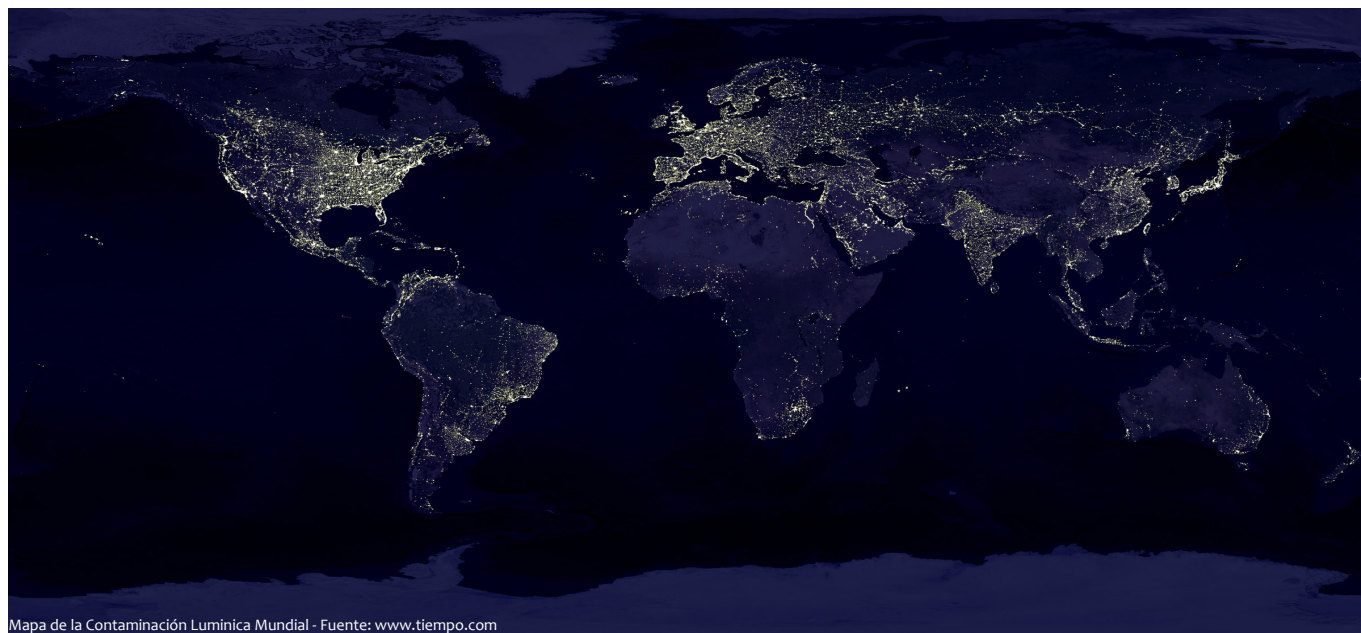
El costo de un telescopio de 8 metros en el año 1995 era de aproximadamente 85 millones de dólares. De este modo, un incremento del 25% de la luminosidad nocturna se transforma en una pérdida de 20 millones de dólares. Un ejemplo concreto de este tipo de fenómeno es el telescopio de 5 metros ubicado en Monte Palomar, California, que desde su término en 1940 y hasta los años 70 fue el telescopio más grande del mundo.

Hoy la contaminación nocturna emitida por las ciudades vecinas de San Diego y Los Ángeles han reducido su capacidad a la mitad desde su apertura" (CONAMA, Actual Ministerio del Medio Ambiente, 1999). (Leiva, 2014)

Chile es el único país en el mundo que cuenta con una Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica desde 1998. Esta tiene como objetivo prevenir este problema en los cielos nocturnos de la II, III y IV regiones, de manera de proteger la calidad astronómica de la zona, para así conservar la calidad actual de los cielos señalados y evitar con esto, un eventual deterioro. La norma busca establecer ciertos criterios básicos, tales como:

- Evitar la emisión de luz hacia el cielo por medio de la utilización de luminarias apantalladas y sin inclinación.
- Evitar la emisión de luz en el rango no visible para el ojo humano (espectro útil), ya que este espectro de luz afecta la observación astronómica.

Las exigencias que establece esta normativa se harán efectivas a través del control de luminarias públicas principalmente, la verificación de la correcta instalación de estas y una restricción horaria para el uso de las cuales no cumplan con ciertos requisitos de emisión (SINIA, 2013).





2.3 Chile, Capital de la astronomía.

Chile, capital mundial de la astronomía. Así es como nuestro país es catalogado a lo largo del globo terrestre, como es el mejor territorio del hemisferio sur y uno de los mejores a nivel mundial para la observación de la esfera celeste. Gaspar Galaz nos dice esto en su entrevista: “lo que se observa del hemisferio sur, el 80% se hace acá en Chile, entonces el país es una plataforma de observación a nivel mundial”.

Esta es la principal razón por la que los observatorios más desarrollados se encuentran en nuestro país: el observatorio óptico más grande del mundo Very Large Telescope (VLT) en el Cerro Paranal, el observatorio más grande del mundo, el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) y se espera que en los próximos años se empiece a construir el telescopio óptico más grande del mundo: el Extremely Large Telescope (E-ELT). De este modo, en la próxima década Chile, albergarán más del 70% de la obtención de datos astronómicos a nivel mundial.

Dentro de las cualidades de los cielos chilenos se puede encontrar una cualidad única en el mundo, el hecho de contar con cielos prístinos y despejados más de 330 noches al año, permitiendo tener acceso a esta observación el 90% de las noches del año. Estas características naturales han motivado durante la última década una inversión de miles de millones de dólares de las más importantes agencias internacionales de observación, y la llegada de recursos humanos y técnicos con el objetivo de develar el origen del cosmos. (This is Chile, 2011)

Según el astrónomo Mario Hamuy, director del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile, nuestro país es una potencia actualmente en materia astronómica debido a que posee un tercio de los telescopios existentes del planeta, a esto se suma que las condiciones climáticas y geográficas del país, lo hacen un lugar óptimo para el desarrollo de esta ciencia, debido a que se pueden instalar observatorio a más de cinco mil metros sobre el nivel del mar. (This Is Chile, 2010)

La Astronomía en Chile, nació en el año 1849 con la expedición científica de la armada de los Estados Unidos, la cual tenía como propósito complementar las mediciones existentes entre la distancia de la Tierra al Sol. En 1852, el Gobierno de Chile compró los documentos, instrumentos y edificios utilizados en aquella expedición para así de esta manera, formar el Observatorio Astronómico Nacional (OAN), el cual en un principio dependió del Ministerio de Instrucciones Públicas, para luego pasar a manos de la Universidad de Chile en 1927. A mediados del siglo XX, el gobierno decide construir su primer centro astronómico de categorías y estándares mundiales, el Observatorio Iberoamericano Cerro Tololo y el Observatorio Europeo Austral en el Cerro La Silla. Es de esta manera, en la historia del país, como Chile se comenzó a posicionar a nivel internacional como un país importante para la Astronomía.

El interés de la población mundial en la Astronomía ha hecho que se empiece a desarrollar una sección especial de esta ciencia, su potencial turístico. Para esto a lo largo de la esfera terrestre y principalmente en Chile, se han creado observatorios exclusivamente con ese propósito y a su vez, observatorios científicos se han adaptado para poder albergar el nicho turístico.



A diferencia del lado científico que la Astronomía conlleva, observarla turísticamente implica una enseñanza amable y cercana a la gente, para así de esta manera ser comprendida por todos. Con la creación de observatorios con altas tecnologías se hace cada vez más difícil acercar la Astronomía a la población.

Dentro de la Estrategia nacional de Turismo propuesta por el gobierno para el año 2020, se espera aumentar el turismo a 6 millones de visitas anuales. Para esto se establecieron ciertas líneas de acción en materias de Inversión y Competitividad. Una de estas fue establecer distintos tipos de Rutas Turísticas a lo largo de Chile para de esa manera posicionarse a nivel nacional e internacional como un país turístico.

Estos nuevos polos turísticos buscan tener una oferta variada de atractivos, productos y servicios para así poder atraer a la mayor cantidad de turistas, es en esta línea, donde el gobierno propicia un desarrollo cabal de nuevos mercados en las rutas preestablecidas.

Una de estas es la Ruta de las Estrellas, que potencia la 4ta Región de Coquimbo como la Región Astronómica de excelencia a nivel mundial. “Si en algún lugar del mundo fuera posible tocar las estrellas, ese sería la Región de Coquimbo. Con cielos despejados unas 300 noches al año, es una zona privilegiada para la observación astronómica. Este factor ha convertido a Chile en la capital mundial de la astronomía, haciéndola ocupar un lugar relevante en el turismo de intereses especiales. Prueba de ello es el aumento de la oferta turística para los visitantes que, de todo el mundo, acuden a esta región para descubrir la magia de la Vía Láctea” (Sernatur Coquimbo, 2015).

Asimismo, esta es la razón por la que el Servicio Nacional de Turismo de la 4ta Región postuló a los cielos de su región a la certificación Starlight, garantizando con esto la calidad de los cielos para la observación astronómica.

Starlight es una “Iniciativa Internacional en Defensa de los Valores del Cielo Nocturno como Patrimonio Científico, Cultural y Medioambiental de la Humanidad”. Se creó tras la declaración mundial en Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas”, que tuvo lugar el 20 de Abril de 2007 en la isla canaria de la Palma. En esta reunión se hallaban instituciones como la UNESCO, la OMT (Organización Mundial del Turismo) o la IAU (International Astronomical Union).

Es de esta manera como han surgido distintos “destinos turísticos Starlight” a lo largo de la esfera planetaria, debido a que poseen excelentes cualidades para la observación de los cielos despejados y para efectuar actividades turísticas que tengan relación a este recurso.

Con la creación de esta certificación aparecieron dos términos más, los parques estelares o Star Parks y las reservas Starlight. Los primeros son “una ventana abierta al firmamento que designa voluntariamente cada comunidad con el fin de disfrutar el cielo estrellado en todas sus posibles dimensiones”, en cambio las segundas son “un espacio en donde se establece un compromiso por la defensa de la calidad del cielo nocturno y el acceso a la luz de las estrellas”. (Starlight, 2014)



VLT (Very Large Telescope)- Fuente: www.eso.org



Observatorio Gemini Sur - Fuente: www.guioteca.com



Tour San Pedro de Atacama- Fuente: <http://bitacorasdeviaje.com>

Es de esta manera como a lo largo de Chile, se han desarrollado 43 observatorios tanto científicos como turísticos.

En la Región de Antofagasta encontramos 9: Observatorio ALMA, el Radiotelescopio ASTE, el telescopio CCAT, Experimento Pionera de Atacama (APEX), Observatorio Chajnantor, Observatorio de la Universidad de Tokio-Atacama, Observatorio Cerro Paranal VLT, Observatorio Cerro Armazones y el Observatorio Space.

En la Región de Atacama hay 4: Observatorio Las Campanas, Observatorio Cerro Cóncores, Observatorio Cerro Maqui y el Observatorio Inca de Oro.

En la 4ta Región de Coquimbo existen 13: El Cerro Tololo, La Silla, Soar, Gemini Sur, Cerro Mayu, Mamalluca, Cancana, Cruz del Sur, Collowara, Pangue, Manama y en último lugar la Hacienda de las Estrellas.

La 5ta Región tiene 3 observatorios: el Observatorio Pucuro, el Observatorio el Roble y el Observatorio Galileo Galilei.

Existen 8 observatorios en la Región Metropolitana, donde podemos encontrar el Observatorio Cerro Calan, el UMCE, el Observatorio de la Universidad Católica, el Roan-José, el Observatorio Pailalén, el Observatorio Melaga, Observatorio Cerro Pochoco y por último el Observatorio Astronómico Andino.

Siguiendo con la lista de regiones hacia el sur del país, en la Región del Libertador Bernardo O'higgins existen 2: el Observatorio Cerro Chamán y el Observatorio Tagua Tagua.


Por último en la 7ma Región del Bio-Bio hay 4: el Observatorio Elke, el Observatorio Cielos de Shangri-la, el Observatorio Antares y para terminar el Observatorio Cerro Los Cuatro Vientos.

Esta extensa lista de lugares para observar tanto a nivel científico como turístico, deja entrever que Chile es un lugar donde la Astronomía está desarrollándose y también que tiene muchísimo potencial para seguir creciendo.



¡Mirad las estrellas! ¡Mirad, mirad al cielo! ¡Oh! ¡Contemplad los fuegos artificiales del espacio! ¡Las brillantes ciudades y ciudadelas!, La noche estrellada.

Gerald Manley Hopkins, poeta inglés. (1844-1889).

A long-exposure photograph of the night sky showing concentric star trails in shades of blue, green, and purple. In the foreground, several large radio telescope dishes are visible, illuminated by ground lights. The overall scene is dark, with the star trails providing the primary light source.

“Mientras la cabeza de otros animales pende y mira hacia el suelo, él hizo al ser humano erguido para obligarlo a mirar al cielo y a alzar la cabeza hacia las estrellas.”
Ovidio, Poeta romano, 45 a.C - ¿17? d. C.

PROPUESTA



3.1 Caso Arquitectónico:

“330 noches estrelladas al año y escasa humedad atmosférica es una condición única y excepcional en el mundo que permite realizar observaciones astronómicas privilegiadas.” (ACHAYA, 2015) Es la primicia desde donde nace este caso arquitectónico, el hecho de tener esta condición única a nivel global nos hace enfocarnos en las mil y unas posibilidades de mirar la astronomía desde un lado turístico.

La 4ta región, de Coquimbo el lugar que por excelencia tiene esa posibilidad de explotar turísticamente este nuevo nicho a nivel nacional por lo ya explicado en el capítulo anterior. Es a partir de esto que nace la Idea Arquitectónica de hacer un Complejo Astronómico, el cual busque seguir potenciando la región a nivel mundial y a su vez que este mismo sea un lugar para el conocimiento y difusión de la Astronomía.

