

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO

ALUMNA: Valeria Medina D.  
PROFESOR GUÍA: Pablo Gil Dib  
Proceso de Titulación 2009



## Índice

<b>1.0 Motivaciones</b>	<b>03</b>
1.1 Acercamiento al Tema	07
<b>2.0 Tema</b>	<b>11</b>
2.1 El Hombre y el Cosmos	13
2.2 Avances Astronómicos del Siglo XX: Chile: II Región de Antofagasta	25
2.3 Contaminación Lumínica: principal preocupación de la ciencia astronómica	33
Contaminación Lumínica: Situación en Chile	42
<b>3.0 Antecedentes: Turismo: oportunidad de crecimiento</b>	<b>47</b>
Actividad turística en el Mundo	49
El Turismo en Chile	50
II región de Antofagasta: Oportunidad Turística	53
Ruta Astronómica para la II Región de Antofagasta	55
<b>4.0 Territorio: Desierto de Atacama</b>	<b>61</b>
Antecedentes Geográficos	63
Antecedentes Históricos	64
Cosmovisión Andina	65
<b>5.0 Ideas de Proyecto</b>	<b>71</b>
5.1 En búsqueda de un sitio excepcional	77
5.2 Propuesta Conceptual	87
<b>6.0 Bibliografía y Anexos</b>	<b>101</b>



---

---

**Profesores asesores:**

Sofía Letelier P.

Martín Durán A.

Alejandro Estrada A.

**Agradecimientos:**

A mi familia, por su gran apoyo y cariño

A mi profesor guía, Pablo Gil, por su confianza y dedicación

A José, por la fortaleza que me da cada día.

---



“ Y yo, mínimo ser,  
ebrio del gran vacío constelado,  
a semejanza, a imagen del misterio,  
me sentí parte pura del abismo,  
rodé con las estrellas,  
mi corazón se desató en el viento”

Pablo Neruda, Poesía, Memorial de Isla Negra.

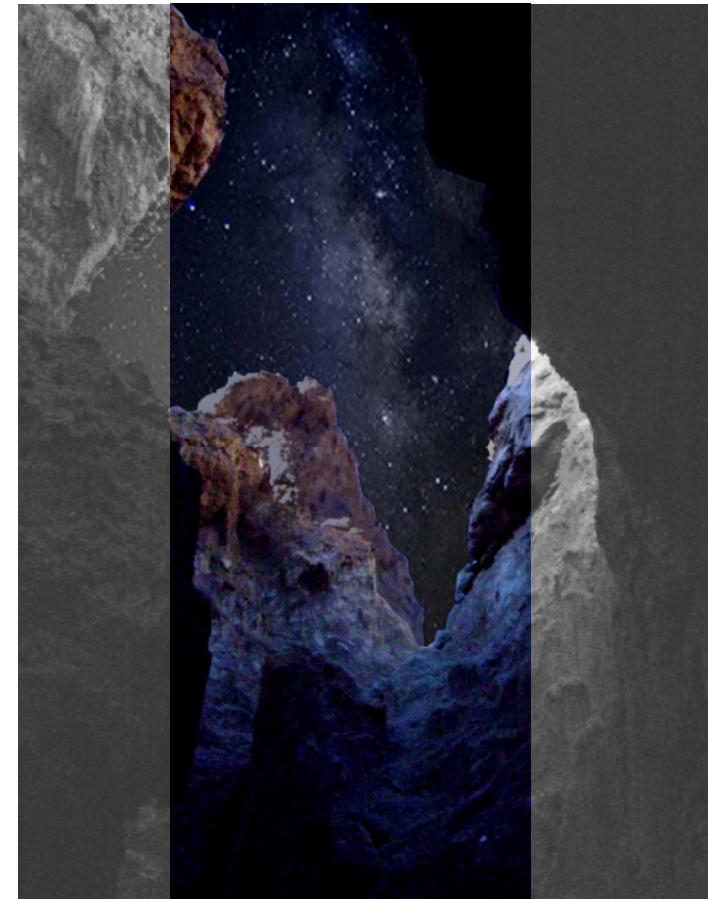




## Motivaciones

---

El proyecto se origina en el interés personal de poner en valor la inmensa riqueza del patrimonio natural que posee Chile en los despejados cielos de la II región de Antofagasta: 330 noches estrelladas al año y escasa humedad atmosférica es una condición **única y excepcional en el mundo** que permite realizar observaciones astronómicas privilegiadas. Situación que se ve amenazada por el ritmo de crecimiento acelerado del país y la contaminación lumínica que aumenta exponencialmente en nuestro territorio, circunstancia que afecta la labor científica astronómica y atenta contra el **derecho universal de observar las estrellas y un cielo limpio** (Declaración de la Palma, 20 de Abril del 2007). Conscientes de esta problemática y conscientes de que la visión de la luz de las estrellas ha sido y es una inspiración para toda la Humanidad, que su observación ha representado un elemento esencial en el desarrollo de todas las culturas y civilizaciones, y considerando que la contemplación del firmamento ha sustentado a lo largo de la historia muchos de los avances científicos, **la arquitectura puede jugar un rol fundamental en su valorización**, reconociendo un patrimonio natural que conceda una experiencia única al hombre moderno y lo vincule con la herencia cultural de sus antepasados: la observación del Cosmos.









Región de Antofagasta: potencialidades...

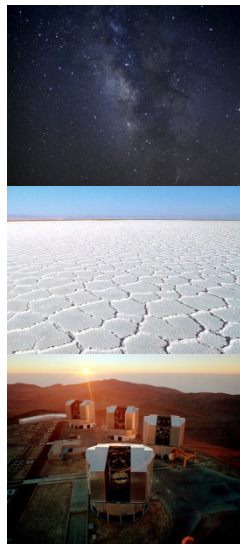
Patrimonio Natural  
cielos despejados + de 330 días del año



Condición Climática única en el mundo:  
Desierto más árido del planeta



Instalación de Radiobservatorios más grandes del mundo



Centro Astronómico a nivel Mundial



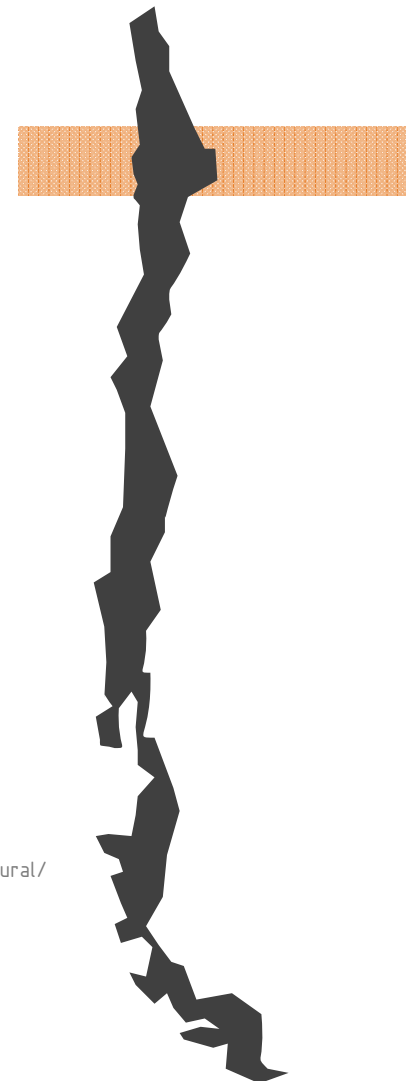
Científicos del mundo  
Aficionados al tema  
Público en general



Turismo Astronómico



- Demanda Turística: Abastecer /crecimiento nacional/  
Regular /para proteger riqueza natural-cultural/
- Interés que hay que educar: /difusión/  
/Potenciar/





### Acercamiento al Tema

---

Las ventajas contenidas en el territorio de la Segunda Región de Antofagasta: cielos inmensamente diáfanos, la dureza de un clima hostil al habitar humano y benévolo para la manifestación del firmamento dado en la aridez de su clima desértico, y el interés astronómico internacional de construir en esta privilegiado territorio las instalaciones astronómicas más avanzados del Siglo, componen en este vasto territorio una zona única en el mundo; **una reserva natural de oscuridad, silencio y estrellas** de riqueza inigualable.

El territorio de Atacama es actualmente destino mundial de una importante cantidad de astrónomos profesionales, semi-profesionales, aficionados, astrofotógrafos, amantes del cosmos y turistas nacionales e internacionales que en forma creciente cada año la visitan en busca de la claridad de sus cielos, de sus observatorios científicos y de su enorme riqueza etno y arqueo astronómica. Es debido a ello que el Gobierno de Chile a través de su Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) y la Dirección Regional de la Segunda Región ha visto en esta nueva realidad **una posibilidad de desarrollo turístico y una oportunidad para la consolidación de una vocación astronómica de un territorio** que se perfila como el más importante a nivel mundial<sup>1</sup>. Es así como SERNATUR se encuentra en el estudio y evaluación de distintos proyectos que intentan dar curso y potenciar la actividad turística naciente que genera y se generara a partir del quehacer astronómico, desde la implementación de hospedajes para astrónomos hasta la confección de una Ruta Astronómica, circuito territorial que busca estructurar un vasto territorio de riqueza natural y patrimonial.

Así, la **potencialidad turística de este territorio ofrece una oportunidad a la arquitectura** para generar proyectos que, además de responder con las necesidades evidentes de un proyecto de equipamiento turístico, **pueda invitar a su habitante a vivir una experiencia arraigada en la potencia de su paisaje** y disfrutar del esplendor de la naturaleza.



<sup>1</sup> "Levantamiento Preliminar de Recursos Turísticos Vinculados a la Ruta Astronómica para la II Región de Antofagasta", EUROCHILE (Fundación Empresarial Comunidad Europea-Chile), 2002

La potencialidad del territorio de la II Región de Antofagasta es el estado primigenio en el que el Cosmos se manifiesta de manera excepcional.

Por ello, el proyecto arquitectónico que se proponga para él debe fundarse en la adoración-preservación de esta potencialidad, aprovechando y disfrutando de su belleza inigualable, pero a su vez, tomando las medidas pertinentes para preservarlo para las futuras generaciones.

Al enfrentarnos al estudio del Cosmos <sup>2</sup>, también estamos enfrentando el estudio de nuestro propio origen. A lo largo de nuestra historia, la observación del firmamento ha sido parte importante de la cultura de nuestras civilizaciones; rigiendo, insinuando o modificando las decisiones que tomó el hombre. Es por ello que en esta investigación, se estudia la influencia que ejerció la bóveda celeste en nuestra historia como humanidad.

A su vez, en la condición de hombres modernos en la cual vivimos, el Cosmos también ha tensionado nuestra vista hacia él. La astronomía, ciencia que avanza en sus investigaciones a una velocidad impresionante, nos ha mostrado el lugar que ocupamos en el Universo: un pequeño punto en la inmensidad de lo inabarcable. Ser conscientes del pequeño fragmento de Universo que conformamos, nos ha mostrado nuevamente la superioridad de la naturaleza.

En este estudio, se presentarán las instalaciones astronómicas que ha fundado el hombre moderno en el territorio de Atacama, las inquietudes que las afectan, las problemáticas del desarrollo de su ciencia (como lo es la contaminación lumínica) y los descubrimientos que se esperan obtener del enigmático firmamento.

Para entender la estructura del territorio en el cual se intervendrá con el proyecto inspirado en el Cosmos, se deberá estudiar la actividad turística en un contexto general, para así entender las pautas claves del movimiento y la motivación del viajero que habitará en el proyecto propuesto. Así también, deberemos descubrir la riqueza natural del paisaje, el cual nos propondrá una manera de intervenirlo potenciando la belleza escénica de su naturaleza y la fortaleza de su territorio.

Y por último, se expondrá la idea proyectual que condujo el diseño arquitectónico hacia la propuesta de intervención en el territorio, la propuesta formal y funcional del proyecto.

2: ...Cosmos: vacío perpetuo sobre el cual el hombre se mide y se medirá siempre con lo inmedible, con lo absoluto e incomprensible. Un silencio sosegado que acompaña a la existencia y al habitar humano desde que el hombre es hombre...



“ ...Los mortales habitan en la medida en que reciben el cielo como cielo. Dejan al Sol y a la Luna seguir su viaje; a las estrellas su ruta; a las estaciones del año su bendición y su injuria; no hacen de la noche día ni del día una carrera sin reposo...”

Martin Heidegger, “Construir, habitar, Pensar”, conferencia El Hombre y el Espacio, 1954.

---

## 2.1 TEMA: EL HOMBRE Y EL COSMOS



### El Hombre y el Cosmos

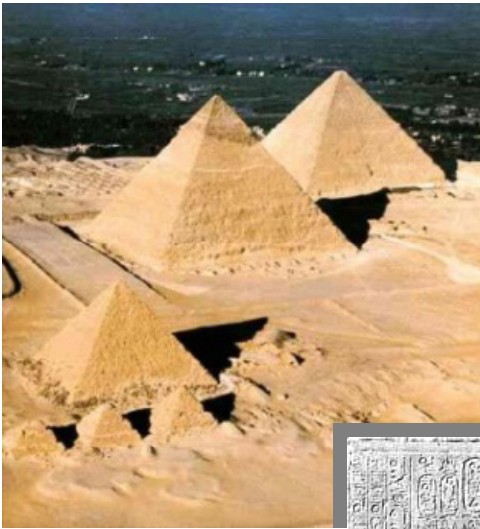
La observación de los astros nació casi al mismo tiempo que la humanidad. Los hombres primitivos se maravillaron con el espectáculo que ofrecía el firmamento y los fenómenos que allí se presentaban. Ante la imposibilidad de encontrarles una explicación, éstos se asociaron con la magia, buscando en el cielo la razón y la causa de los fenómenos sucedidos en la Tierra. Esto, junto con la superstición y el poder que daba el saber leer los destinos en las estrellas, dominarían las creencias humanas por muchos siglos. Los cuerpos celestes fueron asociados a Dioses, y sus movimientos a las vivencias de éstos. Así, erigir obras que tuvieran relación con los fenómenos astronómicos era generar un vínculo con el universo, y por ende, con el mundo sagrado atribuido.

Stonehenge es un ejemplo del vínculo entre la arquitectura y la astronomía que estableció el hombre primitivo, específicamente del sur de Inglaterra entre los años 3100 a 2900 A.C. En un comienzo, se creyó que era un santuario para adorar al sol. Recientemente se ha descubierto que además de poseer alineamientos con los eventos producidos por el sol y la luna, se podía, incluso, predecir eclipses. Stonehenge era más que un templo: un calculador astronómico sumamente preciso, que fue capaz de predecir fenómenos celestes cíclicos entre extensos periodos de tiempo. Fue erigido a 51º de latitud norte y se tuvo en cuenta el hecho de que el ángulo existente entre el punto de salida del Sol en el solsticio de verano y el punto más meridional de salida de la Luna es un ángulo recto. El círculo de piedras, que se dividía en 56 segmentos, podía utilizarse para determinar la posición de la Luna a lo largo del año y también para averiguar las fechas de los solsticios de verano e invierno.

Este monumento le dio al hombre del megalítico en Europa un calendario bastante seguro, requisito esencial para su asentamiento en comunidades organizadas agrícolas tras el último periodo glacial. Pero, aunque el hombre primitivo aprendió a servirse del firmamento para regular su vida, siguió adorando los astros, considerados como manifestación de poderosos dioses que lo controlaban todo.



Stonehenge, Wiltshire, Inglaterra.



Pirámide de Gizeh, El Cairo, Egipto.



Los egipcios observaron que las estrellas realizan un giro completo en poco más de 365 días. Además este ciclo de 365 días del Sol concuerda con el de las estaciones, y ya antes del 2500 A.C. los egipcios usaban un calendario basado en ese ciclo, por lo que cabe suponer que utilizaban la observación astronómica de manera sistemática desde el cuarto milenio A. C. El año civil egipcio tenía 12 meses de 30 días, más 5 días llamados epagómenos. La diferencia, pues, era de  $\frac{1}{4}$  de día respecto al año solar. No utilizaban años bisiestos: 120 años después se adelantaba un mes, de tal forma que 1456 años después el año civil y el astronómico volvían a coincidir de nuevo.

La orientación de templos y pirámides es otra prueba del tipo de conocimientos astronómicos de los egipcios: se construyeron pirámides como la de Gizeh, alineada con la estrella polar, con la que les era posible determinar el inicio de las estaciones usando para ello la posición de la sombra de la pirámide. También utilizaron las estrellas para guiar la navegación.

El legado de la astronomía egipcia llega hasta nuestros días bajo la forma del calendario.

Herodoto, en sus Historias dice: “los egipcios fueron los primeros de todos los hombres que descubrieron el año, y decían que lo hallaron a partir de los astros”. La astuta observación del movimiento estelar y planetario permitió a los egipcios la elaboración de dos calendarios, uno lunar y otro civil. El calendario Juliano y, más tarde, el Gregoriano – el que usamos actualmente –, no son más que una modificación del calendario civil egipcio.

**En Babilonia;** los movimientos del Sol y de la Luna sirvieron de base para perfeccionar su calendario. Solían designar como comienzo de cada mes el día siguiente a la luna nueva, cuando aparece el primer cuarto lunar. Al principio este día se determinaba mediante la observación, pero después los babilonios lograron calcularlo anticipadamente.

## El Hombre y el Cosmos

Las primeras actividades astronómicas que se conocen de esta cultura datan del siglo VIII a.C. Se conoce que midieron con precisión el mes y la revolución de los planetas.

La observación más antigua de un eclipse solar procede también de los Babilonios y se remonta al 15 de junio del 763 a.C. Calcularon la periodicidad de los eclipses, describiendo el ciclo de Saros, el cual aún se utiliza. Construyeron un calendario lunar y dividieron el día en 24 horas. Su legado incluye muchas de las descripciones y nombres de las constelaciones que hoy conocemos. Hacia el 400 a.C. comprobaron que los movimientos aparentes del Sol y la Luna de Oeste a Este alrededor del zodiaco no tienen una velocidad constante. Parece que estos cuerpos se mueven con velocidad creciente durante la primera mitad de cada revolución hasta un máximo absoluto y entonces su velocidad disminuye hasta el mínimo originario. Los babilonios intentaron representar este ciclo aritméticamente dando por ejemplo a la Luna una velocidad fija para su movimiento durante la mitad de su ciclo y una velocidad fija diferente para la otra mitad.

Perfeccionaron además el método matemático representando la velocidad de la Luna como un factor que aumenta linealmente del mínimo al máximo durante la mitad de su revolución y entonces desciende al mínimo al final del ciclo. Con estos cálculos los astrónomos babilonios podían predecir la luna nueva y el día en que comenzaría el nuevo mes. Como consecuencia, conocían las posiciones de la Luna y del Sol todos los días del mes. De forma parecida calculaban las posiciones planetarias, tanto en su movimiento hacia el Este como en su movimiento retrógrado. Los arqueólogos han desenterrado tablillas cuneiformes que muestran estos cálculos. Algunas de ellas, que tienen su origen en las ciudades de Babilonia y Uruk, a las orillas del río Éufrates, llevan el nombre de Naburiannu (hacia 491 a.C.) o Kidinnu (hacia 379 a.C.), astrólogos que debieron ser los inventores de los sistemas de cálculo.



Tablilla con lista de eclipses, 500 A.C.



Representación del hun t'ien, en: Adler Planetarium.

Los astrónomos de la cultura china observaron fenómenos celestes extraordinarios cuya descripción ha llegado en muchos casos hasta nuestros días. Estas crónicas son para el investigador actual una fuente valiosísima porque permiten comprobar la creación de nuevas estrellas, cometas, etc. En cambio, el estudio de los planetas y de la Luna no estuvo hasta el siglo I a. C. en condiciones de proporcionar predicciones suficientemente exactas de los fenómenos celestes. Se cuenta la historia de los desdichados astrónomos de la corte, Hsi y Ho, fueron ejecutados por haber puesto en peligro la seguridad del mundo, al dejar de predecir un eclipse de Sol.

La concepción del Universo en la China antigua se encuentra expuesta en el "Chou pei suan ching", un tratado escrito alrededor del siglo IV a.C. Según la teoría del Kai t'ien (que significa: el cielo como cubierta), el cielo y la Tierra son planos y se encuentran separados por una distancia de 80 000 li (un li equivale aproximadamente a medio kilómetro). El Sol, cuyo diámetro es de 1.250 li, se mueve circularmente en el plano del cielo; cuando se encuentra encima de China es de día, y cuando se aleja se hace noche.

El Kai t'ien era demasiado complicado para cálculos prácticos y cayó en desuso con el paso del tiempo. Alrededor del siglo II d.C., se empezó a utilizar la esfera armilar como un modelo mecánico de la Tierra y el cielo. Al mismo tiempo surgió una nueva concepción del Universo: la teoría del hun t'ien (cielo envolvente), según la cual: "... el cielo es como un huevo de gallina, tan redondo como una bala de ballesta; la Tierra es como la yema del huevo, se encuentra sola en el centro. El cielo es grande y la Tierra pequeña." Posteriormente, las teorías cosmogónicas en China girarán alrededor de la idea de que el Universo estaba formado por dos sustancias: el yang y el yin, asociadas al movimiento y al reposo, respectivamente. El yang y el yin se encontraban mezclados antes de que se formara el mundo, pero fueron separados por la rotación del Universo. El yang móvil fue arrojado a la periferia y formó el cielo, mientras que el yin inerte se quedó en el centro y formó la Tierra; los elementos intermedios, como los seres vivos y los planetas, guardaron proporciones variables de yang y yin.

### El Hombre y el Cosmos

Desde el tercer milenio A. C., los Mayas observaron los astros logrando un complejo desarrollo astronómico. Muchas de sus observaciones han llegado hasta nuestros días (por ejemplo, un eclipse lunar del 15 de febrero de 3379 a. C.) y se conocían con gran exactitud las revoluciones sinódicas de los planetas y la periodicidad de los eclipses. El calendario comienza en una fecha cero que posiblemente sea el 8 de junio de 8498 A. C. en nuestro cómputo del tiempo. Tenían además un año de 365 días (con 18 meses de 20 días y un mes intercalado de 5 días).

Los estudios sobre los astros que realizaron los mayas siguen sorprendiendo a los científicos. Su obsesión por el movimiento de los cuerpos celestes se basaba en la concepción cíclica de la historia, y la astronomía fue la herramienta que utilizaron para conocer la influencia de los astros sobre el mundo. El calendario solar maya era más preciso que el que hoy utilizamos. Todas las ciudades del periodo clásico están orientadas respecto al movimiento de la bóveda celeste. Muchos edificios fueron construidos con el propósito de escenificar fenómenos celestes en la Tierra, como el Castillo de Chichén Itzá, donde se observa el descenso de Kulkán, serpiente formada por las sombras que se crean en los vértices del edificio durante los solsticios. Las cuatro escaleras del edificio suman 365 peldaños, los días del año. En el Códice Dresde y en numerosas estelas se encuentran los cálculos de los ciclos lunar, solar, venusiano y las tablas de periodicidad de los eclipses.

Tulum, en la península de Yucatán, fue una ciudad maya dedicada al planeta Venus (considerado como la deidad dual con el nombre de Kulkán). Los mayas conocían el ciclo venusino de 584 días. Los sacerdotes-astrónomos veían nacer a esta estrella en el oriente y renacer de nuevo como estrella de la noche cuando se extingue en el poniente; de luz a oscuridad, como un dios dual que regía la vida de los pobladores.



Tulum

Ollantaytambo



La cultura Inca realizó grandes estudios astronómicos, los cuales se reflejaron en centros ceremoniales, como es el caso del pueblo de Ollantaytambo. Lograron localizar puntos de observación desde los cuales fijaron hitos para estudiar el movimiento de los cuerpos celestes. Muchos de estos hitos fueron montañas a las que se les consideraba sagradas al estar asociadas a la idea de ser ejes del mundo. Por ejemplo, en el cerro Pinkuylluna (en el cual se encuentra el Tunupa) es considerado un observatorio astronómico denominado hoy como Incahuatana, el cual aparenta ser un eje alrededor del cual el sol fija su movimiento en el transcurso del año.

Los Incas conocían la revolución sinódica de los planetas, construyeron un calendario Lunar para las fiestas religiosas y uno solar para la agricultura. Utilizaron elementos naturales alrededor de los pueblos como indicadores para realizar astronomía observacional. Los Chibchas conocían la constelación de Orión y reconocían la relación entre la salida heliacal de Sirio con el comienzo de la temporada de lluvias.

El calendario consistía en un año solar de 365 días, repartidos en 12 meses de 30 días y con 5 días intercalados. Se sabe que el calendario era determinado observando al sol y a la luna. Para fijar las fechas exactas del año y meses, Pachacútec dispuso la edificación de 12 torres o pilares localizados al Este de la llacta del Cusco, llamados sucangas.

Los Incas daban mucha importancia a las constelaciones y estaban muy interesados en la medición del tiempo para fines agrícolas. Poseían sus propias constelaciones entre las cuales, se destacan la Cruz del Sur y el Centauro. Para ellos la vía láctea era oscurecida por sacos de carbón.

La Astronomía jugó un papel muy importante para la construcción de sus ciudades.

