

CENTRO DE INVESTIGACIÓN COLECTIVA
PARQUE CIENTÍFICO TECNOLÓGICO LAGUNA CARÉN
UNIVERSIDAD DE CHILE



fau

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



CENTRO DE INVESTIGACIÓN COLECTIVA
PARQUE CIENTÍFICO TECNOLÓGICO LAGUNA CARÉN
UNIVERSIDAD DE CHILE

Agradezco a todos aquellos que me han apoyado en mi formación profesional, en especial a mis padres por su infinito amor, mis colegas por siempre estar conmigo en mi proceso de formación y en especial quiero agradecer a Andrea Cáceres quien ha acompañado en los momentos más difíciles.

ÍNDICE

1.	Motivaciones Personales	8
2.	Introducción	10
3.	Marco Teórico	13
3.1.	Desarrollo Concepto Innovación	15
3.1.1.	Desarrollo de Modelos de Innovación	21
3.2.	Parques Científicos Tecnológicos	27
3.3.	Estado de la Innovación en Chile	31
3.3.1.	Chile en el contexto internacional	32
3.3.2.	Estructura de Organización de la Investigación en Chile	33
3.3.3.	Investigación	38
3.3.4.	Caso Estudio: Centro de Modelamiento Matemático (CMM)	40
4.	Laguna Carén	47
4.1.	Seccionales	49
4.1.1.	Seccional 97'-98'	52
4.1.2.	Anteproyecto 2002	53
4.1.3.	Seccional 2015	54
4.1.4.	Pre-Seccional 2016	56

4.2. Características Naturales del terreno	58
4.2.1. Geografía, Hidrografía y Suelo	59
4.2.2. Flora y Fauna	60
5. Desarrollo de Proyecto	65
5.1. Aproximación urbana	67
5.2. Conformación del Núcleo I+D	73
6. Bibliografía	82



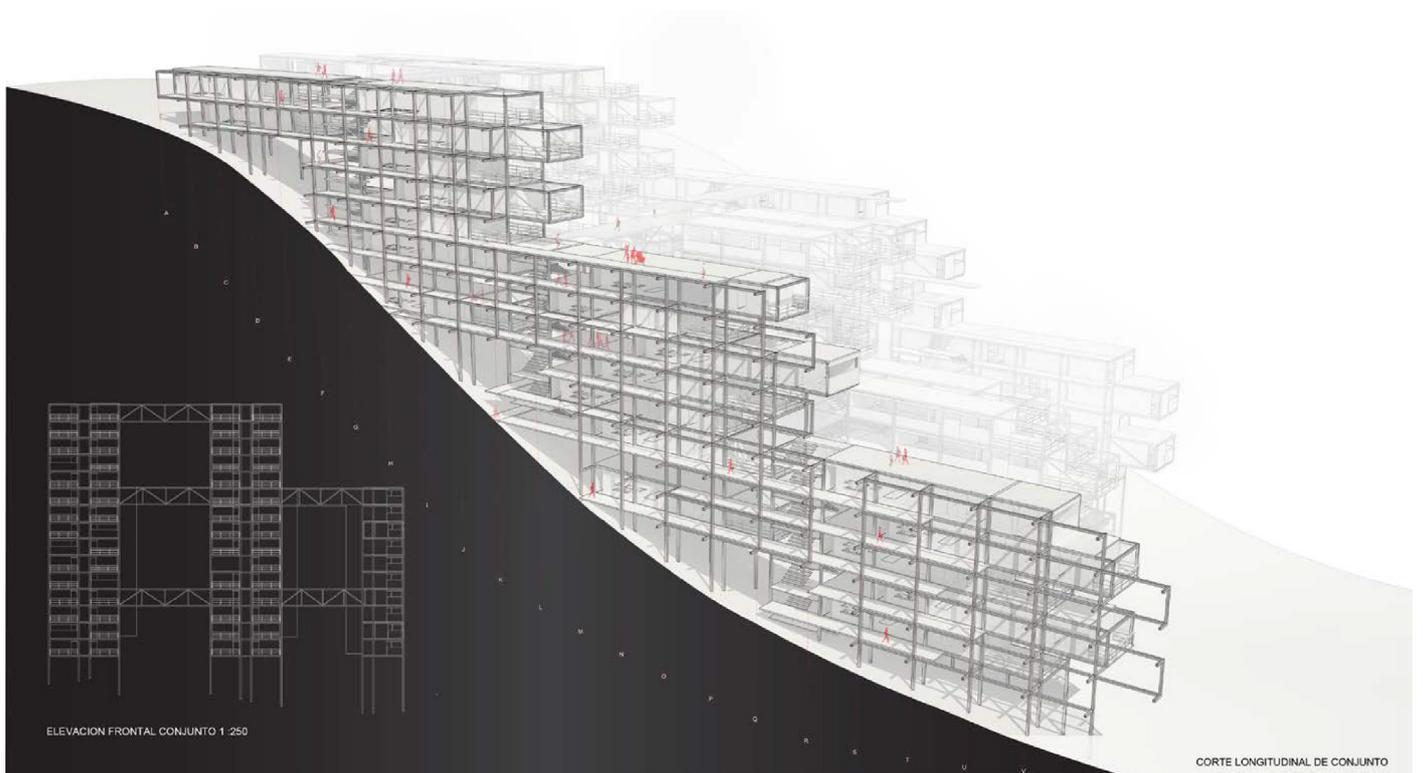
Proyecto pymes colectivas 6to semestre - sección transversal

Motivaciones Personales

Durante el paso por la facultad, y a lo largo de mi desarrollo académico, ha sido un eje fundamental el uso de herramientas digitales y nuevos sistemas de fabricación, permitiéndome desarrollar a través de cada encargo, la idea constante de que un proyecto de arquitectura no debiese nacer desde la imposición y/o el capricho, sino que, debiese nacer de un proceso de diseño como resultado de la conjugación de sus variables, obteniendo un resultado estrechamente vinculado a sus parámetros inicialmente impuestos.

Además de mi orientación académica, está el interés por el desarrollo de las ciencias y la tecnología, como uno de los motores principales del proyecto, entendiendo estos fenómenos como los principales componentes en la evolución de la sociedad moderna. En éste contexto el Parque Científico Tecnológico me permitía profundizar un poco más en éstas inquietudes.

Otra de mis inquietudes se vincula a los espacios donde se genera conocimiento, ya sea en iniciativas académicas o privadas. En éste sentido mis primeras preguntas se vinculaban con entender cómo se genera el conocimiento, cómo se realiza ese proceso, cómo es el espacio físico donde se genera cómo se dan las interacciones entre personas, y que elementos espaciales y/o arquitectónicos son esenciales para el desarrollo de cada disciplina.



*Proyecto vivienda expansiva
semestre licenciatura*

El proyecto surge, en primera instancia, desde el interés por generar un espacio de experimentación de las ciencias creativas, comprendiendo éstas desde algunas ramas de la ingeniería (robótica, mecánica etc.), la arquitectura y diseño en una iniciativa transdisciplinaria conjunta.

Tras semanas con en esa idea, el tema de la transdisciplinariedad empezó a tomar más relevancia, y al momento de escoger un emplazamiento, surge el proyecto académico de la Laguna Carén como una de las opciones más fuertes, ya que, dentro de sus lineamientos se abordaba la transdisciplinariedad a una mayor escala.

Una vez inmerso en la temática que sugiere el proyecto académico de la Universidad de Chile la aproximación del tema personal, se desplaza a los procesos de innovación de las múltiples áreas que poseen las ciencias y como se debería conformar una dinámica que genere fricción entre disciplinas para de esta forma poder generar una mayor inflexión en el conocimiento humano.



INTRODUCCIÓN

Chile es un país cuyo principal sector económico es la extracción de materias primas, y la exportación de éstas, por lo que la mayor parte de la gran industria, se dedica a eso. Esta dinámica, no fomenta el desarrollo de industrias locales asociadas a la elaboración de productos, a partir de esas materias primas. Además de esto, los recursos son limitados, y en algún minuto se harán necesarias industrias dedicadas a otras áreas que no sean solo extractivas, que sean más sostenibles en el tiempo. Existe la necesidad de implementar tecnologías más eficientes a los procesos extractivos, para procesar productos extraen y abrirse a otros mercados competitivos, de la mano del desarrollo de las industrias locales.

Por otro lado, la Universidad de Chile ha tenido, desde su origen, el rol de generar conocimientos post del desarrollo del país, atendiendo a las necesidades y problemáticas que son más relevantes a nivel nacional. Actualmente, éste rol se ha ido desdibujando.

Además de ello, por cómo se ha dispuesto la universidad en Santiago, de forma fragmentada, las entidades de cada subsector, no tienen un espacio físico donde se encuentren, dificultando los proyectos en conjunto.



Por último, el problema que existe hoy en Chile con el desarrollo científico y tecnológico, es la falta de comunicación entre las tres entidades que son la base de éste: academia, estado (institucionalidad) y empresa. De éste forma son pocas las iniciativas que buscan vincular el mundo privado o la industria existente con la universidad, que se llevan a cabo de forma privada, sin una visión institucional del problema.

El proyecto del Centro de Investigación Colectiva, está inmerso en un seccional urbano en la Laguna Carén, cuyo objetivo es coordinar en un mismo espacio físico, distintas iniciativas del Estado, la Academia y la Industria. El objetivo es que mediante la coordinación de estos estratos, el proyecto actúe como un motor de desarrollo nacional, e inclusive que se proyecte internacionalmente pudiendo dotar al país de la infraestructura necesaria para asumir desafíos de gran escala.

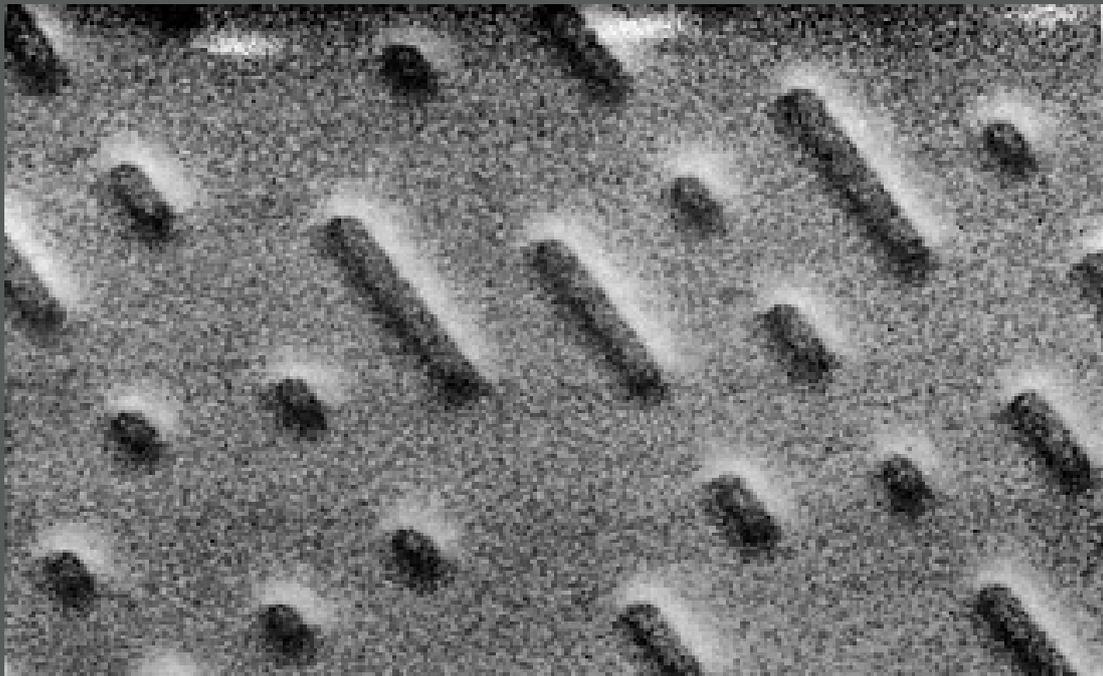
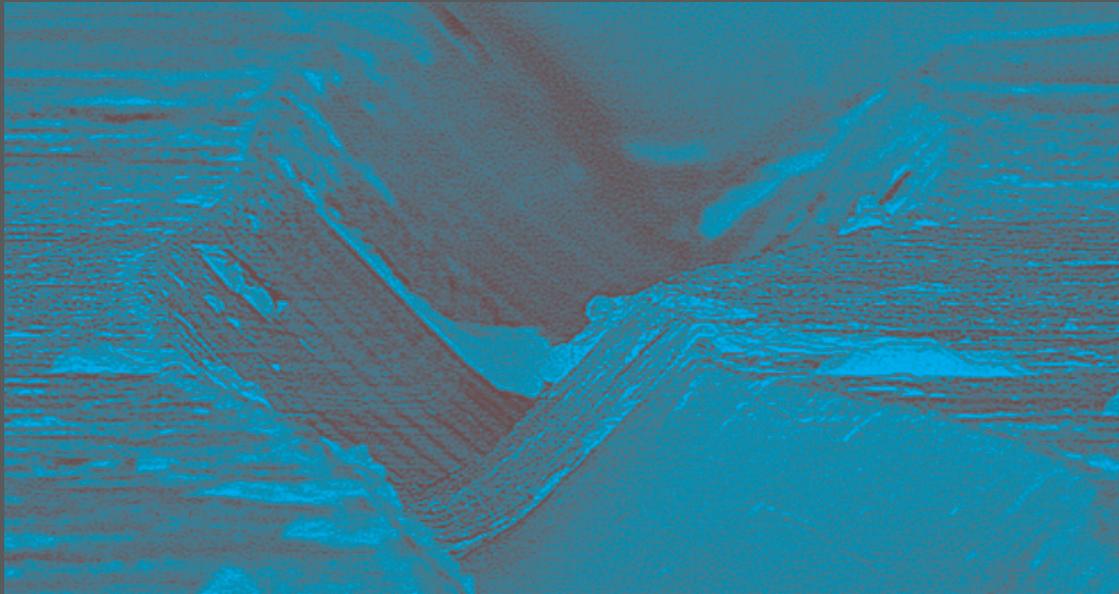
3.Marco Teórico

El marco teórico se compone de tres ejes temáticos que forman las aristas que fundamentan el proyecto.

En una primera instancia, se aborda el concepto de innovación desde su origen y la implicancia, tanto económico como científico y tecnológico, en los modelos actuales de desarrollo.

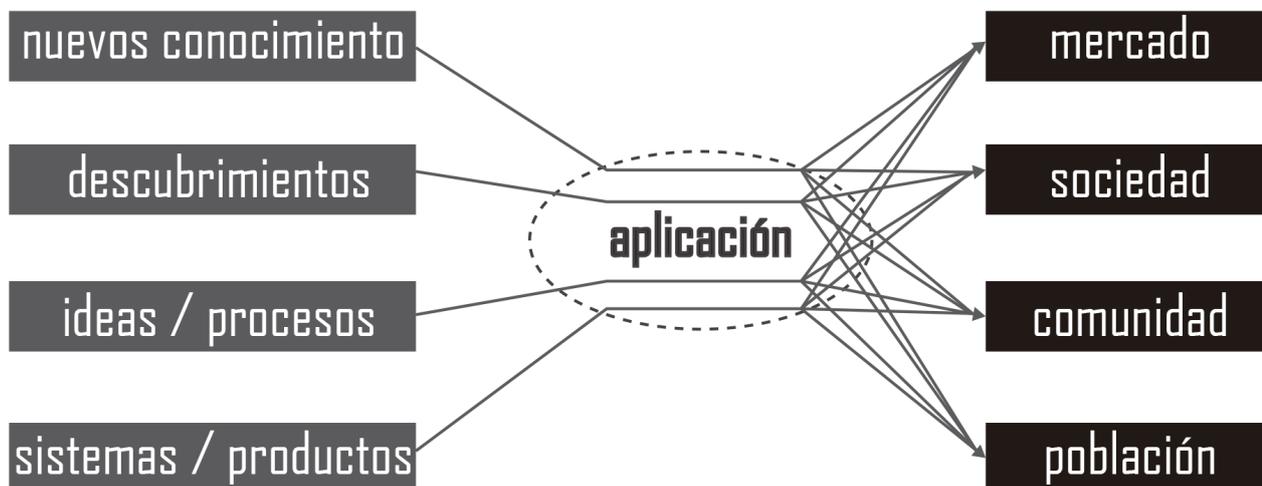
Posterior a ello se recogen los diversos modelos de innovación, comenzando por la iniciativa de la Universidad de Stanford en los años 50', que da paso a lo que hoy se conoce como Silicon Valley y la posterior replicación del modelo en el resto del mundo bajo el rotulo de Parques Científicos Tecnológicos.

En una tercera instancia se analiza en el contexto nacional la actual estructura de desarrollo I+D, entendiendo los mecanismos de financiamiento y las entidades que poseen un rol determinante en la futura reconfiguración de un **proyecto nacional de fomento a la ciencia y la tecnología**, que tendrá la capacidad de generar la masa crítica necesaria para proyectar las ciencias en Chile a niveles óptimos en la escala global. En éste contexto, se analizará la iniciativa del Parque Científico Tecnológico de Laguna Carén, que se ha estado formulando hace 25 años por la Universidad de Chile que, a través de sus lineamientos y principios, representa una oportunidad importante para desarrollar un punto de inflexión en nuestro desarrollo como sociedad.



*Imagen Superior: Imagen
microscòpica de un vinilo*

*Imagen Inferior: Imagen
microscòpica de un CD*



(I) "imagen concepto innovación"

Conceptualización de innovación. Imagen elaboración propia.

3.1. Desarrollo Concepto Innovación

El término innovación puede sintetizarse, por convención general, como la introducción de algo nuevo. Este término atribuye el factor de novedad a cualquier tipo de campo de desarrollo de las actividades humanas y posee un fuerte vínculo con el progreso de la sociedad en cuanto al impacto que en esta genera.

El concepto se comienza a gestar en etapas posteriores al proceso de la Revolución Industrial, siendo el economista austriaco Josep A. Schumpeter el primero en acuñar la palabra como un proceso propiamente tal.

"La innovación es el uso fructífero de un invento, entendiéndose que aquello que se mejoró realmente genere un valor agregado a su usuario final" ¹

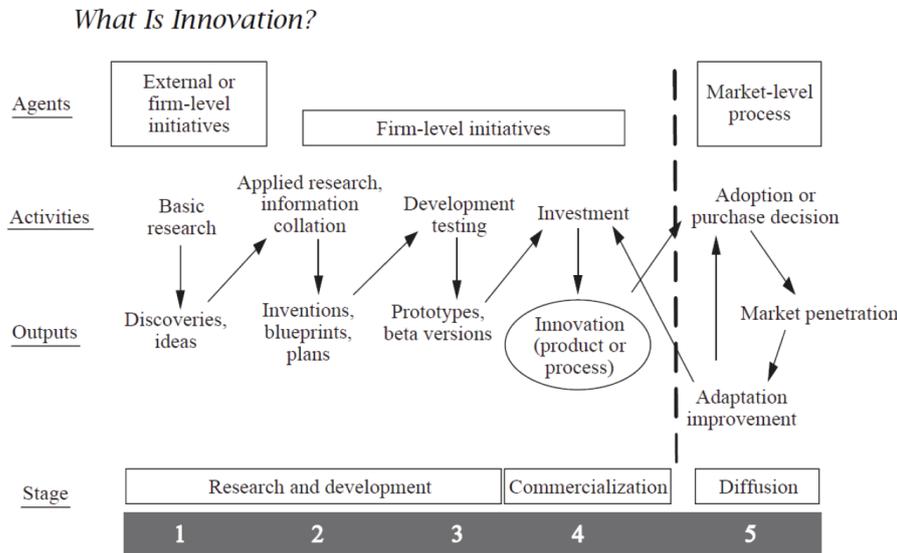
Con ésta definición podemos distinguir los elementos claves que componen el proceso de innovación, por un lado, se encuentra la generación de un invento o un punto de inflexión en el actual conocimiento y la repercusión de este en los usuarios o un segmento específico de la sociedad. Desde la economía Schumpeter describe 5 ejes o formas de innovar:

- Introducción de nuevos bienes o de bienes de nueva calidad
- Introducción de un nuevo método productivo, ya existente en un sector, que no deriva de algún descubrimiento científico.
- Apertura de un nuevo mercado
- Conquista de nuevas fuentes de oferta de materias primas.
- Establecimiento de una nueva organización en una determinada industria.

1. *Dinámica y Desarrollo* (Schumpeter, 1928)

Invención — Innovación — Difusión — Sustitución

(3) "Sistema secuencial de innovación - Keith Smith (1995)"



The stages of the innovation process.

