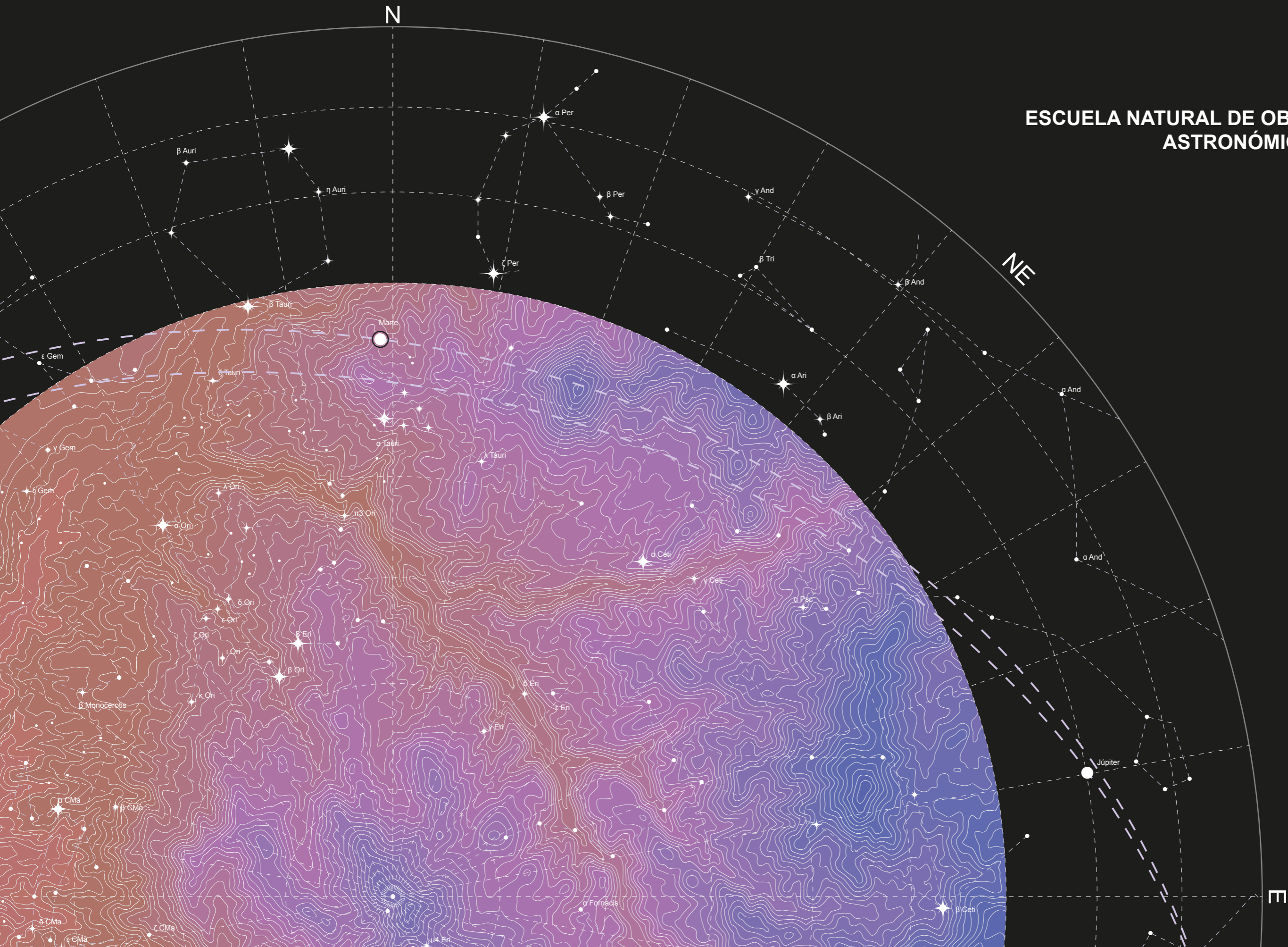


ESCUELA NATURAL DE OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA LA SILLA

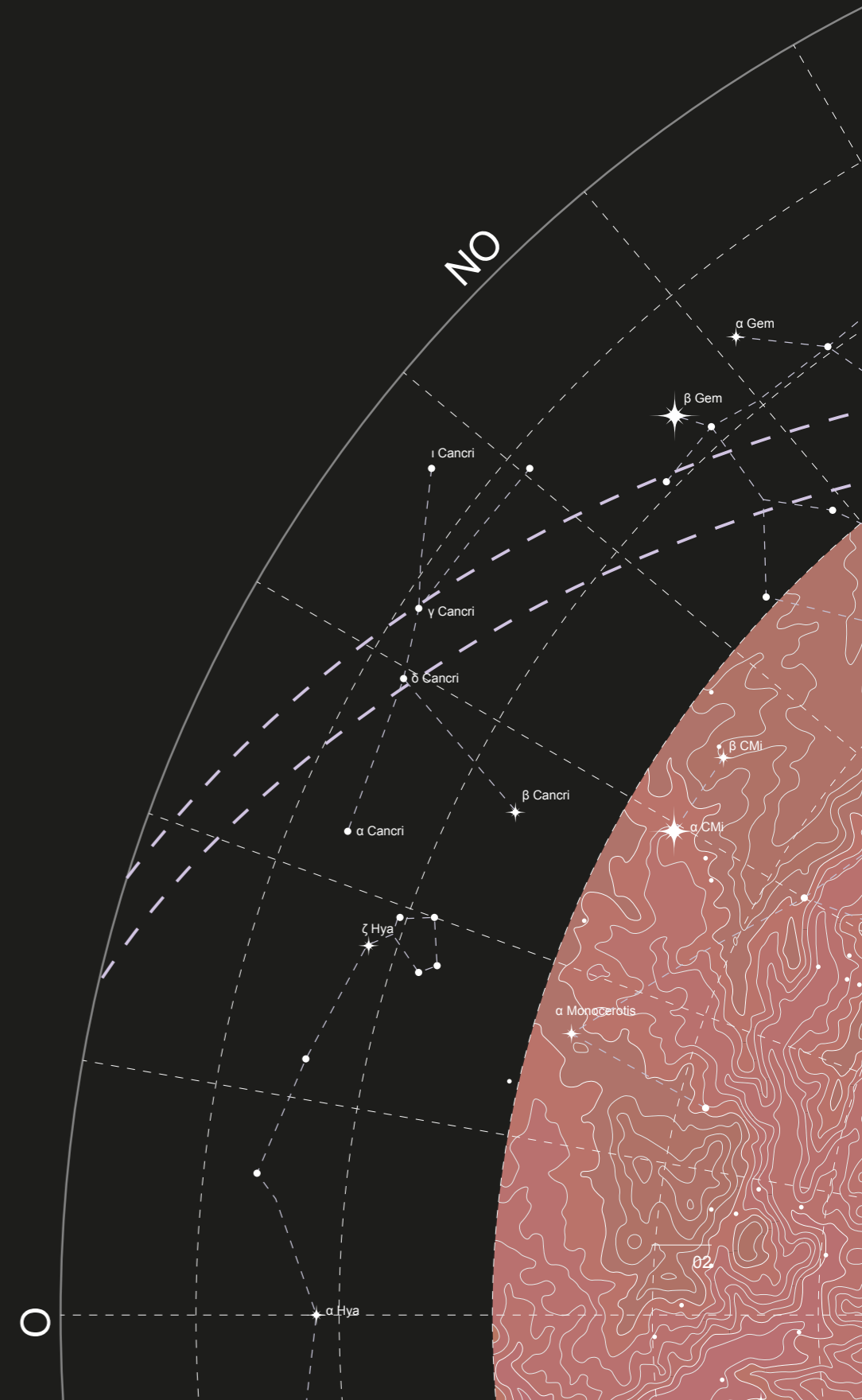


Antecedentes de proyecto:
Escuela Natural de Observación
Astronómica La Silla

Estudiante
Consuelo Montoya Menéndez

Profesor Guía
Fernando Dowling

Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Planteamiento Integral del problema de título
Semestre Otoño 2023



1. INTRODUCCIÓN		05
	Motivaciones	07
	Planteamiento del problema	10
2. OBSERVACIÓN DEL UNIVERSO		13
	Ser humano y la observación del Universo	16
	Percepción del paisaje a través de la luz	21
3. APRENDIZAJE Y LA EXPERIENCIA EDUCATIVA		29
	La escuela en el aprendizaje situado	32
	Educación chilena y astronomía en el currículo escolar	35
4. ANTECEDENTES		39
	Cielos del Norte de Chile: Ventana al Universo	41
	Observatorio La Silla	46
6. PROPUESTA		59
	Escuela Natural de Observación Astronómica	61
	La Silla: Un viaje a través del Universo	
	Ascender al desierto	63
	Explorar el Universo en el lugar	65
	Indagar en el conocimiento astronómico	71
	Masterplan - Propuesta programática	73
	Plano general	75
	Modelo de Gestión	77
	Referentes	79
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81
	Citada	81
	Consultada	82

1. INTRODUCCIÓN

Motivaciones

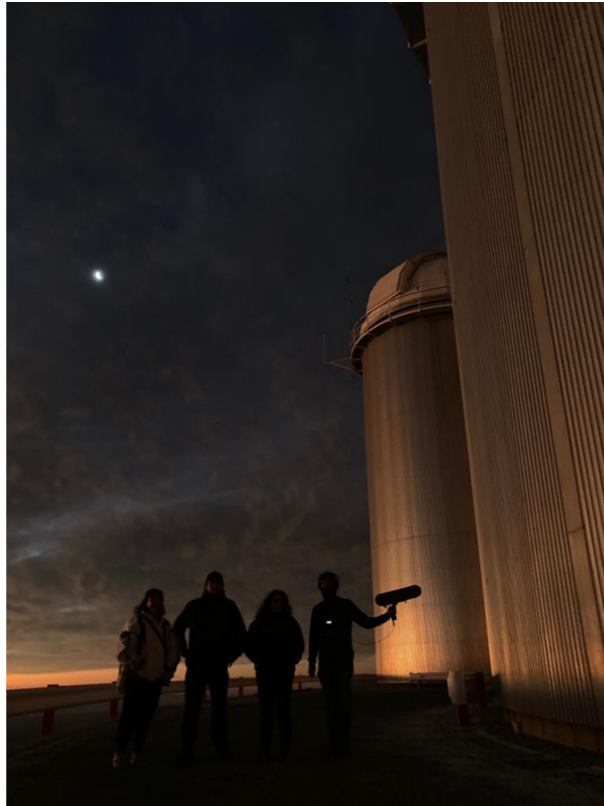
Planteamiento del problema

El primer capítulo tiene por objetivo dar a conocer los antecedentes que impulsan la propuesta del proyecto, por lo que contempla las motivaciones y el planteamiento general del problema que se busca atender. Este último, detalla aspectos como el tema y problema, la presentación del caso y la pregunta y objetivos relacionados.

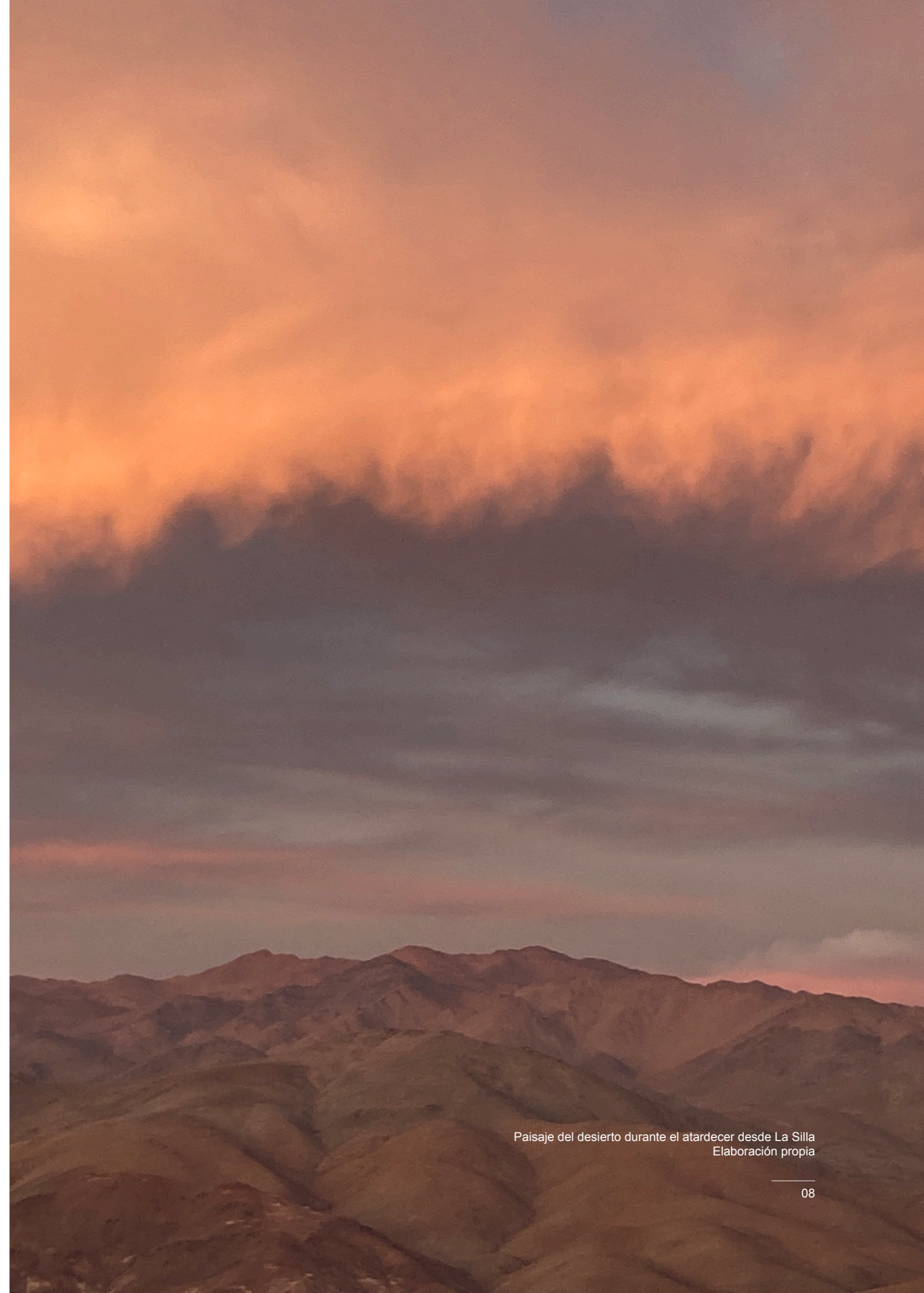
Motivaciones

Las motivaciones se relacionan a dos experiencias que tuvieron lugar durante los últimos años de la carrera. Por un lado, durante el 2021 el seminario de investigación sobre el uso de la luz natural y el color en la arquitectura hospitalaria realizado junto a Laura Gallardo, llevó a una sensibilización frente a estos factores en el diseño de entornos físicos. Por otro lado, la práctica profesional desarrollada el 2022 me dio la oportunidad de trabajar con el Observatorio La Silla para el proyecto ESO-FAU, junto a la profesora Cecilia Wolff.

Este último trabajo consistió en la elaboración de un modelo a escala del observatorio, para lo cual se tuvo que viajar al sitio. En este sentido, la estadía de tres días y dos noches en La Silla significó una experiencia única frente al lugar. Aquí es donde surge la motivación principal de proponer un proyecto que pueda abrir la posibilidad de estar y observar el Universo desde nuestro propio territorio.



Equipo ESO-FAU en Observatorio La Silla
Fotografía de Cecilia Wolff



Paisaje del desierto durante el atardecer desde La Silla
Elaboración propia



Planteamiento del problema

Tema y problema

Como tema se decide trabajar en torno al aprendizaje sobre observación astronómica y cómo la arquitectura permite ser un soporte para el desarrollo de una enseñanza situada en la región de Coquimbo.

A lo largo del tiempo el norte de Chile se ha considerado como escenario de la observación astronómica, tanto para culturas prehispánicas como para científicos extranjeros que llegaron siglos más tarde. En este sentido, el avance tecnológico de las últimas décadas ha permitido al humano ver con mayor profundidad el cosmos, en búsqueda de entender su propia existencia. Sin embargo, esta evolución apunta cada vez más a la remotización de los instrumentos ópticos, llevando a que observatorios de esta zona estén perdiendo el sentido de ser habitados por los mismos científicos. De este modo, existe la posibilidad de **recuperar el vínculo de observación directa entre este cielo único, el paisaje y la población local**, enfocándolo tanto hacia las distintas etapas escolares como al público general mediante un proyecto de arquitectura.

Caso: Observatorio La Silla

Se eligió el Observatorio La Silla debido a tres factores principales. En primer lugar, la práctica profesional llevó a que surgieran preguntas asociadas al valor universal que posee el cielo nacional, además de reflejar una relación importante entre la obsolescencia y vigencia de sus telescopios, contemplando su gran equipamiento asociado. En segundo lugar, durante la investigación se evidenció un vacío en la enseñanza escolar en cuanto a la astronomía y el conocimiento general sobre el paisaje estelar en la región. Por último, la recopilación de antecedentes reveló la importancia histórica del lugar, ya que ha sido ocupado tanto por culturas ancestrales como por científicos contemporáneos, permitiendo descubrimientos importantes y determinando un sello local para la región.

En base a lo anterior, **La Silla se posiciona como un sitio relevante, el cual puede potenciar el aprendizaje situado mediante un proyecto arquitectónico educativo.**

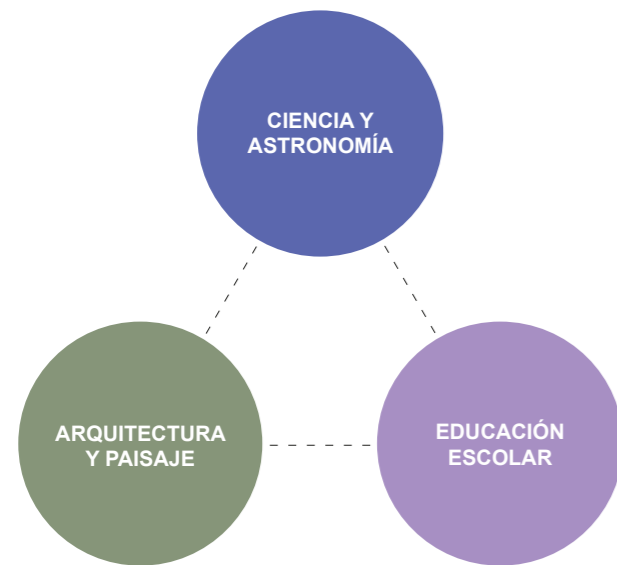
Planteamiento del problema

Pregunta

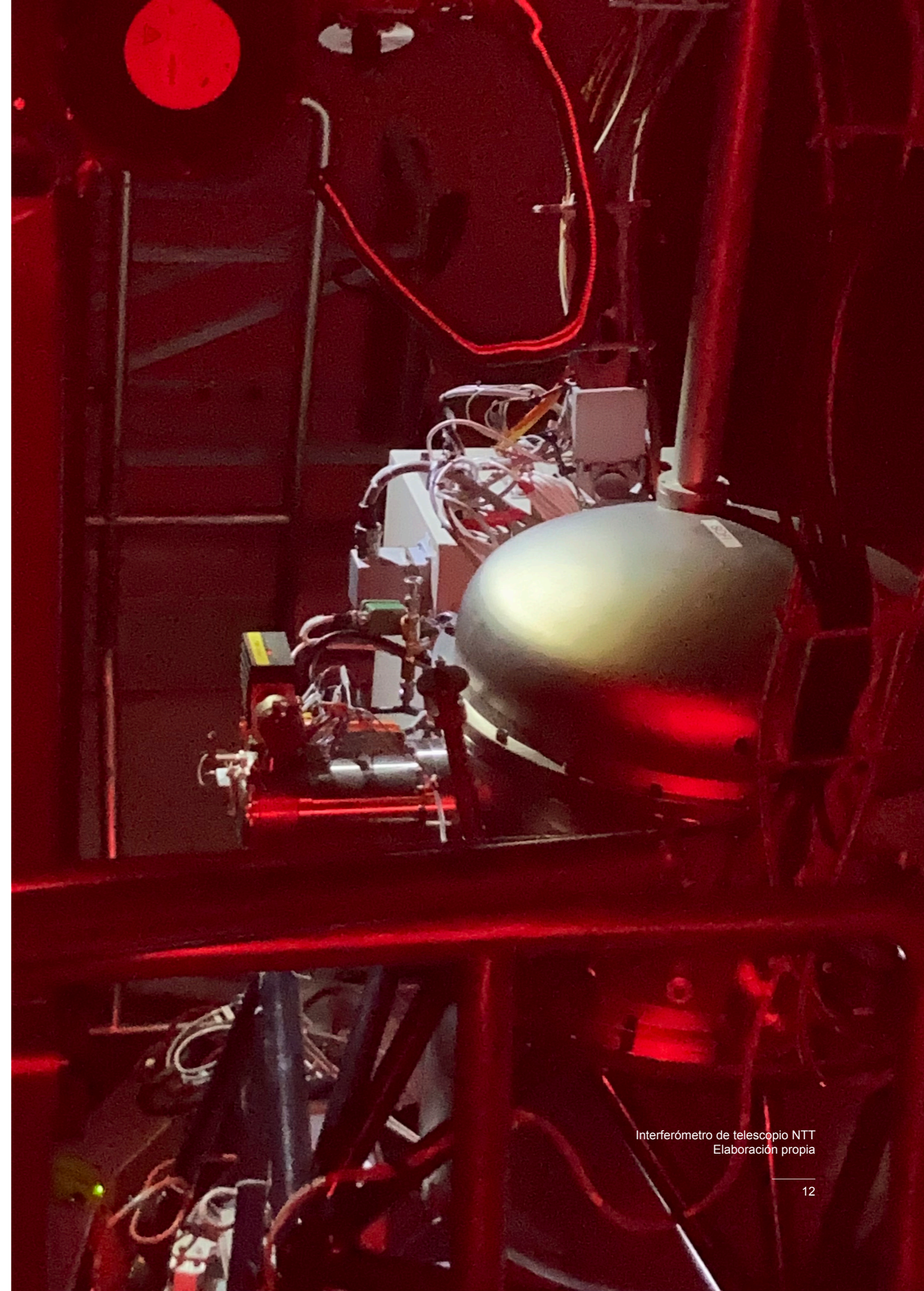
¿Cómo a través de un proyecto de arquitectura generar una experiencia de aprendizaje situado que vincule la observación directa del Universo con la población local escolar y general en el Observatorio La Silla?

Objetivo general

Diseñar una experiencia de aprendizaje situado que vincule la observación directa del Universo con la población local escolar y general a través de una Escuela en el Observatorio La Silla



Esquema relación entre temas generales
Elaboración propia



Interferómetro de telescopio NTT
Elaboración propia

2. OBSERVACIÓN DEL UNIVERSO

Ser humano y observación del Universo

Percepción del paisaje terrestre y estelar a través de la luz

Síntesis

Este capítulo se refiere al acto mismo de observar el entorno próximo y lejano. El término 'observar' proviene del latín observāre, definido como 'examinar atentamente' y 'mirar con atención y recato, atisbar' (Real Academia Española, s.f., definición 1 y 4). En este sentido, la Tierra, el hábitat de la humanidad, es el lugar desde donde se estudia el universo a partir de la observación y para lo cual se vuelve imprescindible la luz.

Fotografía tomada por telescopio Hubble de Barnard 33,
Horsehead Nebula.
Recuperado de www.esahubble.org



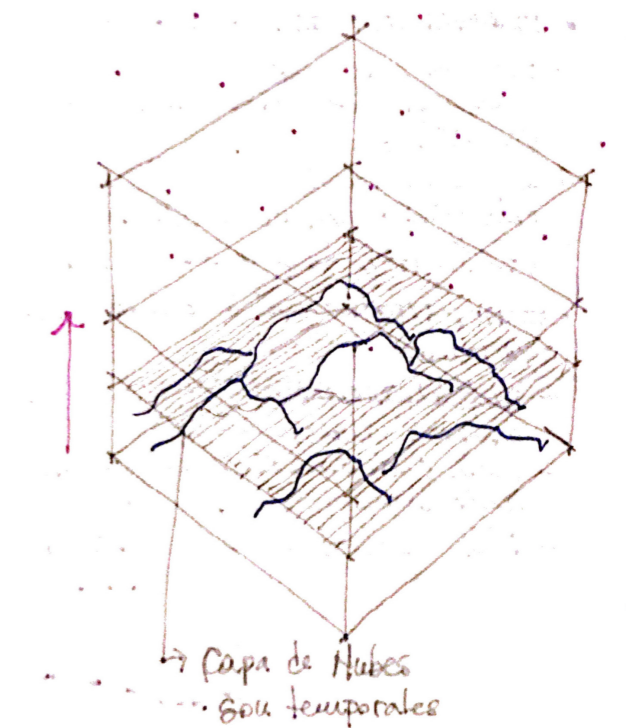
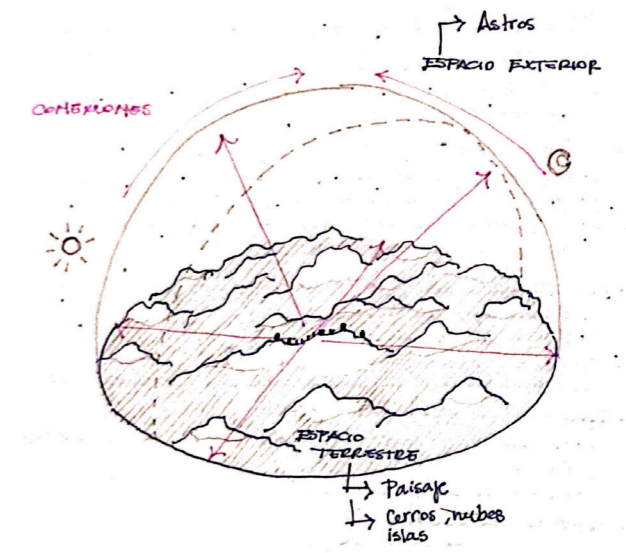
Ser humano y la observación del Universo

Según María Teresa Ruiz (2017), la evolución del ser humano ha sido impulsada por la curiosidad y el espíritu explorador, buscando descubrir secretos de la naturaleza para usarlos a su beneficio. De este modo, se hace preguntas sobre aquellos fenómenos muy lejanos que no se pueden tocar ni oler, pero sí observar. Así, la curiosidad y necesidad de investigar lo impulsaron a extender la búsqueda más allá de la Tierra, introduciéndose en una aventura de descubrimiento y exploración del Universo.

