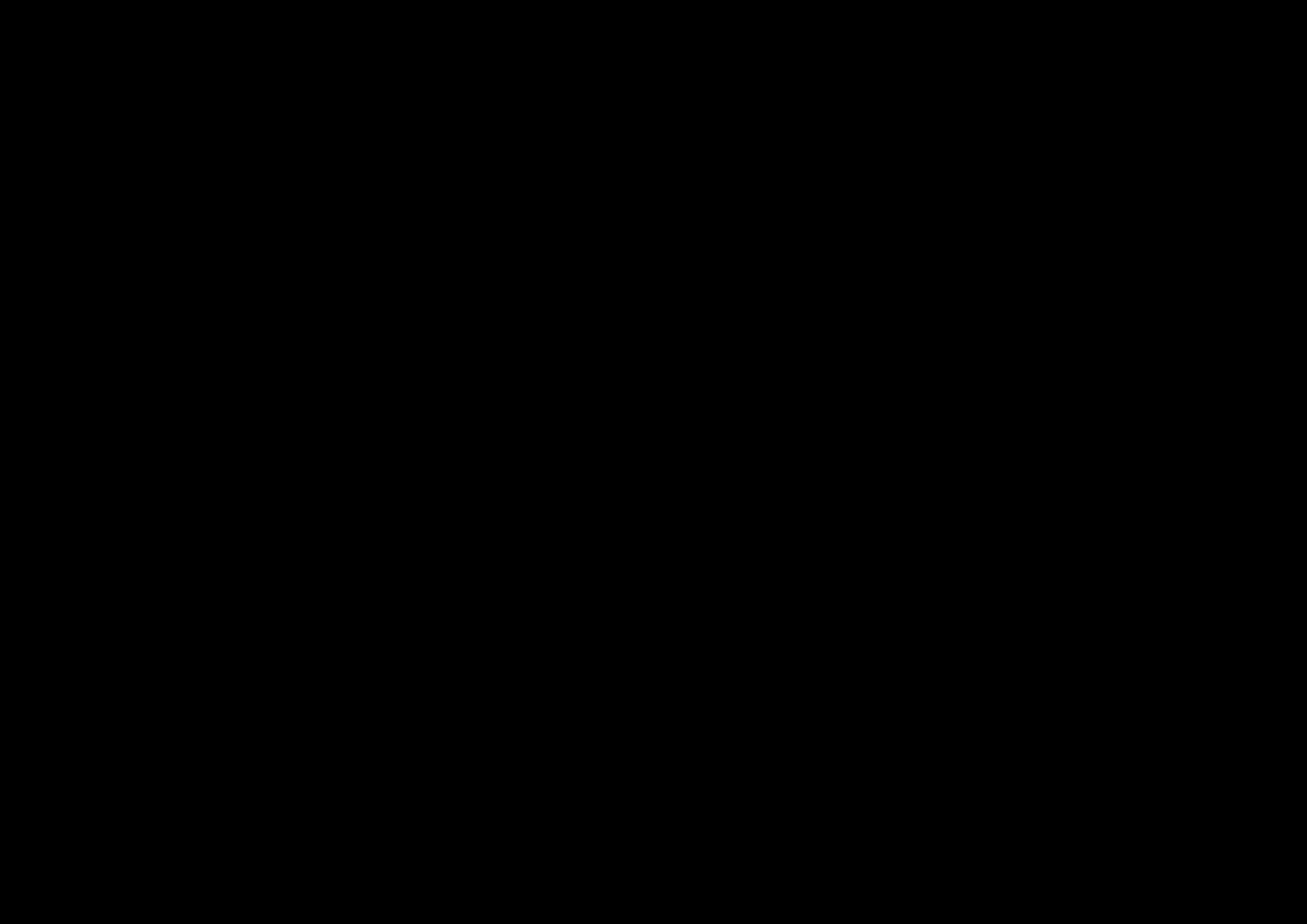




Centro Astronómico Internacional

INFORMACIÓN + INVESTIGACIÓN + DIFUSIÓN



Centro Astronómico Internacional

INFORMACIÓN + INVESTIGACIÓN + DIFUSIÓN

Estudiante: Bastian Elgueda Cortés
Profesor Guía: Manuel Amaya Díaz
Ayudante: Pablo Vega Silva



Santiago de Chile, 2020-2021

Contenido

I- Introducción

- 9 Motivaciones
- 9 Presentación
- 10 Problemática
- 11 Oportunidad

II- Marco Teórico

- 15 Misión Astronómica
- 17 Mapa Conceptual
- 18 Etapa Pretelescopica
- 22 La Actualidad
- 30 Lo Próximo
- 39 Objetivos

III- Lugar

- 45 Prefacio
- 46 Proyecto Académico Parque Laguna Caren
- 47 Detonante Metropolitano
- 48 Análisis Global
- 51 Análisis de Capas
- 52 Aproximación al Lugar
- 53 Detalles del Terreno

IV- Proyecto

- 58 Génesis del Proyecto
- 60 Modelo Administrativo
- 61 Modelo Económico
- 62 Propuesta Programática
- 63 Proceso de Diseño
- 68 Referentes
- 72 Génesis Conceptual
- 73 Parque Astronómico
- 76 Estrategias de Diseño
- 78 Programa por Recinto
- 79 Planimetría
- 79 Propuesta Estructural y de Sustentabilidad
- 83 Vistas
- 85 Sección

V- Conclusiones

- 88 Profesionales Consultados
- 89 Conclusiones
- 90 Bibliografía



"Somos polvo de estrellas que piensa acerca de las estrellas.
Somos la forma en la que universo se piensa a sí mismo", Carl
Sagan

Imagen: Orion Nebula
Fuente: ESO/H. Drass et al. (2016)

|

Introducción

Agradezco profundamente a las personas que me enseñaron en la FAU

Agradezco el incondicional afecto de mis Abuelas

Va dedicado al cielo, donde quiera que estés

Motivaciones

Hacer esta memoria como ejercicio de culminación de la etapa estudiantil me lleva a reflexionar si después de todo lo recorrido, vale la pena elegir a esta carrera como la actividad profesional principal de toda una vida.

Entrar a arquitectura en la Universidad de Chile ha sido un viaje intenso que me deja la sensación como si hubiera recorrido todos los recovecos de una ciudad. Este espacio y su gente me han enseñado a percibir las cosas de una manera muy especial, conocer el taller de diseño arquitectónico ha sido una experiencia trascendente, al igual que las enseñanzas y conversaciones de todas las personas que pude conocer en clases, en los pasillos y en las pircas. En este lugar he podido crecer aprendiendo de los fuertes tropiezos y los buenos resultados me han convencido que la pasión y la perseverancia son los medios principales para concretar esos sueños.

Este proceso, ha sido una bella síntesis de la constante búsqueda que tiene un estudiante en formación, pensar en la astronomía, ha vuelto a abrir el espacio imaginativo del pequeño que empieza a platicar con un nuevo adulto, lo que me parece una maravilla. Abordar esta materia desde la arquitectura me ha llevado a cultivar el espíritu y fortalecer el autodescubrimiento, aspectos fundamentales que me hacen agradecer entrar la FAU y por cierto, poder escribir esta memoria.

Presentación del Tema

Actualmente nuestro planeta cuenta con alrededor de 22 observatorios de grandes capacidades y el 50% de la capacidad de observación actual se encuentra en Chile. Desde el Pleistoceno, la observación del cielo, nos ha permitido evolucionar como especie y transformar el mundo. La historia del tiempo nos relata que la astronomía es una de las materias más relevantes del conocimiento humano

El norte de Chile es único en el mundo, por poseer los cielos más limpios. Gracias a ello, tenemos el 10% de tiempo de observación total, más que cualquier país y se espera que en el 2030 se concentre el 70% de la capacidad de observación en el planeta, con la llegada de 3 observatorios de nueva generación, que por lo menos multiplican 10 veces el alcance de observación actual, este factor junto al apareamiento del Big Data, ubica a este episodio en el más relevante luego de la invención del Telescopio en 1610 por Galilei

En paralelo, la Universidad de Chile ha propuesto en 2018, la creación del Proyecto Académico “Parque Laguna Carén” ubicado en las afueras de la región Metropolitana. Uno de sus principales propósitos, es la internacionalización de la universidad a través de la ciencia, la tecnología, la cultura y las artes pero con un enfoque interdisciplinar y colaborativo.

Tomando ambos casos, se busca dar una respuesta a través de la arquitectura, llevando la oportunidad astronómica hacia el mundo físico a través del parque académico como soporte territorial y un centro astronómico como núcleo de actividades de un nuevo consorcio internacional. Este proyecto mira una alternativa hacia el futuro, con un enfoque vanguardista que busca posicionar a Chile como líder internacional, en uno de los episodios mas importantes en la historia de la astronomía.

¿Cual es el Problema?

-El estado de Chile invierte solo un 0,38% de su producto interno bruto (P.I.B.) en ciencia y tecnología

-No existe una red ni centro que pueda correlacionar las instituciones ligadas a la astronomía

¿Cual es la Oportunidad?

Próxima Construcción de observatorios Vera Rubin, GMT y E-ELT, que posicionarán a Chile como la capital mundial de la astronomía, concentrando el 70% de la capacidad de observación terrestre.

Aparecimiento y futura revolución del Big Data.

La astronomía es la disciplina científica que posee los eventos mas masivos en el país.

Proyecto Académico "Parque Laguna Carén" es una plataforma territorial que busca internacionalizar a la Universidad de Chile, a través de la ciencia, la tecnología, la cultura y las artes pero con un enfoque interdisciplinar y colaborativo.



Marco Teórico

Misión Astronómica

Introducción Global

“La belleza de la vida no hace referencia a los átomos que la componen, sino a la forma en que estos átomos se juntan”.

Carl Sagan

La astronomía es una disciplina que como sociedad nos acerca a la ciencia, ayudándonos a entender nuestro lugar en esta maravillosa orquesta que es el Universo. Esta ciencia nos encanta gracias a la constante entrega de cautivantes imágenes, relatos y explicaciones de fenómenos que a veces parecen rayar más en ciencia ficción que en la realidad. (Reeves, 2019)

La interacción con el cielo nos ha guiado en la supervivencia, el descubrimiento de nuevos territorios, o en los estudios de los fenómenos más profundos y misteriosos que se envuelven en la existencia. Asimismo, nuestra especie depende absolutamente de su entorno, de sus ciclos, movimientos y dinámicas. Una infinidad de preguntas han trascendido en torno a la astronomía, cada una con una cuota innata de belleza.

Hoy, la astronomía vive una época dorada. La última década ha traído descubrimientos clave, como el hallazgo de planetas en Próxima Centauri, o la primera imagen de un agujero negro. En esta materia, los telescopios extremadamente grandes se consideran como la pieza fundamental, especialmente para próximos desafíos, como encontrar los primeros objetos del Universo, agujeros negros supermasivos, y el comportamiento de la materia oscura y la energía oscura.

Primera Fotografía
de un agujero Negro
Supermasivo
Fuente: EHT Collaboration

Mapa Conceptual

Este mapa ha sido imaginado en base a los esquemas que representan el modelo del universo en expansión acelerada (1998), que sigue vigente en la actualidad. A medida que crece la historia de la astronomía, las observaciones llegan a un universo más lejano, y por ende un pasado más dis-tante.

La figura aborda la estructura del marco teórico explicando la relación de la observación del universo con la expansión del conocimiento en 7 etapas, que conectan diversos hitos del pasado de la astro-nomía y escenarios futuros, relacionados al acontecer internacional.





Etapa Pretelescópica

Una relación histórica entre la Arquitectura y la Astronomía

Galileo Retratado por Giuseppe Bertini
Fuente: Internet

El punto de inflexión: A 400 años del telescopio de Galileo

En la última década, nos situamos frente un escenario donde la industria de la tecnología posee los mayores avances en el mundo, con una curva acelerada relacionada especialmente al desarrollo de micro-procesadores, componente principal para el cómputo de la información trabajada por los astrónomos.

Sebastián Lopez (2020) relata la importancia de este salto frente a otros señalando:

"A principios del año 1610, cerca de Padua, norte de Italia, Galileo Galilei descubrió los cuatro satélites más brillantes del planeta Júpiter y con ello gatilló una revolución en nuestro concepto del cosmos. (...)El astrónomo italiano usó un pequeño telescopio de sólo 38 milímetros de apertura, construido por él mismo. Más de cuatro siglos después, avanza la construcción de los nuevos telescopios "extremadamente grandes" europeos y norteamericanos, con aperturas de hasta 40 metros de diámetro, para comenzar a operar en esta década en el desierto chileno, uno de los mejores lugares del planeta para la observación astronómica. En materia de telescopios, estamos ante el salto tecnológico más grande desde Galileo.

Astronomía Pretelescópica

Scully (1962) en: "The Earth, the Temple, and The Gods". Postula una proto-arquitectura concebida como un laberinto que propiciaba tipos de **movimientos como una danza ritual entre pasajes enroscados y secuencias que da significados afectivo- religiosos**. En paralelo, la astronomía comenzó a dejar sus primeras huellas, hace 12.000 años con el desarrollo de la agricultura, el cielo era una herramienta que les señalaba los periodos de siembra y cosecha como también predecir algunos factores climáticos o grandes migraciones que significa-ban tiempos de caza abundante.

Careri (2002) postula en su libro "Walkscape Cities", que uno de los primeros vestigios del ser humano en intervención con la naturaleza fueron los Menhires, una piedra posada verticalmente en el paisaje, que podría tener significado cosmológico, fúnebre o relacionado un punto de referencia para el ser humano errante.

Tal concepto toma fuerza con el caso del Stonehenge (3100ac - 2100ac) que se puede entender como un **conjunto de mehnires**, utilizados como observatorio astronómico que servía para predecir el advenimiento de las estaciones del año. (Gantley, 2020) Este puede ser uno de los primeros ejemplos donde la **arquitectura naciente y la astronomía pretelescópica se unen**.

(...)Los egipcios, utilizaron la astronomía para coordinar un calendario compatible basado en las labores de agricultura en el río Nilo, que fue causa de la invención del calendario contemporáneo de 365 días y 24 horas (Planesas, 2020)

Planesas postula que este la primera gran etapa de la astronomía se cierra en el cruce de Mesopotamia y Egipto, con el surgimiento de Alejandría, en donde Ptolomeo escribió el Almagesto, un modelo del universo que estuvo vigente hasta la revolución de la teoría heliocén-trica de Copérnico y Galileo.



Menhir
Fuente: Walkspaces: Walking as an aesthetic practice
Walkspaces: Walking as an aesthetic practice, Careri

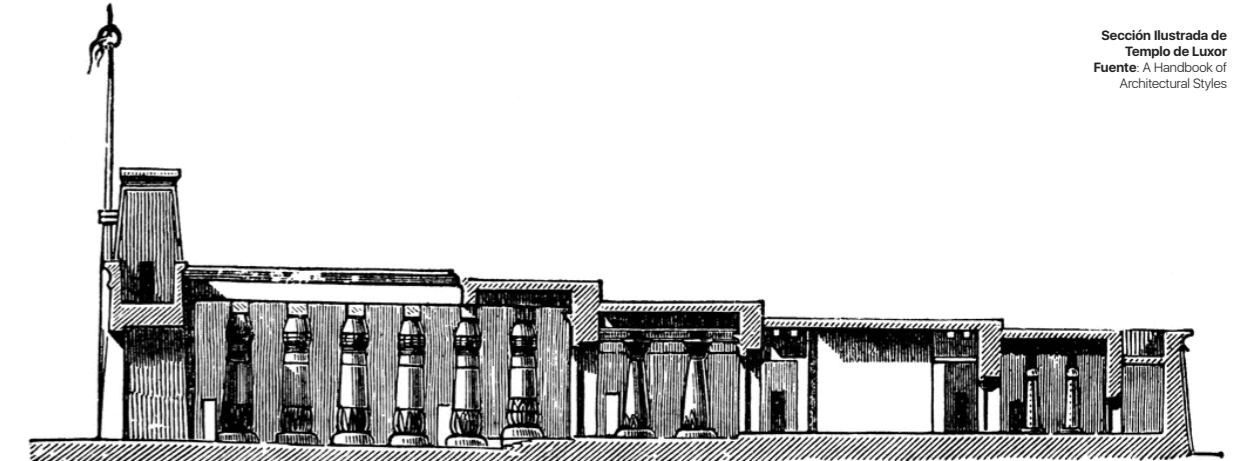


Stonehenge
Fuente: History.com

Templo de Luxor

En un periodo intermedio alejado de procesos instrumentales, sino, religiosos, uno de los ejemplos más interesantes que relaciona la arquitectura con la astronomía, surge en los templos de Luxor y Karnak. En el libro de "A Handbook of Architectural Styles" (2008) se describe a través de un corte, el efecto interior que provocaba en los transeúntes, ir hacia las profundidades del templo, la idea original era hacer una **simulación del cielo**, que acercaba paulatinamente la cubierta al suelo con el objetivo de experimentar el **"ascenso" a un espacio sagrado**.

Los templos en Egipto fueron uno de los últimos casos, en la cual la arquitectura y la astronomía, fueron basadas parcialmente bajo criterios esotéricos, antes de la aparición de la ciencia moderna.



Sección Ilustrada de Templo de Luxor
Fuente: A Handbook of Architectural Styles

Castillo Uraniborg

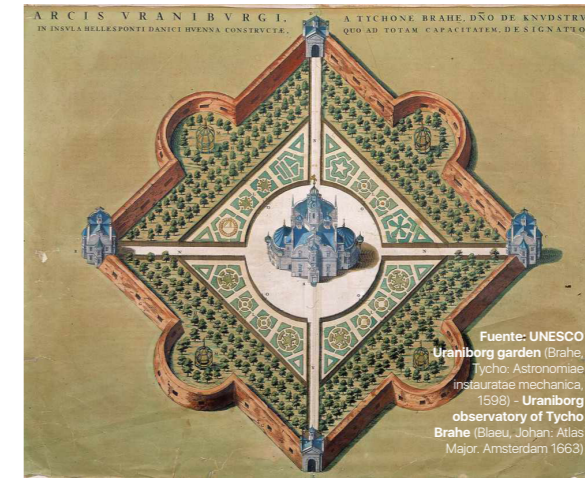
Fue desarrollado por Hans van Steenwinckel der Ältere [Hans van Emden] (entre 1545-1601) junto a Tycho Brahe. Wolfschmidt, (2019) señala:

El edificio renacentista de Uraniborg fue considerado como algo totalmente nuevo. La arquitectura de Uraniborg (Wolfschmidt 2010) puede haber sido inspirada en el diseño simétrico del Castillo de Chambord en el Loira (1539) o los edificios de los arquitectos renacentistas italianos Andrea Palladio (1508-1580) o Sebastiano Serlio (1475-1554) - particularmente la Villa Rotonda (1552) en Vicenza, cerca de Venecia.

Este castillo fue considerado como el **último hito antes de la era telescópica** que hoy experimenta una de sus mayores revoluciones. Uraniborg es una pieza rara dentro del Renacimiento, **por combinar un observatorio y un centro de investigaciones en un mismo lugar**, lo que sugiere un interesante ejemplo para preguntar cuál es el rol de la arquitectura con la llegada de los futuros grandes observatorios.



Fuente: UNESCO
Uraniborg garden (Brahe, Tycho: Astronomiae instauratae mechanica, 1598) - Uraniborg observatory of Tycho Brahe (Blaeu, Johan: Atlas Major, Amsterdam 1663)



Fuente: UNESCO
Uraniborg garden (Brahe, Tycho: Astronomiae instauratae mechanica, 1598) - Uraniborg observatory of Tycho Brahe (Blaeu, Johan: Atlas Major, Amsterdam 1663)



Fuente: UNESCO
Uraniborg garden (Brahe, Tycho: Astronomiae instauratae mechanica, 1598) - Uraniborg observatory of Tycho Brahe (Blaeu, Johan: Atlas Major, Amsterdam 1663)

La actualidad

Chile, capital mundial de la astronomía

El caso Nacional

“Chile es el país que concentra la mayoría de estudios del universo”

Andres Escala

Dentro de los observatorios más importantes del mundo, Chile dispone de 40 observatorios astronómicos, 13 de ellos son de carácter científico con acceso público limitado y 27 con fines turísticos, todos se encuentran entre la región de Antofagasta y Bío-Bío con la región de Coquimbo liderando el 51% de la oferta (Merino, 2019)

El norte de Chile está declarado como el mejor lugar de la Tierra para la astronomía: actualmente, el 50% de la capacidad óptica instalada para observar el cielo está en Chile. Los sectores específicos principales son Cerro la Silla, Cerro Paranal y las Campanas. (Elpais.es,

2019) Generalmente, los observatorios se construyen en desiertos y grandes valles lejos de sectores donde predomine la contaminación lumínica y factores climáticos variables, como una baja tasa de vapor de agua.

Para Reeves (2019) la astronomía abre significativas oportunidades de desarrollo tanto para la ciencia nacional, como la realización de actividades de desarrollo tecnológico de frontera desde las universidades e la industria tecnológica emergente, además, entrega regularmente material de divulgación científica que cautiva al abrir los confines de lo posible en nuestra imaginación, y de paso educa a la sociedad con evidencia científica que pone en ejercicio su método de progreso.

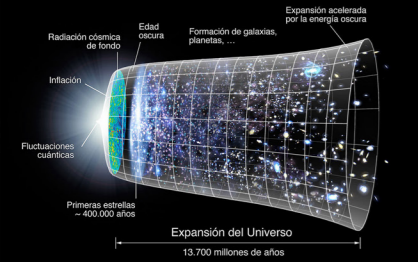
“Los observatorios podrán contribuir, gracias al conocimiento y capacidades adquiridas, a levantar industria tecnológica necesaria para que el país progrese desde una base extractivista hacia una sociedad del conocimiento, en que la innovación y su competitividad sean el motor económico”.

Chile ha participado en investigaciones con gran relevancia internacional, como la revelación de la primera imagen de un agujero negro supermasivo, la existencia de exoplanetas o nuevos métodos para medir distancias a lo largo del cosmos. Gaspar Galaz (2019) comenta que:

“Hay un montón de preguntas en la astronomía que no han sido contestadas y las respuestas a esas preguntas van a pasar sin duda por la instalación de los próximos grandes telescopios. Preguntas como, que es lo que constituye la materia oscura o que es la energía oscura. Otro gran problema en la materia es la época de formación de las galaxias o si hay vida extraterrestre, todas esas preguntas pasan por por instalar instrumentos especializados nos permiten arrojar respuestas, los cuales son muy caros y avanzados tecnológicamente”.