(4) "Etapas del proceso de innovación"

Etapas del proceso de Innovación. Stages of innovation process. The nature and importance of innovation

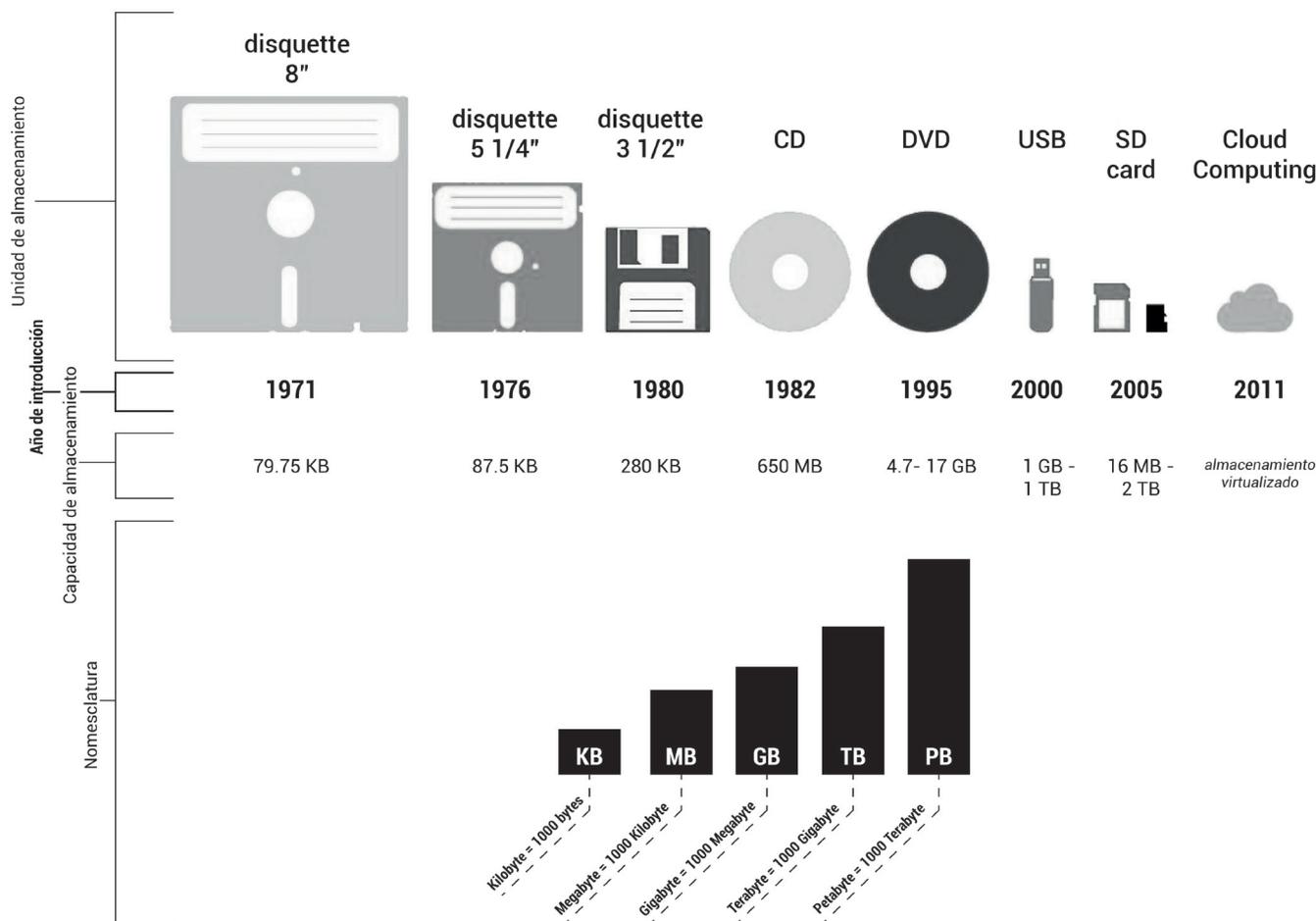
Posterior a las definiciones de Schumpeter surge un gran interés por abordar el tema y sus matices, constituyendo una clara conceptualización que habla de un proceso de cambio. En este punto, Keith Smith en 1995 define las etapas del proceso de innovación en: **Invención – Innovación – Difusión – Sustitución**².

2. Sistema Secuencial de Innovación (Smith, 1995)

Invención, es una inflexión en el conocimiento humano ya sea desde las ciencias o del desarrollo de las técnicas, sin necesariamente un campo de aplicación o un uso específico. Luego la innovación, se alimenta de estos nuevos descubrimientos e inventos, y necesariamente se vincula a la aplicación de éstos para mejorar o transformar áreas de desarrollo de la sociedad. La difusión está vinculada a la masificación y/o comercialización de éstas mejoras a la sociedad. Y la sustitución es un fenómeno que se presenta de forma espontánea, una vez que los productos de innovación actuales superan a sus predecesores, generando la obsolescencia de éstos.

En este proceso un invento propiamente tal no constituye un cambio en la sociedad, sino hasta encontrar un campo donde aplicar el cambio que éste propone a los distintos ámbitos del desarrollo humano.

Asociado al proceso de innovación surge el concepto de **"destrucción creativa"** que hace alusión a como el efectivo desarrollo de una innovación repercute en los antiguos procesos



Evolución de los formatos de almacenamiento. Imagen elaboración propia.

o formas de realizar algún tipo de actividad, situando a éstos bajo el rótulo de obsoletos o fuera de uso. Un ejemplo claro de destrucción creativa puede apreciarse en los sistemas de reproducción de audio en las últimas décadas pasando de tocadiscos de vinilo, cintas de cassette, discos compactos (CDs), a sistemas de reproducción Mp3. Cada uno de los puntos de inflexión tecnológica con sus claros beneficios termina extinguiendo la producción y uso de sus predecesores.

De ésta forma, podemos estudiar cómo se han desarrollado los sistemas de almacenamiento de información a lo largo de la carrera informática pudiendo pasar desde casi 80 kB en los años setenta, hasta las tarjetas SD que pueden almacenar hasta 2TB. En treinta años, hemos adquirido la capacidad exponencial de aumentar el almacenamiento junto con la práctica disminución del formato. Sin embargo, este avance sustancial se ve truncado con las nuevas tecnologías de Cloud Computing (2011), siendo en estos momentos el almacenamiento remoto de la información la nueva forma de acceder a ella, lo cual cambia la perspectiva de cómo se accede a los datos personales ahora almacenados en grandes "data centers" en distintas partes del globo.

Para comprender el avance exponencial de los sistemas de cómputo, tenemos como ejemplo el hecho de que la capacidad que poseía la computadora de IBM en el programa espacial a la luna en los años sesenta, es la misma que actualmente poseemos en nuestros dispositivos cotidianos de telefonía en la

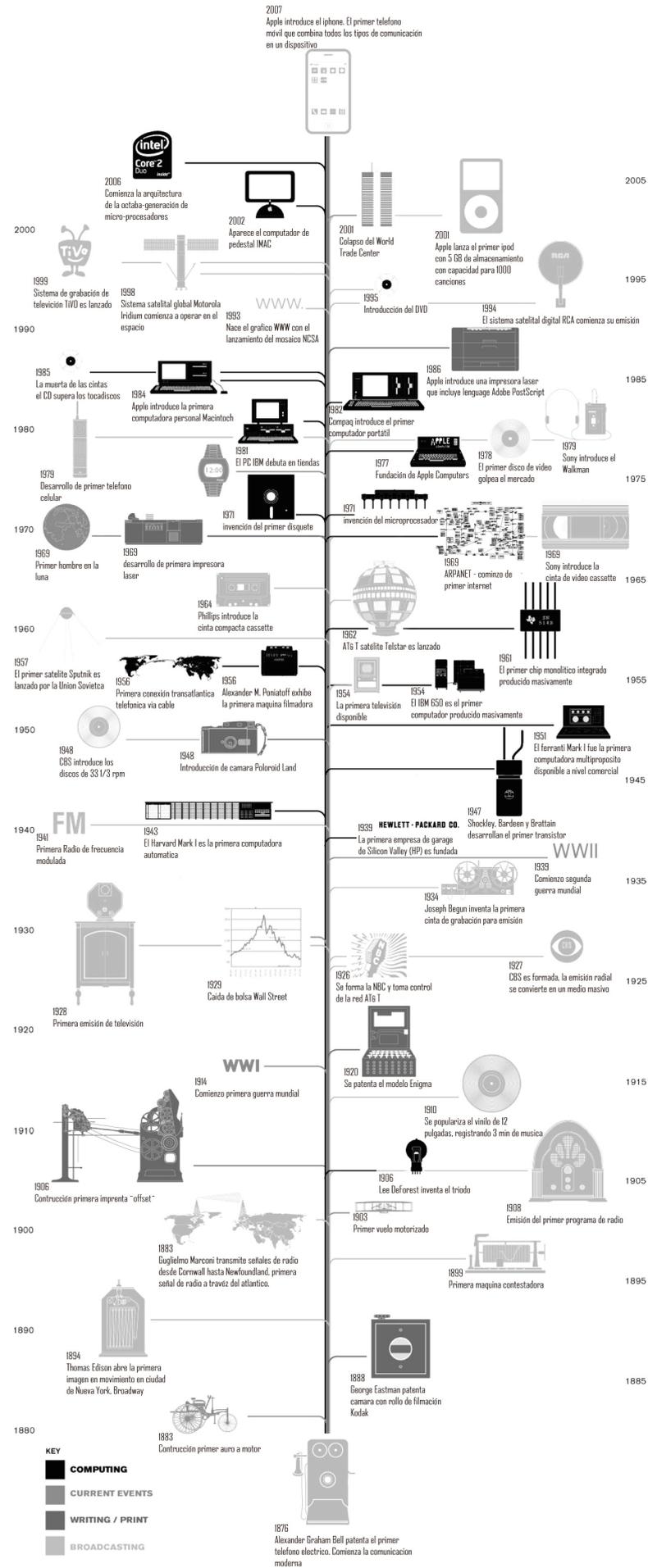




Imagen Superior: Teléfono Graham Bell y Steve Jobs.

Imagen Izquierda: Breve historia de la comunicación moderna. munication & Social Networks. (Nov. 2015)

actualidad. En el esquema anterior se analizan todos los avances tecnológicos que fueron claves para el paso desde el primer teléfono realizado por Alexander Graham Bell hasta la emisión del primer iPhone en el 2007 por Steve Jobs.

Puntos clave de esta revolución del desarrollo informático son la creación del primer transistor en 1947, los primeros chips integrados en los años sesenta, el comienzo del ARPANET en 1969 y su lanzamiento al público en los noventa con el mosaico WWW (World Wide Web – Red Informática Mundial). Todo esto sumado al avance en la carrera internacional en términos de computación propulsada por IBM, Apple y Microsoft han hecho posible que actualmente el acceso a la tecnología sea masivo en la mayor parte de la sociedad moderna.

Podemos concluir que la innovación no puede ser entendida como una acción, sino como un proceso recursivo y exponencial (que se alimenta de sí misma). Por un lado, el efecto constante de la innovación en la sociedad ha generado una masificación del acceso a la tecnología.

En el presente proyecto apunta a la innovación no solo como un mecanismo de consumo, sino como una herramienta para generar mayor volumen de inflexiones en el conocimiento actual generado en nuestro país. Es por esto que se busca generar una plataforma que, mediante la fricción entre los usuarios del proyecto, se aceleren los procesos creativos y de intercambio de perspectivas entre tecnólogos y científicos.

3.3.1. Desarrollo de Modelos de Innovación

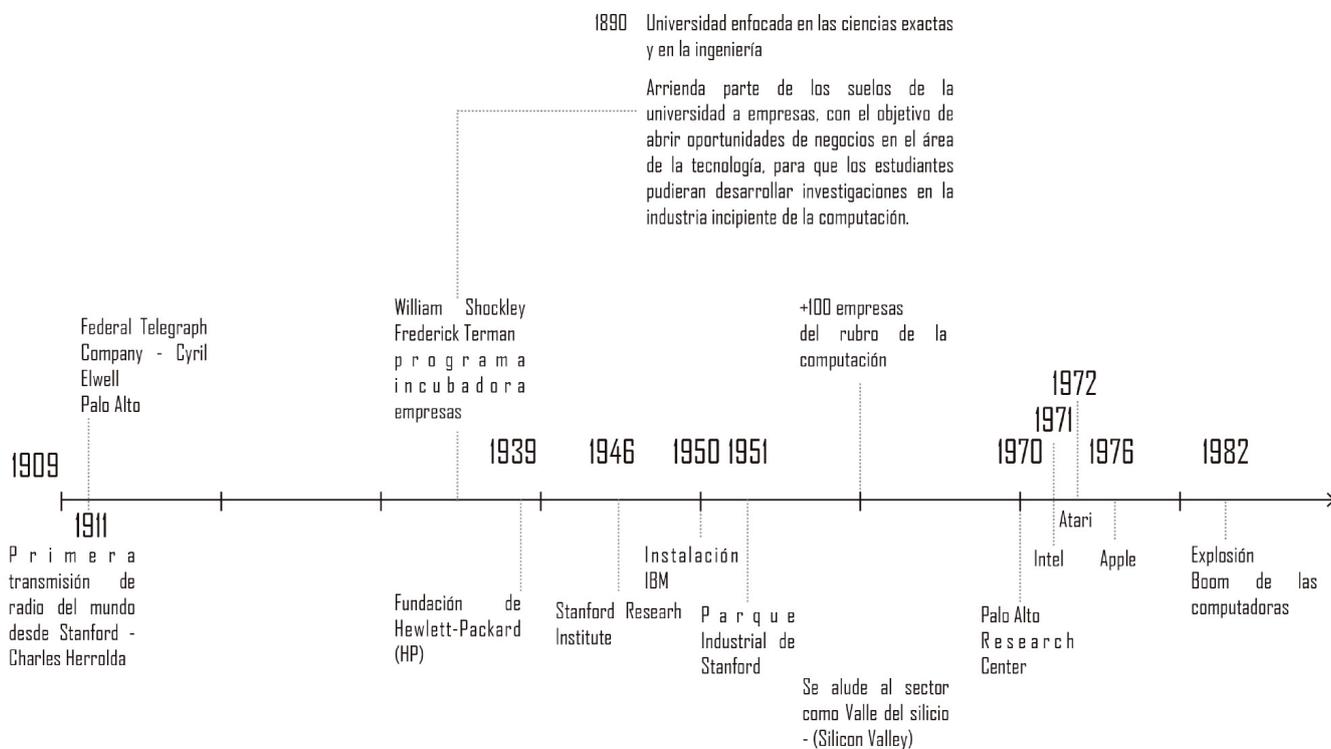
Silicon Valley es el territorio que tiene por espacio geográfico el valle de Santa Clara, abarcando desde la Bahía sur de San Francisco hasta ciudad de San José, incluyendo las ciudades de Palo Alto y Menlo Park. La denominación de "Silicon Valley" surge en el año 1971 acuñado por el periodista Don Hoefler en un artículo para la Electronic News, haciendo referencia a la gran cantidad de industrias relacionadas al desarrollo de semiconductores siendo el silicio uno de los componentes mayormente utilizados en esa actividad.

Para Comprender el desarrollo tecnológico de la zona es primordial entender la influencia que ejerce la Universidad de Stanford, creada en 1981 por una familia de empresarios ferroviarios, orientando esta casa de estudios a las ciencias exactas e ingeniería. La universidad se establece en la ciudad de Palo Alto a 56 km de San Francisco sobre lo que en ese momento eran terrenos de uso agrícola.

HISTORIA

Incubadoras de empresas — USA 50'

Universidad de Stanford



Linea de tiempo de la Evolución de Silicon Valley

Historia de Silicon Valley

Stanford como casa de estudios destaca fuertemente por su fomento e interés en el desarrollo de nuevas tecnologías propiciando eventos tales como la primera transmisión radial del mundo entre otros. Sin duda uno de los puntos de inflexión más fuertes se da con la creación de Stanford Research Institute, en 1946, y la instalación de IBM en la región constituyendo la zona con un fuerte enfoque en la innovación y la cuna del desarrollo electrónico-tecnológico de la época.

El fenómeno de Silicon Valley surge tras la gestión del decano Fred Terman quien en el 1953 decide conformar un parque industrial con una extensión de 300 hectáreas. Estos terrenos, propiedad de la universidad, son facilitados a empresas de base tecnológica en formación bajo la premisa de concentrar los emprendimientos de los alumnos egresados de la universidad, se constituye de esta forma en el valle el concepto de "incubadora de empresas".

La iniciativa creada por Stanford buscaba retener a sus mejores estudiantes y fortalecer el vínculo entre su desarrollo personal y la academia. Uno de los primeros inquilinos del programa fueron los alumnos Hewlett y Packard fundando en ese entonces la firma HP, con la gestión de Terman el parque industrial tuvo un amplio incremento generando una relación simbiótica entre el desarrollo empresarial y la investigación académica, empleados y directivos podían recibir o impartir clases de forma parcial en la casa de estudios y se propiciaba la participación de académicos