A partir de los años 60', la mayoría de los observatorios astronómicos ubicados en el Norte Chico (Tercera y Cuarta Región), optaron por tener un carácter exclusivo para la ciencia, dejando el lado turístico de lado.

El proyecto que se propone, un Complejo Astronómico de característica netamente turística, contará con un programa donde la el “vivir el espacio” sea lo primordial. Para esto se harán inducciones tanto teóricas como empíricas sobre el manto de estrellas y astros que nos rodean cada noche. Se buscará que el turista tenga esta experiencia única y pueda sacar como principal provecho de la visita al lugar, un nuevo conocimiento. Este proyecto busca abarcar un lado turístico que hoy no está explotado, y de esta manera ser un exponente a nivel nacional como internacional en este nicho.

3.2 Conceptualización de la Idea:

La idea arquitectónica de generar una experiencia única en el turista, de querer “vivir el espacio” genera distintas situaciones: preparar al turista a lo que está por conocer + instruirlo teóricamente + una fase culmine donde pueda acceder a mirar tanto por telescopio como a simple vista. La última fase, es la más importante, debido a que se busca generar una emoción de lo que estamos inmersos.

El proyecto se dividirá formalmente en distintas fases, las cuales serán parte de un sistema. El cual tendrá como primicia un recorrido que une todos estos programas y remata en el espacio o lugar de observación. De la misma manera, se busca que todos los programas converjan a un centro, el corazón del proyecto, donde la posibilidad de mirar las estrellas y “vivir el espacio” sea lo primordial.

Entonces de esta manera, el proyecto se realizará generando un recorrido experiencial desde el momento que uno se baja del auto o bus, hasta que termina en la zona experimental de observar los astros.



3.3 Emplazamiento:

El norte de Chile tiene distintos lugares donde la observación astronómica es de excelencia, más en la 4ta región existen ciertos puntos, donde se conjugan factores que favorecen la instalación de este complejo astronómico. El proyecto se encuentra en la comuna de Vicuña, la capital del Valle del Elqui, en la Región de Coquimbo.

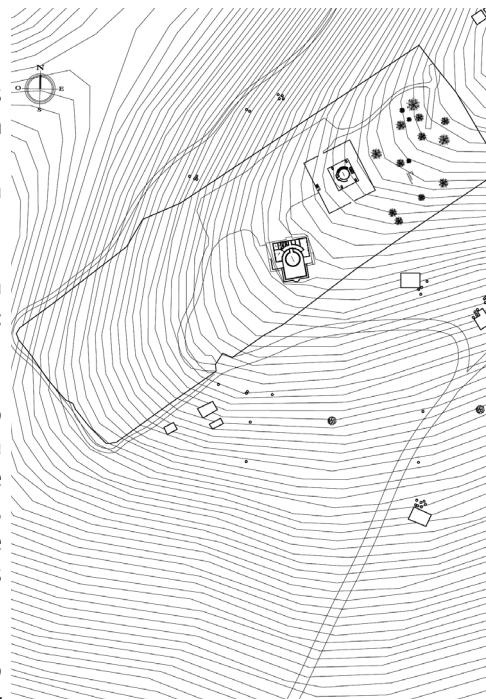
La elección del lugar se da principalmente por las condiciones que favorecen la observación de los astros y por la cercanía de distintos servicios turísticos: Pueblo de Pisco Elqui, Vicuña, Embalse Puclaro, etc.

A mediados de los años 90', la municipalidad de Vicuña junto con el Ministerio de Obras Públicas y la ayuda del Observatorio Internacional Tololo se gesta el primer observatorio aficionado con fines turísticos del país. Edificio que le entregó una identidad astronómica a la zona desde fines del siglo pasado, el cual ya en los últimos años se ha potenciado gracias a la construcción de nuevos observatorios turísticos de menor envergadura como lo son los centros Collowara en Andacollo, Cruz del Sur en el Valle de Limarí.

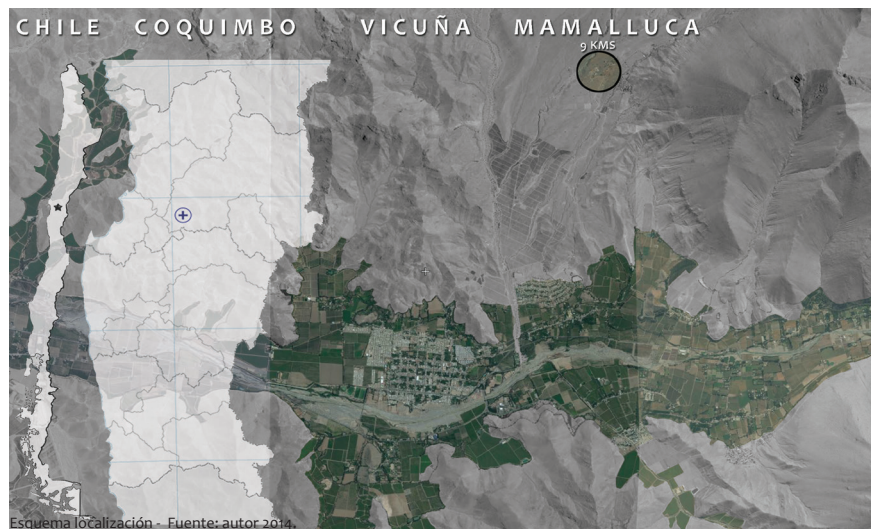
El lugar elegido para el proyecto, es en el mismo Observatorio Cerro Mamalluca. La principal razón por la cual se eligió este lugar para emplazar el complejo es debido a su importancia a nivel nacional dentro de todos los observatorios: ser el primero de carácter turístico y a su vez el de mayor cantidad de visitas anuales. A la elección del lugar se le suma el actual estado del edificio: existencia de grandes problemas de infraestructura.

Es de esta manera como el nuevo Complejo Astronómico Mamalluca buscará elevar el nivel de la comuna. Esto mediante la creación de un nuevo centro con características internacionales que busquen el desarrollo de la cultura y educación astronómica. El complejo buscará el desarrollo de la difusión científica y cultural de los astros, del mismo modo se convertirá en el primer centro de convergencia científica y turística en esta materia a nivel nacional.

El terreno de aproximadamente 4 hectáreas se ubica a 9 kilómetros al nororiente del poblado de Vicuña, a una altura de 1900 metros sobre el nivel del mar, en un sector de parcelas de agrado, más prima en el paisaje un escenario "desértico". Al encontrarse en un lugar de considerable altura y alejado de



Plano original Observatorio Cerro Mamalluca - Fuente: autor 2014.



Esquema localización - Fuente: autor 2014.



Camino de acceso Observatorio Cerro Mamalluca - Fuente: autor 2014.

un poblado, favorece la observación de las estrellas y constelaciones. Hoy en día la luz que emite Vicuña está siendo controlada mediante una normativa municipal que obliga el uso de ciertas luminarias y los horarios mismos de estas.

La accesibilidad al terreno es a través de un camino de tierra y pircas de piedra que pasa por el poblado de San Isidro a 1 km de la ciudad de Vicuña, por el cual uno como turista va ascendiendo en la geografía del lugar, atravesando ciertas parcelas de agrado y culminando en el terreno donde está ubicado actualmente el Observatorio Cerro Mamalluca.



Panorámica Observatorio Cerro Mamalluca y valle de Vicuña - Fuente: autor 2014.



Edificio Juan Francisco Cortés - Fuente: autor 2014.

En el terreno, el edificio actual consta con 2 construcciones. Por un lado está el edificio Nicolás Copérnico, el que tiene mayor deficiencias a nivel de infraestructura cuenta con una sala de proyecciones pensada en un eventual planetario, más no existe equipamiento para este; un museo, baños, sala de venta de souvenir, una oficina y una sala de eventos.

El edificio Juan Francisco Cortés, es el lugar donde se realiza el tour de Astronomía Básica, el cual alberga una sala de proyección, terraza al aire libre y la única cúpula del lugar donde está el telescopio principal donado en el año 1996 por el Observatorio Tololo de 12 pulgadas.



Panorámica edificios de actual Observatorio Cerro Mamalluca - Fuente: autor 2014.



3.4 Partido General:

La necesidad de hacer un complejo de categoría internacional reúne ciertas características programáticas específicas al momento de desarrollar el Partido General. Esto parte de la base de la existencia de 2 edificios, los cuales se deciden mantener para salvaguardar su historia y generar nuevos edificios que, siguiendo un orden lógico formaran el nuevo proyecto para el Observatorio Mamalluca.

Las estrategias de diseño cuentan con 5 ejes fundamentales:

1. El primero busca **resguardar** lo existente y a partir de este ordenar el complejo. La principal razón es por lo ya explicado antes sobre la importancia de estos dos edificios, el edificio de difusión Nicolás Copérnico y el edificio de observación Juan Francisco Cortés. Estos edificios tendrán una refacción interior y exterior, para de esta manera arreglar las falencias existentes. Así de esta manera, se le otorgarán usos parecidos a los actuales, más se actúa de una manera integradora entre lo existente y lo nuevo.

La posición actual de estos dos edificios fijará un centro físico, el cual es el eje ordenador del nuevo Complejo Astronómico Mamalluca.



Esquema "edificios existentes" - Fuente: autor 2015.



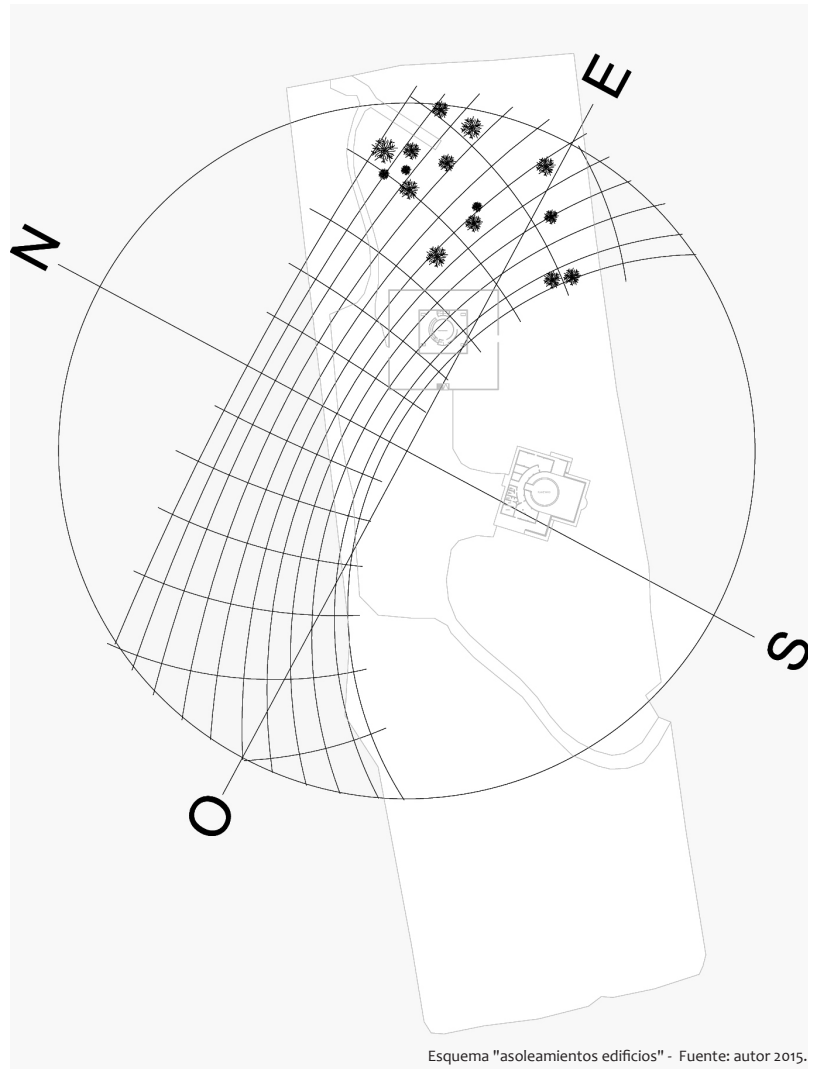
Edificio Juan Francisco Cortés - Fuente: autor 2014.



Edificio Nicolás Copérnico - Fuente: autor 2014.

2. La segunda estrategia de diseño tiene relación a un estudio del **asoleamiento** del lugar. Esto se hizo mediante la carta de solar del lugar, con el fin de entender y tener claro por donde sale y se pone el sol a lo largo del año, principalmente en los días de equinoccio, haciendo de esta manera una cierta alegoría a como los astrónomos entendían la esfera celeste en la antigüedad. Este estudio ayudará posteriormente al momento del diseño de terrazas de observación para la puesta de sol, debido a que actualmente existe un programa de la Municipalidad de Vicuña que se da en el observatorio: “Mira Mira”, que consiste básicamente en mirar la puesta de sol desde un punto privilegiado.