Plano General

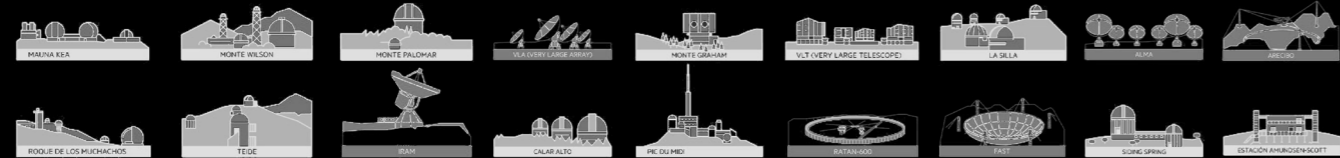
Gran contexto



Universo de expansión acelerada (Teoría Científica más contemporánea): 13.700 millones de años



Principales Observatorios del Planeta



Alma, La silla y VLT como los principales observatorios Chilenos

10%

Tiempo de Observación total es destinada a Chile

Collage Escalas en el Universo
Fuente: internet
Elaboración Propia

Figura 2: Elaboración Propia

Los observatorios de mayor volumen y relevancia científica se han instalado en Cerro Tololo, Cerro Pachón, Cerro La Silla, Cerro Las Campanas, Cerro Paranal, ALMA:

"Todas las noches, dirigen su mirada a lo más profundo del cosmos y van "robándole" verdades a la naturaleza. Más de la mitad de todos los telescopios del mundo se emplazan en suelo nacional. Con los nuevos proyectos: el Gran Telescopio Magallanes (GMT), el "Extremely Large Telescope (E-ELT), el "Large Synoptic Survey Telescope" (Vera Rubin Observatory), Chile contendrá el 70% de los telescopios ópticos del mundo en la próxima década. (José Maza, 2019)

Contexto local

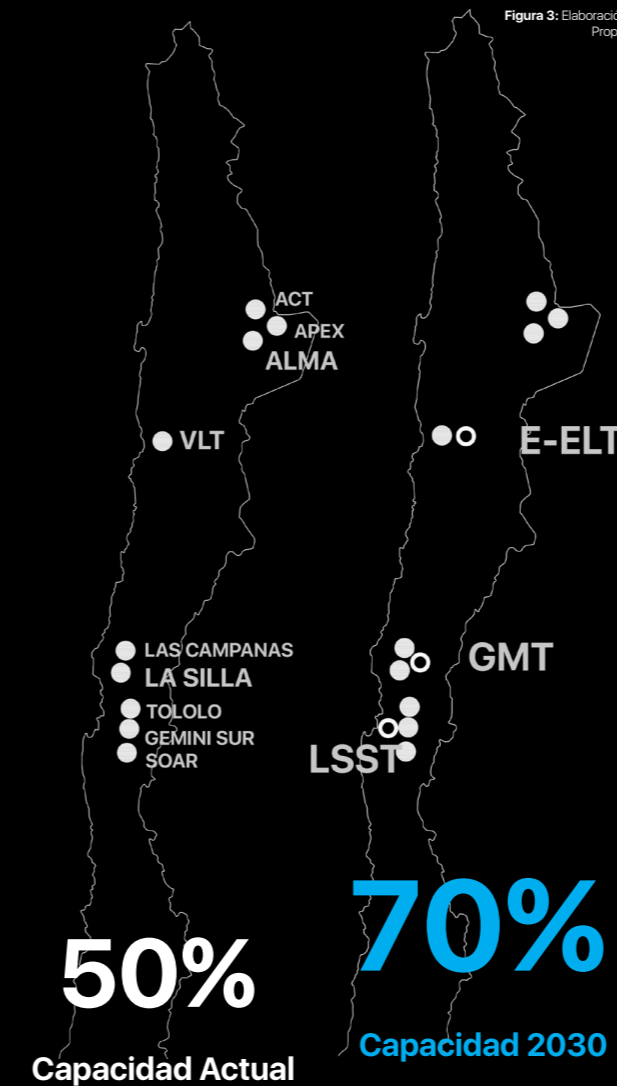


Figura 3: Elaboración Propia

Figura 3: Elaboración Propia

Grandes Amenazas

Contaminación Lumínica

Al ritmo que la contaminación lumínica sigue cubriendo terreno en nuestro país se perjudican las labores de los futuros observatorios en el norte del país. Debido al aumento en el brillo en el cielo, ha perdido considerablemente su visibilidad en las urbes amenazando a las áreas de mayor sensibilidad para la actividad astronómica.

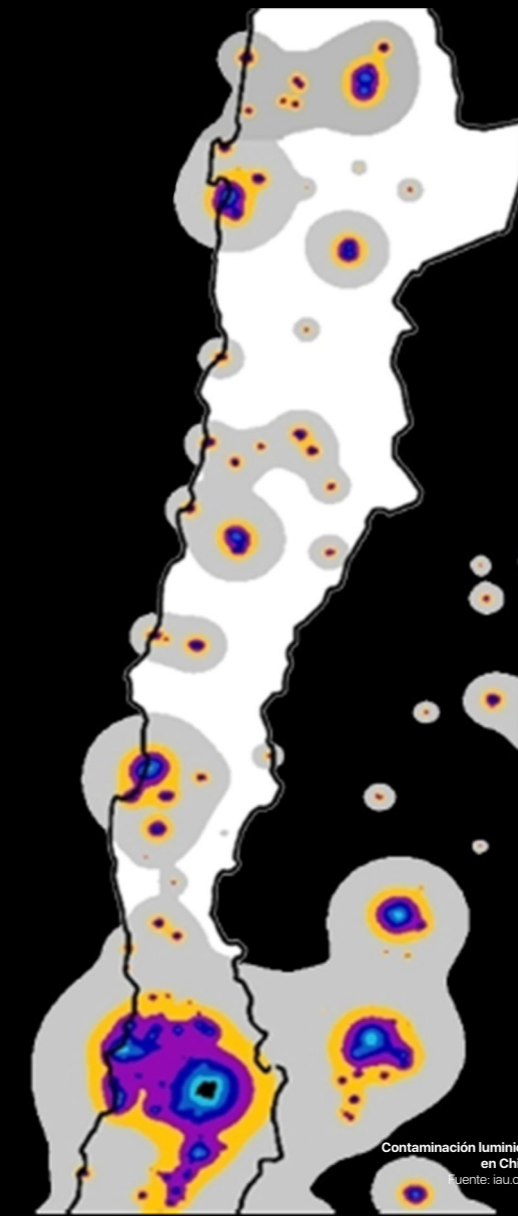
Localmente, debido a la combinación de luces de diferentes lugares, donde La Serena es el mayor contaminante, el cielo sobre el observatorio de Cerro Tololo es 6% más brillante que su brillo natural. Sobre el observatorio Las Campanas, eliminando la contribución de la ruta 5, ese porcentaje baja a 1%, pero aún así va en aumento. (Reeves, 2020)

Reeves enfatiza que la iluminación LED, recientemente instalada en calles, malls, casas y carreteras, tiene efectos secundarios muy negativos. La luz blanca se ve así porque tiene un fuerte componente de emisión de la parte azul del espectro electromagnético (y también del ultravioleta).

Proyecto Starlink

El proyecto Starlink está orientado a desarrollar y colocar en órbita una constelación de satélites que proveerán internet de banda ancha con cobertura mundial Ubicados a 547km. de distancia de la tierra 19 satélites de la serie Starlink ya contaminaron observaciones realizadas en Cerro Tololo el año 2019 (Mennickent, 2019)

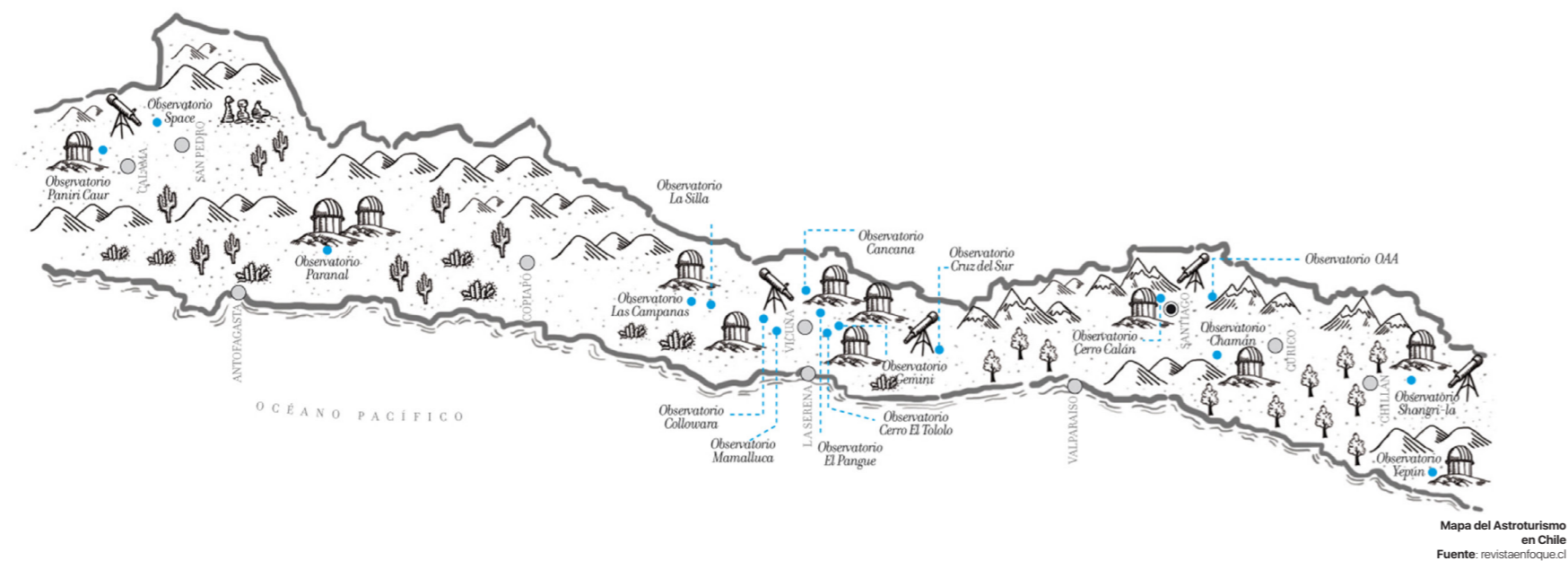
Luego de anunciar el lanzamiento de 42.000 satélites en órbita terrestre, pese a los esfuerzos de SpaceX amortiguando el 50% del daño producido con la actualización Starlink-1130 en comparación con los modelos anteriores de principios del 2020, los resultados no han sido suficientes (Pastor, 2021)



Contaminación lumínica en Chile
Fuente: lau.org

País Turístico

Ubicados entre Antofagasta y Biobío, **Chile dispone de 40 observatorios astronómicos**, 13 de ellos son de carácter científico con acceso público limitado y 27 con fines turísticos, la región de **Coquimbo concentra el 51% de la oferta**. (Merino, 2019)



El Problema Económico

Según estimaciones del Fondo Monetario Internacional para el 2016, la economía de Chile es la cuadragésima quinta (45ª) más grande del mundo con un PIB nominal de US\$276.975 millones. Esto lo ubica detrás de otras economías latinoamericanas como Colombia 42ª (US\$274.135 millones) y Argentina 21ª (US\$541.748 millones). Sin embargo, es el país más rico de la región con un PIB per cápita de US\$23.507.

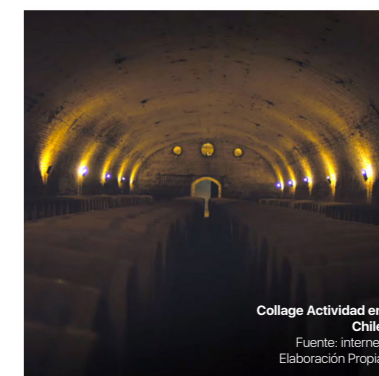
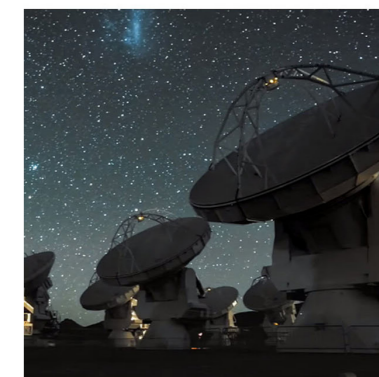
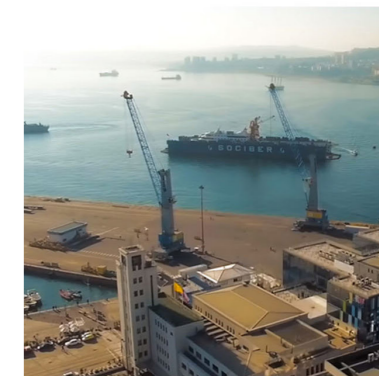
Chile se posiciona en diversas revistas de economía como la más desarrollada y próspera de Latinoamérica. en paralelo, lidera en rankings de desarrollo humano, competitividad, ingreso per cápita, baja percepción sobre corrupción, pobreza monetaria y multidimensional etc. Sin embargo se conoce a ciencia cierta que en una experiencia y conocimiento local, las autoridades privilegian el corto plazo y el estímulo empresarial por sobre las iniciativas de innovación o el desarrollo sostenible de la nación.

(...) Esta política (Refiriéndose a la gestión del P.I.B.) parece revelar una sociedad atemorizada, conservadora y con baja autoestima, porque gasta en seguridad y no lo hace en la creación de nuevas oportunidades, repite sus valores por décadas evitando el natural riesgo de investigar y desarrollar tecnología nueva y propia. (Martinez, 2018)

Martinez propone un cambio de prioridades y una postura de líder en vez de un subordinado "Llevemos más adelante en las prioridades la inversión en I+D, para llegar, como primera meta, al **1% del PIB**. Es una meta sensata que reflejaría la actitud de una sociedad que se tiene confianza."

El Presupuesto 2019 planteó una **disminución global** en ciencia, tecnología e innovación de **4,6%** Hamuy (2019) señala:

"En general los países son capaces de superar la meta del 1% de intensidad I+D cuando el gasto del sector privado comienza a superar al gasto del sector público. En los países desarrollados los privados financian mucha I+D, porque necesitan de conocimiento altamente especializado para crear nuevos productos, servicios y procesos. En dichos ecosistemas las **empresas crean fondos concursables** en los que participan **universidades y centros de investigación**. Dichos fondos se usan para financiar proyectos de investigación que a su vez financian estudiantes de doctorado, y varios otros tipos de investigación básica y aplicada. Este circuito hace que los fondos fluyan desde el sector privado hacia los programas de investigación y desarrollo"



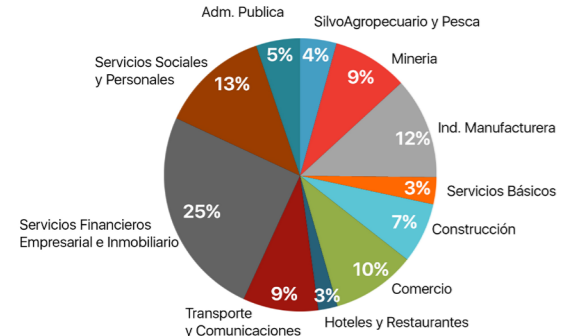


Figura 4: PIB Sectorial en 2016
Elaboración Propia

Este gráfico del PIB Sectorial del 2016 retrata la dirección que ha llevado el modelo económico en Chile, que conserva fielmente un perfil de país subdesarrollado. La inversión en I +D en Chile alcanza **apenas el 0,4%** del PIB en donde incluso se ha hecho una disminución del 10% en el presupuesto estatal del 2020, mientras en los países del OECD este valor promedio 2,4% con Israel y Corea del Sur superando el 4,2%, Chile posee la menor inversión relativa al PIB de la OECD. Resulta interesante comparar estos indicadores con países vecinos, pues se encuentran resultados sugerentes.

Inversión actual de países Latinoamericanos (PIB)

- Brasil **1,3%**
- Argentina y Costa Rica **0,6%**
- México **0,5%**
- Ecuador y Puerto Rico **0,4%**

Cuando Nueva Zelanda, Dinamarca, Canadá, Australia y Corea del Sur tuvieron un PIB similar al nuestro, su inversión en ciencia y tecnología era en promedio un 7 veces superior a nuestra inversión actual, además se generaban solicitudes de patentes en tecnología, recursos humanos en I+D y publicaciones científicas y técnicas. (Martinez, 2018)

No cabe duda que el sistema neoliberal tiene un perfil de corto plazo, orientado a la explotación de recursos naturales y a la dependencia de los tratados de libre comercio. Chile es un país muy dependiente de la actividad económica extranjera y nos hemos caracterizado históricamente por evitar a las políticas e industrias de valor agregado, pues supone una inversión a largo plazo que no coincide con los intereses de la política actual.



Fuente: Internet

Sin embargo, nos encontramos frente a una de las mayores oportunidades en la historia de nuestro país para entrar fuerte en el desarrollo de ciencia y tecnología, y a diferencia de otras oportunidades como el desarrollo del **litio y el hidrógeno verde**, en este caso se puede hacer más con menos movimientos, impactando incluso, a áreas relacionadas a la medicina o el mundo empresarial. Contamos con una red internacional que busca con ambición desarrollar la mejor tecnología posible.

La astronomía es una ciencia con que la gente se puede entretener mucho. Levanta el espíritu. A todos les interesa saber sobre el origen del universo, lo que está pasando en el cielo con las estrellas, los planetas, las galaxias, el sol, etc. (...)Es uno de los mejores lugares del planeta para estudiar astronomía. Por lo mismo, es sumamente importante invertir en temas relacionados con la astronomía y tecnología, en su capital humano y en infraestructura que habilite todo lo que estamos hablando. (...) las herramientas de análisis que se utilizan en astronomía son también un gran aporte para la medicina y la ciencia en general, o para analizar datos financieros, o de salud. (Matthew Graham, 2017)

Partir con fuerza no significa tirar la casa por la ventana, sino comenzar de forma consistente y con inteligencia. De esta forma Maza (2020) traza algunas ideas para una posible partida en la inversión estatal:

“Ahora que Chile tiene un Ministerio de Ciencia y Tecnología y además debate la creación de una agencia espacial, deberíamos plantearnos seriamente la incorporación, como socios, en alguno de estos grandes proyectos del futuro. Si los grandes países, con un gran **Producto Interno Bruto, pueden invertir mil, nosotros podríamos asociarnos e invertir diez, quizás inicialmente solo cinco, pero ello nos daría la oportunidad para que nuestros jóvenes científicos e ingenieros fuesen parte de un esfuerzo global**, se incorporaran en algún proyecto, que pudiésemos hacer un aporte del cual nos podamos sentirnos francamente orgullosos. Sería una inversión que nos traería grandes réditos como nación”

El problema Institucional

La organización institucional es otro de los factores más incidentes en el estado de la ciencia en Chile y en especial el área de la astronomía. La forma organizacional no es más que una expresión del modelo económico que las ha hecho crecer con una cierta cuota de timidez. Cabe destacar que **no existe un levantamiento formal** la situación de las instituciones astronómicas en Chile.

Las instituciones relacionadas a la astronomía, incluidas extensiones internacionales como la oficina de la ESO en Vitacura, funcionan de forma separada, tanto físicamente como organizacionalmente. En la última década, algunos proyectos estatales han intentado romper con esta barrera sistemática como los proyectos Milenio (Ej: núcleo Milenio de Astrofísica) o el **Centro de astrofísica y tecnologías Afines (CATA)** liderado por la Universidad de Chile y compuesto por la Universidad Católica y la Universidad de Concepción. Sin embargo, al **carecer de un lugar físico** con las instalaciones necesarias o por no tener la inversión suficiente, han requerido de un importante esfuerzo de sus integrantes, consiguiendo impacto, pero no al nivel internacional que se necesita.

El motor de desarrollo esta principalmente conducido por las universidades principales y sus extensiones académicas. En la figura 5 Se destaca una fuerte presencia de la **Universidad de Chile**, luego la Universidad Católica en la región Metropolitana, La Universidad de Concepción (UdeC) con la mayor presencia en el sur y la Universidad Católica del norte (UCN) y la Universidad de la Serena con la mayor presencia en el norte.