“Es sobre este mundo donde desarrollamos nuestra pasión por explorar el Cosmos, y es aquí donde estamos elaborando nuestro destino, con cierto dolor y sin garantías” (Sagan, 1982, p. 12). Para este último autor, la vida se da en un Universo intermedio, donde las cosas cambian de acuerdo a las leyes de la naturaleza, considerando a la Tierra como la orilla del océano cósmico, lugar desde el cual se ha aprendido la mayor parte de lo que se sabe. En este sentido, Sagan postula que todos los organismos terrestres forman parte, en un sentido real y profundo, del Cosmos, donde este hogar planetario está perdido en algún punto entre la inmensidad y la eternidad:

Algo de nosotros reconoce el Cosmos como su hogar. Estamos hechos de ceniza de estrellas. Nuestro origen y evolución estuvieron ligados a distantes acontecimientos cósmicos. La exploración del Cosmos es un viaje para autodescubrirnos.

(1982, p. 318)



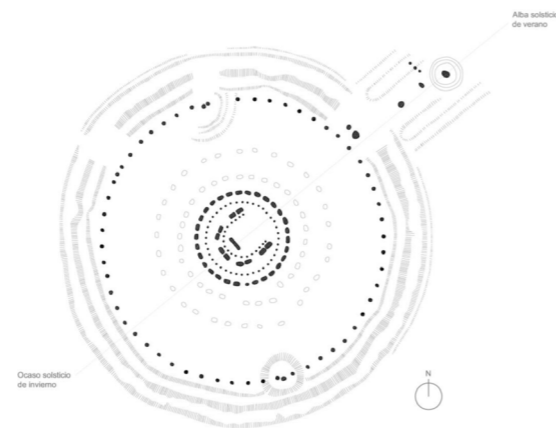
Diagramas de conceptualización
Elaboración propia

Según Castro Tirado (2019), la astronomía como ciencia inicia en la prehistoria y apuntaban a la instrumentalización del cielo considerándolo tanto sistema de medida de periodos de tiempo como medio de orientación. Durante esta época, la astronomía adquirió un sentido religioso ligado a la agricultura y fue así, como los sacerdotes fueron responsables de elaborar calendarios para definir épocas de siembra y cosecha. De forma similar, Sagan postula lo siguiente:

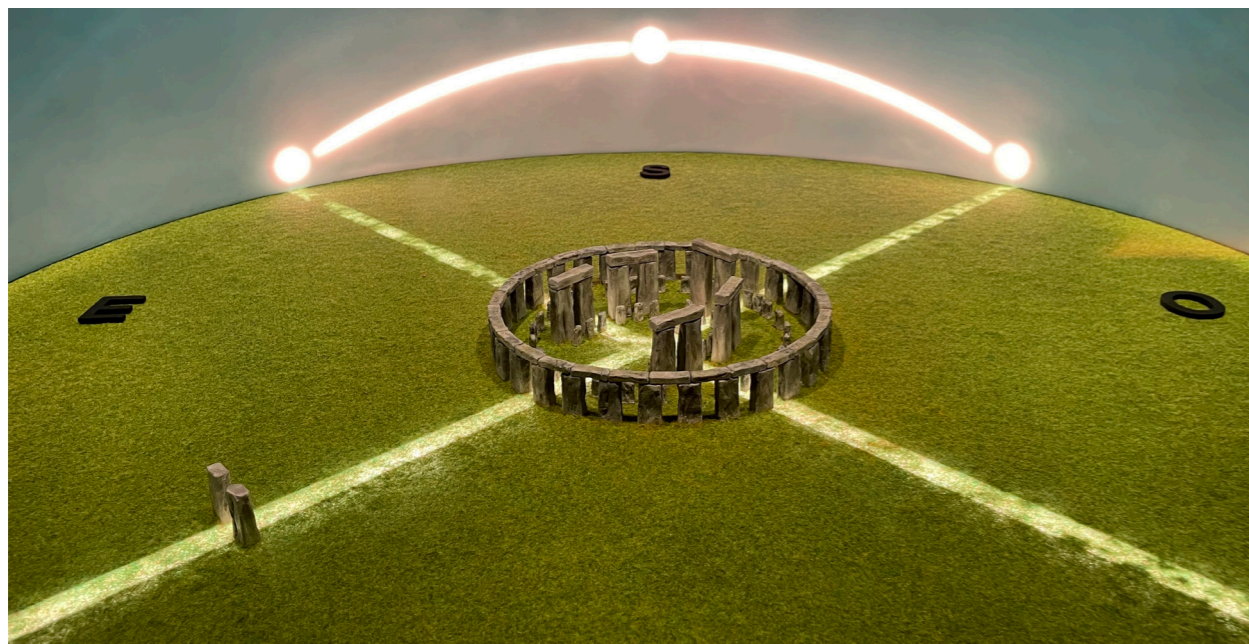
Pasaron las edades y los hombres fueron aprendiendo de sus antepasados. Cuanto más exacto era el conocimiento de la posición y de los movimientos del Sol, de la Luna y de las estrellas, con mayor seguridad podía predecirse la época para salir de caza, para sembrar y segar o para reunirse en las tribus. (Sagan, 1982, p. 48)

En este contexto, es importante destacar que “la atracción por los astros y el estudio del cielo no es un hecho aislado o puntual sino que se trata de un

rasgo común y unificador entre muy diversos pueblos y civilizaciones repartidos por todo el mundo” (Castro Tirado, 2019, p. 22).



Stonehenge, Reino Unido
Recuperado de *El observatorio astronómico*,
Carlos Tirado, 2019



Maqueta del recorrido del sol durante el solsticio de invierno, donde el sol alcanza su altitud mínima sobre el horizonte Troytiño (2022).
Recuperado de www.lavanguardia.com

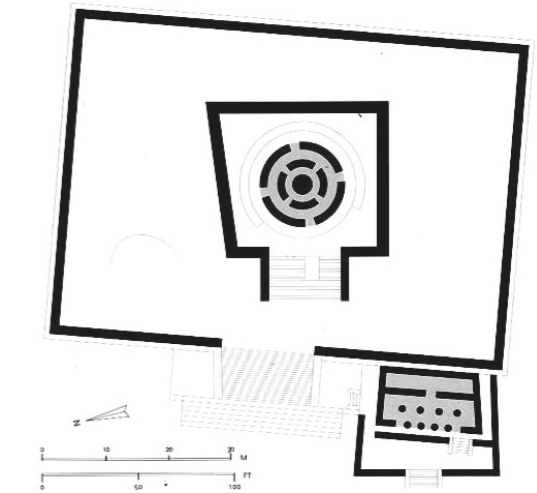
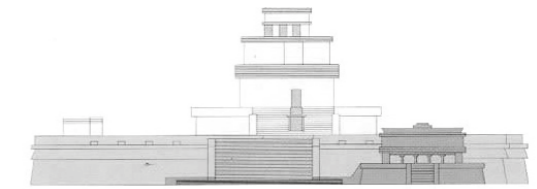
Por otro lado, en cuanto a la creación y evolución de los observatorios, Castro Tirado (2019) hace referencia a cuatro etapas principales.

Primeros observatorios

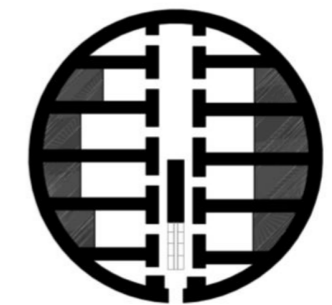
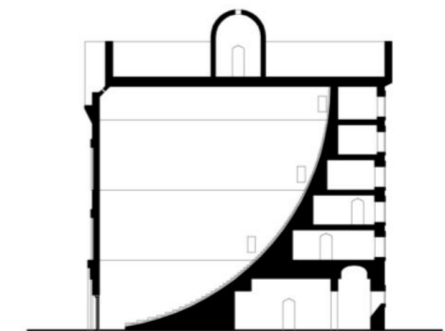
Las antiguas civilizaciones fueron avanzando y constituyendo proto-observatorios, lugares concebidos para el estudio de los cielos, los cuales conforman las raíces más profundas de los observatorios contemporáneos. En este sentido, sucesivas culturas van asimilando e incorporando el aprendizaje sobre la astronomía, permitiendo la evolución de estos espacios desde rudimentarios puestos de observación hasta construcciones astronómicas con cierto grado de complejidad.

Observatorio Islámico - medieval

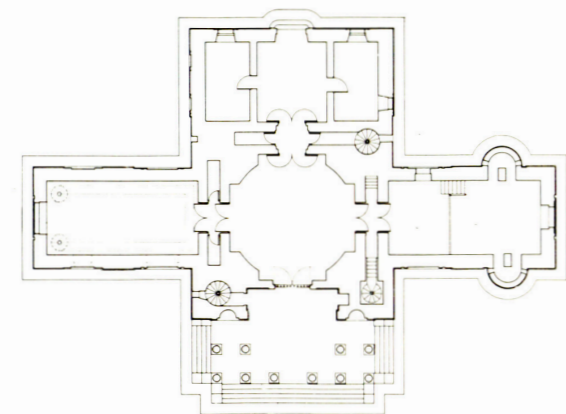
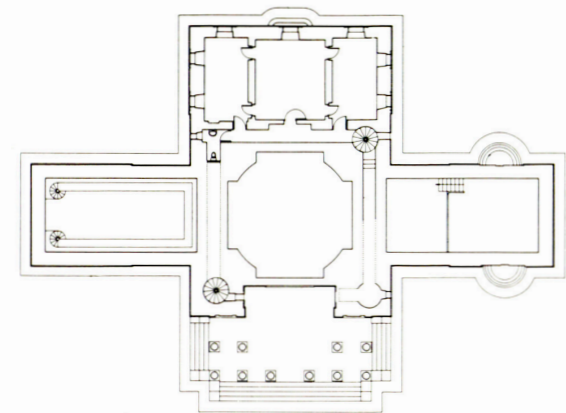
Durante la época medieval, tras la caída del Imperio Romano, comienza una época de oscuridad cultural en occidente, sin embargo, la cultura islámica se encarga de preservar el vasto conocimiento griego sobre astronomía, incorporando sus propios descubrimientos. En este contexto, la aparición del observatorio como institución y edificio surge como respuesta a la necesidad de buscar soluciones a determinados inconvenientes que pueden ser advertidos a través de este conocimiento. De esta manera, el desarrollo de la astronomía islámica y sus observatorios terminaría influyendo en la tradición europea a partir del siglo XIII.



Planta y elevación del Caracol de Chichen Itza, siglos VII y IX
Recuperado de www.metalocus.es



Planta y corte del Observatorio de Maragha, 1259
Recuperado de *El observatorio astronómico*,
Carlos Tirado, 2019



Observatorio de Madrid, 1790
Recuperado de Revista Arquitectura, 1980

Observatorio moderno

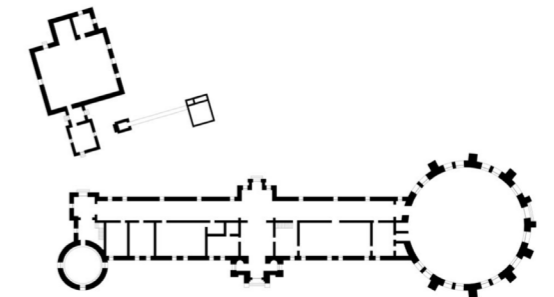
En la Edad Moderna se producen progresos en la ciencia que van determinando la evolución de los observatorios. Durante los siglos XV y XVI, aparecen las primeras referencias sobre observaciones astronómicas gracias a Regiomontanus y Copérnico, lo que llevaría a la construcción del primer observatorio moderno de Tycho Brahe. Luego, en el siglo XVII, comienzan a construirse distintos observatorios por toda Europa en forma de plataformas elevadas circundantes, para liberar la vista de obstáculos. Para esta época, las necesidades de la ciencia estaban sometidas al contexto geográfico o edificatorio del centro, además de las condiciones circunstanciales del mismo. Más tarde, durante los siglos XVII y XVIII, la evolución de la astronomía y la incorporación del telescopio comienzan a condicionar el diseño y planificación de los edificios, considerando nuevos requerimientos mecánicos y de confort. Así, hacia finales del siglo XVIII e inicios del XIX, ocurre una proliferación de observatorios en distintas partes del mundo, contemplando nuevas zonas en el hemisferio sur. Durante este tiempo, la arquitectura comenzó a quedar subordinada a generar las condiciones precisas para la investigación y observación astronómica, lo cual se evidencia en la integración de la cúpula móvil como solución de cubierta-envolvente mediante la cual se podría visibilizar todo el cielo.

Observatorio contemporáneo

A partir del siglo XIX, los observatorios comienzan a retirarse de las grandes ciudades para emplazarse en entornos alejados del humo y la contaminación lumínica, lo que provoca una disociación intelectual. En este sentido, los centros astronómicos con espacios para conferencias, aulas o exposiciones, abiertos a visitantes, aficionados y expertos van perdiendo protagonismo frente a complejos científicos altamente especializados:

Cada vez más grande, más especializado y más tecnificado, pero a su vez más alejado de la ciudad y más desconocido para la población, el gran observatorio contemporáneo se ha consolidado durante el siglo XX y hasta el presente como una hermética institución científica que irrumpe aislada y remotamente en la cima de alguna montaña o elevación.
(Castro Tirado, 2019, p. 272)

En este contexto, el autor propone que actualmente el observatorio contemporáneo se encuentra en un proceso de degradación, ya que en los últimos años se ha ido enfocando casi en lo absoluto en los instrumentos y su óptimo funcionamiento, dejando de lado variables tradicionalmente importantes como la relación del edificio con su entorno o las necesidades de sus usuarios.



Planta e ilustración de Observatorio Lick, 1881/1888
Recuperado de *El observatorio astronómico*, Carlos Tirado, 2019

Percepción del paisaje terrestre y estelar a través de la luz

El paisaje es entendido como “parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar” (Real Academia Española, s.f., definición 1). En este sentido, el concepto se define en base a sus elementos constituyentes, una realidad física y su percepción, las cuales son determinantes de su valor asignado y carácter. De esta manera, se postula una triple dimensión “que incluya su realidad física, la necesaria percepción para su acaecimiento y, como derivado de las dos anteriores, su carácter de recurso” (Zubelzu Mínguez & Allende Álvarez, 2015, p. 38).

En primer lugar, en tanto realidad física, el paisaje puede considerar elementos naturales y humanos, desarrollándose en dos tipos: natural y cultural. Los últimos se modelan por la cultura a partir del paisaje natural. En segundo término, la percepción del paisaje conlleva a la subjetividad, siendo influenciada por aspectos que dependen de la naturaleza propia del perceptor. Por último, en la medida que el paisaje es percibido por la población, se concibe como bien y recurso para la sociedad. Para el autor, su valor intrínseco como recurso explotable lo llevan a considerarlo como patrimonio (Zubelzu Mínguez & Allende Álvarez, 2015, p. 38).

En este sentido, para llevar a cabo el acto de observación del paisaje es necesario la existencia de la luz, de forma que la visión se produce cuando los objetos del entorno la reflejan, proyectándose en forma de imágenes sobre la retina que luego se envían como mensajes al cerebro para crear una percepción tridimensional del mundo (Kendel et al, 1997). En el proceso se vuelve necesario además, que la luz interactúe con la oscuridad y la materia para generar los colores: “Los colores son actos de la luz; actos y sufrimientos” (Goethe, 1999).

No obstante, el proceso va más allá. Peter Zumthor denominó como atmósfera arquitectónica a la cualidad espacial que genera la presencia material del objetos del entorno. Así, se plantea un proceso que comienza con una primera percepción, la cual provoca una emoción particular que queda grabada

en la memoria de las personas en forma de imagen (Montoya, 2021). En relación a lo anterior, Zumthor hace referencia a que en la percepción de la naturaleza, los individuos se conmueven ante algo grande que apunta más allá de su existencia:

Estamos en la naturaleza, en esa gran forma que al fin y al cabo, no entendemos y que ahora, en el momento de esa experiencia elevada, tampoco necesitamos entender, ya que barruntamos que nosotros mismos formamos parte de ella. (Zumthor, 2004, p. 61)

A lo largo del día, los factores lumínicos y cromáticos se mueven y cambian, modificando el espacio en el tiempo. Goethe (1999) menciona así, los colores atmosféricos, los cuales mayoritariamente se originan en él y poseen una condición temporal de ser pasajeros, sin posibilidad de fijarse. Estos factores determinan una percepción de fenómenos cromáticos dinámicos como el amanecer o el atardecer, los cuales conectan al ser humano con su entorno, del cual también es parte.

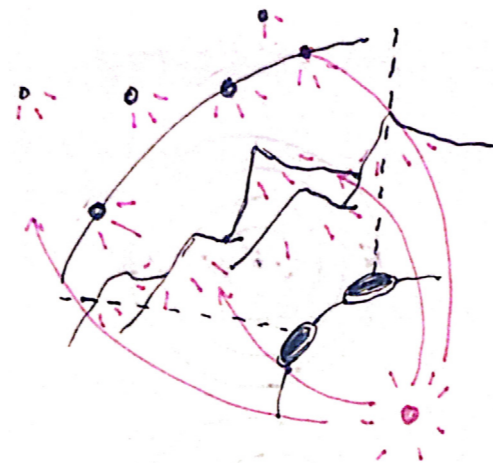
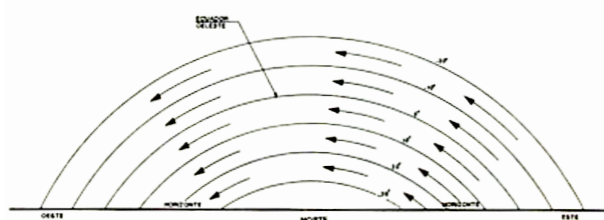
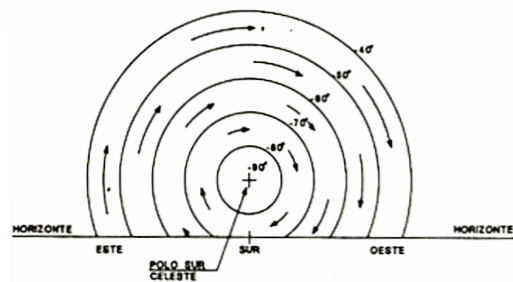
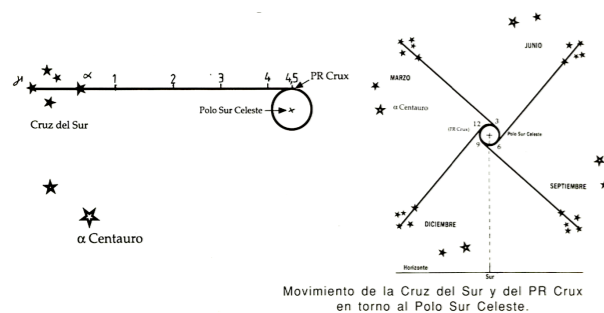


Diagrama percepción del paisaje a través de la luz
Elaboración propia

Fotografía fachada ESO 360 durante el atardecer en el Observatorio La Silla
Elaboración propia



Nota. Desde el hemisferio Sur se puede observar el movimiento aparente de la esfera celeste. Los astros que giran en torno al polo sur celeste y que no se ocultan tras el horizonte tienen trayectorias circumpolares.
Recuperado de *Guía de los cielos australes*, 1998



Nota. Para encontrar los puntos cardinales es posible utilizar la Cruz del Sur, la cual apunta siempre al Polo Sur Celeste. Este es el punto imaginario donde el eje de rotación de la Tierra toca la esfera celeste. De este modo, al rotar la Tierra hacia el Este, pareciera que el firmamento gira hacia el Oeste en torno a este punto.
Recuperado de *Guía de los cielos australes*, 1998

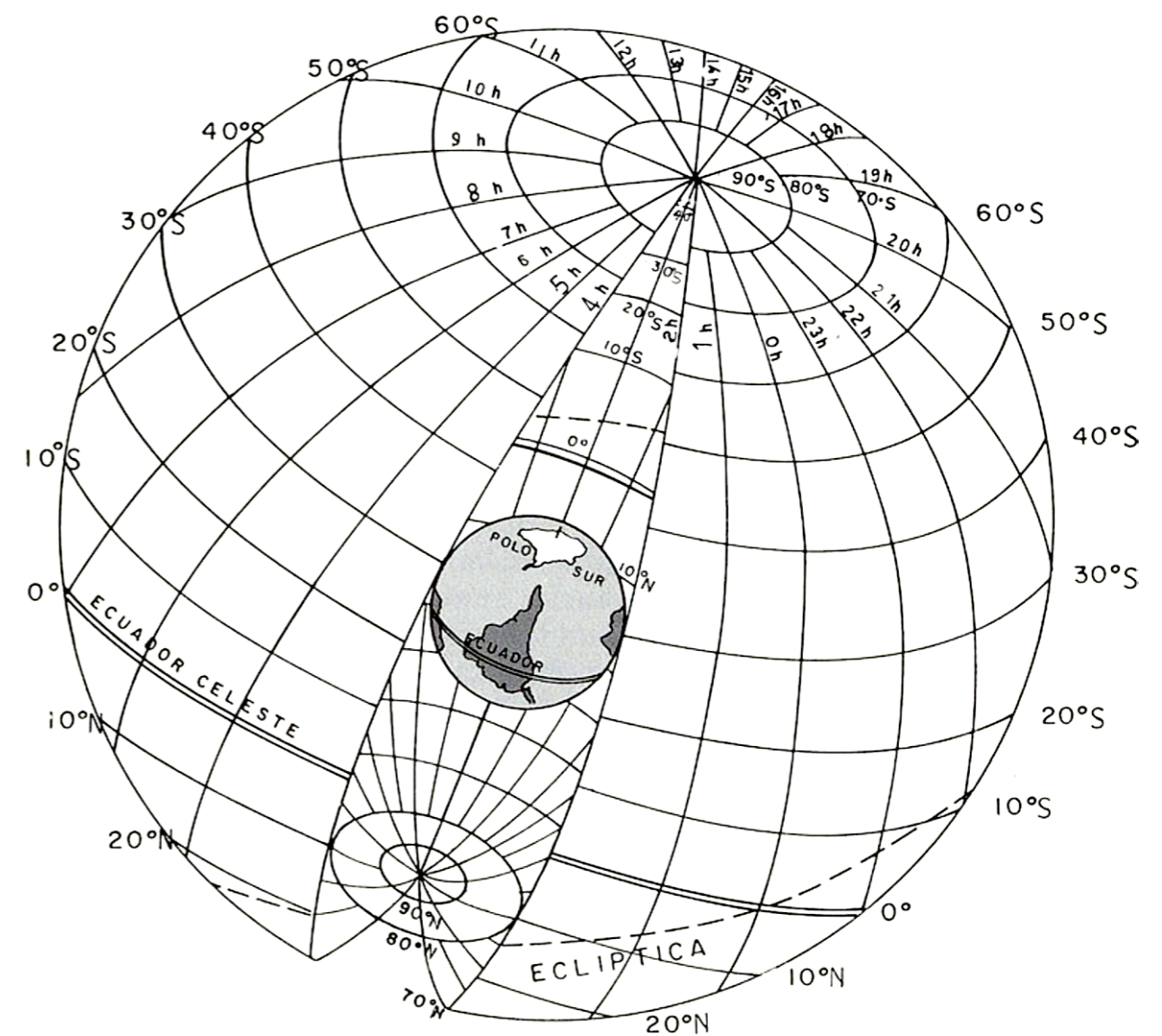
Una vez que el sol se oculta, aparece la noche como un manto oscuro que reemplaza al día o lo cubre (Arnheim, 2002). Comienza entonces, la percepción de las estrellas, donde la ley aplica de la misma manera que durante el día solo que a una escala cósmica: “los planetas no brillan por su propia luz, como le sucede al Sol. Se limitan a reflejar la luz del Sol” (Sagan, p. 168). El autor explica que las estrellas que se ven desde la Tierra son solo un pequeño resumen de las más cercanas, sin embargo, el Cosmos está repleto, invisibles al ojo humano. A pesar de ello:

La interacción de la estrella y la mirada es la metáfora, o la evidencia metafórica de la creación de lo real.
¿Quién crea a quién? ¿La luz crea su espejo, o la conciencia crea la luz?
Lo real, al parecer, es lo que vemos o percibimos como real.