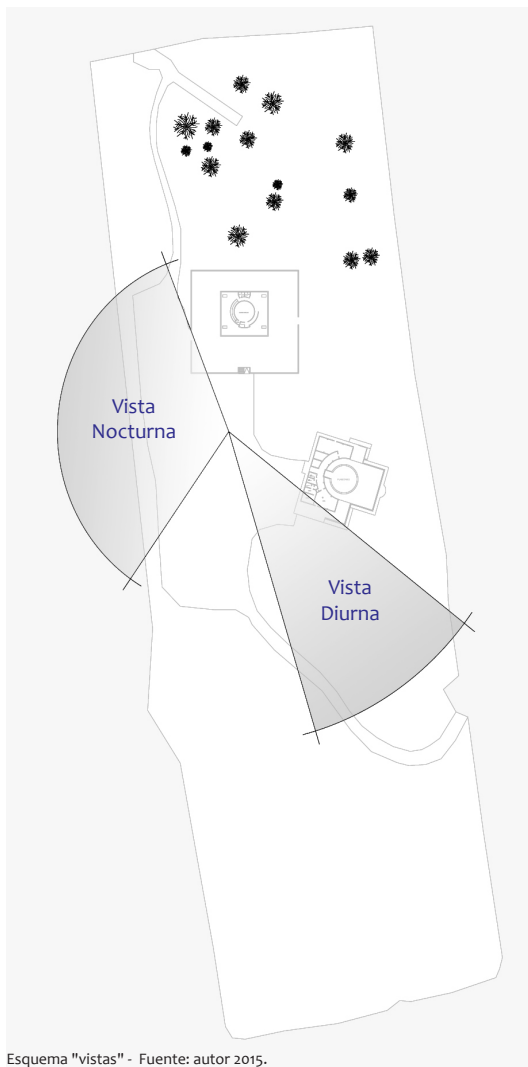
Asimismo esta estrategia de diseño ayudara al momento de diseñar los edificios y sombreaderos exteriores.



3. El tercer eje fundamental dentro de las estrategias de diseño son las **vistas existentes**, las cuales son un punto fundamental al momento de establecer el programa y la forma de diseño.

Dentro del estudio del lugar y sus vistas, podemos encontrar dos principalmente las cuales se clasifican: La vista diurna y la nocturna. Esto debido a que son dos escenarios totalmente distintos. Por un lado tenemos la vista diurna, la cual está dirigida hacia el valle de vicuña. Esta vista será importante al momento de establecer los volúmenes que se usen durante el día, a su vez es el atractivo ya explicado antes de la actividad “Mira Mira”, la cual se observa el atardecer desde el punto donde está situado el observatorio.

Por otro lado, encontramos la vista nocturna, la cual es totalmente contraria a la anterior debido a que se observan los cielos y es un sector donde no está la existencia de contaminación lumínica que nos impida observar con claridad los astros.



Esquema "vistas" - Fuente: autor 2015.



Vista hacia el valle de Vicuña - Fuente: autor 2014.

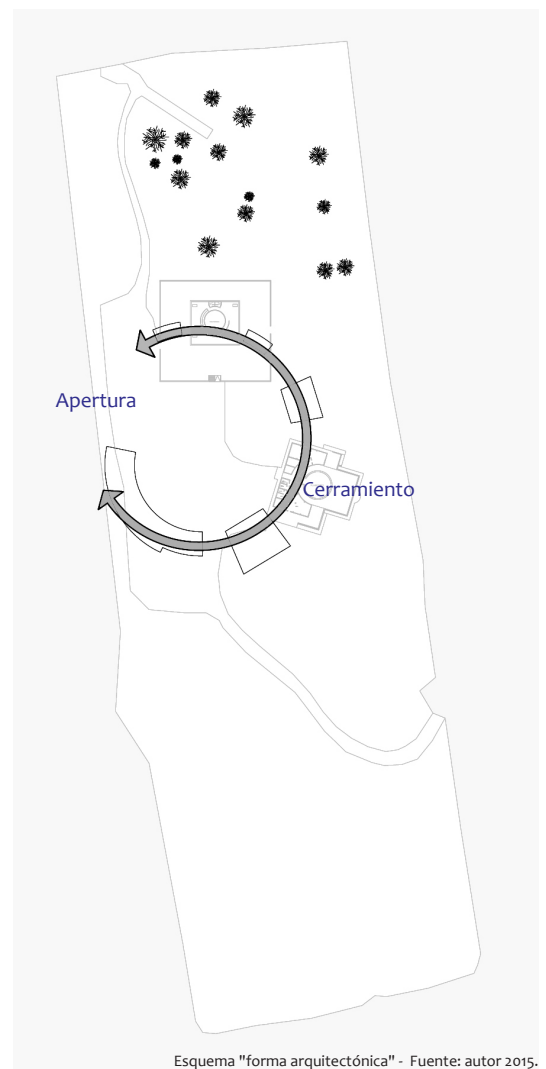
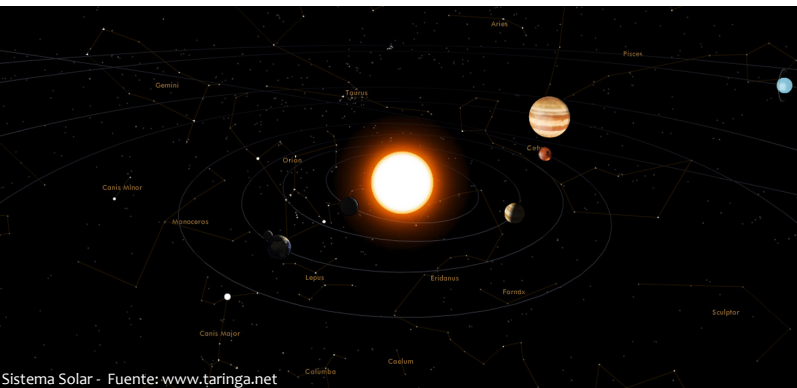


Imagen Objetivo Nocturna - Fuente: autor 2014.



4. Como 4ta estrategia de diseño tenemos la **forma arquitectónica** que, ordenando según los dos edificios pre-existentes y el centro formal establecido, se conformará un orden radial que responde a dos criterios: por un lado la asimilación a los astros y el sistema solar; y por otro a un trabajo de apertura y cerramiento.

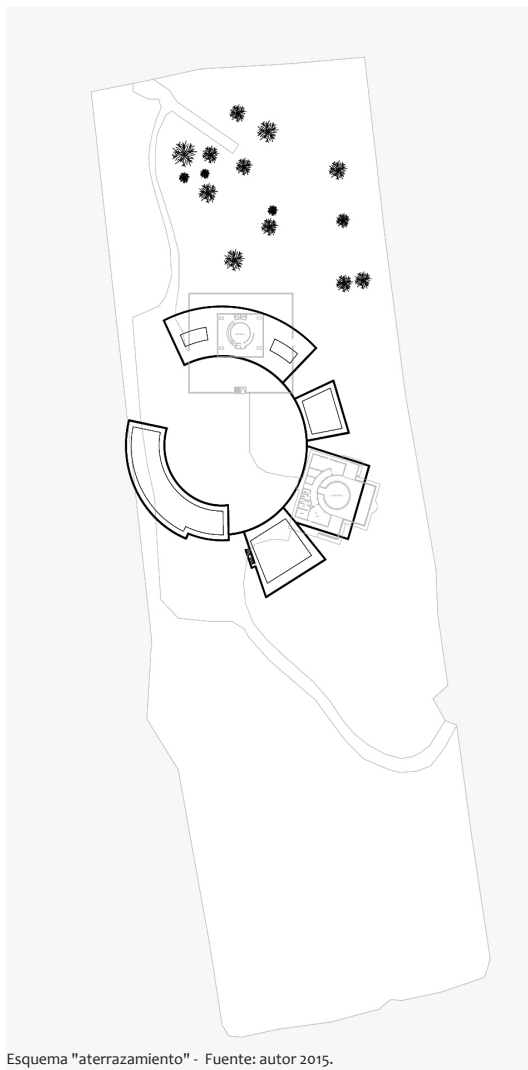
Esto último de suma importancia debido a que el Complejo se debe abrir hacia la vista nocturna y cerrar al poblado de vicuña, para de esta forma funcionar como una protección a la contaminación lumínica existente.



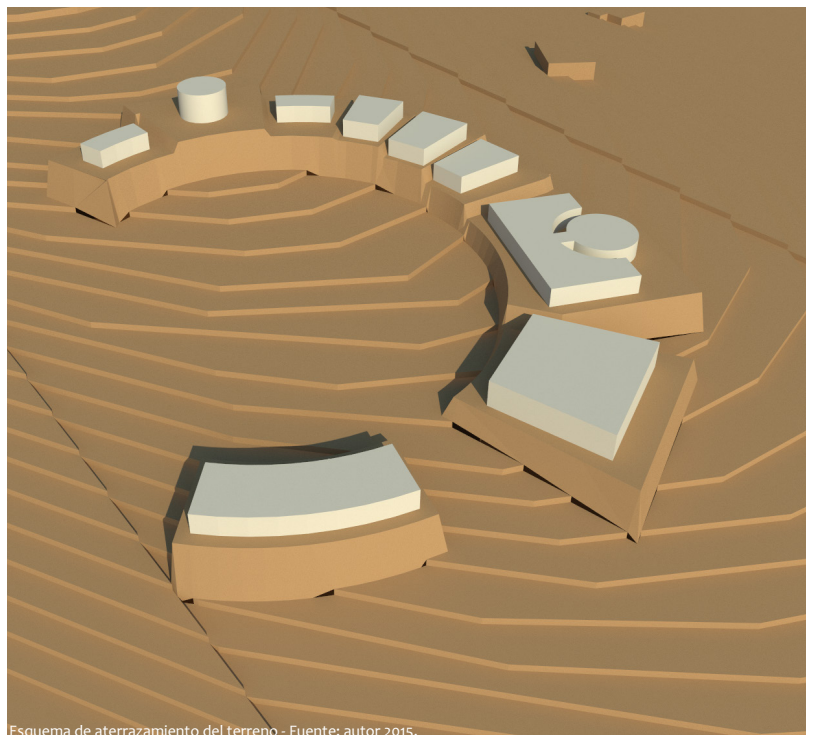


5. Como última estrategia de diseño encontramos el sistema de **terrazas** en los cuales el proyecto se posa en el terreno. El terreno tiene una diferencia de nivel considerable, desde el punto más alto al punto más bajo hay 46 metros, resultando de esto una pendiente del 13,2% aproximadamente, dando como principal característica esta situación geográfica.

El desafío del proyecto está en adoptar la pendiente del terreno y hacer conjugar cada edificio como si fuese uno solo en este sistema. Es por lo cual que se hace un trabajo de aterrazar el terreno y posar los distintos volúmenes en este.



Esquema "aterrazamiento" - Fuente: autor 2015.



Esquema de aterrazamiento del terreno - Fuente: autor 2015.



3.5 Usuario:

Dentro de la gama de usuarios del Complejo Astronómico Mamalluca, podemos encontrar 2 principalmente: por un lado los científicos y por otro los turistas generales.

Si bien este es un complejo netamente turista y no posee las características necesarias para el quehacer de un científico astrónomo (altura de observatorio, tecnología, etc.), el querer posicionarse como un centro de convenciones astronómicas, se debe destacar la participación de estos usuarios en el edificio en cuestión. Estos serán los encargados de dar charlas, enseñar y difundir esta ciencia a nivel de conjunto.

Por otro lado tenemos a los turistas. El astroturismo cabe dentro de la clasificación de Turismo de Intereses Especiales, es decir, se caracteriza por presentar un valor agregado que tiene como principal característica la autenticidad de la oferta, no ser masivo y mantener un fuerte componente de sustentabilidad ambiental, cultural y social. (PortalPatrimonio, 2015). Asimismo como lo explica María Teresa Ruiz en su entrevista: *"Hay pocos temas donde uno puede ser tan transversal y juntar bajo un mismo tema, gente de distintas edades, grupos socioeconómicos, etc. La curiosidad sobre el universo es totalmente transversal en todo sentido."* Así que se buscará atraer a un gran espectro de personas al Complejos Astronómico Mamalluca.

Para ser parte de este tipo de turismo, el usuario tiene distintas características, tales como poseer un especial interés en el ámbito, no clasificar a los usuarios en grupos socioeconómicos, rango etario, profesión, etc. De esta manera, el Complejo debe disponer de actividades, servicios y accesibilidad para una variada comunidad

Por último y no menor, estarán los trabajadores que se encargarán de mantener el Complejo activo los 365 días del año, tanto en los servicios astronómicos como en los otros que el programa entregue.

3.6 Programa:

El programa del Complejo Astronómico Mamalluca tiene como eje central la idea experimental de vivir la astronomía. Las actividades que ahí se harán potenciarán el complejo para posicionarlo a nivel internacional.

Las actividades turísticas de la astronomía tienen cierto horario, esto en relación a la luminosidad del día. Una vez puesto el sol, la observación a simple vista y con telescopio es factible. Es por esto que el Complejo tendrá un funcionamiento mayor durante el atardecer el cual se incrementará una vez que sea de noche.

Las actividades propuestas van ligadas al recorrido del turista en el observatorio, todo parte desde que llegan al lugar y se estacionan, para luego acceder mediante rampas al hall de acceso, donde se juntan los grupos para partir por las distintas etapas que brinda el Complejo. Parten por una introducción en el auditorio, donde se les hace la primera inducción sobre la astronomía.

Luego continúan el recorrido al siguiente edificio que cuenta con 2 museos (uno sobre la astronomía y otro sobre los planetas), ahí mismo se encuentra



un planetario para poder vivir la primera experiencia de observar el cielo y los astros, también hay una sala audiovisual donde se mostraran distintos documentales y archivos gráficos para empapar al turista de información.

El siguiente edificio cuenta con salas de clases, debido a que en Chile hoy se vende astronomía más no existen instancias donde poder enseñarla. Esta actividad se desarrollará a lo largo del atardecer para poder desempeñar lo aprendido luego en la noche. En el mismo lugar hay una cafetería para abastecer de café y snacks a los turistas que pernocten o no en el lugar.

El recorrido termina en la fase de culminación, donde el turista aplicará todo lo aprendido previamente en las cúpulas de observación, teniendo la posibilidad de salir a las terrazas exteriores y poder observar en telescopios manuales.

El programa rodea una plaza central que funciona como anfiteatro al escenario nocturno que se da todas las noches, para que así de esta manera el turista pueda decidir quedarse ahí a mirar el maravilloso espectáculo que nos ofrece los cielos de la 4ta región. Cabe destacar que esta plaza durante el día tiene la función de un reloj solar, entregando una doble función a lo largo del día.