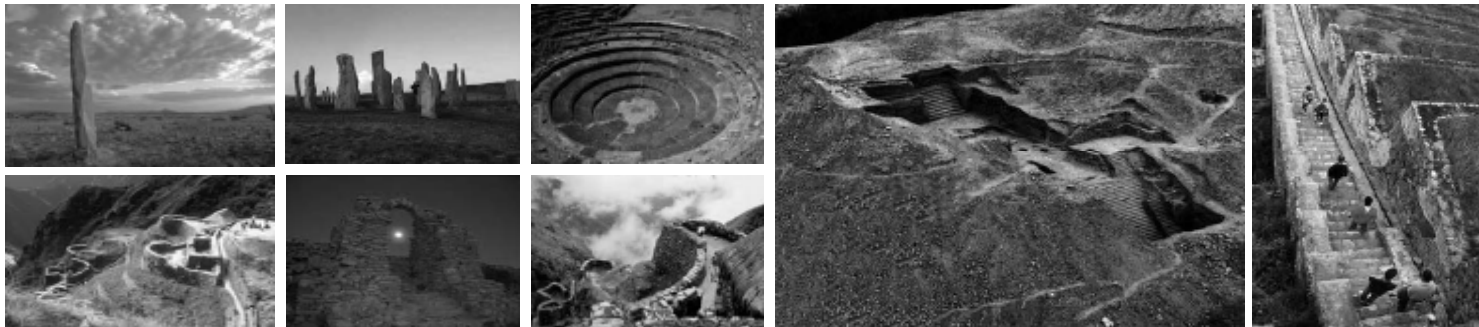


### El Hombre y el Cosmos

---

De lo expuesto anteriormente, podemos extraer como características comunes de las civilizaciones antiguas:

- El hombre antiguo asoció el Cosmos con la morada de Dioses, dando un **valor sagrado a la observación de los astros**.
- Los hitos geográficos importantes sirvieron al hombre antiguo para poder establecer las primeras mediciones astronómicas, y así, poder predecir un ciclo estacional que les permitió originar calendarios de cultivos, cosechas, etc. Es decir, **un instrumento para subsistir**.
- Erigir obras alineadas con los eventos producidos por los movimientos del sol, la luna y las estrellas le permitió establecer un **vínculo con el universo**, una relación con el mundo sagrado que se transformaron en templos, rituales y una cultura religiosa-astronómico que pudo ser heredada de generación en generación.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## El Hombre y el Cosmos

La **civilización griega** fue la primera en intentar dar una explicación a los fenómenos naturales sin tener que recurrir a causas sobrenaturales; así la astronomía pasó de considerarse un culto místico a una ciencia. Relacionaron los movimientos de los astros entre sí e idearon un cosmos de forma esférica, cuyo centro ocupaba un cuerpo ígneo y a su alrededor giraban la Tierra, la Luna, el Sol y los cinco planetas conocidos. Los cuerpos describían, según ellos, órbitas circulares que guardaban proporciones definidas en sus distancias. Cada movimiento producía un sonido particular y todos juntos originaban la música de las esferas.

También descubrieron que la Tierra, además del movimiento de rotación, tiene un movimiento de traslación alrededor del Sol, sin embargo esta idea no logró prosperar en el mundo antiguo, tenazmente aferrado a la idea de que la Tierra era el centro del Universo. Eudoxio y su discípulo Calipo propusieron la teoría de las esferas homocéntricas, capaz de explicar la cinemática del sistema solar. La teoría partía del hecho de que los planetas giraban en esferas perfectas, con los polos situados en otra esfera que a su vez tenía sus polos en otra esfera. Cada esfera giraba regularmente, pero la combinación de las velocidades y la inclinación de una esfera en relación a la siguiente daban como resultado un movimiento del planeta irregular. Para explicar los movimientos necesitaba 24 esferas. Calipo mejoró sus cálculos con 34 esferas. Aristóteles presentó un modelo con 54 esferas, pero las consideraba con existencia real propia, no como elementos de cálculo como sus predecesores. Hiparco redujo el número de esferas a siete y propuso la teoría geocéntrica, según la cual la Tierra se encontraba en el centro, mientras que los planetas, el Sol y la Luna giraban a su alrededor. Claudio Tolomeo adoptó y desarrolló el sistema de Hiparco. El número de movimientos periódicos conocidos en aquel momento era ya enorme: hacían falta unos ochenta círculos para explicar los movimientos aparentes de los cielos. El propio Tolomeo llegó a la conclusión de que tal sistema no podía tener realidad física, considerándolo una conveniencia matemática. Sin embargo, fue el que se adoptó hasta el Renacimiento. Más tarde, Copérnico (y comprobado por Galilei con la creación del primer telescopio) logró desmoronar esos postulados con la creación de la teoría Heliocéntrica.



Arriba: modelo geocéntrico de Ptolomeo.  
Abajo: modelo de Copérnico.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

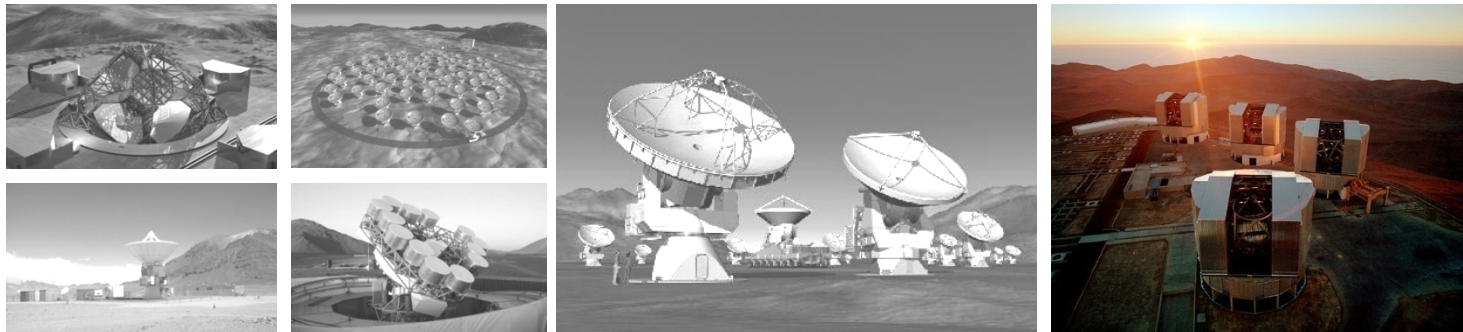
\_\_\_\_\_

### El Hombre y el Cosmos

---

Si bien, la teoría heliocéntrica no estaba del todo errónea, actualmente se sabe que el Sol es el centro nuestro sistema solar, pero además, este sistema es sólo una pequeña parte de un Universo mayor. La grandeza de este Universo obligó a los astrónomos a observar el cielo desde distintos puntos de referencia, dadas las condiciones esféricas de la Tierra. Es por esto, que científicos de Europa y América del Norte decidieron observar los eventos astronómicos que sólo se ven desde el hemisferio sur, como por ejemplo, el centro de nuestra galaxia.

Es en este punto que toma relevancia la zona en estudio, ya que por sus condiciones únicas de clima y cielos despejados, se ha apostado por materializar en ella instalaciones de grandes observatorios que apuntarán a realizar los nuevos descubrimientos astronómicos.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**2.2** AVANCES ASTRONÓMICOS DEL SIGLO XX:  
CHILE: II REGIÓN DE ANTOFAGASTA

---





### Avances Astronómicos: Il Región de Antofagasta

El prestigio de la Segunda Región de nuestro país como uno de los cielos más limpios del planeta ha precipitado todo un boom en el desarrollo de la astronomía.

A iniciativa de CONICYT,<sup>3</sup> se creó en esta región la Reserva Científica de Chajnantor, lugar en donde se construirán instalaciones astronómicas de gran envergadura e impacto para la ciencia astronómica mundial. A la construcción de ALMA (Radiotelescopio más grande del mundo), se suman nuevas solicitudes de proyectos de alta relevancia como lo son TAO, Tokyo Atacama Observatory de la Universidad de Tokio, y CCAT, Cornell-Calltech Atacama Telescope, de la Universidad de Cornell e instituto de tecnología Calltech, USA. Proyectos que ubicarán a esta región como un **centro astronómico del planeta**.

En la actualidad, ya operan en Chajnantor los radiotelescopios APEX (Atacama Pathfinder Experiment) y CBI (Cosmic Background Imager), mientras que ALMA se encuentra en construcción.

En Cunza (lengua de la etnia Atacameña, pueblo originario del lugar); Chajnantor significa "lugar de partida" (sutil coincidencia con lo que allí se pretende descubrir gracias a la radioastronomía: el origen del universo). Su planicie, ubicada a más de 5000 metros sobre el nivel del mar, infraestructura de comunicaciones compuesta por la ruta internacional de Jama y cielos excepcionalmente claros, hacen de esta zona un lugar único en el mundo para el desarrollo de la ciencia astronómica.

A continuación, se presentan los proyectos que en la actualidad se están construyendo (y también los que se construirán) en este afortunado punto de observación astronómica en el planeta.



Llano de Chajnantor, Il Región de Antofagasta, Chile.



## Avances Astronómicos: Il Región de Antofagasta

### Observatorio cerro Paranal (VLT)

A 120 km al sur de Antofagasta y 2635 m de altura, Very Large telescope es un telescopio constituido por 4 telescopios de 8,2 m de diámetro, complementado por VLTI (Interferómetro para el VLT). Es administrado por la European Southern Observatory (ESO). En él, es posible hacer observaciones con una resolución óptica sin precedentes en el mundo, de 0,0005 segundos de arco, lo que permitiría "ver a un astronauta en la luna". Se contempla su etapa final de implementación para el año 2010.

Se espera que el VLT de lugar a una gran cantidad de descubrimientos científicos que vayan desde la detección directa de los planetas en torno a estrellas cercanas a los núcleos activos de las galaxias.

### Observatorio ALMA (Atacama Large Milimeter Array)

A 45 km al este de San Pedro de Atacama, en el llano de Chajnantor y a 5000 m de altura, ALMA es el proyecto astronómico más grande de la década. Estará compuesta en su fase final (2012) por 64 antenas de 12 metros de diámetro. La astronomía milimétrica es la encargada de estudiar los "medios fríos". Galaxias y planetas se forman en regiones frías difícilmente detectables en otras longitudes de onda. Por ello, esta rama de la astronomía abre nuevas posibilidades para el estudio de las primera galaxias que aparecieron en el universo y de la formación de las estrellas y los planetas.

El proyecto ALMA es el resultado de la fusión de dos grandes proyectos astronómicos mundiales, el Large Southern Array europeo (LSA) y el Millimeter Array de Estados Unidos (MMA). Actualmente, el proyecto concentra el interés de varios países, incluyendo Japón.



### Avances Astronómicos: II Región de Antofagasta

---



#### Atacama Pathfinder Experiment (APEX)

A 5.100 metros de altura, el Experimento Pionero de Atacama APEX es una antena de 12 metros de diámetro ubicado en el llano de Chajnantor. Es operado por ESO y cuenta con financiamiento del Instituto Max-Planck de Alemania, el Observatorio Espacial de Onsala (Suecia) y ESO. APEX es considerado el instrumento terrestre más poderoso para explorar la historia del nacimiento y formación de estrellas en el universo. Esto, gracias a su capacidad para detectar las ondas submilimétricas que emite el Universo, permitiendo una visión única de las oscuras zonas de formación de estrellas, así como del centro de la Vía Láctea y los núcleos de las galaxias más distantes del Universo primordial.

#### Cosmic Background Imager CBI

El Cosmic Background Imager es un instrumento previsto para medir y hacer imágenes de radiación fósil, como asimismo para medir las propiedades estadísticas en diferencias comprendidas entre 5 minutos de arco y un grado. El CBI es un interferómetro de 13 elementos, montado en una plataforma de 6 metros y que trabaja sobre 10 bandas de la gama 1 Ghz, comprendidas entre 26 Ghz y 36 Ghz. Es posible efectuar mediciones de los gases calientes del universo, de su evolución y también, de la medición directa de la constante de Hubble.

Está ubicado en el llano de Chajnantor y es administrado por California Institute of Technology. Además, recibirá el apoyo de National Science Foundation NSF, Universidad de Chicago, Universidad de Chile y la Universidad de Concepción.

## Avances Astronómicos: Il Región de Antofagasta

### Atacama Submillimeter telescope experiment ASTE

ASTE es un proyecto para operar un telescopio de 10 m de diámetro en un sitio de gran altitud en el desierto de Atacama; en pampa La Bola, cerro El Chascón. Los objetivos del proyecto es explorar el cielo con ondas submilimétricas de hasta 900 GHz, el desarrollo y la evaluación de las técnicas de observación y los métodos para la observación submilimétrica. Es administrado por National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ) en colaboración con la Universidad de Chile, e instituciones japonesas como la Universidad de Tokio, Universidad de Nagoya y Universidad de Osaka. Tras extensos estudios, ASTE ha iniciado con éxito las observaciones astronómicas desde 2004 con una longitud de onda de 0,87 mm (350GHz).

### Proyecto Overwhelmingly Large Telescope (OWL)

ESO emprendió estudios conceptuales para un telescopio terrestre infrarrojo de 100 m de diámetro: OWL. Con una resolución 40 veces superior y una sensibilidad superior a la del telescopio espacial Hubble, con OWL será posible la cartografía de las características químicas y físicas del universo en función de su edad y se obtendrá información detallada sobre los cataclismos que sobreviven en el corazón de los núcleos galácticos. Permitirá observaciones detalladas a las supernovas situadas a grandes distancias y podría producir imágenes de planetas extra solares y buscar ahí signos de vida. Debido a los altos costos estimados (€1200 millones), ESO actualmente trabaja en el mismo concepto, pero en un modelo más pequeño European Extremely Large telescope ELT (42 metros de diámetro), el cual se podría implementar en el llano de Chajnantor.









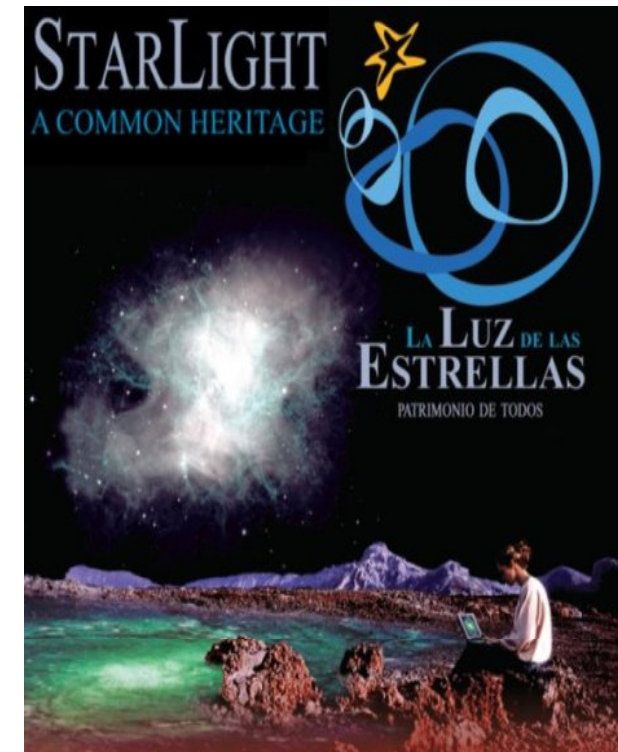


### Contaminación Lumínica

Una de las grandes preocupaciones que hoy afectan a las comunidades astronómicas de los proyectos que se han emplazado en nuestro territorio es el problema de la **contaminación lumínica**, y su acelerado crecimiento. Los perjuicios que ocasiona esta polución se consideran gravísimos para el desarrollo de la ciencia astronómica, ya que sus efectos son irreversibles.

Esta contaminación se define como la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces. Se manifiesta en el aumento del brillo del cielo nocturno, por reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire, de forma que se altera su calidad y condiciones naturales hasta el punto de hacer desaparecer estrellas y demás objetos celestes. Sobre este grave problema, hasta el momento, existe escasa conciencia social, pese a que genera numerosas y perjudiciales consecuencias como son el aumento del gasto energético y económico, la intrusión lumínica, la inseguridad vial, el dificultar el tráfico aéreo y marítimo, el daño a los ecosistemas nocturnos y **la degradación del cielo nocturno**, patrimonio natural y cultural, con la consiguiente pérdida de percepción del Universo y los problemas causados a los observatorios astronómicos.

Estos perjuicios no se limitan al entorno del lugar donde se produce la contaminación, sino que la luz se difunde por la atmósfera y su efecto se deja sentir hasta centenares de kilómetros desde su origen. La Unión Astronómica Internacional (IAU) ha ratificado en su XXVII Asamblea General los principios de la **Declaración Starlight**<sup>3</sup> adoptada en abril de 2007 en la isla de La Palma. Entre estos principios, que la resolución aprobó con unanimidad, se considera que el cielo nocturno debe ser protegido y considerado como un derecho cultural y ambiental. En la noche, **el firmamento ha sido y seguirá siendo una fuente de inspiración para la humanidad**. Su contemplación representa un elemento esencial en el desarrollo del pensamiento científico de todas las civilizaciones. Es por ello que, además, se considera que la difusión de la astronomía y sus valores culturales deben ser contenidos básicos a incluir en las distintas actividades educativas.



Afiche publicitario "Declaración Starlight 2007"



“Observando al borde de la contaminación lumínica”, Observatorio Gemini Sur. En esta imagen de un cielo sin nubes, se pueden apreciar bandas brillantes (naturales) de OH en emisión. Imagen CDD, Roger Smith.

---

### Contaminación Lumínica

---

Asimismo, se apuesta por una iluminación artificial más controlada ya que llega a tener efectos adversos en los humanos y, sobre todo, en el ecosistema y paisaje de otros seres vivos. Por ello, la IAU insta a un uso inteligente de la iluminación artificial que minimice su brillo en el cielo. Con el uso eficiente de la energía se cumplen los compromisos contraídos con el cambio climático y con la protección del entorno.

#### Turismo astronómico: una respuesta sostenible para recuperar la luz de las estrellas...

Un aliado clave para esta recuperación de los cielos nocturnos es el turismo. La visión de un cielo nocturno nítido y transparente es un recurso nuevo para la actividad turística y para el desarrollo de productos de calidad asociados a ella, como el turismo de intereses especiales o el turismo científico, además de ser un indicador de calidad para aquellos destinos que apuesten por políticas de cielos limpios.

El patrimonio cultural asociado a la astronomía (arqueo astronomía) es también una motivación importante para muchos viajeros, en los que este tipo de atractivos constituye un interés para escoger el destino turístico. De esto, han surgido ideas como crear "Rutas de las Estrellas", "Rutas de los Planetas", etc. Que representan ventanas de oportunidades turísticas para lugares donde existan las condiciones naturales ideales y poder ser una alternativa para aquellas personas deseosas de ver cielos estrellados.

La IAU es una agrupación que engloba a las diferentes sociedades astronómicas internacionales. Su misión es promover y proteger la ciencia de la Astronomía en todos sus aspectos a través de la cooperación internacional. Fue creada en 1919. En la actualidad tiene 9.255 socios individuales, principalmente astrónomos, y 64 socios internacionales, es decir, países afiliados. Aunque esta agrupación es de bajo perfil, la IAU se hizo conocida mundialmente luego que en su asamblea general anterior, celebrada en Praga, quitaran a Plutón el rango de planeta que anteriormente tenía, lo que provocó una gran polémica entre astrónomos, especialmente estadounidenses.



### Contaminación lumínica en el mundo...

En la imagen se comprueba que en la mayoría de las capitales del mundo, el brillo en el cielo impide la percepción del Cosmos...fuente: <http://www.lightpollution.it/dmsp>





### Contaminación Lumínica: situación de Chile

La preservación de los cielos astronómicos en Chile es una preocupación para una gran cantidad de organizaciones internacionales y nacionales. La Unión Astronómica Internacional, la ONU, la UNESCO, la Comisión Internationale d'Eclairage y el Dark-Sky Association; son algunos ejemplos, así como las propias autoridades regionales y nacionales.<sup>4</sup>

El actual auge de la construcción internacional de instalaciones astronómicas en el norte de Chile, implican inversiones que ya sobrepasan un billón de dólares. La economía nacional recibe alrededor de 100 millones de dólares de EE.UU. en ingresos anuales a raíz de la astronomía. Los astrónomos chilenos son beneficiarios del 10% del tiempo de observación de las instalaciones astronómicas extranjeras. A cambio; el gobierno chileno ofrece una variedad de privilegios y exenciones de impuestos a la comunidad astronómica internacional, y en general, de apoyo al desarrollo astronómico y sus consiguientes beneficios.

El Observatorio de AURA en Chile (Gemini Sur, SOAR y los observatorios en Cerro Tololo) proporciona un estímulo económico que se produce a nivel regional. AURA ha aportado aproximadamente 150 millones de dólares en proyectos de construcción a la IV región y actualmente gasta alrededor de 4 millones de dólares cada año en operaciones científicas. AURA también ha estimulado la actividad empresarial local en el turismo astronómico, la educación y la investigación. Por ello, el interés de preservar el privilegiado cielo oscuro de Chile, es una **preocupación científica y económica**. Además, la utilización racional de la energía en la iluminación exterior, se deriva en un beneficioso impacto ambiental y económico. En EE.UU brillan más de 1 billón de dólares anualmente en el cielo, mientras que cada año Japón envía alrededor 200 mil dólares de luz al cielo.<sup>5</sup>

En Chile, la preocupación por la preservación de nuestros cielos oscuros ha obtenido avances significativos en el ámbito constitucional. En 1999 se creó la **Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica**<sup>6</sup> que establece un marco legal para la protección de la calidad del cielo, en el contexto de la legislación ambiental. Pero, según los mapas de medición de la reflexión de luz nocturna en nuestro país (imagen a continuación), estas medidas aún no son suficientes para preservar la limpieza de nuestros cielos, y se hace evidente la necesidad de informar acerca de este tipo de contaminación ambiental y generar conciencia del negativo impacto que genera en las oportunidades que posee nuestro país.

4: Según: "Controlling light pollution in Chile: a status report", Smith, Malcolm G.

5: Según: "Preserving the astronomical Sky", IAU Symposium n°196

6: Anexo 2

### Contaminación lumínica: situación de Chile

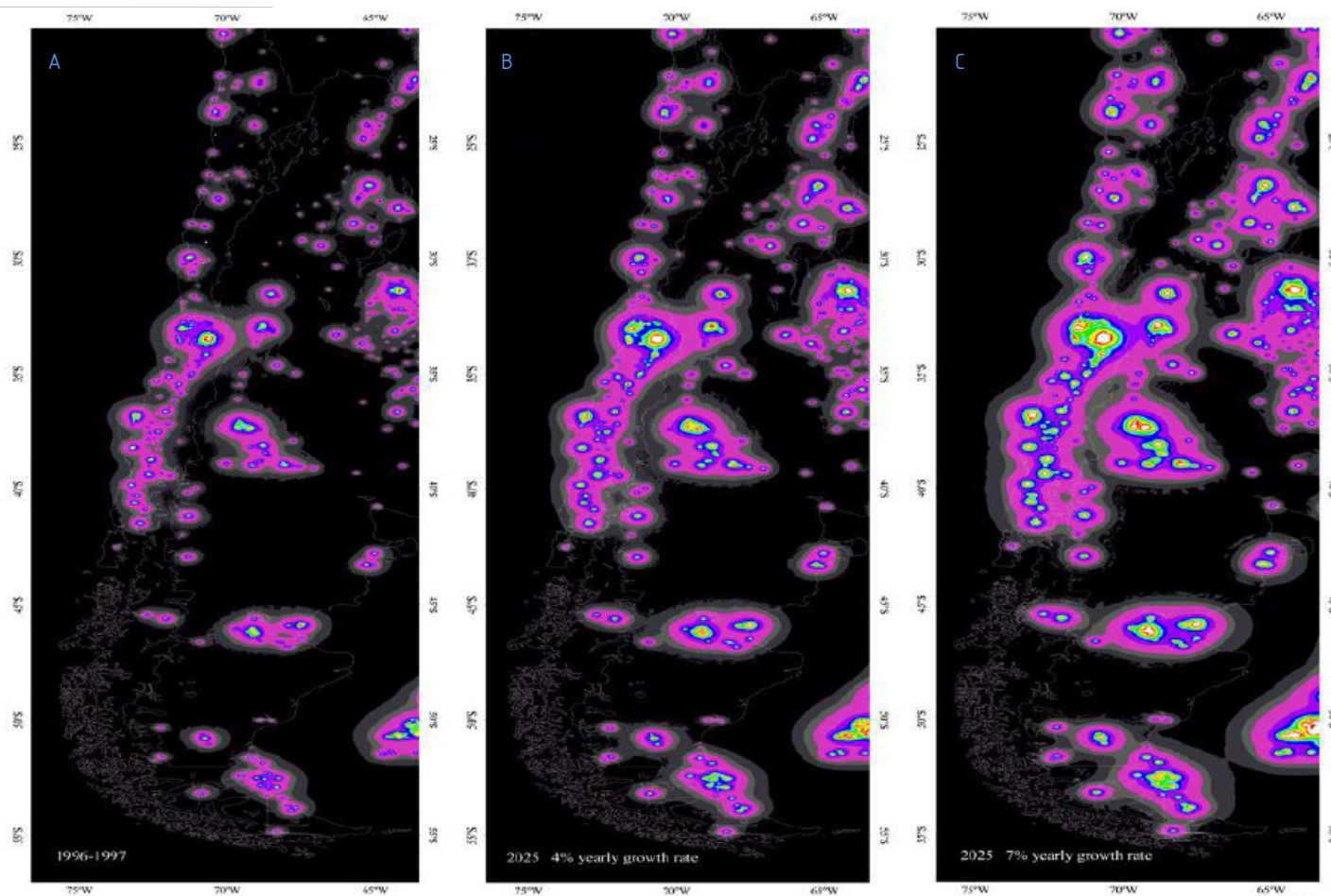
---

La primera imagen (A), muestra el estado de la contaminación lumínica en Chile en el año 1997, estableciendo las áreas con mayor reflexión de luz en tonos amarillos y anaranjados, y luego, su radio de influencia, en tonos azulosos y magenta. Según los expertos, estos índices de contaminación corresponden a un país en vías de desarrollo y con escasa legislación acerca del tema. La imagen B muestra una proyección al año 2025 de la contaminación lumínica creciendo en un 4% anual (es decir, un crecimiento moderado y con algunas medidas de control), en donde se observa que de la IV a X Regiones, en las principales ciudades será imposible observar una noche estrellada. Y por último, en el imagen C, se muestra una proyección al mismo año (2025), pero con un crecimiento del 7% anual, el cual se estima para un país sin legislación al respecto, en donde incluso, la contaminación podría afectar la labor científica en la IV y II Región.