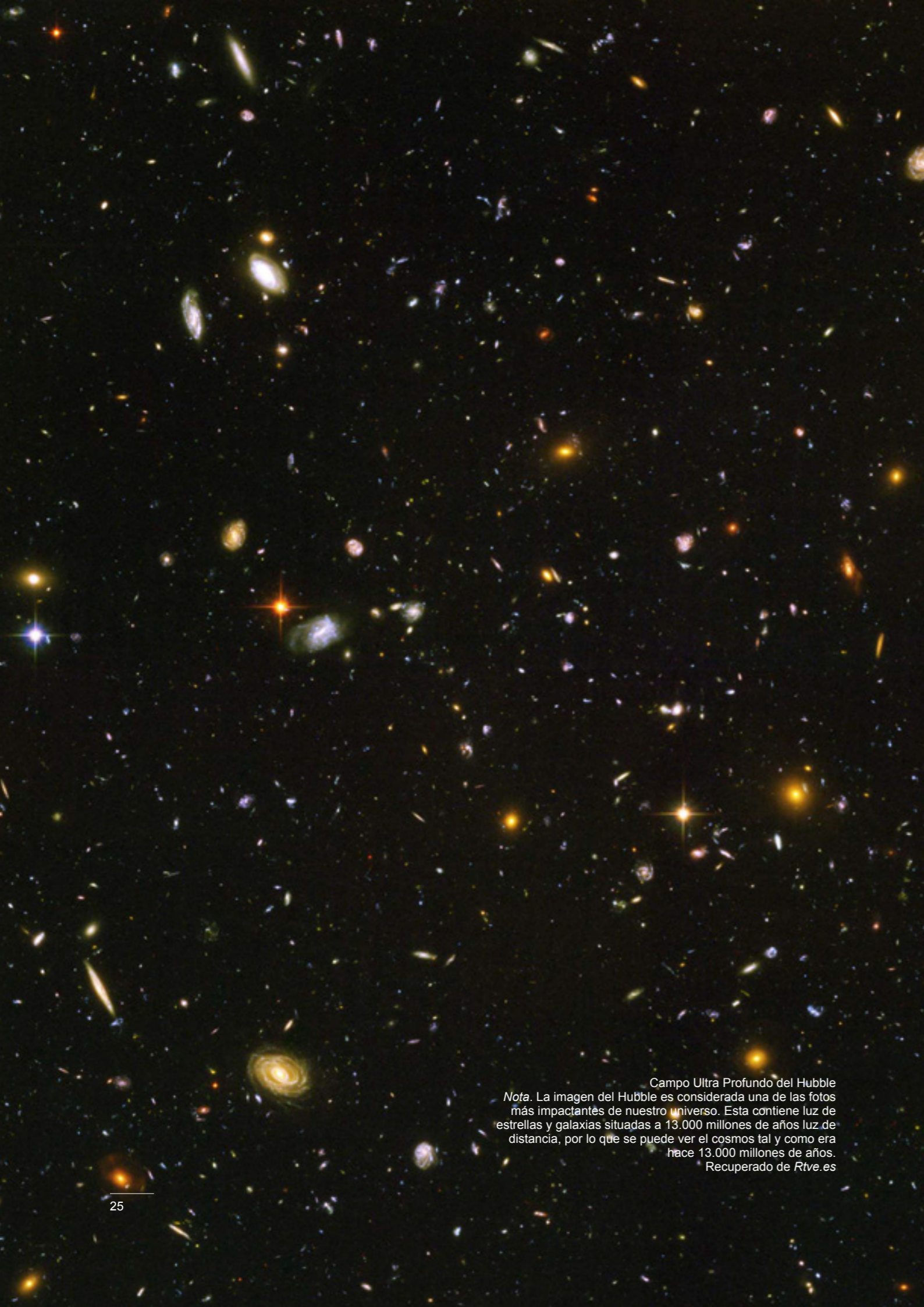
(Vicuña, 2020, p. 20)

En este contexto, la importancia de observar el cielo ha estado asociada desde los inicios con la percepción de las constelaciones, “cuando todavía no habíamos encontrado la llama nos estirábamos en la oscuridad y mirábamos hacia arriba, hacia todos los puntos de luz. Algunos puntos se juntaban y hacían una figura en el cielo (Sagan, 1982, p. 171). Aunque el autor explica que las constelaciones no son más que agrupaciones arbitrarias de estrellas, donde se perciben algunas intrínsecamente débiles que parecen brillantes porque están cerca y otras intrínsecamente más brillantes que están más distantes. De esta manera, a simple vista, no se hace posible determinar la profundidad del Cosmos.

Sin embargo, Ianiszewski (1998) explica que constelaciones como la Cruz del Sur, por ejemplo, han servido para la orientación del humano en la Tierra. En este sentido, el autor hace referencia a que desde la Tierra los objetos astronómicos se ven como si estuvieran proyectados sobre una esfera suspendida. Esta esfera celeste gira lentamente sobre el punto de observación, llevando el Sol, la Luna y los astros desde el Este hacia el Oeste.



Nota. Las coordenadas celestes fijas son un sistema imaginario utilizado para determinar la posición de los astros, semejante al de las latitudes y longitudes geográficas. Estas consideran al cielo al rededor de la Tierra como una esfera de radio infinito dividida por círculos paralelos que cruzan de Este a Oeste, los cuales indican la declinación y por arcos, los cuales marcan la Ascensión Recta.
Recuperado de *Guía de los cielos australes*, 1998



Campo Ultra Profundo del Hubble
 Nota. La imagen del Hubble es considerada una de las fotos más impactantes de nuestro universo. Esta contiene luz de estrellas y galaxias situadas a 13.000 millones de años luz de distancia, por lo que se puede ver el cosmos tal y como era hace 13.000 millones de años.
 Recuperado de Rtve.es

Por otro lado, la observación de las estrellas no solo se vincula con la orientación en el espacio, sino que también con el concepto de tiempo como un viaje hacia el pasado a través de la luz. Así, “el espacio y el tiempo están entrelazados, no podemos mirar hacia el espacio sin mirar hacia atrás en el tiempo” (Sagan, 1982, p. 198). De forma similar, Ruiz menciona que “cuando miramos a lo lejos vemos el pasado, y mientras más lejos, más atrás en el tiempo” (Ruiz, 2017, p. 10). Aunque, como se mencionó con anterioridad, a simple vista no es posible determinar la profundidad del Cosmos. Para ello, sería necesario entonces, la invención del telescopio.

Según la última autora, la relevancia de los telescopios y antenas se basa en que ayudan a recolectar la luz que llega desde los rincones del Cosmos, permitiendo el estudio de objetos más distantes que son invisibles al ojo. En relación a lo anterior, Sagan (1982) menciona que los radiotelescopios son capaces de detectar objetos muy débiles y distantes, permitiendo al ser humano ver hacia la época del big bang. Además, este autor hace referencia a que la materia de las estrellas brilla con luz visible por lo que es fácil de ver, sin embargo, otra materia, como el gas y el polvo que se encuentran fuera de la galaxia emiten ondas de radio. “Este es el motivo por el cual para descifrar los misterios cósmicos hay que utilizar instrumentos exóticos y frecuencias distintas de la luz visible a la cual nuestro ojo es sensible” (1982, p. 261).

También, los telescopios han hecho posible determinar el movimiento de los astros a partir del conocido efecto Doppler. Según Sagan (1982), una fuente estacionaria de sonido o luz emite un conjunto de ondas esféricas, pero si la fuente se encuentra en movimiento de derecha a izquierda, las ondas esféricas se van centrando progresivamente en los puntos del 1 al 6. De esta manera, un observador situado en B percibe las ondas estiradas cuando se alejan, produciendo ondas más largas que se desplazan al rojo. Por otro lado, un observador en A percibe las ondas apretadas cuando se acercan, produciendo ondas más cortas que se desplazan hacia el azul. “El efecto Doppler es la clave de la cosmología” (Sagan, 1982, p. 252).

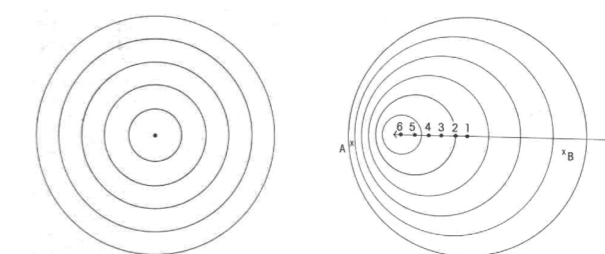


Diagrama esquemático de efecto Doppler.
 Recuperado de Cosmos (1982)

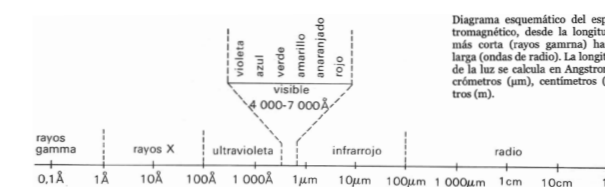


Diagrama esquemático del espectro electromagnético, desde la longitud de onda más corta (rayos gamma) hasta la más larga (ondas de radio). La longitud de onda de la luz se calcula en Angstroms (Å), micrómetros (µm), centímetros (cm) y metros (m).

Diagrama esquemático del espectro electromagnético.
 Nota. El espectro de luz visible, es decir, aquellas ondas de luz que el humano puede ver, se extiende desde las frecuencias altas (violeta) hasta las bajas (rojo), sin embargo, existe mucha más luz. En las frecuencias más altas, bajo el violeta, se encuentran las ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma. En aquellas más bajas, debajo del rojo, aparecen el infrarrojo y las ondas de radio. Todas estas son útiles en astronomía, pero el ojo se encuentra limitado.
 Recuperado de Cosmos (1982)

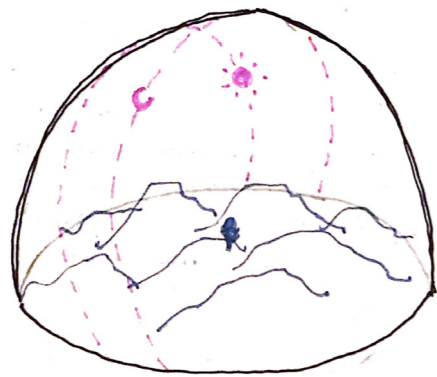
Síntesis

La percepción visual del entorno se genera a partir de la luz reflejada sobre la materia. Por un lado, la percepción del paisaje terrestre se produce gracias a la luz del Sol, la cual revela cambios cromáticos en él durante el día. Por otro lado, la percepción del paisaje estelar sucede gracias a la luz del Sol sobre otros astros, generando una percepción dinámica

de las estrellas, formación de constelaciones, vía láctea, entre otros. De este modo, los cambios espacio-temporales producidos gracias a la luz, conectan al ser humano con su propia existencia. Lo anterior puede ser sintetizado en tres situaciones, relacionadas con distintos momentos del día:

1. Percepción del paisaje terrestre a partir de la luz durante el día

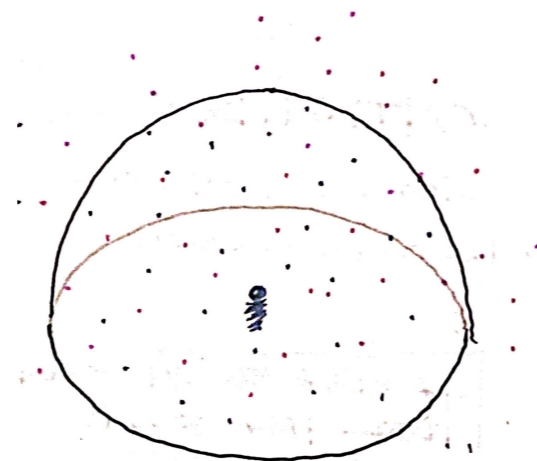
En esta se revela una percepción tridimensional del espacio, donde las distancias entre el observador y los elementos de su entorno revelan distintas profundidades. Además, durante el día, el movimiento de algunos astros visibles permanentes como el Sol y ocasionales como la Luna, Venus y otros planetas, modifican el espacio en el tiempo, permitiendo al ser humano orientarse.



Esquema percepción del paisaje terrestre y astros durante el día
Elaboración propia

2. Percepción del paisaje estelar a partir de la luz en la oscuridad durante la noche

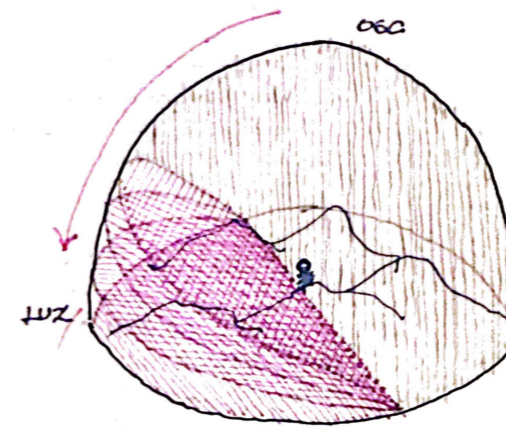
Aquí se da una una percepción del espacio bidimensional debido a que las estrellas son vistas como constelaciones, las cuales permiten la orientación en el Universo. Pero, también, se genera una percepción tridimensional gracias a que la noche se presenta como un manto oscuro que envuelve a la Tierra de forma semiesférica. En este caso, el movimiento de los astros se relaciona con su rotación en torno a la esfera celeste, además del efecto Doppler que distingue entre cuerpos azules que se acercan y aquellos rojos que se alejan.



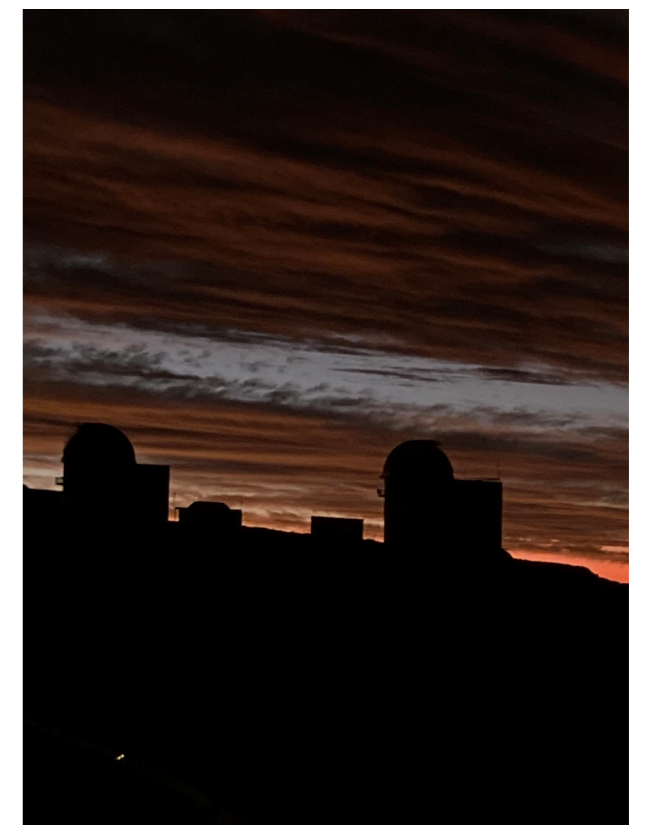
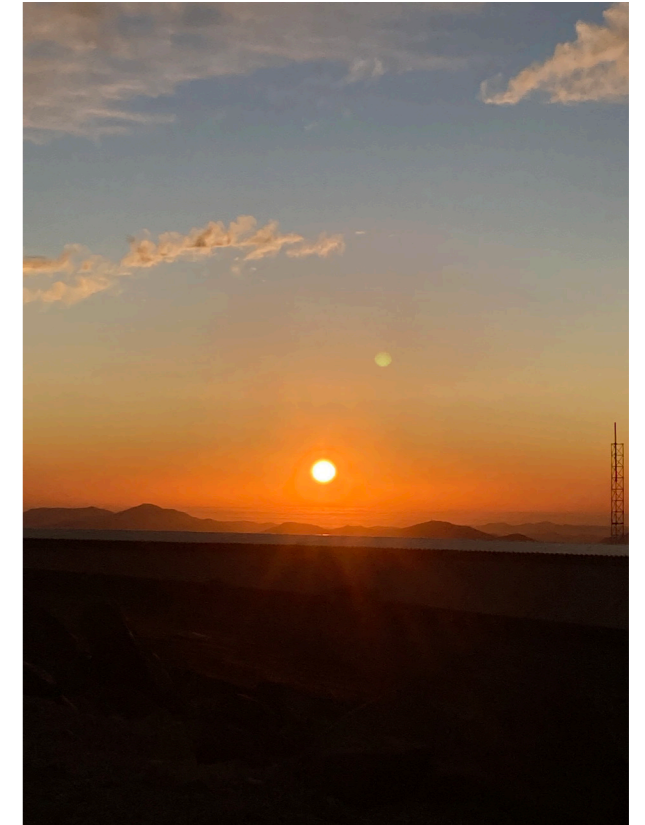
Esquema percepción del paisaje estelar durante la noche
Elaboración propia

3. Percepción del paisaje integrado durante el amanecer y el atardecer

Momentos de amanecer y atardecer generan una percepción dinámica del espacio y el tiempo, donde los encuentros entre luz y oscuridad, no solo determinan colores en el entorno, sino que también definen límites del espacio, sirviendo como medio de orientación. En este caso, el paisaje terrestre y estelar se juntan, dando lugar a una percepción simultánea de luz solar, oscuridad, luz de estrellas, colores y materia del entorno físico próximo.



Esquema percepción del paisaje integrado durante el amanecer y atardecer
Elaboración propia



Encuentros de luz y oscuridad durante el atardecer en Observatorio La Silla
Elaboración propia

3. APRENDIZAJE Y LA EXPERIENCIA EDUCATIVA

La escuela en el aprendizaje situado
Educación chilena y astronomía en el currículo escolar

El término 'aprender' del lat. apprehendere, se define como "adquirir el conocimiento de algo por medio del estudio o de la experiencia" (Real Academia Española, s.f., definición 1). Desde la enseñanza situada se propone que 'aprender' y 'hacer' son acciones inseparables, destacando la relevancia de la actividad y el contexto en el que se da el aprendizaje escolar, el cual, ante todo, se trata de un proceso de enculturación en el que los estudiantes se integran gradualmente a una comunidad o cultura de prácticas sociales (Días Barriga, 2006). En este sentido, el autor destaca "la importancia de la creación de entornos y experiencias de aprendizaje que permitan a las personas afrontar con éxito los problemas relevantes que enfrentan" (p. 62). En relación a esto, Peter C. Lippman (en BID, 2012), menciona que el ambiente, es decir, el entorno social y físico, trabajan en conjunto para promover el aprendizaje. Mientras que el primero fomenta el trabajo cooperativo y promueve un ambiente integrado, el segundo "es el vehículo que refuerza la misión y la visión de la escuela" (p. 4).

Sin embargo, a pesar de que este tipo de propuestas y experiencias educativas basadas en la perspectiva experiencial, reflexiva y situada es posible de encontrar "en todos los niveles de enseñanza y en contextos culturales muy distintos" (Días Barriga, 2006, p. 27), según Baza (en BID, 2012) en Chile, el uso y la administración de los espacios educativos en los niveles de educación básica o media se siguen haciendo de forma tradicional. De esta forma, menciona que, a diferencia de la educación infantil, donde las actividades funcionan en base a rincones de aprendizaje, y en la educación superior, en la cual los alumnos rotan entre recintos temáticos:

En la educación básica y media, en cambio, la sala de clases conserva características que promueven una educación frontal, en la que los alumnos se ubican uno detrás del otro, impidiendo la dinámica actual de un aprendizaje interactivo donde los niños y niñas aprenden también de sus pares (Baza en BID, 2012, p. 57).

Hayden Planetarium Space Theater
Nota. Actualmente el planetario es dirigido por Neil deGrasse Tyson, conocido astrofísico, quien fue alumno de Carl Sagan
Recuperado de www.amnh.org



Observación de la Vía Láctea a través de telescopio, Chile
Recuperada de www.wallhere.com

La escuela en el aprendizaje situado

Según Días Barriga (2006), John Dewey, importante teórico del área pedagógica durante las primeras décadas del siglo XX, concibe la escuela como una institución social en la que puede desarrollarse una vida comunitaria, la cual constituye el soporte para la educación.

Kahn (1996) menciona que en la historia, la aparición de la escuela era un evento inevitable ya que forma parte de los deseos del ser humano, sin embargo, estas “comenzaron con un hombre, que no sabía que era un maestro, discutiendo bajo un árbol sus experiencias con unos pocos que ignoraban, a su vez, que eran estudiantes” (p. 9). En estas experiencias se dieron reflexiones y discusiones en torno a lo aprendido y permitieron que se replicaran los conocimientos a los hijos. Este momento revela el espíritu de la escuela, el cual la arquitectura debe expresar a través del diseño de sus espacios:

La comprensión de lo que caracteriza a los espacios ideales para una escuela, por parte del instituto de enseñanza que la requiere, obliga al arquitecto a enterarse de lo que la Escuela quiere ser, es decir, a tomar conciencia de la forma Escuela.

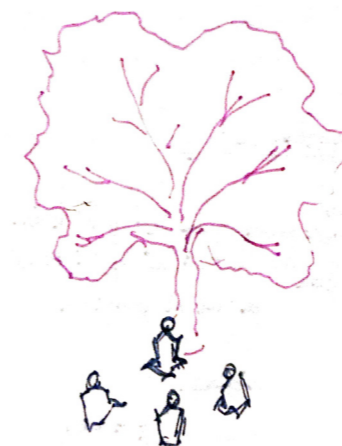
(Kahn, 1996, p. 9)

En este sentido, Dewey destaca las experiencias relevantes en escenarios reales, las cuales permiten a los alumnos: enfrentarse a fenómenos de la vida real; aplicar y transferir significativamente el conocimiento; desarrollar habilidades y construir un sentido de competencia profesional; manejar situaciones sociales y contribuir con su comunidad; vincular el pensamiento con la acción; reflexionar acerca de valores y cuestiones éticas (Días Barriga, 2006):

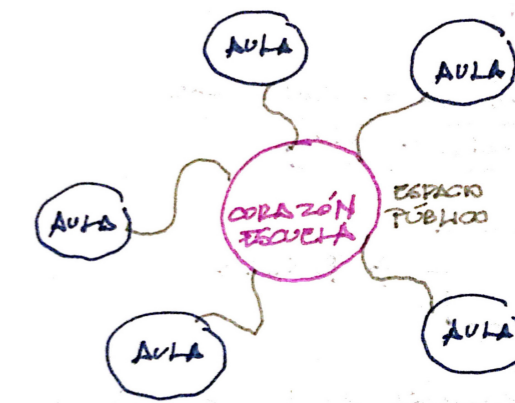
Si se logra el aprendizaje significativo, se trasciende la repetición memorística de contenidos inconexos y se logra construir significado, dar sentido a lo aprendido, y entender su ámbito de aplicación y relevancia en situaciones académicas y cotidianas.

(Días Barriga, 2006, p. 5)

De esta manera, “el aprendizaje situado exige en la escuela una actividad creativa de interpretación del mundo; requiere que los estudiantes operen en situaciones “reales” y “auténticas”” (Sagástegui, 2004, p. 33). En este contexto, “el espacio constituye un escenario de producción de aprendizajes e incide directamente en ellos” (Baza en BID, 2012, p. 62).

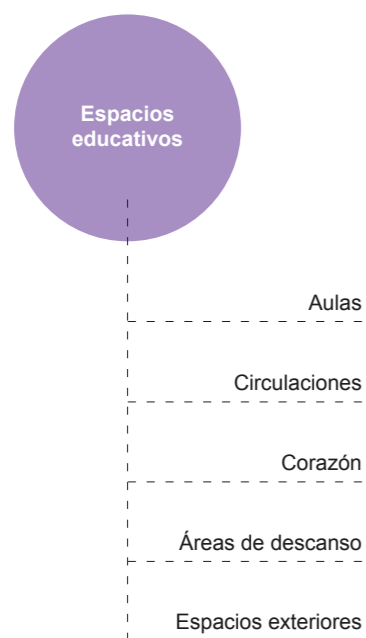


Dibujo origen y espíritu de la escuela según Louis Kahn
Elaboración propia



Organización escuela según O'Donnell, 2012
Elaboración propia

En cuanto al diseño de espacios educativos, O'Donnell (en BID, 2012) genera metáforas entre la escuela con la casa, barrio y pueblo, donde el objetivo es la creación de entornos que partan de la persona y que se amplían exitosa y progresivamente hasta una comunidad educativa mayor. De esta forma, asocia el aula, un espacio de aprendizaje formal, con la casa, en tanto crean un ambiente hogareño que se adecua a la escala del niño. Por otra parte, para desarrollar un 'tejido colectivo' se vuelve necesario concebir diversos espacios públicos. En este sentido, las circulaciones no deben obedecer solo al movimiento, sino también al aprendizaje, pudiendo desarrollarse como galerías que recojan aspectos como el color y la exhibición de trabajos escolares que establecen la identidad de la clase. Además, el autor considera que el 'corazón del establecimiento' se asocia con la plaza del pueblo, la cual organiza todo el edificio y se transforma en punto de encuentros informales y acontecimientos sociales.



Espacios educativos según O'Donnell, 2012
Elaboración propia

Es importante destacar que el enfoque situado no está en contra de las formas de enseñanza que incorporan la cátedra, lectura de libros o la demostración, sino que proponen que éstas se empleen en un contexto instruccional más amplio y rol sea el de servir como herramienta de razonamiento (Días Barriga, 2006). De esta manera, respecto al diseño específico de aulas, O'Donnell (en BID, 2012) propone que deben ser flexibles para lo cual describe aquellos factores que proporcionan un ambiente adaptable y propicio para el aprendizaje:

Espacio

Se vuelve necesario comprender cómo profesores y estudiantes usan el espacio. En cuanto a su densidad, se espera que abarquen desde un mínimo de 2,79 m² por alumno, hasta un máximo flexible y adaptable de 4,46 m².

Mobiliario

Idealmente debe contar con pupitres y asientos de altura ajustable, que puedan adaptarse a la necesidad evolutiva de moverse (cambiar de posición, moverse, girar y rodar). Además, pueden existir repisas, casilleros y otros muebles que permitan la organización del espacio, generando 'centros de actividades'. La idea del mobiliario es que permita al docente y sus alumnos reconfigurar rápidamente el salón para adecuarse a una amplia gama de actividades.

Acústica

La capacidad de oír y ser escuchado depende del control de ruido de fondo y la reverberación. Se establecen niveles máximos de 35 dB con un tiempo de reverberación de 0,6 a 0,7 segundos.

Color

Aunque la respuesta emocional ante el color varía según el individuo y su cultura, se puede emplear el color para reducir el reflejo y la fatiga visual, además de aplicar contrastes para disminuir la monotonía visual del ambiente.

Iluminación

A pesar de que esta pueda provenir tanto de fuentes de luz natural como artificial, deben tener en cuenta que las actividades van desde el descanso hasta el trabajo detallado en proyectos. Los medios de aprendizaje pueden pasar desde la pintura con los dedos hasta presentaciones digitales audiovisuales, por lo cual debe ser adaptable a las tareas. Sin embargo, el autor destaca el diseño de un ambiente que permita varias oportunidades de iluminación natural que evite los reflejos, para lo cual se pueden emplear ventanas altas con persianas y repisas deflectoras de luz.