En lo referido a tecnología, destaca A.L.E.R.C.E. y el C.M.M que cumplen una labor nacional de gran relevancia. Guacolda-Leftaru I y II, ha sido responsable de los resultados diarios del comportamiento del COVID-19 en Chile, teniendo en paralelo un gran conjunto de otras tareas desde el mundo académico hasta el mundo empresarial

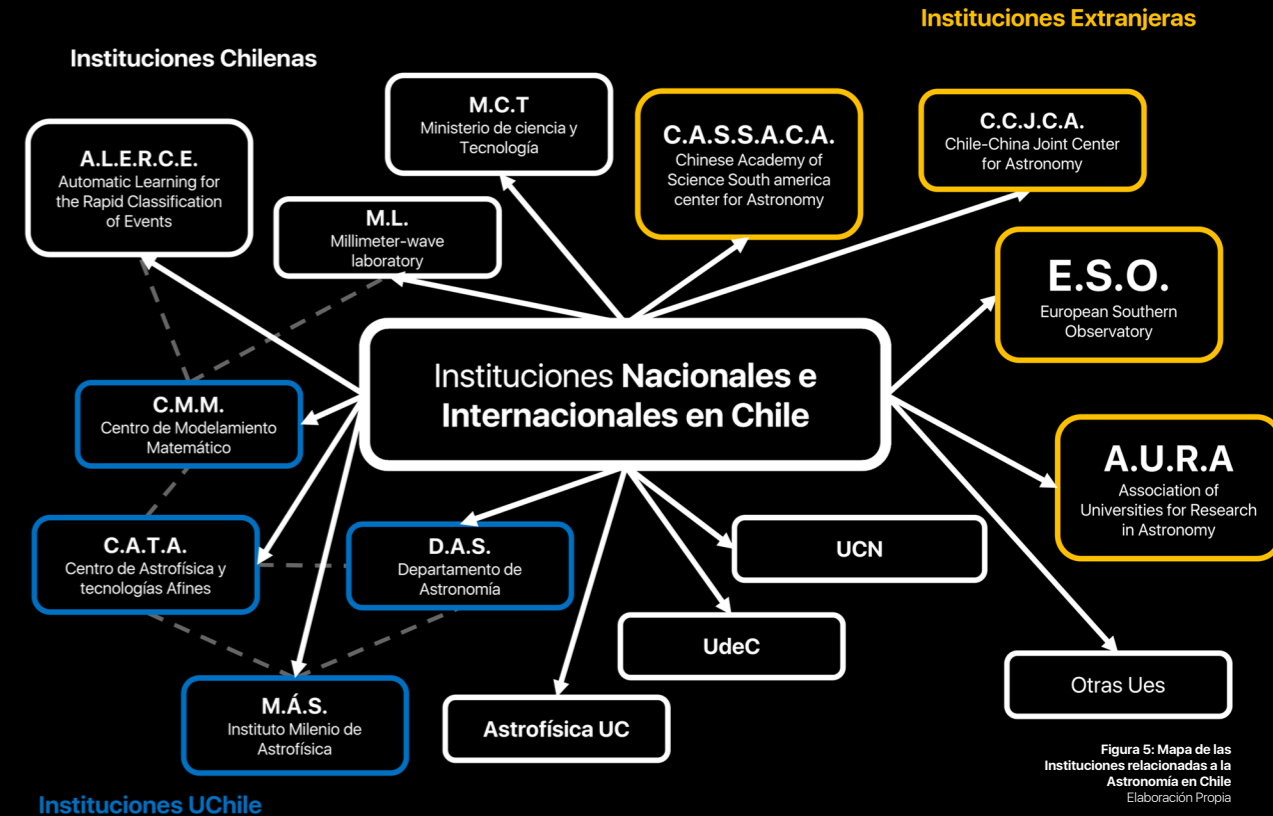


Figura 5: Mapa de las Instituciones relacionadas a la Astronomía en Chile
Elaboración Propia

3- Características de las instituciones astronomicas en Chile

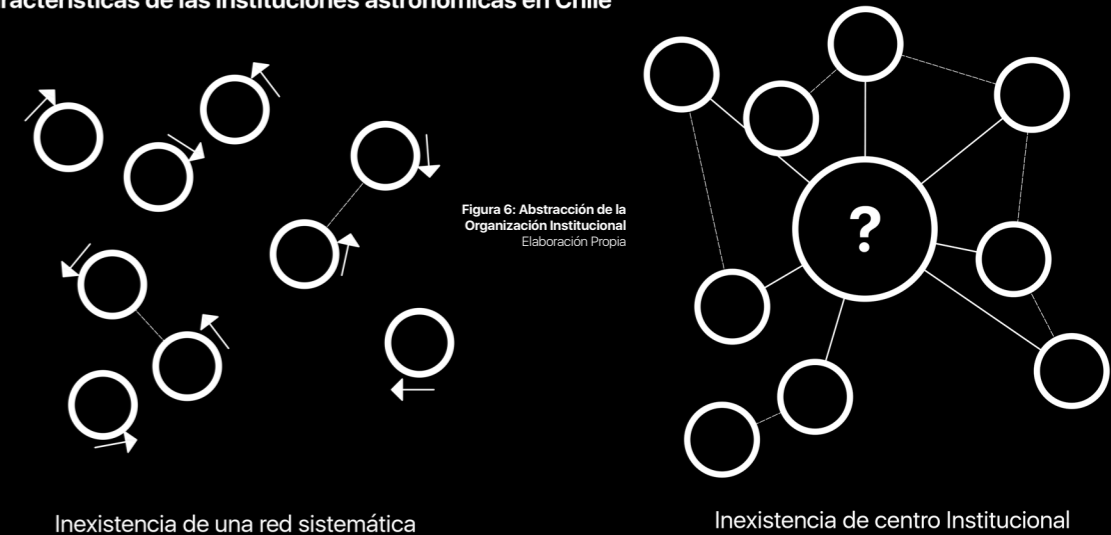
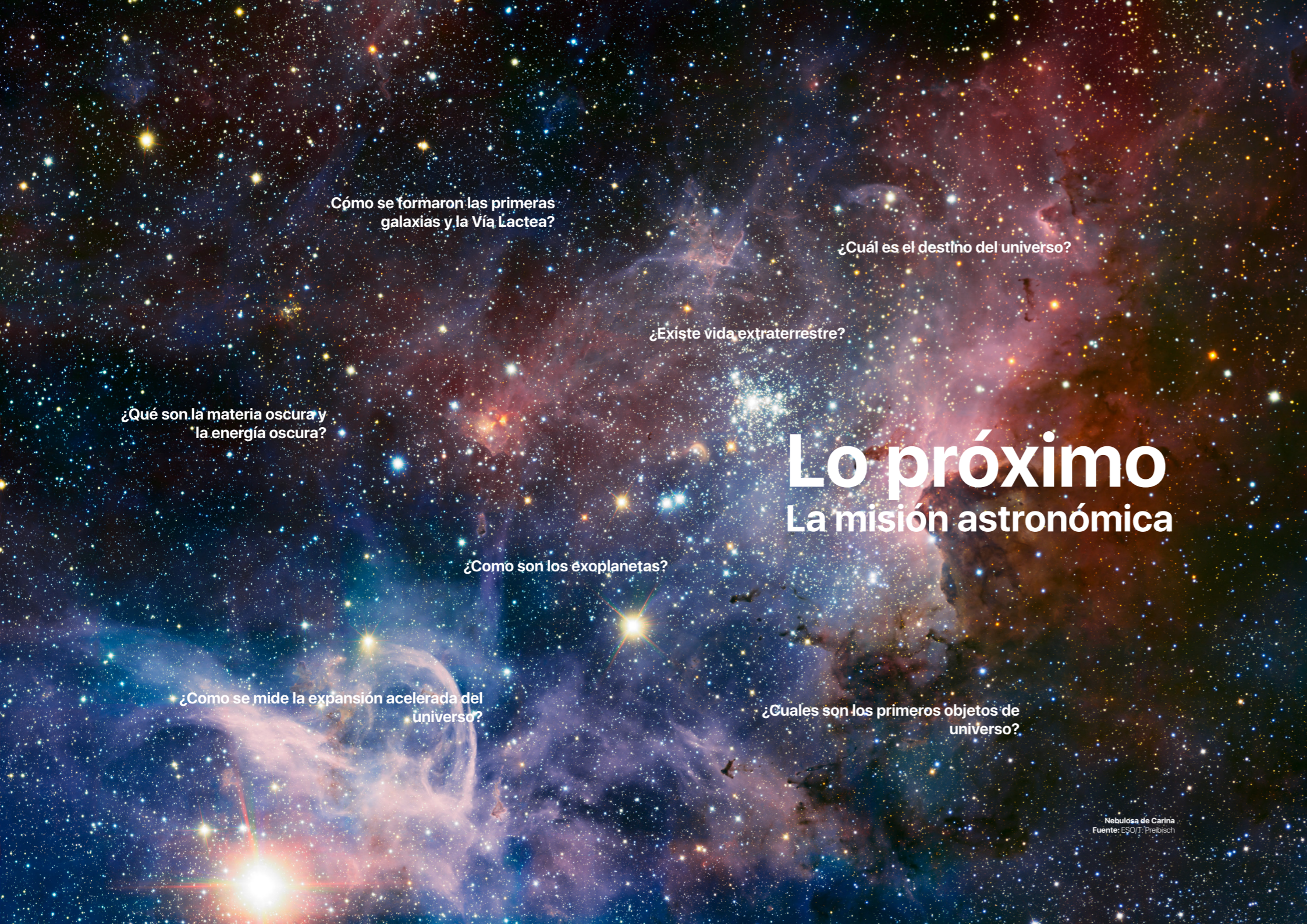


Figura 6: Abstracción de la Organización Institucional
Elaboración Propia

Inexistencia de una red sistemática

Inexistencia de centro Institucional



¿Cómo se formaron las primeras galaxias y la Vía Láctea?

¿Cuál es el destino del universo?

¿Existe vida extraterrestre?

¿Qué son la materia oscura y la energía oscura?

¿Cómo son los exoplanetas?

¿Cómo se mide la expansión acelerada del universo?

¿Cuáles son los primeros objetos de universo?

Lo próximo

La misión astronómica

Nebulosa de Carina
Fuente: ESO/J. Preibisch



x100
Potencia vs Monte Palomar

1.3B USD
Inversión Total

39mts
Diametro espejo principal

4mts
Diametro espejo secundario

E-ELT
Fuente: ESO/L. Calçada



Extremely Large Telescope

El telescopio E-ELT (Telescopio Europeo Extremadamente Grande), en construcción en Cerro Armazones (región de Coquimbo), **es un edificio de 5000 toneladas y 80 metros de altura** que será casi **100 veces más potente que el observatorio del Monte Palomar** en USA y se coronará como el **mayor del mundo**. Es administrado por la ESO (European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere) quienes han trabajado en este proyecto desde el 2005

Este nuevo tipo de telescopio terrestre tendrá un **espejo principal de 39 metros** que esta subdividido en 798 segmentos de de 1.4 metros de ancho y 50mm de espesor. El espejo principal posee un espejo secundario de 4 metros de diametro con geometria curva, que lo cataloga como el mas grande de su tipo. Según palabras de la ESO, este telescopio "Será el telescopio óptico / infrarrojo cercano más grande del mundo": "el ojo más grande del mundo en el cielo". (eso.org)



Giant Magellan Telescope

El Telescopio Gigante de Magallanes Se construirá en el Observatorio Las Campanas al interior del Desierto de Atacama a 2550mts. de altura. El proyecto ha sido desarrollado por un consorcio internacional, liderado por Carnegie Science. La puesta en servicio del telescopio está programada para comenzar en 2029.

El GMT es un **edificio rotatorio de 56 metros de ancho y 65 metros de alto**. Tiene un diseño de espejos tipo panel de abejas que ha sido desarrollado en Tucson (USA) con nanotecnología de alta precisión que ofrece varias ventajas, tendrá un poder de resolución **10 veces mayor que el del telescopio espacial Hubble**. El proyecto GMT es el trabajo integrado de un consorcio internacional entre universidades e instituciones científicas líderes. (gmt.org)



x10
Potencia vs Hubble Telescope

1.0B USD
Inversión Total

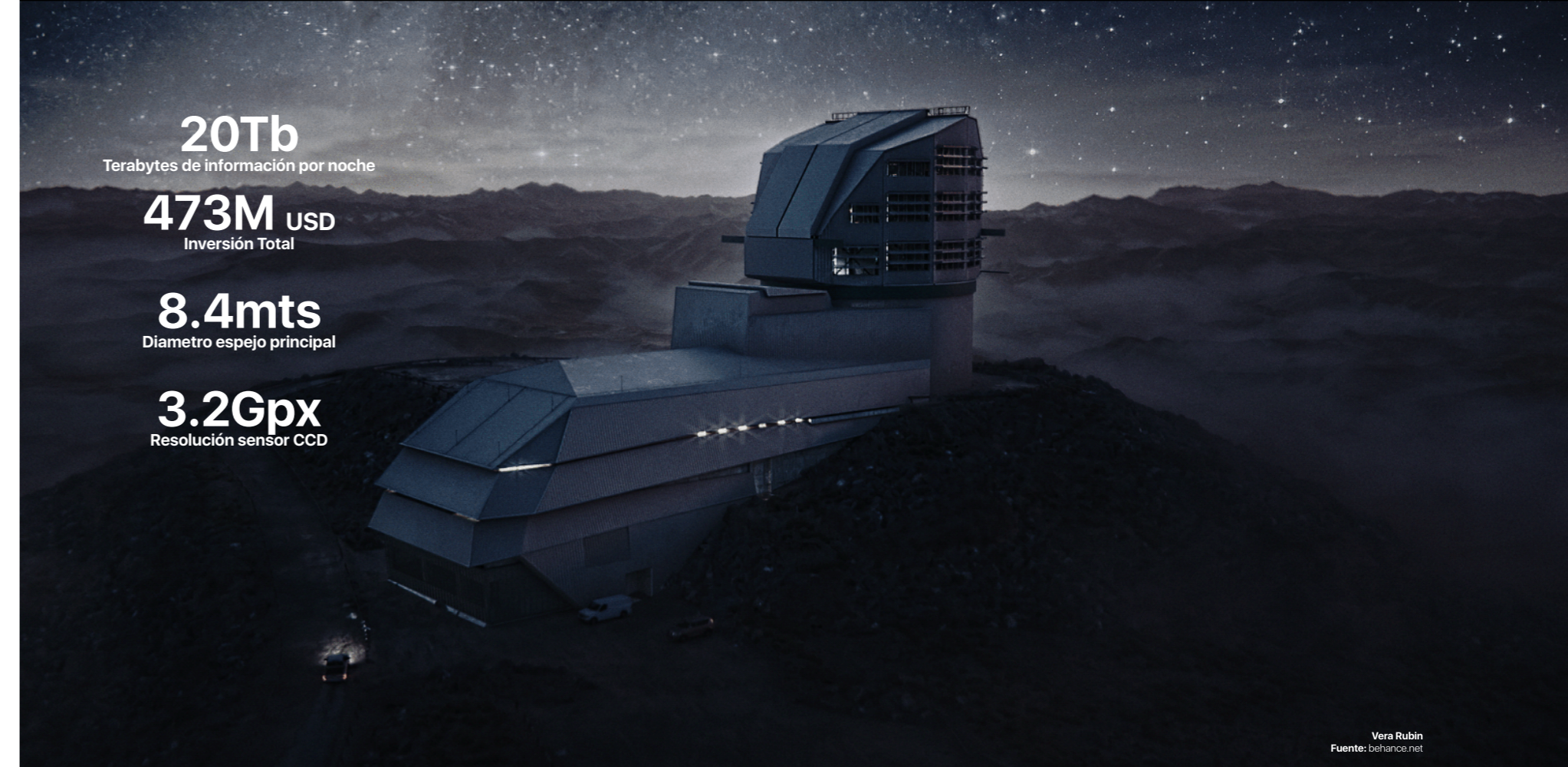
8.4mts
Diametro espejos principales (7)

24mts
Apertura real del espejo

GMT
Fuente: gmt.org



GMTO.ORG



20Tb
Terabytes de información por noche

473M USD
Inversión Total

8.4mts
Diametro espejo principal

3.2Gpx
Resolución sensor CCD

Vera Rubin
Fuente: behance.net



Vera Rubin Observatory

Este observatorio entregará un conjunto de **500 petabytes de imágenes (20TB por noche)** gracias a un sensor de 3200MP y productos de datos que abordarán algunas de las preguntas más urgentes sobre la estructura y evolución del universo y los objetos que contiene.

El Observatorio Vera Rubin ha sido desarrollado por un consorcio estadounidense liderado por AURA. Estará ubicada en cerro Pachon, a 100km de La Serena, la información que desplegara será abierta a todo público, los científicos y ciudadanos comunes podrán **ver el universo por primera vez en formato de video**. (lsst.org)

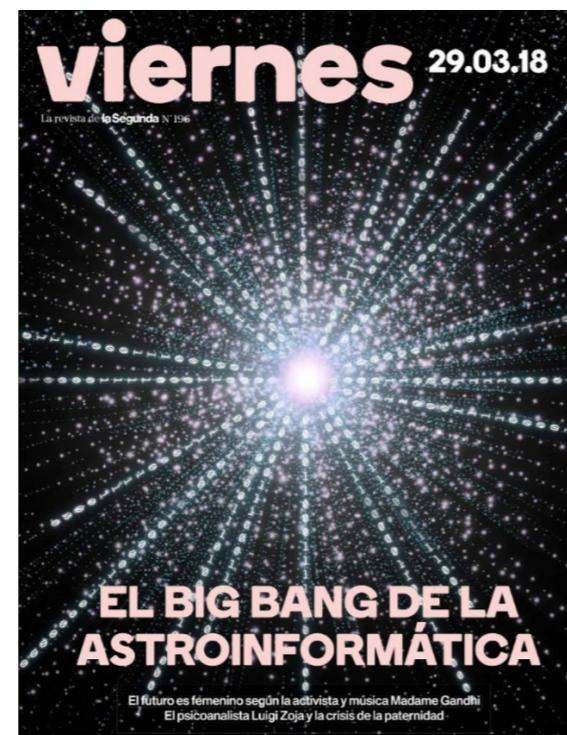
El próximo Big Data Astroinformático

El estudio "Capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile" (Ministerio de Economía, 2012) plantea una hipótesis sobre el tamaño de mercado de los observatorios ya instalados (US\$ 2400) y los futuros (**US\$ 3100**), lo que da una idea de las puertas que podrían abrirse para la economía nacional. (Open Beauchef, 2015)

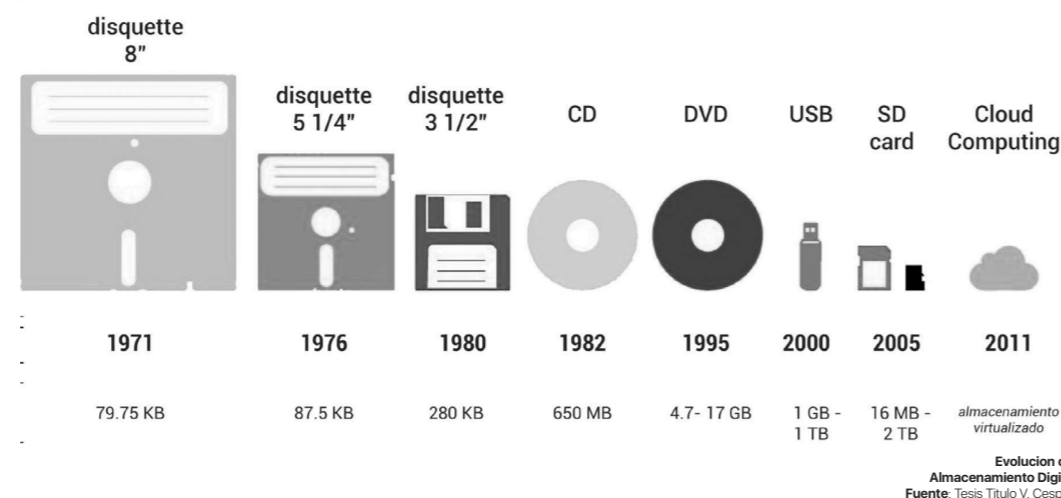
Se espera que para el año 2030, con el 70% de la infraestructura astronómica mundial, exista un procesamiento masivo de datos e imágenes, lo que nos ubica en el momento preferencial como líderes de la Astroinformática, esta última frase como una provocación hipotética en la revista energía en 2017 "De este modo nace la pregunta: **¿Cuál es el rol de Chile y cuáles son los pasos a seguir?**

Graham (2015) postula la posibilidad de convertir a Chile en la nube (Cloud) de la astronomía mundial. Para esto es necesario contar con un **gran datacenter**, de este modo lo astrónomos de todo el mundo se conectarían a la nube Chilena. En un primer paso, es importante la **conexión con Europa y Asia**, siendo nosotros el líder Latinoamericano, funcionando como un puente.

Rubio (2015) planteaba que además de la necesidad de un datacenter, era necesario construir una **red de fibra óptica** administradas por la universidad y el mundo privado, sin embargo en el 2018, Telefónica, y AURA (Vera Rubín) **completaron el primer tramo de la red REUNA, Santiago-La Serena**, y en la actualidad se encuentra en construcción una red desde Arica hasta, hasta Puerto Montt para anclarlo a la fibra óptica austral (reuna.cl) De esta forma Chile ya se encuentra con la infraestructura disponible para desplegar grandes acciones que impulsen el desarrollo astro-informático como **proyecto país**.



Revista Viernes
Marzo 2018
Fuente: Twitter



Difusión de la Astronomía en Chile

Durante el año 2019, más de 50 mil personas participaron en las actividades promovidas por CATA y que, además, fueron seguidas vía streaming por más de 2 millones de personas, teniendo más de 2000 menciones en medios de comunicación. (emol, 2019)

Y todo esto sin contar el impacto que provocó el eclipse total del 2 de Julio de 2019 donde José Maza marcó un hito, llevando más de 10 mil personas al estadio La Portada de La Serena, o la celebración en todo el país por quinto año consecutivo del "Día de la Astronomía", con una multitud de actividades de carácter gratuito, abiertas a toda la ciudadanía, donde nuestros científicos también son protagonistas. En la temporada de confinamiento durante el 2020, la maratón de charlas astronómicas de la Universidad de Chile en especial la del último del día del niño rompió récords con casi 200 mil visualizaciones. (Rojo, 2020)

Pero todos estos esfuerzos tienen metas. Ezequiel Treister en 2019 señala los astrónomos buscan impulsar el pensamiento crítico, motivar a los más jóvenes a desarrollar su curiosidad y buscar sus propias respuestas.

¿Se imaginan que en nuestro país las niñas y los niños sueñen con trabajar en los grandes observatorios del norte para realizar sus propios descubrimientos? Por cierto, no se trata de que todo el mundo se dedique a la ciencia, sino de que cada vez más personas puedan usar el pensamiento científico como una herramienta para su vida diaria. Esto no solo nos ayuda a tener un mejor futuro y ser mejores ciudadanos, también puede ser parte del impulso que necesitamos para cimentar hoy el Chile desarrollado de mañana.