Según la IAU, uno de los puntos clave para evitar el crecimiento de este tipo de contaminación es efectivamente la **conciencia social** acerca de este problema, una información que debe estar presente en la difusión astronómica y ser de conocimiento público. *Una de las motivaciones principales para el desarrollo del proyecto "Centro Turístico Astronómico en Toconao" es el de acercar la ciencia de la astronomía a una gran cantidad de personas que carecen de estos conocimientos y poder poner en valor la riqueza cultural y científica que posee para la humanidad. Por ende, generar conciencia del valor patrimonial de nuestros cielos en un proyecto de turismo, es también cuidar su estado natural y poder preservarlos para las futuras generaciones.*

Un ejemplo activo de la preocupación por proteger el cielo oscuro es el de la ciudad de Vicuña, en la IV Región. Vicuña es la segunda ciudad más cercana a Cerro Tololo y Cerro Pachón (Observatorios ESO AURA), con una población de aproximadamente 9.000 personas, con exclusión de las regiones periféricas. El municipio solicitó un préstamo al gobierno para sustituir el viejo e ineficiente sistema de iluminación exterior, el cual contaba con accesorios de mercurio, y reemplazarlos por instalaciones de sodio. Un cálculo aproximado indica que el rediseño y cambio de iluminación de Vicuña ahorra casi la mitad de la factura de alumbrado municipal. 1534 lámparas fueron modificadas, la iluminación aumentó de 7,8 lúmenes a 8,9 lúmenes, el consumo de energía estimado bajó de 210kW a 110kW (con los consiguientes ahorros), y por sobre todo, la reflexión de luz en el cielo estrellado bajó de 24 kW a poco más de 1 kW. El costo del capital de la modernización ya se ha pagado de este ahorro.







Motivación Arquitectónica: oportunidad de potenciar y preservar un recurso natural del territorio a través de una infraestructura de Turismo...

La enorme riqueza patrimonial del cielo de la II región de Antofagasta, específicamente, en el desierto de Atacama, y la instalación de los radiobservatorios más grandes del mundo en nuestro país, convertirá a esta región en un centro astronómico mundial, lo que genera interés en la comunidad astronómica, público en general y aficionados al tema.

Debido a esta situación, se espera que en un futuro próximo, el turismo astronómico aumente de manera considerable en el desierto chileno, y con un desarrollo de propuestas que contemplen fortalecer esta situación, logre ser un frecuente punto de destino en los turistas a nivel mundial.

Por ello, la motivación arquitectónica del proyecto "Centro turístico Astronómico en Toconao" apunta a ofrecer un equipamiento turístico de alta calidad que pueda ofrecer al habitante del proyecto una vinculación con el tema astronómico en los distintos aspectos culturales, sociales y científicos que posee esta ciencia con nuestra sociedad. Los temas que se han expuesto en esta investigación (El Hombre y el Cosmos, Avances Científicos Astronómicos, Contaminación Lumínica, etc.) reflejan esta importancia y la necesidad de valorizarlos; en el caso del proyecto, con una infraestructura turística que potencie este recurso natural, lo proteja y lo preserve para nuestra ascendencia. Una arquitectura que albergue un programa turístico que difunda y eduque acerca de estos temas, y logre consolidar el turismo astronómico en un lugar privilegiado: una reserva natural de oscuridad, silencio y estrellas.

Un país como Chile, que posee una belleza excepcional en los paisajes naturales que ofrece su diversa morfología, la actividad turística se presenta como una **oportunidad** de crecimiento económico para el país. La demanda turística mundial prefiere, cada vez más, destinos en donde el paisaje natural se encuentre en un estado primigenio, y el encuentro con lo primitivo de la naturaleza logre ser una experiencia única para el hombre. Por ello, es importante entender **como se desarrolla la actividad turística mundial y nacional**, para poder aplicar pautas certeras en el proyecto, y poder ser una propuesta que plantee una oportunidad de potenciar y preservar un recurso natural del país y único el mundo: cielos excepcionalmente claros.





“...Creemos ser país  
y la verdad es que somos apenas paisaje...”

Nicanor Parra, Chile, de tres Poemas.



### Actividad Turística en el Mundo

El Turismo puede definirse como el conjunto de "actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintas al de su entorno habitual, por un periodo de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, por negocios y otros motivos, no relacionados con el ejercicio de una actividad remunerada en el lugar".<sup>1</sup>

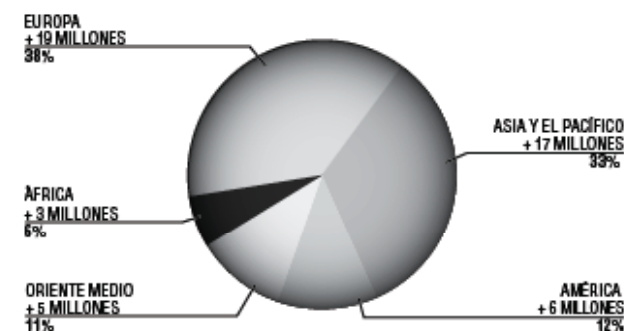
El Turismo es una de las actividades económicas que ha experimentado mayor crecimiento a nivel mundial. Durante el año 2007, las llegadas de turistas internacionales a los distintos destinos turísticos en el mundo alcanzó la cifra de 898 millones, 52 millones más de llegadas que en el 2006, lo que significa un **crecimiento anual del 6%**<sup>1</sup>. Estos resultados validan la tendencia de crecimiento sostenido del turismo en los últimos años y la resistencia de la actividad frente a factores externos adversos que han afectado a las economías del mundo. Este crecimiento está siendo impulsado principalmente por los mercados emergentes y las economías en desarrollo. Si bien los mercados tradicionales siguen siendo los primeros destinos mundiales, el crecimiento más rápido de nuevos mercados confirma el potencial del turismo para un país en vías de desarrollo.

De acuerdo al informe: "Turismo: Panorama 2020" de la Organización Mundial del Turismo, las perspectivas para esta actividad son favorables, estimando que para el año 2020 las llegadas de turistas internacionales alcanzarán los 1560 millones (2,5 veces el volumen registrado a fines de los noventa), lo que representa un gasto diario de 5.000 millones de dólares.

En este contexto, las perspectivas del turismo en la región sudamericana y particularmente en Chile, se ven fortalecidas por las condiciones de seguridad y estabilidad socioeconómica que presenta el país y que han generado una creciente oportunidad para su posicionamiento internacional como destino singular, tranquilo y acogedor.

7: "Turismo, Informe Anual 2007", SERNATUR.

8: Cifra confirmada por la Organización Mundial del Turismo (OMT), en su informe anual publicado en Enero del 2008.



Distribución del incremento de llegadas Internacionales,

Fuente: "Turismo: Informe Anual 2007", SERNATUR.

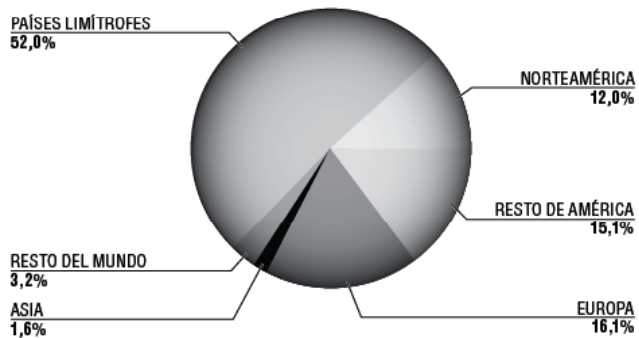
•**Europa** es el mayor destino turístico mundial: En 2007 llegaron 480,1 millones de personas. En 2006 presentó 458,0 millones de entradas.

•**África** registra el menor ingreso de turistas extranjeros: 44,2 millones en 2007 y 40,3 millones en 2006.

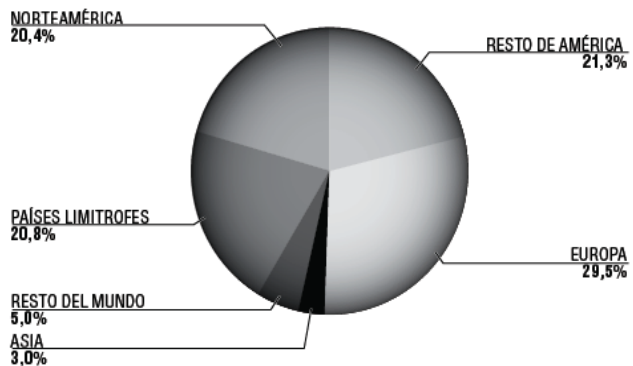
•**América del Sur** fue visitada por 20,2 millones de entradas de turistas en 2007; 19,6 millones en 2006.

•**Chile** contabilizó la entrada de 2,5 millones de turistas extranjeros en 2007. En 2006 la cifra fue de 2,3 millones.

El Turismo en Chile



Composición del Turismo Receptivo en Chile, Fuente: "Turismo: Informe Anual 2007", SERNATUR.



Ingresos de Divisas por Mercado, Fuente: "Turismo: Informe Anual 2007", SERNATUR.

De acuerdo a datos obtenidos de Policía Internacional, durante el año 2007 ingresó un total de 2.506.756 turistas de nacionalidad extranjera, cifra superior en 11,3% a la contabilizada el año anterior. Los turistas ingresaron al país fundamentalmente por vía terrestre (53,7%) y aérea (42,1%). La vía marítima representó sólo un 4,2%.

Respecto de la procedencia, el turismo receptivo<sup>9</sup> se compone de la siguiente manera: un 52,0% de las llegadas internacionales provienen de países limítrofes; un 12,0% de Norteamérica; un 15,1% del resto de América excluido Norteamérica; un 16,1% de Europa; un 1,6% de Asia y un 3,2% de países de otros continentes. Dentro del mercado europeo, los principales países emisores de turistas hacia Chile fueron España (74.526 turistas); Alemania (71.147 turistas); Inglaterra (64.168 turistas); Francia (61.768 turistas) e Italia (28.134 turistas), los mismos países que han encabezado los ranking en años anteriores.

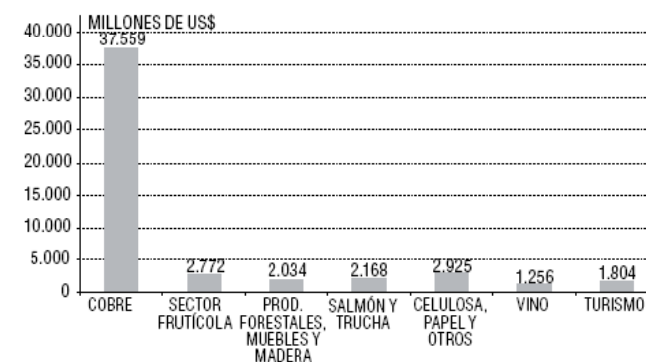
El ingreso de divisas por concepto de turismo receptivo para Chile en el 2007 alcanzó los 1.804 millones de dólares. No obstante, la contribución de estos mercados a la generación de divisas para Chile se comporta de manera diferente al índice de llegadas internacionales. Los países limítrofes aportan un 20,8% (menos de la mitad del porcentaje del índice de llegadas); Norteamérica aporta un 20,4%; (un poco menos del doble de su índice de llegadas), resto de América (21,3%); Europa (29,5%); Asia (3,0%) y resto del mundo (5,0%).

De acuerdo a los antecedentes del Estudio del Gasto del Turismo Receptivo, en 2007, los turistas extranjeros permanecieron un promedio de 10,9 días en el país, efectuaron un gasto diario individual promedio de US\$ 50,9 y un gasto total por persona de US\$ 553,4. El turista europeo presentó una permanencia mayor (promedio 18,9 días), y su gasto diario medio por persona fue muy similar al del promedio (US\$ 53,3). El gasto total por persona del turista europeo fue de aproximadamente US\$ 1.010,3. Entre los visitantes que efectúan el mayor gasto total por persona durante su estadía en Chile se cuentan los residentes en Suecia (US\$ 1.287,9); Alemania (US\$ 1.114,9); Asia (US\$ 1.051,0); Suiza (US\$ 1.043,8); España (US\$ 1.041,9), Francia (US\$ 1.018,0) y Estados Unidos (US\$ 970,6). Entre los países latinoamericanos con mayor gasto destacan Venezuela (US\$ 903,5) y México (US\$ 848,0).



### Importancia económica del Turismo en Chile

Durante el año 2007 el país generó un total de US\$ 1.803,7 millones por turismo receptivo. Esta cifra incluye tanto lo generado por turistas y excursionistas (visitantes por el día) como también el transporte internacional de aquellos visitantes que utilizaron medios nacionales. De este modo, la cifra se desglosa de la siguiente forma: US\$ 1.454,6 millones generado por los turistas; US\$ 22,9 millones por los excursionistas y US\$ 326,2 millones por transporte internacional. El valor obtenido representa el aporte del turismo receptivo, el que equivale a un 2,7% del total de las exportaciones de bienes, a un 20,5% del total de exportaciones de servicios y a un 2,4% del total de bienes y servicios de la economía. Cabe considerar que estos indicadores para la actividad turística siguen incrementándose respecto a los de años anteriores. Los ingresos por turismo receptivo, contrastados con las exportaciones realizadas por sectores económicos, representan los siguientes valores: 56,6% de las exportaciones de los sectores agropecuario, silvícola y pesquero (US\$ 3.187,4 millones); 4,2% de la minería (US\$ 43.106,6 millones) y 9,6% de la industria (US\$ 18.771,3 millones).



Exportaciones de Bienes y Turismo, Fuente: "Plan de Acción de Turismo 2006-2010", SERNATUR.

Sector	Exportaciones (Millones de US\$)	Turismo/exportaciones (En porcentaje)
Agropecuario, silvícola y pesquero	3.187,4	56,6
Minería	43.106,6	4,2
Industria	18.771,3	9,6
Otros	2.578,5	
<b>Total</b>	<b>67.643,8</b>	<b>2,7</b>

Ingresos por Turismo Receptivo versus exportaciones de sectores económicos, año 2007, Fuente: "Turismo: Informe Anual 2007", SERNATUR.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

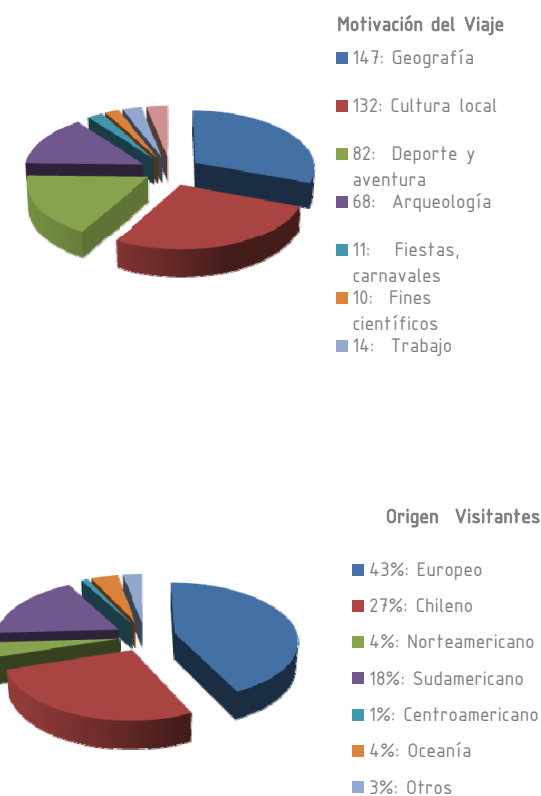
## II Región de Antofagasta: Oportunidad Turística

La particular riqueza paisajística y cultural que encierra esta región del país como resultado de su enorme diversidad de escenarios geográficos únicos en el planeta y de la presencia de la cultura atacameña, hoy la han convertido en uno de los tres destinos turísticos más importantes del país, recibiendo a lo largo del año un flujo continuo de turistas (más de 80.000) que llegan a la región desde distintas partes del planeta en busca de sus atractivos y que tienen como destino común el poblado de **San Pedro de Atacama**. Según datos proporcionado por la CONAF en los años 2000-2004, la tasa de crecimiento promedio anual de visitantes a la provincia de San Pedro de Atacama sería del 56,5%. La principal motivación del visitante es la belleza escénica (paisaje), la segunda opción es la búsqueda de la cultura local. Los visitantes europeos son los que mas visitan la zona (Francia, Alemania).

*“El aumento exponencial de las visitas a las áreas protegidas del estado (SNASPE) indica el gran interés de los visitantes por los recursos naturales y escénicos en el área, de aquí se desprende una pregunta basada en las oportunidades observadas: ¿Por qué no aumentar la planta presente en las áreas protegidas? De esta forma se daría la oportunidad a los visitantes de pernoctar en áreas de belleza inigualable, así se podrían desarrollar otras alternativas de turismo de alta calidad y valor agregado, como por ejemplo: turismo astronómico, además, se podrían establecer circuitos turísticos que prolonguen la estadía de los visitantes en el área”.*<sup>10</sup>

La variedad de ecosistemas y actividades de carácter específico que se desarrollan en San Pedro ha tenido como consecuencia el auge del turismo TIE (Turismo de Intereses Especiales), dentro de los cuales el **turismo astronómico** ha tenido un progreso considerable, haciendo surgir empresas turísticas en San Pedro dedicadas exclusivamente a su desarrollo. El proyecto turístico Astronómico más relevante que se ha estudiado para el territorio consiste en la *Ruta Astronómica para la II Región de Antofagasta*, diseñada por SERNATUR en conjunto con EUROCHILE, en donde se propone un circuito turístico que abarca grandes extensiones de la región, uniendo destinos turísticos ya consolidados y algunos por consolidar.

10: “Puesta en Marcha de un sistema de Gestión Turística sustentable para el Destino Territorial San Pedro de Atacama”, EUROCHILE, 2006.



Exportaciones de Bienes y Turismo, Fuente: “Plan de Acción de Turismo 2006-2010”, SERNATUR.



### Ruta Astronómica

La Ruta Astronómica para la II Región de Antofagasta tiene como objeto fomentar y potenciar el desarrollo del turismo astronómico en la Región. El estudio realizado detecta una enorme riqueza arqueológica y etnoastronómica *sub-explotada* y un gran potencial de inversión en el sector turístico, como así también una gran demanda actual turística astronómica nacional e internacional que proviene de los sectores no profesionales de la actividad, demanda que según el estudio irá en aumento a medida que avanza el desarrollo astronómico científico de la Región.

El destino de Atacama se transformará a corto plazo en *el sitio ineludible para los científicos y amantes de la observación astronómica mundial. Esta realidad significará que el territorio experimente un fenómeno amplificado al que ocurrió en la IV región* y que permitió el desarrollo de la infraestructura turística-astronómica aficionada, como lo es el caso del Observatorio Municipal Mamalluca, Observatorio Collowara, Observatorio Cruz del Sur, etc. Este tipo de infraestructura aún no se hacen presentes en el territorio de Atacama debido al incipiente desarrollo de esta actividad, pero se presume que en una situación futura, el turismo astronómico se consolidará de manera estable y potente en la Región.

El proyecto de la Ruta Astronómica se plantea como un gran circuito territorial que une distintos destinos turísticos, como lo son: la ciudad de Antofagasta, el observatorio Paranal, el cráter de Monturaqui, el borde este del Salar de Atacama, San Pedro de Atacama, los géisers del Tatio, Calama, y los poblados que aún no se han establecido como destinos turísticos frecuentes, como lo son Peine, Tilomonte, Tilopozo, Camar, Machuca, Chiu Chiu y Lasana. Esta estructura es posible de recorrer en base a puntos y elementos que tengan relación con la actividad astronómica sobre el territorio, el cual plantea un itinerario pre-establecido según el tiempo del turista.



CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO  
 3.0 ANTECEDENTES



### Ruta Astronómica

La estrategia de intervención de la Ruta Astronómica plantea una dispersión de los proyectos sobre la región para invitarla a recorrer en toda su extensión, produciendo un sistema turístico que relaciona los dos polos científicos de mayor atracción turística; el observatorio VLT en cerro Paranal y el Observatorio ALMA en Chajnantor. Esta estrategia permite la creación de un **macro circuito regional** que puede significar la inclusión de pequeños poblados indígenas a este circuito, estableciendo nuevas oportunidades de desarrollo. Es decir, permitirá constituirse una alternativa que posibilite diversificar la economía local, crear desarrollo por medio del ingreso producido por el turismo, enfocado a un incremento del gasto y estadía de los visitantes que en el flujo de turistas en sí.

Un punto desfavorable de este estudio es la poca sensibilidad que presenta con el paisaje natural, ya que se propone la construcción de un alto número de infraestructura turística-astronómica en el circuito de la Ruta, sin considerar criterios culturales y territoriales pertenecientes al lugar. Así, en el vasta magnitud del Desierto, se proponen hospedajes, observatorios amateur, etc. Los cuales no poseen criterios de intervención en el paisaje y eventualmente podrían impactarlo de manera negativa.



## CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO

### 3.0 ANTECEDENTES



#### *Ruta astronómica para la II Región de Antofagasta:*

##### **Público Objetivo**

El turismo astronómico es un tipo de turismo de intereses especiales (TIE), que está dirigido a turistas que comparten un interés o motivación para hacer viajes, fundados en el afán de incorporar nuevos conocimientos y experiencias, de un modo activo y entretenido.

Los clientes son individuos de alto nivel de educación, conocedores de los temas de su interés, buscadores de experiencias únicas y exigentes respecto del servicio turístico buscado.

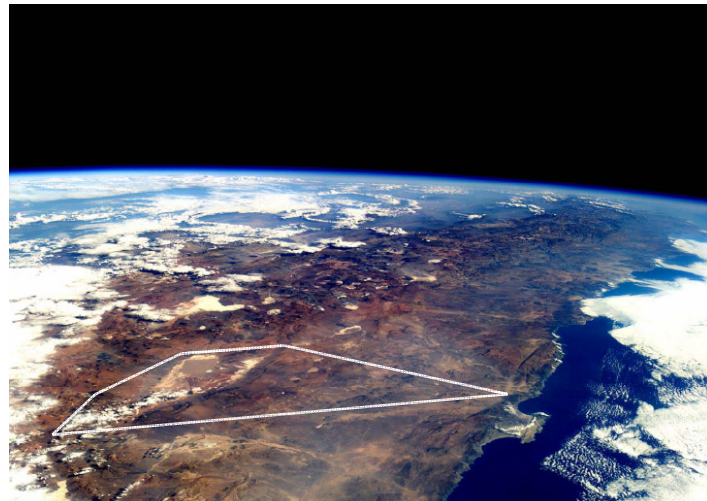
##### **Atractivos astronómicos:**

- Lugares privilegiados para la observación de cuerpos celestes
- Evidencias o huellas de fenómenos físicos astronómicos en la Tierra (cráter de monturaqui)
- Evidencias o huellas de manifestaciones culturales astronómicas en la Tierra (etnoastronomía, arqueoastronomía)
- Eventos astronómicos

##### **Productos Astronómicos**

- Establecimientos de alojamientos turísticos astronómicos (hoteles astronómicos, observatorios para aficionados).
- Expediciones por acontecimientos celestes programados (desplazamientos a puntos de observación, como por ejemplo; eclipses lunares y solares)
- Observatorios astronómicos multipropósito.









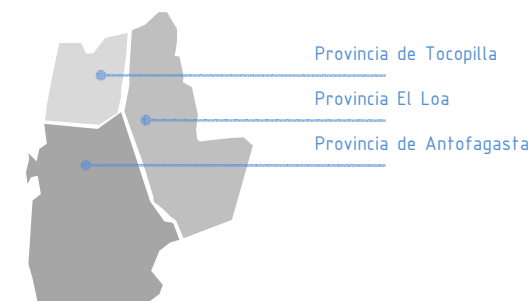
“...El desierto de Atacama se nos presenta como un enorme manto de tierra: estéril e inabarcable; agresivo, duro, ajeno. Todo aquí tiene una vasta magnitud de vacío y silencio. La distancia entre las montañas, la superficie del salar, la aridez de la tierra; el desierto entero se confabula para empequeñecer al hombre con su escala feroz, para oprimirlo queriendo hacerlo desaparecer en su delicada insignificancia...”<sup>11</sup>



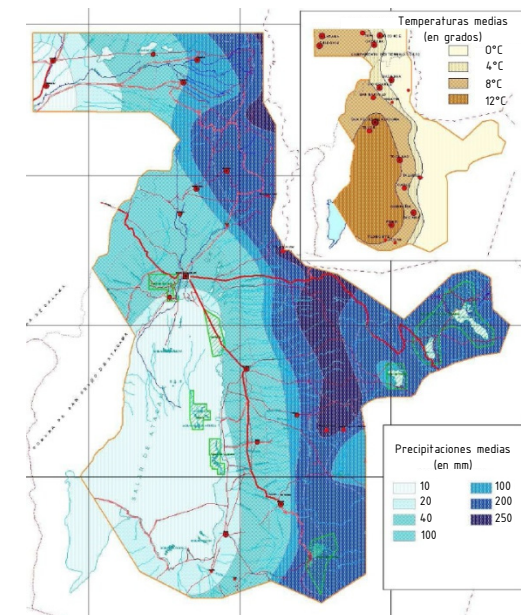
### Desierto de Atacama: Antecedentes Geográficos

La Región de Antofagasta tiene una superficie de 125.306 km<sup>2</sup> y una población de 410.724 habitantes. Se sitúa entre los 20°56' y 26°05' de Latitud Sur; en donde el Trópico de Capricornio (23°27' Lat. Sur) divide virtualmente a esta región en su mitad. El desierto de Atacama (el más árido del planeta) ocupa la mayor parte de esta territorio, en donde la densidad media de población es de 3,2 habitantes por km<sup>2</sup>.