Tecnología

Refiere al diseño de ambientes flexibles que puedan modificarse sin exigir una renovación estructural a medida que la tecnología avanza. Las aulas deben contar con un mobiliario adecuado que permita el empleo de laptops y otras tecnologías móviles.

Exhibición

La sala de clases se establece como un 'escenario de aprendizaje', por lo cual debe permitir que se construyan diversas escenografías que acompañen el proceso. Además, la personalización del entorno mediante presentaciones bi y tridimensionales refuerza el aprendizaje y transmite los valores de la comunidad estudiantil.

Por otro lado, el enfoque situado busca la extensión del aprendizaje más allá del aula. Para lograrlo, O'Donnell (en BID, 2012) propone que se deben proporcionar oportunidades espaciales para que los estudiantes crezcan intelectual, social y emocionalmente. Se pueden considerar áreas de descanso que den lugar a la distracción y sociabilización entre estudiantes y con el cuerpo docente, donde también se permita exhibir elementos que activen la imaginación. Además, los espacios de circulación pueden concebirse como extensiones activas del aula, creando un ambiente en el cual se puedan organizar subgrupos para tareas, lecturas y proyectos. También, este aspecto involucra el uso de espacios exteriores que generen microclimas que

inviten a su uso en todas las temporadas. El diseño de jardines, anfiteatros, toldos y plazas aumenta sus posibilidades de utilización

Por último, "las escuelas pueden ser concebidas como centros de la comunidad que no sólo prestan servicios a niños en edad escolar sino también a preescolares, adultos y adultos mayores" (O'Donnell en BID, 2012, p. 45). Así mismo, el Ministerio de Educación (2016) considera que factores como la forma en la cual el proyecto acoge su entorno y como se relaciona con la comunidad circundante son determinantes en el hecho de que un establecimiento se constituye como un aporte a su contexto. De este modo, según O'Donnell (en BID, 2012), el edificio debe responder a sus usuarios mediante la oferta de espacios recreativos y de encuentro, otorgando la oportunidad de educación continua. Lo anterior permite aumentar la utilización de la infraestructura y proporcionar servicios que de otra manera podrían no estar disponibles en muchas de esas comunidades. Sin embargo, se vuelve necesario que se delimiten dichas zonas a áreas públicas que pueden ser empleados fuera del horario escolar, como lo son bibliotecas, gimnasios, cafeterías y salas de usos múltiples.

Educación chilena y astronomía en el currículo escolar

Según Baza en BID (2012), en 1997 el Ministerio de Educación en conjunto con UNESCO desarrollan el proyecto "Reforma Educacional Chilena: Optimización en la Inversión en Infraestructura Educativa", la cual, para lograr una mejora de la calidad, participación y equidad del proceso educativo, buscó desarrollar una arquitectura que motivara y facilitara el aprendizaje, respondiendo a los nuevos requerimientos y métodos de enseñanza. Lo anterior no solo dio paso a una arquitectura "caso a caso", acorde a la realidad local, sino que también, culminó con guías de diseño de espacios educativos desde la perspectiva de distintos actores del proceso. Algunos aspectos que se consideran son: espacios flexibles que faciliten el multiuso en casos cuya carga horaria lo permitan; un diseño acorde a la realidad geográfica y cultural del entorno; que tenga en cuenta la dinámica del proceso educativo y la incorporación de tecnología cambiante; espacios que permitan experimentar lo aprendido en el aula y que faciliten la innovación y prácticas pedagógicas renovadas. Además, es importante considerar espacios de esparcimiento, interacción, recreación y descanso, donde se puedan generar actividades recreativas y culturales. En este sentido, respecto a este último punto, se busca también una educación permanente, en la cual el establecimiento se abre a la comunidad permitiendo que esta haga uso de su infraestructura.

El Ministerio de Educación (2016) define criterios de diseño para los nuevos espacios educativos, donde especifica estándares de calidad para la infraestructura escolar:

Síntesis criterios de diseño para establecimientos educativos según MINEDUC, 2016
Elaboración propia

Criterios de diseño

Contexto e imagen

Edificio recoge elementos del entorno físico, social, cultural, morfológico, geográfico, urbano y arquitectónico

Innovación

Funcionalidad

Área más pública: acceso, recepción y circulaciones

Área de transición entre lo público y privado: Área administrativa, oficinas, sala de reuniones

Área más privada: Área docente, aulas, sala de profesores, laboratorios y talleres

Área más privada: Área docente, aulas, sala de profesores, laboratorios y talleres

Flexibilidad

Apertura a la comunidad

Inclusión

Espacios seguros

Sustentabilidad, confort y eficiencia

Intervenciones artísticas

Ley 17.326, Comisión Nemesio Antúnez

Mobiliario y Equipamiento

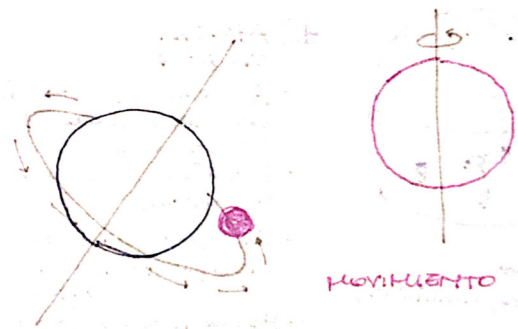
Colegio Montessori, Río Negro, Colombia
Plan maestro / Estudio Transversal
Recuperado de www.archdaily.cl



Según el Programa EXPLORA (2019), durante la etapa escolar el estudio de las ciencias aborda una variedad de fenómenos naturales relevantes, no solo para desarrollar una visión integral y holística de la naturaleza, sino que además, para comprender los constantes procesos de transformación del medio natural. En este sentido, a través del aprendizaje de la astronomía se puede adquirir conocimientos sobre física, química, matemática y biología, además de estimular el pensamiento crítico. De esta manera, "la enseñanza de la astronomía se transforma en un imperativo en la formación integral de los jóvenes de nuestro país, más aún cuando consideramos el potencial de desarrollo de la investigación astronómica en Chile" (EXPLORA, 2019, p. 25).

Sin embargo, aún se aprecia un desconocimiento de los conceptos básicos astronómicos, debido a que las ideas en cuanto a cómo suceden y se producen los fenómenos se mantienen alejadas de la realidad. "En Chile, un estudio que realizó CONICYT sobre percepción de la enseñanza de la ciencia, mostró que un 51% de la población encuestada dice haber recibido una baja o muy baja formación en este sentido" (EXPLORA, 2019, p. 30).

Al revisar el marco curricular chileno, EXPLORA (2019) identifica que los objetivos de aprendizaje vinculados directamente con la astronomía se encuentran acotados al Primer y Tercer año de Educación Básica, además del Primer y Segundo año de Educación Media:



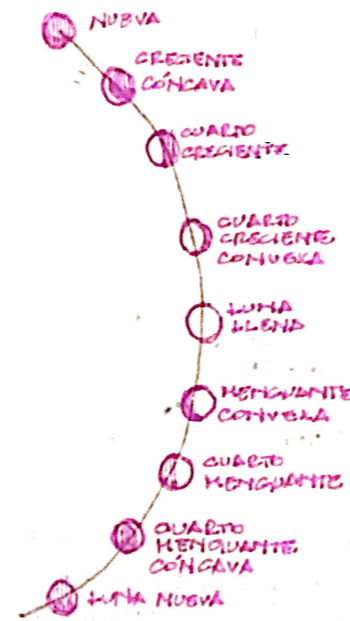
Rotación y traslación de la Tierra
Elaboración propia

Primer año de Educación Básica

Su objetivo es que los estudiantes sean capaces de describir y registrar el cielo diario y las diferencias entre el día y la noche, a través de la observación de la luna, las estrellas, la luminosidad del cielo y sus efectos en los seres vivos y el ambiente.

Tercer año de Educación Básica

El objetivo es que los estudiantes puedan describir las características de algunos componentes del sistema solar en relación con su tamaño, localización, apariencia y distancia relativa a la Tierra. Lo anterior es posible de explicar mediante la realización de modelos que muestren los movimientos de traslación y rotación, considerando los efectos sobre la Tierra. También la construcción de modelos que expliquen eventos del sistema solar, como la sucesión de las fases de la luna y los eclipses lunares y solares.



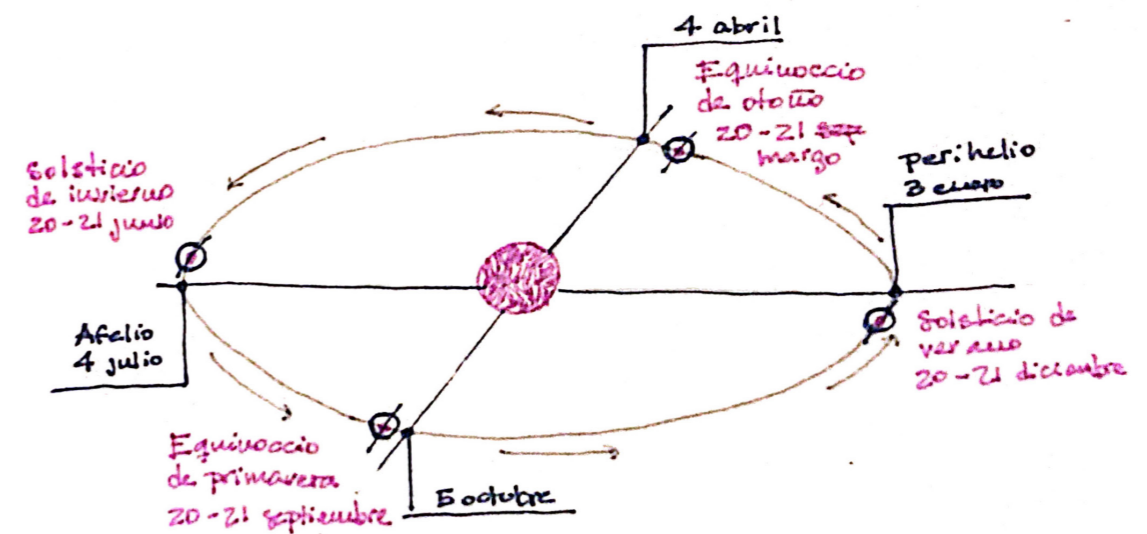
Fases de la Luna
Elaboración propia

Primer año de Educación Media

En este nivel se concentra con mayor fuerza la temática astronómica, teniendo como objetivo que los estudiantes puedan explicar fenómenos luminosos como reflexión, refracción, interferencia y efecto Doppler, mediante la experimentación con modelos. Se espera que apliquen estos conceptos mediante el uso de lentes, telescopios, prismáticos y focos. Además, se espera que puedan crear modelos que expliquen fenómenos como el movimiento del sistema Tierra-luna, luz y sombra en fases lunares y eclipses, comparación entre los distintos planetas con la Tierra en cuanto a su distancia en relación con el Sol, tamaño, periodo orbital y atmósfera. Por último, también considera como objetivo el que los estudiantes puedan investigar y explicar aspectos sobre la investigación astronómica en Chile y el resto del mundo, por lo que contempla aspectos como el clima y las ventajas para la observación del Cosmos, la tecnología óptica utilizada, la información que proporciona la luz y otras radiaciones emitidas por los astros y el aporte de los científicos chilenos.

Segundo año de Educación Media

Para esta etapa escolar, el objetivo consiste en que los estudiantes sean capaces de comprender que el conocimiento del Universo cambia y aumenta a partir de las nuevas tecnologías. Para ello, se recomienda la enseñanza de modelos como el geocéntrico y heliocéntrico, la teoría del Big-Bang, explicaciones cualitativas mediante leyes de Kepler y de la gravitación universal de Newton, el origen de la materia y la formación y dinámica de las estructuras cósmicas naturales. En este sentido, los conceptos involucrados son relativamente especializados por lo que, por un lado, demandan una especialización del docente y por otro, ofrecen la oportunidad para que astrónomos y otros profesionales del área puedan colaborar en el proceso educativo. De este modo, se generan interacciones entre el sistema científico y educativo.



Fechas de Solsticios y Equinoccios en el hemisferio Sur
Elaboración propia

4. ANTECEDENTES

Cielos del Norte de Chile: Ventana al Universo
Observatorio La Silla

El siguiente capítulo hace referencia a los antecedentes del proyecto, por lo que contempla una contextualización histórica y territorial del mismo, además de un análisis del paisaje terrestre y estelar del sitio.

Cielos del Norte de Chile: Ventana al Universo

Los cielos del norte de Chile constituyen una Ventana al Universo, donde aspectos como la poca contaminación lumínica, la gran cantidad de noches con cielos despejados y la posibilidad de observar el Cosmos desde el hemisferio sur, han permitido importantes hallazgos como el estudio del agujero negro al centro de la galaxia (Ruiz, 2017). Sin embargo, según Farías (2013), el interés por este paisaje estelar es anterior a la llegada de los grandes telescopios extranjeros, de hecho, los pueblos originarios del altiplano consideraron a la Vía Láctea como el 'Río de Almas', lugar donde las almas de las personas se integrarían al morir.

Una de las constelaciones más importantes para los antiguos habitantes de esta zona era la Yakana o 'constelación de la llama'. Solís & Jaldín (2020) mencionan que la llama sideral considera algunas estrellas, pero también los sectores oscuros que carecen de ellas. En esta constelación se representan formas y siluetas que dan vida al

universo de creencias para el habitante andino, explicando fenómenos como las abundantes lluvias en épocas de verano. Mientras que las estrellas Alpha Centauri y Beta Centauri constituyen los ojos de la llama, las zonas oscuras, compuestas de gas y polvo que absorben la luz visible, dando la apariencia de regiones vacías, muestran el cuello y cuerpo del animal.

El estudio de esta nube oscura no solo fue fundamental para la vida de los pueblos andinos, sino que también, en la actualidad ha sido de gran ayuda para entender el proceso de formación, vida y muerte de las estrellas (Solís & Jaldín, 2020). En este sentido, los cielos del norte de Chile han brindado en los últimos años un laboratorio natural, donde astrónomos chilenos y extranjeros han estudiado el Cosmos en búsqueda de "preguntas y respuestas que nos acercan a entender el origen y lugar del ser humano en el Universo" (Ponce, 2018, p. 7).



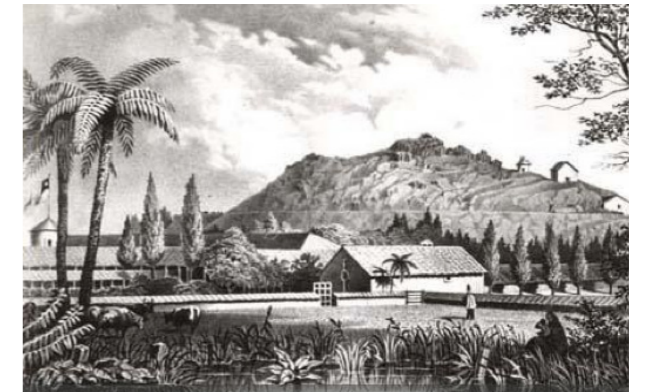
Constelación de la Yakana
Nota. En la mitología andina, la Yakana desciende durante las noches de invierno a beber agua de los ríos y mares, para devolver el agua en forma de lluvia durante el verano. Existía la creencia de que si una persona bebe agua durante la noche y observa a la Yakana es señal de alegría y abundancia (Solís & Jaldín, 2020).
Recuperado de www.salkantaytrekking.com

Según EXPLORA (2019), la historia de la astronomía como ciencia en Chile, comienza en 1847 con el subteniente de la Armada estadounidense James T. Guillis, quien establece una amistad con Andrés Bello, siendo este último quien compra sus instalaciones e instrumentos para fundar el Observatorio Astronómico Nacional de Chile, ubicado en la cumbre del Cerro Santa Lucía. Hacia 1927, el gobierno le transfiere a la Universidad de Chile la responsabilidad del desarrollo de la astronomía del país, dejándola a cargo del Observatorio.

En 1967 se instala el primer observatorio internacional en Chile, el Observatorio Interamericano Cerro Tololo (CTIO) en la región de Coquimbo, perteneciente al Observatorio Óptico Nacional de Estados Unidos (NOAO), el cual ha sido operado por la Asociación de Universidades Americanas para la Investigación Astronómica (AURA). Luego, hacia 1969, se instalaría el primer observatorio de ESO en los límites de las regiones de Coquimbo y Atacama, el Observatorio La Silla (EXPLORA, 2019). Como explica Farías:

Al instalarse los observatorios del Tololo y de La Silla, el convenio de cooperación que se firmó entre los norteamericanos y los astrónomos de la Universidad de Chile les dejaba a estos últimos el derecho a disponer del 10% del tiempo de observación en los telescopios.

(2013, p. 35)



Observatorio Astronómico en Cerro Santa Lucía
Recuperado de www.plataformaurbana.cl



Observatorio Interamericano Cerro Tololo
Recuperado de www.noirlab.edu



Observatorio La Silla
Recuperado de www.noirlab.edu

Según Ponce (2018), actualmente la zona norte de Chile alberga siete de los dieciocho telescopios más grandes y poderosos del mundo. Los principales observatorios son:

1. ALMA

Se ubica en la Región de Antofagasta, en el Llano de Chajnantor a 5.000 msnm. Se trata de un radio-telescopio formado por 66 antenas de 7 y 12 m de diámetro.

2. Observatorio Paranal

Ubicado en la Región de Antofagasta en el Cerro Paranal a 2.635 msnm, alberga cuatro telescopios VLT de 8,2 m de diámetro, cuatro telescopios auxiliares de 1,8 m, dos VISTA de 4 m y el VST de 2,6 m.

3. Observatorio Cerro Armazones

Ubicado en la Región de Antofagasta a 3.064 msnm, pertenece a Universidad Católica del Norte y se encuentra fuera de operación.

4. Observatorio Las Campanas

Se ubica en la Región de Atacama, en el Cerro Manqui a 2.380 msnm. Es operado por la Institución Carnegie de Washington y alberga los telescopios Magallanes I y II de 6,5 m; Du Pont de 2,5 m; Swope de 1 m.

5. Observatorio La Silla

Se encuentra en la Región de Coquimbo, límites con la Región de Atacama, a 2.400 msnm. Es operado por ESO y alberga telescopios de 3,6 m, 3,5 m y 2,2 m, además del Swiss 1,2 m, Danish 1,5 m, Schmidt 1 m, entre otros.

6. Observatorio Interamericano de Cerro Tololo

Se ubica en la Región de Coquimbo, en el Cerro Tololo a 2.200 msnm. Operado por AURA y NSF. Contiene cinco telescopios operativos: Blanco de 4m, 1,5m, 0,9m, YALO de 1m y Curtis/Schmidt.

7. Southern Astrophysical Research (SOAR)

Ubicado en la Región de Coquimbo, en el Cerro Pachón, a 2.700 msnm. Fue construido por el Ministerio de Ciencias de Brasil, NOAO, UNC y MSU. Alberga telescopio óptico de 4,1 m.

8. Observatorio Gemini Sur

Se ubica en la Región de Coquimbo, en el Cerro Pachón, a 2.700 msnm y es operado por AURA. Alberga telescopio óptico/infrarrojo de 8,1 m.

Según el mismo autor, a la fecha, Chile concentra el 40% de la capacidad astronómica de observación a nivel mundial, sin embargo se espera llegar al 70% en la próxima década, por lo cual se están desarrollando nuevos proyectos como el Large Synoptic Survey Telescope (LSST) en la Región de Coquimbo, el Giant Magellan Telescope (GMT) en la Región de Atacama y el European Extremely Large Telescope (ELT) en la Región de Antofagasta.



Mapeo de observatorios en el Norte de Chile
Elaboración propia a partir de
Ministerio de Medio Ambiente (2018)



Imagen satelital de la construcción del ELT de ESO
en Cerro Armazones, febrero de 2022
Recuperado de www.universemagazine.com



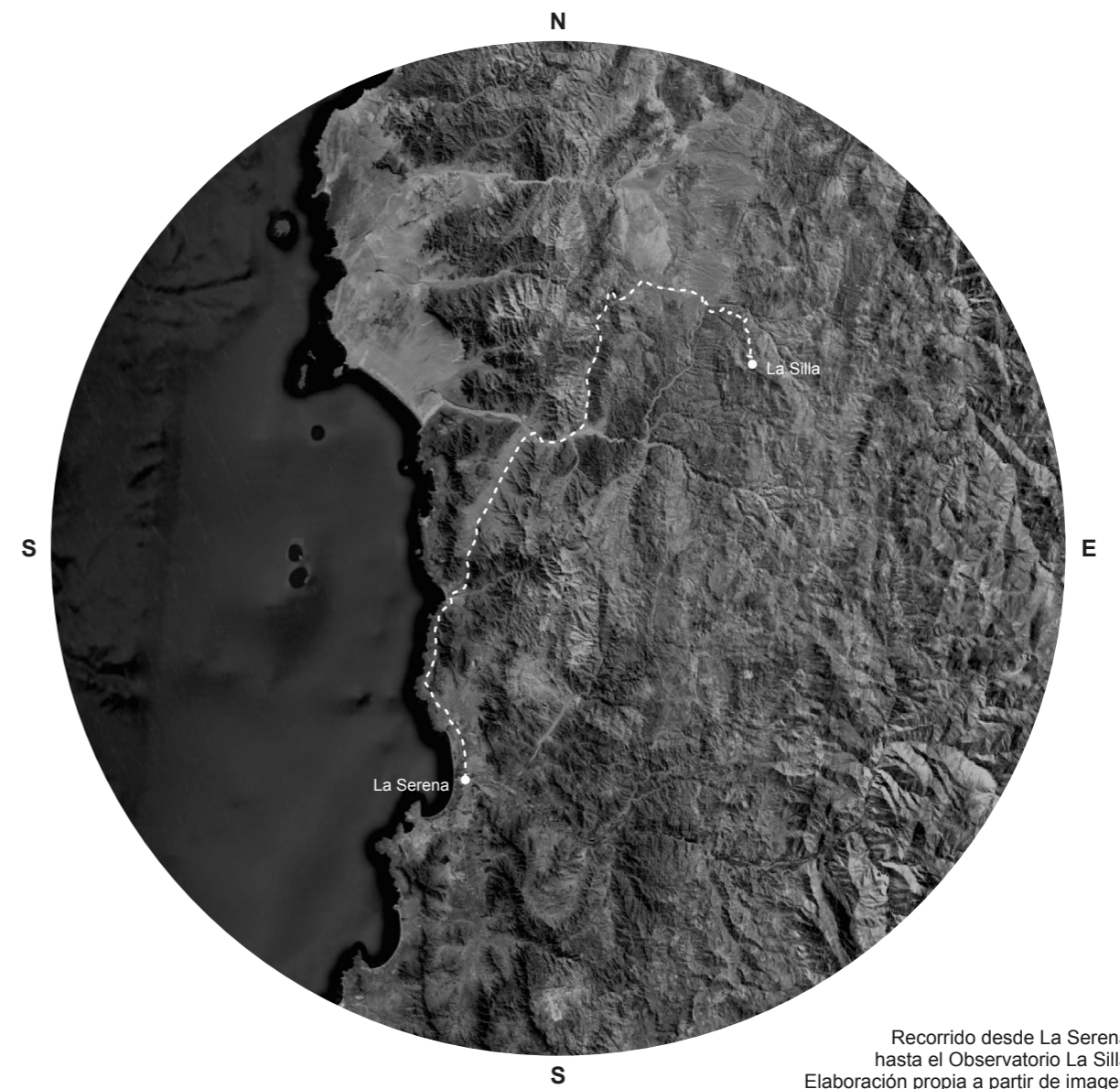
Fotografía de Camanchaca sobre cordillera de La Costa camino a La Silla
Elaboración propia

Observatorio La Silla

Ubicación

Se ubica en la comuna de La Higuera, provincia de Elqui, Región de Coquimbo, 156 km al norte de La Serena, a 2.400 msnm, lo que equivale a dos horas de viaje en auto (Turismo Astronómico, s/f).

El observatorio pertenece a la European Southern Observatory (ESO), con sede en Garching, Alemania, desde donde se controla remotamente algunos de sus telescopios (Turismo Astronómico, s/f).