Profesor Maza Estadio La Portada, 2019
Fuente: BiobíoChile



Eclipse 2019, La Serena
Fuente: revistaenfoque.cl

El Plan Maestro

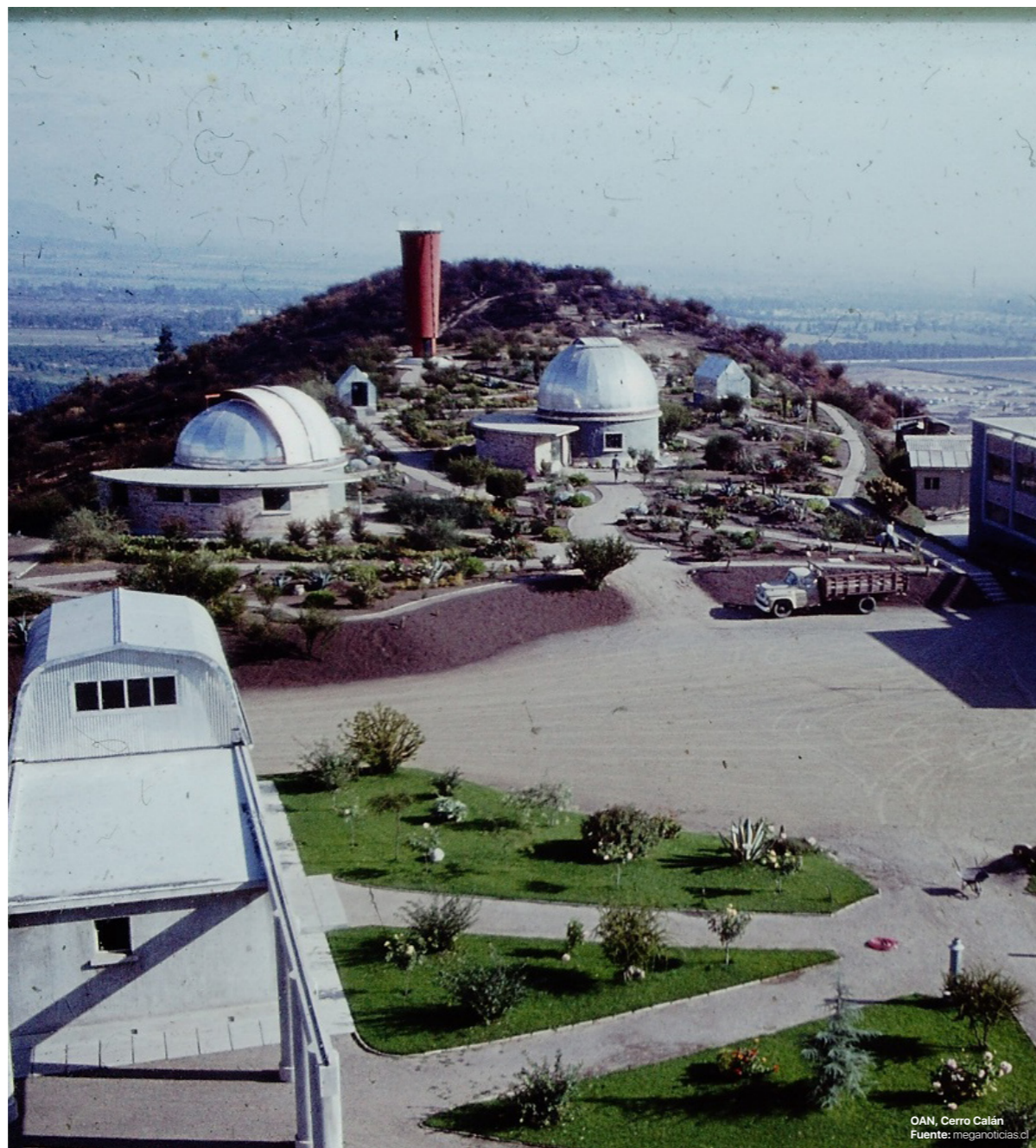
La educación, la ciencia y tecnología son las verdaderas **"vigas maestras"** para lograr el desarrollo. Este se basa en personas y en ellas debemos invertir nuestro mejor esfuerzo como sociedad. Con mayor educación y cultura Chile llegará a ser el gran país que todos sus hijos anhelamos y en ese transitar nos guiará la estrella solitaria y estos maravillosos cielos de nuestro norte tan rudo y tan bello. (Maza, 2019)

Chile recibe un 10% de tiempo de observación de los observatorios internacionales, más que cualquier otro país, sin embargo nuestra postura frente a este beneficio es pasiva, siendo pequeñas piezas de grandes consorcios, de la cual aportar con el paisaje ha sido nuestro gran rol histórico.

Para Amelia Stutz, la marcha rotunda de los telescopios más grandes nos invita a fortalecer la colaboración con la comunidad astronómica a nivel mundial.

*"Nosotros tenemos proyectos interesantes pero la gran cantidad de instrumentos ya vienen con investigadores que definen los que se va a hacer y los que se quiere observar" (...)Para hacer ciencia de frontera; cosas diferentes a lo que se está haciendo en otros países, se debe buscar mentalidad y madurez para dirigir grandes equipos de trabajo. **Hay que crear grupos grandes y potentes**". (Galaz, 2019)*

Pilleux (2015), propone un **Plan Maestro** para la astronomía nacional que incluya mecanismos que **centralicen la divulgación de la realidad astronómica al público en general**, y que además contemple la creación de organismos que puedan establecer el **punto entre los observatorios, la industria y la academia**, especialmente en la búsqueda de oportunidades que puedan generar mayor **valor agregado** para el país.



Centro de Investigaciones Internacionales

Historia y Capital humano

A 12 años de la creación del Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA) se han generado más de 50 investigaciones, 3000 publicaciones y 17 unidades regionales de Antofagasta a Valdivia, (cata.cl) lo que ha impulsado la presencia de Chile en investigaciones y construcción de instrumentos, uno de los mayores condicionantes para alcanzar estos logros fue poseer el 10% de tiempo de observación.

Un Modelo a seguir

El caso de la **ESO Headquarters** en Garching (Alemania) ha sido pensado como un espacio donde confluyen investigaciones científicas junto con actividades de difusión llevadas por **ESO Supernova** que pueden albergar entre 50.000 y 100.000 visitas al año.

Nos encontramos frente un suceso reciente: El campus fue creado en 1981, y ha tenido 2 ampliaciones relevantes que incluyen los edificios mencionados, el edificio técnico ligado a las investigaciones fue terminado en el 2013 y en el caso de ESO Supernova el 2018. Cabe destacar que ambas edificaciones poseen un **alto énfasis en sus características conceptuales** con la finalidad de comunicar el rol y la actividad de la astronomía en la ESO.

¿Que se debe hacer en Chile?

Reeves (2019a) ve este concepto como **"ecosistemas de innovación"**, promovidos por el Estado, e integrado a la industria local con el fin de tomar rumbo hacia el mundo internacional. Estos centros, sería como un medio articulador para que los observatorios se acerquen

a la industria y los centros de innovación resolviendo problemas como el desarrollo de futuras observaciones.

Según Amelia Stutz (2019) en Chile nos encontramos inmersos en una **“colmena de colaboraciones a nivel mundial”** esencial para el desarrollo y supervivencia de la cultura científica y la sociedad, argumentando que la necesidad de **internacionalizar la investigación chilena** nunca ha sido tan fuerte como la actual.

Actualmente, Chile está cosechando los beneficios de los avances forjados sobre la base de décadas de arduo trabajo invertido en establecer y continuar desarrollando el país como un centro astronómico mundial. (Stutz, 2019)

“Sería ideal que nosotros contáramos con centros o institutos de investigación en astronomía financiados por el estado que están constantemente desarrollando tecnologías”, en otros países esto existe, tienen centros de investigaciones que se dedican a hacer las partes de los telescopios. (Paneque, 2020)

Al considerar el escenario que traerán los futuros observatorios Reeves (2019b) plantea la siguiente pregunta:

¿Como podemos aprovechar esta coyuntura científica para impulsar el desarrollo nacional y lograr posicionarnos como líderes no solo en ciencias astronómicas, sino también como productores de tecnología de frontera?

Ezequiel Treister (2019) menciona que debemos dar el siguiente paso hacia un **centro de investigación de nivel mundial** que represente los intereses del país ante los observatorios internacionales y se conecte con la industria local para ser un **instrumento de desarrollo**. Concluye con: “¡Es el momento de hacerlo! Solo necesitamos que exista voluntad política para lograrlo”



Objetivos

General

Rescatar la oportunidad del big data astroinformático generado por los futuros grandes observatorios a través de un soporte físico que pueda llevar a cabo la misión investigativa y difusora de la astronomía internacional en el hemisferio Sur.

Específico 1

Pertener a una plataforma territorial que posea conexiones internacionales y regionales con el mundo público y privado en un entorno que favorezca la colaboración y el intercambio entre la ciencia y la cultura, simbolizando un modelo a seguir.

Específico 2

Constituir un lugar que sea capaz de comunicar el significado y la actividad de la futura misión astronómica a través de un conjunto paisajístico y un edificio que concentre labores investigativas y de difusión.

Específico 3

Generar un consorcio que articule las instituciones Chilenas y extranjeras y sus proyectos mediante un programa arquitectónico que relacione sus actividades en un mismo lugar.

Específico 4

Establecer un puente cultural entre la ciudadanía y el mundo científico a través de constantes actividades de difusión de la astronomía con relevancia local e internacional.



Very Large Telescope (VLT)
Fuente: ESO



Lugar

Prefacio

Luego de realizar un estudio, en conjunto con profesionales de la astronomía y la astrofísica comparando distintos casos y situaciones, se ha elegido al **Proyecto Académico Parque Laguna Caren**, por tener **el mejor plan de desarrollo con redes internacionales, un conjunto de programas compatibles, cercanía al Aeropuerto de Santiago y una visión de futuro compatible con las proyecciones de la Astronomía en Chile.**

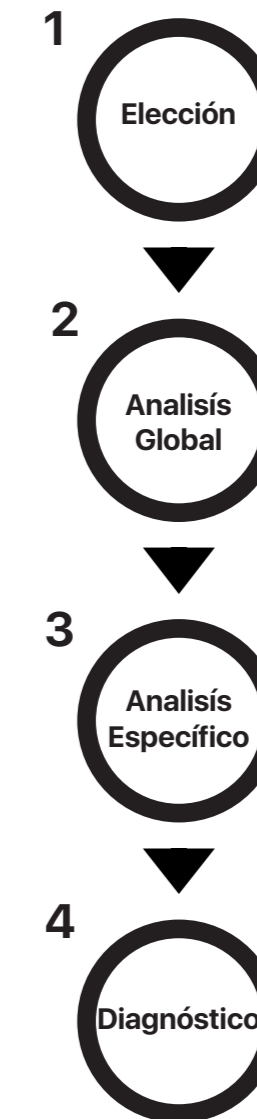


Figura 7: Análisis del Lugar
Elaboración Propia

Plan Maestro Parque Laguna Caren: Proyecto Internacional

Abstract

Según sus autores (Allard Partners, 2018) este parque ha sido pensado como un "Centro de integración del conocimiento, donde convergen diversas áreas de la **investigación y la creación**, permitiendo el cruce y la fecundación de interrogantes y respuestas a las necesidades presentes y futuras del país con una **mirada global**".

Este parque académico busca una re-conceptualización de del trabajo universitario a través de lo **transdisciplinar** unificando el **conocimiento y la tecnología** con la **sociedad y las artes**.

De este modo el parque se proyecta como una **plataforma de colaboración** entre la sociedad civil, la academia, el Estado y los privados, para la promoción del desarrollo, la **innovación y la creación de conocimiento de vanguardia**.

Este lugar actúa como el puente entre la **Universidad de Chile** hacia la **transdisciplina, la transinstitucionalidad y el mundo internacional** con el objetivo de abordar los **grandes desafíos globales** que comenzamos a enfrentar como sociedad.

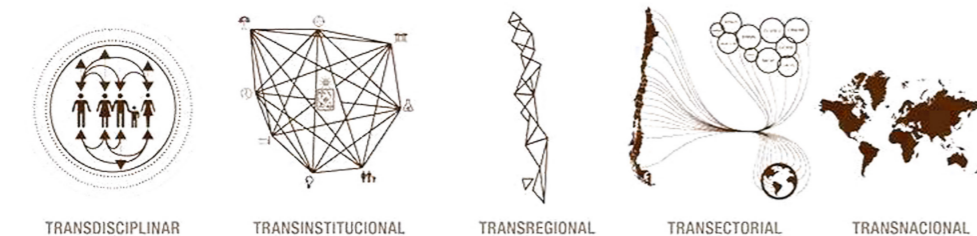
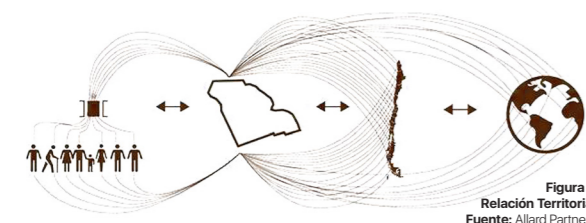
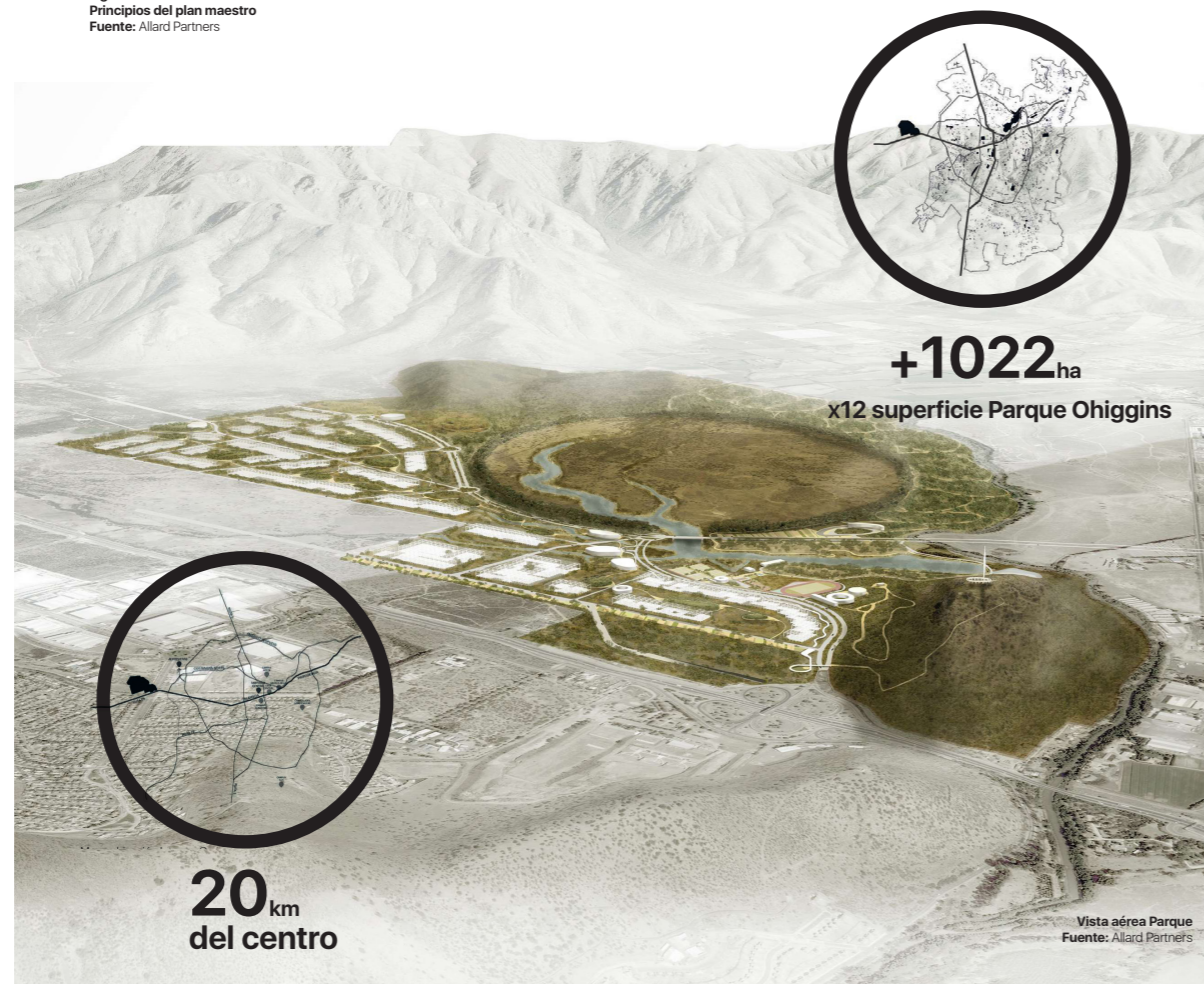


Figura 9
Principios del plan maestro
Fuente: Allard Partners



Detonante Metropolitano

Santiago es una de las **5 zonas a nivel mundial con clima mediterráneo**, esto la convierte como una de las 34 zonas prioritarias para su conservación a nivel global, del cual solo el **5%** de sus áreas silvestres está protegida.

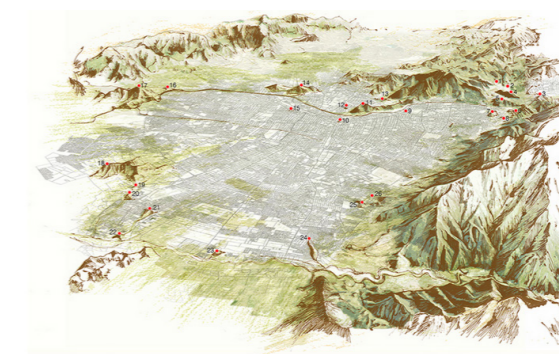
La masiva expansión urbana de Santiago, debido a la PNUD aplicada entre 1976 y 1985, ha traído varias consecuencias negativas en temas urbanos. Los cerros isla no han quedado fuera de este perjuicio, por ejemplo, sus bordes siendo por naturaleza un lugar de excelentes condiciones, se han convertido en focos de delincuencia en los que abundan rejas o microbasurales.

Entre los **26 cerros isla** y **5 lagunas artificiales** reconocidos en Santiago, el cerro Amapola colindante a la laguna Caren, hacen un lugar con condiciones singulares en la región metropolitana.

Sin embargo, en el caso de los cerros isla, pese a las condiciones, la política urbana no ha considerado su valor paisajístico:

SISTEMA DE CERROS ISLA EN STGO
SUPERFICIE TOTAL : 5.132,77 HA.
SUPERFICIE ERIAZO (oportunidad): 4.596,79 HA.
(Fuente: Centro de Políticas Públicas UC)

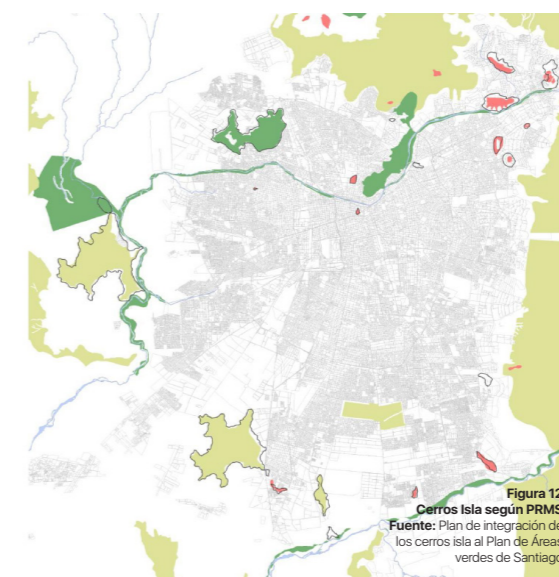
Entendiendo la alta densificación que ha tenido Santiago, los cerros islas aparecen como un salvavidas, en especial, el cerro Amapola, por su libertad de planificación y baja presión urbana (Plan de Integración cerros isla, 2012) Es por esto que al considerar el plan maestro de la Universidad de Chile, el terreno de Laguna Caren se posiciona como la **futura referencia** del destino de los cerros isla y lagunas artificiales en Santiago.



1. Cerro Loma Larga	8. Cerro Apoquindo	15. Cerro Navía	22. Cerro Los Morros
2. Cerro El Manzano	9. Cerro San Luis	16. Cerro Amapola	23. Cerro Las Cabras
3. Cerro Diquecho	10. Cerro Santa Lucía	17. Cerro Lo Aguirre	24. Cerro La Ballena
4. Cerro Del Medio	11. Cerro San Cristóbal	18. Cerro Chena	25. Cerro Huelmo
5. Cerro Alvarado	12. Cerro Blanco	19. Cerro Huelmo	26. Cerro Chequén
6. Cerro Los Piques	13. Cerro Rinconada	20. Cerro Adarme	28. Cerro Jardín Alto
7. Cerro Calán	14. Cerro Renca	21. Cerro Negro	

Figura 10
Dibujo Valle y Cerros isla de Santiago
Fuente: Fundación Cerros Isla

Cerros Isla en Santiago



Áreas Verdes vinculadas a Cerros Isla según PRMS

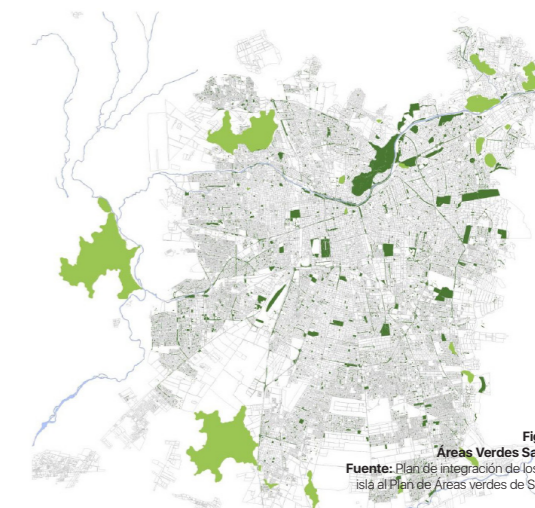
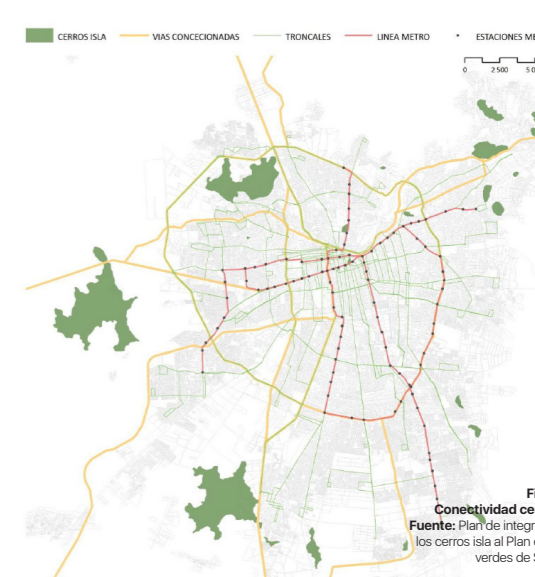


Figura 11
Áreas Verdes Santiago
Fuente: Plan de Integración de los cerros isla al Plan de Áreas verdes de Santiago

Áreas Verdes en Santiago



Conectividad Cerros Isla en Santiago

Análisis Global de las operaciones del plan maestro

El Plan Maestro propone en su zona sur el sector con más intervención programática, debido al anclaje que se da con la ruta 68, mientras en sector norte se compone de sectores de conservación, nuevos bosques y algunos programas que implican menor intervención en el terreno, como el parque público o el agrocentro.

Los sectores del parque suman un total de **200 hectáreas** que se despliegan como capas con distintos espesores en torno a un **anillo de conservación** de paisaje natural de **230 hectáreas**.

Áreas Verdes e Hidrografía

El anillo se entiende como un vacío que es protegido por un buffer compuesto por un bosque de Quillayes, Espinos Boldos, Peumos y diversos programas. Se entiende como un lugar frágil a Carén, por irrigar la napa freática que aflora en pradera Acacia, creando lagunas y humedales que atraen condiciones únicas tanto en flora como en fauna, el cuerpo de agua de la laguna artificial, se cataloga como una de las 5 más importantes en Santiago.