Debido a su localización latitudinal, la región queda inmersa dentro de las franjas del planeta donde los centros de alta presión subtropicales (en este caso el anticiclón del pacífico) impiden que avancen los centros de baja presión provenientes del Oeste (saturados de humedad por su paso sobre el extenso Océano Pacífico), lo que sumado a otros factores como la presencia de la cordillera de la Costa y de los Andes, obtiene como consecuencia que su territorio sea inminentemente desértico. La Depresión Intermedia en la región (donde se ubica el Salar de Atacama) presenta alturas entre los 1200 y 2000 m.s.n.m. y está limitada longitudinalmente por tres cordones montañosos: al este con la cordillera de los Andes (que alcanza los 6000 m.s.n.m.), al centro se ubica la cordillera de Domeyko con alturas que bordean los 3000 m. y al Oeste, la cordillera de la Costa, cercana al Océano Pacífico y que presenta alturas cercanas a los 3000 m.s.n.m. Esta condición permitió que en una de sus cumbres se emplazara el Observatorio Astronómico Paranal (2650 m.s.n.m.), uno de los más importantes del mundo. La cordillera de los Andes en esta región es donde se encuentra más alejada de la costa, en efecto, el país posee su ancho continental máximo (380 km de longitud) entre Punta Angamos y los Nevados de Poquis. Por sus importantes alturas, en la cordillera de los Andes se registran temperaturas que permanecen por debajo de cero grado, con lo cual el agua se congela en forma de nieve, muchas veces eterna. De esta forma, la Depresión Intermedia es seca y diáfana, con cielos profundamente azules durante el día y muy claros durante la noche. Debido a esto, en una gran superficie de la región, se presenta una altísima *hielofanía*.<sup>12</sup> Esta claridad va tomando un carácter excepcional a medida que nos acercamos al altiplano enfrentándonos a una atmósfera con niveles de oxígeno menores que transparentan aún mas los cielos, aumentan la cantidad de estrellas visibles y la profundidad del cosmos.



Precipitaciones y Temperaturas provincia El Loa



11 "Atacama: Códigos de un Paisaje", Plaut, Jeannete, Seminario de investigación, Fau, Santiago, 2001.

12 Duración de la acción directa de la radiación solar por día o año sobre una parte de la Tierra. **63**



■ Cultura Atacameña

### Desierto de Atacama: Antecedentes Históricos

---

#### *Antecedentes Culturales*

Este territorio además de poseer atractivos naturales y un paisaje de singular belleza que lo transforma en un destino turístico de gran interés internacional, alberga al **Pueblo Atacameño**, un grupo humano con su propia identidad cultural y cosmovisión, con una fuerte raigambre tradicional, que articulando una economía de subsistencia orientada principalmente en torno a la agricultura y ganadería de ovinos, caprinos y camélidos, han posibilitado la perduración de una serie de patrones culturales que no sólo se expresan en el ámbito simbólico, sino que permean todas las capas del tejido social. De esta forma, se aprecian una serie de continuidades culturales, que pese a las transformaciones suscitadas por las coyunturas económicas, sociales y políticas actuales, aún expresan y denotan antiguos patrones de orden de las ideas, que son posibles de apreciar en determinadas instancias rituales y ceremoniales.

#### *Antecedentes Históricos*

El proceso de adaptación humana en el altiplano se da en un espacio definido como “un mosaico ecológico heterogéneo” desde donde surge la necesidad de complementar los recursos de los distintos pisos ecológicos altitudinales. En este sentido, en el territorio de lo que hoy corresponde al extremo norte de Chile, se articulaban redes de interacción social en sus extremos costeros y selváticos con un núcleo altiplánico y valliserrano de interacción. La red estaba conformada por recursos insulares integrados por señoríos los cuales, a la llegada de los españoles, tenían una explotación intensiva de cultígenos ya domesticados, traídos de la vertiente oriental de la cordillera y técnicas de conservación que hacían posible el tráfico caravanero entre distintos poblados lo que se conoce como el principio de la complementariedad que se daba entre recursos puneños y vallesteros. En cuanto al desarrollo cultural de estos grupos, se plantea que en el periodo de los Desarrollos Regionales (800 a 1000 D.C.) se distinguen dos tradiciones culturales en la zona de El Loa. Por un lado la tradición altiplánica, con fuerte influencia de lo que actualmente es Bolivia, estos grupos serían predominantemente aymara y quecha parlante y se localizarían en la zona del Loa Superior.

En la zona del Salar de Atacama, en tanto, se localizaría la “Tradición del Desierto” correspondiente a la etnia atacameña y que habrían sido kunza parlante. La influencia de la cultura Tiawanaku llega a la zona en su fase “Expansiva Tiawanaku” durante los años 300 al 1100 d.c. y trajo innovaciones culturales como la agricultura intensiva, la metalurgia y nuevas innovaciones textiles. Por los años 1430 d.c. la zona se incorpora al imperio Inca que buscada recursos para mantener su política expansiva hacia el sur, se produce una explotación intensiva y expansiva de cultivos de maíz que culmina con la llegada de los europeos a la zona norte de Chile. Así, la penetración española se encuentra con un territorio organizado en varios señoríos que manejaban la explotación y traslado de sus recursos entre los distintos pueblos de la vertiente occidental y a las zonas más densamente pobladas del otro lado de la cordillera, conformando los señoríos de Arica, Tarapacá-Pica, Loa Medio Superior, oasis de San Pedro de Atacama y altioplánicos-tarapaqueños.

#### *Cosmovisión Andina*

Un antecedente importante para el desarrollo de esta investigación es el conocimiento astronómico que poseían las culturas que habitaron el territorio del desierto de Atacama. Estas culturas prehispánicas poseían una capacidad expresiva riquísima, lo que les permitió involucrar aspectos propios de su cosmovisión<sup>13</sup> en las manifestaciones artísticas, abarcando desde el arte rupestre, artes textiles, alfarería, etc. Antecedentes arqueológicos indican consistentemente el hecho de que la astronomía ha cumplido un rol fundamental en el desarrollo de las sociedades andinas. Los dioses tutelares a los cuales se rinde culto, son precisamente astros. Además, se registra la identificación de numerosos objetos celestes en demarcaciones de entornos naturales, las cuales evidencian un trasfondo altamente práctico: indicar fechas cruciales para el calendario agrícola. Con ello, la observación astronómica se consideró un instrumento de poder para los habitantes del centro sur andino, una relación de poder donde no siempre queda claro quién domina y quién es dominado, pues la tensión cultura-naturaleza hostil es una constante clave en el funcionamiento de su vivir.

---

13: Manera de ver e interpretar el mundo, según la Real Academia Española.

### Desierto de Atacama: Antecedentes Históricos

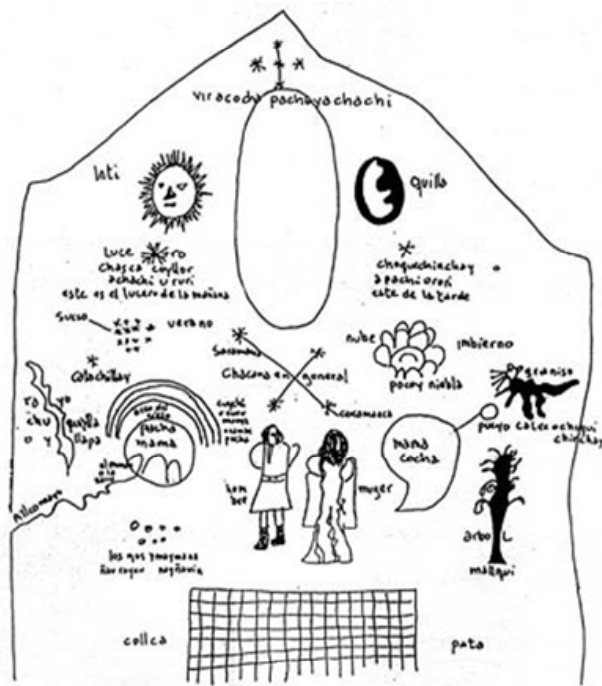


Diagrama de la cosmovisión incaica, Joan de Santa Cruz Pachacutí Yanqui (1968).

La dualidad es uno de los rasgos característicos del sistema de pensamiento andino, expresándose en su manera de concebir tanto la sociedad como el universo. Generalmente esta idea puede sintetizarse en una estructura de tres términos: dos elementos y un centro. Una buena representación gráfica es el diagrama del cronista Joan de Santa Cruz Pachacutí Yanqui<sup>14</sup>. Si bien este diagrama concierne específicamente a la sociedad incaica, se considera que su carácter simbólico es similar a las sociedades andinas que habitaron el territorio en estudio. Esta representación muestra a Viracocha<sup>15</sup> (autor de la creación del mundo) en el centro, y el Sol y la Luna (representación de lo masculino y lo femenino) a cada lado de éste. Tal es la importancia que se le asigna a estos astros, que se les considera como el origen o progenitores del hombre inca.

La importancia del astro Sol en los pueblos de los Andes centro-sur se comprueba en una recurrencia de orientaciones o "direccionalidades significativas" que tienen relación con el sol naciente (Este) y su desplazamiento diurno. Esta orientación espacial implica *verticalidad*, puesto que se dirige "hacia arriba", así, en invierno se ruega y en verano se agradece. En el territorio de estudio, los investigadores reconocen una marcada orientación orográfica<sup>16</sup> directamente relacionada con la predilección ideológica por las cumbres de adoración. Dada nuestra situación geográfica, las grandes cumbres y la orientación del sol naciente (Este) coinciden, por ende, relieve y comportamiento solar concuerdan como punto de culto.

En conclusión, podemos constatar que el territorio de estudio fue un escenario sólido para la práctica astronómica y la expresión del conocimiento del cielo se manifestó en los distintos ámbitos de las culturas que lo habitaron.

14 Historiador y cronista Aymara.

15 Dios de la varas. Es el dios más destacado entre los dioses del ámbito andino.

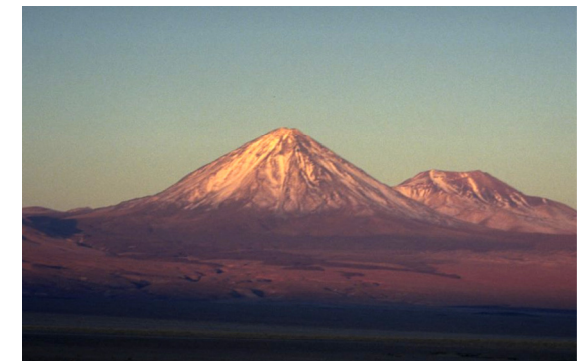
66 16 Relativo a la orografía, geografía física que trata de la descripción de las montañas.



En el marco de este conocimiento astronómico ligado a la adoración de las altas cumbres del territorio, el pueblo Atacameño estableció una tipología arquitectónica que representa las ideas de su cosmovisión. Se erigieron santuarios dedicados al astro más brillante del Cosmos: el Sol; en montañas donde la importante verticalidad de sus alturas estableció una conexión con el misterioso y fascinante firmamento.

Esta expresión cultural se originó a consecuencia del sometimiento inca de las culturas prehispánicas que habitaron el lugar. Las montañas andinas, en su condición de *Huacas o lugares* sagrados, eran parte importante de la creencia inca, por lo cual, "el culto a las montañas" se hizo presente en nuestra geografía.

*"Las construcciones ceremoniales impresionan por la monumentalidad de algunos de sus tipos arquitectónicos, especialmente si se consideran las grandes alturas en las que fueron erigidas. Recintos circulares de elevados muros, enormes plataformas con relleno artificial, rectángulos ceremoniales delimitados por piedras alineadas, cumplían, en las cumbres, las funciones de escenarios para el ritual o de estructuras para el entierro de ofrendas y sacrificios (...) el fenómeno andino de adoración a las montañas en santuarios construidos en sus cimas es único en el mundo. No existen equivalentes incluso en los Himalayas..."*<sup>17</sup>



Arriba: Plaza de ceremonias en el volcán Licancabur.  
Abajo: Volcán Licancabur enfrentando el ocaso del Sol.

17 "Cumbres sagradas del noroeste Argentino: avances en arqueología de alta montaña y etnoarqueología de santuarios de altura andinos", Ceruti, María Constanza, Editorial Eudeba, Buenos Aires, 1999.



### Cumbres con Vestigios arqueológicos de Santuarios de Altura

1	Quimal	18	Socompa
2	Mullay	19	Lullaillaco
3	Licancabur	20	Macón
4	Sairecabur	21	Chuculai
5	Desconocido	22	Cachi
6	Curiquinca	23	Pastos grandes
7	Colorado	24	Quehar
8	Paniri	25	Acay grande
9	Leon	26	Piedra soñada
10	Ascotan	27	Chañi sur
11	Tumiza	28	Chañi
12	Miscanti	29	Amarillo
13	Pular	30	Aracar
14	Miñique	31	Morado
15	Pili	32	Banete
16	Chiliques	33	Morado
17	Lejía	34	Potosí

La manera que la cultura de la "Tradición del Desierto" conquistó y habitó este vasto territorio es una inspiración y referente histórico-cultural para el proyecto *Centro Turístico Astronómico en Toconao*. La adoración el sol nascente y la demarcación de una geografía relevante y accidentada a través de la arquitectura, son ideas fuerza de las cuales el proyecto se fundamenta.



Nube de Magallanes, o "El revolcadero de Llamas" según la cultura Atacameña.

---







## Objetivos

---

El proyecto plantea **elaborar una propuesta arquitectónica que se origine de una oportunidad inicial** que ofrece un territorio que posee una riqueza natural y belleza excepcional, el cual invita al habitante temporal del proyecto a vivir una experiencia única y conmovedora, que lo conecte con el misterio-fascinación de una naturaleza primitiva como lo es el Cosmos.

Descubrir un sitio en donde el Universo se perciba de manera excepcional y generar allí un proyecto arquitectónico **que potencie las cualidades excepcionales de este territorio y pueda cuidarlas y preservarlas** en su estado original, como manifestación de la importancia que tuvo, tiene y tendrá la observación del firmamento.

Elaborar **un proyecto sensible a la belleza del paisaje natural** en donde se emplaza, y a su vez, poder responder al conjunto de necesidades que requiere el territorio.

### *Objetivos Específicos*

**Potenciar el desarrollo del Turismo Astronómico en la zona**, siendo parte del circuito proyectado para la "Ruta Astronómica" de esta región, aportando con una infraestructura turística que en su diseño arquitectónico realce la mirada hacia el cielo, potenciando como la principal fachada del proyecto: la quinta, es decir, la fachada dada por la bóveda celeste.

**Ofrecer** al habitante del proyecto **un programa arquitectónico intencionado a la difusión de la ciencia astronómica**, creando la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y estimular el interés en una ciencia que muchas veces es lejana para la sociedad.

Generar las condiciones espaciales para poder **exponer el particular trabajo de investigación astronómica que se efectúa en el territorio de la II región de Antofagasta: la radioastronomía**, en donde, los diversos radiotelescopios puedan mostrar, al público en general y al aficionado al tema, los avances actuales gracias a estas instalaciones.









### Búsqueda de un emplazamiento

---

El proyecto, al poseer un enfoque turístico, para ser sostenible en el tiempo debe ser parte de una estructura mayor consolidada como destino turístico (como lo es San Pedro de Atacama). Pero además, debe ser visionario con respecto a los intereses turísticos que se pueden originar debido a ventajas dadas en un territorio (como es el ejemplo de este caso, cielos extraordinariamente limpios y el emplazamiento de grandes instalaciones astronómicas en un determinado contexto geográfico). Es por ello, que el proyecto plantea emplazarse dentro del área de la zona perteneciente a la *Ruta Astronómica Projectada* para esta región, a realizarse en un futuro cercano. Dentro de este marco geográfico, existen ciertos criterios de elección que se plantean a continuación.

#### *Criterio territorial*

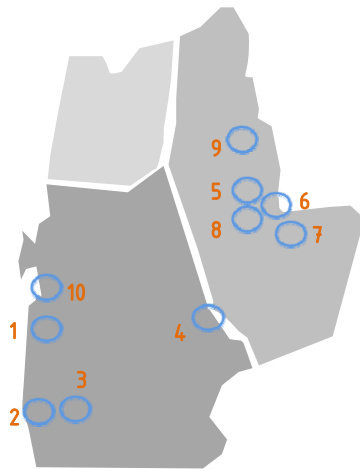
El proyecto debe emplazarse dentro de una dinámica de flujos ya establecida en el lugar y generar una relación con el sistema de ocupación presente, es decir, un sitio relativamente cercano a equipamientos urbanos, lo cual le permita al proyecto ser altamente accesible a los turistas y no ser un sitio perdido en la lejanía, que no favorezca la visita del usuario.

#### *Criterio de "paisaje excepcional"*

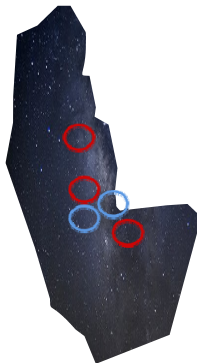
Al ser una propuesta turística, el paisaje en donde se emplaza el proyecto debe ser de una belleza escénica única, la cual ofrezca al habitante del proyecto la oportunidad de habitar una geografía en estado primigenio, y disfrutar del esplendor de la naturaleza, motivación principal de los viajeros que concurren a esta particular zona geográfica.

## CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO

### 5.1 IDEAS DE PROYECTO



1. Sector Portezuelos
2. Observatorio Cerro Paranal
3. Observatorio cerro Armazones
4. Cráter de Monturaquí
5. Camping Pozo
6. Pucará de Quito
7. Quebrada de Jere
8. Valle de la Luna
9. Pucara de Lasana
10. Ruinas de Huanchaca



### Búsqueda de un emplazamiento

#### *Criterios Astronómicos*

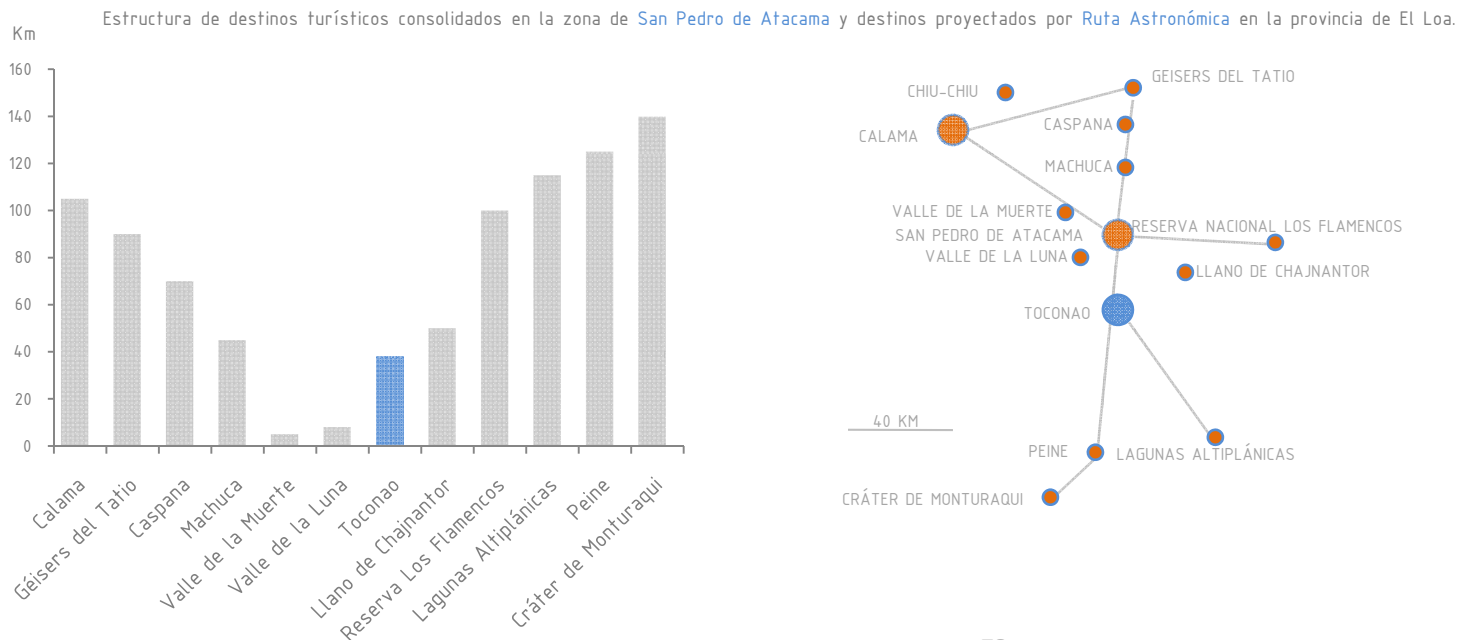
El proyecto deberá emplazarse en un sitio en donde el universo se perciba de manera espectacular, si bien, en el contexto general de la zona del desierto de Atacama esta condición esta presente en la mayoría de su extensión, existen ciertos puntos clave en donde el firmamento ofrece un espectáculo de belleza y claridad, ciertas “ventanas hacia el universo” que nos conectan un paso más. Estos puntos de observación privilegiados fueron catastrados por la Asociación Chilena de Astronomía y Aeronáutica (ACHAYA, organización sin fines de lucro y que reúne a grupos aficionados a la observación astronómica) en un informe que describió los cielos de la región de Antofagasta con una pasión conmovedora (ver anexo 3). Si en el conjunto de estos 10 puntos privilegiados, nos concentramos en los presentes en la Provincia de El Loa, contexto geográfico de emplazamiento de la Ruta Astronómica, y potente destino turístico de la región (San Pedro de Atacama), se puntualizan 5 destinos, de los cuales *Pucará de Quito*, *Pucara de Lasana* y *Valle de la Luna* se excluyen de un posible emplazamiento debido a que los dos primeros son vestigios arqueológicos, patrimonio de la cultura Atacameña, y el tercero, un santuario de la naturaleza, patrimonio de la humanidad.

Por ende, obtenemos como sugerencia de emplazamiento los destinos: Camping Pozo y Quebrada de Jere.

#### *Localización dentro de la Ruta Astronómica*

Para establecer el proyecto dentro de un contexto en donde fortalezca al diseño de esta ruta, la propuesta plantea establecerse como un **centro** dentro de ella, es decir, una ubicación suficientemente equidistante de los principales flujos contemplados en ella, y así, ser un punto neurálgico en el desarrollo de ésta.

Por ello, se efectuó un estudio de comparación entre las distancias contenidas desde San Pedro de Atacama hacia los distintos puntos proyectados como atractivos turísticos de la Ruta Astronómica, en conjunto con los destinos turísticos ya consolidados en la zona de estudio, dejando en evidencia que el poblado de **Toconao** (donde también se localiza la Quebrada de Jere) presenta una distancia equidistante dentro de la estructura turística actual y proyectada. A su vez, la accesibilidad a Toconao es relativamente alta, logrando acceder en locomoción pública con punto de partida en Calama y San Pedro de Atacama, como también, una distancia sumamente abarcable en automóvil, y medianamente accesible para excursionistas que se transportan en bicicleta o a pie.





#### *Criterios Históricos*

La cultura Atacameña e Inca definió su lugar de intervención arquitectónica de acuerdo a las características únicas que dominaba el sitio de un escenario natural. Es decir, la pregnante forma cónica del volcán Licancabur, su altitud, el color que adquiere la salinidad de su formación rocosa cuando enfrenta el ocaso del Sol, eran atributos intensamente relevantes para su cosmovisión y sirvieron de pautas o indicadores para erigir en aquellos lugares únicos la obra arquitectónica y el rito de su acto. Estas señales en la naturaleza denotan un profundo conocimiento de su territorio, ligado intrínsecamente con la manifestación sagrada de los dioses en el escenario natural. El proyecto se inspira profundamente en esta forma de habitar el territorio de la inmensidad del desierto de Atacama, buscando un sitio en donde la naturaleza se manifieste de manera potente y accidentada dentro de la regularidad que ofrece el desierto. Es por ello que la condición morfológica dada por la [Quebrada de Jere](#) se presenta como un escenario natural que potencia el emplazamiento del proyecto de manera enérgica, otorgándole un paisaje único que marca su intervención en la inmensurable extensión horizontal del Desierto.

#### *Criterios Morfológicos*

La característica morfológica predominante de una quebrada insinúa sutilmente una tensión hacia la verticalidad. La delimitación natural obstruye la observación horizontal, logrando que el firmamento adquiera la jerarquía presencial que el proyecto busca obtener. Así, la luz de la luna, el recorrido de las estrellas y el nítido azul del cielo en el día, forman el límite vertical del proyecto.

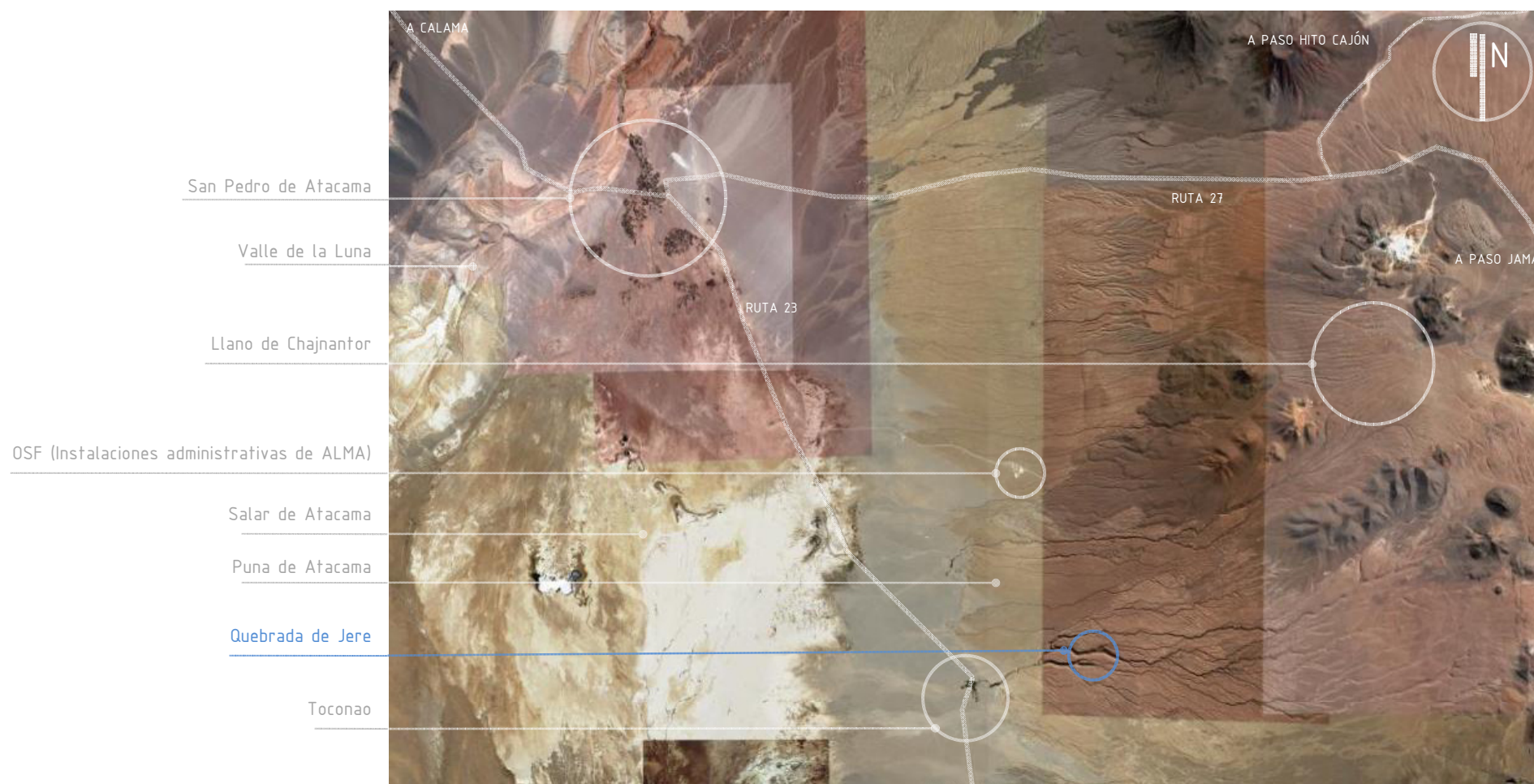
#### *Criterios de contaminación Lumínica*

Técnicamente el sitio debe alejarse del centro del poblado de Toconao para evitar recibir iluminación artificial que pueda afectar la observación astronómica. Esta situación se ve solucionada ya que la quebrada se interna en la altura de la cordillera de los Andes y lo supera en 25 m de altura, a su vez, se aleja de Toconao en aprox. 3,5 km, y logra además quebrar las vistas parciales al proyecto, resguardando la oscuridad.