Recorrido desde La Serena hasta el Observatorio La Silla
Elaboración propia a partir de imagen recuperada de Google Earth

Fotografía de La Silla a lo lejos en el Desierto de Atacama
Elaboración propia

Antecedentes históricos

En un inicio se pensó en Sudáfrica como primera opción para construir el observatorio, lugar donde ya existían actividades europeas astronómicas, sin embargo, el científico alemán Jurgen Stock, quien participó de la búsqueda del sitio, informó al primer director de la ESO, Otto Heckmann, que las condiciones en Chile eran mucho mejores. Así, en 1963, equipos de ESO y AURA analizaron la opción de trabajar en conjunto para lo cual exploraron la zona en helicóptero y a caballo, aunque tras complicaciones legales, ESO elige el Cerro La Silla para emplazar el observatorio. El proyecto de ESO tuvo un fuerte apoyo gubernamental, por lo cual se aprueba rápidamente el acuerdo a inicios de 1964, iniciando su gestión en octubre del mismo año y siendo inaugurado cinco años después el 25 de marzo de

1969. Aunque tres años antes se habría instalado su primer telescopio. Sin embargo, este sitio habría sido habitado por pueblos originarios andinos mucho antes. Así, Cecilia Vicuña hace referencia que al llegar a La Silla se entra en un orden temporal distinto, en el cual el pasado y el presente interactúan creando el futuro a través del acto de observar la observación:

Este lugar permite conectar con un territorio sembrado de suaves colinas rojizas cubiertas de petroglifos, un cielo al alcance de la mano, unas estrellas que lucen sin limitaciones y con uno mismo, desde un plano de humilde igualdad, pudiendo comprender que cada uno de estos elementos forma parte de un todo (Vicuña, 2020, p. 8)



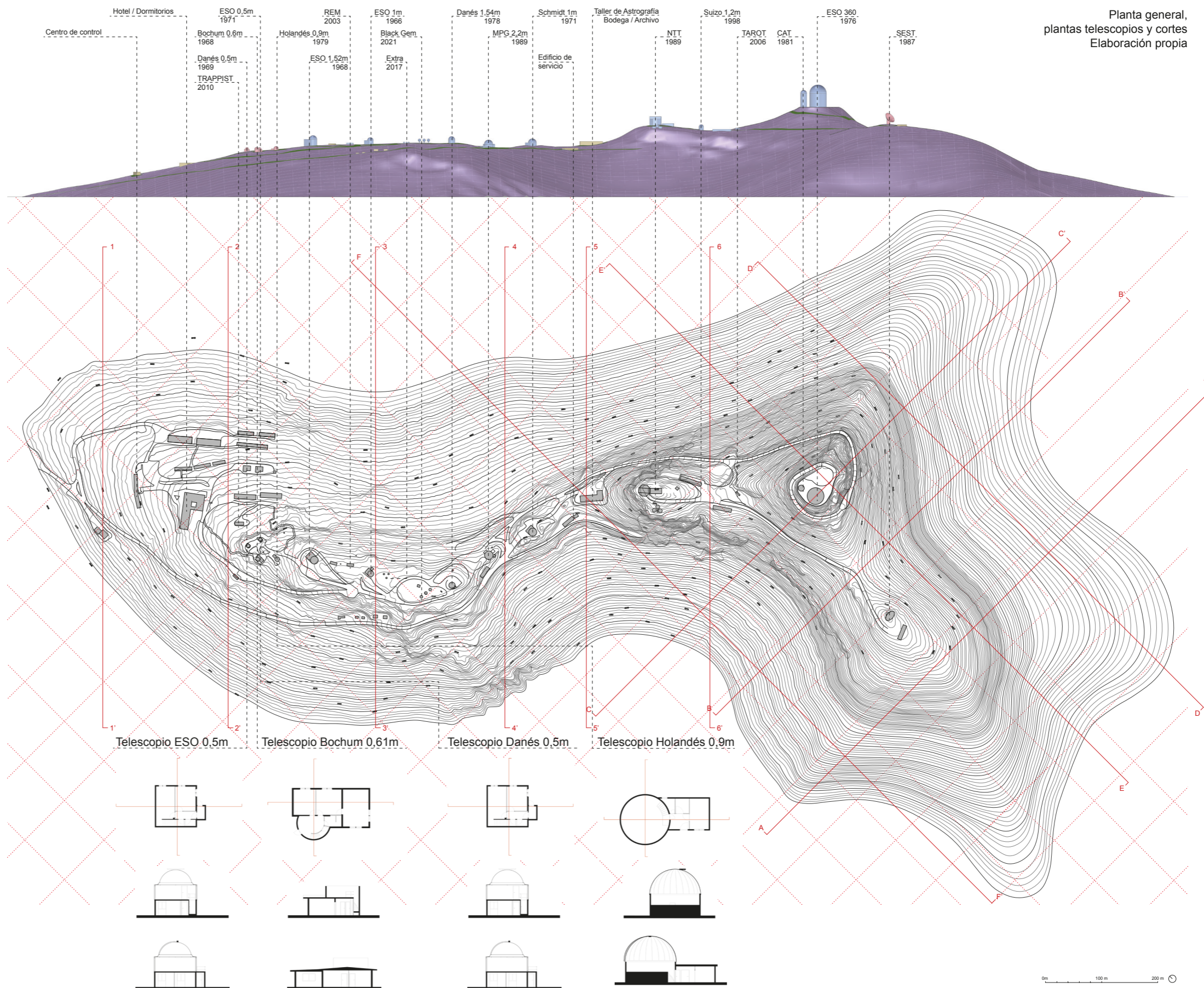
Construcción de carretera en el Observatorio La Silla, 1968
Recuperado de www.eso.org

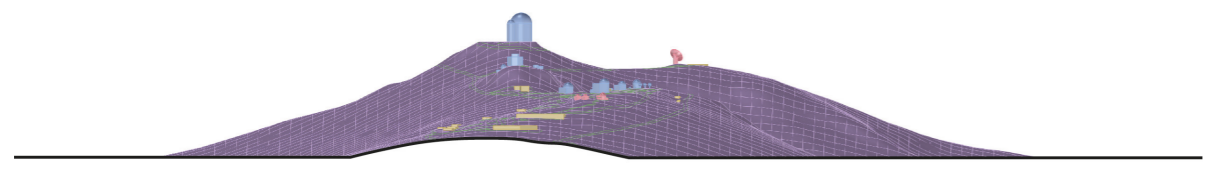


Telescopios e instrumentos
Según orden cronológico

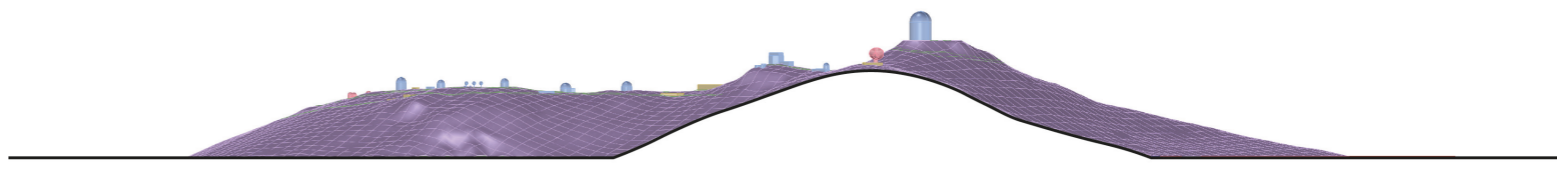
1986 - Telescopio ESO 1m
1968 - Telescopio Grand Prisme Objectif / GOP
1968 - Telescopio ESO 0,52m
1968 - Telescopio Bochum 0,61m
1969 - Telescopio Danés 0,5m
1971 - Telescopio ESO 0,5m
1971 - Telescopio Schmidt 1m
1975 - Telescopio Suizo 0,4m
1976 - Telescopio ESO 3,6m
1978 - Telescopio Danés 1,54m
1979 - Telescopio Holandés 0,9m
1980 - Telescopio Suizo T70
1981 - Coudé Auxiliary Telescope (CAT)
1981 - Sistema de monitoreo GRB
1987 - Swedish ESO Submillimeter Telescope (SEST)
1989 - Telescopio MPG / ESO 2,2m
1989 - New Technology Telescope (NTT)
1989 - Telescopio Marseille 0,36m
1996 - Telescopio Marly 1m
1998 - Telescopio Suizo Leonhard Euler 1,2m
2003 - Telescopio Rapid Eye Mount (REM)
2003 - Instrumento HARPS
2006 - Telescope a Action Rapide pour les Objet Transitorios (TAROT)
2010 - Transiting Planets and Planetsmals Small Telescope South (TRAPPIST)
2017 - MASCARA
2017 - EXTRA
2021 - Test-Bed Telescope (TBT)
2021 - Blackgem

De los 29 telescopios e instrumentos que ha albergado La Silla, 14 de ellos han sido dados de baja. Seis de ellos fueron reacondicionados para su continuidad, otros cinco se encuentran en desuso y proceso de deterioro y por último, seis de ellos han sido reemplazados por nuevos telescopios o trasladados a otras instituciones y localidades.

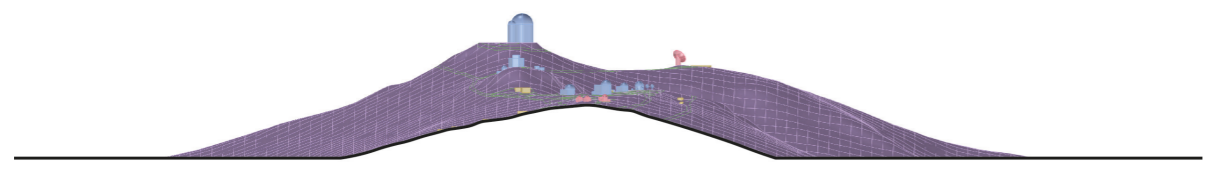




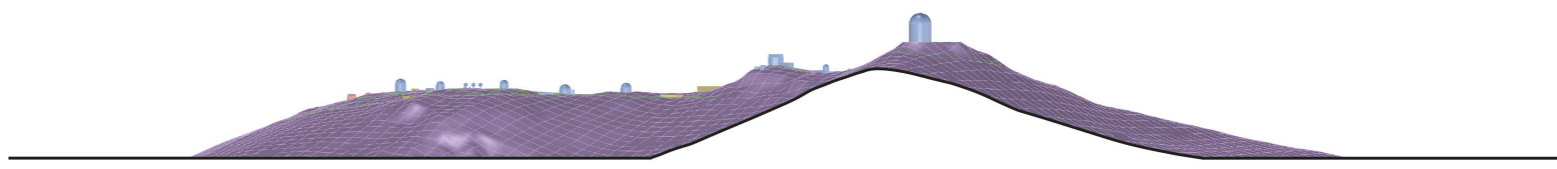
Sección 1 1'



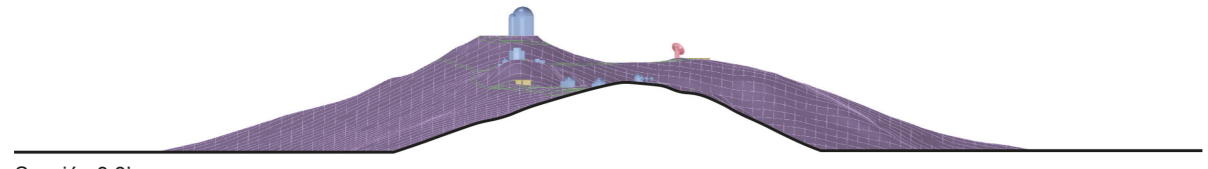
Sección AA'



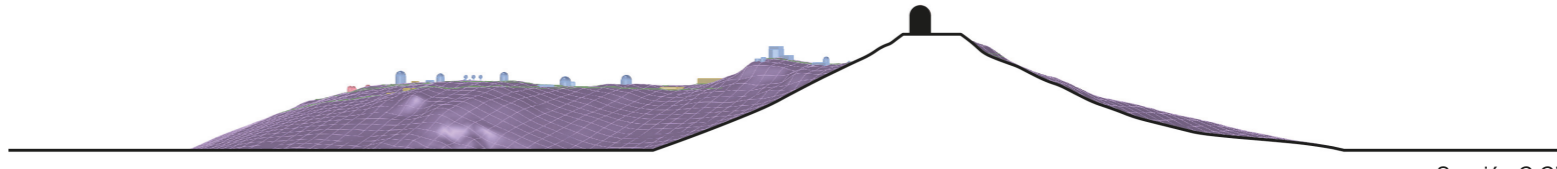
Sección 2 2'



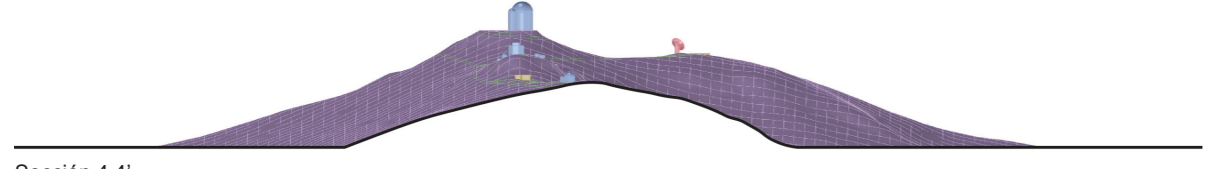
Sección BB'



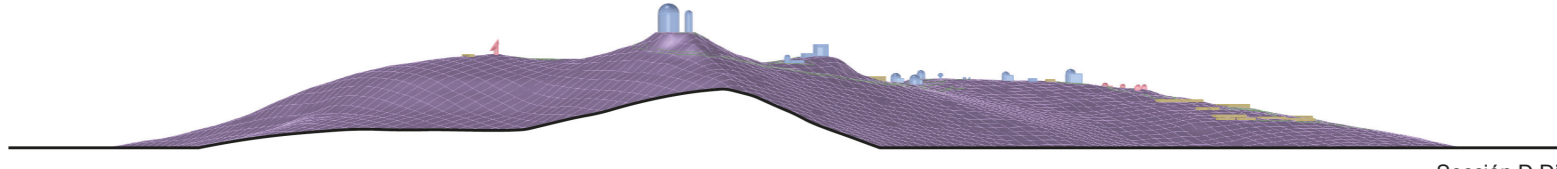
Sección 3 3'



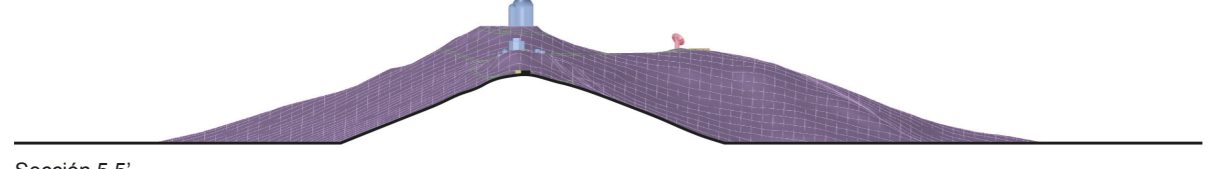
Sección CC'



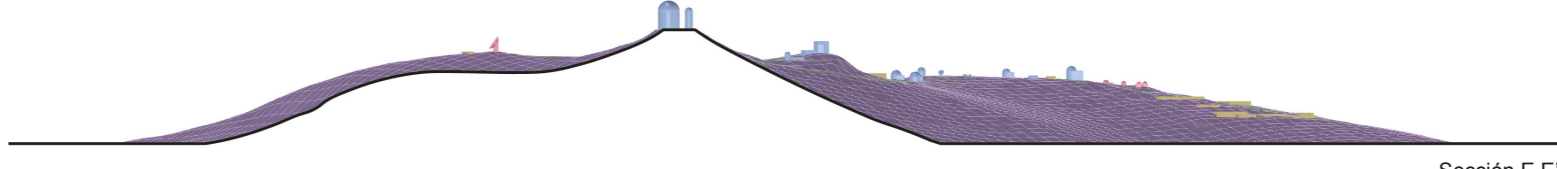
Sección 4 4'



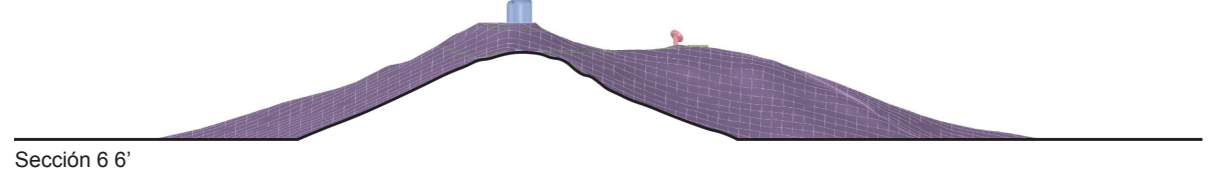
Sección DD'



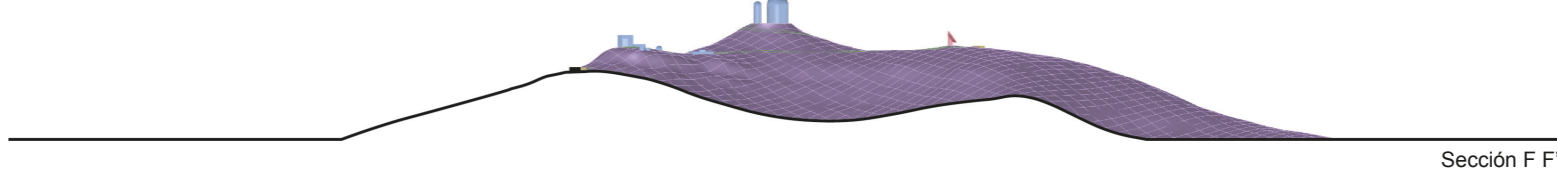
Sección 5 5'



Sección EE'



Sección 6 6'



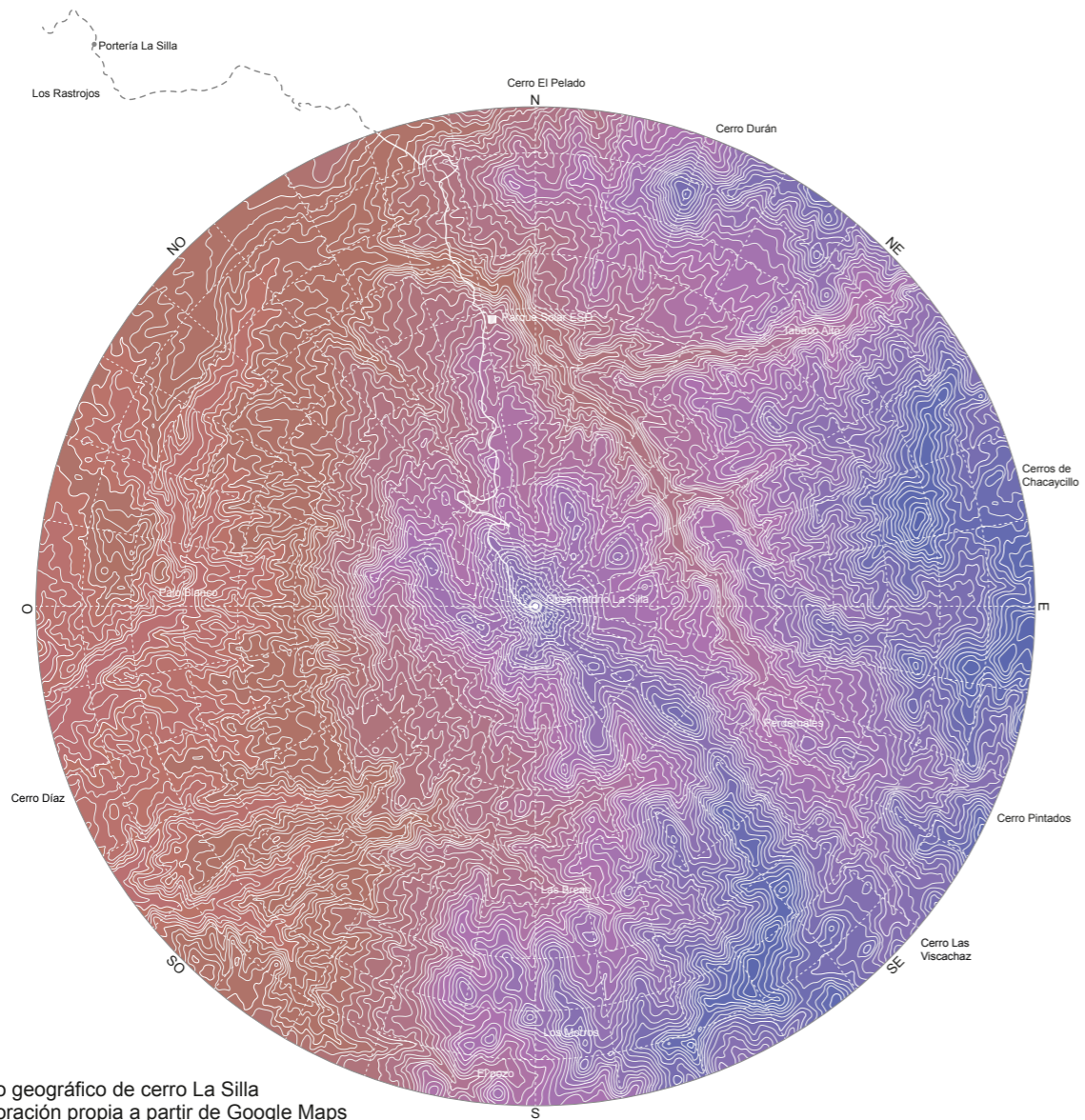
Sección FF'



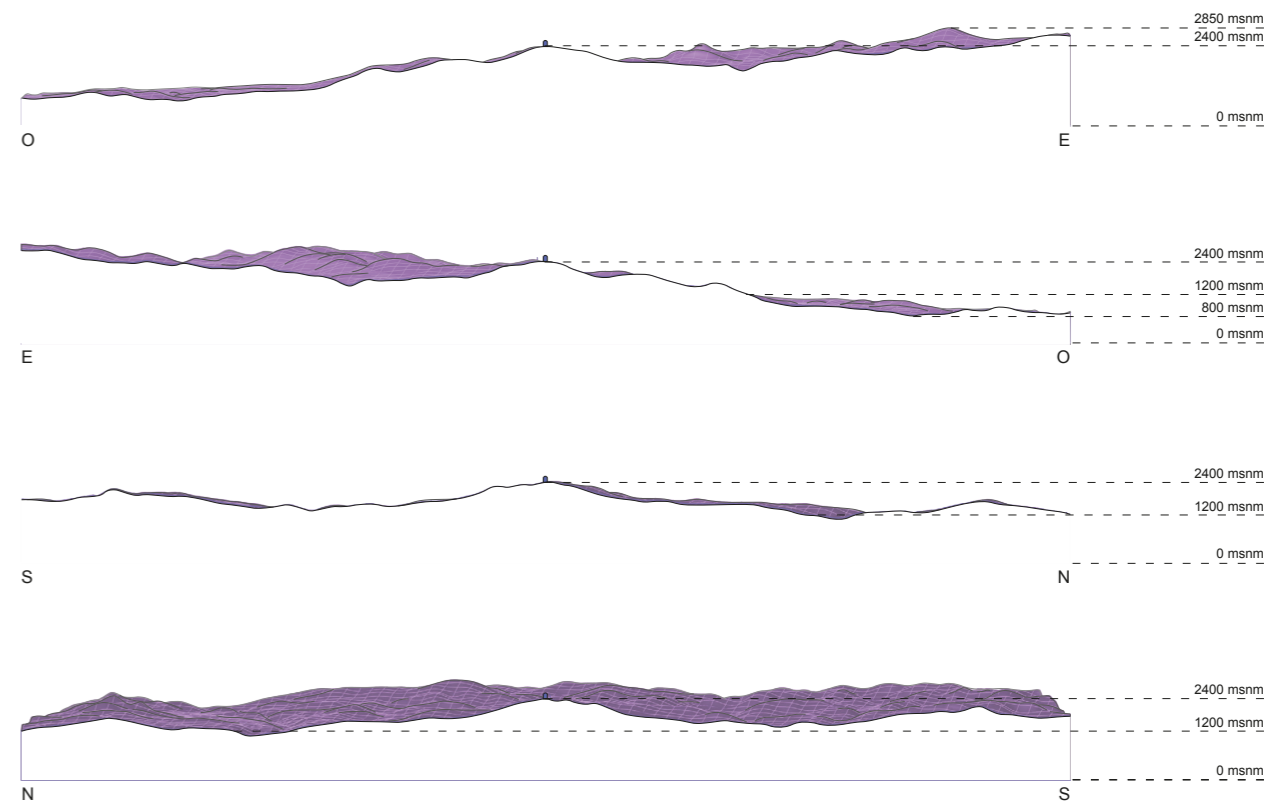
Paisaje terrestre

La percepción visual del espacio sitúa sus límites en el infinito. Sin embargo, se decidió acotar el campo visual a 15km de radio como referencia geográfica, contemplando hitos aún más lejanos. Un aspecto relevante del paisaje desértico es la entrada de la niebla llamada 'kamanchaca' (oscuridad en aimara), la cual se ubica entre los 700 y 1200

msnm. Se trata de un fenómeno por el cual la humedad de la Capa Límite de la atmósfera (entre 0 y 1000 m de altura) produce nubes durante la madrugada. A medida que avanza la mañana estas suben gracias al calor del Sol, chocando con la cordillera de la Costa e introduciéndose en el desierto para forma generar la neblina (Veloso, 2022).



Plano geográfico de cerro La Silla
Elaboración propia a partir de Google Maps



Secciones entorno Observatorio La Silla
Elaboración propia a partir de Google Maps



Vista desde el observatorio hacia el poniente con cerros islas más bajos
Elaboración propia



Vista desde el observatorio hacia el oriente con cerros más altos
Elaboración propia

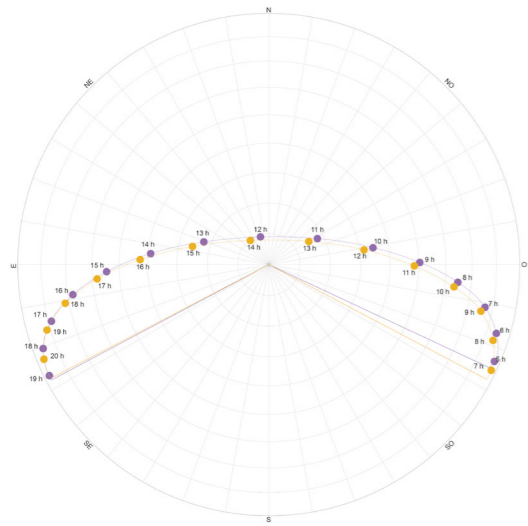
Paisaje estelar

Debido a que la posición de los astros cambia según el factor temporal, se recopilaron algunos de los datos más representativos para el entendimiento del paisaje estelar que se puede observar

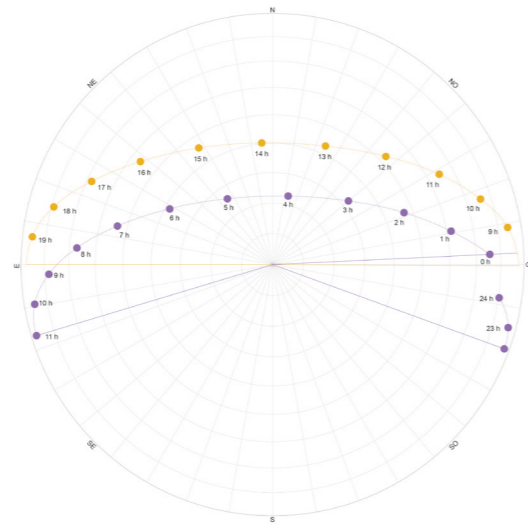
desde el cerro La Silla. Se examinaron los movimientos de los astros principales, Sol y Luna, además de estrellas y constelaciones en fechas de solsticios y equinoccios.