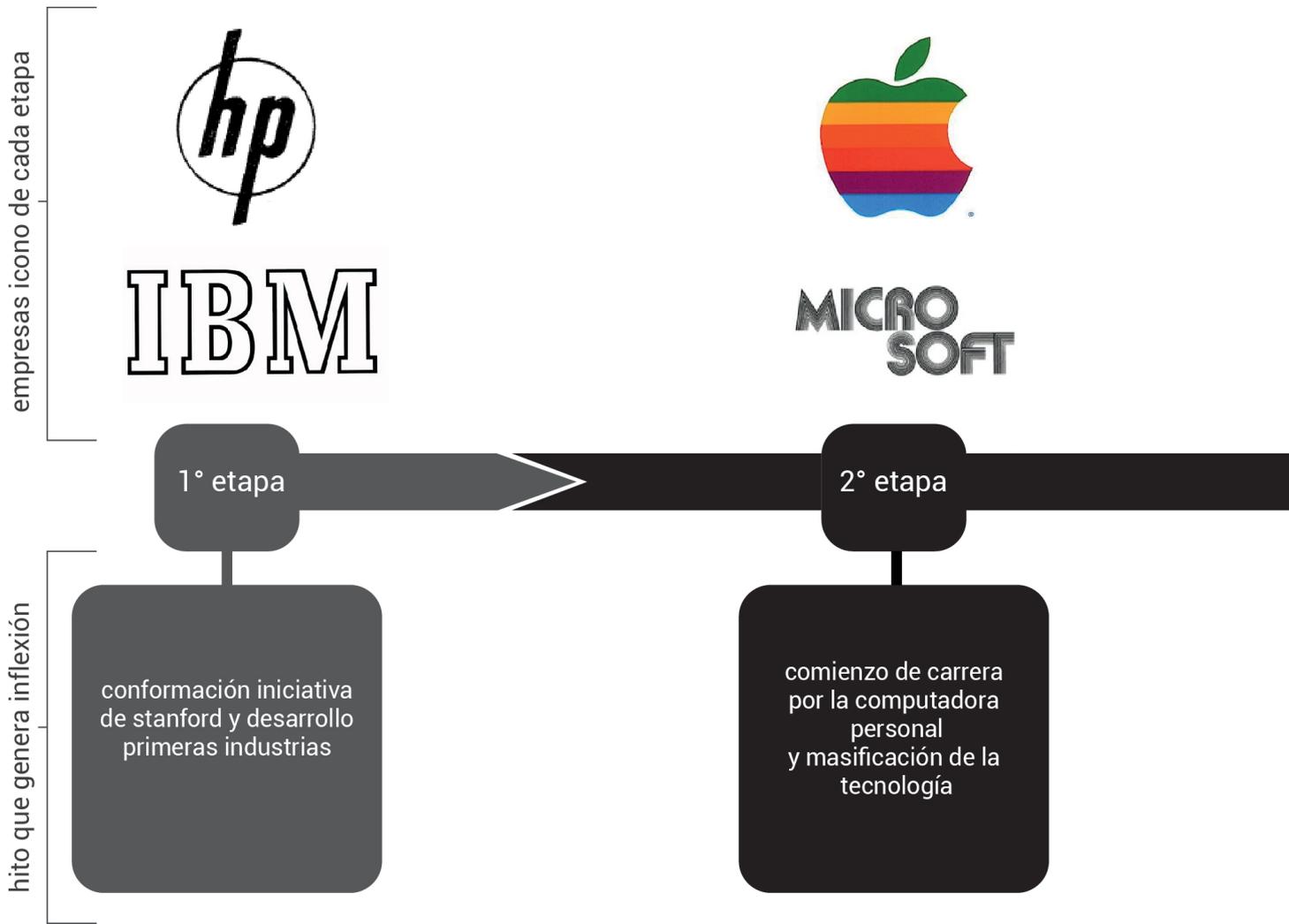


Mapa con las principales empresas incubadas en Silicon Valley

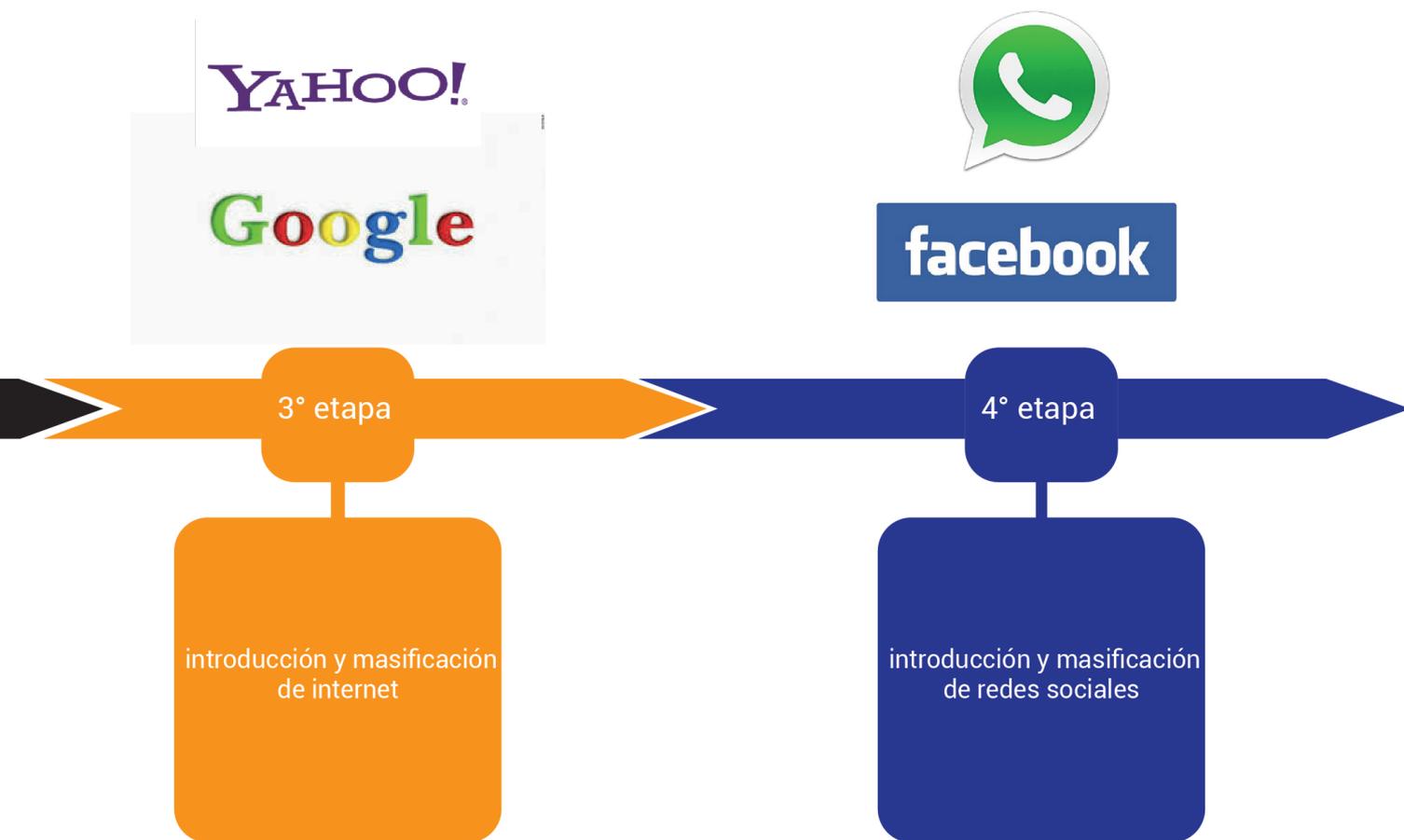
en asesorías a las nuevas empresas.

Es precisamente este modelo mixto entre academia e incubación de empresariado lo que atrae cada vez más iniciativas de emprendimiento a la zona, siendo incluso el inicio con lo mínimo o empresas que comienzan en la cochera un elemento cada vez más constante en el valle debido a las ventajas que la zona geográfica paulatinamente comenzaba a generar.

En las décadas que sucedieron a la conformación de Silicon Valley se genera un efecto bola de nieve, donde con cada hito o avance sustancial en la ciencia y la tecnología genera un efecto exponencial en la ocupación del valle.



*Evolución de las redes sociales.
Esquema de elaboración propia.*



Podemos establecer etapas de desarrollo de la zona entendiendo que los mismos actores que conforman el ecosistema de innovación son los que propician y crean las bases para la siguiente generación. La primera etapa corresponde a la creación de Stanford (etapa de avance en comunicaciones); una vez creado el parque industrial y con la llegada de IBM comienza la etapa de desarrollo computacional. La siguiente etapa corresponde a la expansión y masificación de la computadora personal por parte de empresas como Apple y Microsoft. Y por último se encuentra la etapa propiciada por la aparición y desarrollo de internet, emergiendo con gran presencia empresas de servicios como Google y a principios del 2008 el auge de las redes sociales con empresas como Facebook.

3.2. Parques Científicos Tecnológicos

"Un Parque Científico Tecnológico es una organización gestionada por profesionales especializados cuyo objetivo fundamental es incrementar la riqueza de su comunidad, promoviendo la cultura de la innovación y la competitividad de sus empresas e instituciones generadoras de saber.

A tal fin, un parque científico y tecnológico estimula y gestiona el flujo de conocimiento y tecnología entre universidades, instituciones de investigación, empresas y mercados; impulsa la creación y el crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de incubación y de generación centrífuga (spin-off), y proporciona otros servicios de valor añadido, así como espacio e instalaciones de gran calidad." (Consejo de Dirección Internacional de IASP, 2002)³

3. Consejo de Dirección Internacional de IASP, 2002.

Un Parque Científico Tecnológico(PCT) es un modelo de transferencia del conocimiento. Este modelo surge en los años cuarenta con el caso de Silicon Valley y posteriormente en Reino Unido. Debido al amplio éxito de estos casos, la iniciativa se esparce en diversas latitudes recogiendo como **factores claves la disponibilidad de un espacio físico** y la inquietud de **coordinar ámbitos de investigación académica y/o privada con instancias empresariales de base científico-tecnológica**, además de, en muchos casos, gubernamental o estatal como incentivo al progreso, el desarrollo y la investigación. De esta forma los elementos **Estado-Academia-Empresariado** conforman un enclave que facilita las oportunidades de intercambio y transferencia de conocimientos.

PARQUE CIENTÍFICO TECNOLÓGICO



1. Laval Technopole - Montreal (Quebec)
2. AREA Science Park - Trieste (Italia)
3. Shanghai Zhanjiang Hi-Tech Park - Shanghai (China)
4. Parc Científic de Barcelona - (España)
5. La Trobe Research & Development Park - Melbourne (Australia)
6. Surrey Research Park - (UK)
7. Research Triangle Park - Carolina del Norte (USA)
8. Kuopio Innovation - Kuopio (Finlandia)
9. Singapore Science Park - (Singapur)
10. Parque Científico Tecnológico Cartuja - Isla de Cartuja, Sevilla (España)
11. Sapiens Parque SA, Florianópolis (Brasil)
Parque Científico Tecnológico Porto Digital, Recife (Brasil)
12. Parque Científico Tecnológico de Yucatán, Yucatán (México)

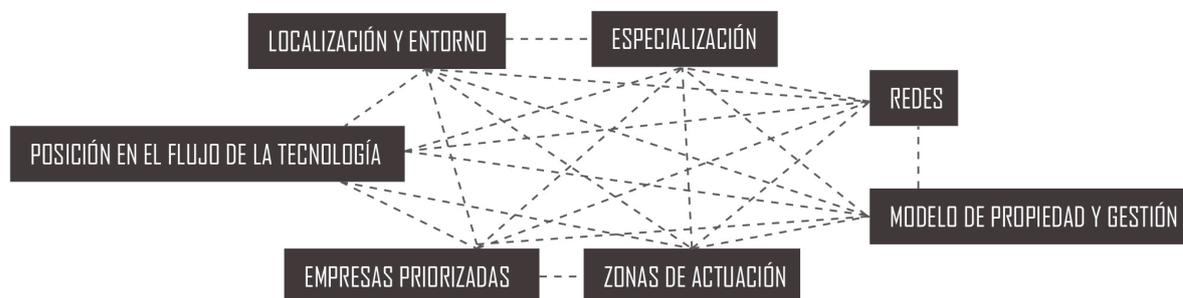
Fuente: SGBM, Septiembre 2009. Joan Bellavista y Carmen Adán.

Parques Científicos Tecnológicos en el mundo. Esquema de elaboración propia

En los últimos veinte años el modelo se ha expandido de forma considerable. Según datos de la IASP (International Association of Science Parks) actualmente existirían PCT en más de 72 países, constando entre 250.000 y 300.000 empresas asociadas a estos. Si bien, resulta complejo catastrar la cantidad exacta de PCT en el mundo debido a la sobre-utilización del rótulo, la cantidad ellos constituidos y en pleno funcionamiento sobrepasa los 250 teniendo en América del Norte 80, en Europa 114, Asia con 27, Medio Oriente 19 y en América Latina 13.

Es principalmente la diferencia entre los distintos modelos existentes, que muchos de ellos no cumplen con los requisitos para ser considerados un PCT. Es por ello que el Director General de la Asociación de Parques Científicos (IASP) Luis Sanz Irlés ha creado una metodología de análisis que denomina "Estrategigrama", donde analiza según 7 ejes temáticos la posición de cada PCT en el marco general ⁵.

5. Los Parques Científicos y Tecnológicos: Un concepto y una realidad. Irlés, 2011



Estrategigrama: los 7 ejes de los PCT. Elaboración propia

Localización y entorno: Se determina el mayor o menor grado de urbanización de cada parque. Los PCTs pueden ser urbanos o no urbanos, existiendo entre ambos valores toda una amplia gama de posiciones intermedias. Una u otra condición está determinada por la localización geográfica del parque, pero también por el tamaño de su ciudad de referencia y por la mayor o menor presencia de elementos residenciales, culturales y lúdicos en el parque o en sus proximidades.

Posición en el flujo de la tecnología: Se determina si la prioridad de un PCT es ora trabajar sobre todo con y para la Universidad (caso típico del parque científico), ora operar en el otro extremo del eje trabajando con las empresas y el mercado o si, por el contrario, el PCT tiene una estrategia equilibrada trabajando con igual énfasis en cada uno de los extremos que constituyen este eje.

Empresas priorizadas: Se determina si un parque prioriza el trabajo con empresas ya existentes o con la creación de nuevas empresas a partir de desarrollos tecnológicos o resultados de investigación. El Estrategigrama mide si existe una prioridad clara o si un parque trabaja con ambas modalidades y en qué grado lo hace con cada una.

Especialización: Se determina si un parque tiene una estrategia de especialización tecnológica en uno o unos pocos sectores, si ha optado por una estrategia más generalista o si combina ambas posturas.

Zonas de actuación: Se determina cuál es la prioridad de cada parque enfatizar el trabajo en el ámbito local (o regional) o centrarse más netamente en el plano internacional.

Redes: Se analiza y determina el grado de profesionalización que tiene cada parque en lo que concierne a la gestión de su trabajo en red y también al grado de prioridad que este trabajo tenga en su estrategia general.

Modelo de propiedad y gestión: Se estudia el esquema de propiedad y gestión de cada parque para determinar si se ha optado por una gestión que sigue los procedimientos y "estilo" de la administración pública, o si se ha elegido un modelo de gestión más afín al sector privado, independientemente de que la propiedad del parque pueda ser pública, privada o mixta."

3.3. Estado de la Innovación en Chile

La investigación científica es parte del desarrollo de cualquier país, ya que es éste el motor de cambio y avance en los distintos ámbitos que gobiernan la cotidianidad de cada persona.

Las ciencias en Chile sufren hoy una crisis, ya que por un lado hay una baja inversión por parte del estado en I+D, alcanzando cerca del 0,4% del PIB, mientras que en promedio los países de la OCDE sextuplican esta cifra. Por otro lado, la empresa reclama que hay poco incentivo para invertir en I+D, por lo que la mayoría de los recursos que se invierten son de origen público. Finalmente, este poco interés de inversión desde el mundo privado, genera una separación entre las áreas de investigación (generadas desde la academia) y las necesidades productivas del país.

A continuación, se presentarán los antecedentes de la investigación en Chile - cuánto se invierte en investigación, cómo se investiga y cuánto se investiga - que nos permitirán establecer como hipótesis que el modelo que debe perseguirse se basa en el vínculo entre institución pública, academia y empresariado.

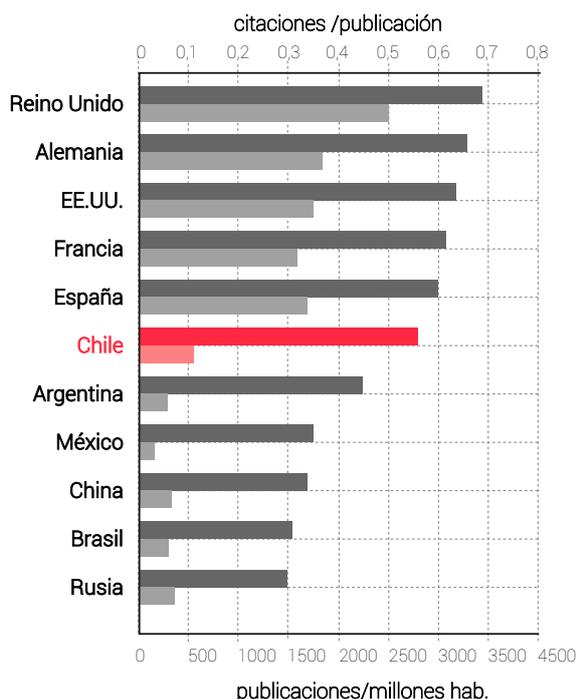


Gráfico 1: Citaciones por Publicación v/s Productividad Científica. Elaboración propia en base a datos SCLmago Journal & Country Rank, 2014.

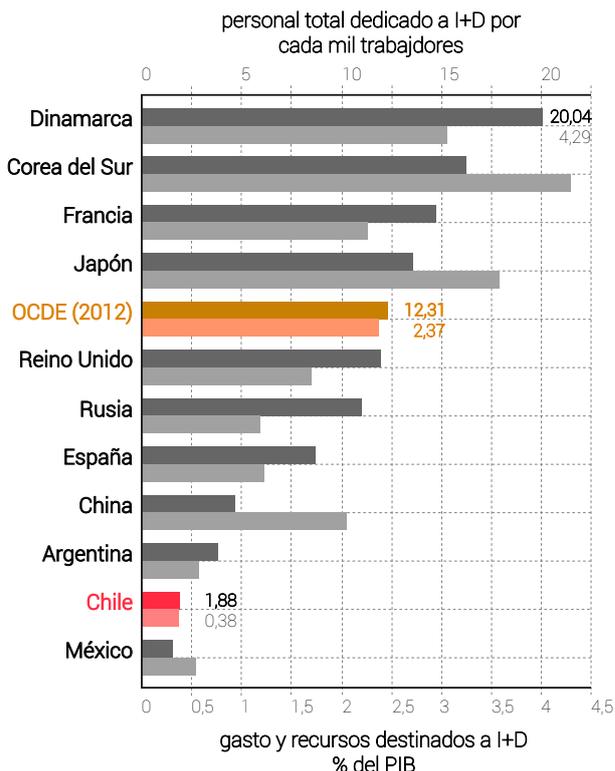


Gráfico 2: PIB países de la OCDE v/s Personal total dedicado a I+D por cada mil trabajadores. Elaboración propia en base a datos OECs Stats, Cuarta Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en I+D e Informe de Empleo Trimestral INE Enero 2014

3.3.1. Chile en el contexto internacional

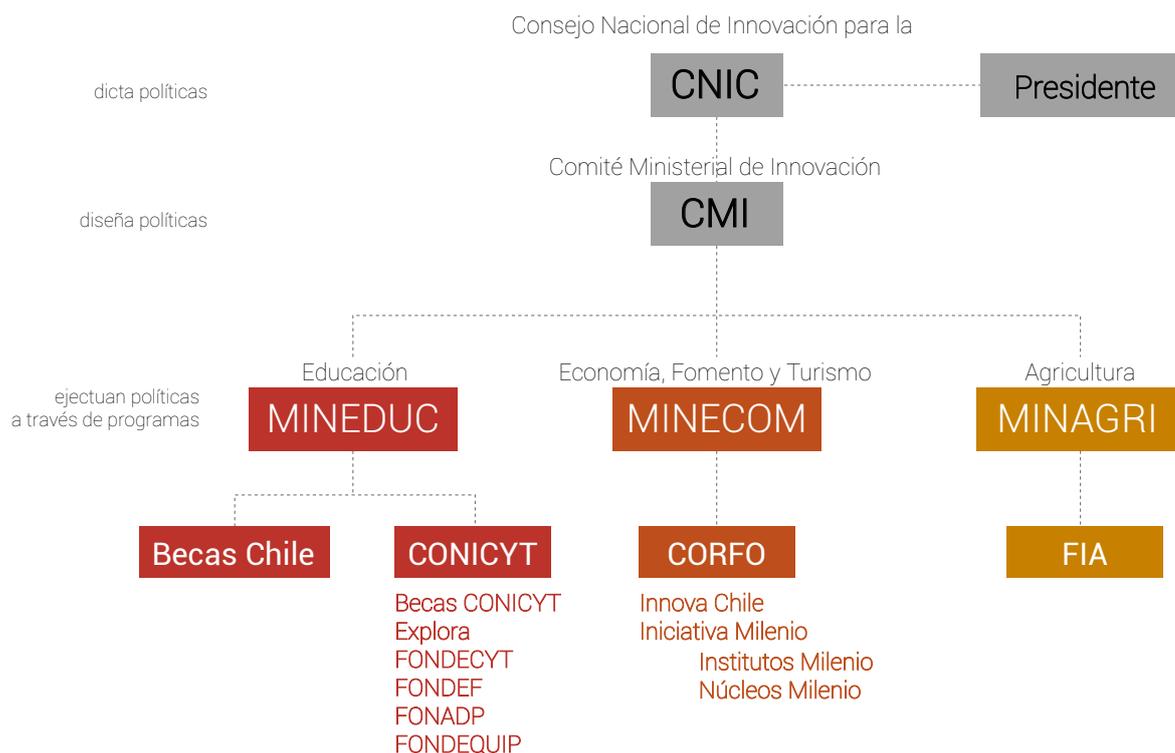
Hay tres indicadores que son relevantes para entender la condición en que se encuentra la investigación en nuestro país: la calidad de la investigación, la productividad y la inversión en I+D.

En el caso de la calidad de la investigación (citaciones/publicación), Chile está por sobre el resto de los países de Latinoamérica – superando a Argentina y Brasil – teniendo un nivel que le permite competir con países desarrollados – como España⁶. Sin embargo, en términos de productividad científica (cantidad de publicaciones/millones de habitantes), si bien, Chile sigue superando a países como Argentina, México y China, no es competitivo con países desarrollados como Estados Unidos y Corea del Sur. En síntesis, podemos decir que Chile es un país que genera investigación de calidad, pero con baja productividad.

Según el Informe Económico de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo, ésta cifra es reflejo de la baja cantidad de personas que se dedican a la investigación, donde en el 2014, por cada 1000 personas, solo 1,88 se dedicaban al desarrollo de I+D. Según este informe ésta cifra se debe, entre otros factores, a la baja cantidad de recursos que se le inyecta, que corresponden a 0,38% del PIB; mientras que el promedio de los países de la OCDE, están en el 2,37%⁷. Sin embargo, hay que destacar que países que lideran estas cifras como Estados Unidos, Francia y Corea del Sur, destinan gran parte de su investigación con fines militares. Es evidente que en nuestro país hay un problema de inversión en I+D; sin embargo, a diferencia de los países mencionados, el destino de

6. Ver gráfico 1, sobre cantidad de publicaciones v/s calidad

7. Ver gráfico 2, sobre PIB países de OCDE v/s personas dedicadas a la investigación



Esquema de Estructura Institucional Científico-Tecnológico. Fuente: Serie Informe Económico Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo (Jiménez & Bruzzo, 2016)

éstas debiese direccionarse al desarrollo de tecnologías en áreas productivas para el país, energías limpias, minería, agricultura, etc., actividades ligadas al desarrollo económico.