#### Búsqueda de un emplazamiento

---

Estructura Territorial



CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO  
5.1 IDEAS DE PROYECTO



Quebrada de Jere

Toconao

Terreno del Proyecto



### El Sitio del Proyecto: Belleza Excepcional

---

El sitio se ubica al costado de la quebrada de Jere, en una quebrada de similares condiciones geográficas, pero con la gran diferencia de que el sitio excepcional escogido es un terreno estéril y baldío. Este terreno pertenece al Parque Nacional de Jere, propiedad del Gobierno, el cual es administrado por el ministerio de Bienes Nacionales. Si bien, el Parque establece un marco legal que apunta a resguardar el preciado recurso hídrico de la quebrada, en nuestro lugar de emplazamiento no existiría impacto ambiental alguno, ya que su composición de terreno es inminentemente desértico. Incluso, actualmente, *el sitio donde el Cosmos se aprecia de manera excepcional* (según el informe de la ACHAYA), está siendo afectado por la contaminación de depósitos de basura. Un sitio olvidado en la inmensidad del desierto.



## CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO

### 5.1 IDEAS DE PROYECTO

---

Lo abrupto del terreno de la quebrada impide el paso del auto pero invita a su reconocimiento a pie, la paulatina desconexión con la modernidad en la cerrada geografía que acota las vistas, invita a un recorrido lineal y silencioso. La profunda oscuridad de un territorio alejado de las ciudades, se abre hacia el universo mas profundo, transparente y nítido, en una constante tensión hacia la verticalidad. Cuando se recorre el territorio y se devuelve la vista hacia el camino dejado atrás, el Salar de Atacama se manifiesta con una belleza escénica conmovedora. El inmenso manto salino se convierte en un horizonte que se expande infinitamente hacia un destino no perceptible a la mirada.



### El Sitio del Proyecto: Belleza Excepcional

*"...Los dioses crearon territorios con agua para que los hombres habiten en ellos, y crearon el desierto para que en él, el hombre encuentre su alma..."*

*"...Ante el acto de la naturaleza; todos somos iguales, todos somos bañados bajo la misma luz, bajo el mismo cielo, bajo la misma oscuridad..."*

David Barrera, presidente  
Consejo de Pueblos  
Atacameños



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

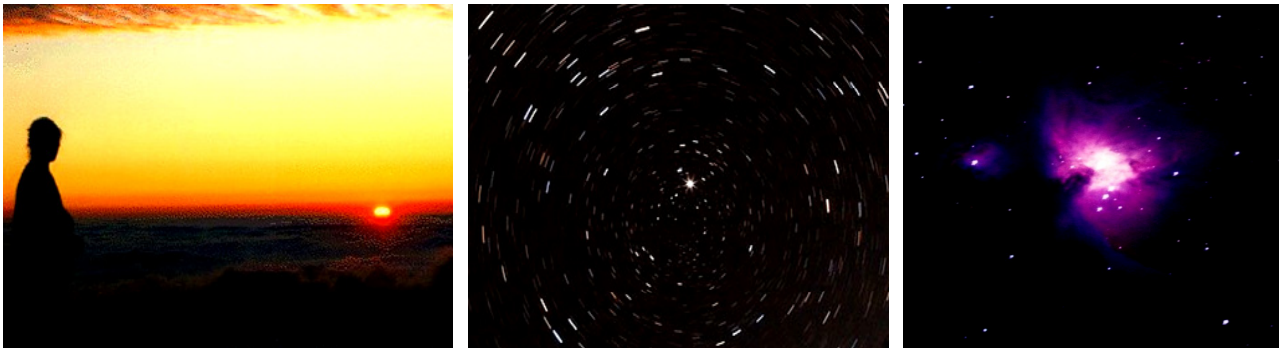


### Propuesta Conceptual

---

La ciencia astronómica ha vivido toda una revolución gracias a los potentes telescopios que hoy observan las más profundas distancias en el Universo. Pero, a pesar de que la tecnología ha permitido develar grandes misterios y validar o invalidar muchas teorías que han sido parte de nuestro conocimiento astronómico, el Universo no se ha rendido a esta tecnología; muy por el contrario, cada vez más, surgen nuevas interrogantes que la ciencia de la astronomía se propone develar.

El Cosmos misterioso y fascinante que observó el hombre primitivo; en la actualidad, el hombre moderno ha logrado comprenderlo de mejor manera. Hemos podido medir y entender el movimientos de los Astros, reconocer planetas de nuestro sistema solar, galaxias, exoplanetas, exogalaxias, e incluso, hemos podido teorizar acerca del origen (Big Bang) y el fin (Big Crunch) de nuestro Universo. Pero este conocimiento aún no es suficiente para entender el misterioso mundo Cosmológico. Las interrogantes del Hombre moderno se han complejizado, y quizás, se podría pensar que mientras



¿Cómo se forman las estrellas y los planetas?

¿El Universo es finito?

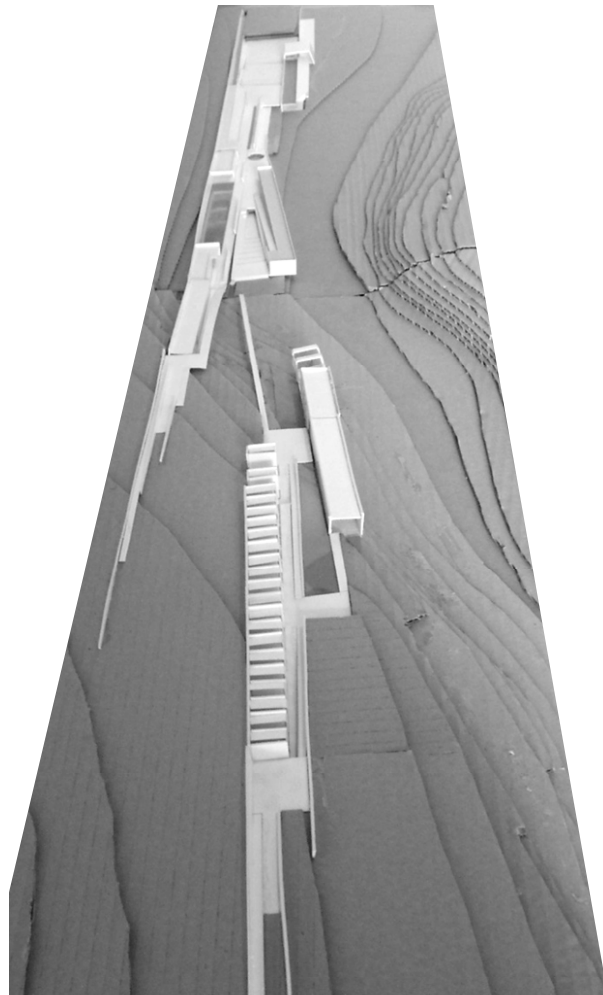
En la actualidad, sólo es observable el 4% del total estimado del Universo...“El Universo invisible es quizás el reto más grande que la ciencia haya tenido jamás”...

más se intenta descubrir, más misterios nos quedan aún por resolver. Uno de los grandes enigmas que concentra la atención de la comunidad astronómica y sociedad en general, es el descubrimiento de la aceleración de expansión del Universo. Esta situación confirma que, a pesar de que nosotros consideramos inabarcable el tamaño del Universo, existe una fuerza aún mayor que logra atraerlo a una velocidad acelerada, es decir, su tamaño es mayor al que nosotros consideramos inabarcable. El Universo se mueve a una velocidad impresionante hacia un destino que no somos capaces aún de descubrir o entender. ¿Cuál es el destino final de nuestro Cosmos?

Estos grandes misterios que hoy afectan nuestra cosmovisión de hombres modernos, es la idea fuerza que el proyecto planea desarrollar en su arquitectura. La condición [Infinita del Universo](#) es el eje conceptual que guía el diseño del proyecto, generando una intervención en el territorio y una espacialidad intencionada a fugarse en la linealidad, desvaneciendo límites que indiquen un comienzo y un fin.



¿Existe vida fuera del planeta?  
¿Existe la posibilidad de colonizar el espacio extraterrestre y desarrollar estrategias que nos permitan sobrevivir como especie?  
El Universo se expande a un ritmo acelerado, ¿Cuál es su destino final? ¿que fuerza superior a él es capaz de atraerlo?



### Propuesta Partido General

El proyecto se plantea como una propuesta arquitectónica que invita a la experimentación y contemplación del Cosmos en un paisaje sutil y extraordinario, en el cual la arquitectura resguarda y potencia esta actividad. Una arquitectura que relata un rito e induce un estado de ánimo que se enfoca a emocionar al visitante del proyecto con el misterio-fascinación que produce la observación de los astros que han acompañado al hombre desde que el hombre es hombre.

A partir de la idea de dirigir la mirada al cielo y proyectarla hacia el infinito (premisa conceptual), el proyecto se plantea a través de un recorrido lineal que se fuga y que asciende silenciosamente hacia el punto culmine del proyecto: el Observatorio.

El muro, como elemento arquitectónico base de la propuesta, emerge desde la naturaleza, conduce un recorrido, origina una volumetría, para luego, en su tramo final, sutilmente volver a ser parte de la naturaleza. Así, la arquitectura no fija límites. Sólo insinúa recorridos, vistas y pausas, relativas al rito astronómico que la arquitectura propone como relato.

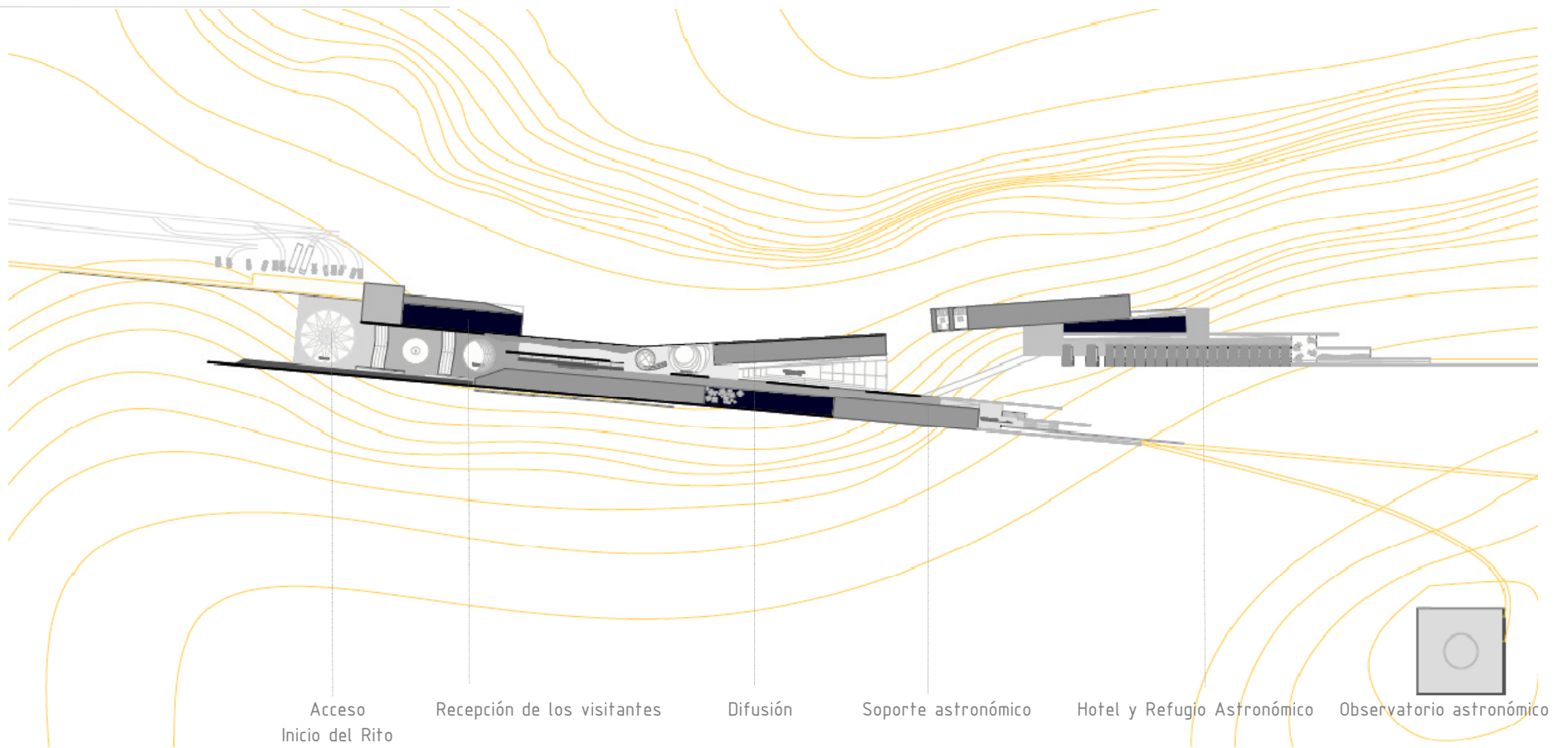
El comienzo del proyecto se inspira en la cosmovisión del pueblo atacameño, ofreciendo un espacio ritual que venera el astro más importante de nuestro sistema: el Sol. A través de un reloj solar, el proyecto marca el inicio de un rito, la veneración de la luz del sol y el paso del tiempo posicionan a la naturaleza cósmica como la figura jerárquica del proyecto. Si el recorrido se inicia en la noche, el espacio del fogón marca el inicio del rito, reuniendo a los visitantes en torno al calor y brillo del fuego, rememorando al sol, en la ausencia obligada de la noche.

Luego de iniciar el rito, la arquitectura propone aprender de la belleza cósmica, a través de un programa de difusión que revela y expone los principales motores de la astronomía.

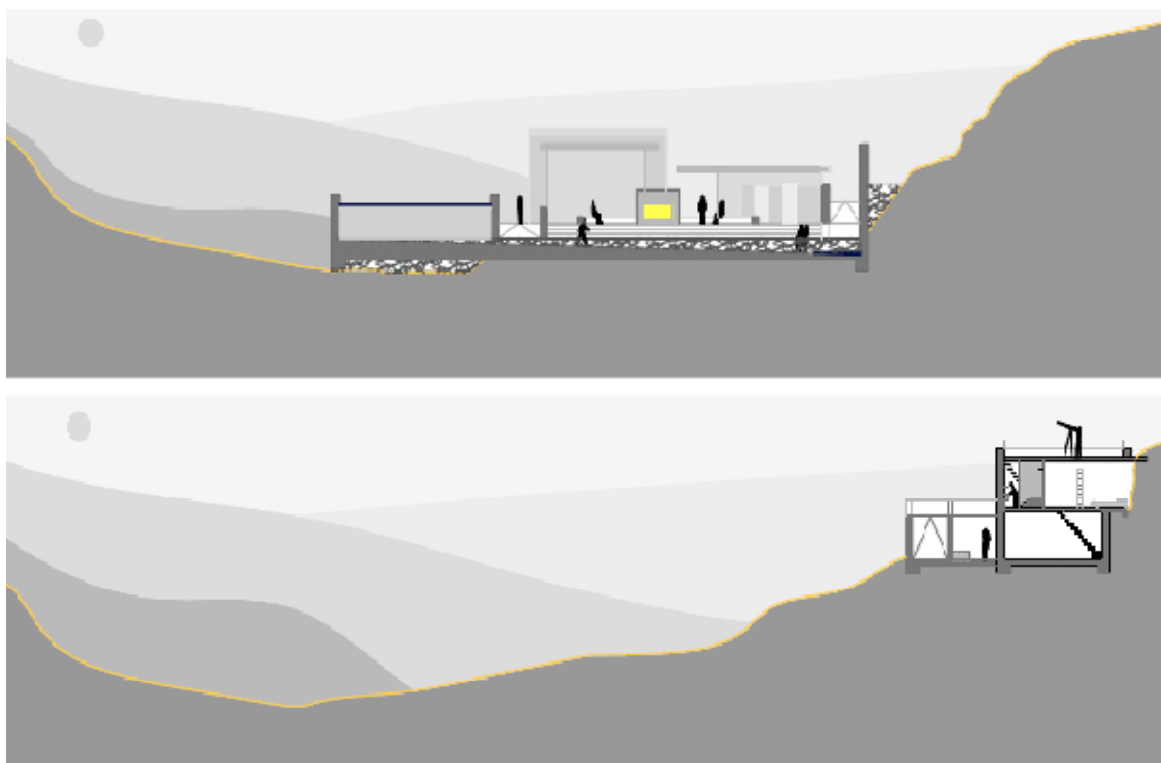
Posterior al conocimiento, el Cosmos aguarda en el lugar para ser descubierto por los visitantes mismos. La observación astronómica a través de un telescopio de última generación, concluye el rito aportando una experiencia única de conexión con el Universo.



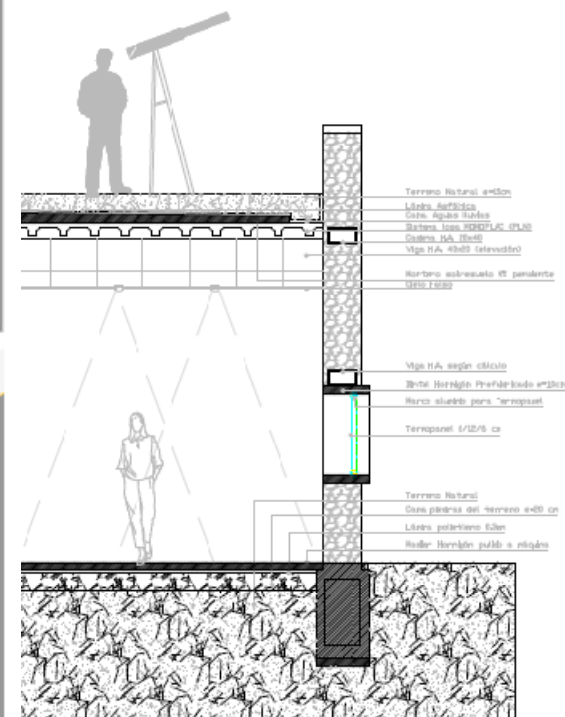
Planta de Techos



CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO  
 5.2 IDEAS DE PROYECTO



CORTES



### Usuario

---

El proyecto considera en su función 4 tipos de usuarios, los que en su mayoría provienen de un circuito turístico mayor, ya sea como visitantes del territorio de Atacama, o los posibles usuarios de la *Ruta Astronómica* proyectada para la zona. Estos visitantes temporales del proyecto se identifican como:

**Turista:** perteneciente al turismo masivo, este visitante no posee conocimientos astronómicos avanzados, tampoco posee instrumentos de observación. Llega al proyecto por: tour desde San Pedro, locomoción pública o medios propios. Busca una experiencia excepcional que lo conecte con la belleza del Cosmos y el esplendor de la naturaleza.

**Estudiantes:** visitante relativo al turismo escolar, usuarios de la Ruta Astronómica, visita lugares en pos de un conocimiento mayor. Llega al proyecto por: tour desde San Pedro, tours desde otras ciudades de Chile. Busca aprender sobre la actividad astronómica y los grandes avances científicos, consumen información especializada.

**Astrónomo aficionado:** corresponde al turismo de intereses especiales, el cual tiene conocimientos astronómicos avanzados. Además, posee equipos ópticos de bajo costo los cuales transporta en su viaje. Llega al proyecto por: tour desde San Pedro, locomoción pública, medios propios, en grupos. Busca una experiencia astronómica eventual (eclipses, solsticios), y la experiencia cercana con el paisaje.

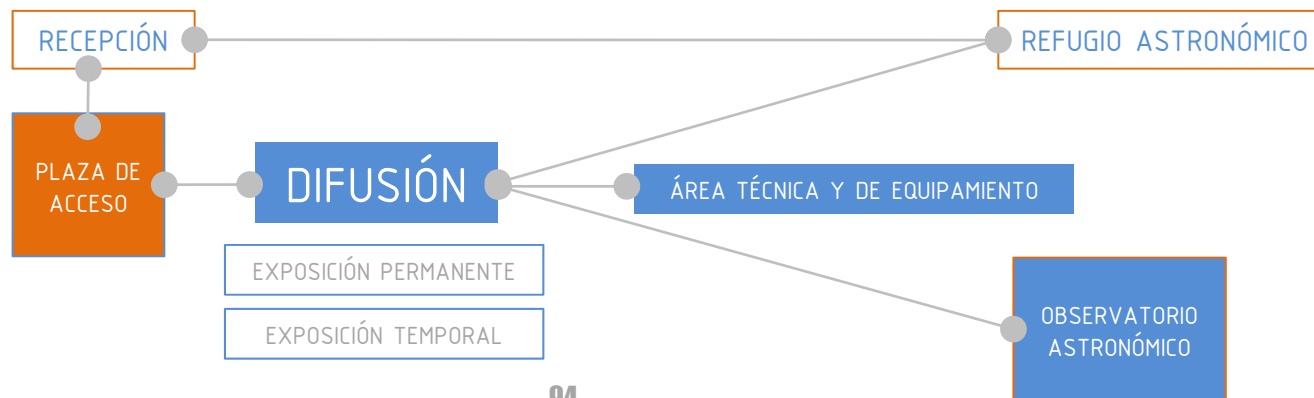
**Astrónomo profesional y semi-profesional:** visitante relativo al turismo de intereses especiales, el cual posee formación universitaria astronómica. Posee instrumental técnico apropiado para la observación científica, uno de sus principales intereses es la astrofotografía. Llega al proyecto por medios propios y busca la claridad de los cielos de Atacama para realizar astronomía como pasatiempo o investigaciones personales.

*Acceso y Recepción*

El Área de acceso y recepción ofrecen un comienzo dentro del rito del recorrido del proyecto. En primer lugar, una recepción que ofrezca espacios de descanso, servicios, información y un área administrativa del funcionamiento del centro turístico. Esta área será la encargada de recibir a todos los visitantes del proyecto, ya sean visitantes de corta estadía (usuarios de las áreas de difusión, soporte y observatorio astronómico), así como también a los usuarios del Refugio Astronómico. El área de acceso lo componen dos plazas públicas (una diurna y otro nocturna) las cuales reúnen a los visitantes en charlas programadas, y los conducen a través de un programa enfocado a disfrutar y educar sobre el Cosmos.

*Difusión*

Esta área constituye la mayor parte del proyecto, está constituida por todos los espacios de exposición, ya sean permanentes o temporales. Los espacios de exposición permanente mostrarán temáticas como santuarios astronómicos en la antigüedad, historia de la ciencia astronómica, actualidad astronómica, enigmas del Cosmos y exposiciones mediante proyecciones las cuales mostrarán el proceso del Big Bang y Bing Crunch, teorías sumamente actuales, el las que hoy busca comprobar la astronomía. Las exposiciones temporales tendrán su marco referencial dentro de lo que los radiobservatorios presentes en la zona investigan. Por ende, se podrán organizar temporadas en donde cada institución podrá difundir sus investigaciones, y mostrar al público material científico como astrofotografías, espectrografías, diagramas de longitud de onda de planetas conocidos, etc. Material desconocido para el público en general, pero altamente interesante.



*Observatorio Astronómico y área Técnica: soporte para el desarrollo de la Astronomía aficionada*

El observatorio Astronómico contendrá al Telescopio MEADE 12" LX200 GPS (30 Centímetros), Telescopio óptico de alta potencia para la observación de cielos profundos.

El área técnica ofrecerá el equipamiento necesario para el desarrollo de la astronomía aficionada. En ella se contemplarán los requerimientos espaciales para almacenar los instrumentos astronómicos más solicitados, como telescopios ópticos, telescopios refractores, montaduras altacimutales y ecuatoriales, binoculares. Además, se contemplará un espacio multifuncional que pueda servir para efectuar reuniones técnicas sobre el tema, como por ejemplo, un eventual taller de astrofotografía, de óptica, etc.

*Hotel Astronómico*

El hotel Astronómico albergará 20 "lofts" astronómicos, diseñados para que habiten dos personas en ellos, pero con una capacidad máxima de hasta 4 personas cada uno. La cubierta habitable permite la instalación de telescopios, ya sean propios de los usuarios, o con factibilidad de arrendar en el área técnica del Centro Turístico Astronómico. Las áreas públicas del hotel y los Refugios se plantean separados por volúmenes distintos, buscando así distanciar áreas de ruido y áreas de silencio.

Los flujos de servicio se conectan directamente con el volumen público del Hotel, el cual posee un bar-restaurant con cabida para 50 personas. Además, se contempla en él un auditorio para 50 personas, pensado principalmente para grupos de astrónomos que generan un circuito de charlas en un lapso de 3 o 4 días.

CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO  
 5.2 IDEAS DE PROYECTO

<p>Área de Acceso y Recepción</p> <p>565 m2 aprox.</p> <p>-Espacios de Acceso:          Plaza del Sol: Reloj Solar          Fogón          Plaza de la Luna</p> <p>-Espacios de Recepción:          Hall de acceso          Infocentro          Sala de Espera          Sala de Internet          Lockers</p> <p>-Zona de Administración:          Oficinas          Sala de reuniones</p>	<p>Área de Difusión</p> <p>2750 m2 aprox.</p> <p>-Espacios de Exposición Permanente          Áreas por exposición temática          Exposición Santuarios astronómicos en la antigüedad          Origen de la Astronomía          Observatorios Astronómicos          Teoría del Big Bang          Teoría del Big Crunch          Expansión del Universo</p> <p>-Espacios de Exposición Temporal          Astrofotografías de exoplanetas          Sala de proyección audiovisual          Zona de Observación amateur (en Cubierta)</p>
<p>Observación astronómica y área técnica</p> <p>460 m2 aprox.</p> <p>-Área de Observación astronómica:          Observatorio          Plataforma de espera</p> <p>-Área Técnica:          Recepción          Bodega de Instrumental Técnico          Sala multiuso          Biblioteca de manuales Técnicos</p>	<p>Área Hotel Astronómico</p> <p>1015 m2 aprox.</p> <p>-Área de Refugios Astronómicos:          20 Lofts          Fogón al aire libre</p> <p>-Área Hotel astronómico:          Recepción          Sala de espera          Bar-Restaurant          Auditorio 50 pers.          Dormitorios personal          Oficina administración del Hotel</p>

Área de Exposiciones al aire libre	695 m2 aprox.	Área de Servicios	545 m2 aprox.
<p>-Espacios de exposición</p> <p style="padding-left: 20px;">Exposición al suelo vestigios Cráter de Monturaqui Plaza "movimientos de los objetos celestes" Pictografía mural de constelaciones descubiertas por el Pueblo Atacameño</p> <p style="padding-left: 20px;">Anfiteatro al aire libre Cafetería en espejo de agua</p> <p>-Áreas de descanso</p> <p style="padding-left: 20px;">Mirador Salar de Atacama Butacas de descanso al aire libre</p>		<p>-Cocinas:</p> <p style="padding-left: 20px;">Bar-restaurant Casino empleados Cafetería Kitchenette</p> <p>-Bodegas Cocina:</p> <p style="padding-left: 20px;">Zona perecibles Zona no perecibles</p> <p>-Bodegas salas de Exposición (3)</p> <p>-Baños</p> <p style="padding-left: 20px;">3 núcleos</p> <p>-Baños para personal</p>	

Superficie de áreas	6.030 m2 aprox.
Porcentaje de Circulación	1085 m2 aprox.
Superficie Total Estimada	7.515 m2 aprox.

### Precauciones ante la Contaminación Lumínica

---

Como se mencionó anteriormente, el proyecto se encuentra ubicado en un lugar que recibe casi nula cantidad de contaminación lumínica. A su vez, los poblados de San Pedro de Atacama Toconao ya cuentan con las primeras medidas de prevención de contaminación lumínica, la luminaria urbana cuenta con los ángulos óptimos para no enviar la luz a la atmósfera.

Pero también se debe tener en cuenta que el acceso vehicular al proyecto aportará una cantidad de brillo y luz que puede resultar molesto para la observación en esta reserva de oscuridad. Para ello, se propone implementar luz artificial en los puntos más importantes del acceso, luminarias de ubicación dispuestas en el zócalo del camino las cuales contarán con un encendido automático a través de sensores de movimiento. Además, contarán con láminas retrorreflectivas, las cuales permiten que una gran parte de la luz reflejada vuelva a su fuente luminosa.

En cuanto a la arquitectura del proyecto, si bien no considera una gran cantidad de vanos debido a que la vistas que se quiere intencionar es a la contemplación del cielo, existen espacios que tienen luz propia que será transmitida al exterior. Para no producir efectos de contaminación lumínica del propio proyecto, los vanos y lucarnas que se ubiquen en recintos de uso nocturno, contarán con cristales de color (tintado) que filtrarán la cantidad de brillo luminoso interno hacia el exterior.



## Gestión

---

Para poder materializar el proyecto “Centro Turístico Astronómico en Toconao” se debe contemplar una inversión económica en que participen distintos sectores. En primer lugar, como ya mencionamos anteriormente, debemos contemplar el costo cero del terreno de emplazamiento, ya que al ser de propiedad gubernamental y administrado por Bienes Nacionales, se enmarca dentro de una política de desarrollo e inversión para el país.

[La organización Europea para la investigación astronómica en el Hemisferio Austral](#) (ESO, presente en los observatorios VLT, APEX y ALMA en la Región), contempla dentro de sus objetivos acercar la ciencia astronómica a la comunidad a través de la difusión. A su vez, están altamente interesados en proyectos que ayuden a difundir la problemática actual de la contaminación lumínica en las grandes ciudades, y así, contribuir al cuidado de los cielos que utilizan para su investigación. El proyecto considera altamente probable que esta institución pueda donar un Telescopio óptico de alta potencia en cielo profundo, como por ejemplo, un MEADE 12” LX200 GPS (30 Centímetros), situación similar a lo ocurrido con la gestión del Observatorio Municipal Mamalluca en la IV Región, el cual fue donado por AURA.

[La Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica](#) (CONICYT) promueve y fortalece la difusión científica y tecnológica en Chile, para contribuir al desarrollo económico, social y cultural del país. En conversaciones con la directora del programa de Astronomía de esta institución, Sra. Mónica Rubio, se manifestó el interés en un proyecto astronómico público que pudiera aportar crecimiento cultural al país y una oportunidad de difundir los grandes avances que actualmente se desarrollan en nuestro territorio. Por ello, se contempla que esta institución pueda aportar un fondo considerable, destinado a capacitación laboral, incorporación de tecnologías sustentables, etc.

[El Servicio Nacional del Turismo](#) (SERNATUR) en conjunto con la [Fundación Empresarial de la Comunidad Europea en Chile](#) (EUROCHILE) ya han efectuados estudios de innovación turística en la zona, y actualmente ya se encuentran invirtiendo en proyectos de esta categoría. Por ende, se presume que el proyecto, al enmarcarse en la *Ruta Astronómica* diseñada y estudiada por ambas instituciones, pueda obtener fondos relativos a la Inversión pública o privada.

[La Corporación de Desarrollo Regional del Loa](#) (CDP) es una entidad de derecho privado sin fines de lucro la cual esta conformada por siete empresas; privadas y públicas, más dos universidades regionales. Su misión es contribuir al desarrollo económico sostenible de la Segunda Región integrando y catalizando esfuerzos y actores del ámbito privado, público y académico. El proyecto, al ser una alternativa de inversión para la región, podría eventualmente obtener capitales gestionados por esta institución.

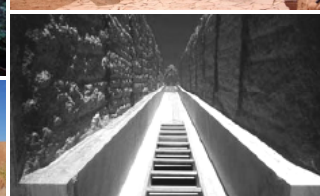
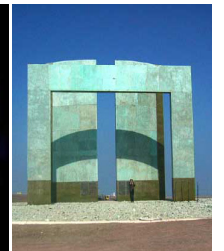
También se contempla el interés de la [Inversión Privada](#), dada por el importante éxito económico que actualmente generan las infraestructuras de turismo ubicadas en el Territorio. Así, el *Hotel astronómico* proyectado dentro de la propuesta podría efectivamente ser financiado y lucrado por privados, y formar parte de un circuito turístico en donde la Inversión Pública y Privada trabajan en conjunto. Un ejemplo de inversión privada podría ser la mina *La Escondida*, ubicada en las cercanías de la Región.



Referentes



Observatorio Mamalluca, Sun Tunnels, Hotel Tierra Atacama, Termas Puritama, Termas Geométricas, Hito Capricornio, Tadao Ando, Hotel Altiplánico, Germán del Sol, Observatorio cruz del Sur, Collowara, Land Art.



---

Referentes del Territorio: expresión arquitectónica de la cultura local.







## Bibliografía

---

### *Libros*

- Cumbres sagradas del noroeste Argentino: avances en arqueología de alta montaña y etnoarqueología de santuarios de altura andinos, Ceruti, María Constanza, Editorial Eudeba, Buenos Aires, 1999.
- Heidegger, Martín, "Construir, habitar, pensar", *Conferencias y artículos*, trd. Eustaquio Barjau, Editorial del Serbal, Barcelona, 1994.
- Plaut, Jeannette; Valdés, Catalina, Atacama: Códigos de un paisaje. Seminario de investigación. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Santiago, 2001.
- Sagan, Carl. Cosmos, Editorial planeta, Barcelona, 2001.
- *Recorrido por el desierto florido*, Sánchez, Daniela, *Memoria de título F.A.U, Universidad de Chile*, Santiago, 2003.
- *Arquitectura Precolombina: Catálogo de tipos de urbanismos, de obras y constructivos*, Sonderegger, Cesar, *Editorial Corregidor*, Buenos Aires, 1998.
- *Arte Cósmico Amerindio*, Sonderegger, Cesar, *Editorial Corregidor*, Buenos Aires, 1998.
- *Observar el Cielo*, David H. Levy, Editorial Planeta, 1995.
- *Imagen de San Pedro de Atacama y Toconao*, Mauricio Brito, Carolina del Campo, Nicole Labbé, Martín Schmidt, Seminario de Investigación F.A.U., Universidad de Chile, 1994.
- *Antología Fundamental*, Pablo Neruda, Editorial Pehuén Poesía, Santiago, 2001.

### *Revistas*

- *Naturaleza, Paisaje y paisajismo*, Expediente de obras, Revista CA N°106, Santiago, 2001.
- Malo, Alvaro. Una ética del desierto: investigación estética. Revista ARQ 57, Santiago, 2004.
- Cortés Darrigrande, Macarena. *Discusiones sobre la gran escala. Las escalas en el desierto, Observatorio cerro Paranal. Revista ARQ 40. Editorial ARQ.*
- *Región del Norte Grande*, Revista CA N° 74, Santiago 1993.

CENTRO TURÍSTICO ASTRONÓMICO EN TOCONAO  
6.0 BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

---

*Páginas Web*

**-Astronomía:**

<http://www.achaya.cl/>

<http://www.astronomia.com/>

<http://www.circuloastronomico.cl/>

<http://www.astrored.org/>

**-Turismo Astronómico:**

<http://www.sanpedrodeatacama.com>

<http://www.turismoastronomico.cl/>

<http://www.collowara.cl/>

<http://www.mamalluca.org/nuevaweb1/espanol/home.html>

**-Contaminación Lumínica:**

<http://www.darksky.org/>

<http://www.lightpollution.it/worldatlas/pages/fig1.htm>

<http://www.opcc.cl/prensa.htm>

[http://www.ctio.noao.edu/light\\_pollution/](http://www.ctio.noao.edu/light_pollution/)

**-Página Radioastrónomo asesor en la investigación;** fuente de las astrofotografías expuestas.

<http://www.apex-telescope.org/~fauliffe/>

**-Telescopios**

<http://www.astrosurf.com/>

<http://www.telesopen.com/>

<http://www.airelibre.es/>

**-Referentes arquitectónicos**

<http://germandelsol.blogspot.com/>



### Anexo 1:

---

Los participantes de la *Conferencia Internacional en Defensa de la Calidad del Cielo Nocturno y el Derecho a Observar las Estrellas*, conjuntamente con los representantes de la UNESCO, OMT, IAU, y otras agencias y organizaciones internacionales, así como miembros de la comunidad científica y académica, reunidos en La Palma, Islas Canarias, España, el 20 de Abril de 2007; siendo conscientes que la visión de la luz de las estrellas ha sido y es una inspiración para toda la Humanidad, y que su observación ha representado un elemento esencial en el desarrollo cultural y científico de todas las civilizaciones; Declaramos que:

- a. El derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento, debe considerarse como un derecho inalienable de la Humanidad, equiparable al resto de los derechos ambientales, sociales y culturales. La progresiva degradación del cielo nocturno ha de ser considerada como un riesgo inminente que conlleva la pérdida de un recurso fundamental.
- b. El conocimiento, apoyado en la educación, constituye la clave que permite integrar la ciencia en nuestra cultura actual, contribuyendo al avance de toda la Humanidad. La difusión de la astronomía y de los valores científicos y culturales asociados deberán considerarse como contenidos básicos a incluir en la actividad educativa.
- c. El control de la contaminación lumínica debe ser un requisito básico en las políticas de conservación de la naturaleza dado el impacto que genera sobre muchas especies, hábitats, ecosistemas y paisajes.
- d. La protección de la calidad astronómica de las áreas privilegiadas para la observación científica del universo deberá constituir una prioridad en las políticas medioambientales y científicas de carácter regional, nacional e internacional.
- e. Ha de promoverse el uso racional de la iluminación artificial, minimizando el resplandor que provoca en el cielo y evitando la nociva intrusión del exceso de luz sobre los seres humanos y el medio natural. Esta estrategia implica un uso más eficiente de la energía en consonancia con los acuerdos sobre el cambio climático y la protección del medio ambiente.
- f. Al igual que otras actividades, el turismo puede convertirse en un poderoso instrumento para desarrollar una nueva alianza en favor de la calidad del cielo nocturno. El turismo responsable, en todas sus manifestaciones, puede y debe integrar el paisaje del cielo nocturno como un recurso a resguardar y valorar en todos los destinos.

Deberán ponerse en práctica todas las medidas necesarias con el fin de informar y sensibilizar al conjunto de implicados en la protección del medio ambiente nocturno.

*Adoptada el 20 Abril de 2007, en La Palma, Islas Canarias, España.*

A partir del 01 de octubre de 1999 entró en vigencia la *Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica* (Decreto Supremo Nº 686 del 7 de diciembre de 1998 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción), que establece un marco legal para la protección de la calidad del cielo, en el contexto de la legislación ambiental.

*Objetivo de la Norma*

El objetivo de la norma es proteger la calidad astronómica de los cielos de las Regiones de Coquimbo, Atacama y Antofagasta, mediante la regulación de la contaminación lumínica. Se espera conservar la calidad astronómica actual de los cielos señalados y evitar el deterioro futuro.

*Ambiente Receptor : Atmósfera*

Bien Jurídico Protegido: calidad astronómica de los cielos, que son el conjunto de condiciones ambientales del cielo que determinan su aptitud para la observación del cosmos.

*Criterios Básicos*

Evitar la emisión de luz hacia el cielo por medio de la utilización de luminarias apantalladas y sin inclinación.

Evitar la emisión de luz en el rango no visible para el ojo humano (espectro útil), ya que este espectro de luz afecta la observación astronómica.

*Control de la Norma*

Las exigencias se harán efectivas a través de la certificación de luminarias (laboratorio reconocido por la SEC), la verificación de la correcta instalación de éstas, y una restricción horaria para luminarias que no cumplan con ciertos requisitos de emisión.

*Ámbito Territorial y Fiscalización*

La presente norma de emisión se aplica dentro de los actuales límites territoriales de las Regiones de Coquimbo, Atacama y Antofagasta. Los organismos fiscalizadores competentes son la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y las Municipalidades respectivas.

*Cantidad Máxima de Emisión*

La norma de emisión lumínica contiene una limitación general y limitaciones específicas

Las lámparas cuyo flujo luminoso nominal sea igual o menor a 15.000 lúmenes, no podrán emitir, una vez instaladas en la luminaria, un flujo hemisférico superior mayor al 0,8 % de su flujo luminoso nominal.

Las lámparas de flujo luminoso nominal superior a 15.000 lúmenes, no podrán emitir, una vez instaladas en la luminaria, un flujo hemisférico superior que exceda del 1,8 % de su flujo luminoso nominal.

#### *Fuentes*

La norma se aplica a todas las fuentes emisoras:

Fuente emisora: Lámpara instalada en una luminaria que emite flujo hemisférico superior. Fuentes existentes y nuevas.

La presente norma de emisión no se aplicará a las siguientes fuentes emisoras:

Aquellas cuya iluminación es producida por la combustión de gas natural u otros combustibles.

Aquellas destinadas a la iluminación ornamental utilizada durante festividades, siempre que no excedan de 60 watt.

Aquellas que sean necesarias para garantizar la navegación aérea y marítima.

Aquellas propias de los vehículos motorizados.

Aquellas de emergencia necesarias para la seguridad en el tránsito de calles y caminos.

Aquellas destinadas a la iluminación de vitrinas.

Aquellas destinadas a iluminar espacios cerrados.

Aquellas destinadas al alumbrado de instalaciones deportivas o recreativas y las destinadas a la iluminación de avisos y letreros, cuando la eficacia luminosa de la fuente de luz utilizada no sea inferior a 140 lúmenes por watt.

Los proyectores láser utilizados para fines astronómicos.

#### *Definición Legal*

Norma de emisión: la que establece la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora (Art. 2 letra o de la Ley 19.300).

Es un instrumento de prevención de la contaminación causada por el Hombre.

Restringe la cantidad de contaminantes que se vierten al ambiente.

Permite un medio ambiente libre de contaminación.

Constituye una restricción directa a los derechos de las personas.

#### *Contenidos de una Norma de Emisión*

Cantidad máxima de emisión.

Fuentes a ser reguladas.

Plazos y niveles programados.

Ámbito territorial de aplicación.

Organismo fiscalizador.

Metodología de medición y control.

Descripción de los cielos despejados de la II Región de Antofagasta según la ACHAYA:

*"Durante las noches despejadas como son casi todas durante el año y cuando la Luna está ausente, el espectáculo del cielo es algo impresionante hay que estar bajo esa cúpula infinita para poder admirarla en toda su dimensión y hermosura.*

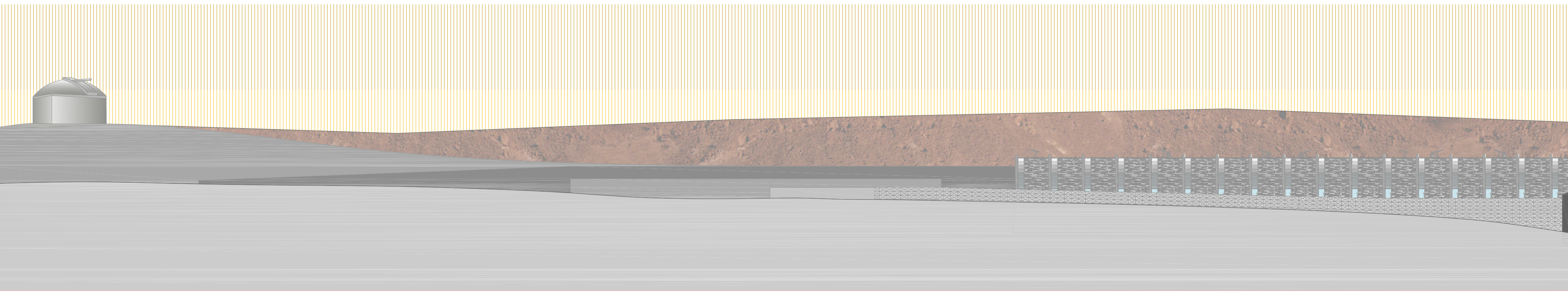
*En noviembre podemos apreciar hacia norte, a poco transcurrir la noche, a la famosa galaxia Andrómeda. Un mes después está presente orión, majestuoso con sus tres Marías, sus tres Chepas y con la Nebulosa más conspicua del cielo; más allá el gran río celeste que es la Vía Láctea se muestra fantástico; que hacia le poniente la roja Aldebarán es parte de un ángulo obtuso que conforma las estrellas de Tauro; que por ahí se ve una especie de baúl de joyas llamadas las Pléyadas; que hacia el Sureste, encontramos la famosa Cruz del Sur, y Alfa y Beta del Centauro brillando como faros en un mar infinito; que más allá vemos el más espectacular de los cúmulos: Omega Centauro, donde se apretujan millones de minúsculas estrellitas.*

*Y así por el estilo, podríamos seguir describiendo el cielo de verano, y más hacia la estación fría las constelaciones del invierno, como el caprichoso Escorpión o el centro de la Galaxia con miríadas de estrellas en Sagitario. La variedad de formas, colores y magnitudes es infinita. Y qué decir de la franja ecuatorial que dominan los planetas, entre los cuales Júpiter es el rey, Saturno es la hermosura oculta, y Marte es el "misterioso planeta rojo", próximo blanco del pie humano.*

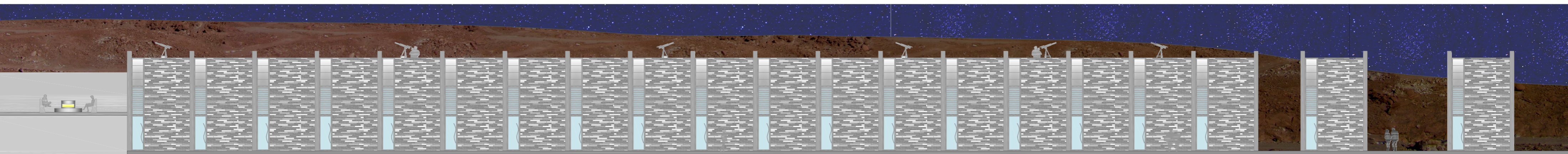
*Ellos y muchos otros racimos de estrellas, cúmulos, nebulosas, nubes oscuras, etc. Son magníficos objetos que se ven más hermosos aun si se observan con ayuda de unos simples prismáticos y con un pequeño telescopio. Entonces, parece que el cielo se entregase, vencido, mostrando sus más bellísimos y recónditos misterios. (Tal debe haber sido la impresión de Galileo Galilei cuando enfocó por vez primera su pequeño telescopio hacia el firmamento ignoto hace casi 400 años).*

*Para ver estas bellezas nocturnas, porque en el día el desierto ofrece otros paisajes no menos hermosos, no hacen falta ni grandes conocimientos ni grandes equipos, basta con al voluntad y, si es posible, unos prismáticos, catalejos o pequeño telescopio. Si le gusta la fotografía, miel sobre hojuelas. Hágase asesorar por aficionados que siempre están dispuestos a difundir sus conocimientos del cielo. Los encontrará en numerosos centros o asociaciones a lo largo del país.*

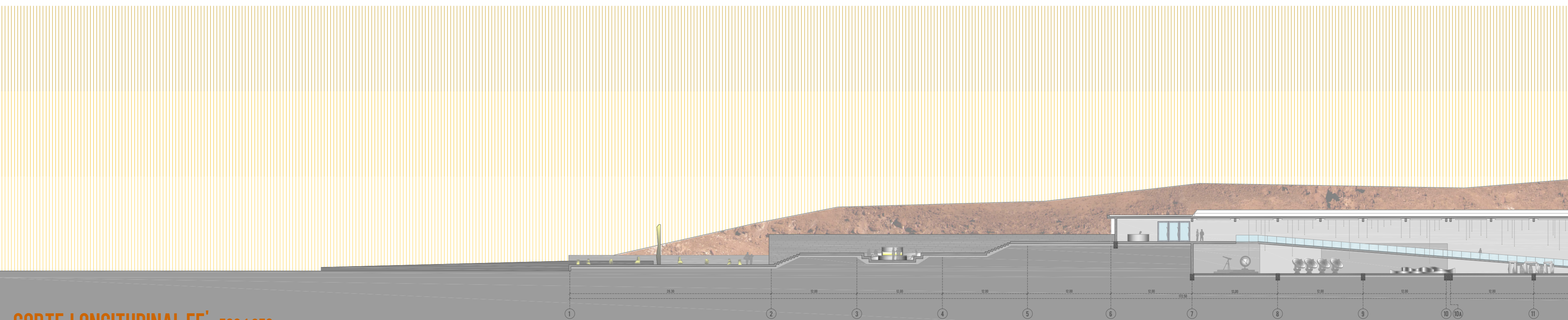
*Para la fotografía puede servir una simple máquina a condición que pueda dar tiempos largos de exposición. Un trípode es el complemento perfecto. Enfoque y dé exposiciones desde algunos segundos a varios minutos, quedará maravillado de los resultados. Enfoque y exponga hacia el sur, más maravillado aun; use película en blanco y negro, no gaste en color. Hasta puede Ud. Mismo revelar sus películas; pregunte en una casa fotográfica."*



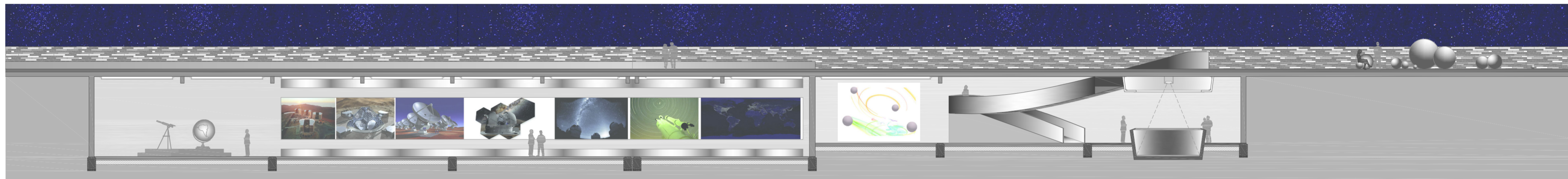
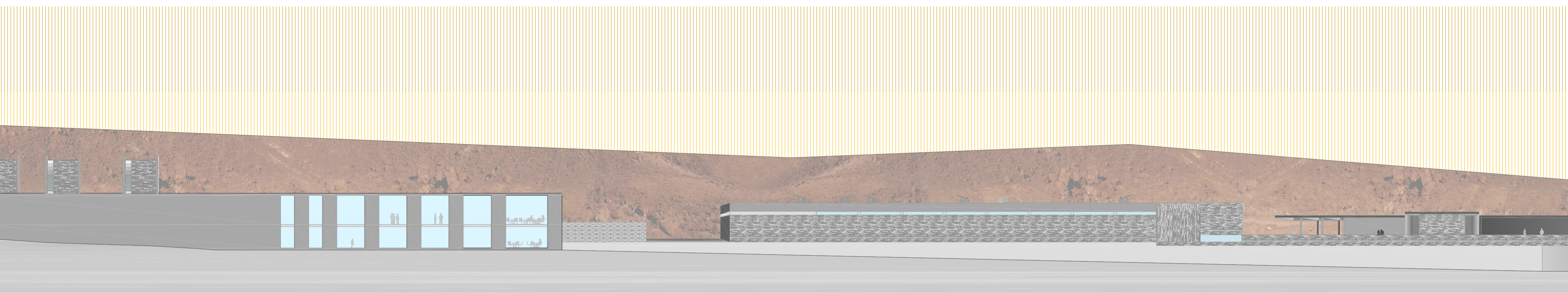
**ELEVACION NORTE** ESC 1:250