Figura 14
Programa del plan maestro
Fuente: Allard Partners

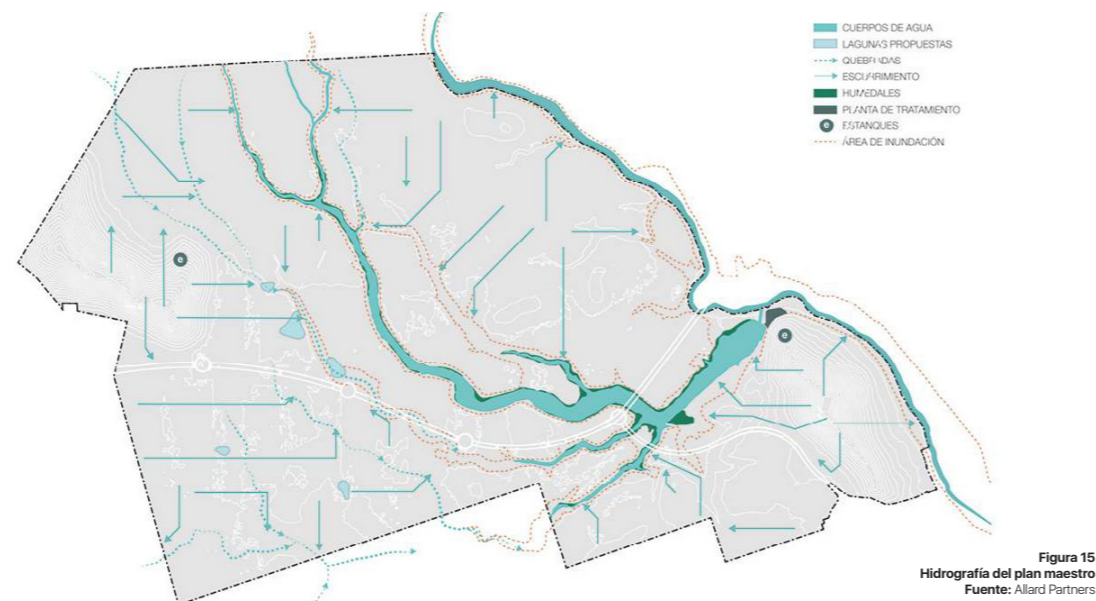


Figura 15
Hidrografía del plan maestro
Fuente: Allard Partners



Figura 16
Vista proyectada
Fuente: Allard Partners



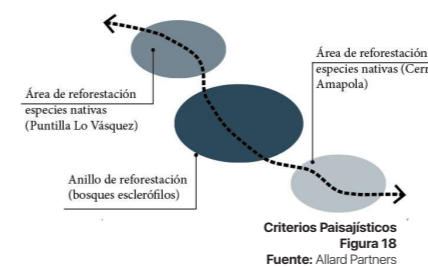
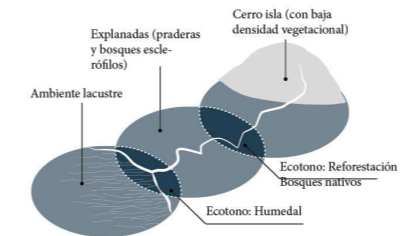
Figura 17
Vista Proyecto
Fuente: Allard Partners

Análisis de Capas de operaciones del plan maestro

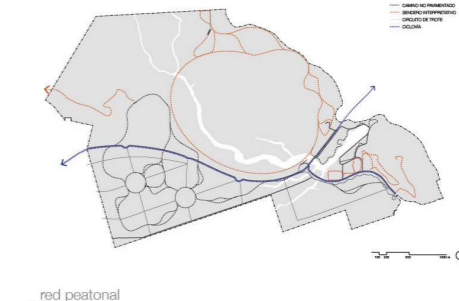
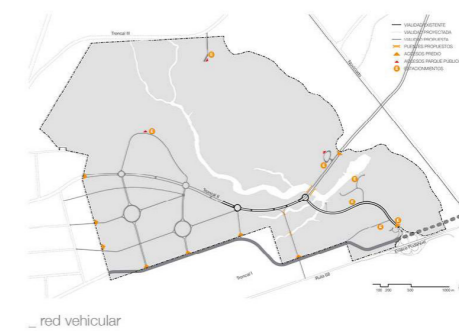
En esta serie de esquemas se destacan las distintas capas de intervención que posee el plan maestro como respuesta entre el cruce de la tecnología y el paisaje natural.

Dentro de la información disponible destaca una vía vehicular que funciona como **atajo** hacia el **aeropuerto de Pudahuel**, un paseo peatonal como **eje longitudinal** que cruza todo el parque y tiene una orientación oriente-occidente y por último una delicada condición de **humedal** que se da en todo el **perímetro de la laguna**.

En cuanto a paisaje, es relevante mencionar la **importancia de preservación y cultivo** de los ecotonos de humedal y de reforestación que actúan como articuladores de grandes parches: Laguna, Explanada y Cerro.



Redes de circulación en función de las capas y programas



Conservando el valor del paisaje local para futuras generaciones

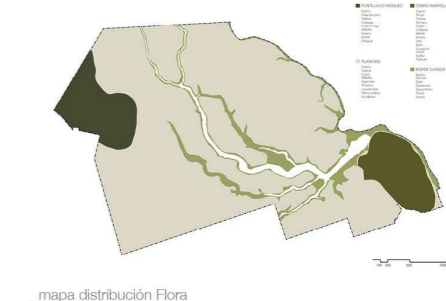
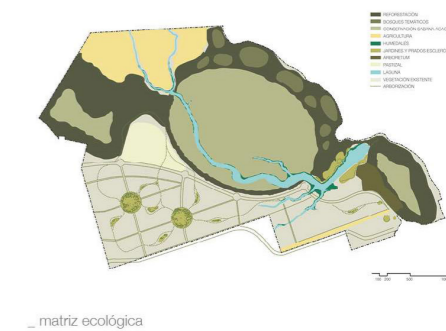
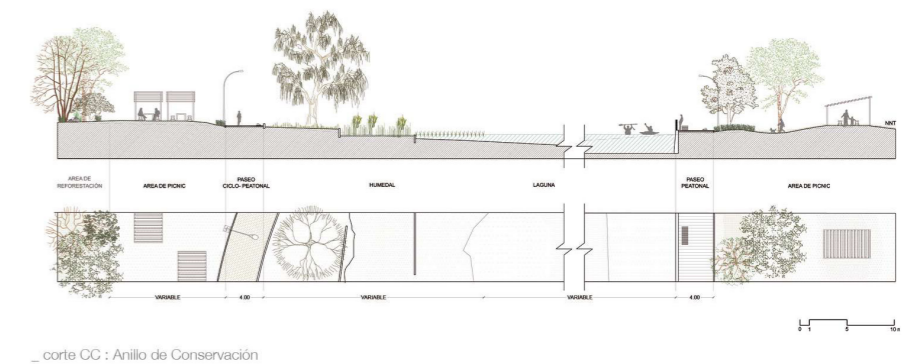


Figura 19
Capas de Información
Fuente: Allard Partners



_ corte CC : Anillo de Conservación

Figura 20
Corte Zona de Conservación y Humedal
Fuente: Allard Partners

Aproximación al Lugar

Diagnóstico y Visión

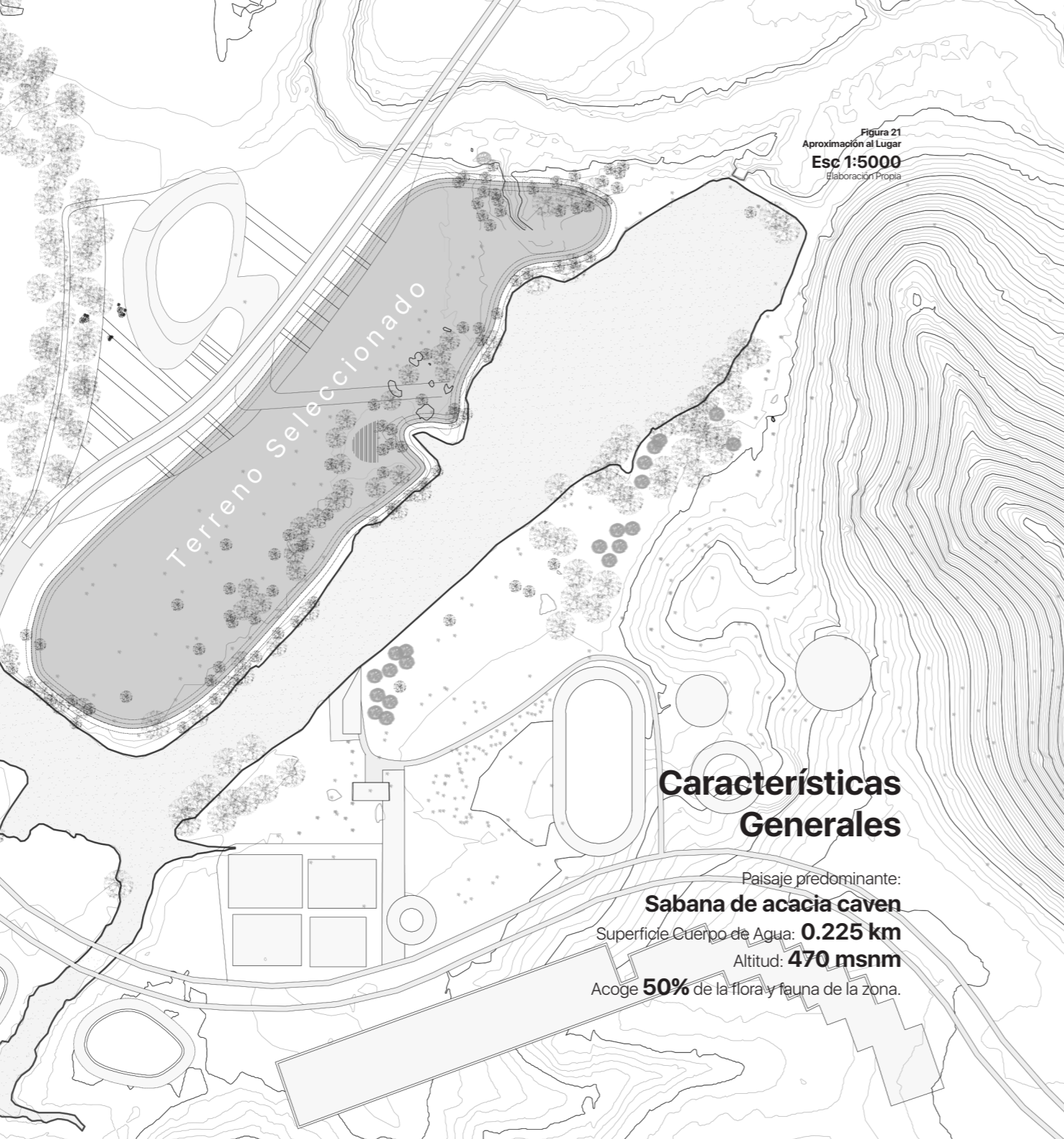
El Big Data Astroinformático es una gran nube de información que tendrá uno de sus **mayores incrementos** en los siguientes años debido a los futuros grandes observatorios que se construirán en Chile. Tal como se ha mencionado anteriormente, nos encontramos frente a una cantidad de información enorme y de una riqueza infinita, una **oportunidad única** de desarrollo social y tecnológico, que a futuro puede ser **sustituta de actividades extractivistas** como la **industria del cobre** y para conseguirlo un punto de partida clave es la creación de un **soporte físico** como **punto** entre el mundo virtual y el mundo real.

En síntesis, los principios y estrategias de diseño abordadas por el Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén, lo hacen ser el **soporte ideal** para conducir a Chile a ser un **referente internacional**, liderando los procesos investigativos de las futuras misiones de la astronomía.

La **zona de picnic**, es el sector más transcurrido y conocido de la laguna y una de las áreas con mayor **valor paisajístico** por poseer distintos **parches a poca distancia**, conectados por un **ecotono-humedal** que atrae distintas especies de fauna y hace crecer flora que ayuda a autosustentar a la laguna en términos de limpieza y control del volumen de agua.

Como diagnóstico, se ha identificado que el parque científico tecnológico necesita una **centralidad**, y se entiende que la zona de picnic lo es de forma **intangible**. Es por esta razón que se escoge revitalizar este predio para constituir un lugar que visibilice y simbolice el corazón del parque científico-tecnológico a través de un **proyecto país** que lidere la **futura misión de la astronomía**, en la cual Chile es **capital mundial**.

52



Características Generales

Paisaje predominante:
Sabana de acacia caven
Superficie Cuerpo de Agua: **0.225 km**
Altitud: **470 msnm**
Acoge **50%** de la flora y fauna de la zona.

Zona de Conservación

Plaza Projectada



Espino

Fuente: Internet



Eucalipto

Fuente: Internet



Juncal

Fuente: Internet



Ttotal

Fuente: Internet

Especies más presentes en la zona

Sendero Natural Principal
Zona de Picnic

Vía Projectada

Punta
Vista Panorámica

Acceso a zona de picnic

Juegos Infantiles

Circuito Tierra

Senderos Secundarios

Sendero Natural Principal
Zona de Picnic

Área Humedal

Detalles del Terreno

Laguna Carén se encuentra entre uno de los **34 hotspot de biodiversidad mundial** y es el **segundo cuerpo de agua más importante de la región**. (Barba, 2019)

Según el artículo "Un Plan Maestro para Laguna Carén" (2019) La cercanía a la cordillera de la costa (al poniente) actúa como un **biombo climático** y ayuda a encausar los vientos que ventilan el valle del río Mapocho, jugando de este modo, un rol importante en la descontaminación de Santiago. Desde el punto de vista normativo, el predio está **fuera de los límites urbanos**, pero en un **área de expansión**, que plantea el Proyecto de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUC) y se estima, atraerán a más de **160.000 nuevos habitantes a la zona**.

53





Laguna Carén
Fuente: Flickr

IV

Proyecto
a) Génesis y Proceso

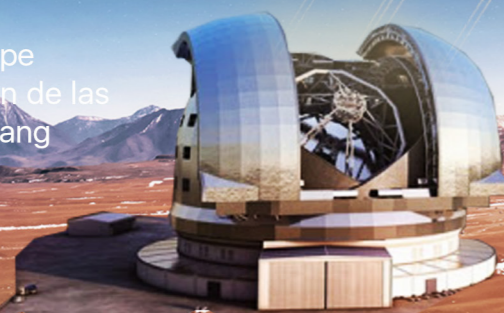
Génesis del Proyecto

E-ELT

Cerro Armazones, III Región

Proyecto ESO: Es mas potente que todos los observatorios del mundo combinados

Potencia: x15 vs Hubble Telescope
Rango Visión: Hasta la formación de las primeras galaxias luego del Big Bang



Vera Rubin

Cerro Pachón, IV Región

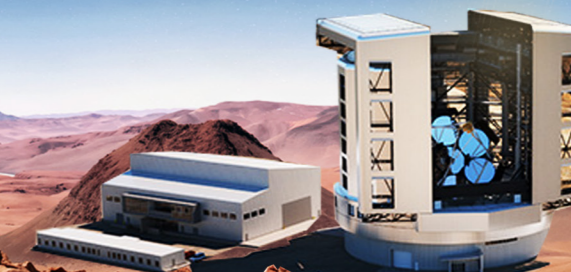
Proyecto AURA, Ex LSST
 Grabará el universo una vez al día durante 10 años, posee la cámara de video mas grande del mundo:
 3.2Gigapixel
 Producirá 50PB de Datos en total



GMT

Cerro Las Campanas, III Región

Proyecto de **consorcio Internacional**
 Potencia: x10 vs Hubble Telescope
 Tecnología en base a espejos al igual que E-ELT



Red Internacional Fibra Óptica
 Nacional Vía Reuna Telefónica.
 Tramo Santiago a la Serena: Construido

DKIST
47PB

CCAT
10PB

LSST
10PB

6PB

uploads
15PB

Tamaño Información
 Vera Rubin / 10 PB (Total en 10 años)

Big Data

Astroinformático

Ciencia ▶ **Centro de Investigaciones**
 Lidera, activa, relaciona

Memoria ▶ **Centro de Datos**
 Almacena, organiza, distribuye

Educación ▶ **Centro de Difusión**
 Integra, educa, une



Proyecto

Localización Instituciones Seleccionadas



Modelo Administrativo

El consorcio Internacional

El consorcio internacional estará compuesto por **dos núcleos internacionales y un núcleo nacional** que trabajarán de forma conjunta en la administración del edificio. El núcleo internacional A se encuentra compuesto por las **asociaciones responsables de la construcción de los futuros observatorios en Chile**. El núcleo internacional B se compone por instituciones relacionadas a la astronomía con **planes de inversión futura**.

El núcleo nacional universitario funciona como **punto coordinador** entre las instituciones extranjeras y el impacto del CAI en el país, además es responsable de **liderar proyectos** de distintas escalas (regional a internacional)

CATA tiene la posibilidad de funcionar como complemento o trasladar todos sus proyectos al CAI, convirtiéndose en CATA II. El centro de modelamiento matemático (CMM) actúa como una extensión el CAI y el ministerio de ciencia y tecnología (MCT) es el principal relacionador del CAI con futuros proyectos públicos.

Modelo Económico

El consorcio Internacional

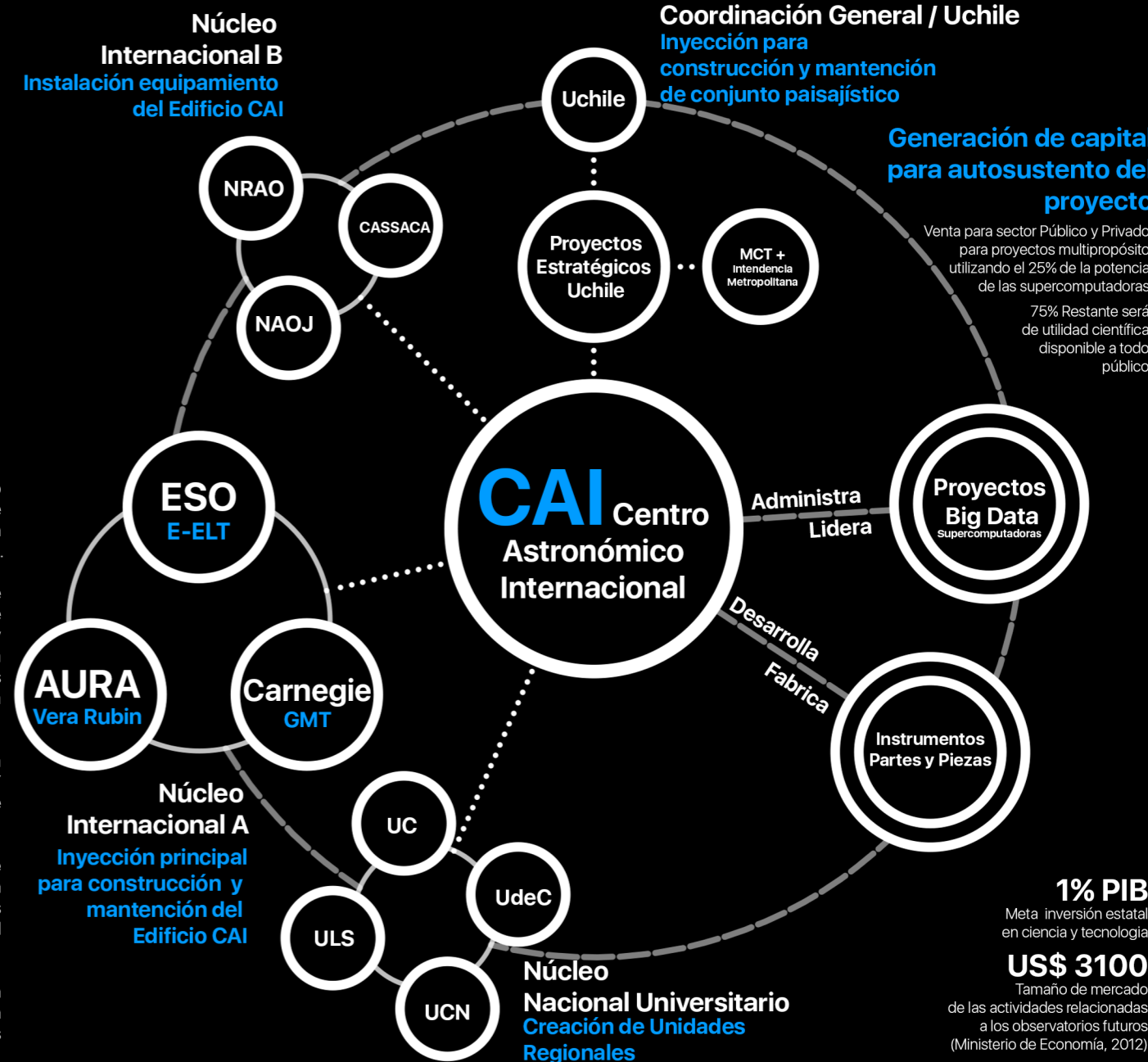
La repartición de costos del edificio se ha hecho según estimaciones del posible capital de inversión que puedan tener los núcleos para la construcción y mantención del proyecto completo.

Debido a que el núcleo A es el que posee **mayores capacidades de inversión**, se elige como el responsable de la construcción y mantención del CAI. A mediano plazo, la inversión será amortiguada, ya que traerá importantes ahorros respecto al traslado de instrumentación especializada.

Debido múltiples intereses de inversión en investigaciones científicas de la NRAO, NAOJ Y CASSACA, se han elegido como responsables de la compra del equipamiento del edificio.