3.3.2. Estructura de Organización de la Investigación en Chile

Instituciones y Programas

La estructura institucional científico-tecnológica, está encabezada por el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), organismo encargado de dictar y ejecutar las políticas y programas enfocados en el desarrollo tecnológico. Bajo éste, está el Comité Ministerial de Innovación, que diseña las políticas anteriores, y que además coordina la actividad en tres ministerios: Ministerio de Educación, Economía y Agricultura. Bajo los Ministerios se encuentran las agencias encargadas de ejecutar los programas ministeriales; entre ellas están: CONICYT (Min. Educación); Innova Chile de CORFO y la Iniciativa Científica Milenio (ICM) (Min. Economía); y la Fundación para la Innovación Agraria (Min. Agricultura). Por último, dentro del Ministerio de Economía, existe la División de Innovación Economía, que se encarga de administrar los recursos para los proyectos que ejecutan las agencias, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad y la Estrategia Nacional de Innovación.

	Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso (CINV)
	Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)
	Instituto de Neurociencia Biomédica (NBI)
	Instituto de de Astrofísica (MAS)
	Instituto de Inmunología e Inmunoterapia (IMII)
	Instituto de Oceanografía (IMO)
	Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI)
	Instituto para la investigación en Depresión y Personalidad (MIDAP)
	Instituto para la investigación de imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas (MIPP)

Imagen: Institutos Milenio actualizado 2017.

En amarillo, los IM de Ciencias Naturales; en verde los IM de Ciencias Sociales

1. CONICYT - (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica)

Presupuesto aprobado año 2017 - \$314.760 millones

Está a cargo del Ministerio de Educación, y tiene como objetivo fomentar la formación de capital humano, y fortalecer la base científica tecnológica, por medio de fondos concursables, difusión y programas científicos, y vinculación internacional de profesionales chilenos. Ésta institución posee varios programas:

- Becas CONICYT - Becas de posgrado (Magíster y Doctorado), tesis, pasantías y especializaciones, con duración: hasta 4 años.
- Explora - Proyectos de divulgación y valorización científica, enfocados en acercar la ciencia a niños y jóvenes.
- FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico) - promueve y fortalece el desarrollo de la investigación, con proyectos de investigación y post-doctorados. Es el programa con mayor inyección de recursos.
- FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico) - financia proyectos de ciencias aplicadas e investigación tecnológica.
- FONDAP (Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación de Áreas Prioritarias) - Fomenta el desarrollo de centros de alto impacto e investigación de excelencia en Chile, cuyos objetivos de investigación están enfocados en problemáticas de relevancia nacional.
- FONDEQUIP (Fondo de Equipamiento Científico y Tecnológico) - Financia, por medio de concursos, adquisición, actualización y/o acceso, a equipamiento científico y tecnológico mediano y mayor.

	Núcleo de Biología de Enfermedades Neuropsiquiátricas (NUMIND)		Núcleo de Modelos Estocásticos de Sistemas Complejos y Desordenados
	Centro de Conservación Marina (CCM)		Núcleo en Óptica Avanzada
	Centro de Investigación de la Web Semántica (CIWS)		Núcleo de Paleoclima del Hemisferio Sur
	Centro de Interdisciplinario de líquidos Iónicos (Cilis)		Núcleo para el Análisis de Ecuaciones en Derivadas Parciales (CAPDE)
	Centro para el estudio de Forzantes Múltiples en Sistemas Socio-Ecológicos Marinos (Musels)		Núcleo de Procesos Químicos y Catálisis (CPC)
	Núcleo de Biología Fúngica Integrativa y Sintética (MNFISB)		Trazadores de Metales en Zonas de Subducción (NMTM)
	Núcleo de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (Esmoi)		Núcleo de Investigación en Economía Ambiental y Recursos Naturales
	Núcleo de Física Matemática		Centro para el Impacto Socioeconómico de las Políticas Ambientales (Cesiep)
	Discos Protoplanetarios en Alma "Early Science" (MAD)		Núcleo de Estrategia de Emprendimiento bajo incertidumbre (ESSU)
	Núcleo en Biología Regenerativa (MINREB)		Modelo en Crisis: El caso de Chile
	Núcleo en Biología Sintética y Biología de Sistemas Vegetales (BSSV)		Núcleo para el Estudio de la Estatalidad y la Democracia en América Latina
	Núcleo Ecología Molecular y Aplicaciones Evolutivas en Agrosistemas (CEM)		Desafíos a la Representación
	Núcleo de Información y Coordinación en Redes (ICR)		Núcleo de Investigación sobre Energía y Sociedad (Numies)
	Ingeniería Molecular para Catálisis y Biosensores (MECB)		

2. CORFO

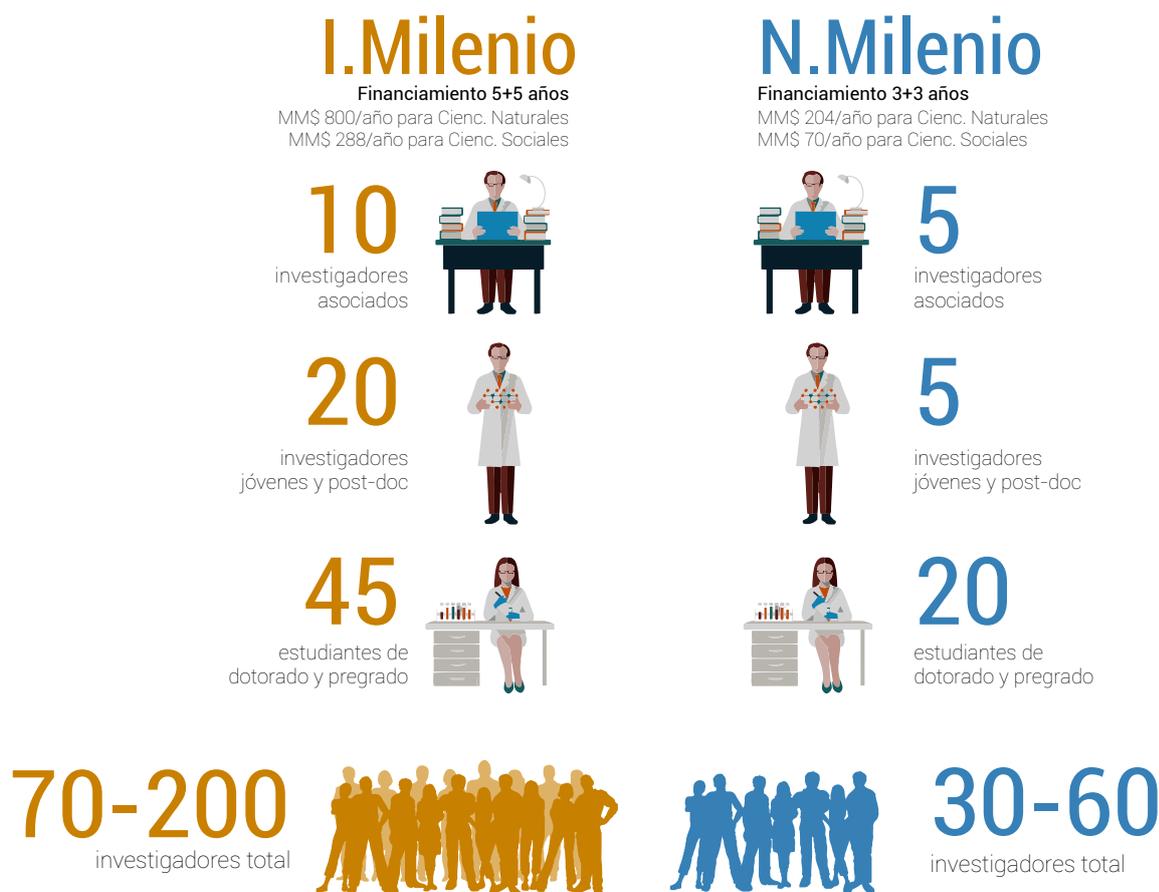
Está a cargo del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y tiene por objetivo fomentar la competitividad y diversificación productiva, a través de la innovación, emprendimiento e inversión privada, a través del financiamiento de productos, servicios o procesos. El 70% de las empresas financiadas el 2016, eran PYMES.

- INNOVA - Está a cargo de CORFO y su objetivo es promover la innovación de empresas ya sea de forma individual o asociada a entidades tecnológicas y académicas; a través de financiamiento de programas, capacitaciones y gestión de los mismos.

- Iniciativa Científica Milenio (ICM) – Es un programa gubernamental, que forma parte del Ministerio de Economía y está a cargo de la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño. Tiene como objetivo fomentar la investigación científica y tecnológica de excelencia en Chile. Financia la creación y desarrollo de centros de investigación de alto nivel en áreas de las ciencias naturales y sociales, por medio de concurso público. En total hay treinta y cinco centros, los que se dividen en Institutos Milenio y Núcleos Milenio:

Institutos Milenio – En total existen nueve. En el área de las Ciencias naturales hay siete, y están enfocados a áreas como Neurociencia, Ecología y Biodiversidad, Astrofísica, Inmunología en Inmunoterapia, Oceanografía e Ingeniería. En el área de las Ciencias Sociales existen dos, enfocados en el estudio de la depresión y las imperfecciones del mercado.

Imagen superior: Núcleos Milenio actualizado 2017. En morado, los NM de Ciencias Naturales; en celeste los NM de Ciencias Sociales



Núcleos Milenio – En total existen veintiséis. Veinte de ellos se enfocan en las áreas de las Ciencias Naturales, como biología, química, matemática, física, informática, entre otros. En el área de las Ciencias Sociales existen siete, que se enfocan en temas como la economía, políticas públicas, emprendimiento, energía, modelos de crisis, estatalidad y representación, entre otros.

Infografía sobre programas Iniciativa Milenio.

3. Fundación para la Innovación Agraria (FIA) – Depende del Ministerio de Agricultura. Financia proyectos que tengan como finalidad generar o mejorar algún producto, proceso, gestión o servicios en el sector agrario, agroalimentario o forestal.

Nuevo Ministerio de la Ciencia y la Tecnología

Uno de los problemas que presentan las instituciones que conforman la estructura científico-tecnológica, es que, al estar bajo la tutela de tres ministerios distintos, éstas tienen poca capacidad de comunicación y coordinación entre sí, y la falta de instituciones que se encarguen de esa relación transversal entre ellos.

En el año 2013, se convocó una Comisión Asesora para la modernización de la institucionalidad, cuya conclusión fue que la fragmentación y dispersión del modelo, no permitía la toma de decisiones, ni el uso eficiente de los recursos, ya que los ministerios no están enfocados en la innovación, sino en materias más globales y urgentes. Aquí nace la idea de la creación del Ministerio de la Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación Superior y un Subsecretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación, que sería el encargado de articular ciencia, tecnología y educación superior.

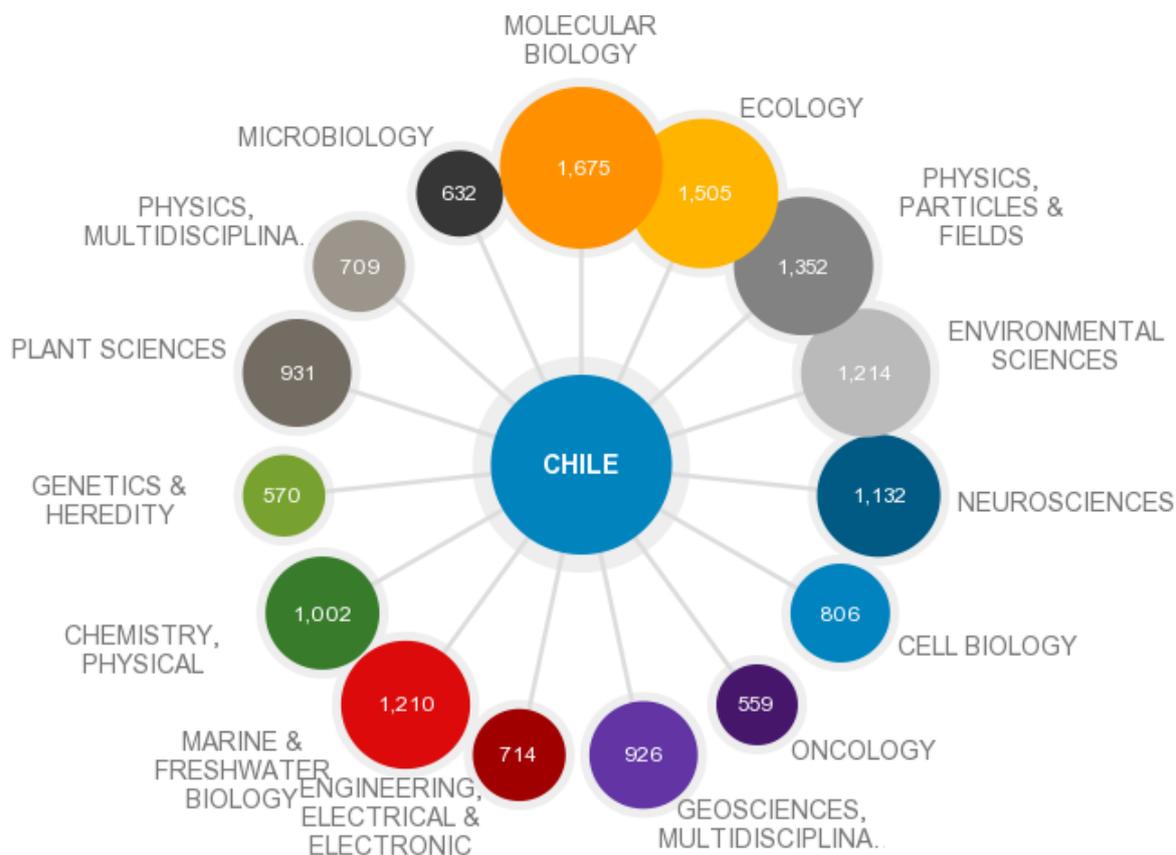


En el año 2015, se volvió a convocar una comisión asesora presidencial, bajo el estandarte Ciencia para el desarrollo de Chile, donde se plantean ideas similares a las planteadas en la comisión anterior.

Objetivos del nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología

- Fortalecer y ampliar las capacidades de investigación, de desarrollo, innovación y tecnología.
- Orientar y apoyar la formación de investigadores y procurar su inserción laboral en campos académicos, estatales y privados.
- Vincular la labor científico-tecnológica e innovadora con las necesidades sociales, definiendo prioridades y focos de acción según los desafíos que se presenten a nivel regional y nacional.

Sin embargo, desde distintas organizaciones, se ha visibilizado que el problema no pasa solo por la descoordinación y administración de los programas de investigación; sino que es también la falta de campo donde aplicar las investigaciones que se realizan en Chile, un mercado laboral precario para los investigadores, escasez de profesores especializados en las áreas de investigación y la poca percepción de las implicancias de ellas en la vida cotidiana de las personas. En otras palabras, el problema no es solo institucional. Se requiere, por un lado, aumentar la cantidad de científicos e investigadores, y por otro, generar nichos en donde las investigaciones puedan aplicarse. Es por eso que el llamado es también a generar instancias que permitan convocar al mundo empresarial y la academia para que se trabaje de forma conjunta con las instituciones del estado.



3.3.3 Investigación

El rol de la academia en I+D es clave, ya que la mayoría de la investigación producida es realizada por Universidades, donde tres instituciones concentran la mayoría de las publicaciones indexadas en WOS (ex – ISI) Web of Science⁸: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica y la Universidad de Concepción⁹. Otros datos nos indican que la mayoría de las investigaciones están enfocadas en el área de las Ciencias Naturales, donde las más estudiadas son astronomía y astrofísica, ciencias biológicas, ecología y matemáticas¹⁰, en desmedro de las ciencias sociales - como la energía-¹¹.

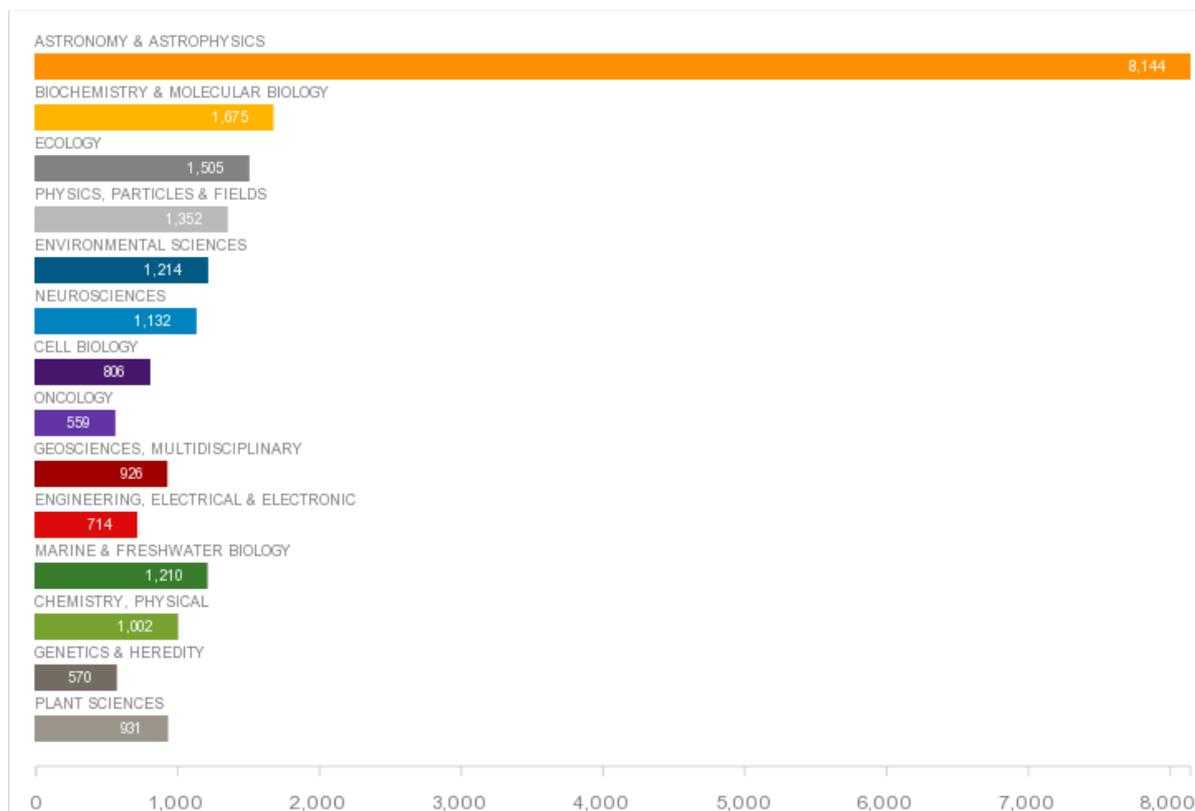
La mayoría de la inversión en I+D, proviene de fondos públicos, donde la empresa privada aporta el 32% de éstos – en contraste con otros países de la OCDE, donde los privados aportan cerca del 80-90%-. El interés de la empresa en invertir, se relaciona con el desarrollo de habilidades o productos que les permitan adquirir ventajas competitivas dentro del mercado.

8. WOS: Servicio en línea de información científica

9. Ver gráfico superior izquierdo, cantidad de publicaciones por Universidad

10. Periodo 2000-2015, basado en la cantidad de documentos indexados en Web of Science (WOS)

11. Ver gráfico Superior derecho



También existe la Ley de incentivo tributario a I+D (Ley 20.570, modificada el 2012), permite a las empresas rebajar – mediante impuestos de primera categoría- el 35% de los gastos destinados a actividades de investigación y desarrollo, a través de ellos mismos, o del subcontrato a centros especializados – ley a la que al año 2014, se habían acogido alrededor de 107 empresas. Pero otro gran tema es como fomentar el emprendimiento y vincularlo al desarrollo tecnológico, y una forma de reforzar esta relación es mediante la creación de redes de trabajo o networking, que vinculen empresas pequeñas, enfocadas en ciencia, tecnología e innovación, con grandes inversionistas.



3.3.4. Caso Estudio: Centro de Modelamiento Matemático (CMM)

A continuación, se adjunta entrevista hecha al director del CMM, con el objetivo de que entregara la visión de innovación desde la mirada del mundo académico, de entender el mecanismo de funcionamiento del centro, y la postura desde un nicho de la misma Universidad respecto del proyecto de Laguna Carén.

Nombre: Alejandro Jofré
Director del CMM, Universidad de Chile
Doctorado en Matemáticas Aplicadas, Université de Pau, France (1989)
Ingeniero Civil Matemático, Universidad de Chile (1984)
Abril 2017

- ¿Cómo se entiende la innovación desde las áreas matemáticas y cuál es la relevancia nacional de ésta?