Dentro del paisajismo propuesto, se elaboraran senderos de observación astronómica.

El recorrido total del turista dura aproximadamente 2:20, los cuales se dividen en el siguiente horario:

- Inducción Astronómica: 20 minutos.
- Museo + Planetario + Sala Audiovisual: 20 minutos.
- Terrazas de Observación y Cúpulas de Observación: 70 minutos.
- Caminata por senderos + observación simple vista en ágora + cafetería: 30 minutos.

Si el turista desea pernoctar en el lugar podrá optar por pedir un permiso y quedarse más en la última fase, o bien alojar en 11 “habitaciones astronómicas” propuestas dentro del programa del Complejo.

Los horarios de los tour variaran según estación. En verano se ofrecerán 4 tours: 20:30 – 22:30 – 00:30 – 02:30. En invierno se disminuirá a 3 tours: 18:30 – 20:30 – 22:30. Cada tour está pensado para máximo 75 personas.

3.7 Criterios de Diseño:

Por efecto de las estrategias de diseño previamente planteadas, se establecen ciertos criterios de diseño a seguir al momento de proyectar el Complejo Astronómico Mamalluca.

3.7.1 Materialidad:

La existencia previa de 2 edificios del complejo, nos hace partir ya desde la base de algo preexistente. Así como dentro de la primera estrategia de diseño planteada que busca generar un sistema a partir de 2 elementos existentes, la materialidad tendrá la misma lógica.

“La astronomía incita al alma a mirar hacia las altura y nos conduce desde este mundo a otro.”

Platón, Filósofo griego, hacia 428 – 348 a.C.



Para esto, los materiales que se usen serán de la zona y según referentes locales, es decir: trabajo de pavimento con piedras de la zona, albañilería, aluzinc prepintado blanco y por ultimo hormigón.

3.7.2 Estructura:

La propuesta estructural para el complejo está relacionada a las estrategias de diseño que se han explicado previamente. Los volúmenes donde se efectúa el programa (alojamiento, auditorio, planetario, salas de clases, cafetería y cúpulas de observación) tendrán un carácter sólido, el cual será dado por muros de albañilería confinada, recubierta con estuco de color blanco.

De una manera distinta encontramos al espacio que amarrará todos los programas del complejo y terrazas exteriores. Estos tendrán una cubierta tipo sombreadero en estructura de acero y empallado de madera.

3.7.3 Sustentabilidad:

En términos de la gestión energética del proyecto, el complejo propone reducir los requerimientos mediante el uso de mecanismos de diseño pasivo, incluyendo con esto ventilación cruzada en los espacios interiores, reducción del tamaño de los vanos, uso de celosías para el control solar, captación de la luz solar mediante lucarnas, etc.

Acompañando a esto se incorporaran sistemas activos de generación de energía como paneles solares.

Dentro de las características del diseño del Complejo, se encuentra la existencia de un gran espejo de agua, imprescindible al momento de generar la experiencia única que se busca que el usuario viva (reflejar las estrellas en el suelo). Es por esto, que debido a las condiciones climáticas (alta radiación), se instalará una sala de máquinas que estará encargada de recolectar-tratar las aguas grises del proyecto y llevarlas a este espejo en ciertas horas del día, buscando de esta manera, evitar la evaporación total de ella.

3.7.4 Clima de la Zona:

El clima es de Estepa con gran sequedad atmosférica, baja humedad relativa, temperaturas elevadas durante el día, más en las noches estas descienden considerablemente, existiendo una oscilación diaria del orden de los 18° a 20° C. Esto hace pensar en diseñar la plaza central, el eje del proyecto en hormigón, debido a la capacidad de captar el calor a lo largo del día y liberarlo en la noche, entregando cierto confort térmico en la noche.

Del mismo modo, la existencia de una gran radiación en el lugar influye al momento de pensar en los vanos del proyecto y los espacios sombreados en el exterior.

3.7.5 Paisajismo:

El paisajismo, al ser en una zona desértica, se trabajará como tal. Usando vegetación de la zona (algarrobo, espino, quillay y cactus), a su vez para mimetizar los senderos se trabajaran con piedras y maicillos, dando de esta manera una estética autóctona del lugar.



3.8 Gestión de Proyecto:

La astronomía cada día es más importante en Chile, así como ya ha quedado claro en esta memoria de proyecto de título. Es esta la principal razón del cómo se gestionará este Complejo. La existencia de un interés tanto nacional como internacional en el territorio chileno para la observación celeste ha provocado que converjan muchas entidades en esta materia.

Desde un área pública encontraremos diversos organismos que apoyaran económicamente para el desarrollo del proyecto. Por un lado está el SERNATUR de Coquimbo (Servicio Nacional de Turismo), el cual a nivel nacional está con la misión de entregar un apoyo económico a todos los proyectos que incentiven el turismo nacional (Programa de Fomento al Turismo).

A esta entidad se le suman los fondos que entrega la Corporación de Fomento a la Producción, los cuales también a su vez promueven los proyectos que fomenten el Turismo a nivel nacional. Dentro de la misma línea encontramos al Gobierno Regional de Coquimbo, el cual también entrega fondos a proyectos que sean significativos para la Región, por lo cual también será un ente que participará en la gestión de este edificio. Por último en el área pública, encontramos a la Municipalidad de Vicuña, la cual también destinará dinero para la ejecución del proyecto emblema de la Municipalidad.

Ahora, existe toda un área privada que también entregará un apoyo para la gestión del Complejo Astronómico Mamalluca, dentro de eso encontramos a AURA (Association of Universities for Research in Astronomy) que es el consorcio de Universidades privadas de Estados Unidos en colaboración a NOAO (National Optical Astronomy Observatories). Estas dos grandes entidades serán gestionadas a través del Observatorio Cerro Tololo, debido a que son los principales patrocinadores de este. Cabe destacar que estas 2 organizaciones están en busca del desarrollo de la astronomía como la también la difusión de esta.

Por otro lado la ESO (European Southern Observatory) también entregará soporte en la gestión de este proyecto. Esta entidad es la principal organización astronómica intergubernamental en Europa, y hoy está a cargo del el E-ELT (European Extremely Large Telescope, Telescopio Europeo Extremadamente Grande) en pleno desierto de Atacama.

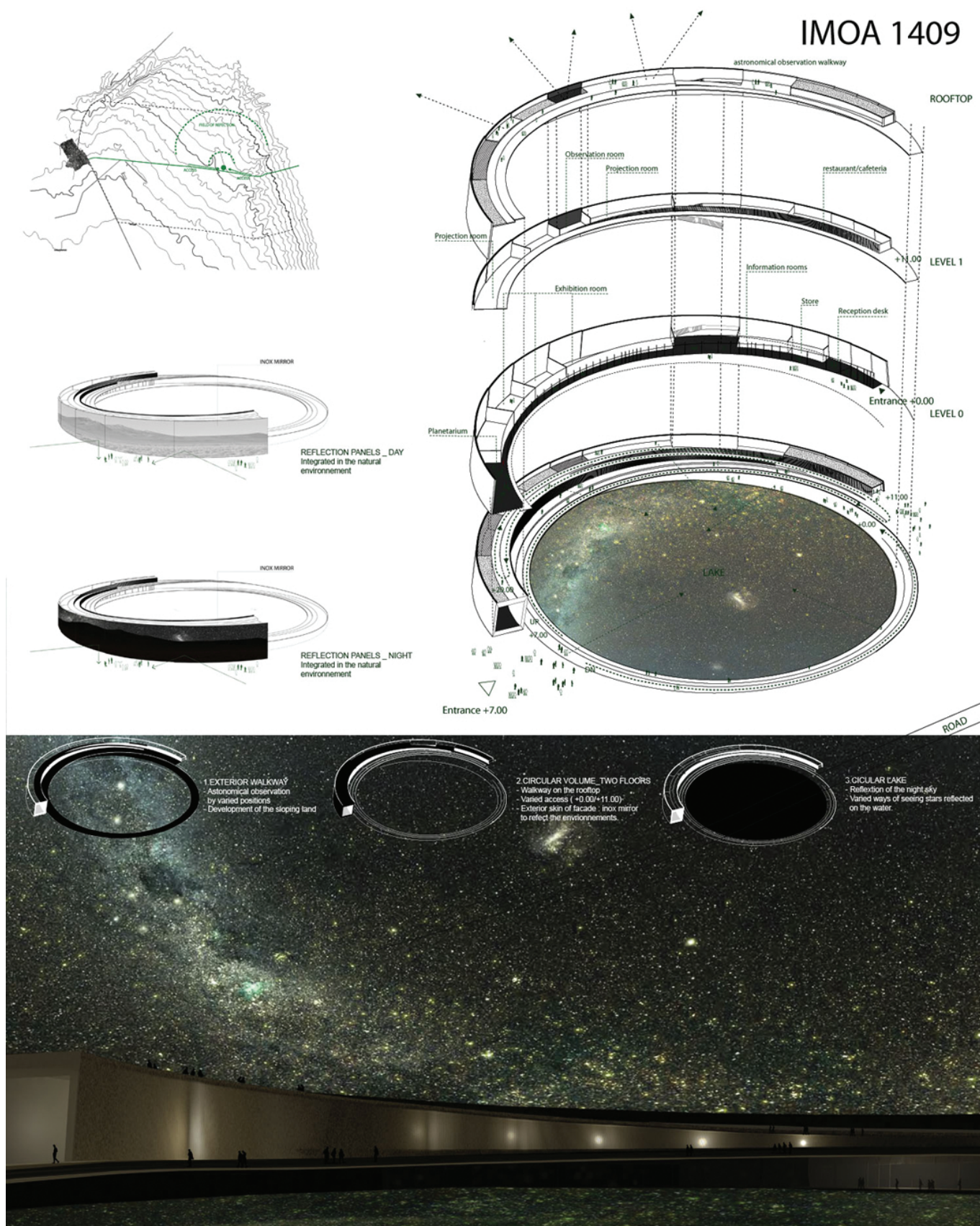
Por último, a todas estas organizaciones mundiales, se les sumará la CAACH (Comunidad Astronómica Aficionada Chilena) es la principal entidad a nivel nacional de astrónomos no profesionales, que tienen un gran interés en desarrollar proyectos turísticos de astronomía, los cuales serían el último grupo que participará dentro de la gestión del Complejo.



3.9 Referentes:

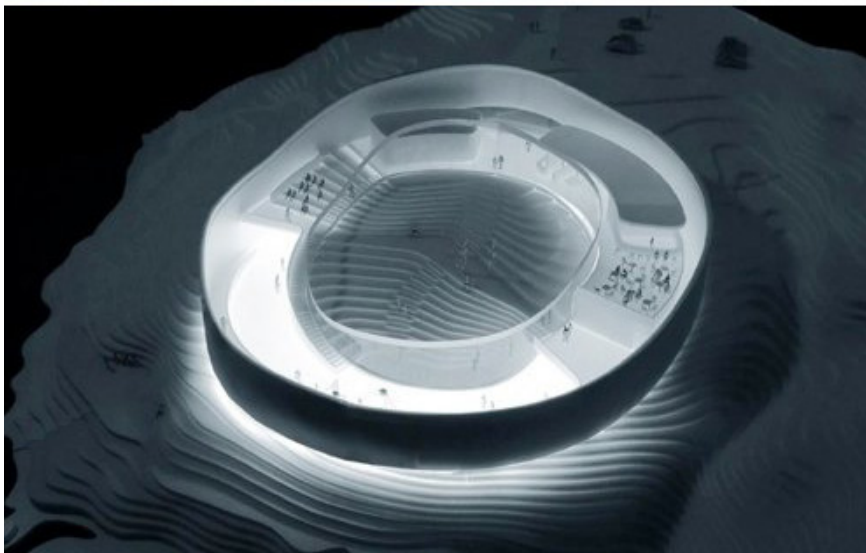
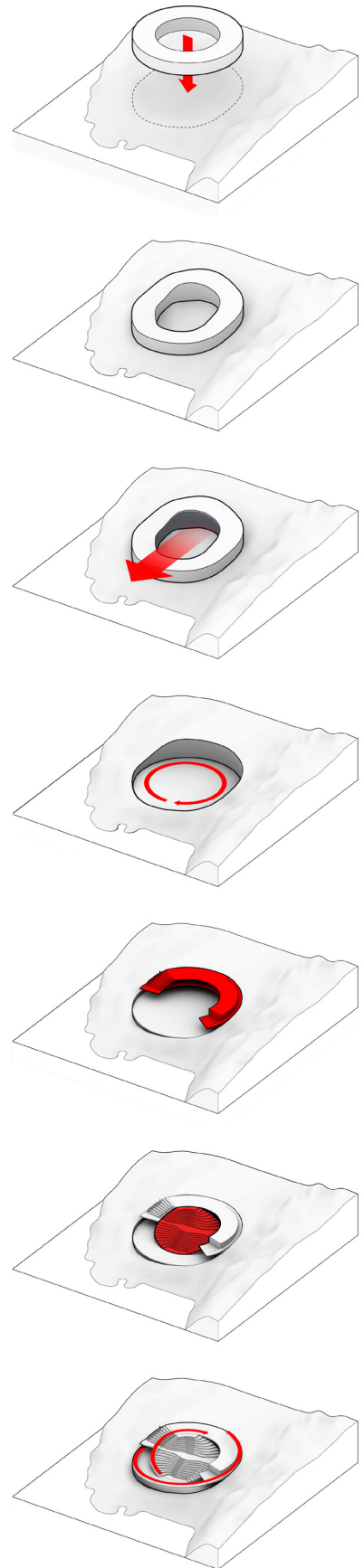
Dentro del primer referente que tuvo el Complejo Astronómico, fueron distintos proyectos que participaron en el concurso a un Museo Internacional de Astronomía en San Pedro.