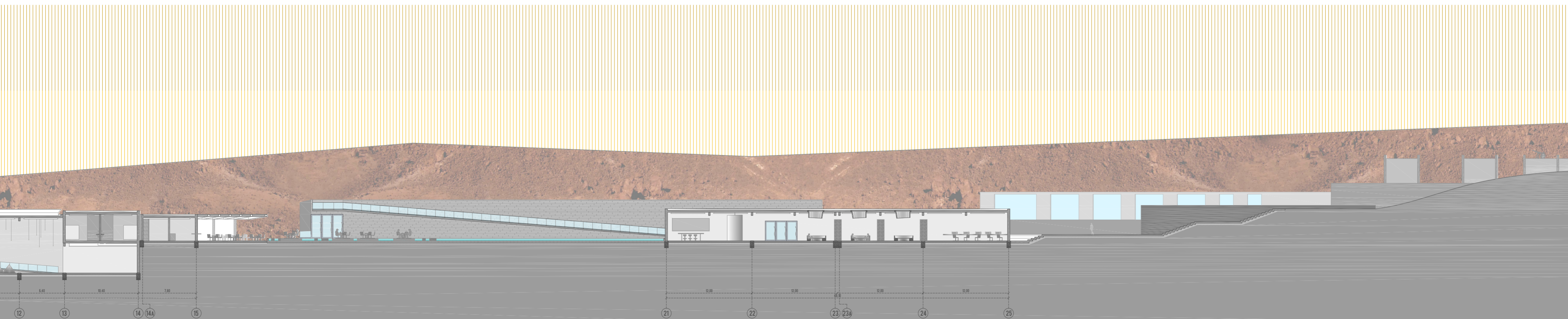
**ELEVACION INTERIOR** LOFTS ASTRONOMICOS ESC 1:125

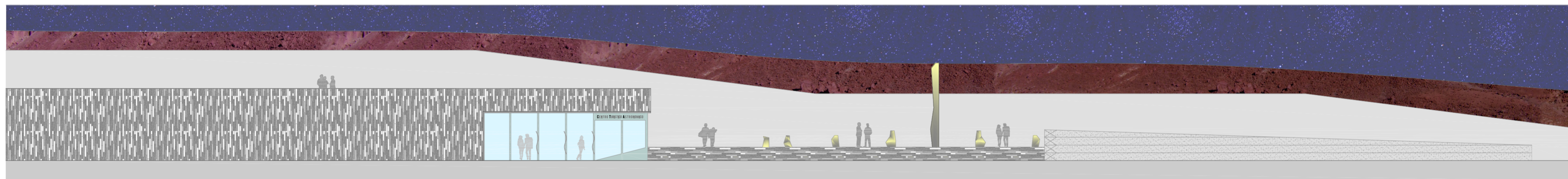
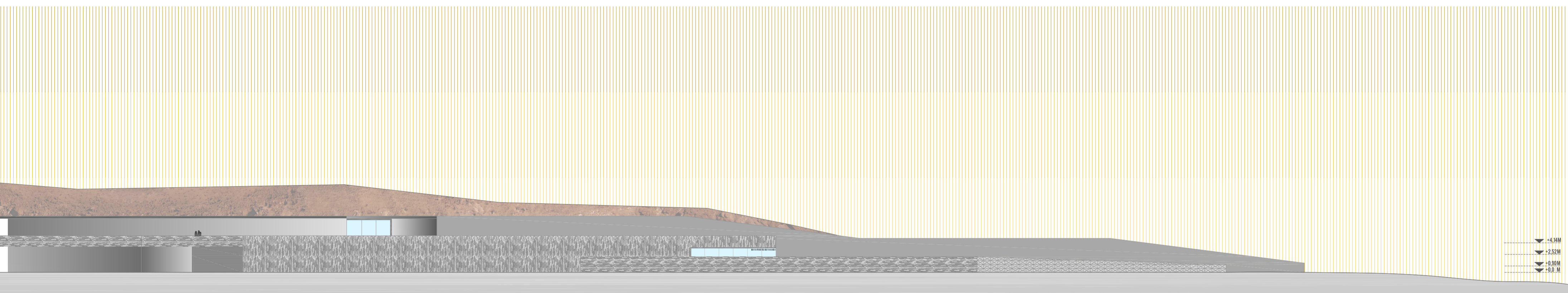


**CORTE LONGITUDINAL FF'** ESC 1:250

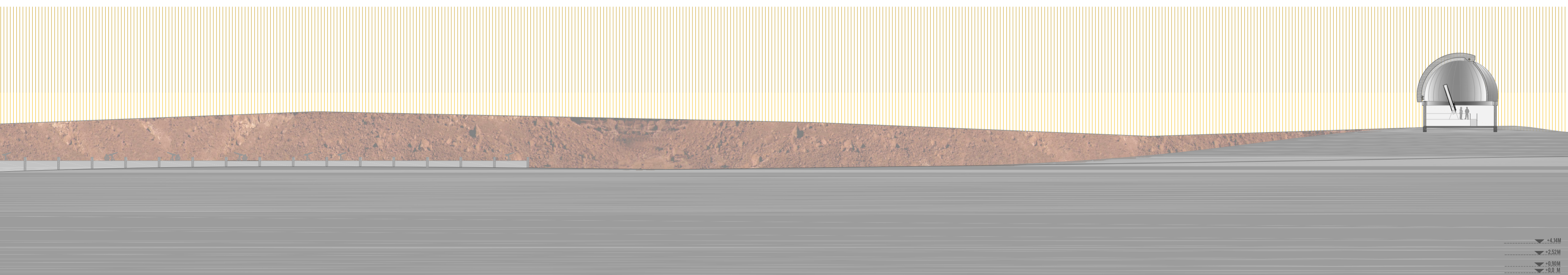


**CORTE INTERIOR EXPOSICION PERMANENTE** EN SUBTERRANEO ESC 1:125





**ELEVACION VOLUMEN DE ACCESO** ESC 1:125



A.S.N.M.

2511 M.S.N.M.

2512 M.S.N.M.

2513 M.S.N.M.

2514 M.S.N.M.

2515 M.S.N.M.

A.S.N.M.

A.S.N.M.

A.S.N.M.

M.S.N.M.

A.S.N.M.

A.S.N.M.

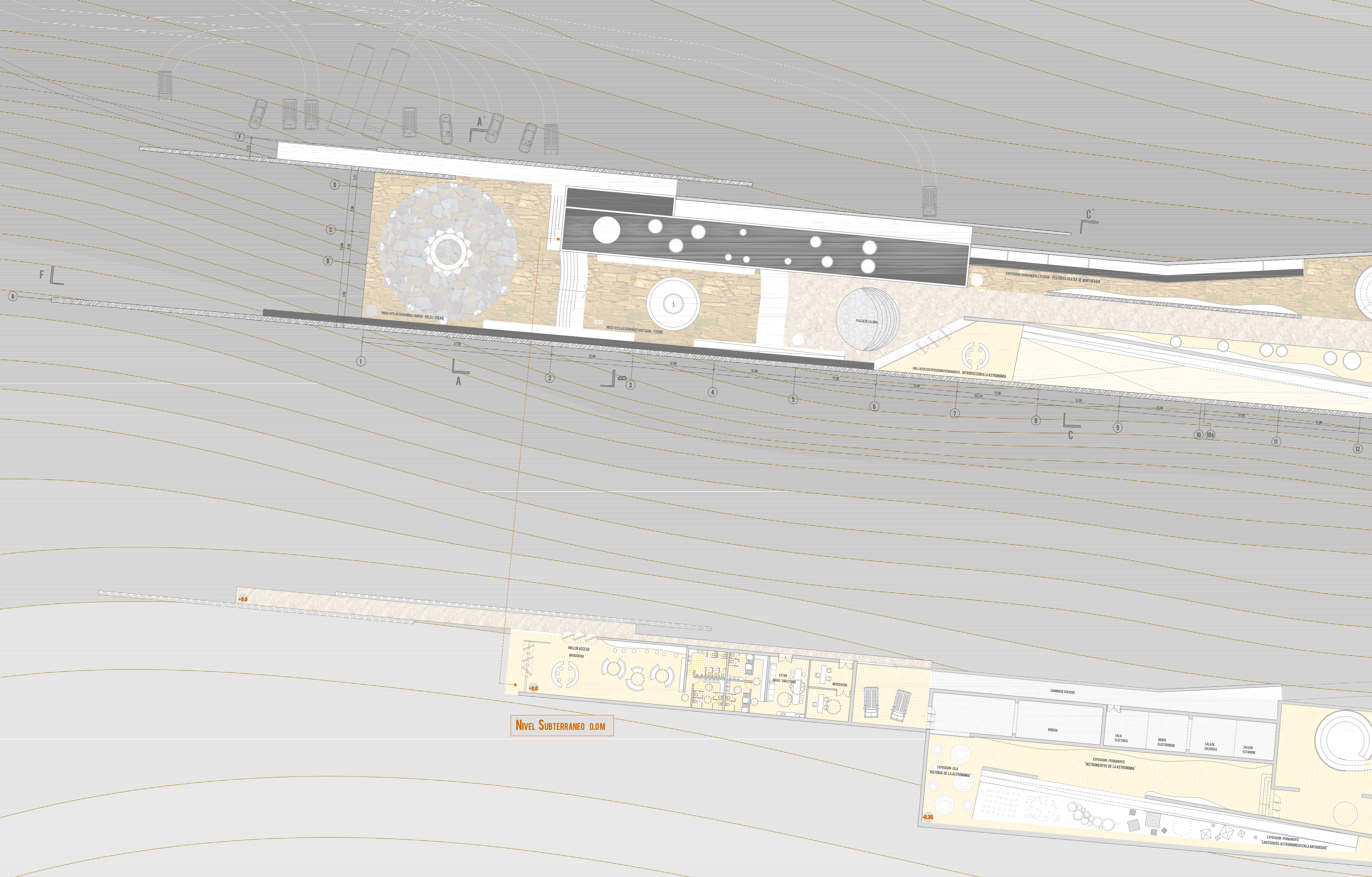
A.S.N.M.

A.S.N.M.

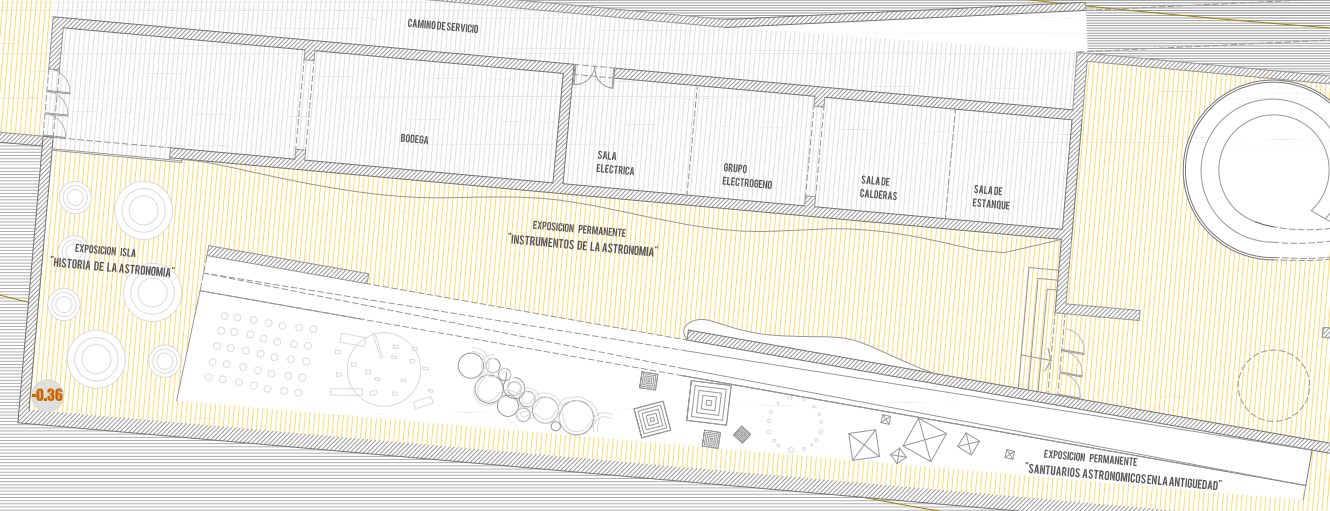
A.S.N.M.

A.S.N.M.

M.S.N.M.



NIVEL SUBTERRANEO 0.0M

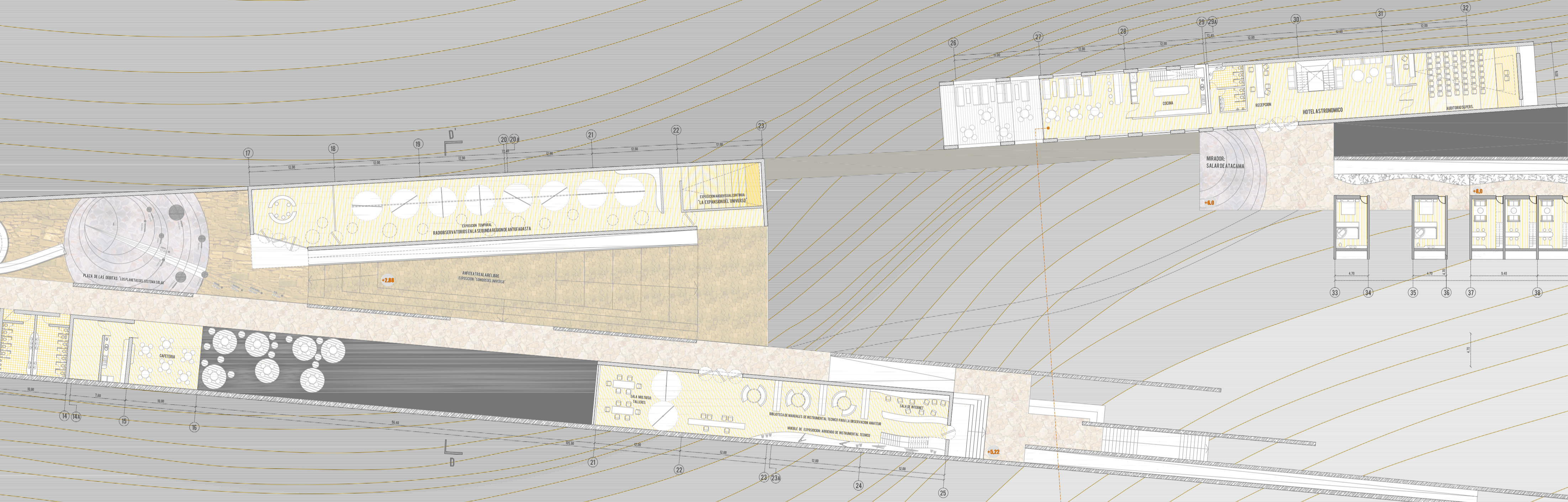




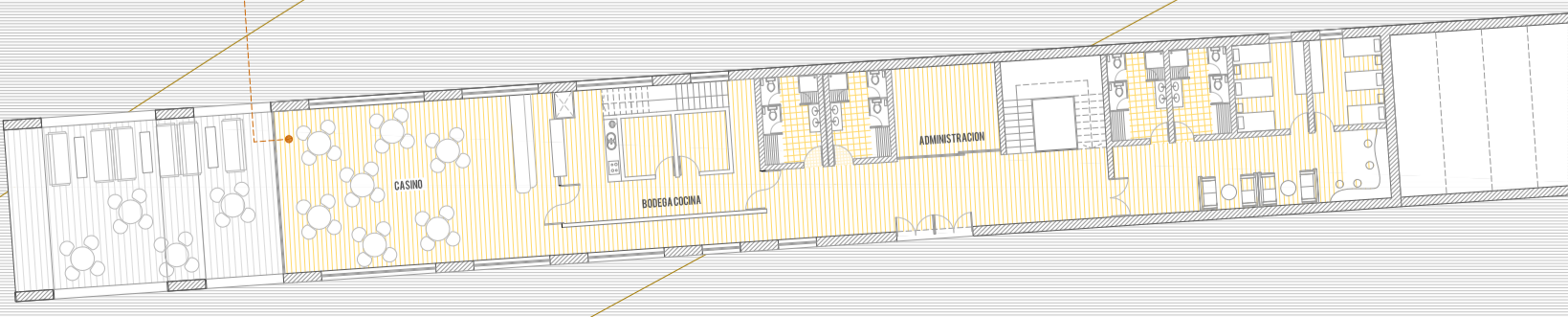
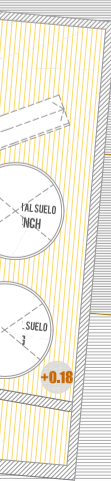
2516 M.S.N.M.

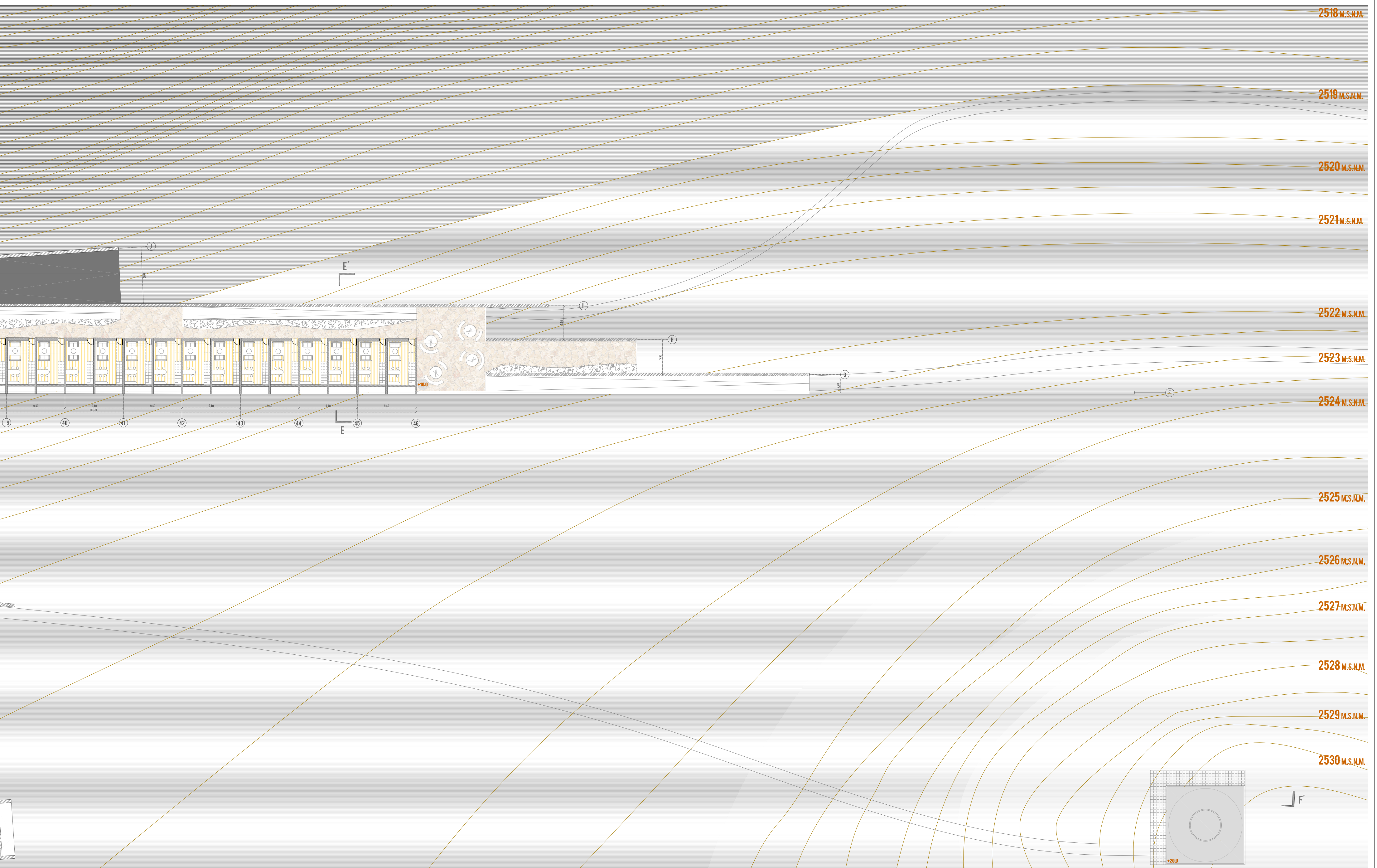
2517 M.S.N.M.

2518 M.S.N.M.



PRIMER NIVEL HOTEL 3.18M



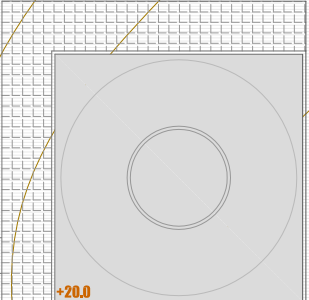


2518 m.s.n.m.  
 2519 m.s.n.m.  
 2520 m.s.n.m.  
 2521 m.s.n.m.  
 2522 m.s.n.m.  
 2523 m.s.n.m.  
 2524 m.s.n.m.  
 2525 m.s.n.m.  
 2526 m.s.n.m.  
 2527 m.s.n.m.  
 2528 m.s.n.m.  
 2529 m.s.n.m.  
 2530 m.s.n.m.

E'

E

J'