Las ciencias, la ingeniería y las ciencias exactas se han ido matematizando. La matemática ha ido permeando estas disciplinas, incluso a ciencias más sociales, como la psicología y la sociología, lo que ha permitido que un centro como éste tenga impacto y sea capaz de montar proyectos conjuntos con diversos actores, desde los más cercanos, que serían las ingenierías y las ciencias básicas, como la física, la química hasta las ciencias más sociales (incluyendo temas desde la psicología y la sociología). **Eso ha permitido que la innovación muchas veces se logre juntando dos áreas que antes no conversaban.** El centro a partir de esa premisa se ha ido abriendo a relaciones de cooperaciones

y proyectos conjuntos en muchas áreas. Partimos inicialmente con minería y forestal hace 15 años (que era lo más natural en la época en Chile) y luego nos hemos ido expandiendo hacia la biología, hacia la energía, hacia temas de comportamiento social, sistemas de análisis de riesgo, de catástrofe, temas de interacción, conectividad, psicología, desarrollo urbano. Entonces, desde ese punto de vista, el solo hecho de usar una nueva técnica en una pregunta interesante que viene de otra área, usando matemática sofisticada genera innovación. **Esa innovación después se transforma en un producto, puede ser un modelo, un algoritmo un software, una implementación de alguna norma, una regulación.** Hemos sido bastante activos en todo lo que tiene que ver con sistemas de precios (Prizing).

Los desafíos a nivel nacional involucran muchas veces muchos actores, por ejemplo, cuando uno trata el tema de establecer un sistema que nos prepare para catástrofes naturales, éstos involucran muchas disciplinas, desde la geofísica, la ingeniería estructural, también el comportamiento social, el desarrollo y avance de las ciudades (como se han ido estructurando). También está el tema de la reformulación de redes, en este caso de catástrofes, hay que ver redes de agua potable, red eléctrica, red de telecomunicaciones como también las redes sociales. En la medida que se han ido complejizando los problemas, la matemática aparece como una herramienta natural, y a partir de ella la innovación.

Cuando partimos éramos del orden de 60 personas entre investigadores, ingenieros, scientist (son gente que tiene un doctorado pero que decidieron no seguir la carrera de la academia estándar sino, que sirven de puente entre la investigación fundamental y las aplicaciones). **Hoy día somos más de 140, con perfiles muy variados**, es decir, no solamente tenemos los investigadores. En términos de jerarquía serían los investigadores, los scientist, los ingenieros, profesores, biólogos, sociólogos, antropólogos; hay personas de todas las ingenierías, interactuando con médicos en el área de la salud. Un cuarto de los miembros del CMM son extranjeros y tenemos de los 140 hay alrededor de 50 o 60 que no son matemáticos. **Eso genera una riqueza importante esto permite que la innovación salga y surja de manera más natural, además de servir de puente con otras instituciones.** Nosotros trabajamos tanto con el mudo privado, como con el mundo público. No tenemos ninguna dificultad en movernos desde trabajar con un ministerio en temas de educación, energía, telecomunicaciones o catástrofes con el ministerio del interior; como, trabajar con empresas de la minería, del ámbito forestal, energético o la industria del salmón.

- *¿Cuál es el enfoque actual del CMM y hacia donde se dirigen mayoritariamente sus investigaciones?*

Nosotros estamos estructurados de la siguiente forma, tenemos **6 líneas de investigación** que llamamos fundamentales: optimización, probabilidades, ecuaciones diferenciales, problemas inversos, matemáticas discretas y análisis numérico. **Por otro lado, tenemos las aplicaciones**, donde, desde los sectores industriales, o sectores públicos (políticas públicas), emergen preguntas, inquietudes y desafíos. En éste caso, una persona proveniente de estas instituciones públicas o privadas, plantea un problema donde el modelamiento matemático podría ayudar a encontrar la solución. Entonces, se coordina a gente del CMM y a partir de eso se conforma un equipo con un proyecto y se comienza a trabajar. Gran parte de los proyectos en que trabajamos, tienen que ver con demandas específicas del mundo externo.

Con el tiempo se han ido consolidando 4 **grupos de trabajo denominados grupos estratégicos que son: minería, bio, gestión de recursos y educación matemática**. Aparte de eso, tenemos **líneas emergentes**, son líneas a las que nosotros hemos apostado (con capital propio): Astroinformática (astronomía y matemática), Marketing y Simulación estocástica¹³.

Estos grupos están localizados en cuatro grandes salas y después están los ingenieros repartidos en el piso teniendo espacio físico, laboratorios y las líneas emergentes tienen un laboratorio más reducido. Se trabaja mucho interactuando trabajando afuera, en otros departamentos, mostrando, interactuando, existiendo bastante rotación dinámica. **Todos ellos, están fuertemente apoyados por la infraestructura que tenemos y el supercomputador**; en el segundo subterráneo tenemos el computador más grande de Chile, con una capacidad de cálculo de 100 Tera Flops¹⁴, para el que hubo que crear una infraestructura especial por temas de enfriamiento, temas de seguridad y de aislamiento.

- Infraestructura

El CMM tiene cuatro pisos, cada uno de ellos 1000 m² utilizables (en total 4000m²), más el subterráneo, donde está el súper-computador (400m²), teniendo en **total 4400m²**.

Los investigadores del CMM están repartidos en cuatro pisos. Una figura importante que hay que mencionar son los "post-doc"; de esos existen alrededor de 20 repartidos entre los pisos del CMM. A parte de eso, tenemos un programa de doctorado que tiene el orden de 50 estudiantes, ubicándose en el cuarto piso para lo cual se habilitaron oficinas especiales para ellos. También hay una carrera asociada al CMM, donde muchos de los académicos que están en el CMM, también están en el departamento de ingeniería matemática (que tiene asociado un doctorado y que tiene una carrera que se llama ingeniería matemática teniendo alrededor de 150 estudiantes).

El CMM es un centro que partido el año 2000 y estuvo asociados desde un comienzo a una institución francesa llamada Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). De los 45 investigadores trabajan acá hoy en día, hay 35 en la capital y 10 en la Universidad de Concepción, existiendo dos casas matrices. Hoy en día estamos dentro de los 3 mejores centros en Latinoamérica en el área, los otros están en Brasil y el otro en México.

Inicialmente partimos con investigación en Chile y luego fuimos evolucionando a involucrarnos no solamente en Chile, sino que, también en otros países como Colombia, Brasil, también proyectos en Europa. Tenemos 80 profesores visitantes por año por lo cual se requiere una infraestructura para albergar profesores que constantemente están viniendo.

Existen en este momento 15 proyectos con la industria, 10 proyectos con licitaciones públicas, 20 proyectos internacionales, 5 acuerdos internacionales, 20 tesis codirigidas entre Chile y otros países, conexión a una red de 8 centros de excelencia en el mundo.

- ¿Cómo se visualiza la expansión a futuro del CMM?

Este es un centro que depende fuertemente del Financiamiento Basal¹⁵, que en este momento está en evaluación para extender su continuidad durante tres años más. Como proyección se está pensando en la política para la conformación de centros de largo plazo¹⁶, los mega-centros. Pensamos que dada la interacción

13. Todas ellas están relacionadas con Big-Data o macro datos, concepto utilizado para referirse a una gran cantidad de datos, que debido a su tamaño (volumen), complejidad (variabilidad) y velocidad de crecimiento, no pueden ser analizadas mediante los métodos tradicionales.

14. Tera flops: TFLOPS, 1012 FLOPS (Floating point operations per second: unidad que mide la cantidad de operaciones matemáticas por segundo que puede realizar una GPU o CPU)

15. El Programa de Financiamiento Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia, que surge en el año 2006 como resultado de una propuesta del (CNIC). El subsidio del programa tiene una duración de 5 años, renovable por 5 años más, sujeto a evaluación y disponibilidad presupuestaria.

16. Con una proyección y financiamiento a más de 10 años.

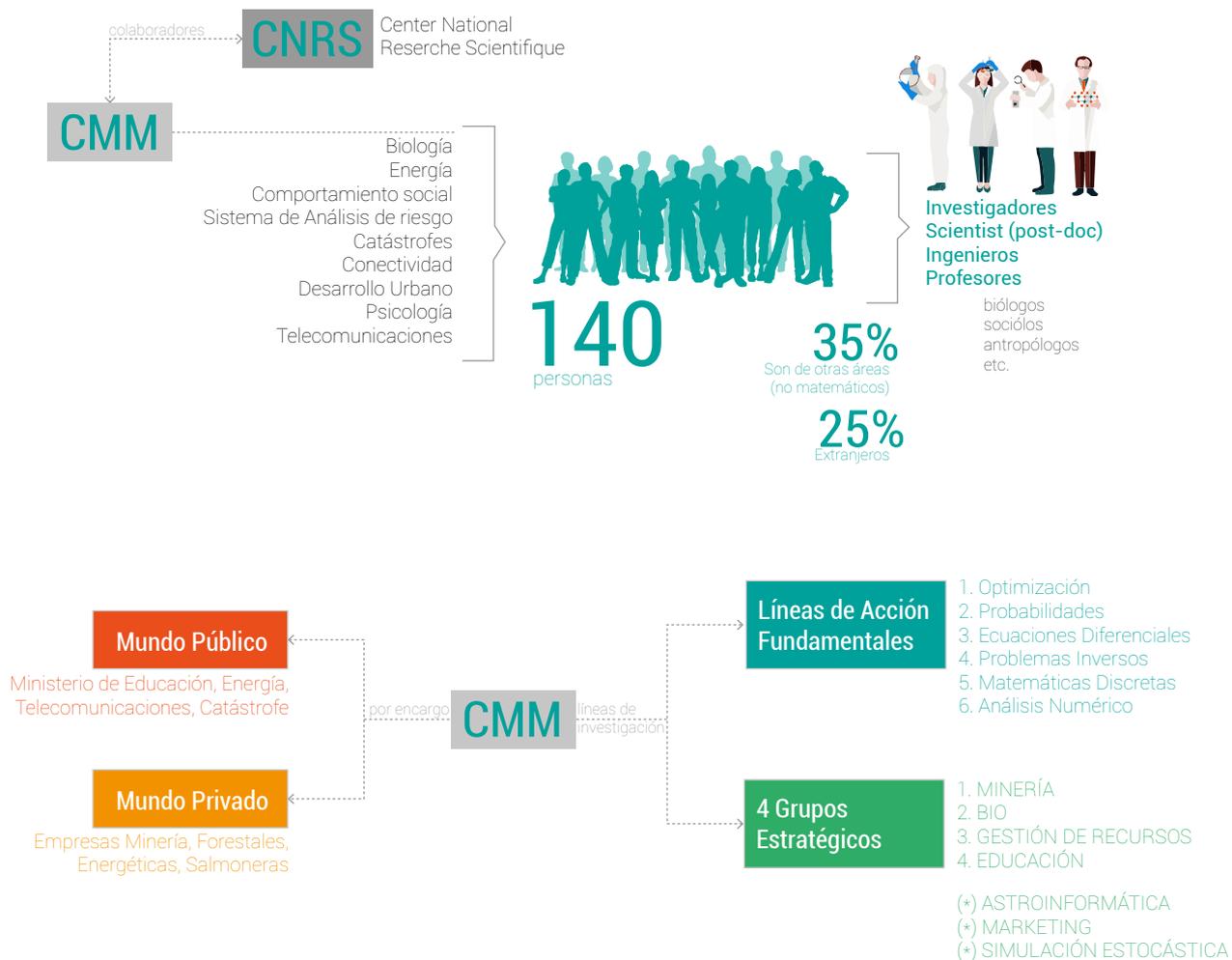


Imagen superior: estructura CMM
Inferior: Modos de investigación CMM. Elaboración propia

tenemos con muchas universidades, la comunidad del CMM conforma hoy lo que podríamos llamar mega-centro, y dado el impacto que hemos desarrollado en diferentes áreas, creemos somos los que tenemos más condiciones para desarrollarnos como un centro a largo plazo. Así vemos el futuro, como un centro potenciado desde el punto de vista de la cantidad de personas, un centro que fácilmente puede llegar a las 200 personas.

- ¿Qué otra referencia de centros en el extranjero tiene el CMM?

El CMM es una mezcla entre el Centro Max Planck¹⁷, que está dedicado a la investigación más fundamental, y el Instituto Fraunhofer¹⁸ que sería un centro más aplicado. Es similar también al centro Inria¹⁹, que también mezcla investigación fundamental en matemática e informática con sectores aplicados.

En USA, hay varios centros de investigación, pero no están fácil encontrar uno que haga investigación fundamental potente, ya que ellos están muy enfocados al desarrollo de aplicaciones. Podríamos pensar en el MIT, que hace investigaciones en ingeniería y aplicaciones. Otros centros como los de Caltech²⁰, Berkeley UC²¹ y la División de investigación de la Universidad de Washington, son modelos de centros que cruzan investigación matemática y aplicación. En Alemania está el MATHEON²², es un centro que se formó mezclando matemática aplicada.

Todos estos centros que mencioné tiene infraestructura física, no son centros virtuales. Es decir, a pesar de que **tienen un núcleo puesto en un lugar físico (núcleo central de actividades), tienen infraestructura en diferentes lugares (no están concentradas)**. Están conectadas por una buena plataforma informática -así

17. Max Planck Society for the Advancement of Science: Agrupación de centros alemanes de investigación, de origen no gubernamental, y sin fines de lucro

18. Organización de investigación alemana que comprende 58 institutos por toda Alemania, cada uno especializado en un campo diferente de las ciencias aplicadas.

19. Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique. Institución Pública Francesa de investigación y desarrollo de tecnologías digitales.

20. California Institute of Technology.

21. University of Washington Office Research

22. MATHEON Research Center

como nosotros tenemos la red de conectividad para usar el supercomputador- lo que permite deslocalizar la actividad, y no concentrar toda la actividad en un solo lugar. El punto de la infraestructura es importante, desde nuestra experiencia, si no se tiene ese espacio físico central – si fueran solo grupos pequeños en lugares distintos, conectados mediante la red- el centro no es capaz de articularse y no perdura en el tiempo.

Es fundamental tener una buena infraestructura, ya que permite la interacción, el uso compartido de equipos y laboratorios y, por último, la creación de una identidad, de una comunidad.

-Laguna Carén

Para el CMM es importante estar localizado en la Facultad de Ingeniería, por la interacción con otros departamentos. En ese sentido, Laguna Carén es un proyecto interesante, porque nos ofrece una plataforma donde se puede dar esta interacción. Imagino a Carén poblado con diferentes centros de excelencia, como éste, y además con empresas grandes. Eso generaría una interacción enorme, se transformaría en un polo de desarrollo científico-tecnológico gigantesco. Nosotros vemos ese proyecto con muy buenos ojos.

También creo que es muy importante desde el comienzo, mirar a Carén como un espacio internacional. Las redes internacionales tienen que ser claves en el desarrollo, ya que, si se piensa desde esa perspectiva, se crea la infraestructura necesaria y el desarrollo urbano al interior, El proyecto de Carén, bien podría situarse en el plano mundial.

Otro tema importante es la vinculación con proyectos de residencia que deben existir. Las personas de CNRS²³, vienen en un plazo desde seis meses a dos años. Con el tiempo hemos logrado alojarlos entre apart-hotel y hoteles, pero claramente no está bien organizado. Por lo tanto, hay que tener una red de departamentos donde puedan alojar.

23. Centre National de la Recherche Scientifique





4. Laguna Caren

La laguna Carén es un predio de 1.035 há ubicado en la comuna de Pudahuel. El lugar se caracteriza por su atractivo visual y su amplio potencial paisajístico, teniendo como puntos de referencia el Cerro Amapolas en el sur-oriente del valle, y el cordón montañoso de la Cordillera de la Costa - zona denominada Puntilla de lo Vásquez en el límite nor-poniente-. El terreno es cruzado de norte a sur-oriente por la Laguna Carén, que es un estuario artificial generado por la contención del Estero Carén, mediante una represa ubicada en la desembocadura con el estero Lampa.

El cuerpo de agua de la laguna, ocupa una superficie aproximada de 10 há, y en él encontramos humedales naturales en la zona norte del predio. El ecosistema terrestre predominante, pertenece a la sub-región del matorral espinoso del seco costero, siendo la acacia cavens²⁴, la especie predominante dentro del lugar.



Situación urbana. Relación entre el predio y las facultades de la Universidad de Chile. Elaboración propia.

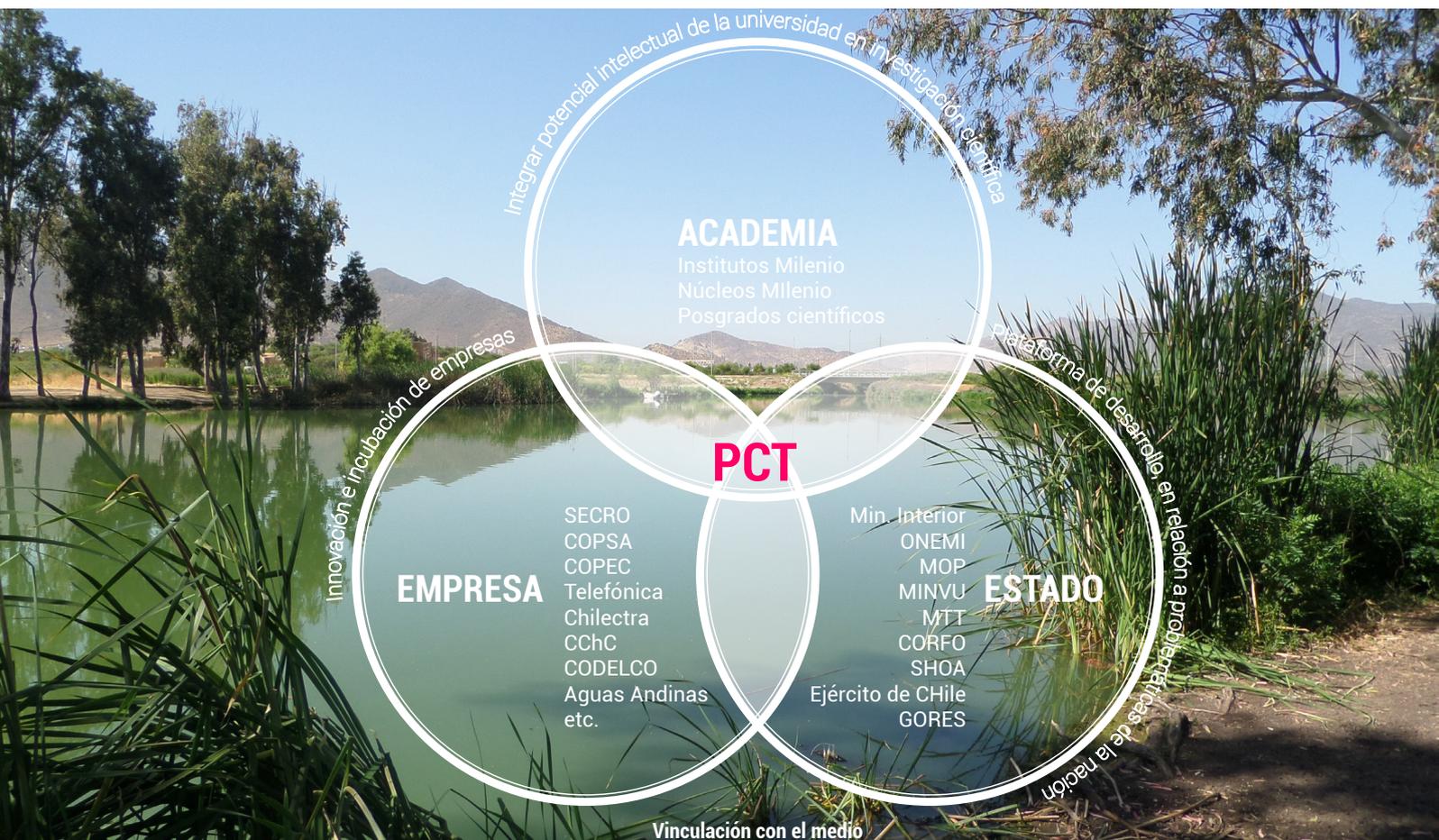
El terreno se ubica a 20km del centro de Santiago, a 5,5 kilómetros de la circunvalación Américo Vespucio y a unos 7km del Aeropuerto Arturo merino Benítez. Es precisamente, la cercanía con el Aeropuerto y su posición en el eje Santiago-Valparaíso - 20 min del centro de Santiago y a 1 hora del puerto- lo que lo hace un lugar estratégico. Es en éste terreno, que la Universidad de Chile decide implementar el proyecto de un Parque Científico Tecnológico.

24. *Acacia caven* o *Espino*

Los objetivos generales del PCT en Laguna Carén son los siguientes:

- Promover el desarrollo de la innovación y el cambio tecnológico, a través de la agrupación de empresas y centros de investigación - tanto nacionales como extranjeras - e instalaciones universitarias, favoreciendo la interacción y el desarrollo de nuevas tecnologías e industrias innovadoras.
- Promover la oportunidad de modernizar, mejorar y expandir las actuales instalaciones de la universidad, de modo que ésta cumpla un rol protagónico a nivel nacional.
- Crear un espacio público, que albergue actividades colectivas al aire libre en armonía con los objetivos del proyecto.