El primero, tiene relación a la forma circular que se adoptó y como bien sus arquitectos lo plantearon, la idea del reflejo y la experiencia como punto clave y generador de proyecto.





Otro referente que fue parte del proceso de este Complejo Astronómico Mamalluca, fue el proyecto realizado por la firma danesa BIG para el diseño de la nueva Galería Nacional de Groenlandia. Este proyecto que geoméricamente sigue estrategias de diseño parecidas al planteado, tiene situaciones similares tanto geográficas como espaciales.

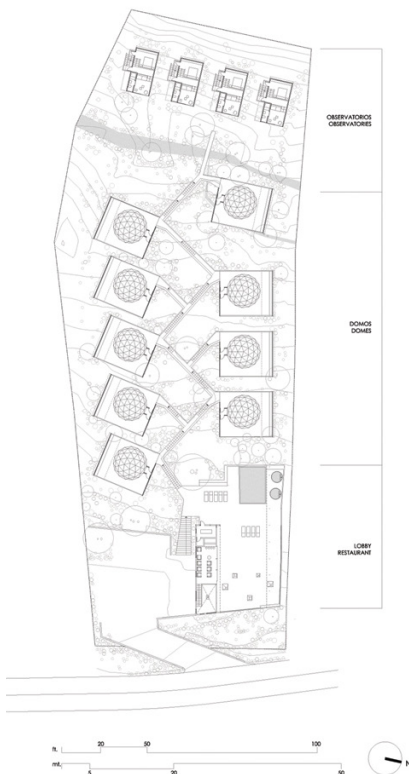




Dentro de los referentes analizados, están las actuales residencias del Observatorio Paranal (ESO Hotel), donde se busca como principal idea generar una atmosfera distinta dentro de ella, creando de esta manera una especie de ecosistema especial para los trabajadores del observatorio.



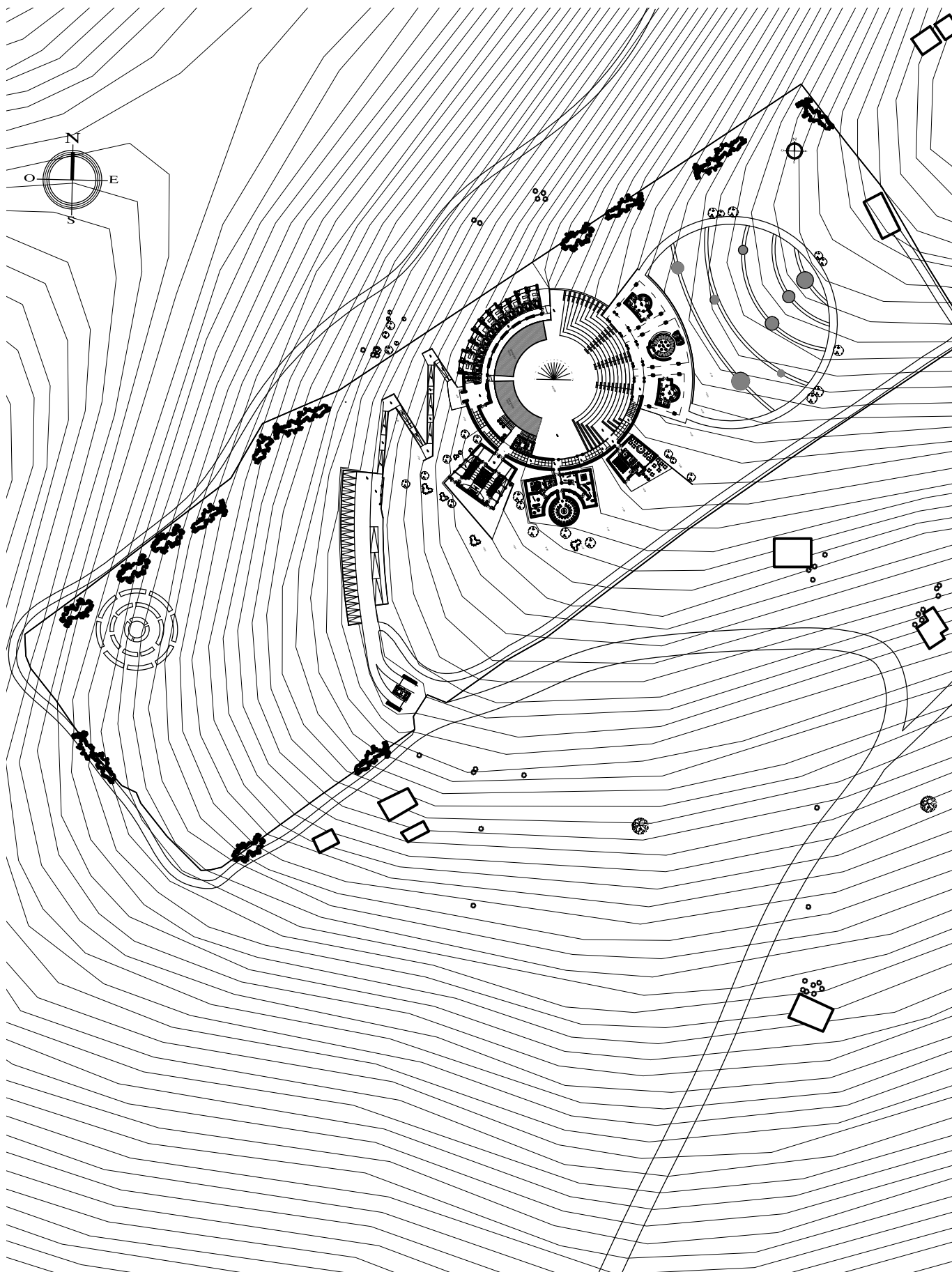
Otro referente nacional recurrido fueron los Elquis Domes. Proyecto realizado en la 4ta región, el cual es el único en la zona que tiene ese carácter astronómico dentro de su diseño. Una serie de domos y 4 habitaciones que tienen como principal fin, la observación del cosmos.





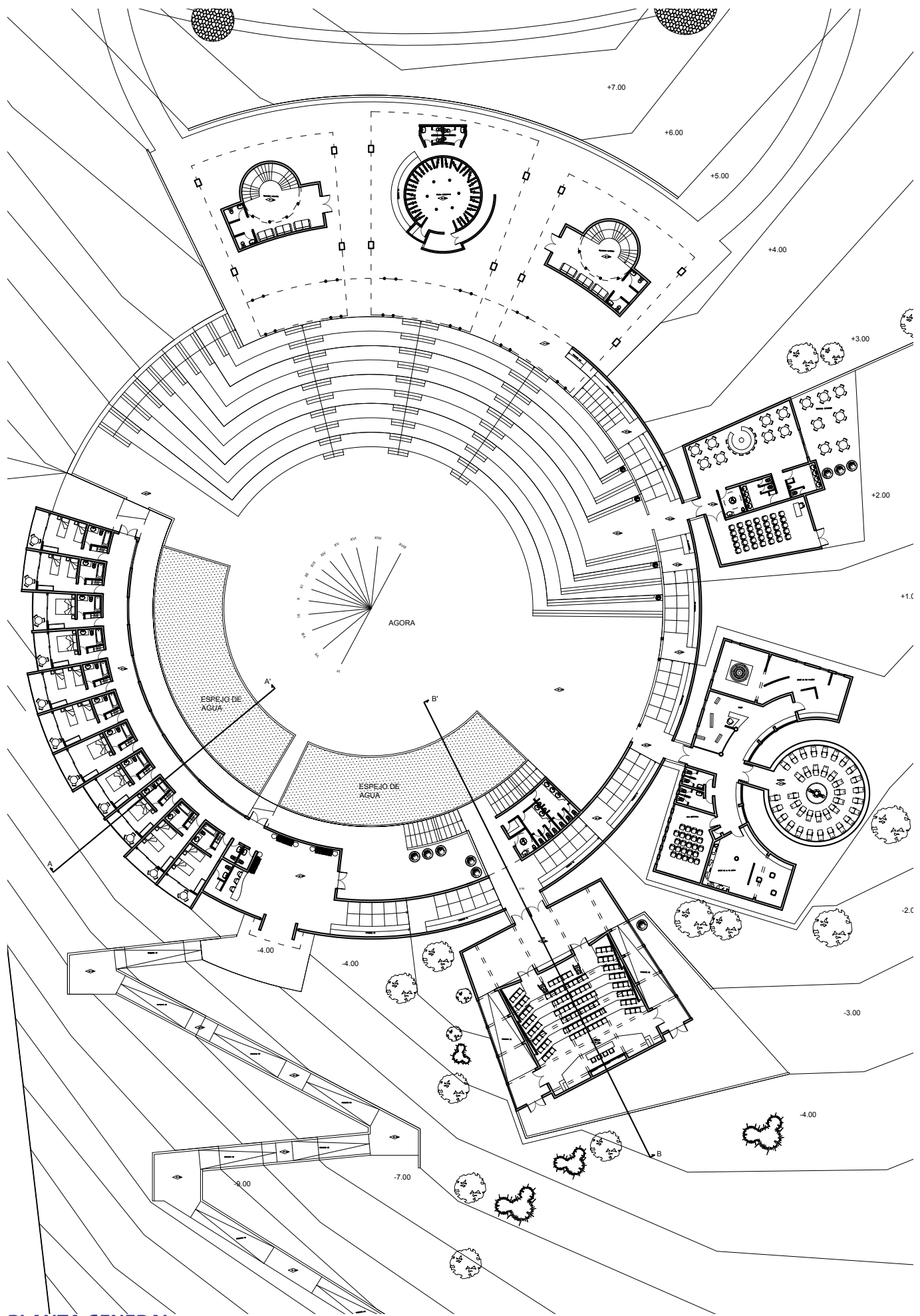
3.9 Estado del Proyecto:

El estado de avance del proyecto presentado en esta memoria no es el final. Para más información sobre el diseño de este proyecto, revisar el portafolio.