La Universidad de Chile y su **programa de proyectos estratégicos** impulsada por la Intendencia Metropolitana, serán los responsables de la coordinación general, mantención del conjunto paisajístico

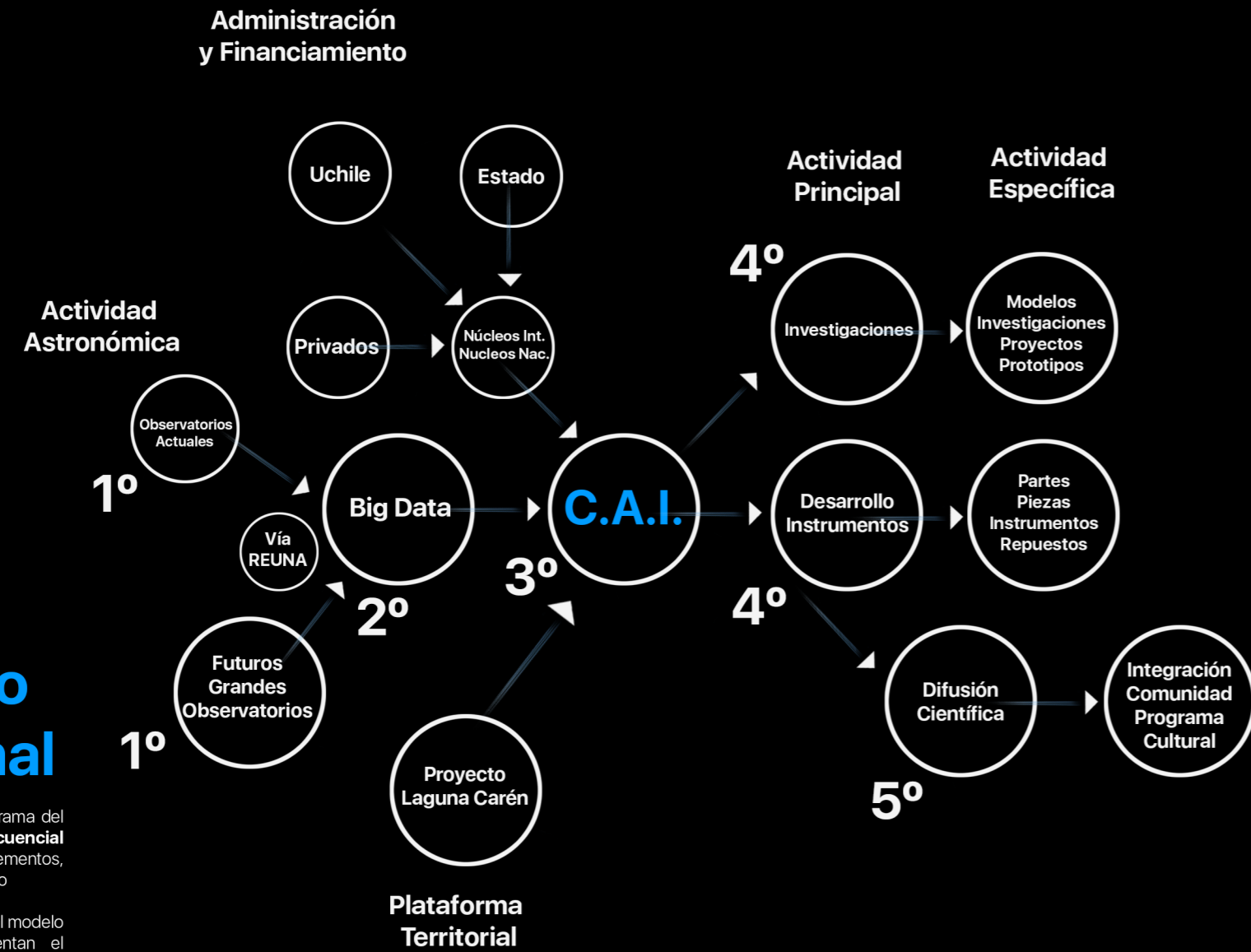
El núcleo Universitario se encargará de la construcción de **unidades regionales** para aumentar la efectividad de coordinación con los observatorios.



Propuesta Programática El consorcio Internacional

Explicación del funcionamiento del programa del proyecto, se ha construido en **orden secuencial** que incorpora a los principales actores, elementos, y la respuesta del programa arquitectónico

Cabe destacar que este esquema junto al modelo administrativo y económico fundamentan el **carácter internacional** del programa por tener un grado de asociatividad organizacional y territorial que involucra e impacta en América, Europa y Asia.



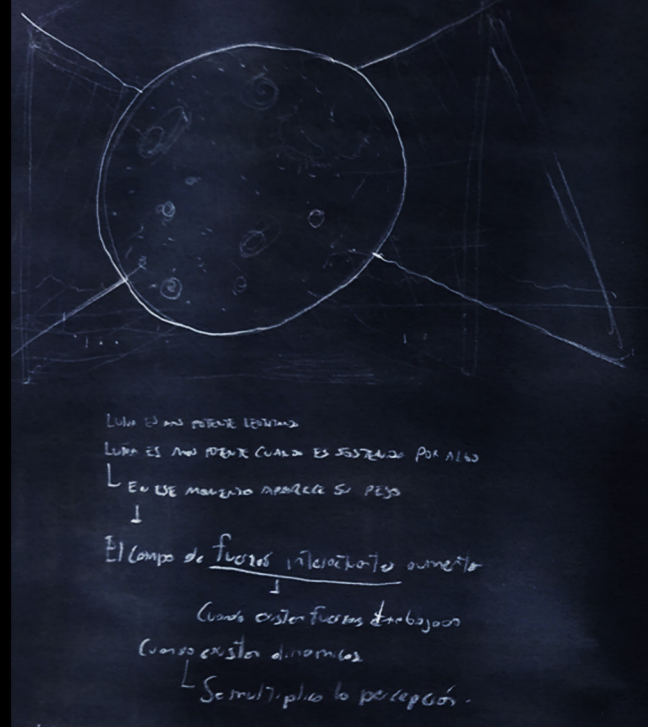
Proceso de Diseño

El proceso de diseño fue abordado como un **ejercicio exploratorio** que integra los factores analizados del mundo de la astronomía: su pasado, presente y futuro, junto a un **proceso reflexivo** que planteó diversas preguntas y respuestas en la modelación de un espacio que **represente** el acontecer nacional y y posición a Chile como **líder internacional** escenario futuro de la astronomía.

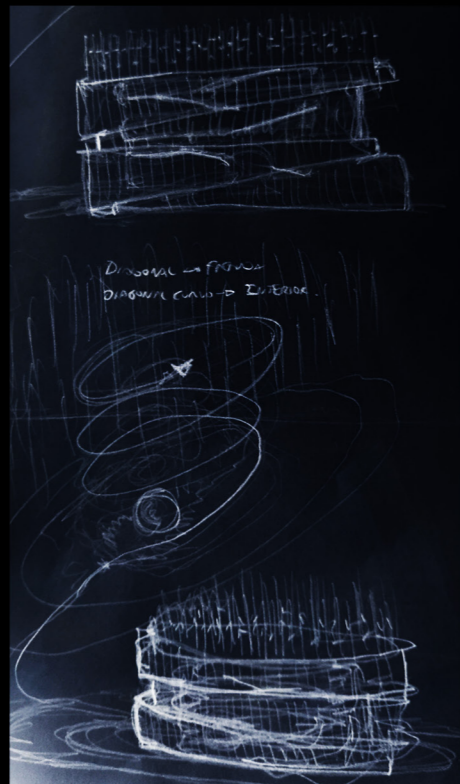
VARIABLES como el **movimiento**, la **flexibilidad**, la **mixtura**, la **secuencialidad** y la **combinación de distintas escalas** en un **relato continuista**, son ejemplos espaciales y programáticos que incidieron en el carácter arquitectónico del proyecto.

En la **primera parte** de esta sección, se narra en **4 ejes** como se llevó a cabo el **proceso de diseño**, y en una **segunda parte**, las **características del proyecto final**, que se encuentra ad-ortas de su etapa definitiva.

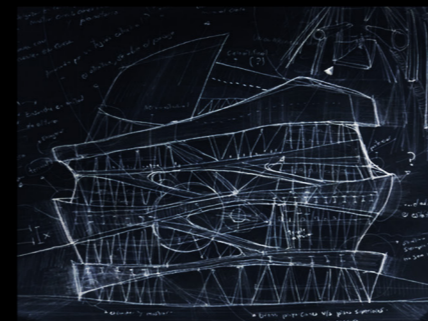




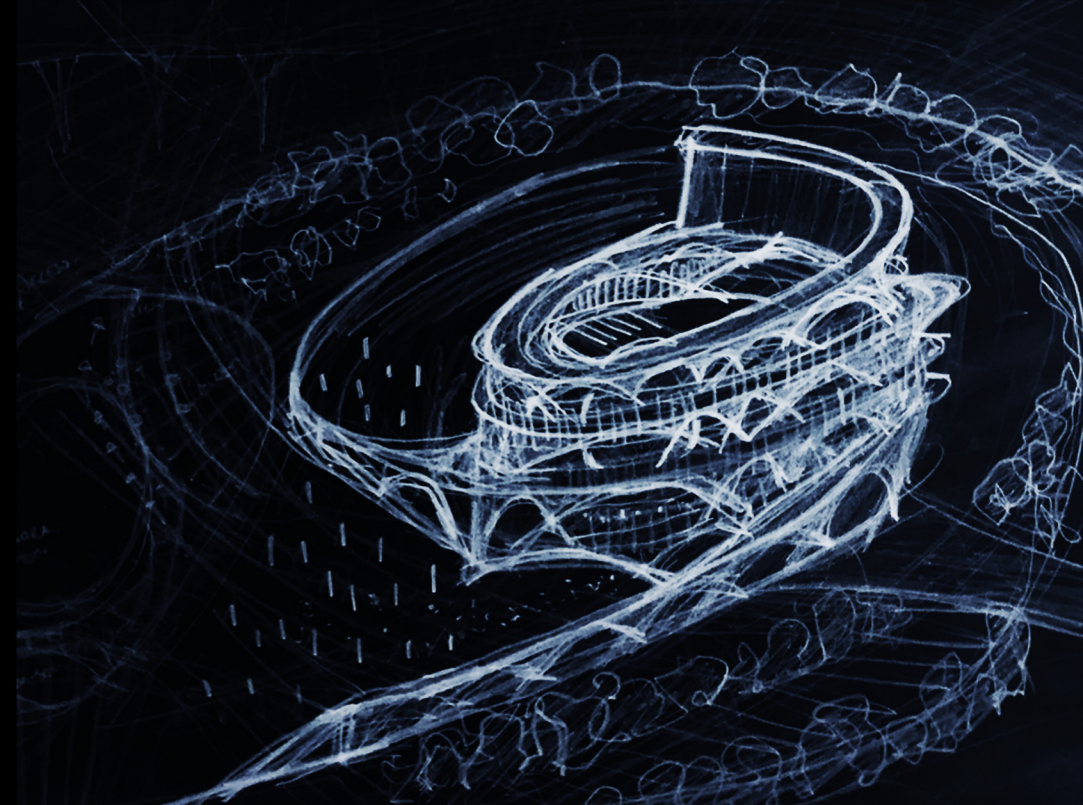
El jet y su línea explosiva en contraste con la esfera, inspiran la fuerza vertical del recorrido: Acceder al cielo



El vacío es una de las fuerzas formadoras de materia, que generalmente rota en torno a un centro



El espacio interior se forma envolviendo un vacío y una esfera



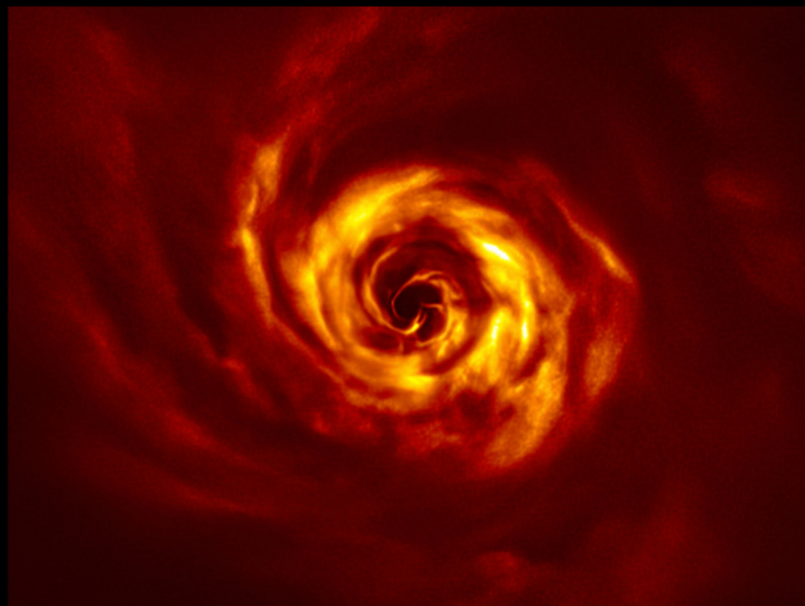
Una cola de una galaxia tiende a dialogar con un otro, que en el proyecto es un paisaje.



Jet expulsado de Enana Café

VLT de ESO en Cerro Paranal detectó jets de materia expulsados desde una estrella de muy poca masa o "estrella fallida", también llamada enana café o marrón.

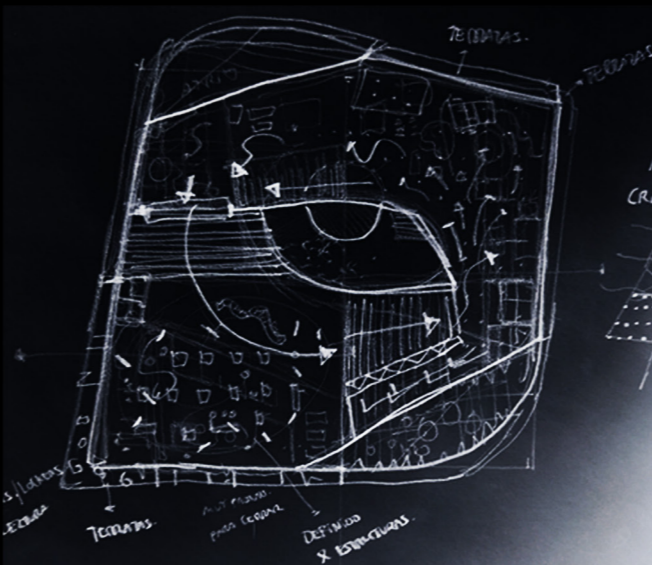
Crédito: ESO



Disco de AB Aurigae

Esta imagen muestra el disco que hay alrededor de la joven estrella AB Aurigae, en el que el Very Large Telescope (VLT) de ESO ha detectado signos del nacimiento de un planeta. Cerca del centro de la imagen, en la región interior del disco, vemos el "giro" (en amarillo muy brillante) que los científicos creen que marca el lugar donde se está formando un planeta. Este giro se encuentra aproximadamente a la misma distancia de la estrella AB Aurigae que Neptuno del Sol.

Créditos ESOL, Boccaletti et al. / VLT Telescope + SPHERE

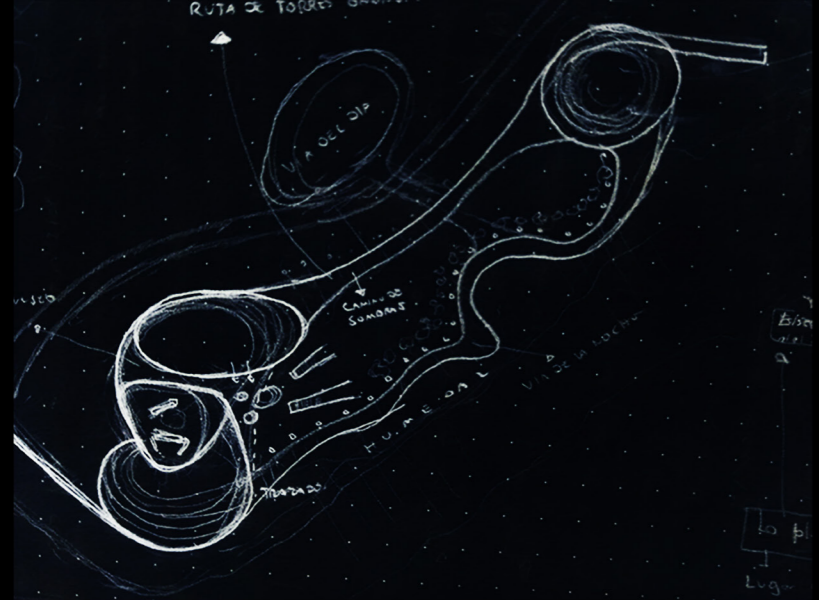


Representación artística del sistema WDJ0914+1914

Esta ilustración muestra a la enana blanca WDJ0914+1914 y a su exoplaneta tipo Neptuno. Dado que el gigante helado orbita a la enana blanca caliente a corta distancia, la extrema radiación ultravioleta de la estrella despoja al planeta de su atmósfera. Mientras que la mayoría de este gas se escapa, parte de él se arremolina en un disco, acreciéndose alrededor de la enana blanca.

Créditos ESOL, M.Kornmesser, VLT Telescope





El diseño del conjunto ha sido inspirado originalmente por el **movimiento dinámico** del Sol y la Luna y por la forma del encadenamiento del Microcuásar s433 que expulsa un jet en el objeto con mas energía

Comportamiento Estrella S2 orbitando centro galáctico

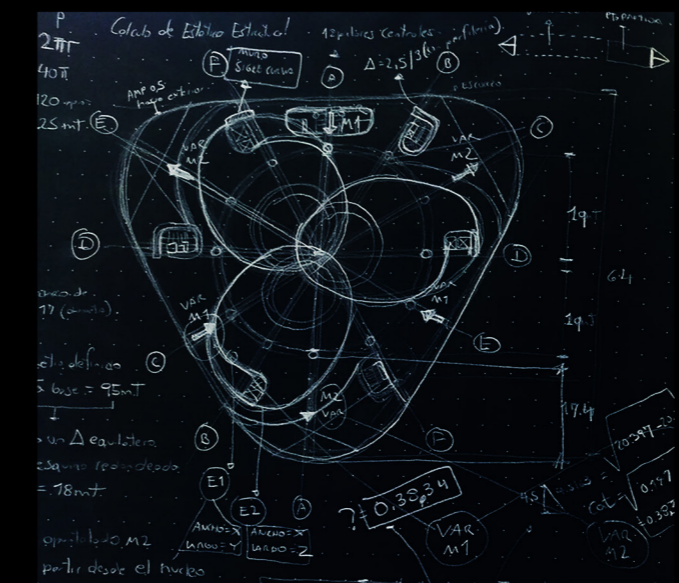
Ilustración de las órbitas de estrellas cerca del Centro Galáctico (Incluida estrella S2)
Créditos ESOL, M.Kommesser, VLT Telescope



La **configuración** de los vacíos interiores del proyecto tienen semejanzas con conjuntos de estrellas que **orbitan** en torno a centros de alta presión gravitacional



Esquema de superposición de los vacíos interiores es similar al movimiento tipo **rosotón** de la precesión de Schwarzschild



Precesión de Schwarzschild

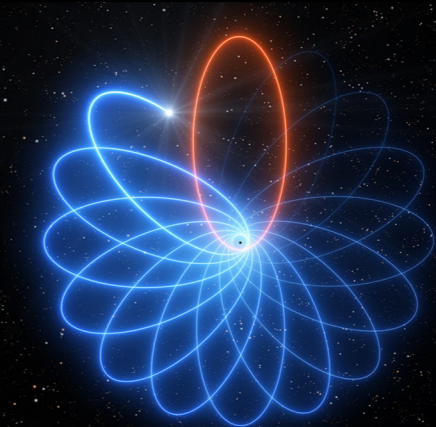
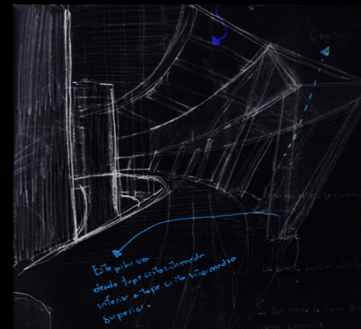


Ilustración de estrella que orbita el agujero negro supermasivo que hay en el centro de la Vía Láctea, se mueve tal y como lo predijo la teoría general de la relatividad de Einstein. Su órbita tiene forma de rosetón (y no de elipse, como predijo la teoría de la gravedad de Newton)

Créditos ESOL, M.Kommesser, VLT Telescope

Sistema Galáctico en Colisión



UGC 1810 en colisión con Arp 273
Enfrentamiento de una galaxia con alta presión gravitacional (Azul) con una galaxia vieja mas roja y enroscada de polvo

Créditos NASA, Hubble Telescope

La forma exterior del edificio refleja la resultante entre los movimientos del espacio interno y las relaciones que se contruyen con el paisaje inmediato, en esencia un **vacío orbitante inscrito en un triángulo orbitante**

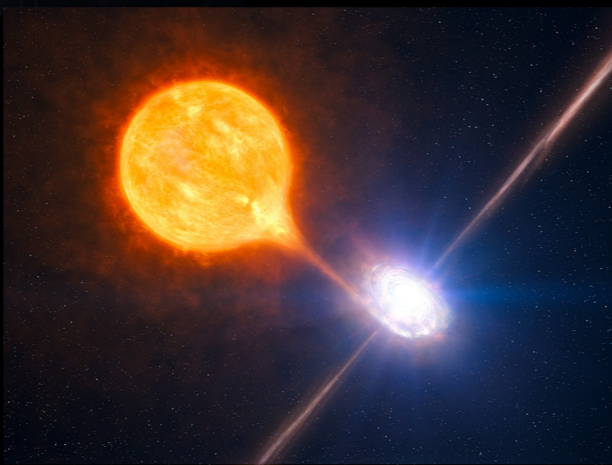


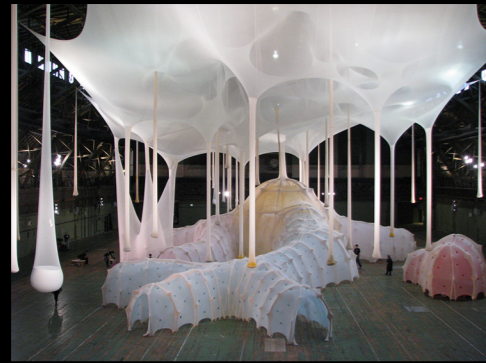
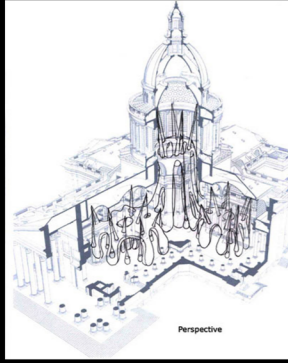
Proyecto

Microcuásar s433

Enana blanca con disco absorbiendo energía de una gigante roja, reaccionando con un jet (explosión vertical de alta energía)

Créditos ESOL, M.Kommesser.