También se generaron mapas de la Vía Láctea cada una hora con el fin de comprender el movimiento que realiza en un día. En este caso se utilizó como referencia el Solsticio de Invierno debido

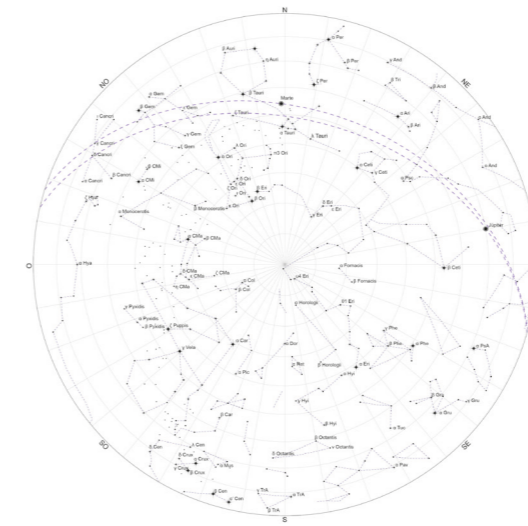
a que se trata de la noche más larga, sin embargo, se pueden obtener fechas y posiciones exactas de la galaxia según los requerimientos temporales que exija el proyecto en su proceso de diseño.



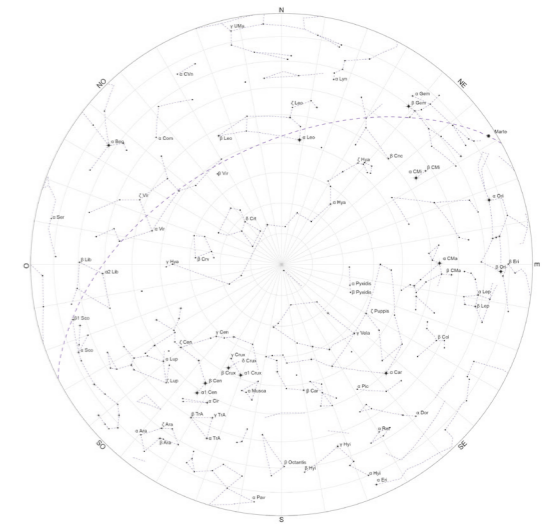
Carta solar y lunar durante Solsticio de Verano a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Sun Surveyor



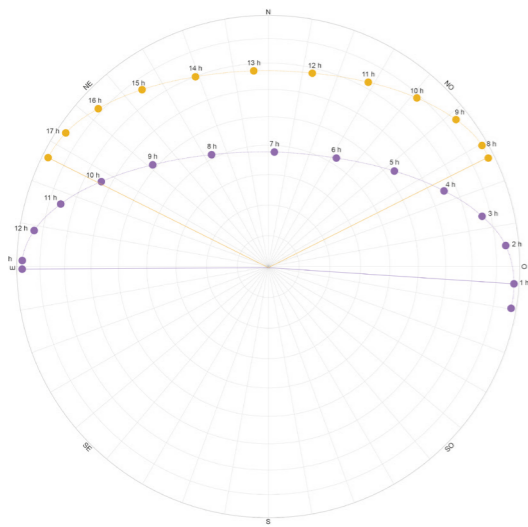
Carta solar y lunar durante Equinoccio de Otoño a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Sun Surveyor



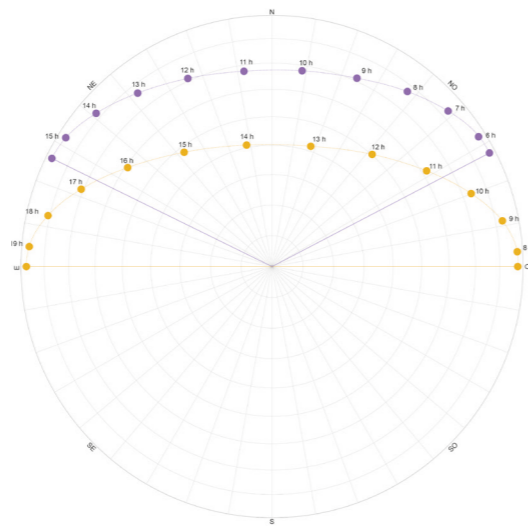
Carta estelar durante Solsticio de Verano a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Stellarium



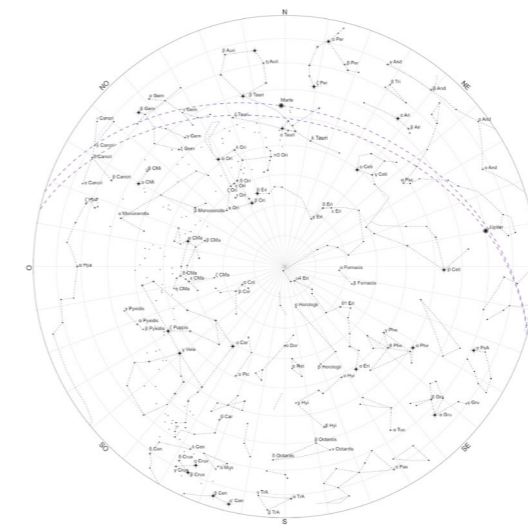
Carta estelar durante Equinoccio de Otoño a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Stellarium



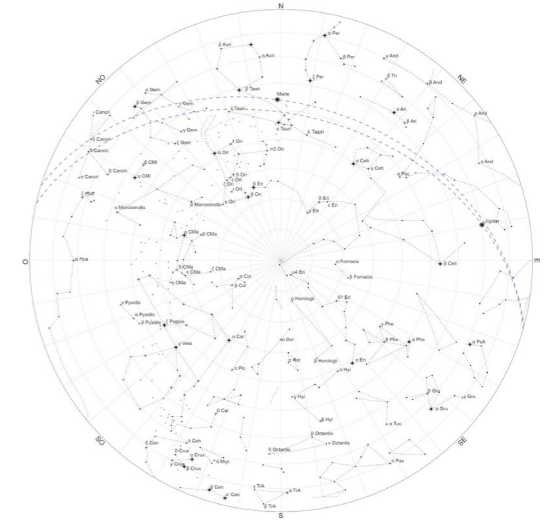
Carta solar y lunar durante Solsticio de Invierno a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Sun Surveyor



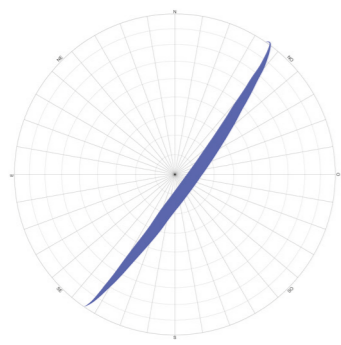
Carta solar y lunar durante Equinoccio de Primavera a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Sun Surveyor



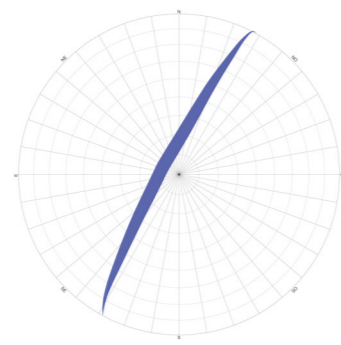
Carta estelar durante Solsticio de Invierno a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Stellarium



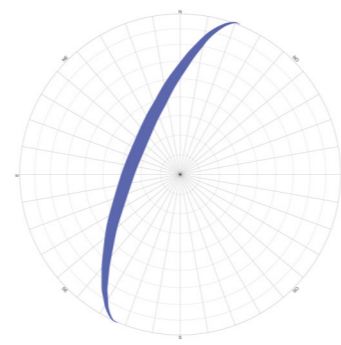
Carta estelar durante Equinoccio de Primavera a las 00:00 hrs
Elaboración propia a partir de Stellarium



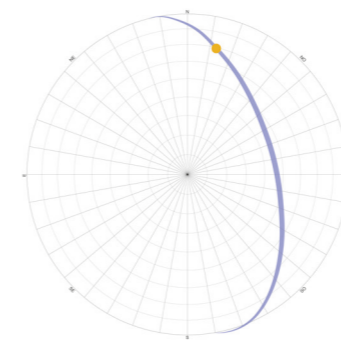
00:00 hrs



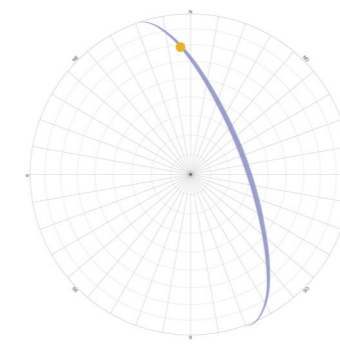
01:00 hrs



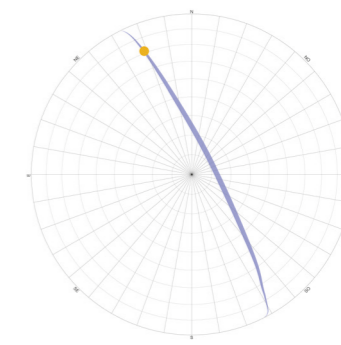
02:00 hrs



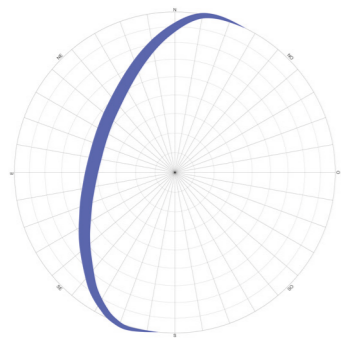
12:00 hrs



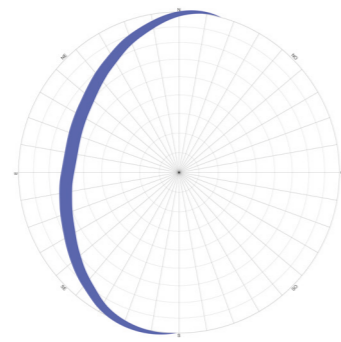
13:00 hrs



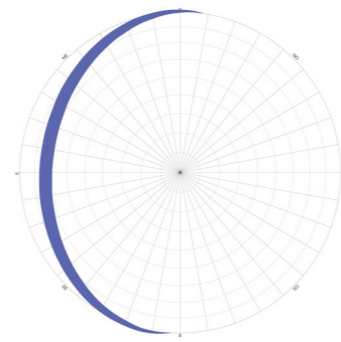
14:00 hrs



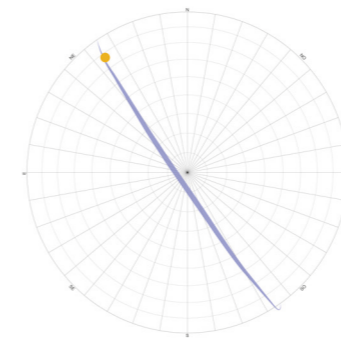
03:00 hrs



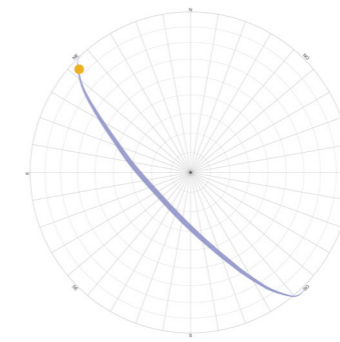
04:00 hrs



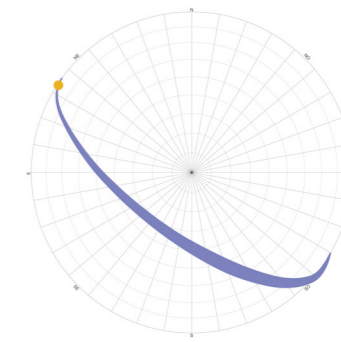
05:00 hrs



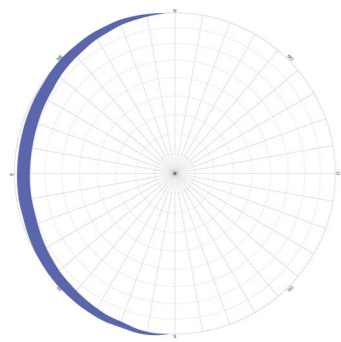
15:00 hrs



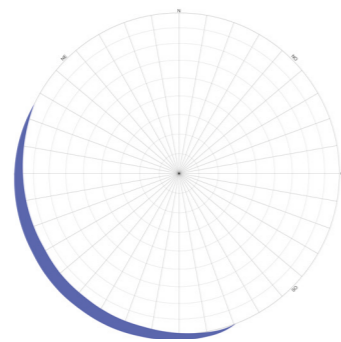
16:00 hrs



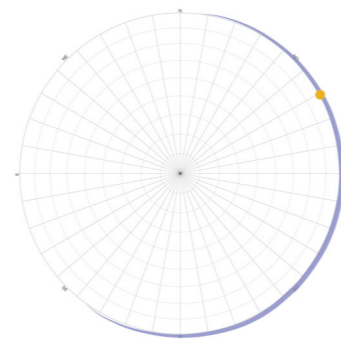
17:00 hrs



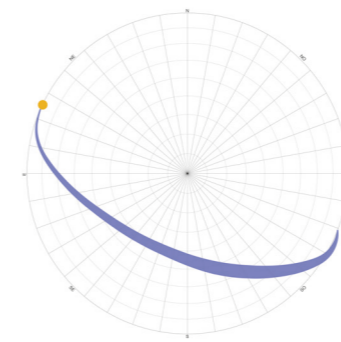
06:00 hrs



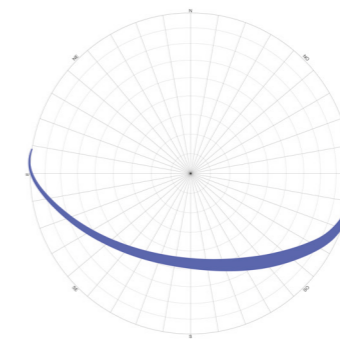
07:00 hrs



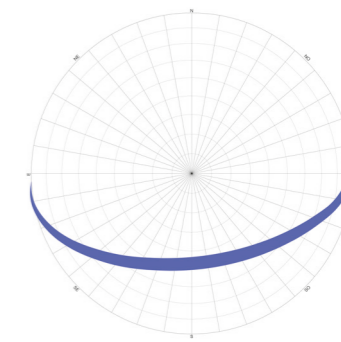
08:00 hrs



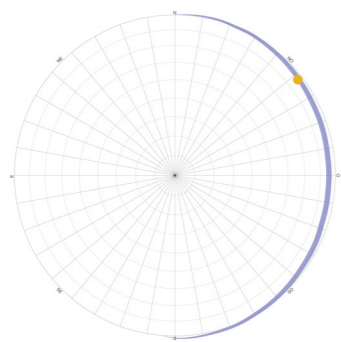
18:00 hrs



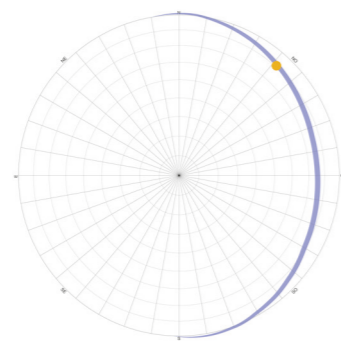
19:00 hrs



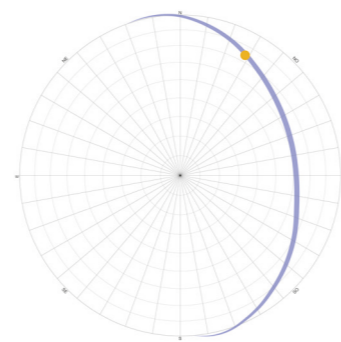
20:00 hrs



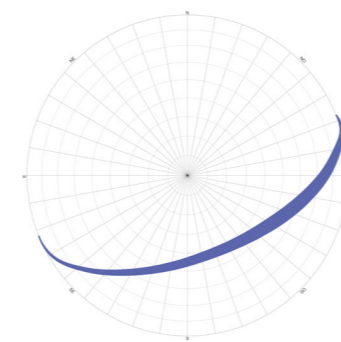
09:00 hrs



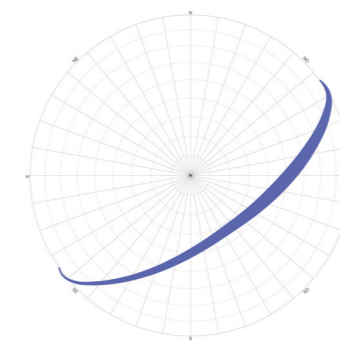
10:00 hrs



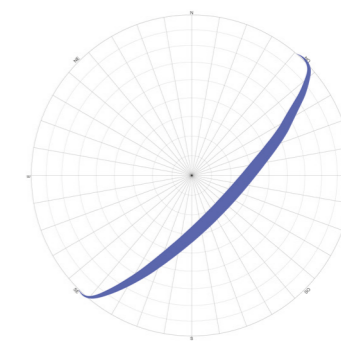
11:00 hrs



21:00 hrs



22:00 hrs



23:00 hrs

Posición de la Vía Láctea cada una hora durante Solsticio de Invierno
Elaboración propia a partir de Sun Surveyor

5. PROPUESTA

Escuela Natural de Observación Astronómica
La Silla: Un viaje a través del Universo

Ascender al desierto

Explorar el Universo en el lugar

Indagar en el conocimiento astronómico

Masterplan - Propuesta programática

Plano general

Modelo de Gestión

Referentes



Collage propuesta en cerro La Silla
Elaboración propia

Escuela Natural de Observación Astronómica La Silla: Un viaje a través del Universo

El Universo hasta aquí estudiado se configura dentro de una relación espacio-temporal, que no se mueve en una línea recta hacia adelante, sino que se presenta como un todo que abarca pasado, presente y futuro, en posiciones y disposiciones espaciales diversas. Por un lado, observar las estrellas ha permitido al ser humano conocer y estudiar el pasado, el origen de las cosas. Todo esto gracias a la luz que viaja por el espacio, llegando años más tarde a la Tierra, desde donde el ojo recién la percibe. Por otro lado, cuando se trata de educar a los niños, se está configurando un futuro.

Pero ¿Cómo lograr que esa educación sea realmente significativa? ¿Qué puede hacer la arquitectura al respecto? La respuesta está en la **experiencia de estar y recorrer el lugar**. Entonces, volviendo a la pregunta inicial ¿Cómo a través de un proyecto de arquitectura generar una experiencia de aprendizaje situado que vincule la observación directa del Universo con la población local escolar y general en el Observatorio La Silla?

Así como Carl Sagan buscó educar y acercar el conocimiento astronómico al común de las personas a través de un viaje por el Cosmos, el proyecto propone una idea similar. Se trata de generar un relato mediante episodios en los cuales la arquitectura enmarca paisajes y crea nuevos espacios, articulando situaciones de aprendizaje didáctico. De esta manera, se busca acercar progresivamente al ser humano con el conocimiento del Universo a través de un **viaje de exploración hacia distintas direcciones espacio-temporales**, pasando por etapas, pasadas, presentes y futuras que surgen a medida que se recorre el lugar.

Por último, dado que el proyecto busca vincular a la población local, tanto escolar como general, con el conocimiento científico y el paisaje local, sus usuarios son visitantes comunes, docentes y estudiantes de la zona, además de astrónomos e ingenieros del observatorio.

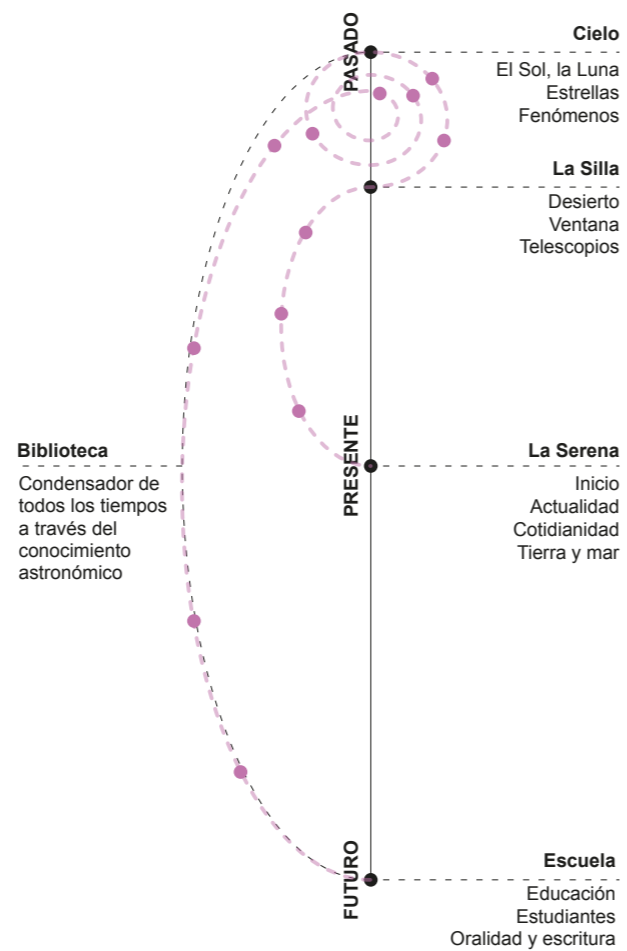
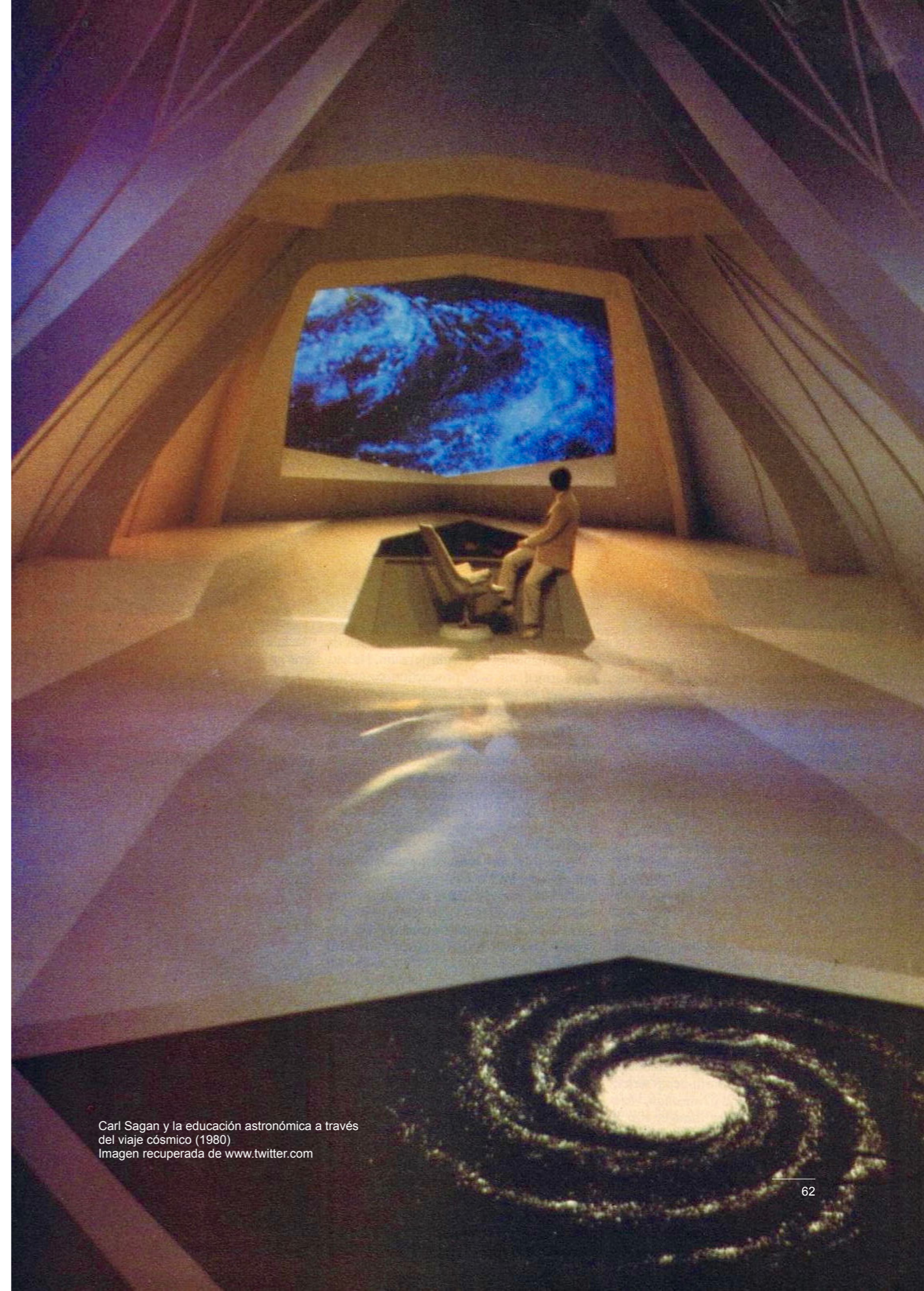
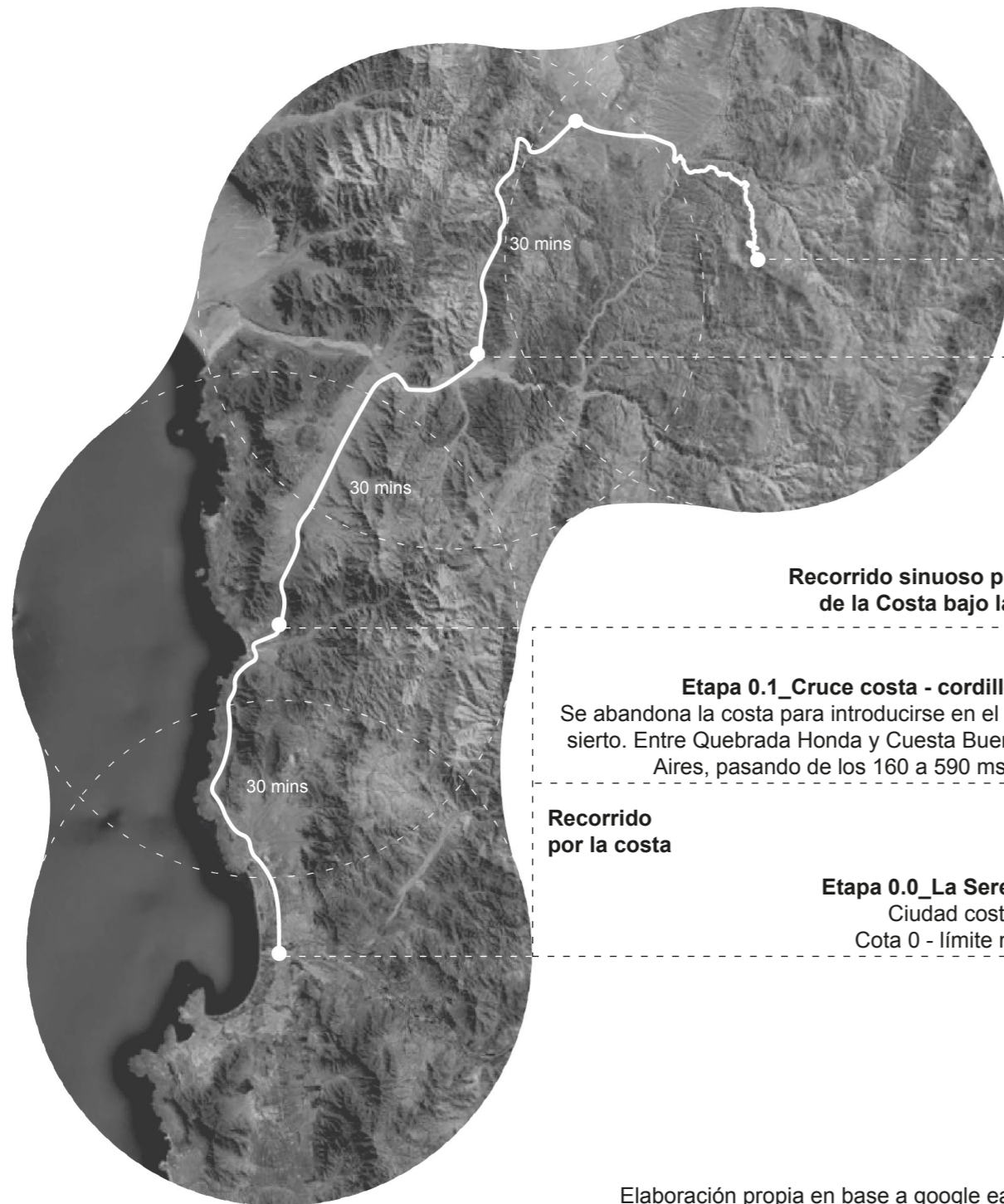