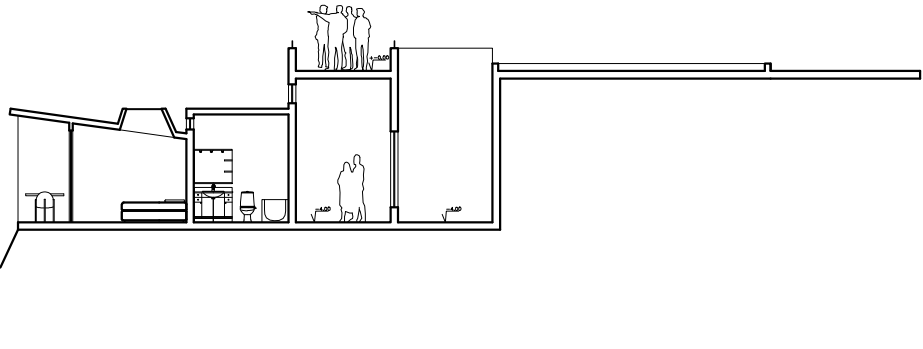


PLANTA DE CONTEXTO

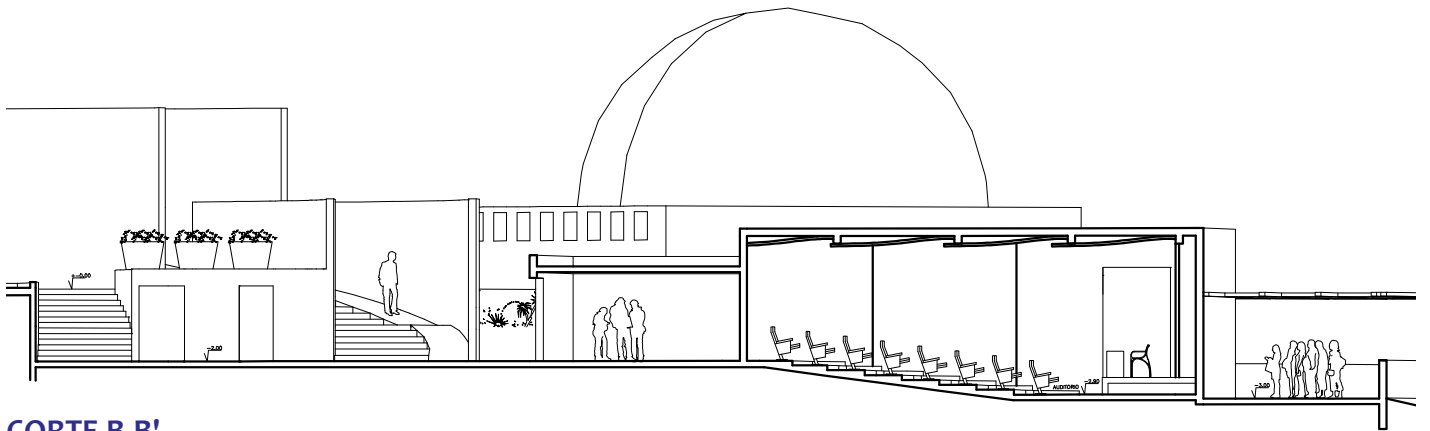
1:2000



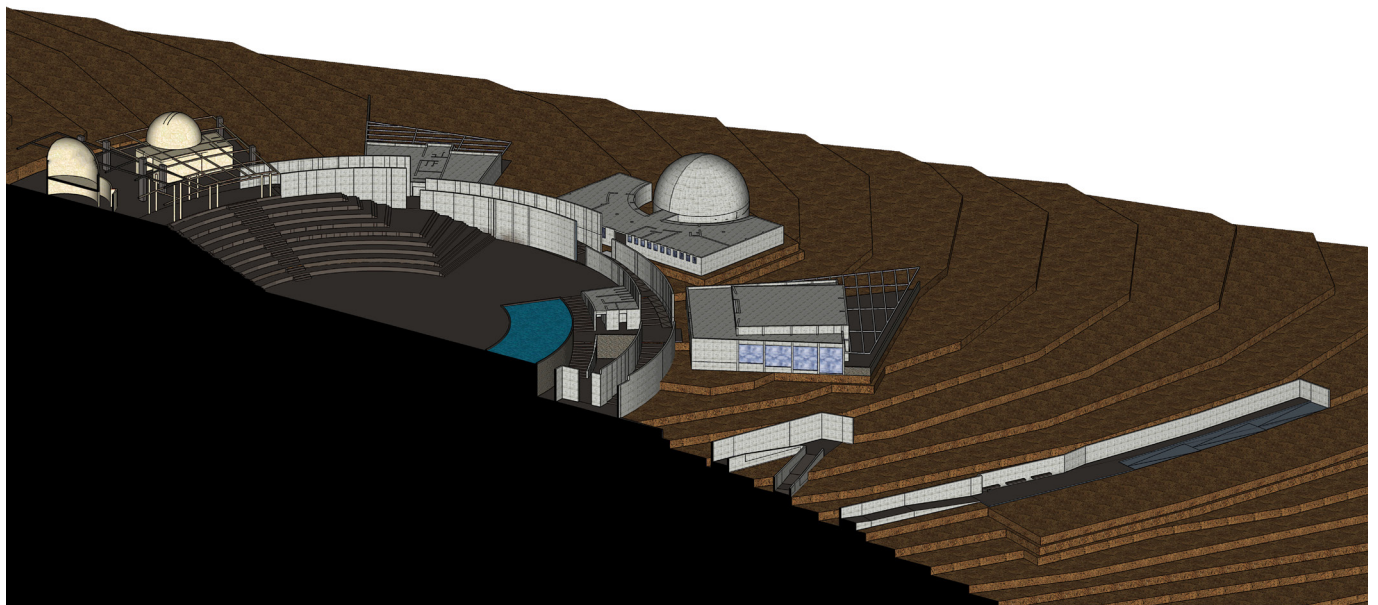
PLANTA GENERAL
1:500



CORTE A-A'
1:200



CORTE B-B'
1:200



CORTE AXONOMÉTRICO ESQUEMÁTICO



IMÁGEN OBJETIVO

“Las estrellas dibujan en nuestros ojos los relatos épicos congelados,
los cántares refulgentes del espacio invicto.”
Hart Crahe, poeta estadounidense, 1899 – 1932

CONCLUSIONES



4. Conclusiones:

Para dar término a esta memoria de título, se presentaran las siguientes conclusiones que surgieron durante el proceso que duró este proyecto. Si bien estos no son parte del diseño en sí, influenciaron su desarrollo y sin duda la etapa que está por comenzar: mi vida profesional.

4.1 Sobre el Proyecto:

La astronomía en Chile, si bien en materia gubernamental y a nivel científico está muy valorada, nosotros los chilenos no hemos sido capaces de entender y comprender el tremendísimo valor que poseemos. Es a partir de esto, donde nace mi interés por desarrollar un proyecto que busque perdurar dentro de la conciencia tanto de mis pares como de estudiantes de futuras generaciones.

Puedo concluir que fue una gran experiencia embarcarme en este proyecto, el cual considero aprender cosas nuevas, trabajar con formas nuevas, buscar la mejor manera de representar algo tan intangible como la esfera celeste con arquitectura. Aprender a hacer esto último fue un desafío que espero ir perfeccionándolo con el pasar de los años como profesional.

4.2 Reflexiones Personales:

Hoy en día, nosotros futuros arquitectos de la Universidad de Chile estamos llamados a trabajar para el bien de nuestro país, es de esta manera como yo quise abarcar esta ciencia, que hoy a nivel turístico no está del todo desarrollada. Más en nuestro país seguimos teniendo muchas opciones donde intervenir, y es aquí el llamado que hago para las generaciones futuras y mis pares, de tomar como desafío representar áreas de nuestro país, especialmente en el área natural, las cuales día a día corren el gran riesgo de desaparecer.

Doy gracias de poder haber tenido un año de proceso, donde crecí tanto en materia personal, superando las distintas metas y dificultades que se presentaron. Como a su vez, en materia profesional.

“Los cielos te llaman, y giran en tu derredor mostrando sus esplendores
eternos.” La divina comedia,
Dante Alighieri, poeta italiano, 1265-1321.

BIBLIOGRAFÍA

Centaurus - Fuente: www.eso.org



5. Bibliografía

Libros:

- **Robert Burnham, A. D.** (2002). Guía del cielo nocturno Astronomía. Barcelona, España: BLUME.
- **Maza, J.** (2009). Astronomía Contemporanea. Santiago, Chile: Ediciones B.
- **Henri, C.** (2014). Historia De La Astronomia. Desde Los Origenes Hasta Nuestra Epoca. Santiago, Chile: Editorial Piélago.

Documentos Académicos:

- **Blázquez, M.** (2006). Museo Astronómico en San Pedro de Atacama. Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura Universidad de Chile.
- **Medina, V.** (2009). Centro Turístico Astronómico en Toconao. Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura Universidad de Chile.
- **Bustamante, D.** (2010). Observatorio Astronómico Cuzcuz. Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura Universidad Central.
- **Espinosa, M.** (2012). Observatorio Cerro Mamalluca (OCM). Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura Universidad Mayor.
- **Viterbo, A.** (2012). La exposición como medio de promoción y difusión de la Ruta Astronómica de la 4ta Región. Santiago, Chile: Facultad de Diseño Universidad de Chile.
- **Leiva, C. C.-C.** (2014). Centro de Visitantes para el aprendizaje y observación . Santiago, Chile: Facultad de Arquitectura Universidad de Chile.

Revistas:

- **José Luis Escacena.** (01-06 de 2013). Arqueología del cielo. Orientaciones astronómicas en edificios protohistóricos del sur de la Península Ibérica. Trabajos de Prehistoria N° 71, 1, págs. 113-118.

Recursos en Línea:

- **ACHAYA.** (06 de 05 de 2015). Apuntes de Astronomía. Obtenido de Asociación Chilena de Astronomía y Astronautas : <http://www.achaya.cl/apuntes-de-astronomia>
- **Astromía.** (01 de 05 de 2015). Historia de la Astronomía. Obtenido de Astronomía: <http://www.astromia.com/historia/>
- **Astronomia2009.** (26 de 04 de 2015). La Evolución de la Astronomía a través de la Historia. Obtenido de Astronomía 2009: http://www.astronomia2009.es/Noticias_AIA-IYA2009/La_Evolucion_de_la_Astronomia_a_traves_de_la_Historia.html
- **CATA.** (21 de 04 de 2015). Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines. Obtenido de CATA: <http://www.cata.cl/>



- **Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile.** (05 de 05 de 2015). Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile. Obtenido de Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile: <http://www.opcc.cl/>
- **PortalPatrimonio.** (15 de 03 de 2015). Guía Metodológica Turismo Cultural . Obtenido de Portal Patrimonio: <http://www.portalpatrimonio.cl/media/docs/guia-metodologica-turismo-cultural.pdf>
- **Sernatur.** (10 de 05 de 2015). Empréndete Turismo. Obtenido de Sernatur : <http://www.sernatur.cl/emprendete-turismo>
- **Sernatur.** (06 de 05 de 2015). Estrategia Nacional de Turismo 2012-2020. Obtenido de Sernatur: <http://www.sernatur.cl/estrategia-nacional-de-turismo>.
- **Sernatur Coquimbo.** (06 de 05 de 2015). La Ruta de las Estrellas. Obtenido de Turismo Región de Coquimbo: http://turismoregiondecoquimbo.cl/turismo_astronomico/
- **SINIA.** (04 de 12 de 2013). Sistema Nacional de Información Ambiental. Recuperado el 05 de 05 de 2015, de Sistema Nacional de Información Ambiental.: <http://www.sinia.cl/1292/printer-27127.html>
- **Starlight.** (25 de 10 de 2014). Fundación Starlight. Obtenido de Fundación Starlight: <http://fundacionstarlight.org/>
- **This Is Chile.** (30 de 07 de 2010). Chile se ha convertido en polo mundial de la astronomía, dice experto. Recuperado el 05 de 05 de 2015, de This Is Chile: <http://www.thisischile.cl/chile-se-ha-convertido-en-polo-mundial-de-la-astronomia-dice-experto/>
- **This is Chile.** (28 de 09 de 2011). Astronomía en Chile. Recuperado el 05 de 05 de 2015, de This is Chile: <http://www.thisischile.cl/astronomia-en-chile/>



“En el terreno de la observación, la suerte favorece solo a las mentes preparadas.”

Louis Pasteur, microbiólogo francés, 1822 – 1895.

“Mil mechones diminutos, débiles nebulosas, abanicos de luz y ráfagas
de fuego blanquecino...” De los portadores de la antorcha,
Alfred Noyes, poeta inglés, 1880-1958.

ANEXOS



6. Anexos:

Se presentan los siguientes anexos que sirvieron de apoyo a lo largo del proceso de este proyecto.

EL MERCURIO

Vida • Ciencia • Tecnología

vct@mercurio.cl

SANTIAGO DE CHILE, JUEVES 22 DE ENERO DE 2015



El Astroturismo cobra fuerza en Chile:

Las estrellas se convierten en un gran atractivo turístico en estas vacaciones

Uno de los observatorios turísticos más antiguos del país es el de Mamalluca, ubicado en la Cuarta Región.

Desde las regiones de Antofagasta a la del Biobío hay más de una veintena de observatorios que ofrecen a los visitantes la posibilidad de admirar de cerca el cielo chileno.

ALEXIS IBARRA O.

Conocer las constelaciones y observar los cráteres de la Luna puede ser el panorama ideal para las noches de verano y un buen reemplazo para un juego de cartas tras un día en la playa.

En Chile hay cerca de 24 observatorios dedicados al astroturismo, actividad para personas que se interesan por la astronomía, sin necesariamente tener conocimientos profundos. Están repartidos desde la Región de Antofagasta hasta la del Biobío, con una gran concentración en la Cuarta Región.

Uno de los más antiguos, Mamalluca, se inició con un grupo de aficionados de la astronomía que crearon un observatorio vecinal tras recibir equipos donados por el Observatorio El Tololo. Ahora, con un moderno equipamiento, recibe visitantes en pleno valle del Elqui. Estos pueden observar el cielo nocturno mientras conocen sobre las estrellas y los planetas a través de charlas que también hablan sobre la cosmovisión de los pueblos originarios.

"Chile concentrará el 70% de la capacidad astronómica instalada del mundo en la próxima década. Un país con un potencial de investigación tan prolífico en esta área y con una geografía y calidad de cielos excepcionales, requiere consolidar políticas de turismo astronómico que no solo acerquen este potencial al ciudadano chileno, sino que a todos los turistas extranjeros que visitan nuestro país", opina Eduardo Hardy, director de AUI, organización que reúne a un grupo de universidades que administran varios observatorios en Chile.

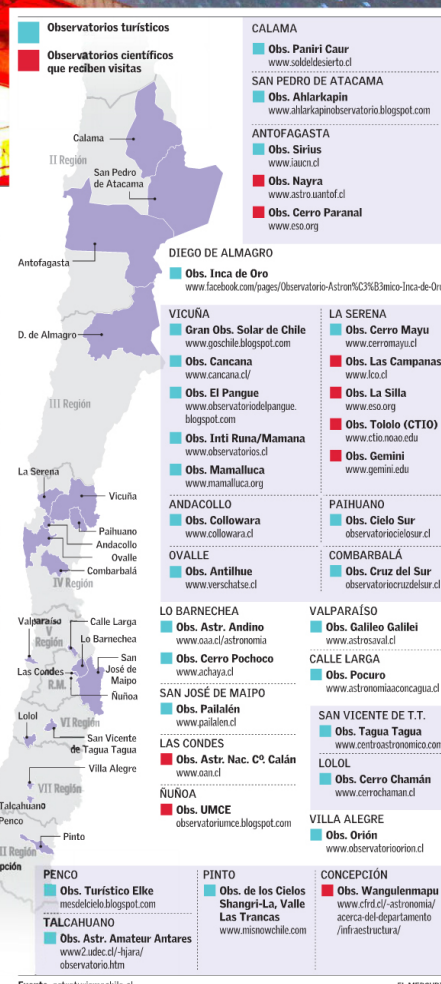


El observatorio Pailalén se encuentra cerca de Santiago y hace un maridaje entre gastronomía y astronomía.

Precisamente este mes se lanzó la iniciativa "Plan Astroturismo Chile", un proyecto de carácter nacional que quiere posicionar al país como un destino turístico destacado a nivel mundial en esta materia. El proyecto es financiado por Innova Corfo y pretende reunir la más variada oferta en esta área: desde observatorios turísticos, pasando por hoteles temáticos hasta la realización de convenciones o tours para eventos astronómicos

especiales, como un eclipse. No hay que viajar muy lejos para disfrutar del astroturismo. Cerca de Santiago, en San José de Maipo, se encuentra el observatorio Pailalén, equipado con modernos telescopios para visión directa y con un restaurante que se convierte en una especie de planetario donde se puede comer bajo un cielo proyectado. "Los visitantes llegan cerca de las 21 horas y los recibimos con un cóctel. Hay una charla de astronomía, para luego iniciar la observación en nuestros telescopios. Además, se ofrece un taller de astrofotografía con equipamiento avanzado que permite a los turistas captar preciosas imágenes del cielo nocturno", cuenta

Sebastián Astete, director de Comunicaciones de Pailalén. El tour cuesta \$26 mil, y \$42 mil si se suma el taller de astrofotografía. Más al sur, en San Vicente de Tagua-Tagua, se encuentra el observatorio Tagua Tagua, fundado por el físico inglés Ian Hutcheon, quien llegó a Chile movido por sus dos pasiones: la astronomía y el vino. "A los visitantes los esperamos con un vino hecho por nosotros que es envejecido junto a un meteorito. Uno de nuestros atractivos es un cine espacial 3D que simula un viaje por el universo. Además tenemos observación directa en los telescopios y charlas astronómicas", dice Hutcheon. El tour se realiza de miércoles a sábado y tiene un costo de \$5 mil para adultos y \$3 mil para niños. Otra alternativa, a 70 km de la capital, es el observatorio Pucuro, en la Provincia de Los Andes. "Estamos en un lugar privilegiado. En la casa donde nació Pedro Aguirre Cerda y frente a unos petroglifos. Las charlas parten a las 21 horas, de lunes a domingo, y contemplan observación directa. Nuestro consejo es que la gente venga cuando hay luna creciente para una mejor observación", dice la encargada, María Victoria Sandoval. La visita tiene un valor de \$3.500.