Es importante entender que, al igual que las iniciativas de Silicon Valley y los Parques Científicos Tecnológicos, se busca un espacio geográfico que tenga las condiciones para albergar Academia, Empresas de base tecnológica y Estado.



Esquema de interacción y las partes convocadas en el PCT. Elaboración propia.

25. Proyecto Universidad en el siglo XXI

Estos tres ejes fundamentales generan la inercia necesaria para el desarrollo conjunto. Esta interacción, sumada a una constate retroalimentación de la sociedad, permitiría proyectar los desafíos del PCT no solo a un carácter nacional, si no también, posicionaría a Chile dentro de la escena internacional en cuanto a desarrollo.

En el presente capítulo, se presentará la evolución del proyecto universitario desde su gestación, hasta el presente, analizando en sus distintas etapas la progresión de los distintos seccionales que se han dispuesto para la zona. En un principio, se analizará el desarrollo cronológico de los 25 años del proyecto; para después entrar en una revisión de los componentes naturales presentes en el terreno.

4.1. Seccionales

El PCT Laguna Carén de la Universidad de Chile es un proyecto académico que nace en 1992, en el contexto de un Taller de Evaluación Estratégica²⁵, convocado por la Universidad d plantea la necesidad de crear un parque Científico Tecnológico.

Rector delegado
Gral.
Agustín Toro Dávila

1978

Donación del Gob. militar a la DIGEDER, dependiente del Ministerio de Defensa, por parte del FISCO

CORA
Corporación Reforma Agraria



1992

En el marco del "Proyecto Rectoría : Universidad del siglo XXI" se realiza un taller de evaluación estratégica, para la instalación de un Parque Tecnológico de la U. Chile

1993

Se realiza "Estudio de Perfectibilidad para la Creación de un PCT de la Universidad de Chile.

1994

Primer Gob. de la Concertación mediante Decreto Supremo N 350 del ministerio de Bienes Nacionales transfere gratuitamente el terreno a la Universidad de Chile.



Rector
Jaime Lavados Montes

1995

Por Decreto N 441 del Ministerio de Justicia concede personalidad jurídica a la **Fundación Valle Lo Aguirre**.

Se promulga Decreto N 237 del Ministerio de Minería que declara el lugar como "Zona de Interés Científico".

1996

Se realiza un convenio con la Comunidad Europea por ECU 607.970, para financiar estudios de preinversión.

1997

Inician estudios financiados por la Comunidad Europea: Plan Maestro, Proyecto de urbanización, Estudio de impacto Ambiental, Plan de implementación y gestión.

1999

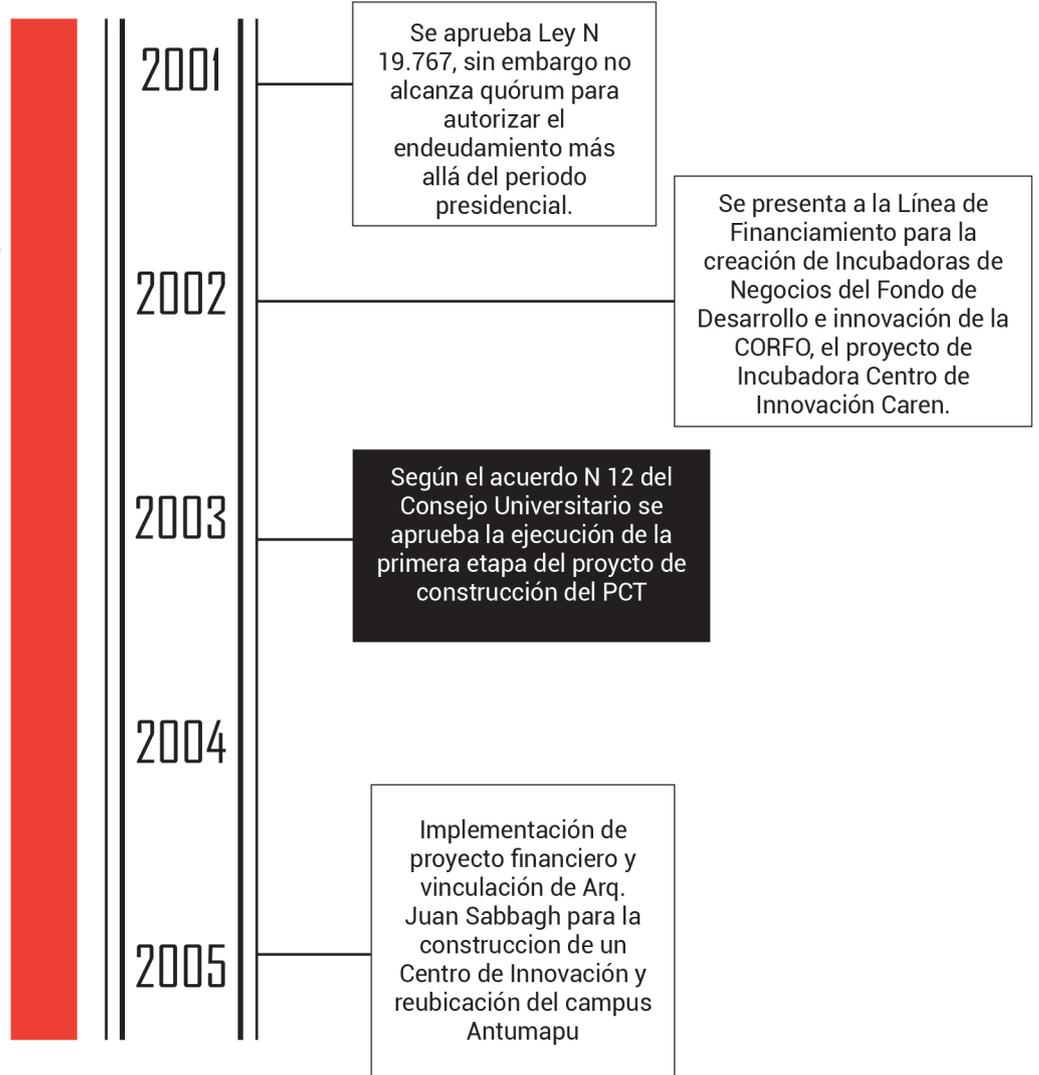
Se aprueba un proyecto de ley que autoriza el endeudamiento de la Universidad de Chile y otorga a esta la operación del aval del Estado.

Rector
Luis Riveros Cornejo

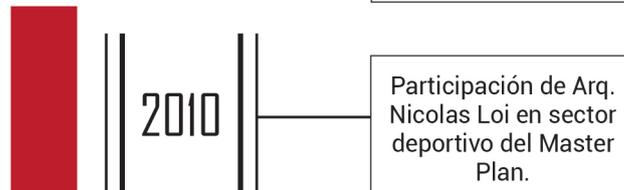
2000

El proyecto "Parque Laguna Caren" gana Primer Concurso Nacional de Proyectos Concesionables generando interes por parte del MOP, se inicia la construcción de el enlace vial del PCT con la ruta 68.

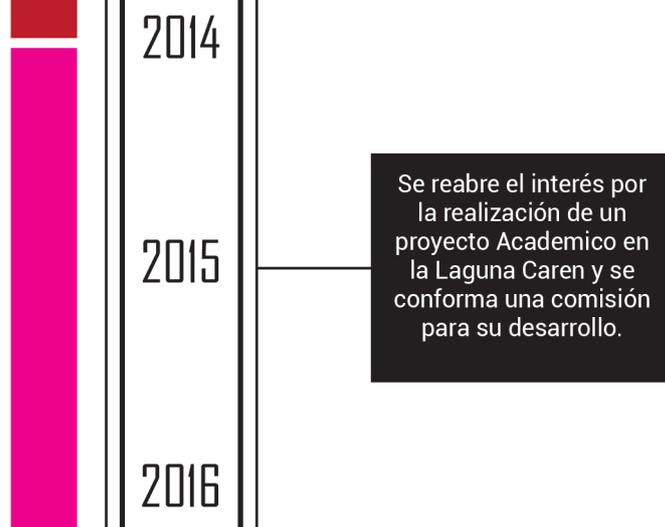
Rector
Luis Riveros Cornejo



Rector
Víctor Pérez Vera



Rector
Ennio Vivaldi Véjar



PARQUE TECNOLÓGICO	PARQUE PÚBLICO
□ ÁREA EMPRESARIAL (EMPRESAS PEQUEÑAS)	□ ÁREA DE ESPARCIMIENTO
□ ÁREA EMPRESARIAL (EMPRESAS GRANDES)	□ CAMPO DE GOLF
□ ÁREA DE SOPORTE:	□ ÁREA INSTALACIONES NAUTICAS
□ ÁREA DE INVESTIGACION	① RESERVA NATURAL I
□ ÁREA DE AMPLIACION	□ ÁREA ESPARCIMIENTO Y SERVICIOS
PARQUE UNIVERSITARIO	OTRAS AREAS
□ ÁREA ACADÉMICA	② RESERVA NATURAL II
□ ÁREA DE SOPORTE:	□ SERVICIOS A LA CARRETERA
□ CENTRO DEPORTIVO	□ ÁREA VERDES GENERALES
□ ALOJAMIENTOS ESTUDIANTILES	□ ÁREA DE RESERVA
□ ÁREA DE AMPLIACION	

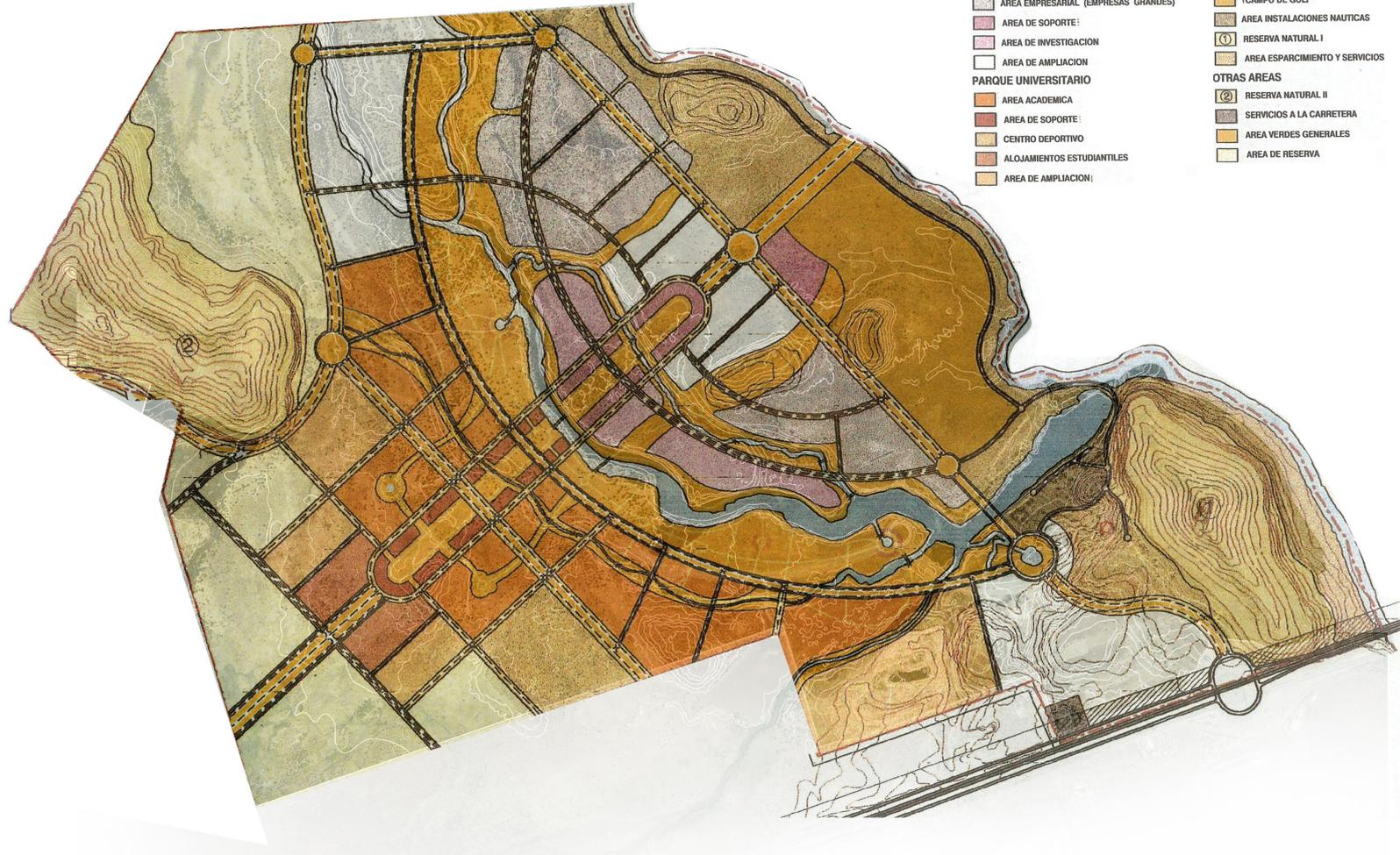


Imagen Superior: Seccional 1998

4.1.1. Seccional 97'-98'

En 1994, el en ese entonces ministro de Defensa Patricio Rojas Saavedra, médico cirujano de la casa de estudios, gestiona el traspaso de los terrenos estatales de Laguna Carén (1035 há) a la Universidad con éste propósito. Una vez realizado el traspaso, se formula en conjunto de entidades académicas internacionales, el Plan Maestro para la Laguna. En 1995 y se crea la "Fundación Valle lo Aguirre", con Patricio Rojas como Vicepresidente, con la finalidad de realizar el proyecto de gestión, administración y futura construcción del complejo.

Finalmente, tras tres años de gestión, surge el anteproyecto Master Plan 1998, estando encargados de su desarrollo el arquitecto erradicado en Londres, Marcial Echenique, MECSA y la empresa Design Workshop.

En él, se consideraron los siguientes polos de desarrollo:

- Parque Tecnológico: donde se instalarán empresas de base tecnológica, institutos de investigación, oficinas profesionales e incubadoras de empresas
- Parque Universitario: contendrá unidades académicas y de investigación de la universidad y de otras instituciones de educación superior; y residencia universitaria.
- Parque Público: áreas verdes para actividades recreativas, deporte y cultura, públicos y privados.

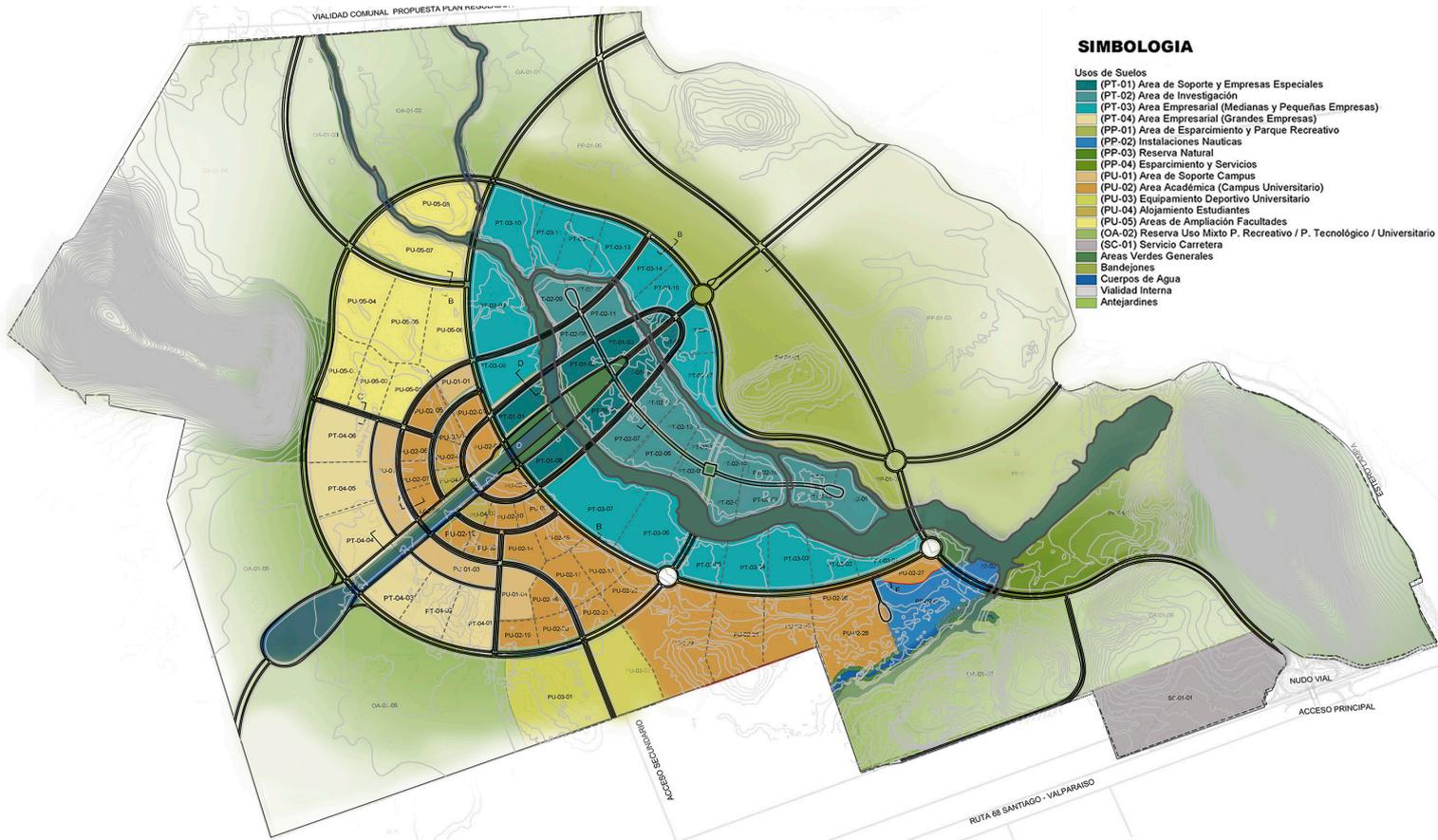


Imagen Superior: Anteproyecto 2002

26. Equipo de trabajo Sabbagh Arquitectos participantes: Juan Sabbagh P, Juan Pedro Sabbagh, Cecilia Wolf, Andrés Weil.

4.1.2. Anteproyecto 2002

En el año 2002 se optimiza y actualiza en Seccional realizado en el '98'. En éste contexto, se convocó a Sabbagh Arquitectos26, para la realización de dos tareas: la creación de un Centro de Innovación, que funcionara como piedra fundacional del Parque Científico; y la segunda, la articulación de un proyecto de incorporación del Campus de Ciencias Forestales y Agronómicas de la Universidad, al complejo.

Hasta el año 2008 se implementa una primera etapa, llegando a construirse los primeros tramos viales, incluyendo dos rotondas y una zona de recepción en conjunto con las conexiones sanitarias y eléctricas de los primeros loteos.

El proyecto estuvo estancado por más de seis años, tras un sumario por la utilización de los recursos monetarios de la universidad, donde se estima que el ingreso inicial para la implementación del parque ha pasado de 20 millones USD a casi 5 millos USD.

Sin embargo, la **extensiva subdivisión del predio**, la **falta de consideraciones de carácter ambiental** y la incorporación de operaciones que solo **aumentaban los costos** de construcción (ampliaciones de cuerpos de agua, entre otras), junto con la **falta de un plan de gestión sólido** y las **discordancias con los usos permitidos**, fueron las principales causas de que el proyecto no se pudiera proyectar en el tiempo.