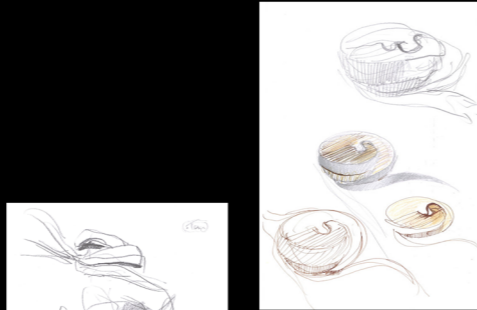


Anthropodino
Arquitectura animal, Ernesto Neto 2009

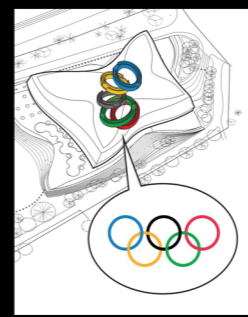
Ultra High Rise Project
Christian Kerez, 2014



CÓDIGOS



Olympic House
3XN Architects, 2019



Roy and Diana Vagelos Education Center
Diller Scofidio + Renfro 2016



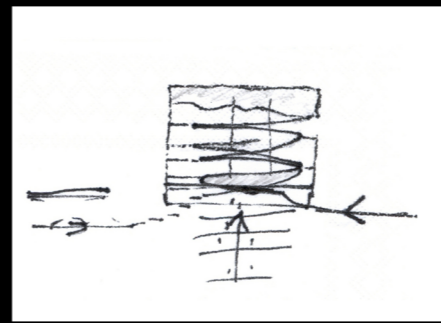
PLIEGUE



Terminal Cruceros Leixoes
Luís Pedro Silva, 2015

CINTA

ESPIRAL



Mercedes-Benz Museum
UNStudio, 2006



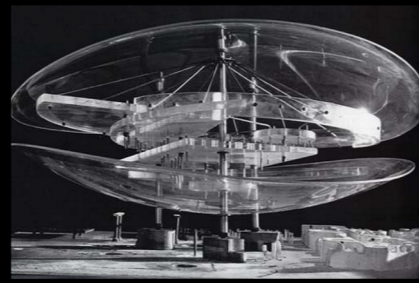
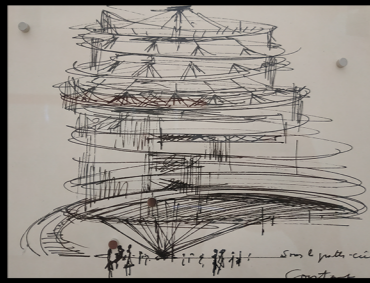
Axel Springer Campus
OMA, 2020

MIXTURA

ÍCONO



National Pekin Stadium
Herzog & de Meuron, 2007



New Babylon
Constant Nieuwenhuys, 1956

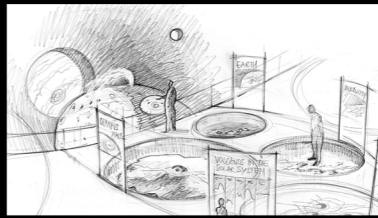
DESVÍO

ATMÓSFERA



The Weather Project
Olafur Eliasson, 2003

ÓRBITA



Shangai Planetarium
Ennead Architects, 2021



1111 Lincond Road
Herzog & de Meuron, 2010

DESNUDO

Proyecto

b) Paisaje y Arquitectura

Génesis Conceptual

Aproximación Teórica

El diseño del parque astronómico, funda el nuevo centro del Proyecto académico Parque Laguna Carén, tomando como punto de partida una **analogía relacionada al universo** lejano, y en segundo lugar en una escala continental, la puesta en valor **de una tipología basada en la cosmología latinoamericana**.

Paseo del Sol

Eje de que define el recorrido rector del trazado paisajístico. Tomando como inspiración el dialogo entre dos estrellas del Microcuásar 433, el diseño surge desde la proyección perimetral de los cuerpos principales

Plaza del Sol

Bienvenida del recorrido, lugar de contemplación. Se direcciona al este, encuadrando la Salida del Sol. Vista completa hacia el plan maestro

Paseo de la Luna

Recorrido ondulante con énfasis en actividades nocturnas, ilumina el borde de la laguna abriendo nuevas posibilidades en el humedal.

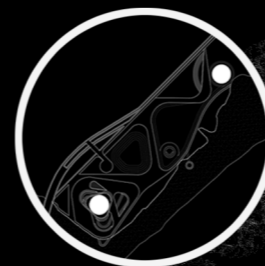
Plaza de la Luna

Ubicada en la cubierta del CAI, significa el final del recorrido, es un lugar de observación que homenajea a la Plaza Inca como atalaya del conjunto

Parque Astronómico

Aproximación al Paisaje de la Laguna Carén

Programa del Parque Académico



Acceso y Remate

Definición de núcleos mas importantes. Se inspira en el encadenamiento de sistemas de estrellas binarias



Paseos Longitudinales

Se propone un eje lineal y otro serpenteante que enfatizan situaciones diurnas y nocturnas respectivamente



Protección Humedal

Área de Conservación Paisajística que funciona de amortiguación entre el plan maestro y la Laguna Carén



Elementos Articuladores

Dan acceso a los sectores mas importantes. Las plazas exteriorizan el programa del CAI.

Plaza del Sol + Museo Arqueoastronómico

Bienvenida del recorrido, lugar de contemplación. Se direcciona al este, encuadrando la Salida del Sol. Vista completa hacia el plan maestro

Anillo de Conservación

Buffer de propuesta original

Acceso Vehículos

Eje de conexión con anillo de conservación

Anillo Bioremediador

Purifica sector de laguna Carén. Funciona como mirador, y como punto intermedio, lugar de contemplación

Centro Astronómico Internacional C.A.I.

Proyecto detonante del conjunto. Alberga la investigación y difusión de la astronomía del futuro

Acceso Principal

Acceso a Zona Deportiva

Paisaje Natural

Retranqueo del trazado del proyecto para poner en valor el humedal y dar aire al cuerpo de agua

Anfiteatro Abierto

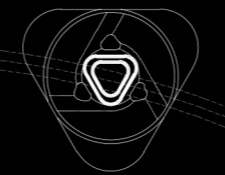
Conexión con Aula Magna y Exteriorización de grandes eventos, resalta la punta natural del terreno

Puente de Conexión al Parque Astronómico

Pasarela Mirador

Proyecto

recorrido espiral interior



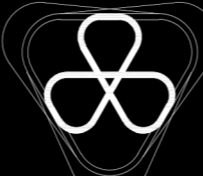
planetario hacia exterior



núcleos al interior



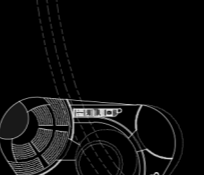
recorrido en espiral



núcleos en bordes



planetario en último nivel



cinta envuelve cubierta



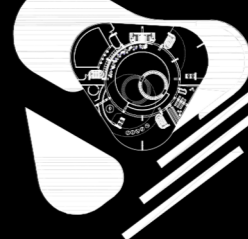
núcleos en radios



organización vacíos tipo rosetón



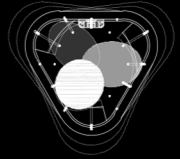
unificación con lo inmediato



estado actual



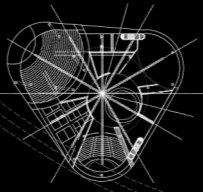
vacíos en superposición



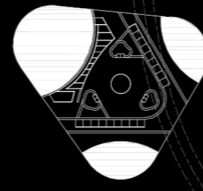
escaleras tipo disco



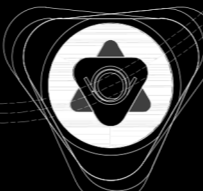
organización estructural radial



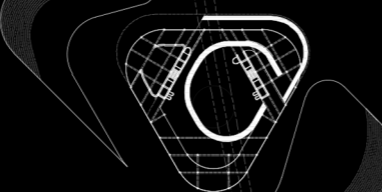
programas específicos en esquinas



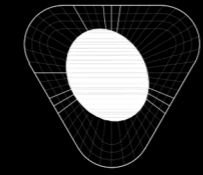
programas intermedios



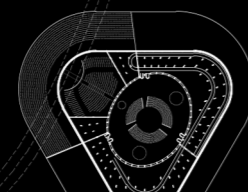
recorrido interior serpenteante



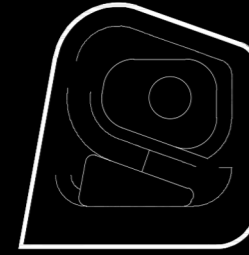
vacío interior elíptico



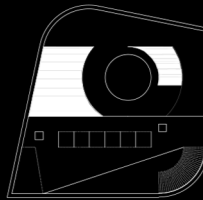
ondulación de 3 esquinas



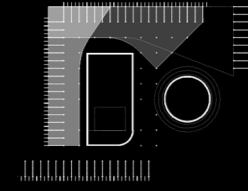
ondulación de 4 esquinas



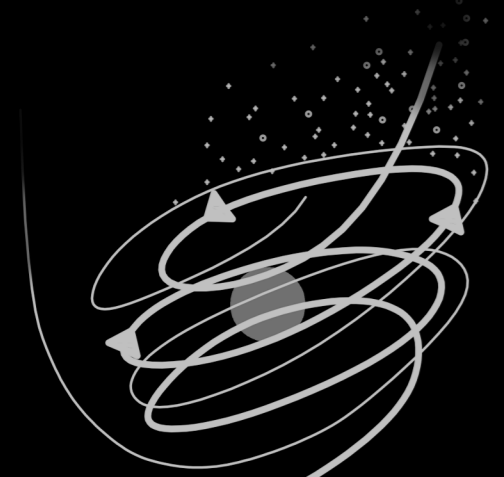
ondulación ascendente



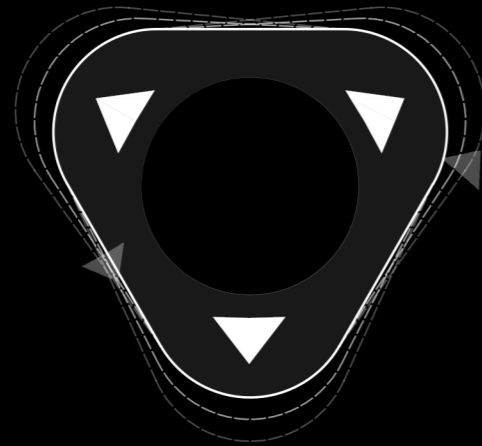
ícono



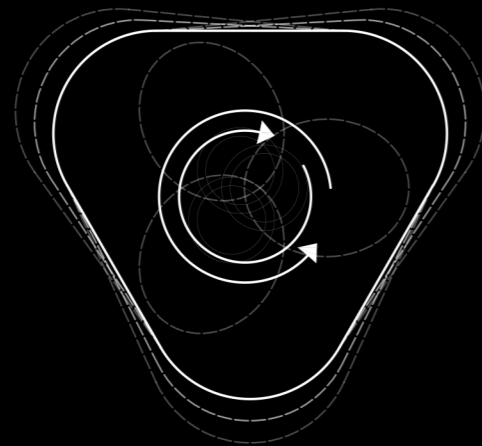
Estrategias de Diseño



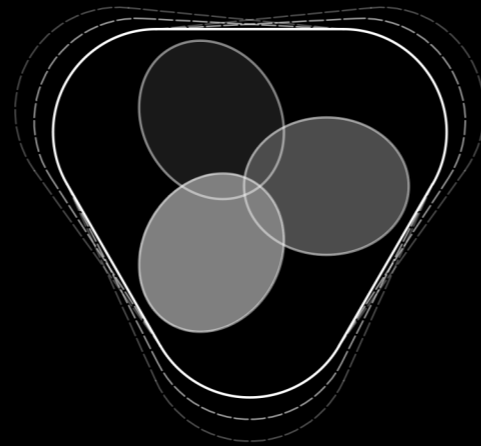
Doble Cinta Ascendente
Esquema Fundamental



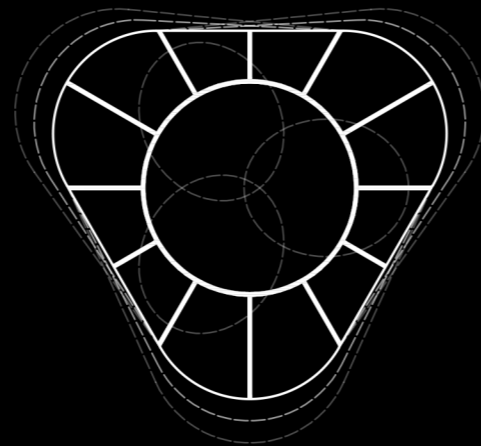
Envolverte de Doble Cinta
Extensión en 3 puntos hacia al paisaje inmediato



Recorrido Secuencial
Activa e integra las actividades comunes a través de un circuito ascendente



Vacíos Secuenciales
Relación dinámica de la espacialidad interior



Estructura Radial
Libera el interior y establece equidistancias estructurales y en programas de servicio

Contexto Inmediato

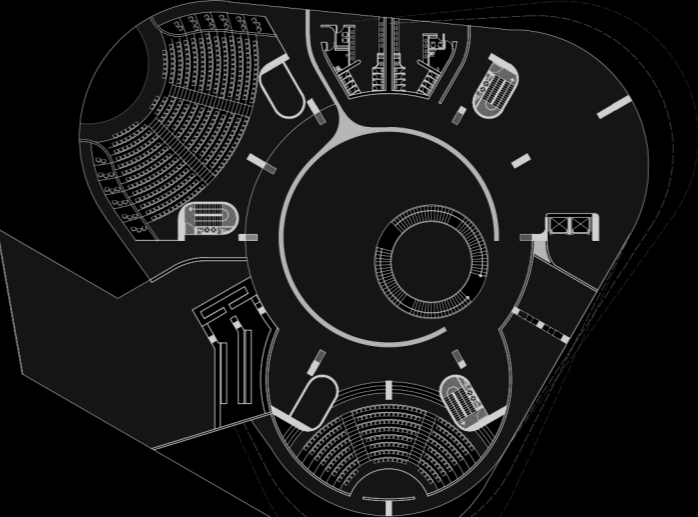
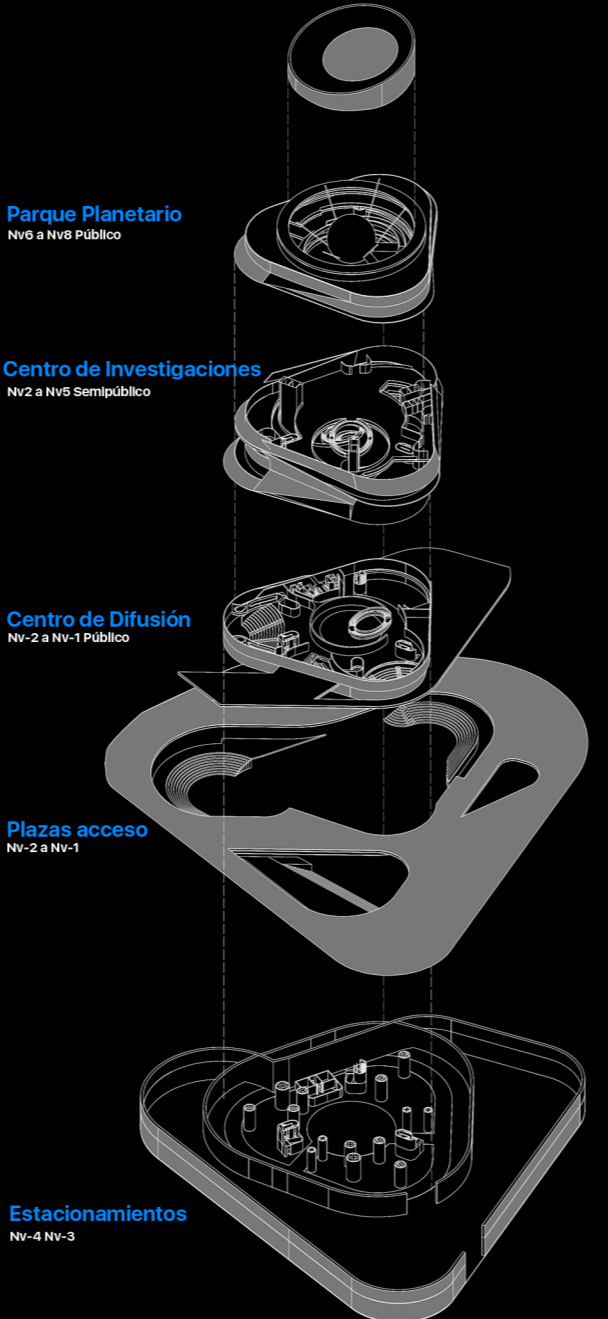
NV1
Esc 1:1000



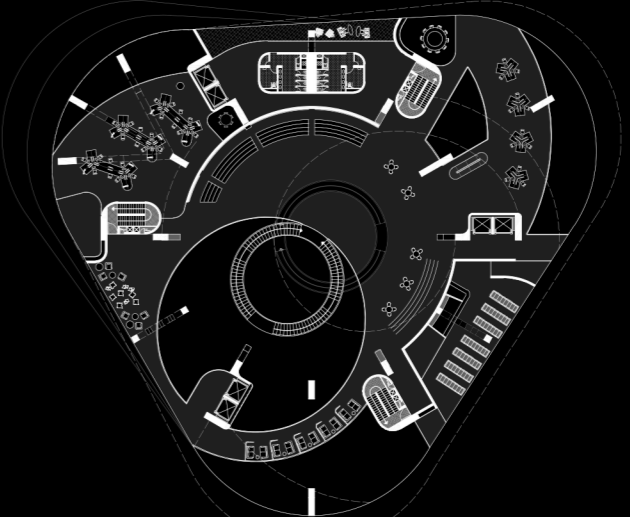
Programa por Recinto

Piso	Recinto	m2 teórico	N° Visitas
Piso -4	Estacionamientos	1800	
Piso -3	Estacionamientos	1800	
Piso -2	Piso Técnico Centro Difusión	5979	
	Salas de Maquillaje y boxes	420	
	Sala de Ensayos	220	
	Salas VIP (3)	105	
	Bodegas	120	
	Salas Técnicas	80	
	Enfermería	24	
	Sala Limpieza	9.5	
	Baños	130	
	Estar (x2)	80	
	Zona Deportiva	4800	
Piso -1	Piso Público Centro Difusión	2803	
	Café Literario + Cocinera	660	
	Aula Magna	588	420
	Auditorio	300	207
	Sala Limpieza	9.5	
	Baños	130	
	Foyer	615	
	Administración de Centro de Difusión	140	
	Atrio	370	
Piso 1	Gran Hall	423	
	Galería de exposiciones Realidad	56	
	Area de Lectura	142	
	Librería	160	
	Sala de Control	65	
Piso 2	Proyecto Vera Rubin	1074	
	Data Center, Cluster A	190	
	Estar tipo Puente A	50	
	Sala Máquinas A	35	
	Sala Construcción Instrumentos y Robo	270	
	Sala de Reuniones	13	
	Investigaciones de Planta y Posgrado	254	
	Baños	60	
	Sala de Reuniones	42	
	Area Creativa	160	

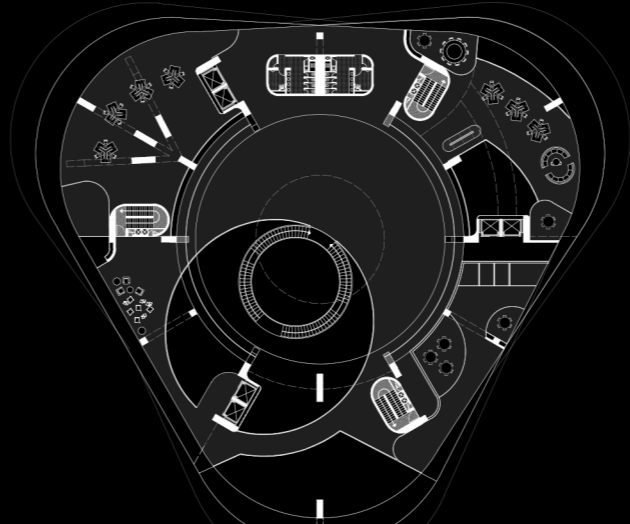
Piso 3	Proyecto E-ELT	1558
	Data Center, Cluster B	190
	Estar tipo Puente B	50
	Sala Maquinas B	26
	Sala Maquinas B	25
	Investigaciones de Planta y Posgrado	214
	Sala Construcción Instrumentos y Robo	360
	Sala de Reuniones	37
	Sala de Reuniones	37
	Area Creativa	321
	Administración Centro de Investigacion	190
	Baños	60
	Sala de Descanso	48
Piso 4	Proyecto GMT	1437
	Data Center Cluster C	190
	Estar tipo Puente C	50
	Sala Instrumentos C	360
	Sala Maquinas	37
	Sala Maquinas	44
	Sala de Reuniones	22
	Sala de Reuniones	37
	Investigaciones de planta y posgrado	216
	Sala Multipropósito	62
	Sala Descanso	39
	Baños	60
	Area Creativa	320
Piso 5	Proyecto CAI	1325
	Dirección Consorcio CAI	200
	Area Encuentros	50
	Area Proyectos	328
	Area Creativa	371
	Sala de Reuniones	42
	Sala de Reuniones	36
	Sala de Reuniones	22
	Area de Investigaciones	216
	Baños	60
Piso 6	Parque Planetario	1200
	Cafetería Pequeña	60
Piso 7	Cafetería Sodexo (Grande)	180
	Planetario	210
Piso 8	Exposiciones	150
	Parque de observaciones	600
TOTAL Superficie Útil		15799