Diario El Mercurio, 22 de Enero de 2015.

Al infinito y más allá

Desde la instalación de los primeros telescopios en los 60, el país ha llegado a concentrar casi la mitad de la capacidad mundial para observar el universo. La detección de planetas lejanos y la expansión acelerada del universo son algunos de los hitos científicos alcanzados desde Chile. Una historia de astrónomos, telescopios y premios Nobel.

POR: **Ricardo Acevedo Zalaquett**

En un mundo perfecto, los astrónomos José Maza y Mario Hamuy figurarían en los libros de ciencia como los primeros chilenos en obtener un Premio Nobel de Física el año 2011. Porque en un mundo perfecto, la academia sueca habría reconocido que, sin el trabajo pionero de los científicos del proyecto Calán-Tololo, la expansión acelerada del universo no habría sido detectada de la forma en que se hizo. En esa investigación, varias supernovas, estrellas moribundas que emiten mucha luz y que fueron descubiertas por astrónomos de Chile, fueron esenciales como indicadores de distancia de los distintos cuerpos espaciales.

Fue en 2011 que este galardón recayó en los científicos Saul Perlmutter, Brian Schmidt y Adam Riess, como reconocimiento a dicho trabajo que había sido dado a conocer en 1998 y que revolucionó la astronomía moderna, ya que hasta entonces se consideraba que la gravedad debería frenar la expansión del universo, tal y como había señalado Albert Einstein en su teoría de la gravitación convencional. Pero ese año se reveló que pasaba todo lo contrario y que, todavía más, una desconocida fuerza estaba acelerando dicha expansión: la elusiva "materia oscura".

En la sala adyacente a uno de los telescopios principales del Observatorio Astronómico Nacional - que depende de la U. de Chile y que funciona en la cima del cerro Calán desde los 60 -, se puede leer una placa de agradecimiento enviada por el mismísimo Brian Schmidt: "En un mundo perfecto, todos habríamos compartido el premio de manera igualitaria, pero en nuestro

mundo imperfecto, haré todo lo que sea necesario para que durante los años venideros el mundo comprenda su contribución fundamental al descubrimiento de la aceleración de la expansión del universo", escribió el físico de origen australiano a sus colegas chilenos.

Esta es sólo una pequeña muestra de la importancia de los telescopios que operan desde Chile y del aporte de los científicos nacionales al progreso de la física y la astronomía mundial. Otro ejemplo es la reciente explosión en el hallazgo de planetas similares a la Tierra. Antes de 1995 no se conocía ninguno: hoy se han detectado 1.815 planetas fuera del sistema solar. Todos desde Chile y la mayoría de ellos desde el observatorio La Silla, en la IV Región, donde astrónomos como María Teresa Ruiz y Dante Minniti han realizado un trabajo fundamental.

Los primeros telescopios

Pero los orígenes de la astronomía nacional se remontan a los comienzos de nuestra patria. La historia dice que en octubre de 1842, cuando yacía moribundo en su exilio en Lima, Bernardo O'Higgins pedía una compensación al presidente Bulnes por bienes que había cedido al ejército, demandando que se destinara parte de esos fondos a la instalación de un observatorio astronómico en el Cerro Santa Lucía. No sería sino hasta 1852 que el sueño de O'Higgins se cumpliría con la inauguración oficial del Observatorio Astronómico Nacional en ese lugar. En 1927 la Universidad de Chile se hizo cargo del lugar y este se trasladó al Cerro Calán, pero fue en la década de los 60 que varios sucesos cimentaron el futuro del país como potencia a la vanguardia de la astronomía mundial.

El primer salto significativo fue la creación en 1962 del Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, al que se sumaría el observatorio La Silla en 1969, pero sin duda un hito importante para la formación de astrónomos chilenos fue la alianza que esa misma década se estableció con científicos rusos. En esa época, la Academia de Ciencias de la Unión Soviética y el Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile crearon la Estación Astronómica del Cerro El Roble, ubicada 80 kilómetros al norte de Santiago, donde se comenzaron a observar las supernovas por primera vez desde Chile.

"Con ellos aprendimos el negocio. Las primeras supernovas las observamos con el telescopio ruso", cuenta José Maza, quien en 2013 recibió a una delegación de astrónomos de ese país interesados en reabrir el observatorio, que dejó de funcionar tras el golpe de Estado de 1973. Después de esa visita se comprobó que el telescopio principal está en buen estado y que sólo se requiere adaptar su tecnología con instrumentos más modernos. Algunas funciones que tendrá serán el estudio del sistema solar y la detección de cometas potencialmente peligrosos para la Tierra.

Si se cuentan todos los telescopios que operan en el norte de Chile, el país concentra el 40% de la capacidad astronómica mundial, cifra que se elevará a 70% hacia 2020 gracias a los nuevos megatelescopios que se construirán en lugares como Las Campanas (IV Región) y Cerro Paranal (II Región). "Chile en los últimos años se está convirtiendo en la capital mundial de la astronomía", dice Dante Minniti, investigador del Centro de Astrofísica CATa y astrónomo de la Universidad Andrés Be-

Telescopios de Chile

Prácticamente todos los hallazgos realizados en ciencias astronómicas en las últimas décadas han sido el resultado de la observación desarrollada con los grandes telescopios ubicados en el norte de Chile. Estos son algunos de los más importantes que actualmente escudriñan el universo:



►► Esta imagen fue capturada en Paranal y muestra en todo su esplendor una zona de formación de estrellas conocida como nebulosa del camarón.

llo, uno de los "cazadores de planetas" más prolíficos de Chile. Hijo de un astrónomo aficionado, con sus colegas ha logrado identificar a la fecha más de 25 planetas extrasolares y hoy está realizando nada menos que un mapa de la Vía Láctea.

Cazadores de planetas

Junto a un grupo de astrónomos, Minniti se dedica a esta labor como parte de su trabajo en el Núcleo Milenio para la Vía Láctea. Hace un par de años consiguieron su primer hito: usando el telescopio Vista (ubicado en Paranal) y que permite ver el espectro infrarrojo para revelar aquello que a simple vista no podemos visuali-

zar) crearon un catálogo de 84 millones de estrellas ubicadas en el centro de la galaxia, 10 veces más de las que se habían observado hasta entonces. La noticia dio a la vuelta al mundo acompañada de una fotografía con un detalle único: su resolución era nada menos que nueve mil millones de píxeles. Si se quisiera imprimir, equivaldría a un libro de siete metros de alto por nueve metros de largo.

Hace dos semanas, Minniti nuevamente acaparó titulares en el mundo. Junto a la NASA y un equipo internacional de científicos trabajando con el radiotelescopio ALMA, analizaron las atmósferas de dos cometas del sistema solar.



Observatorios del Llano de Chajnantor Alma (Atacama Large)

- Obtiene imágenes de la galaxia a través de la combinación de ondas de radio.
- Esto permite observar astros que no emiten luz visible, y a diferencia de los telescopios convencionales puede operar día y noche.

Apex (Experimento Pionero de Atacama)

- Telescopio de 12 metros de diámetro que opera a longitudes de ondas milimétricas y submilimétricas, entre luz infrarroja y ondas de radio.
- Permite ver las galaxias más antiguas y lejanas del Universo que debido a su distancia no pueden verse con la luz visible o infrarroja.

Observatorio Paranal

- Es el observatorio astronómico de luz visible más avanzado del mundo.
- Consta de cuatro telescopios principales con espejo primario de 8,2 metros de diámetro más cuatro telescopios auxiliares móviles de 1,8 metros de diámetro que pueden trabajar de manera conjunta.

Observatorio La Silla

- Telescopio de nueva tecnología: 3,5 metros de diámetro: fue el primero en el mundo en tener un espejo principal controlado por computador.
- Telescopio ESO: 3,6 metros de diámetro. Posee el buscador de exoplanetas más importante del mundo HARPS*.

Observatorio Cerro Tololo

- Consta de 7 cúpulas
- Telescopio Víctor Blanco: es el mayor del complejo, con 4 metros de diámetro.
- Telescopio Cata 500: es un telescopio robótico parte de una red social astronómica por internet llamada Gloria que permite la participación de astrónomos.

Gemini

- Telescopio de 8,1 metros de diámetro para observaciones ópticas e infrarrojas.
- Posee un gemelo idéntico emplazado en el volcán Mauna Kea, Hawái.
- Confirmó la existencia del sistema planetario Kepler, con un planeta que podría tener condiciones similares a la Tierra.

*Buscador de Planetas con Velocidad Radial de Alta Precisión



Como se pensaba, el análisis comprobó que las polvorientas atmósferas que envuelven estos cuerpos errantes celestes contienen moléculas orgánicas. Se trata de una respuesta fundamental, ya que los cometas poseen algunos de los materiales más antiguos y puros del sistema solar. De ahí que comprender su composición química única sirva para revelar importantes datos no sólo sobre el nacimiento de la Tierra, sino que también sobre el origen de los compuestos orgánicos que originan la vida. Una de las teorías más difundidas sobre la aparición de la vida en el planeta apunta precisamente a la temprana visita de cometas

que impactaron la superficie. Otra integrante de este selecto grupo de cazadores de planetas es la astrónoma María Teresa Ruiz, Premio Nacional de Ciencias Exactas 1997. No sólo fue la primera en identificar una enana café (hito por el cual recibió el premio), sino que sus estudios han ayudado a confirmar la edad de la Vía Láctea. Ruiz recuerda que aquel año trabajaba con el telescopio de La Silla para estudiar las llamadas "enanas blancas", estrellas muertas consideradas como una especie de cronómetros cósmicos, ya que al calcular la tasa de enfriamiento se puede determinar su edad. "Encontramos que las más antiguas tenían entre 12 mil y 13 mil millones de años, vale decir, que la Vía Láctea se habría formado poco después del Big Bang (13.500 millones de años, aprox.)", explica Ruiz.

Pero mientras estudiaba una de estas estrellas, algo no calzaba en las lecturas y no se parecía a nada de lo que había observado durante toda una década de trabajo previo. Intrigada, decidió borrar todo y comenzar de cero nuevamente, pero la extraña lectura se repetía. Resultó que era una enana café, un planeta distinto a todo lo conocido. La principal característica es que son planetas más grandes que Júpiter, pero más pequeños que el Sol, por lo que no poseen el tamaño suficiente para generar reacciones nucleares y llegar a ser una estrella como ocurre con cuerpos celestes más grandes.

"Fue una etapa bien intensa. Pasaba dos a tres semanas observando en los telescopios. Pero haber hallado esta enana café, que bauticé con el nombre mapuche "Ketu", es el mejor regalo que he recibido junto con mi hijo", relata la astrónoma.

Además, Ruiz fue la primera en identificar una supernova en el acto de explotar y encontró dos nebulosas planetarias en el halo de nuestra galaxia.

Se expande el universo

Claudio Melo, director científico del Observatorio Europeo Austral (ESO), la organización tras gran parte de los telescopios en el norte de Chile, llegó desde Brasil hace una década para trabajar en los grandes observatorios y asegura que casi no hay hallazgo astronómico reciente que no haya pasado por los telescopios en Chile. "Estar acá haciendo astronomía es como estar en las grandes ligas. Se utilizan distintos tipos de instrumentos y telescopios que trabajan en conjunto para poder conseguir estos hallazgos", agrega el astrónomo.

Mario Hamuy afirma que haber detectado que el universo se acelera en lugar de frenarse es un claro ejemplo de este trabajo coordinado. Como parte del proyecto Calán-Tololo, entre 1989 y 1993, los astrónomos chilenos descubrieron 32 supernovas distantes que fueron utilizadas como "faros cósmicos". José Maza explica que las supernovas son "el batatazo final de una estrella moribunda" y que llegan a ser 10 mil millones de veces más luminosas que el Sol. El trabajo de los chilenos permitió calibrarlas de manera perfecta para determinar su distancia y posición, sistema que fue utilizado por Brian Schmidt y sus colegas para seguir observándolas desde el telescopio La Silla.

¿Qué buscaban? Piense que usted lanza un objeto con mucha fuerza. La gravedad y su masa lo van frenando, curvando su trayectoria en forma de arco mientras pierde velocidad antes de caer al suelo. Algo si-

milar debían mostrar las supernovas lejanas, pero Smith descubrió que no decaían, sino todo lo contrario, hallazgo que demostraba la expansión acelerada del universo y que le significó la obtención del Premio Nobel, mismo que reconoció no habría sido posible sin el aporte de los científicos en Chile.

Pero no fue todo. Si la gravedad no frenaba al cosmos como había predicho Einstein, ¿entonces qué aceleraba el universo? La respuesta fue la existencia de una desconocida fuerza que fue bautizada como "materia oscura", que contrarresta a la gravedad y que se estima constituye el 70% del cosmos. "Ha sido una sorpresa mayúscula que está requiriendo una revisión profunda de la teoría de la gravedad. Averiguar su origen es un desafío fantástico para la física teórica y la astronomía observacional, en el cual Chile está jugando un rol central", dice Hamuy.