Diagrama conceptual de proyecto
Elaboración propia



Carl Sagan y la educación astronómica a través del viaje cósmico (1980)
Imagen recuperada de www.twitter.com

Ascender al desierto

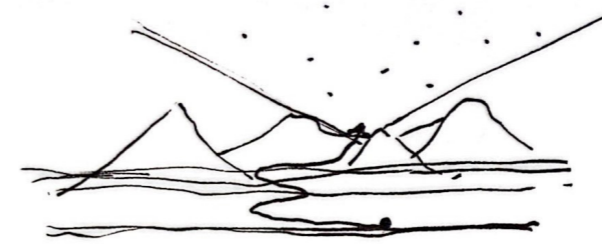


Etapa 0.1_Cruce costa - cordillera
Se abandona la costa para introducirse en el desierto. Entre Quebrada Honda y Cuesta Buenos Aires, pasando de los 160 a 590 msnm

Recorrido por la costa

Etapa 0.0_La Serena
Ciudad costera
Cota 0 - límite mar

Recorrido sinuoso por la cordillera de la Costa bajo la Camanchaca

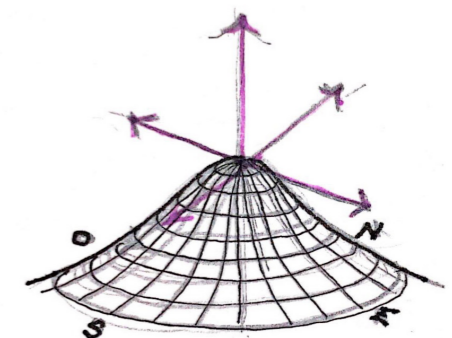
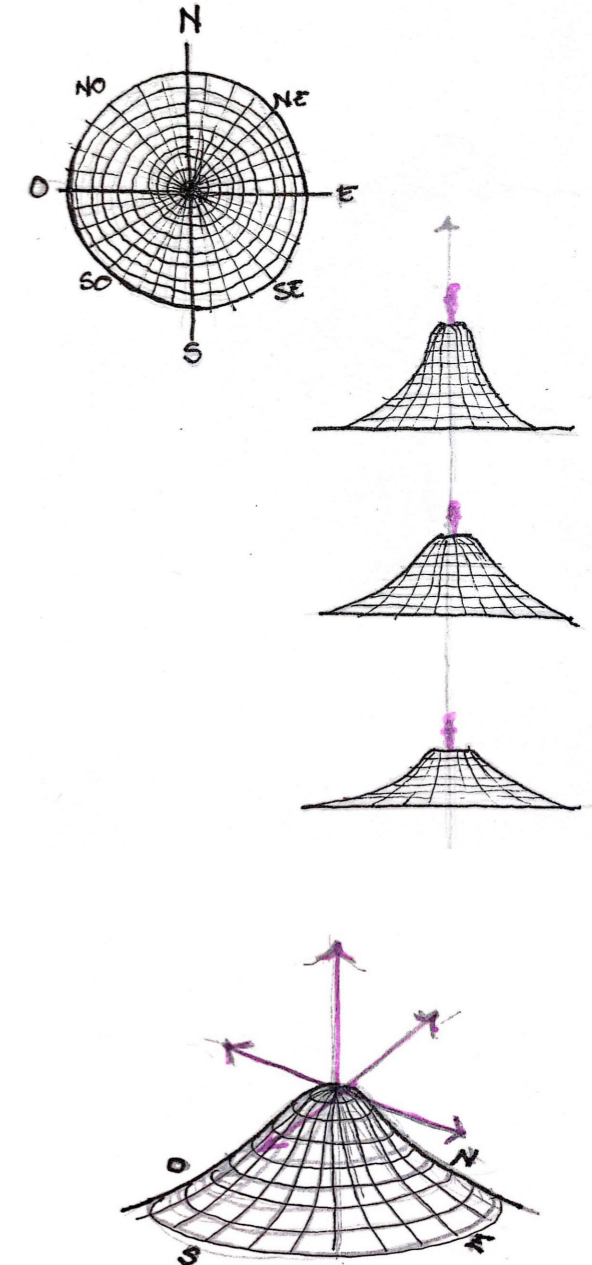


Etapa 0.3_Ventana al Universo
Aproximación hacia el cerro La Silla por subidas sinuosas, pasando desde los 1100 a 2200 msnm

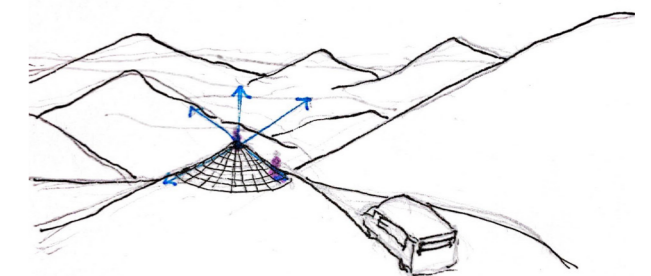
Recorrido en subida hacia cerro La Silla

Etapa 0.2_Cruce camanchaca
Se cruza simultáneamente la cordillera de la Costa y la Camanchaca, adentrándose en el desierto de Atacama. Límite regiones de Atacama y Coquimbo, pasando desde los 400 a los 1100 msnm

Elaboración propia en base a google earth



ETAPA 0_Viaje desde La Serena hacia La Silla
La Serena es el punto de partida. De alguna manera, el presente de los niños, su cotidiano. En una mañana típica de la zona con la ciudad cubierta de la neblina que junta mar y cordillera, los niños suben al bus para comenzar el viaje de ascenso al desierto. A medida que se recorren los 156km se van presentando distintos episodios del paisaje en los cuales aparecen hitos de observación. Estos elementos de orientación establecen pausas para ascender y observar el entorno. La progresión de altura a lo largo del trayecto va introduciendo al habitante a la experiencia de acercarse al Universo.



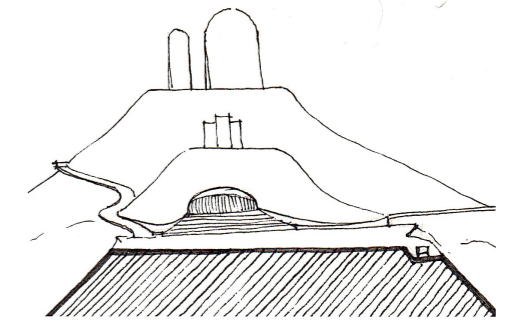
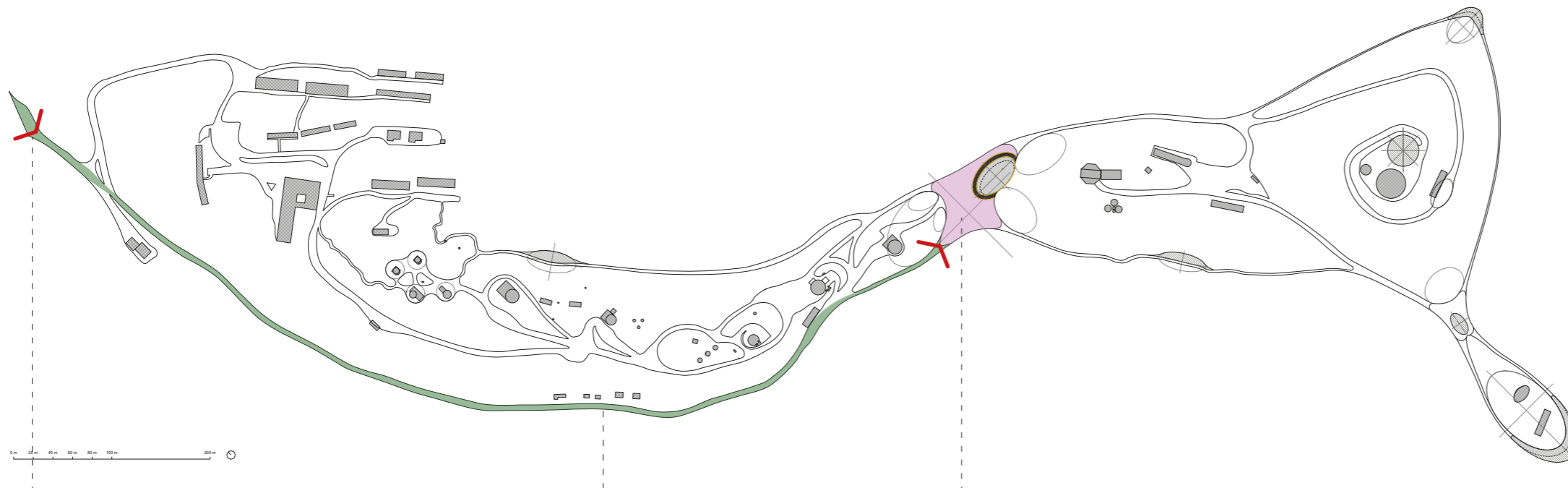
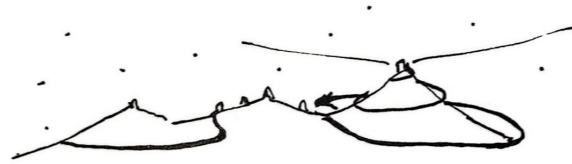
Croquis y esquemas
Elaboración propia

Explorar el Universo en el lugar

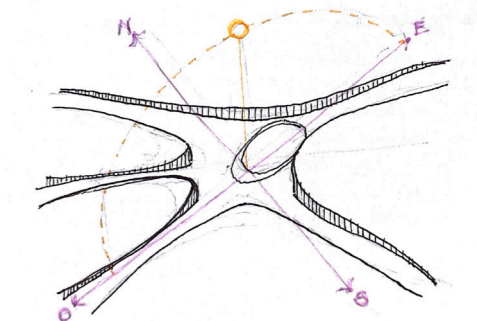
ETAPA 1_Aproximación y llegada a La Silla

El acceso al observatorio se da por el lado poniente, donde, en un principio se cubre el entorno próximo, situando a los usuarios en su contexto mayor. Luego, el siguiente tramo revela ambos escenarios, para finalizar con el recibimiento de la escuela a través de una plaza que de alguna manera dice algo. Esta orienta y hace evidente a los astros principales, el Sol y la Luna, los más cercanos.

En este punto, el habitante está en la superficie de la Tierra, sobre las nubes, un poco más cerca del cielo y del pasado.



Aproximación a plaza central



Tensión oriente-poniente y movimiento de astros sobre plaza. Salidas, entradas y cenits de Sol y Luna.

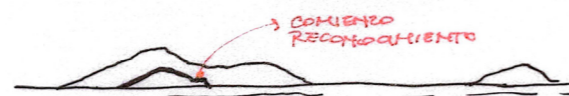
Acceso a observatorio

De fondo el desierto cubierto por cerros islas que sobresalen de la camanchaca



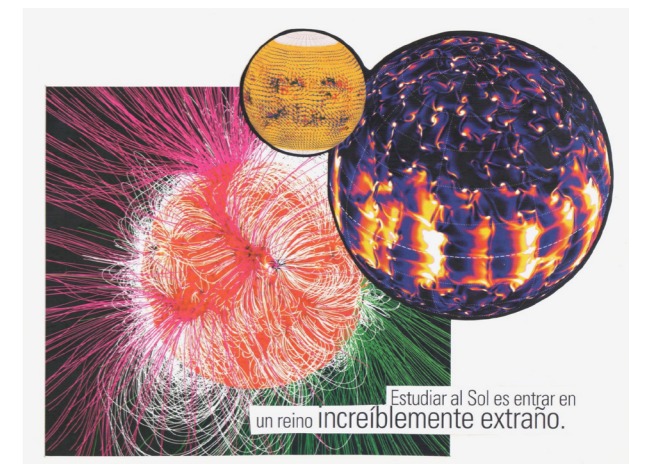
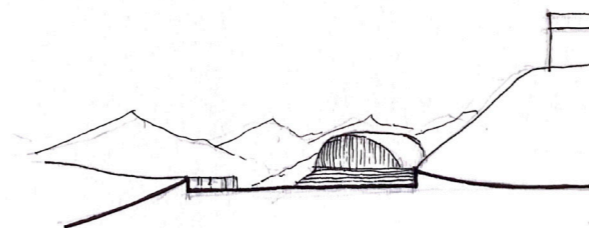
Reconocimiento del lugar

Aparecen los telescopios sobre el cerro



Recibimiento de la escuela

La variación de los niveles en el suelo introduce al corazón de la escuela, recibiendo e invitando a las personas a la explorar el Universo en el lugar

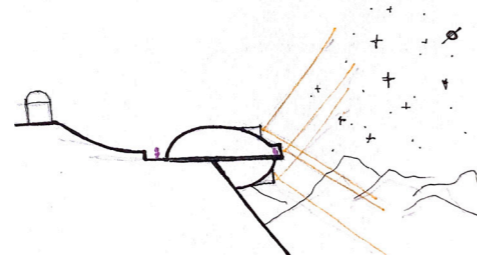


Planos, croquis, esquemas y collage
Elaboración propia

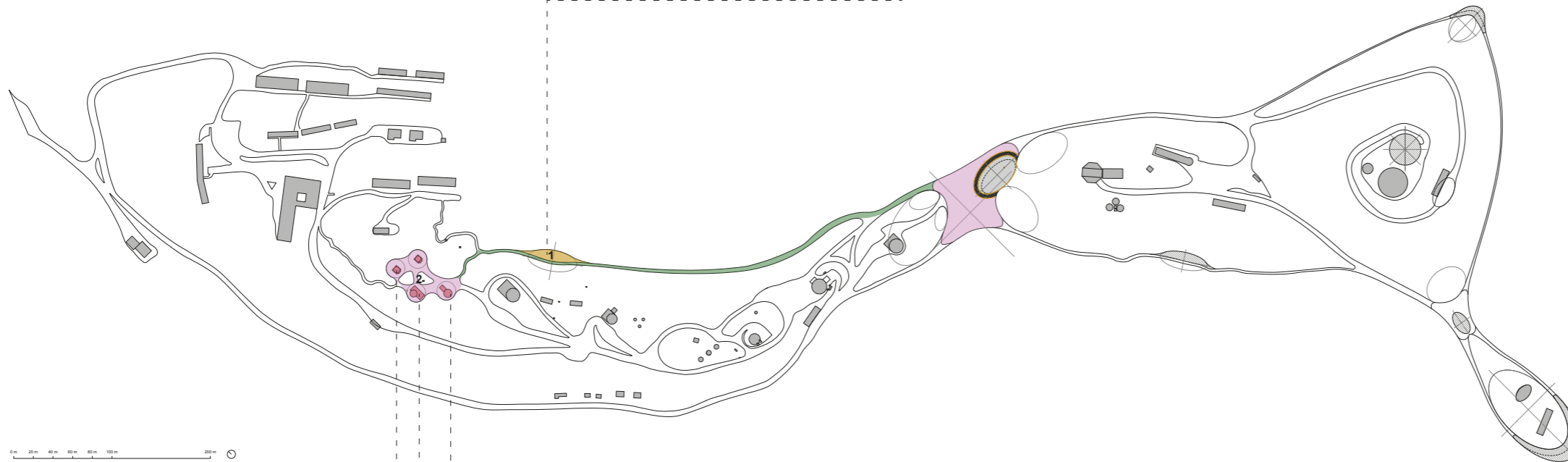
Explorar el Universo en el lugar

ETAPA 2.1_Aprendizaje en el Aula

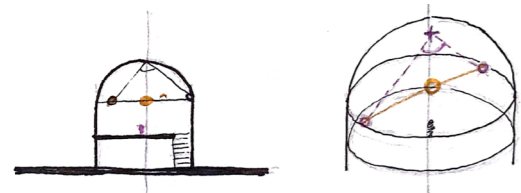
Por el camino Norte de la plaza, los estudiantes se dirigen al refugio para dejar sus cosas e ir a conocer las aulas. Estas últimas son telescopios de los años 70 remodelados como salas de clases, las cuales utilizan la cúpula como pantalla didáctica para mostrar representaciones del Universo que en la realidad son invisibles al ojo humano. Los niños recostados se encuentran en una etapa introductoria, la cual los orienta y prepara para la experiencia de conocer el Universo lejano.



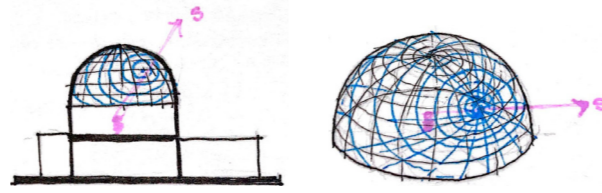
Refugio
Recoge luz del amanecer y establece miradores que sobresalen del cuerpo principal, aterrazándose sobre el paisaje diurno y nocturno



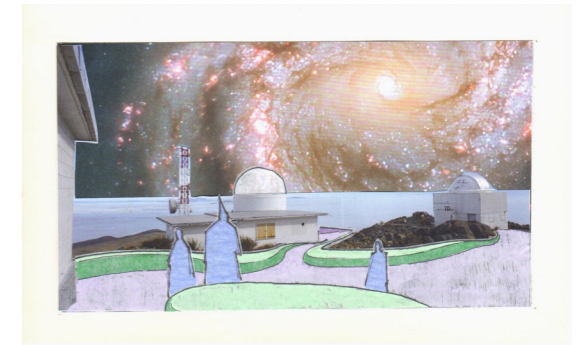
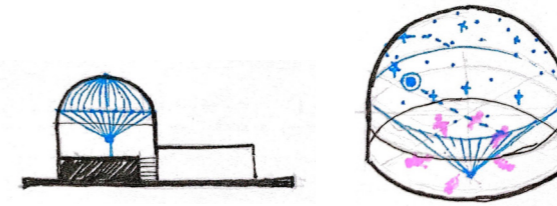
Reutilización telescopio ESO 0,5m
Cúpula como medidor de distancias entre estrellas



Restauración de cúpula telescopio Bochum
Brújula de la esfera celeste



Reutilización telescopio Holandés 0,9m
Proyección cupular de astros - Programa Stellarium



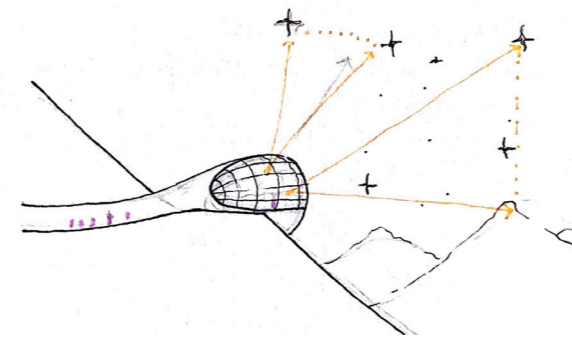
Planos, croquis, esquemas y collages
Elaboración propia

Explorar el Universo en el lugar

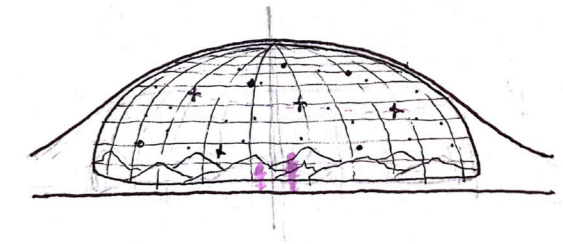
ETAPA 2.2_Aprendizaje en el Paisaje

Estudiantes, docentes y guías se reúnen en la plaza principal para dar inicio a la segunda etapa de aprendizaje. Media hora antes del atardecer, los usuarios se introducen por el camino Sur entre roqueríos, llegando a la primera pausa, desde donde podrán observar el momento en el que se atraviesa el Universo. El atardecer revela el encuentro entre luz y oscuridad. Aquí, los colores muestran la transición visual entre el paisaje terrestre y estelar. Aparece entonces el Universo del pasado -las estrellas- contactado con el presente -el movimiento de las estrellas-.

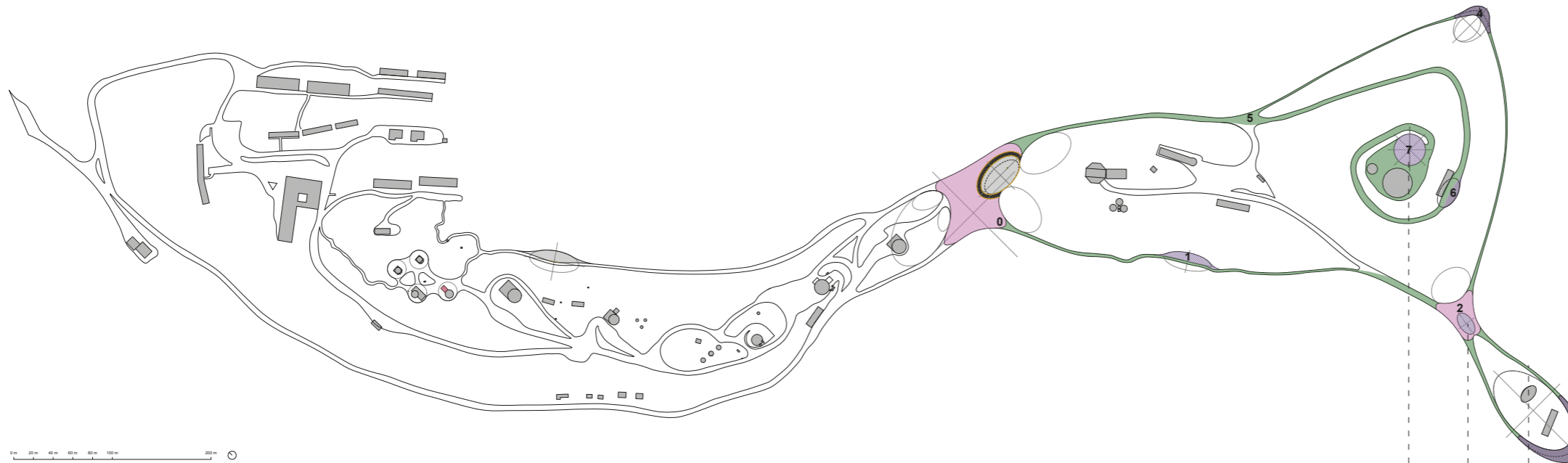
Ya insertos en la oscuridad, las personas continúan recorriendo en 360 grados el cerro. A medida que se avanza, surgen miradores exteriores e interiores que enmarcan el paisaje y sus atributos. Estos espacios entregan a las personas una contención y disposición adecuada para intensionar la observación hacia áreas específicas del cielo.