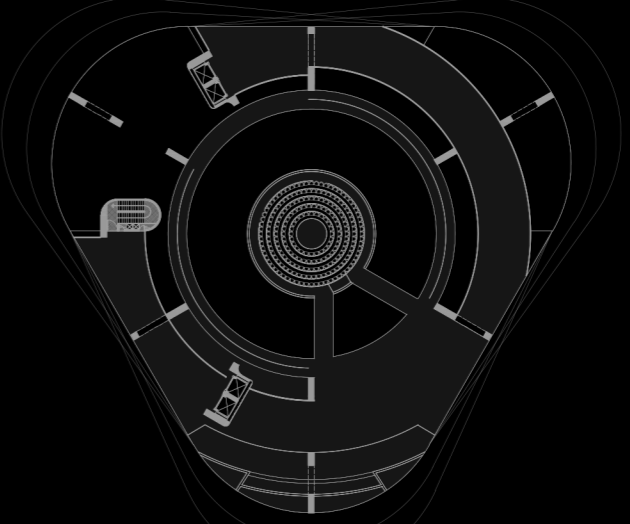
Centro Difusión
Nv-2
Esc 1:1000



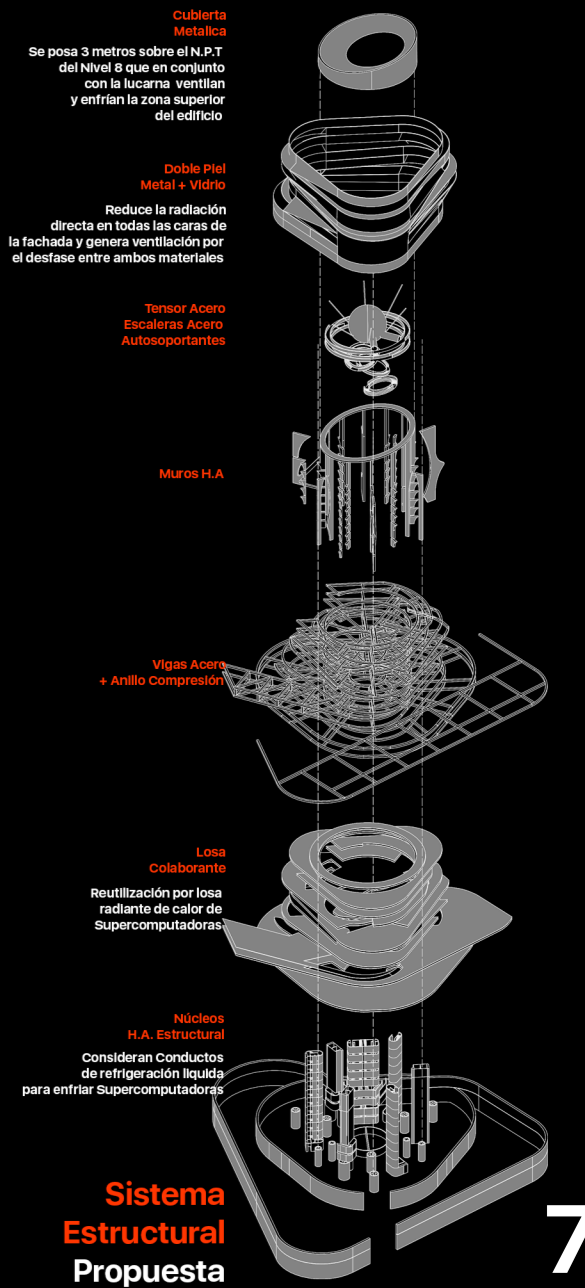
Centro Investigaciones
Nv2
Esc 1:1000



Centro Investigaciones
Nv5
Esc 1:1000

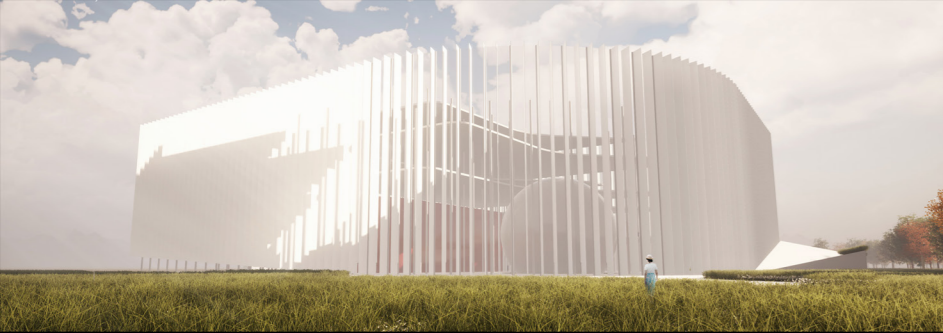


Plaza Planetario
Nv7
Esc 1:1000



Sistema Estructural Propuesta Sustentabilidad

Proyecto

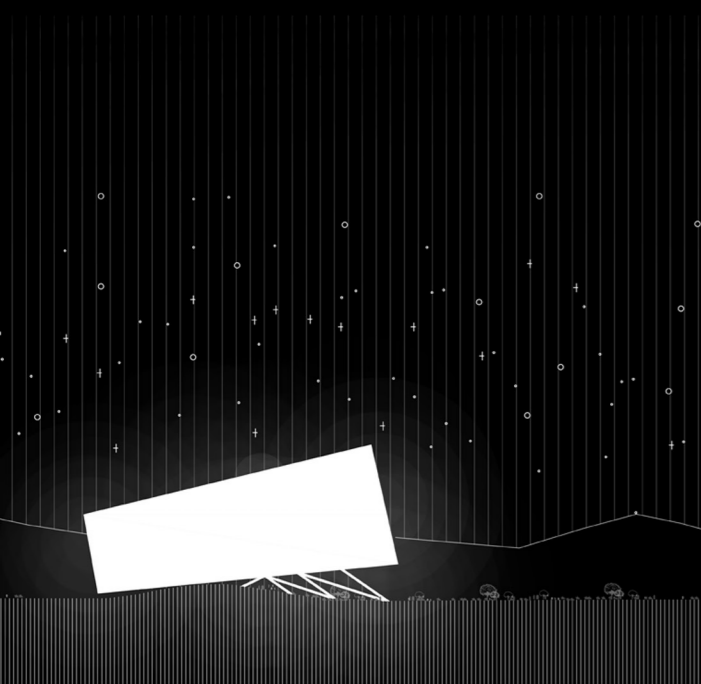
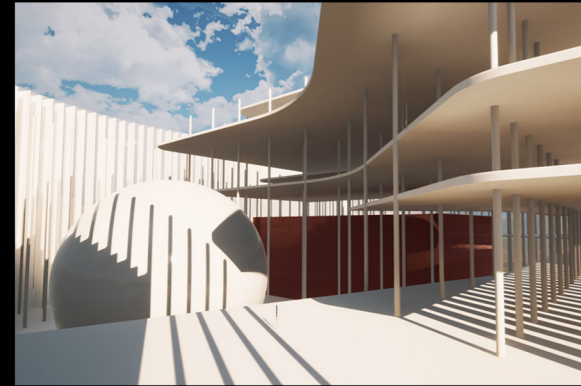
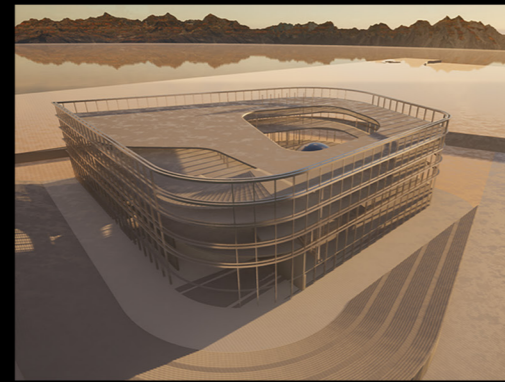


Primeras etapas

Una vez finalizada la etapa de investigación y estudio de terreno, se generaron propuestas que tengan como característica las siguientes ideas fuerza: **Un diseño icónico**, y una **manifestación intensa en la forma** como medio representativo de una actividad. El **lenguaje de la próxima misión astronómica**

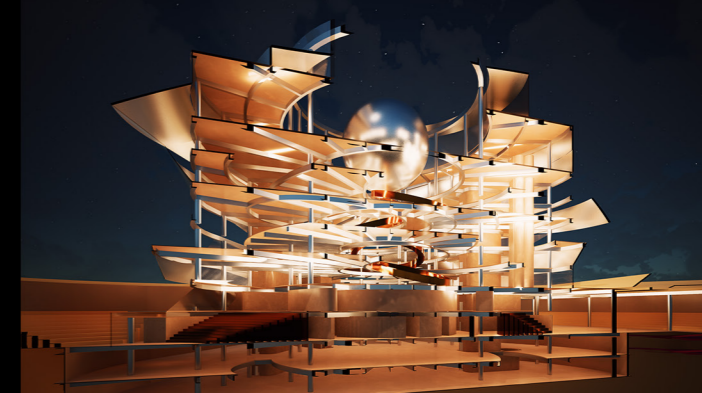
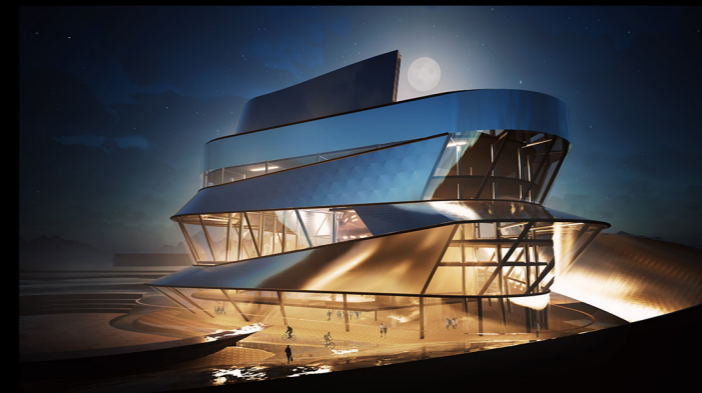
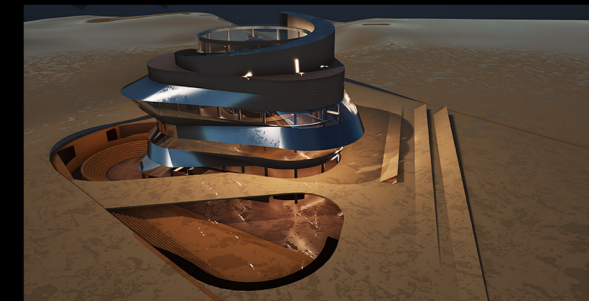
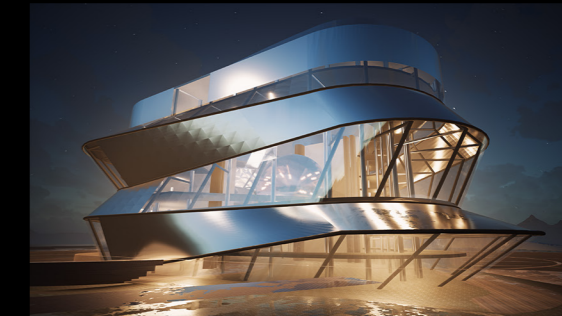
En una parte tardía de la primera etapa, se buscaron **propuestas orgánicas**, que se **relacionaron con aspectos espaciales del universo** afectando al interior, y el paisaje inmediato incidiendo en el exterior, permitiendo **auñar coherencia en la volumetría**.

Un punto de inflexión, fue la inspiración en lugares con una **fuerte presión gravitatoria**, como las características de un **tornado** o **estallidos superficiales del Sol**, de este modo la volumetría **apareció en un cruce de cintas que orbitan irregularmente en torno a un centro de presión**



Etapa Intermedia

Las imágenes que se encuentran en la zona izquierda se presentaron en el **pase de título**. Tomando en consideración a las ideas anteriores, la modelación de esta propuesta significó un desafío que pedía entender **leyes geométricas relacionadas al diseño de doble curvatura**. La propuesta permite imaginar **nuevas posibilidades** en la manera de habitar el paisaje y el edificio.



Etapa Avanzada

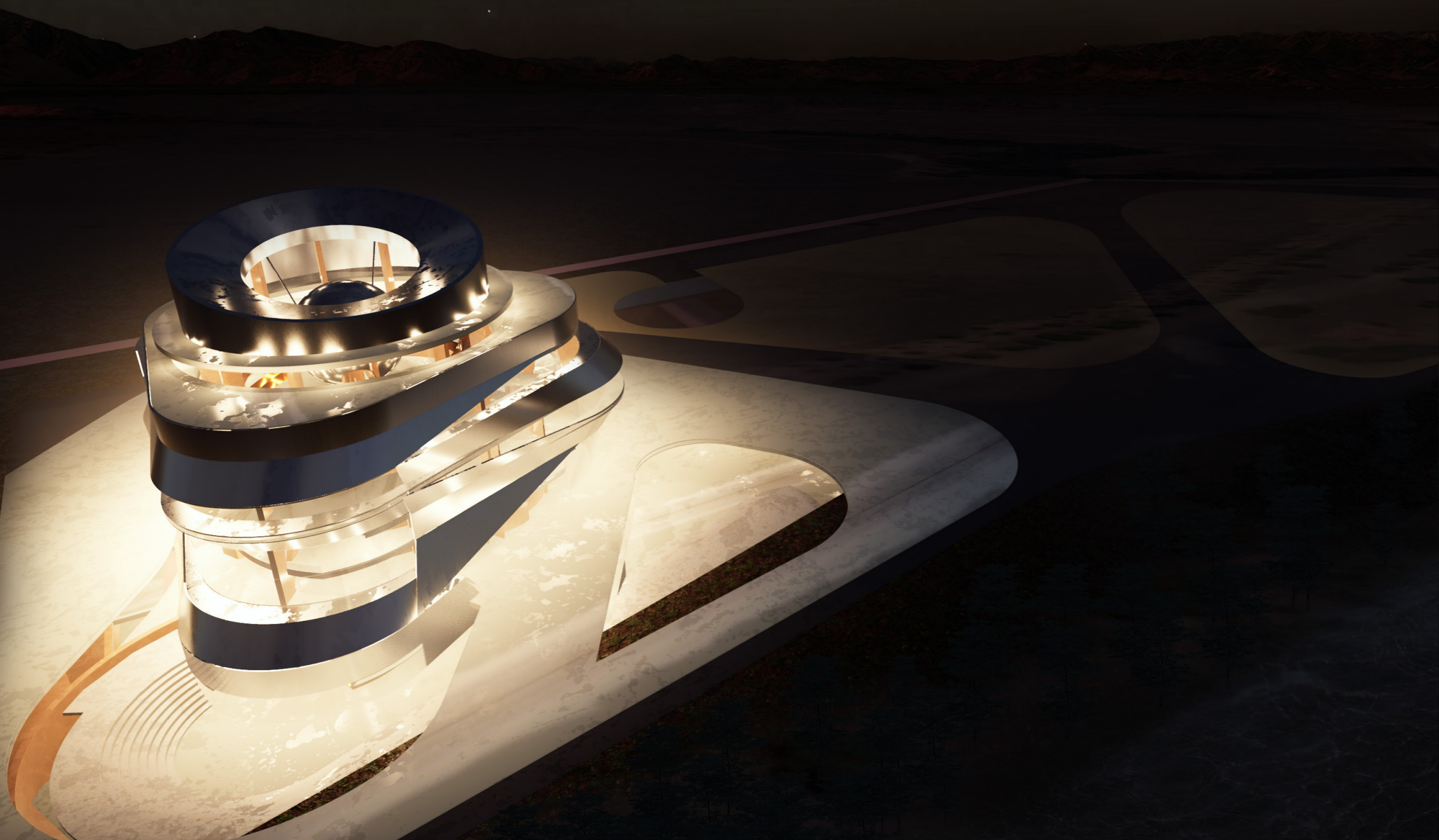
La propuesta ubicada en la zona derecha, tiene avances significativos en el espacio interior del edificio, proponiendo una **secuencia espacial** con un alto énfasis en el **vacío como relacionador programático**, y en **escaleras tipo disco** que **maximizan la fluidez de los flujos** en los espacios comunes ubicados en las zonas centrales del centro de investigación.

En esta etapa las ideas fuerza toman en consideración varios de los conceptos que nacieron de las **analogías de eventos que se dan en el universo lejano**.

Estrategias de diseño como **ubicar el planetario en la zona mas alta**, o **los núcleos hacia los extremos con una organización radial**, permitieron caracterizar con mayor expresividad las espacialidades de los distintos programas del edificio.

Centro Astronómico Internacional

Vista Aerea hacia el Norte del valle de Santiago



Centro Astronómico Internacional

Vista acceso hacia zona deportiva



Centro Astronómico Internacional

Corte Longitudinal Paralelo a Eje D, Skyline del cerro Amapola



V

Conclusiones

Profesionales Consultados

Álvaro Valenzuela

Astrofísico, Universidad Católica
Estudiante de Doctorado

Carolina Cenzano

Astrofísico, Universidad Católica
Estudiante de Doctorado

Cristobal Moya

Astrofísico, Universidad Católica
Estudiante de Doctorado

Ernesto Calderón

Arquitecto Universidad Central
Mg. Universidad de Chile

Francisca Espinoza

Mg. Astrofísica, Universidad Católica
Estudiante de Doctorado

Hernán Elgueta

Arquitecto, Universidad de Chile
Dr. Universidad Politécnica de Madrid

José Saavedra

Arquitecto Universidad de Chile

Leopoldo Prat

Arquitecto Universidad de Chile

Manuel Amaya

Arquitecto, Universidad de Chile

Marcelo Marti

Arquitecto, UNIACC

Pablo Vega

Arquitecto, Universidad de Chile

Teresa Paneque

Mg. Astronomía, Universidad de Chile
Estudiante Doctorado ESO, Alemania

Conclusiones

Ni yo ni nadie, nunca hubiera imaginado que es la FAU cuando la toqué un primer día. Sin dudas, aquí viví la experiencia más potente de mi vida. Crecí mucho como persona, especialmente gracias a equivocarme, varias veces, de diferentes formas.

Este lugar tiene personalidad propia, estoy convencido, pasan las generaciones y sigue ocurriendo lo mismo, la FAU, tiene algo especial, es invisible, pero se siente en cada pasillo, en las salas de taller, en las pircas.

La FAU debería aprovecharse del 2020, saltar luego a la próxima era, el eslogan de ser los primeros en el país hoy está difuso, tenemos que aprender de afuera, pero por sobre todo recuperar nuestra originalidad, y buscar en lo nuevo.

Debería partir por valorar más a sus estudiantes, hay mucho favoritismo y si se justifica, pero hay una parte que siempre se le dá la espalda, tenemos mucho talento que nunca sale a la luz, hay que aprender a saber dar el espacio a aquellos que no tienen esa "personalidad ideal".

Pero pese a todos los esfuerzos, aún no siento que nuestros talleres estén listos para ser un ejemplo nacional, las temáticas se ven interesantes, pero no terminan de convencer las metodologías y el estancamiento, tiene que tomar mas fuerza la creatividad y la autenticidad, no ser tan asistivos, los programas deben ser mas líquidos, adaptativos.

Se ha inclinado mucho la balanza a lo técnico, no hay que controlarlo todo, ordenarlo todo, referenciar todo. Hay que volver a las habilidades blandas, a procesos mas largos, a perderse, a los sentimientos reales y no adquiridos, buscar el equilibrio. Se pueden combatir los problemas culturales, ésta es una carrera que puede trascender en las personas.

La astronomía es fantástica, y cuando se combina con la arquitectura, ha resultado en vivir un pequeño sueño, Todas las etapas fueron muy interesantes y creo que recordaré siempre este proceso.

Cada uno de los temas que contiene este proyecto se han disfrutado mucho. Realmente Chile está pasando por algo grande y no nos damos cuenta, tenemos que recuperar el norte, fijar una actitud ganadora y empezar.

Nosotros, los futuros arquitectos tenemos mucho que decir y mucho que aportar, quizás este es el mayor aporte de esta memoria, dejar un testimonio de lo que puede hacer la arquitectura en un tema que aún no tiene forma, es invisible.

Me siento preparado para ir al mundo exterior, existe mucha energía y creo que el terreno de los concursos profesionales es una excelente puesta a prueba para ir conociendo más la realidad y un excelente espacio para aprender de los que ya tienen camino recorrido.

Creo que el arquitecto del futuro debe ser una persona versátil, adaptativa, perceptiva y creativa. La realidad está mutando muy aceleradamente, y como esta profesión se relaciona con casi todo, debemos ponernos a la altura de las circunstancias.

Finalmente no me queda mas que agradecer, ha sido una experiencia memorable en la FAU y espero seguir relacionandome con ella desde el lado profesional.

Bibliografía

Bravo, Allard, Barba. (2019). Diseñar lo Vasto. Planur-e, 17 pags

Careri, F. (2002). Walkscapes: El andar como práctica estética. Gustavo Gili.

Ministerio de Economía (2012). Estudio capacidades y oportunidades para la industria y academia en las actividades relacionadas o derivadas de la astronomía y los grandes observatorios astronómicos en Chile.

Galaz, G. (7 de Agosto de 2019). Hacer astronomía en Chile. (Media UC, Entrevistador)

Gantley, M. J. (20 de Junio de 2020). Stonehenge, los enigmas del círculo de piedra. Obtenido de National Geographic.

Graham, M. (Febrero de 2016). Chile tendrá el 70% de los telescopios del mundo en los próximos años: Cómo aprovechar las oportunidades de innovación que trae la astronomía. (A. Jiménez, Entrevistador)

Hamuy, M. (Febrero de 2016). Chile tendrá el 70% de los telescopios del mundo en los próximos años: Cómo aprovechar las oportunidades de innovación que trae la astronomía. (A. Jiménez, Entrevistador)

Lopez, S. (enero de 2020). Los nuevos ojos de la astronomía, más grandes que nunca. emol.

Martinez, F. (29 de Octubre de 2018). Presupuesto para ciencia, tecnología e innovación: ¿A dónde vamos Chile? (uchile.cl, Entrevistador)

Maza, J. (27 de Noviembre de 2019). La astronomía y el desarrollo de Chile. emol.

Maza, J. (3 de Junio de 2020). El inicio de una nueva era. emol.

Mennickent, R. (4 de Diciembre de 2019). Una amenaza para la astronomía de las próximas décadas. emol.

Merino, H. (8 de Abril de 2019). revistaenfoque.cl. Obtenido de <https://www.revistaenfoque.cl/revisa-la-mas-completa-guia-de-astroturismo-en-chile>

Allard Partners (2018). Bienal Internacional de Arquitectura del Paisaje, Barcelona. Obtenido de <https://landscape.coac.net/plan-maestro-parque-laguna-caren-una-ecologia-para-la-innovacion>

Pastor, J. (18 de Enero de 2021). xataka.com. Obtenido de <https://www.xataka.com/espacio/satelites-starlink-siguen-siendo-problema-para-descubrimientos-astronomicos>
Planesas, P. (29 de Febrero de 2020). cienciaes.com

Reeves, R. (11 de Septiembre de 2019). Astronomía, contingencia y potencial para el desarrollo. emol.

Rojo, P. (9 de Septiembre de 2020). Barreras que abren barreras. emol.

Rosengarten, A. (2008). A handbook of architectural styles.

Rubio, M. (2015). La astronomía puede ser la punta de lanza del desarrollo de Chile. (innovación.cl, Entrevistador)

Scully, V. (1962). The Earth, the Temple, and the Gods: Greek Sacred Architecture.

Stutz, A. (14 de Agosto de 2019). Chile y nuestro lugar en el Universo. emol.

Treister, E. (21 de Agosto de 2019). ¿Por qué necesitamos un Instituto de Astrofísica Nacional? emol.

Treister, E. (6 de Noviembre de 2019). Nuestro rol en tiempos turbulentos. emol.

UC, Centro de políticas públicas (2012). PLAN DE INTEGRACIÓN DE LOS CERROS ISLA AL SISTEMA DE ÁREAS VERDES DE SANTIAGO.

Wolfschmidt, G. (17 de Junio de 2019). Portal to the Heritage of Astronomy.