Pero el futuro es todavía más prometedor. Hacia fines de esta década la ESO planea tener en funcionamiento nuevos telescopios gigantes. Uno de ellos, el E-ELT (Telescopio Europeo Extremadamente Grande, en Cerro Armazones, cerca de Paranal), planea convertirse en el mayor telescopio para observar el universo desde la Tierra, al que se sumará el Telescopio Gigante Magallánico, operado por el Consorcio GMT en el Cerro Las Campanas, cuya resolución superará 10 veces la del telescopio espacial Hubble.

Ambos podrán trabajar en el estudio de atmósferas en planetas fuera del sistema solar y encontrar en ellas una de las principales respuestas que inquietan al hombre tanto desde el punto de vista científico como filosófico: si es posible la vida fuera de la Tierra. ●

JOSÉ MAZA, Premio Nacional de Ciencias y Astrónomo Universidad de Chile

"Aprendimos el negocio de observar supernovas con astrónomos rusos en el observatorio de cerro El Roble".

DANTE MINNITI, investigador del Centro de Astrofísica CATA y astrónomo de la Universidad Andrés Bello.

"Chile en los últimos años se está convirtiendo en la capital mundial de la astronomía".



Las preguntas que se presentarán a continuación son extractos de entrevistas realizadas a lo largo del proceso del Proyecto de Título.

Entrevista Eugenio Yunis, Presidente de Fedetur (Federación de Empresas de Turismo de Chile):
20 de Agosto de 2014.

¿Cuáles son las proyecciones del Turismo en Chile? ¿Qué se está haciendo? ¿A que vienen los turistas?

Para la gente que no está en la industria del turismo, según las Naciones Unidas, Turismo o Turista es cualquier desplazamiento a un lugar que no es donde resides por un mínimo de 24 hrs y un máximo de 6 meses. Debe existir una pernoctación en un lugar para ser turista. Se le suma a esto a que el motivo de este desplazamiento da igual dentro de la clasificación del Turista.

Existen distintos segmentos, el vacacional, negocios, estudios, turismo médico, etc. Lo que es independiente si es dentro de un mismo país. Aunque lo principal son vacaciones y negocios o no discrecional (no decido yo donde tengo que ir, sino que debo ir).

Hoy Chile recibe 3.500 turistas extranjeros anualmente. El movimiento nacional no tiene cifras exactas pero si es importante y cada año aumenta más. El turismo internacional en Chile genera 2.500 millones de dólares a su vez el turismo interno de chilenos en el país genera alrededor de 8.000 millones de dólares.

El crecimiento del turismo en Chile ha sido fuerte en los últimos 20 años, dentro de ella tenemos mucha inversión hotelera principalmente, más no existen planes de ordenamiento territorial que protejan el desarrollo turístico. El corazón de la industria turística a nivel internacional y por ende también acá en el país, lo que permite que un lugar despegue turísticamente es la existencia de un alojamiento, ya sea hotelero o de otros niveles como hostales, camping, etc. Es esta la principal razón de que Chile estas últimas 2 décadas haya crecido a nivel turístico, ya que existe una gran inversión en esa materia.

Actualmente hay una estrategia nacional de turismo que tiene una base importante en el lado sustentable, es decir un desarrollo que se integre con las localidades, con el comercio local, con la industria local, etc. Que tiene que ver con el tema de ordenamiento territorial pero incluyendo valores sociales y culturales, es lo que le llamamos un plan de desarrollo turístico sustentable.

¿Cuáles son las tendencias en Chile del Turismo?

Hay de todo un poco, en Santiago existe un gran desarrollo hotelero, el cual es un turismo urbano. Asimismo existe un turismo de “segunda residencia”, que no tiene relación al tema hotelero. Tenemos un gran ingreso de turistas que geográficamente están cerca del país, brasileños, argentinos, peruanos etc. Cada país tiene su temporada al año en el que nos visitan.

¿El turismo en Chile está focalizado?

Yo diría que dependiendo del mercado. Por ejemplo, la zona de los lagos es un turismo principalmente de chilenos. Para el europeo y el norteamericano (que tiene mayor cantidad de gasto, por ende el que más genera ingresos) está



demasiado focalizado, en San Pedro de Atacama, Torres del Paine y en cierta manera también en Isla de Pascua. Es ahí nuestra pega de tratar de diversificar esto.

No es fácil, cual es el tipo de turismo en Chile, porque tenemos una gran variedad, tanto de oferta como de demanda. Construir la imagen país de manera turística es una labor muy difícil que tenemos que lograr identificarla y posicionarla para potenciar el Turismo en Chile.

Entrevista Eugenio Cox, Director de www.gochile.cl y Gerente de Expan Tours: 24 de Agosto de 2014.

¿Existen proyecciones hoy en el Turismo Nacional? Potencialidades.

En Chile tenemos mucho potencial en materia de turismo, el problema es la desorganización a nivel gubernamental de este tema, pero sin duda existe un potencial como destino en materia de naturaleza súper potente. Pero para seguir desarrollándonos como un país turista, debemos poder organizarnos. De ese modo podremos seguir el ejemplo de Perú que hoy a nivel internacional tiene un concepto de gastronomía muy potente.

Tenemos un país precioso, un potencial natural atómico, industria hotelera de excelencia más para que se haga una imagen país turística, debemos poder organizarnos muy bien.

¿Dentro de las potencialidades turísticas del país, como se ve la Astronomía?

La astronomía es un tema potentísimo y está recién en pañales. Cuando a las personas tú les das la posibilidad de mirar las estrellas les entregas una experiencia distinta y única. Hoy existe cierta industria Hotelera que tiene como actividades salir al patio a mirar las estrellas por telescopios, y son negocios de grito y plata. Hay gente hoy en el mundo que por vivir experiencias con la naturaleza está dispuesta a pagar cualquier precio, los costos no son un problema.

En la 4ta región se le suman a la astronomía una serie de servicios: todo el tema de la Gabriela Mistral, la industria pisquera, la industria vitivinícola, etc.

¿El perfil del turista que viene a Chile cuál es?

Tenemos de todo, tienes por un lado el mochilero que es el que recorre el país entero, el año entero o que entra dependiendo de la estacionalidad a distintos puntos del país. Tienes el turista chileno, que viaja los fines de semana largo o sus vacaciones a distintos puntos del país. Tienes también gente de mucho presupuesto y que busca cosas muy lujosas y específicas en Chile, que llegan en su avión y se van a lodge de lujos al sur. Mucha gente también viene por temas de negocio y se queda un par de días por ocio.

Es bien estacional el turismo en Chile, la temporada alta que parte en Septiembre y termina tipo Abril. En invierno se potencia mucho San Pedro de Atacama, Isla de Pascua y Juan Fernández. Tienes de todos los segmentos para abarcar y con eso súper hartos potencial.



Entrevista a Gaspar Galaz, Director Instituto de Astrofísica, Pontificia Universidad Católica de Chile:

22 de Octubre 2014.

¿Cuál es la verdadera importancia de la astronomía chilena a nivel mundial?

Hay partes del cielo que se observan en el hemisferio sur y otras partes que se observan en el norte, lo que se observa del hemisferio sur el 80% se hace acá en Chile, entonces el país es una plataforma de observación a nivel mundial. El país está poniendo recursos para la astronomía, y también a través de los grandes observatorios nos está llegando distintos fondos para el desarrollo astronómico en el país.

¿Cuál es la diferencia de esta importancia tanto a nivel científico como amateur?

Mira, sin duda en materia científica existe un gran avance y Chile se está posicionando a nivel mundial como lugar de observación científica. Pero la astronomía amateur sin duda está teniendo un boom grande, cada día están apareciendo distintas “empresitas” que buscan difundir la astronomía a nivel más turístico. Hay un montón de movimientos generados con este tema de la astronomía.

¿Existe financiamiento hoy para proyectos turísticos más pequeñas?

¡Claro! Yo sé de 2 fondos que se están entregando a proyectos que difundan la astronomía: fondos ALMA y GEMINI, ambos dos son fondos CONICYT y están entregando fondos, y hartos. Es cosa de hacer un proyecto choro y postular. Hoy, como está la astronomía en Chile, hay un sustento potentísimo para hacer proyectos interesantes.

El valor turístico en materia astronómica es súper importante, ya que cumple la labor de difusión que tanto necesitamos. Mucha gente, todo lo que sabe y recuerda de astronomía es porque han ido a distintos observatorios turísticos.

Entrevista Haydee Domic, Directora Planetario de Santiago USACH:

25 de Mayo de 2015.

¿Cómo funciona el Planetario de Santiago?

Hoy todo lo respectivo a un planetario ha ido evolucionando con el pasar de los años. Hoy los planetarios no son estructuras solas, sino más bien están ligadas a otro edificio relacionado con la ciencia o museos. Por ejemplo en Nueva York está dentro del Museo de Historia Natural, en San Francisco dentro de la Academia de Ciencias, en París dentro del Parc de la Villette.

Ese es el concepto moderno, hay que compartir las audiencias, compartir toda la estructura de servicios. Entonces entendiendo de esta manera a un planetario, nosotros tratamos de impulsar este, el único planetario fijo de Chile como un lugar de difusión donde se entreguen otros tipos de servicios y actividades asociadas al gran centro del planetario que son las proyecciones de los audiovisuales. Dentro de estas actividades tenemos charlas, talleres, actividades de mirar el cielo nocturno. Para así de esta manera el visitante pueda pasar al menos un par de horas.



Hoy ustedes cuentan con una cúpula para 300 personas, ¿Existe un público objetivo que llene las funciones?

Nosotros hace 4 a 5 funciones diarias y depende, en las vacaciones de invierno si se llenan todas las funciones. El fin de semana pasado, que fue fin de semana largo (21 de Mayo de 2015), tuvimos un promedio de 500 personas diarias, pero eso no significa que tu llenes las funciones.

Ahora tenemos que hacer un equilibrio, ya que esto se tiene que manejar como cualquier negocio, tenemos que tener oferta para la cantidad de personas que lleguen.

De a poco hemos ido repuntando con nuestro público general, hace 4 años teníamos 25.000 visitas anuales y el año pasado tuvimos 55.000. De público escolar también hemos aumentado un montón estos últimos años.

¿Ustedes que otros servicios astronómicos entregan a parte de las audiovisuales que muestran en el Planetario?

Nosotros no tenemos ningún astrónomo ahora trabajando con nosotros, si hemos tenido en algún minuto. Más tenemos un ciclo de charlas astronómicas, donde vienen astrónomos una vez a dictarlas, son gratuitas y se llenan.

A veces en el verano hacemos observaciones nocturnos, donde abrimos 150 cupos para personas de mirar afuera, pero es una actividad que nosotros no nos podemos permitir porque no tenemos tantas personas que nos puedan ayudar (monitores). A parte la contaminación lumínica acá es muy alta por ende cuesta más observar a través de telescopios normales.

¿Cómo es el financiamiento de ustedes?

Nosotros nos autofinanciamos por la venta de entradas y hay una participación de una empresa de la Universidad de Santiago que nos entrega un fondo anual específico.

Entrevista María Teresa Ruiz, Astrónoma Premio Nacional de Ciencias Exactas 1997:
26 de Mayo de 2015

¿Qué público es el objetivo para hoy la Astronomía más amateur?

Yo creo que la astronomía abre muchas conexiones en las cabezas de la gente, he tenido experiencias dando charlas en pueblos muy pequeños del sur de Chile, donde niños de escuelas básicas ahí han tenido las mismas inquietudes que niños de otros contextos completamente distintos. Hay pocos temas donde uno puede ser tan transversal y juntar bajo un mismo tema, gente de distintas edades, grupos socioeconómicos, etc. La curiosidad sobre el universo es totalmente transversal en todo sentido.

Es esto lo que nos hace pensar a nosotros, astrónomos de profesión, de ver la astronomía como un potencial educacional, un potencial que hace que la gente converse más transgeneracionalmente y por ultimo esta todo el tema de turismo que se puede explotar de una muy buena manera.



Creo que en materia de turismo, se debe generar una experiencia distinta, algo que nos haga enamorarnos de lo que está arriba, que va más allá de la emoción. Yo me enamoré de la astronomía en una experiencia única que tuve de poder ver este manto nocturno que nos rodea.

Y por mi experiencia dando distintos tipos de charla a lo largo del país, puedo dar fe que es un tema que convoca y cautiva al público.

Dentro de los observatorios turísticos que ha visitado en Chile, ¿Qué cosa les hace falta?

Mira tenemos muy buenos equipos en general, pero lo que he echado de menos casi siempre es este énfasis en generar una experiencia emotiva, un lugar donde nos preparen a lo que se verá por el telescopio pero que uno pueda acostarse y sentarse en un plano inclinado a mirar las estrellas.

Me ha pasado que mucha gente que he acompañado a observaciones a través de telescopios que se quedan un poco desilusionado de las imágenes que se ven, debido a que existe mucha imagen en internet del espacio que un telescopio común y corriente no tiene la capacidad para ver eso.

Es por eso, que encuentro clave tener una instancia en el recorrido y un espacio pensado para mirar el cielo.

¿Cuál es el financiamiento para el turismo astronómico hoy en Chile?

A mí se me ocurren 2 formas: por un lado hacer que sea un muy buen negocio y la otra es que sea una actividad cultural que sea de alguna empresa cercana al lugar, una minera o etc.

De otra forma también hay entidades que están apoyando proyectos así, Imagen de Chile, que quiere poner la astronomía de Chile a nivel mundial.

Los grandes observatorios tienen a organismos atrás como la ESO, la cual también entrega fondo a proyectos astronómicos, los apadrinan.



**Equipado con sus cinco sentidos, el hombre explora el Universo que le rodea
y a esa aventura le llama ciencia”.**
Edwin Hubble, astrónomo estadounidense, 1889 – 1953.