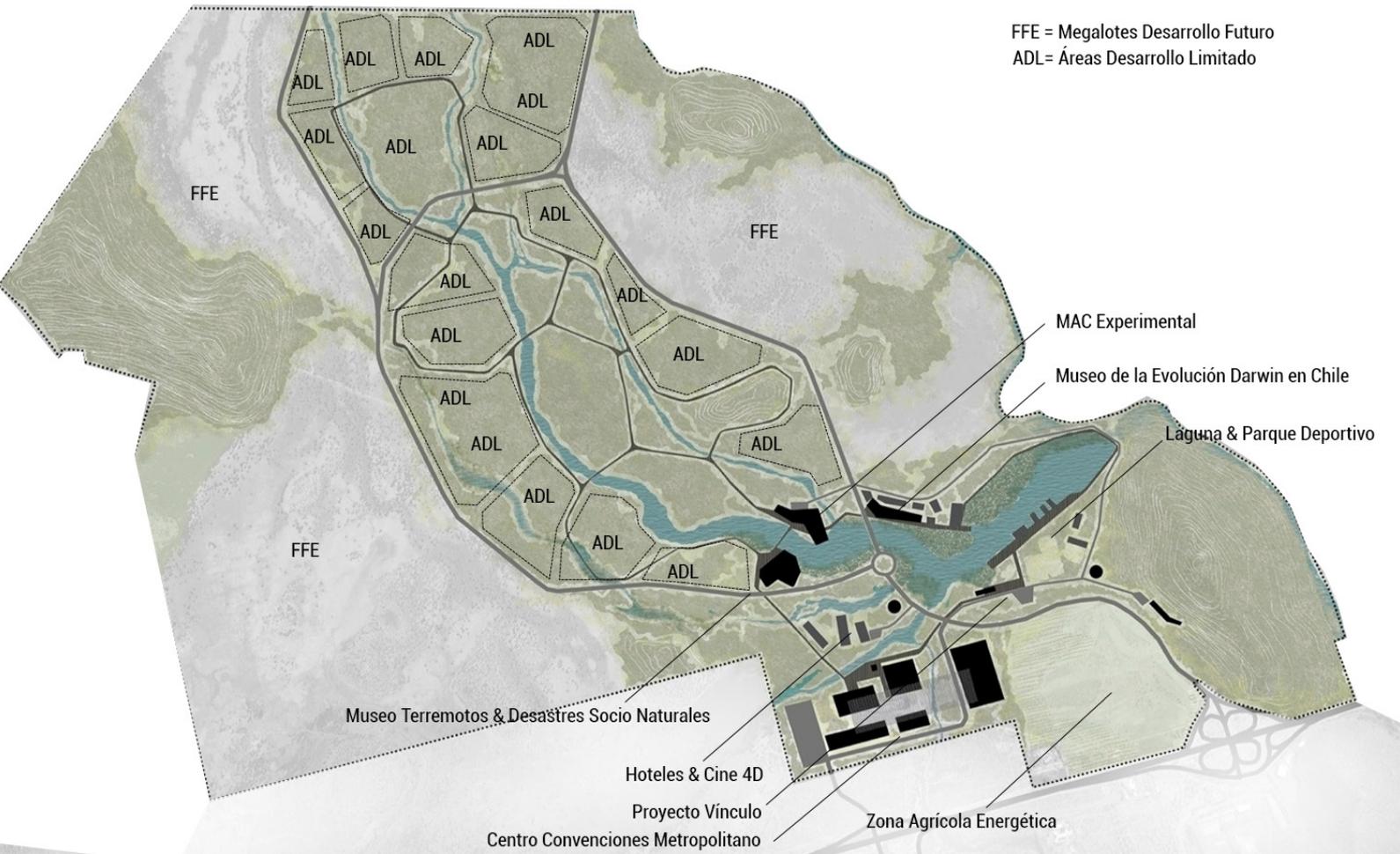


Imagen Superior: Seccional 2015

4.1.3. Seccional 2015

Instrumentos de planificación:

En 1994, el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, reconoce el terreno de Laguna Carén como área verde, lo que condiciona los usos complementarios al área verde a los equipamientos Científico, Culto y Cultura, Deporte y Esparcimiento; permitiendo también construir solo el 1% del terreno.

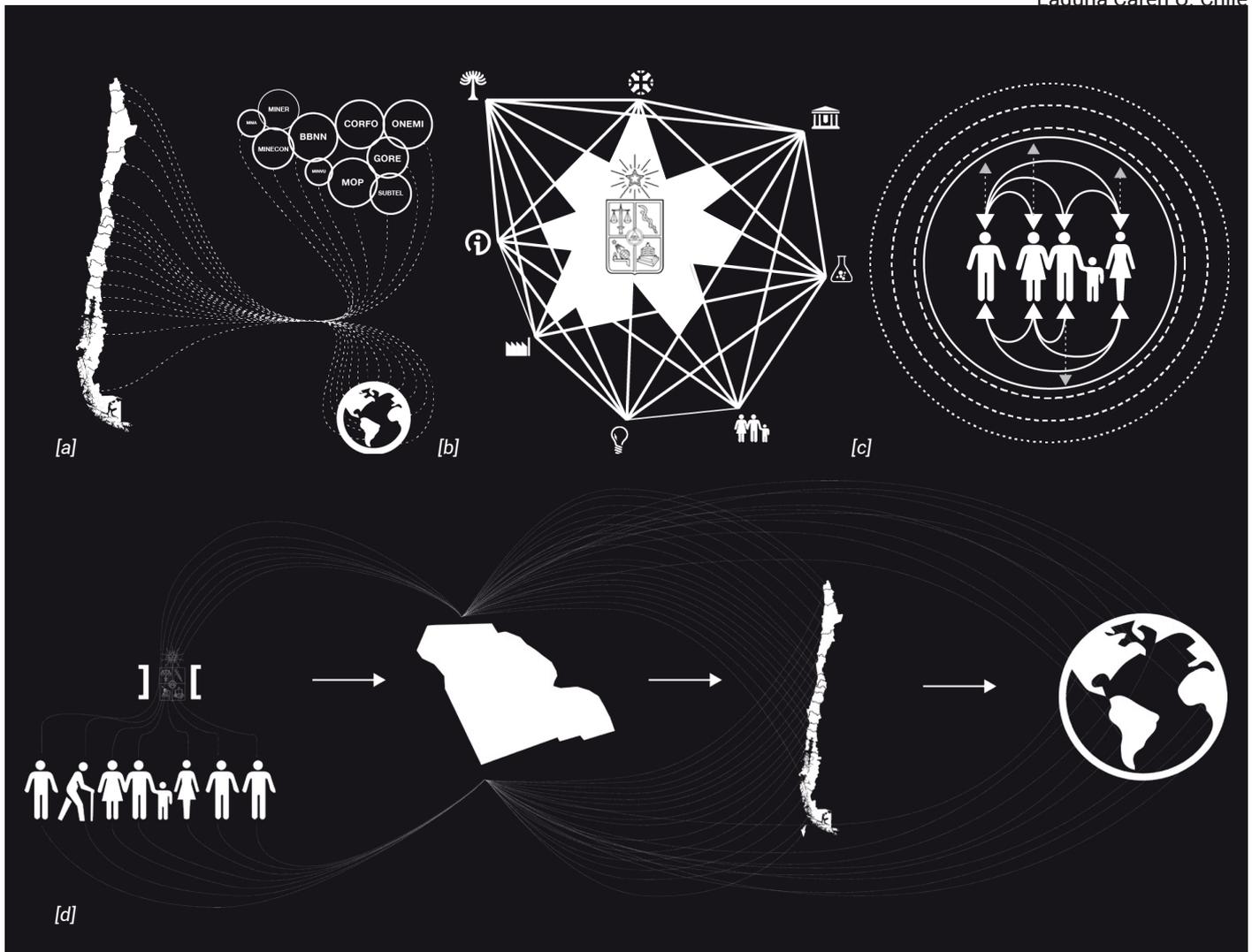
En el año 2003, por el Decreto Supremo N°47 1992, la OGUC, mediante la modificación del artículo 2.1.31, permite que en los terrenos destinados a área verde que no se han materializado, se puedan construir "edificios de uso público o con destinos complementarios al área verde", con un **porcentaje de ocupación de suelo no mayor al 20%**. Así mismo, establece que debe hacerse cargo de una superficie correspondiente a 4 veces a la superficie utilizada por las edificaciones.

Seccional

Tras asumir Ennio Vivaldi la rectoría en 2014, comienzan a realizarse una serie de acciones que ponen al PCT como una de las prioridades para la universidad.

Ante los problemas acarreados en el antiguo planteamiento del Plan Maestro, se decide hacer tabula rasa. Se convocan a las mayores personalidades de la Universidad de Chile en términos de investigación y desarrollo docente, con el afán de condensar y plasmar las directrices de un proyecto actualizado. El equipo encargado del desarrollo del proyecto está compuesto Pilar Barba, Directora de servicios e infraestructura y el arquitecto - urbanista Francisco Allard.

Una de las problemáticas que recoge el nuevo proyecto, es la fragmentación de los campus en Santiago, dificultando el trabajo interdisciplinario. Además, se reconoce la falta convergencia



a. Aproximación Conceptual de la proyección nacional

b. Universidad de Chile con Entorno

c. Transdisciplinariedad

d. Síntesis de las escalas del PCT: universidad, metropolitano, país, internacional.

Fuente: Laguna Carén, Un proyecto que despierta la imaginación de Chile. Francisco Allard

27. Edificio Vínculo: Centro de Innovación + Incubadora de empresas

académica entre los diversos grupos y centros de investigación, que nacen de la misma universidad, existiendo en ocasiones una gran proximidad temática en orientaciones de investigación sin un diálogo entre las partes. Además, **incorpora una visión más sustentable de entender la relación entre los sistemas ecológicos y la interrelación con los sistemas humanos.**

Es por esto que el Seccional 2015, se caracteriza por ubicar de forma sustentable los centros dentro del área. Se incorpora entre las diversas disciplinas del universo académico, la idea del coworking, generando una sinergia positiva.

El vínculo de **investigación interdisciplinario**²⁷ funcionaría como un alimentador de las instancias empresariales, fomentando la investigación aplicada a través de ellas y permite la creación de nuevas empresas de base científico-tecnológico, con la posibilidad de instalarse en la misma zona. De esta forma se cumple con el factor de "incubadora de empresas" o semillero propio del desarrollo de un PCT.

En relación al Seccional 2005, se disminuye el área de intervención a 500 hás, dejando la otra mitad destinada a la preservación del ecosistema del parque y concentra las edificaciones destinadas a cultura, deporte y difusión en el primer tercio del predio.

En este nuevo proyecto se implementa una red Fotónica o Internet industrial. Ésta, opera mediante la transmisión de señales vía fibra óptica²⁸. La implementación de esta red, permitiría la operación de maquinaria a distancia en tiempo real (eliminando el error por desfase existente actualmente), permitiendo avances en minería, captación de datos en los distintos observatorios nacionales e inclusive aplicaciones en medicina a distancia o telemedicina. Por lo tanto, haría de éste lugar un núcleo de control, con operaciones en todo el país.

28. Internet oscura, 85.000 veces más veloz que una conexión domiciliar convencional, pudiendo transmitir 1.28 teras por segundo.

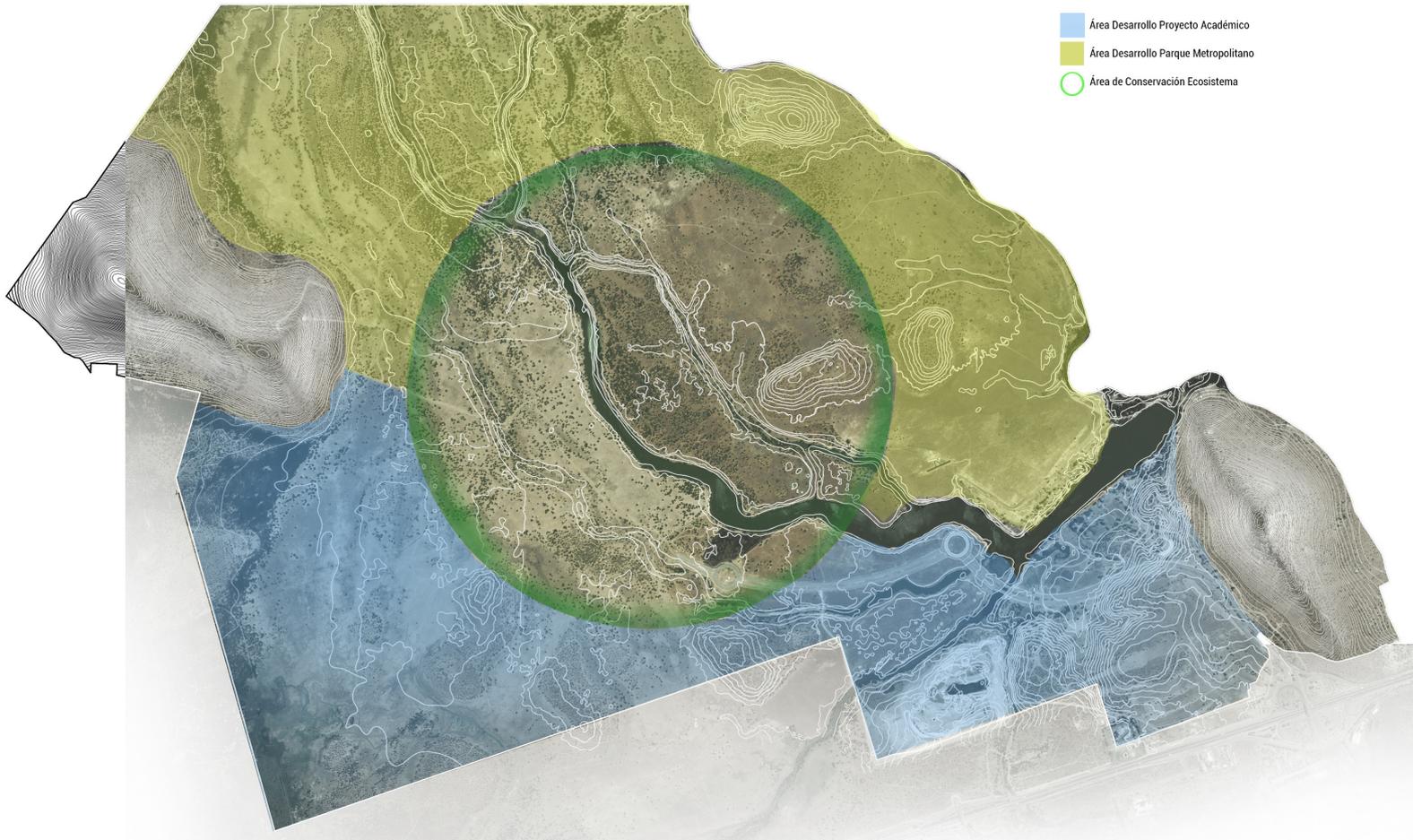


Imagen Superior: Pre-seccional 2016. Elaboración propia.

4.1.4. Pre-Seccional 2016

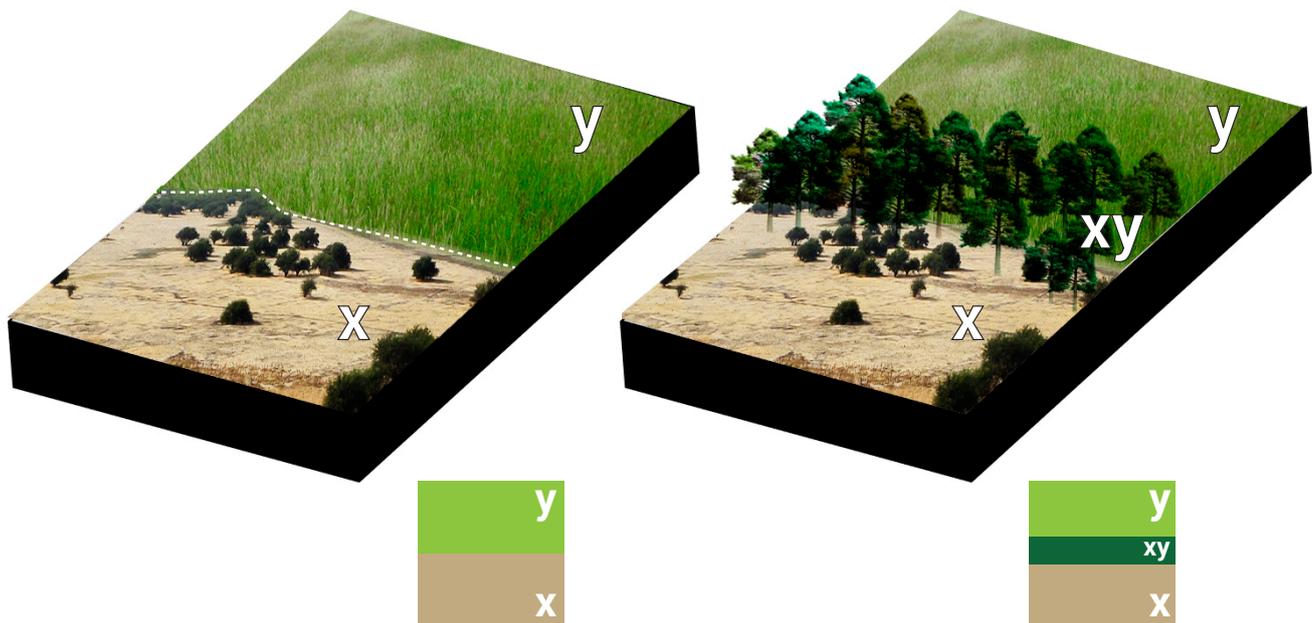
El Seccional 2015, había sido una adaptación de las primeras versiones de los anteproyectos, a las nuevas condiciones del contexto político y económico. Una de ellas es que el proyecto no respondía a las exigencias del Plan Regulador Metropolitano, en el cual el predio está demarcado como área verde, y por lo tanto superaba el porcentaje de ocupación de suelo permitido.

Por otro lado, en Laguna Carén, existe un ecosistema único, ya que es el resultado de la degradación de lo que en el pasado fue un bosque esclerófilo, cuya condición se ha ido perdiendo con el por la acción del hombre. Si bien, en otras propuestas se generaban áreas de conservación estas se disponían de forma secundaria en el seccional.

Es por esto que se replantea el problema de cómo construir, y se adiciona el problema de cómo conservar el medioambiente, y para ello se invierten los roles en la propuesta: se delimita un área de conservación en el centro del parque, y se comprimen las zonas de construcción del PCT –permite maximizar los recursos, y además fomenta la interacción entre personas en barrios densos -.

El área de conservación, va a estar resguardada y a su vez va a limitar con el exterior, a través de un espacio amortiguador, definido por el concepto de "Ecotono", entendido como un espacio donde los componentes geográficos, están en tensión.

La idea es generar una franja geográfica que pueda actuar como espacio de transición, entre los ecosistemas protegidos al interior del área de conservación, y los ecosistemas propuestos por el



Esquema gráfico del concepto de ECOTONO. Elaboración propia.

29. Proceso natural de evolución ecológica, donde las dinámicas propias de un ecosistema sustituyen parte de los organismos que lo integran.

hombre. Parte de los objetivos es permitir proceso de sucesión ecológica²⁹ al interior del área natural preservada -al sacar al elemento antrópico-, dejando que la naturaleza actúe por sí sola, reconstruyendo sus dinámicas perdidas y volviendo a su origen como bosque esclerófilo. La estrategia es generar anillos de protección, cuyo perímetro actúe como amortiguador entre ambas situaciones.

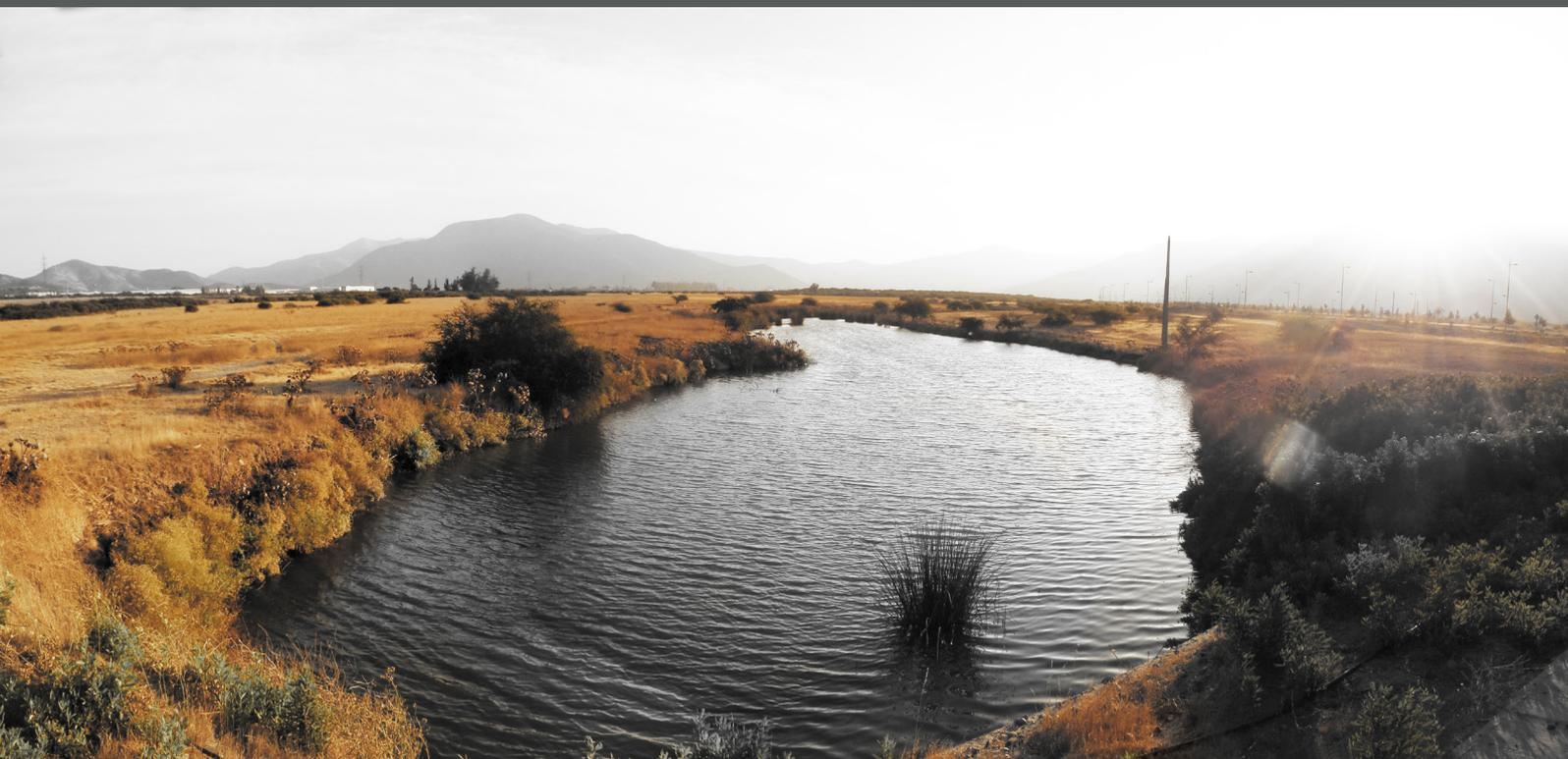
La forma geométrica debe ser clara y pregnante desde el aire – el predio es visible desde el aeropuerto- porque la vista aérea será la imagen de bienvenida y despedida, y ésta representará de forma simbólica el compromiso que tiene Chile con la innovación y con preservación del medioambiente.