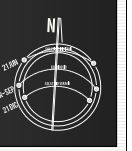


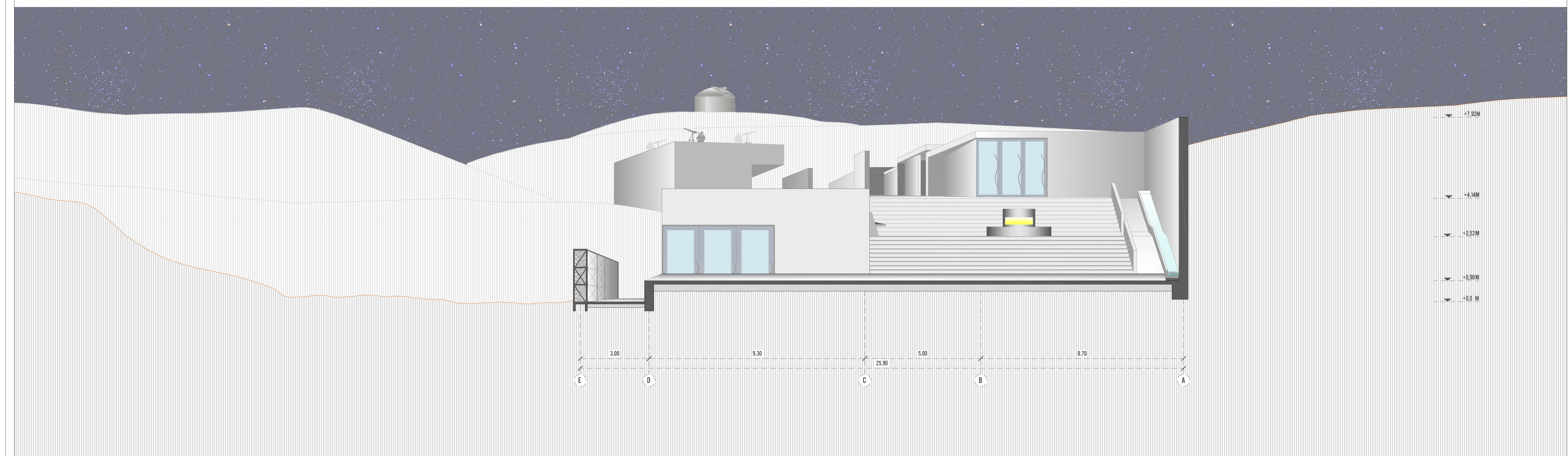
CENTRO TURISTICO ASTRONOMICO EN TOCONAO

PLANTA GENERAL DE PROYECTO

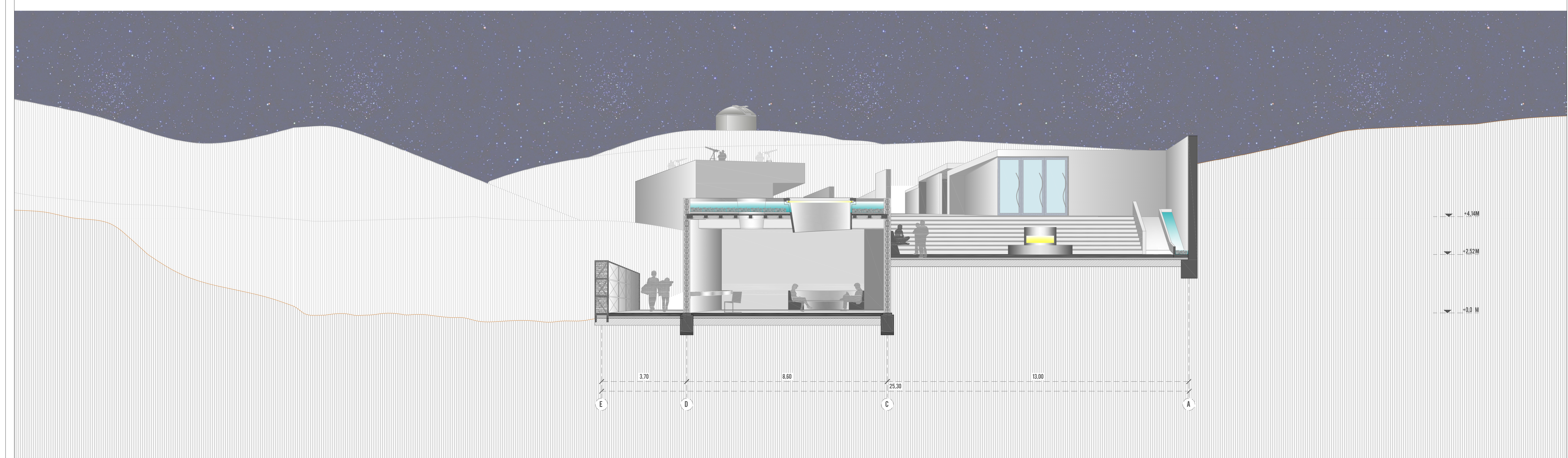
ESC 1:250

LAM 02

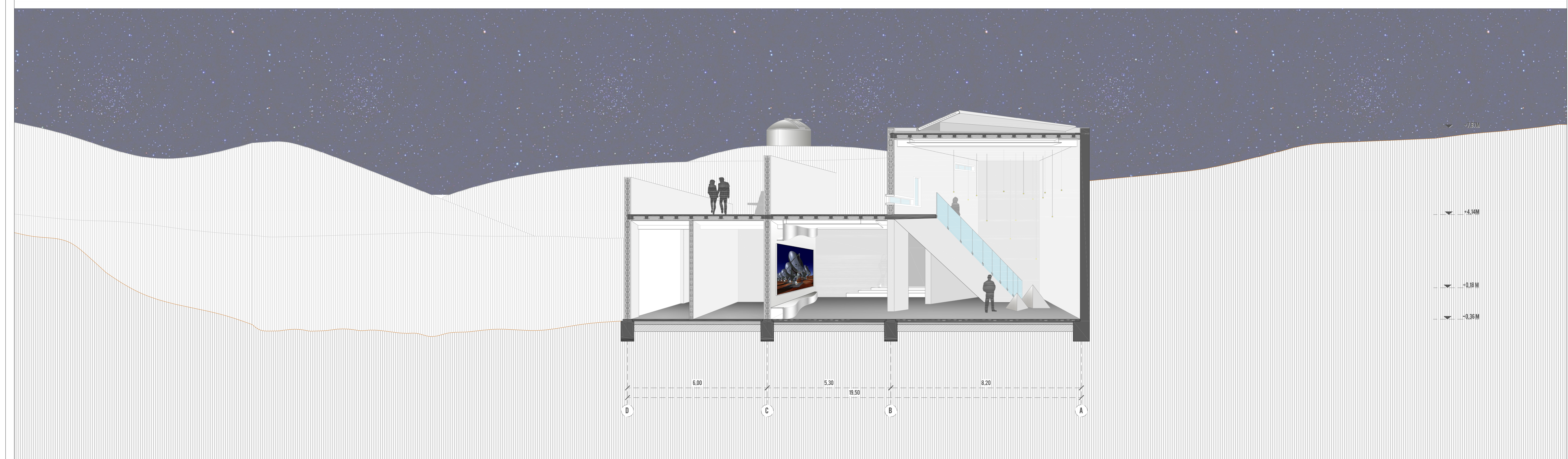




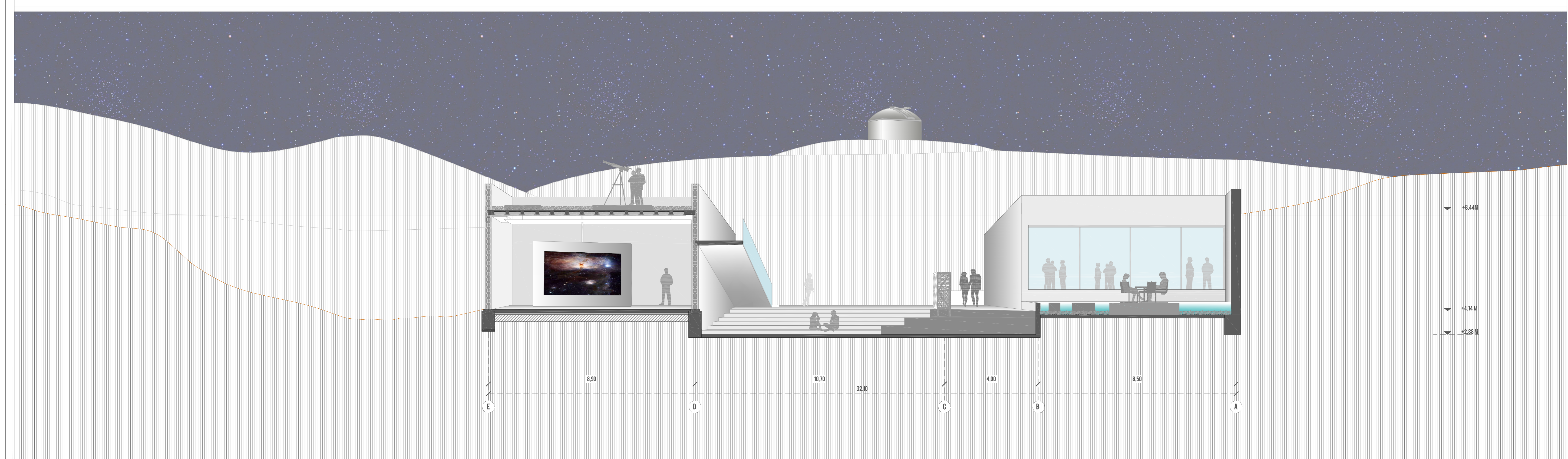
CORTE AA' ESC 1:75



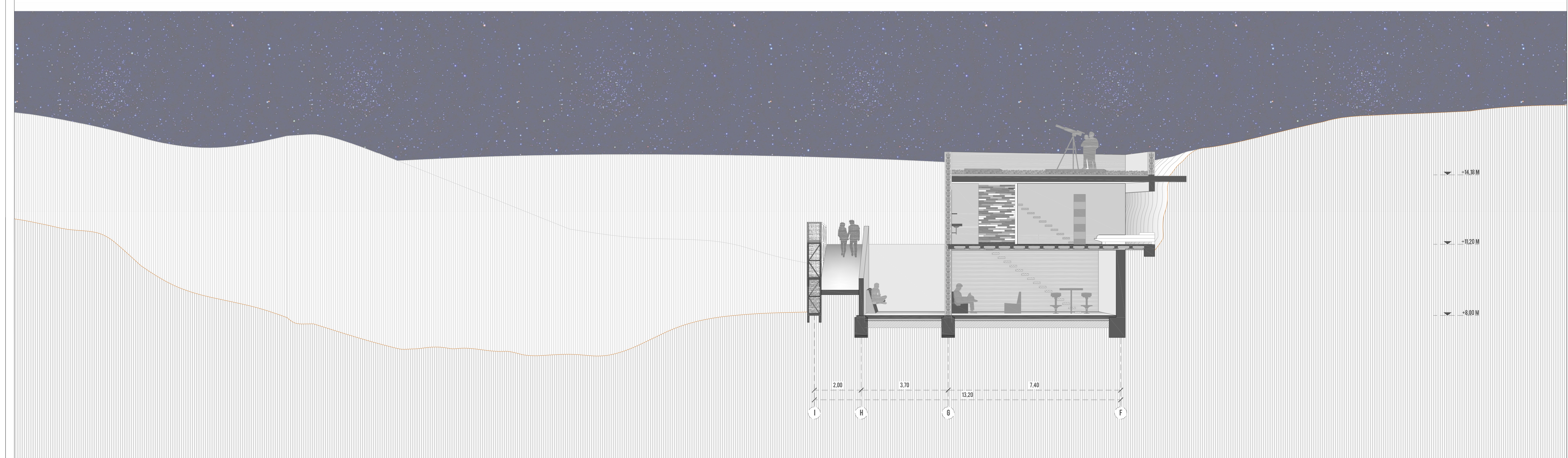
CORTE BB' ESC 1:75



CORTE CC' ESC 1:75



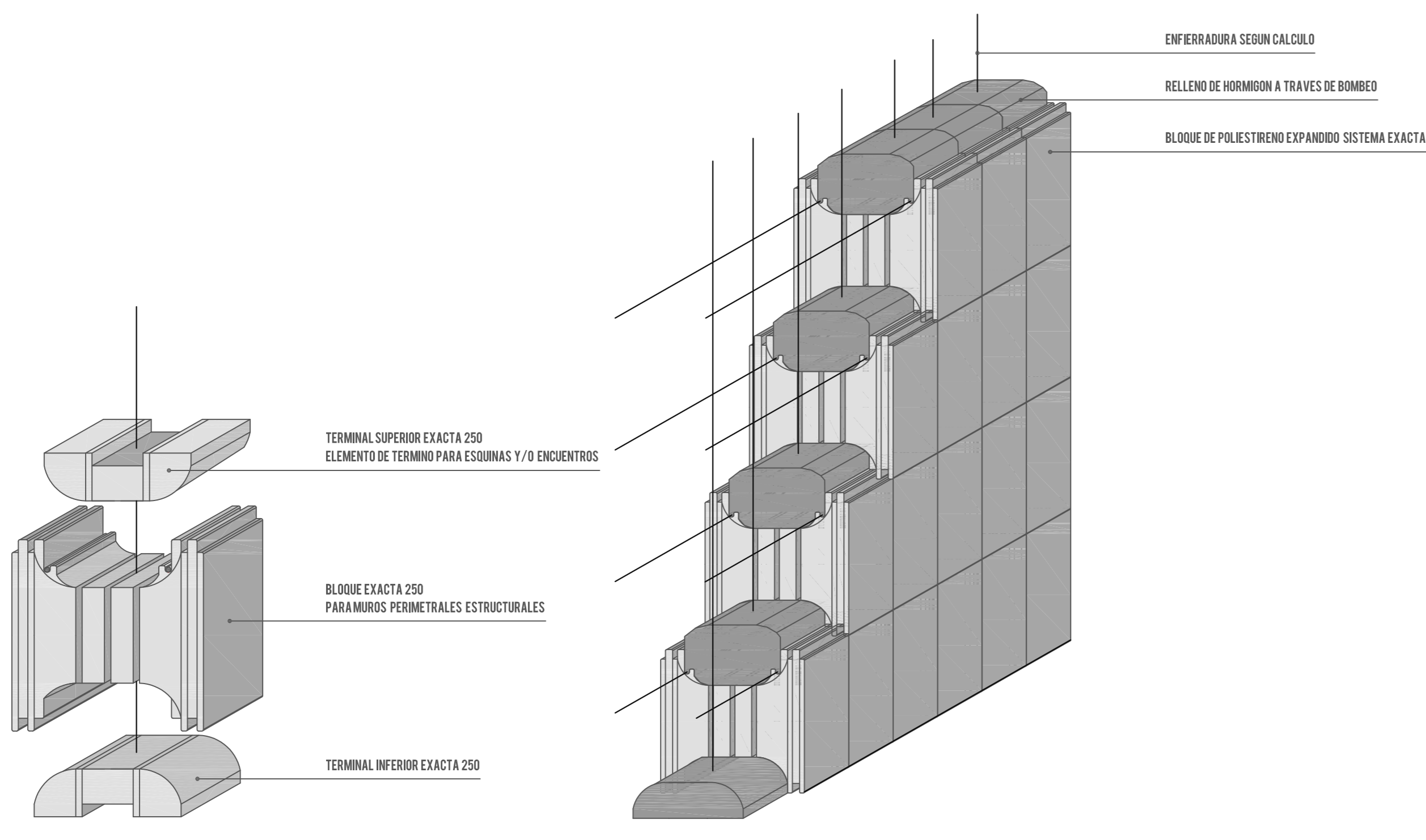
CORTE DD' ESC 1:75



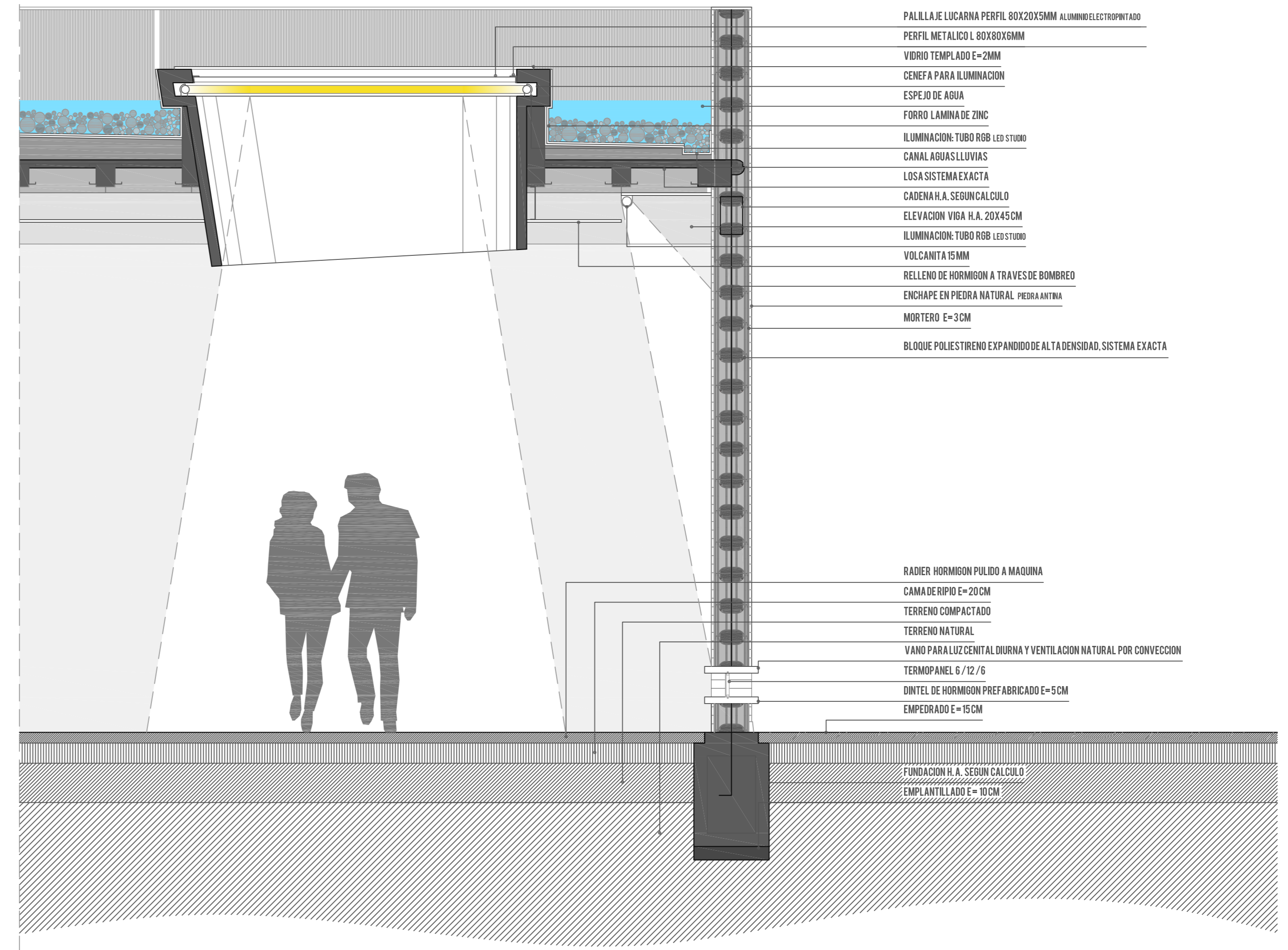
CORTE EE' ESC 1:75

**SISTEMA CONSTRUCTIVO:**

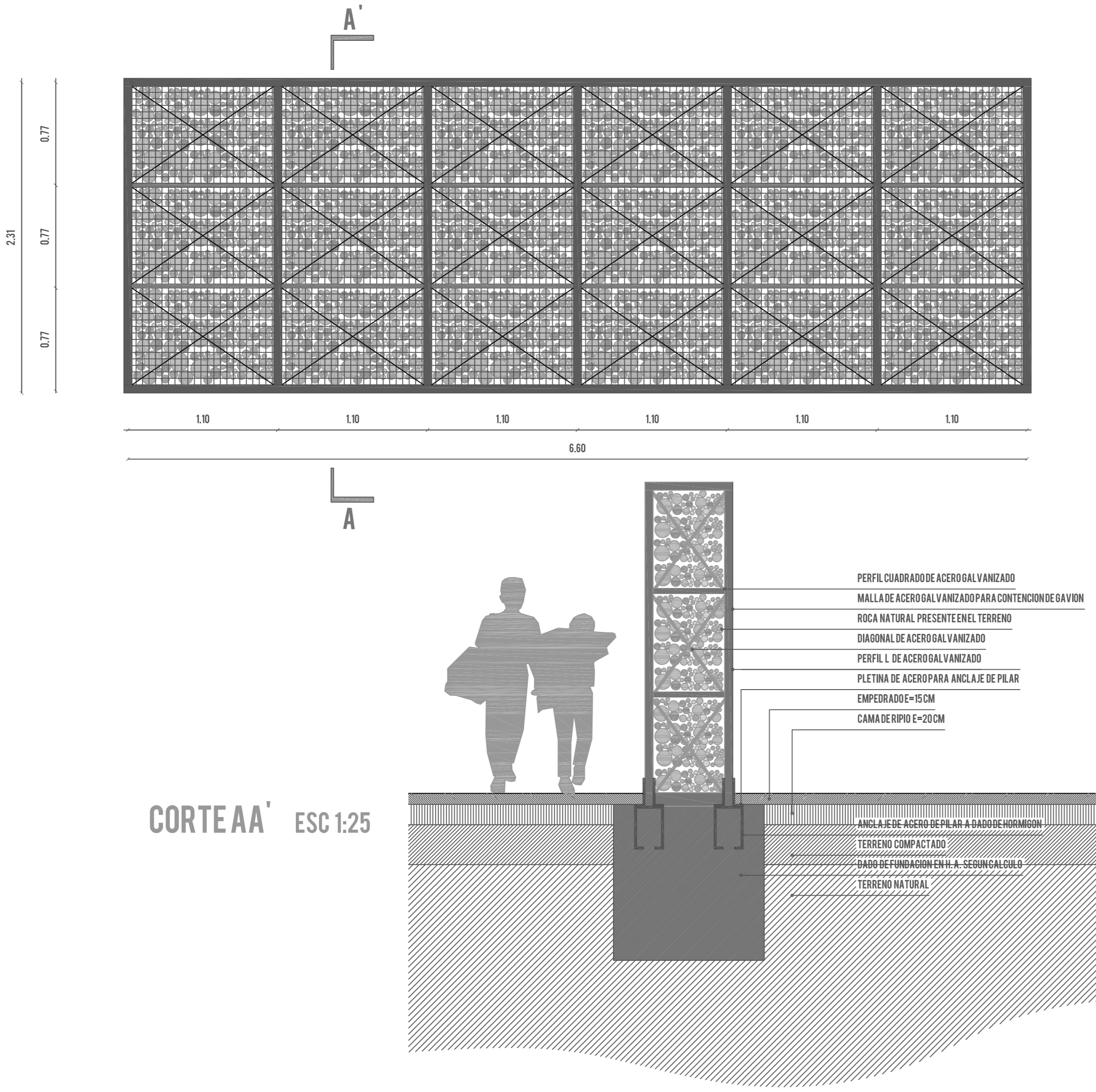
**EXACTA: TERMOPAREDE DE HORMIGON ARMADO**



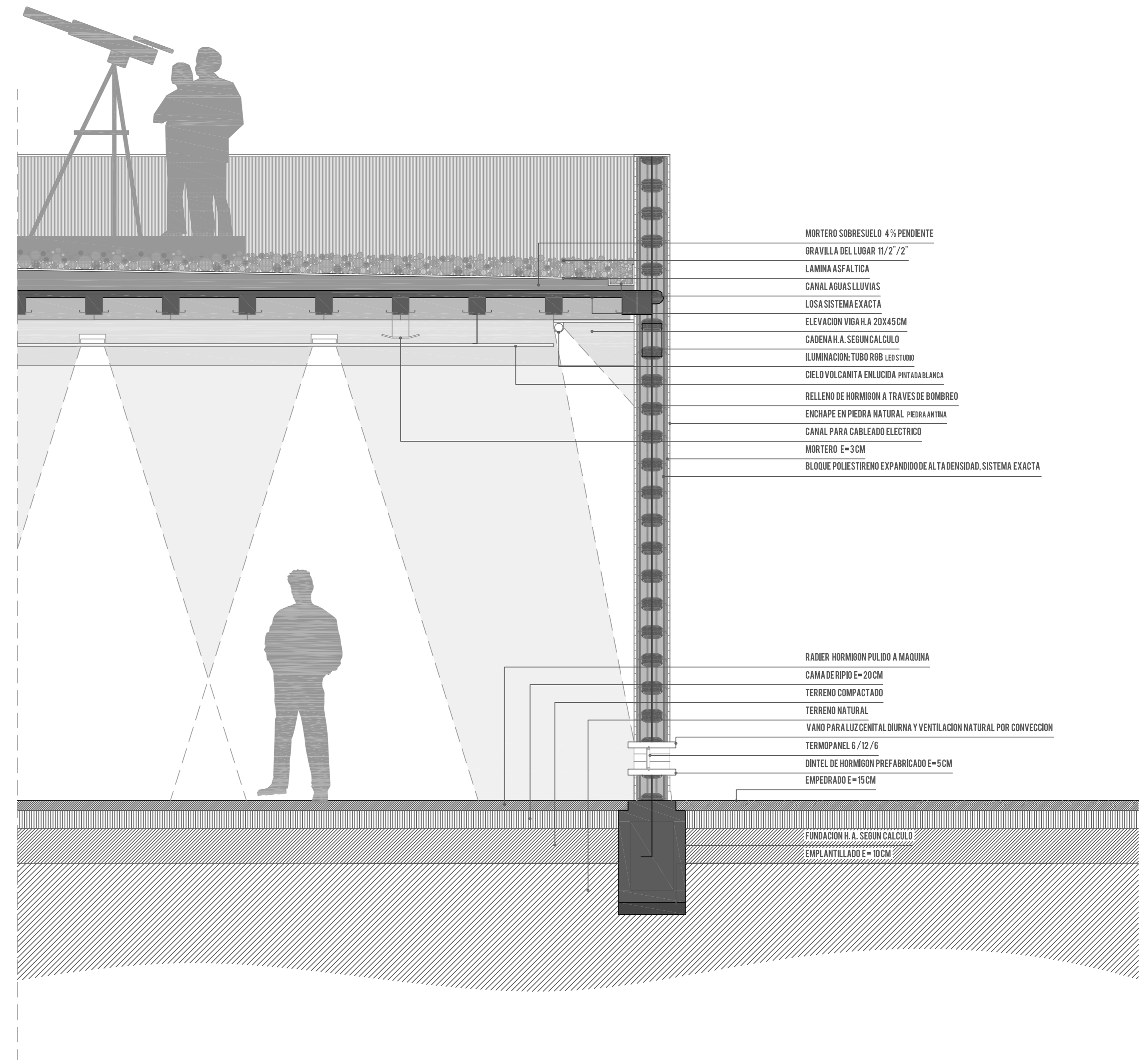
**1 DETALLE LUCARNA ESC 1:25**



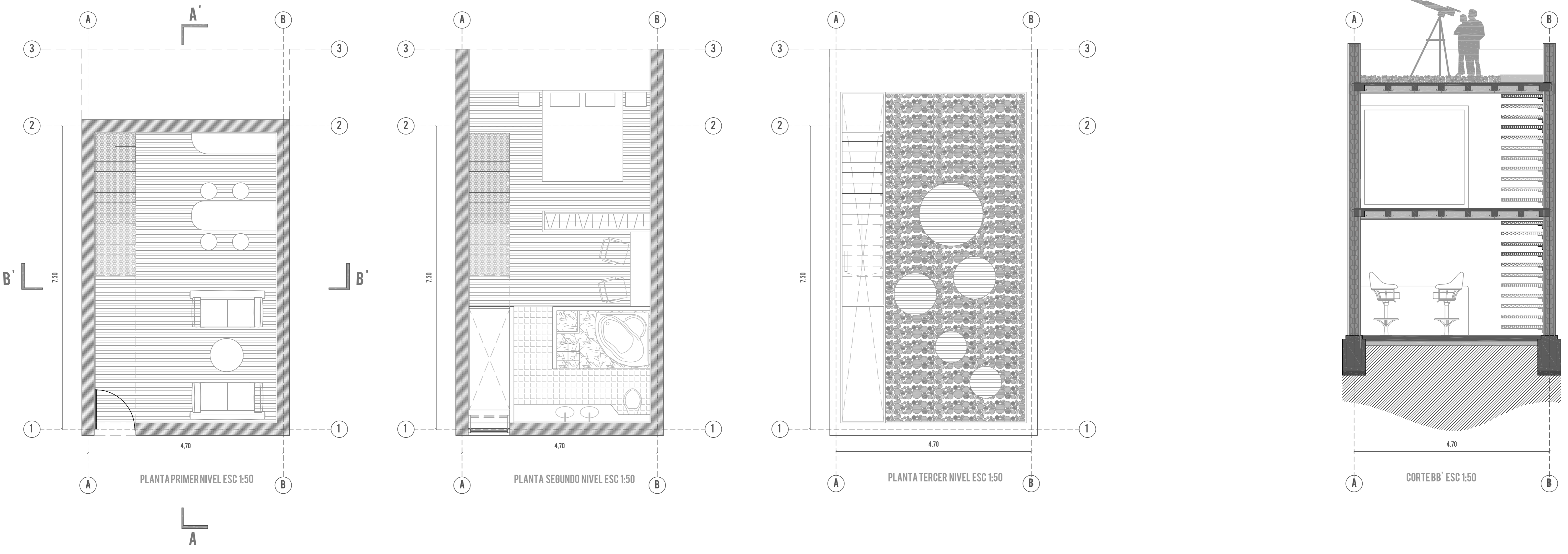
**2 DETALLE MURO GAVION ESC 1:25**



**3 DETALLE MURO ESTRUCTURAL ESC 1:25**



**4 DETALLE LOFTS ASTRONOMICOS ESC 1:50**



CORTE AA' ESC 1:50