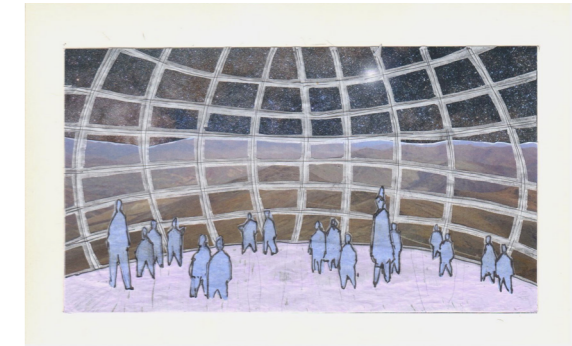
Miradores aterrizados y contenidos generan contraste con el recorrido



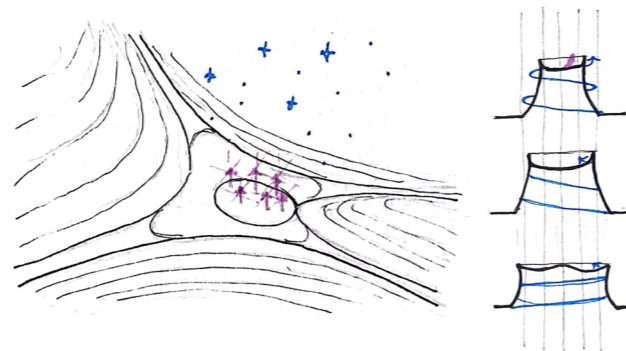
Grillas al interior como forma de entender trayectorias y posiciones de los astros y cerros



Miradores exteriores generan experiencias de ascenso y observación al rededor de estos elementos



Variación en las formas de enmarcar el paisaje terrestre y estelar a través de aperturas en el recorrido

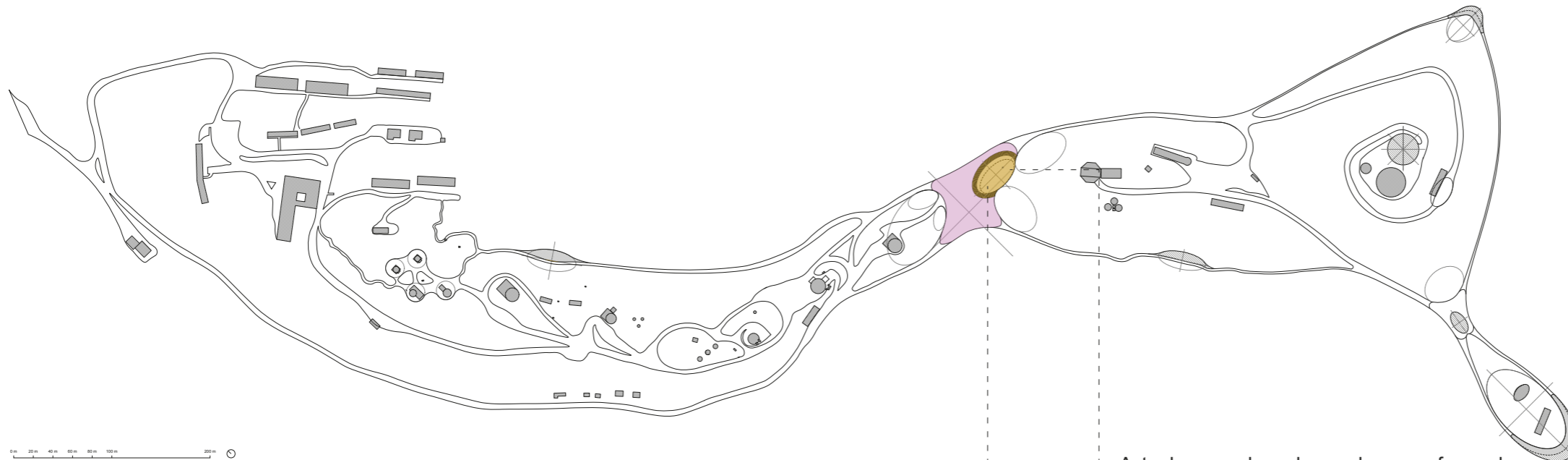
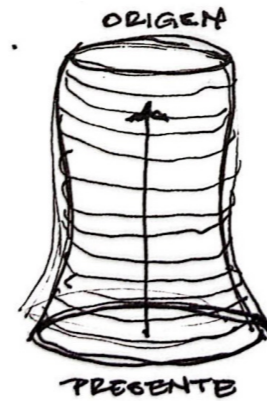


Planos, croquis, esquemas y collages
Elaboración propia

Indagar en el conocimiento astronómico

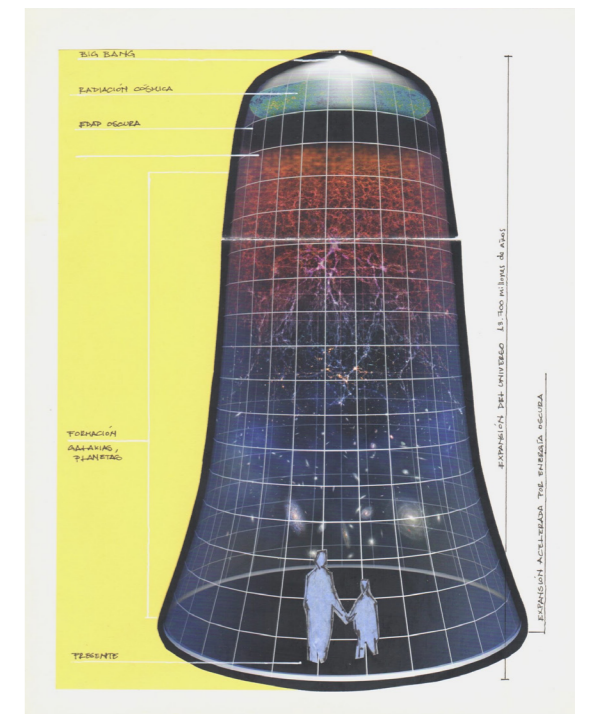
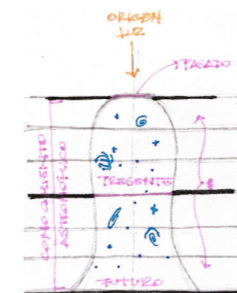
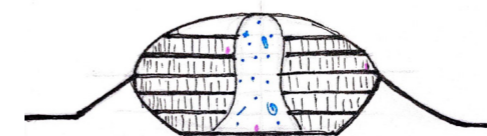
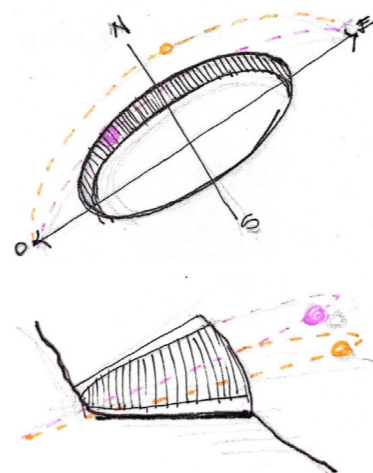
ETAPA 3_Biblioteca como contenedor del conocimiento acumulado sobre el Universo

La experiencia de exploración del Universo se sintetiza en la biblioteca. Al entrar desde el presente, un gran vacío condensa todos los tiempos del Universo a través del conocimiento astronómico. El libro como unidad de aprendizaje escrito rodea y se ordena según este espacio. Hacia arriba, la luz del origen acerca a los habitantes hacia el pasado, el archivo de ESO. Hacia abajo, el futuro se ve reflejado en la exposición que han preparado los estudiantes en base a lo aprendido durante la experiencia.



Tensión oriente poniente
Persecución de astros a través de la fachada

Acto de ascender y descender como forma de viajar en el tiempo a través del conocimiento sobre el Universo

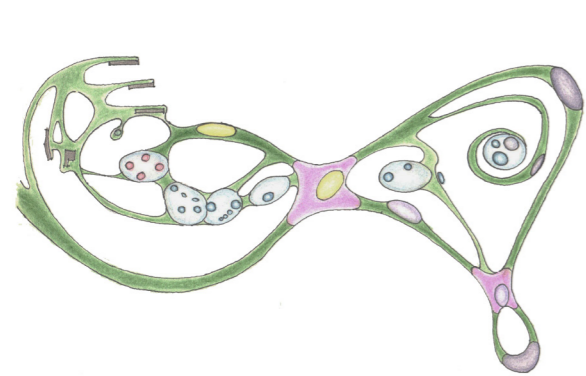
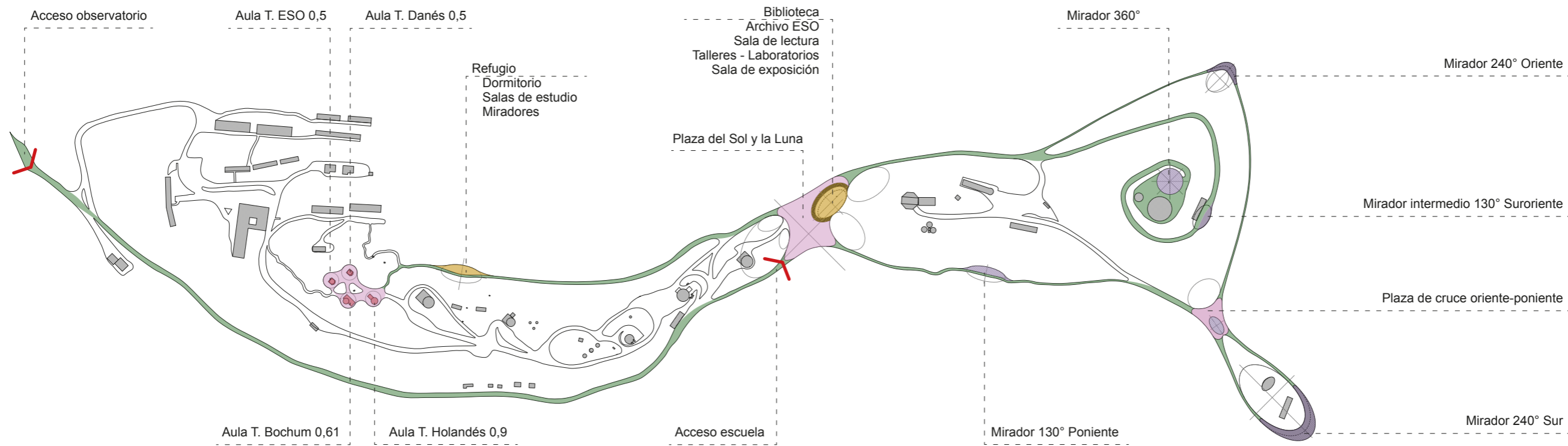


Plano, croquis, esquemas y collages
Elaboración propia

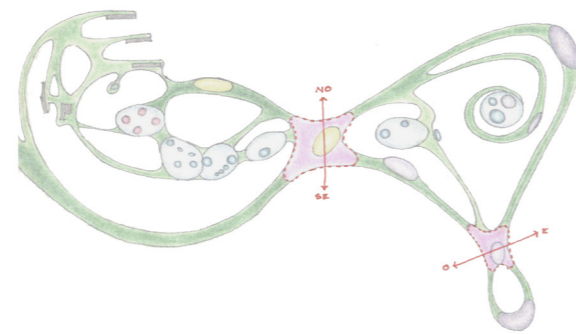
Masterplan - Propuesta programática

Dentro de los lineamientos generales del proyecto, se estableció la reutilización de telescopios dados de baja como nuevos espacios de aprendizaje. Además, se diseñan recorridos con miradores para vincular el aprendizaje en el aula con el paisaje real. Por último, se propone un nuevo espacio que actúa como condensador de la experiencia y el conocimiento astronómico a través de una biblioteca.

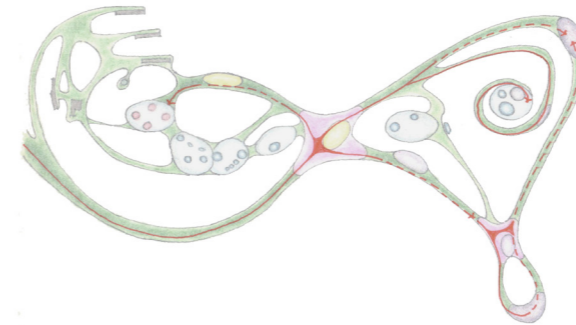
Masterplan y esquemas
Elaboración propia



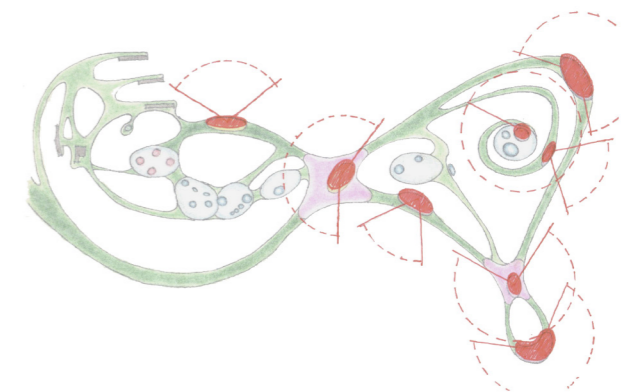
Propuesta general. Hacia la derecha del corazón, área privada científica y docente y hacia la izquierda, recorridos públicos por el paisaje.



Cruces lados oriente y poniente de cerro, regidos por los movimientos de astros principales y encuentros de luz y oscuridad. Se establecen como plazas articuladoras.

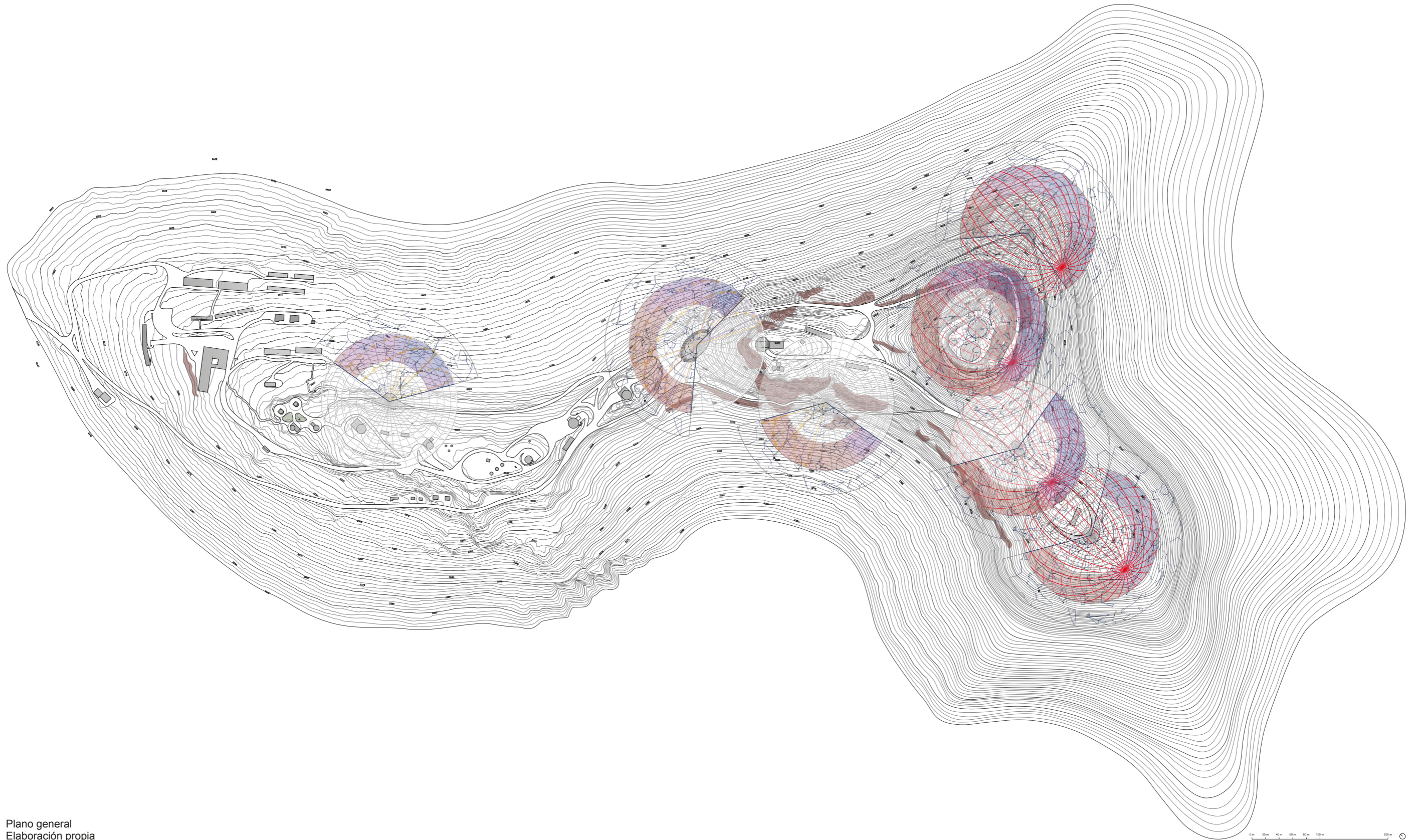


Utilización de recorridos existentes y proyección de nuevas conexiones que permiten exploración 360 del cerro.



Establecimiento de puntos relevantes de observación del Universo como contenedores de programas.

Plano general



Plano general
Elaboración propia



Modelo de Gestión

Debido a que el proyecto consta con un carácter educativo y de difusión sobre el conocimiento astronómico dirigido a la población de la región de Coquimbo, se propone una colaboración entre las principales entidades públicas y privadas, quienes siguen manteniendo el acuerdo del 10% de observación reservado para proyectos chilenos. Dentro de la primera, algunos entes que se relacionan son la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), el Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio y el Ministerio de Educación, además del Gobierno Regional de Coquimbo. En este sentido, se trata de un financiamiento conjunto entre fondos provenientes de estas entidades públicas y la European Southern Observatory.

La administración y mantenimiento queda enmarcada en los ministerios mencionados anteriormente, en conjunto con las municipalidades de La Higuera y La Serena, las cuales también colaboran en la gestión de la Escuela Natural de Observación Astronómica de La Silla. De esta manera, se espera que el trabajo en conjunto potencie la realización de programas, eventos, salidas escolares y otras actividades asociadas con la difusión del conocimiento astronómico en Chile.



Esquema Modelo de Gestión
Elaboración propia

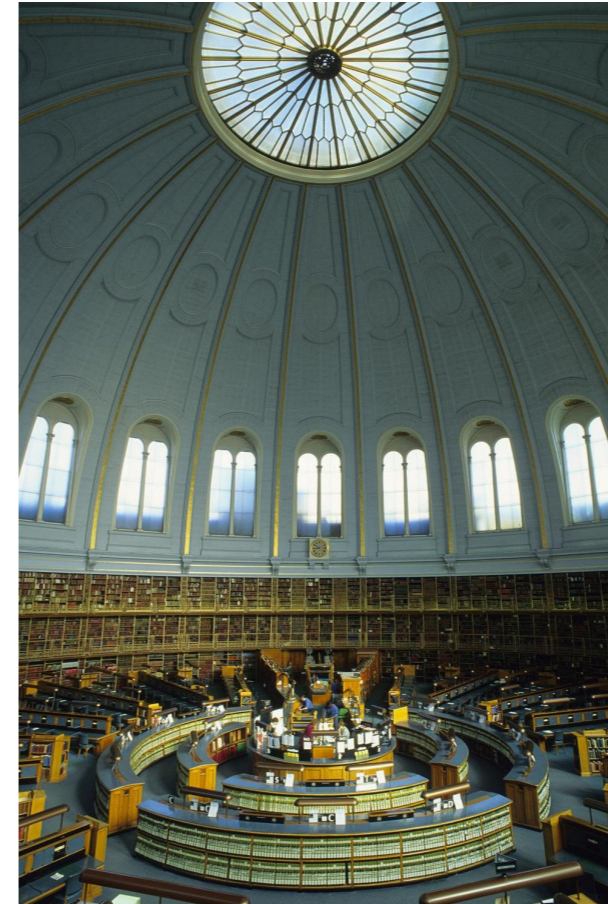
Referentes arquitectónicos



Recorrido interior Casa Orgánica,
Javier Senosiain (1984)
Recuperado de www.slowkind.com



Fjordenhus,
Studio Olafur Eliasson + Sebastian Behmann (2018)
Recuperado de www.archdaily.cl



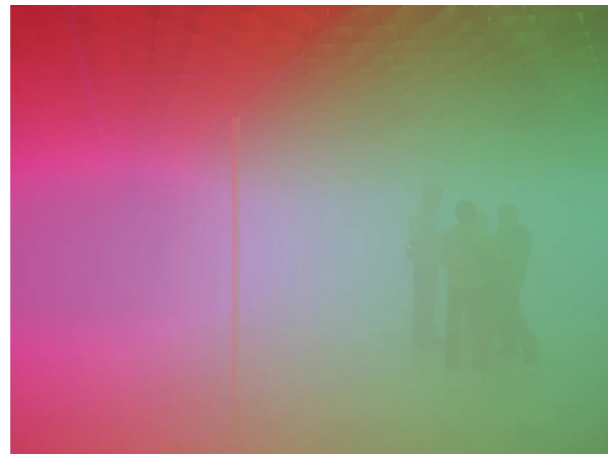
Sala de lectura Museo Británico de Londres,
Robert Smirke (1823-1847)
Recuperado de www.trabalibros.com



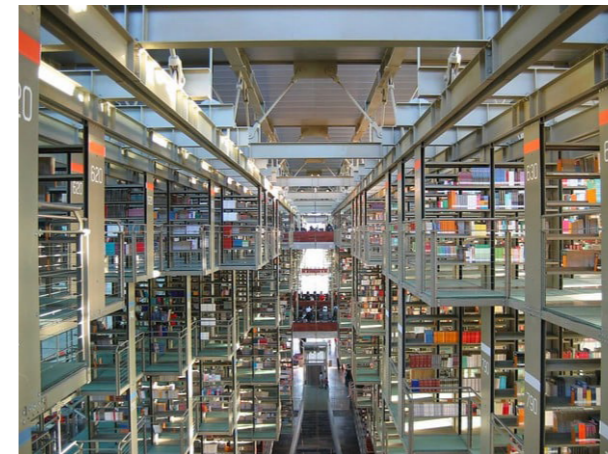
Restauración de Biblioteca Nacional de Francia,
Bruno Gaudin y Virginie Brégal (2022)
Recuperado de www.metalocus.es



Casita de juegos,
Javier Senosiain (s/f)
Recuperado de www.instagram.com/javiersenosiaina



Your atmospheric colour atlas,
Olafur Eliasson, 2009
Recuperado de www.olafureliasson.net



Biblioteca Vasconcelos,
Taller de Arquitectura X / Alberto Kalach (2007)
Recuperado de www.reporteindigo.com/



Hotel de ESO en Cerro Paranal,
Auer + Weber + Assozierte (2002)
Recuperado de www.photo.lollike.d

Referencias bibliográficas

Citada

Astroturismo Chile. (2016). *Hoja de Ruta para el Astroturismo en Chile 2016-2025*. <http://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Hoja-de-Ruta-Resumen.pdf>

BID (2012) *Aprendizaje en las escuelas del siglo XXI. Hacia la construcción de escuelas que promueven el aprendizaje, ofrecen seguridad y protegen el medio ambiente*

Castro Tirado, M. Á. (2019). *El observatorio astronómico un diálogo entre ciencia y arquitectura* [Universidad de Málaga]. https://www.uma.es/doctorado-imee/navegador_de_ficheros/REPOSITARIO-PD-IMEE/descargar/_Castro%20Tirado,%20M.%20A.%20-%20El%20observatorio%20astronomico.pdf

Días Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw-Hill Interamericana.

European Southern Observatory ESO. (s/f). *La Silla Observatory: Telescopios e Instrumentos*. Eso.org. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de <https://www.eso.org/public/chile/teles-instr/lasilla/>

EXPLORA. Programa Nacional de Divulgación y Valoración de la Ciencia y la Tecnología. (2016). *La nueva forma de enseñar ciencia en las escuelas*. Conicyt.cl. <https://www.conicyt.cl/explora/la-nueva-forma-de-ensenar-ciencia-en-las-escuelas/>

Farías, R. (2013). Cielos del norte de Chile: El valor de lo oscuro. *Revista PAT*, 30–39

Goethe, J. W. (1999). *Teoría de los Colores*. Murcia: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos De Murcia.

Ianiszewski J. (1992). Guía a los Cielos Australes. DOLMEN

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (1997). *Neurociencia*. Prentice Hall.

Ministerio de Educación. (2016). *Criterios de diseño para los nuevos espacios educativos*. En el marco del fortalecimiento de la educación pública.

Montoya, C. A. (2021). *Luz y color para una arquitectura al servicio de la salud: Lineamientos para el diseño de atmósferas arquitectónicas en centros oncológicos infantiles*. Universidad de Chile.

Montes, C. (2019, julio 22). La Silla, el observatorio donde empezó todo. *La Tercera*. <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/la-silla-observatorio-donde-empezo/745118/>

PAR Explora. (2019). *Explorando el Cielo del Norte de Chile: Guía para la indagación astronómica escolar*. https://www.explora.cl/coquimbo/wp-content/uploads/sites/6/2019/04/Gu%C3%A-DA-Astronom%C3%ADa-Comprimido_.pdf

Ponce, M. (2018). *Cielos de Chile: Desde la Tierra al Universo*. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/Cielos_2018_Chilean_Skies.pdf

Real Academia de la lengua Española: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.6 en línea]. <<https://dle.rae.es>> Recuperado el 28 de marzo de 2023

Ruiz, M. T. (2017). *Hijos de las Estrellas: Un Maravilloso Recorrido sobre los Orígenes del Universo y del Ser Humano*. Debate.

Sagan, C. (1982). *Cosmos*. Editorial Planeta.

Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Revista Electrónica Sineética*, 24(febrero-julio, 2004), 30–39.

Consultada

Carrasco, V. (2021). *Paisajes Estelares, Planetario Regional de Coquimbo*. Universidad de Chile.

Faba, B. (2022). *Yakana. Centro de Interpretación y Difusión Observatorio La Silla*. Universidad de Chile.

Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Association for Science Education.

Ibañez, A., Huneeus, M., Benítez, A., Nicolaidis, A. (2021). Paisajes de aprendizaje. Enseñar a cuidar desde el juego y la naturaleza.

Turismo Astronómico. (s/f). *Observatorio la Silla*. Turismoastronomico.cl. Recuperado el 10 de mayo de 2023, de <https://www.turismoastronomico.cl/observatorio-la-silla.html>

Troytiño, I. (2022, junio 21). ¿Qué diferencia hay entre los solsticios y los equinoccios?. *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/ciencia/20220621/8353851/que-diferencia-hay-solsticios-equinoccios.html>

Veloso, J. V. (2022, agosto 20). La Camanchaca: la gran fuente de humedad del Desierto de Atacama. *Meteored.cl*. <https://www.meteored.cl/noticias/ciencia/la-camanchaca-la-gran-fuente-humedad-del-desierto-de-atacama.html>

Vicuña, C. (2020). *Minga del cielo oscuro*. AECID. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Catálogo general de publicaciones oficiales de la Administración General del Estado. https://ccesantiago.cl/wp/wp-content/uploads/2021/06/Libro_Minga%E2%80%9494digital.pdf

Zubelzu Mínguez, S. & Allende Álvarez, F. (2015). *El concepto de paisaje y sus elementos constituyentes: requisitos para la adecuada gestión del recurso y adaptación de los instrumentos legales en España*. *Revista Colombiana de geo*, 24(junio 2015), 92–44.

Zumthor, P. (2004). *Pensar la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.