El anillo tiene un espesor de 30m, y un diámetro de 1,5km, generando un polígono de 180 há. La ubicación, se definió en una área estratégica del predio, donde encontramos una muestra representativa de los ecosistemas que hay en la laguna³⁰. En él hay programas recreativos (paseos, miradores). Éste límite estará definido por especies vegetales altas³¹, con una densidad diferente a la del interior y el exterior. Todas las construcciones se ubicarán en torno al anillo.

Edificio Vínculo: Se entiende como el espacio donde se instalarán los investigadores. Sin embargo, se plantea como un sistema, más que como un edificio. Para ello se generará un piso técnico y sombreadero sobre la cual se irán disponiendo los centros de investigación (retícula de 8x8), en función a cómo vaya creciendo el sistema.

30. Ver capítulo flora y fauna

31. Especies del bosque esclerófilo – zona central.

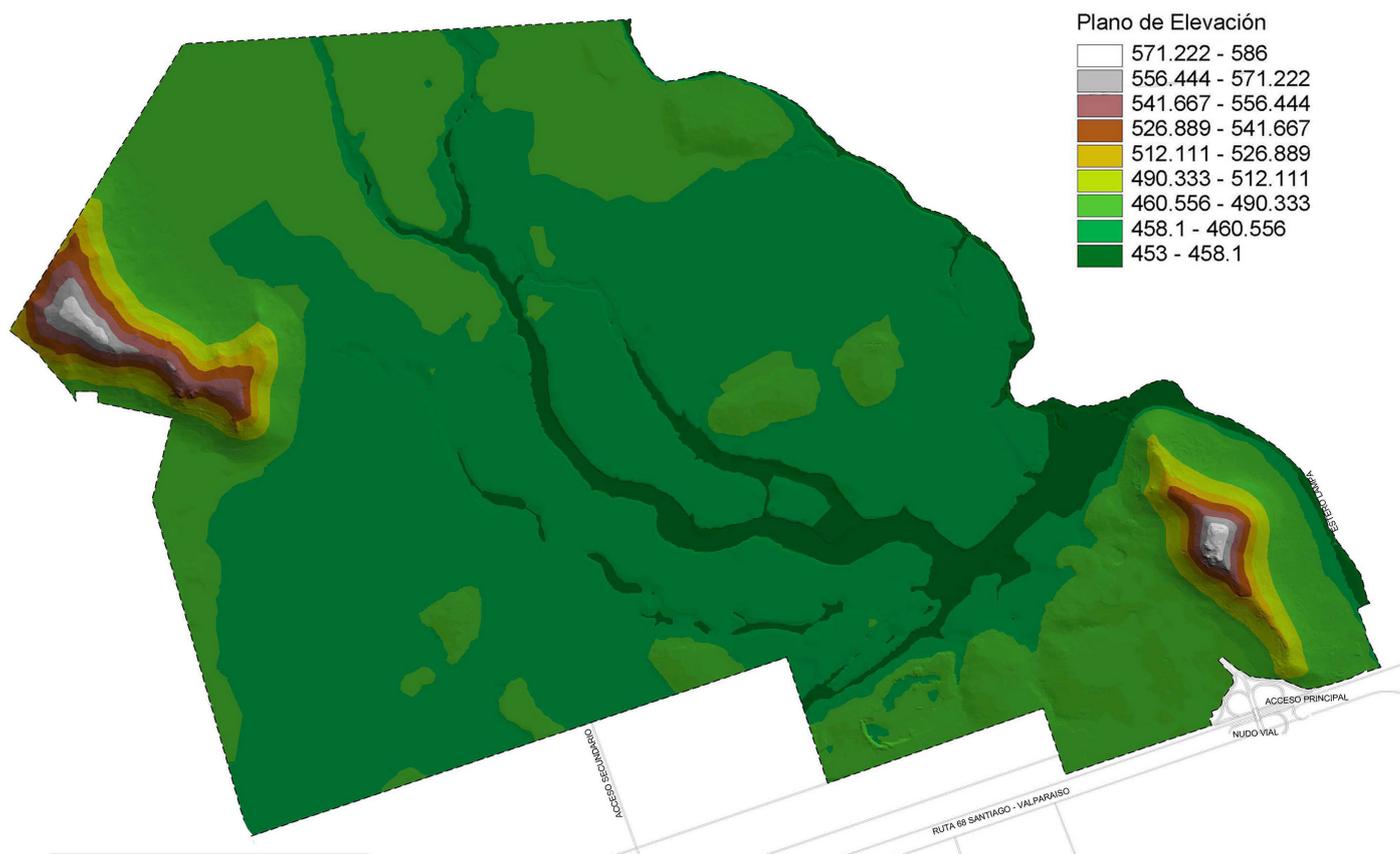


Vista desde uno de los brazos de la laguna. Fotografía Elaboración propia.

4.2. Características Naturales del terreno

La laguna Carén es un cuerpo de agua artificial, que ocupa el 1% de la superficie del predio. El predio, se encuentra localizado en una zona semi-árida, caracterizada por lomajes suaves y la presencia de dos cerros de altura moderada. La singularidad del paisaje de la laguna, le da un gran potencial escénico y su calidad medioambiental, está determinada por la existencia del cuerpo de agua, la presencia de humedales, vegetación característica de un clima seco, y la presencia de aves y reptiles.

A continuación de detallarán los aspectos más relevantes del lugar, aspectos que en último proyecto PCT, debe recoger, proteger y destacar, en su nuevo planteamiento:



Topografía del predio. Fuente: <http://www.onsitechile.cl/wp-content/uploads/2014/07/003.jpg>

4.2.1. Geografía, Hidrografía y Suelo

Clima

En cuanto al clima de la zona, éste se define como mediterráneo semiárido interior –con lluvias invernales y estación seca prolongada, de 6 a 8 meses –, caracterizado por una temperatura promedio de 15°C (máxima de 36,6°C y mínima de -6,8°C), una humedad relativa de 67%, y con precipitaciones con un valor promedio de 259,5 mm (máximo de 682mm, mínimo de 25,9mm).

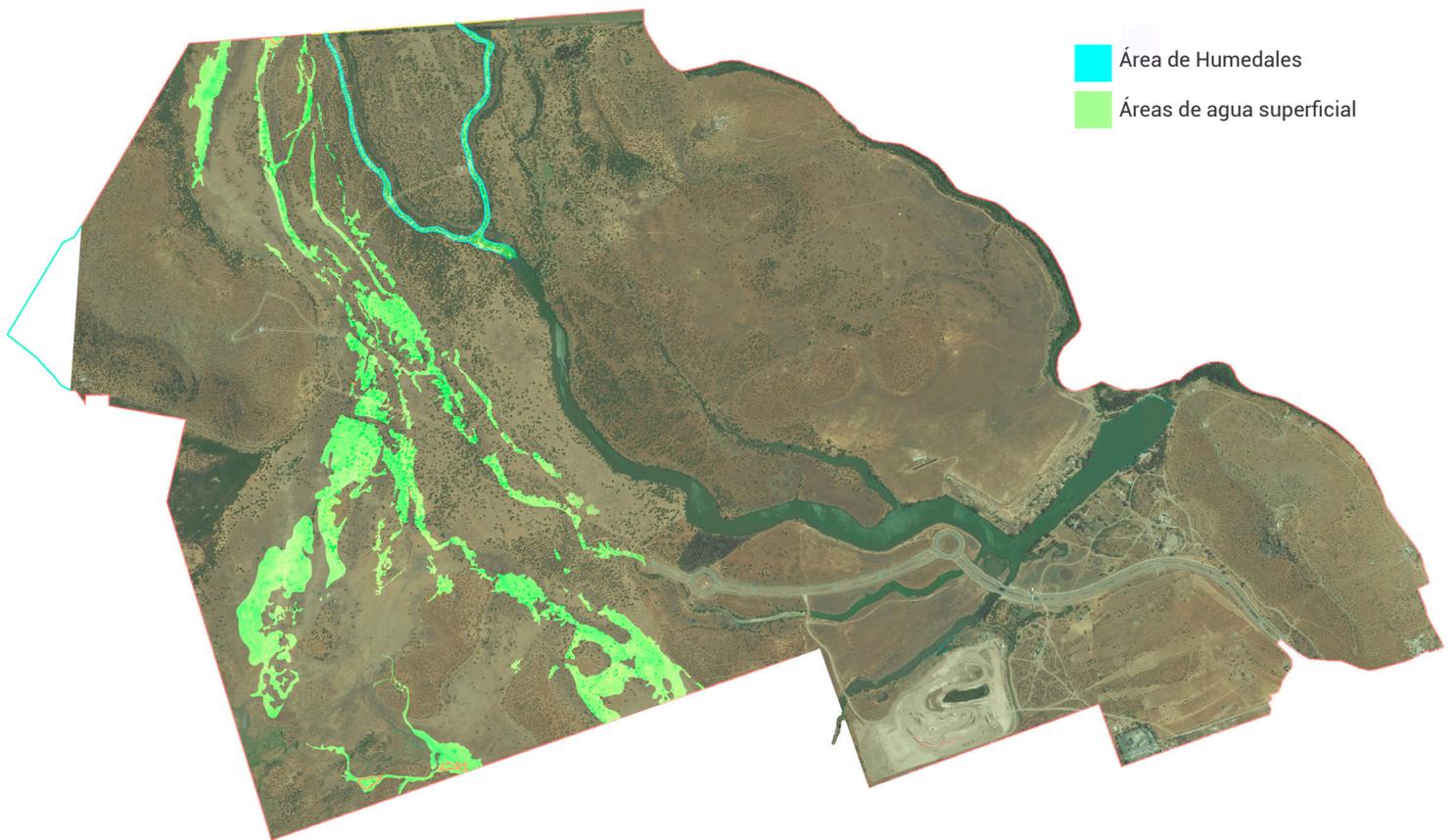
Geología

A partir de un Estudio Agronómico³², se determina que el terreno poseía pocas características agrícolas, permitiendo solo la plantación forestal ornamental y la reforestación con especies nativas.

Hidrografía

La laguna artificial tiene su origen en el estero Carén, que atraviesa el predio de Nor-poniente a oriente, el cual, por medio de una represa (100m de longitud y 6m de alto), controla el paso del agua hacia el estero Lampa. Los afluentes del estero Carén, provienen de las cuencas Lo Aguirre, Noviciado y Lipangue. La laguna tiene una superficie de 10há y un volumen de 95.000 m³. Los anchos de la Laguna van desde los 60m a los 170m, y su profundidad es menor a los 5m. En el sector norte del predio, se identifican humedales naturales, conformados principalmente por juncos y totoras.

32. Estudios Previsionales y Proyecto de Cooperación Comunidad Europea: Plan Maestro, Proyecto de Urbanización, Estudio de impacto ambiental y Pla de Implementación y Gestión. Mayo, 1997.



■ Área de Humedales
■ Áreas de agua superficial

Mapeo de áreas con agua superficial. Elaboración propia

Humedales

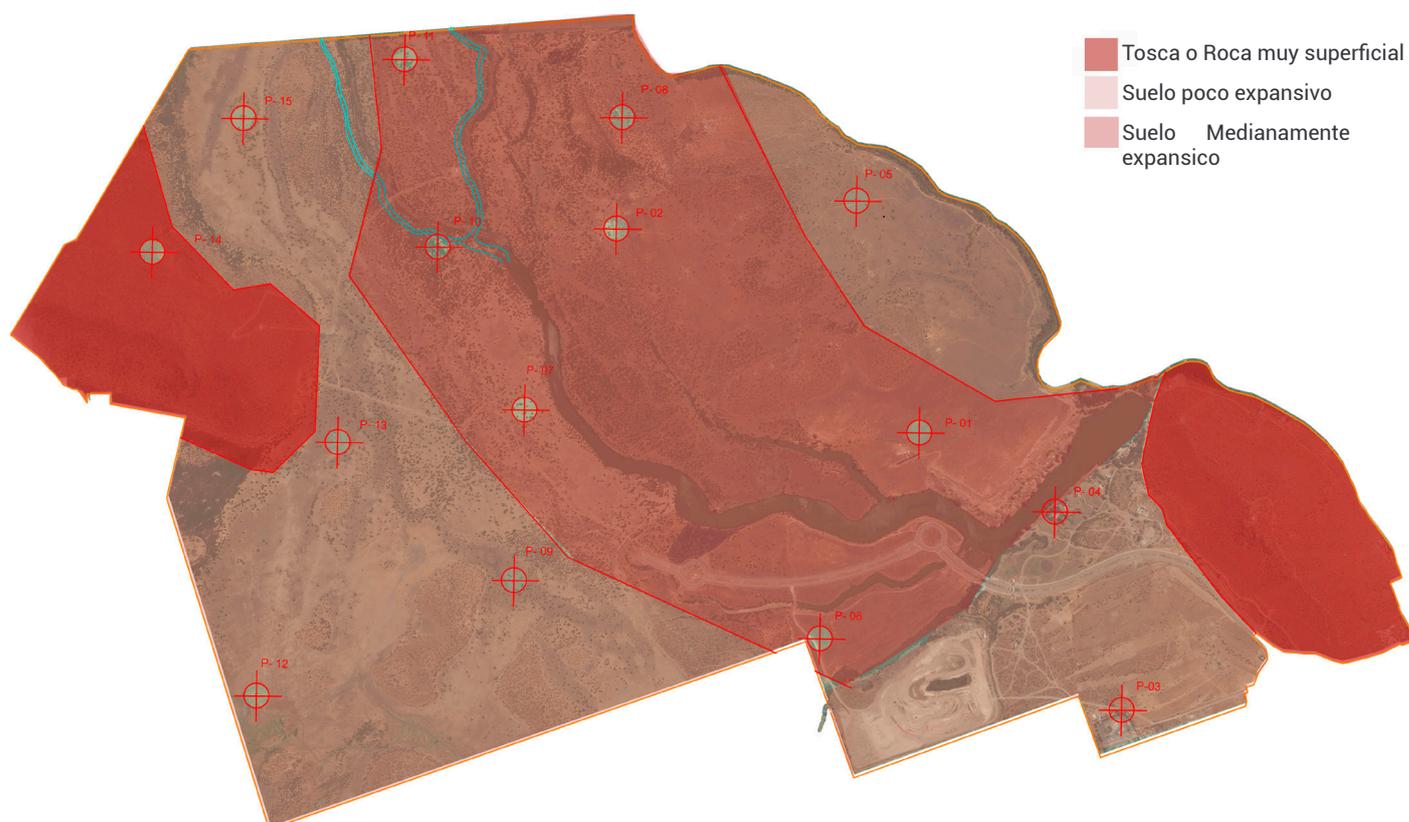
Se define como zonas donde el suelo se encuentra cubierta, de forma permanente o intermitente, por agua con poca profundidad. Son zonas donde el agua es el principal componente del medio de la vida vegetal y animal que se desarrollan en ese ecosistema, por lo que son también una fuente de material genético vegetal, y sirven de refugio para especies silvestres. Cumplen muchas funciones dentro de un ecosistema, como almacenar agua, mitigar inundaciones, control de la erosión, recarga y descarga de acuíferos y purificación de las aguas. Los elementos que componen un humedal son: agua, los sustratos, las plantas, las comunidades de microorganismos y de invertebrados acuáticos, entre otros.

La zona de humedales en el predio, van desde el límite Norte del predio hasta la junta de los brazos Nor-Oriente y Nor-Poniente del Estero, y tiene un área de 2,5 há.

Contaminación de las aguas

A partir de estudios realizados en el agua del estero Carén, se detectaron diferentes fuentes de contaminación: aguas de riego agrícola, residuos líquidos de aceites y grasas – provenientes de industrias de lácteos y cecinas-, y posiblemente residuos líquidos provenientes de la Minera Pudahuel. Como forma de restaurar y mejorar las condiciones actuales de los humedales, se recomienda limpiar y eliminar los residuos sólidos e implementar un plan de protección del éstos, a través de una zona periférica de protección (7m desde los bordes del cauce hacia afuera). Para su restauración, se plantea la ampliación de los humedales y la siembra con especies que colaboren con la purificación de las aguas (como el Junco y el Jacinto Acuático)³³.

33. (Jara, 2002)



Mapa con tipos de suelo. Fuente: Ordoñez, 2000.

Tipo de Suelo

El terreno está constituido principalmente por un estrato de pumicita – roca de origen volcánico - cubierto por una capa de arcilla superficial.

En el esquema superior se muestran los tipos de suelo del predio:

Suelo medianamente expansivo: es aquel que sufre deformación ya sea expandiéndose (hinchamiento) o contrayéndose, ante variaciones de humedad o de presión a las que son sometidos. Por lo que al cimentar en ellas éstas presentan agrietamientos.

Suelo poco expansivo: es aquel que presenta menor deformación ante las variaciones de humedad o peso.

Tosca o Roca superficial: mezcla de arcilla y caliza. Corresponde a un tipo de suelo incompresible, no socavable por el agua.

34. (Ordoñez, 2000)

A partir de un estudio de mecánica de suelo realizada en el P5³⁴, se declara la presencia de una capa inferior de depósitos de cenizas volcánicas (1,5m -2,0m), con un estrato superior de suelo arcilloso (0,6m-2.0m), de media a baja a expansividad, pero de poco espesor.

A partir éste estudio, se determinó que es posible fundar estructuras de hasta tres pisos o galpones livianos, en estratos de arcilla superficiales, con fundaciones de dimensiones normales. **Y para estructuras más altas con un máximo de doce pisos, las fundaciones deben apoyarse en el estrato más sólido – pumicita.**



Detalles de la especie Acacia Caven

4.2.2. Flora y Fauna

Flora

La región vegetal a la que pertenece es la Región del Matorral y Bosques Esclerófilos, y corresponde a la sub Región del Matorral Espinoso del Secano Costero (Gajardo, 1994). Esta es una formación secundaria producida por la intervención del humano, transformando los bosques esclerófilos en matorrales y bosques abiertos.

La especie vegetal característica, es la acacia caven (espino); en total se catastraron alrededor de 77.000 ejemplares en el predio. El espino es considerado es un árbol o arbusto espinoso, con una altura de entre 2 a 6 metros de alto – en condiciones favorables y sin intervención puede llegar a medir 7 metros- y el diámetro de su tronco tiene alrededor de 40 centímetros. En general se presentan de forma arbustivo, aunque en la Laguna, es posible identificar muchos ejemplares con carácter arbóreo. Es un árbol de hoja caducas compuestas, cuya flor es de color amarillo (agosto a octubre) da paso a un fruto llamado quirinca. Esta condición de cambio de color lo hace llamativo y se destaca de su entorno.

En el predio se catastraron 23 especies de flora silvestre³⁵. Las comunidades vegetales que más se encuentran son el Espino-Algarrobo (acacia caven – prosopis chilensis) presente en la mayor parte de la planicie, y el espino-huañil (acacia caven – proustia cuenifolia), en las laderas. Hay presencia también de Litre (Lithrea caustica), Quillay (quillaja saponaria) y Guayacán (Porlieria chilensis). El Guayacán y el algarrobo, son especies endémicas³⁶ de la región, y están catalogadas como especies vulnerables por la CONAF.

35. Inecon Ltda (1997)

36. Solo viven en un territorio determinado



Izquierda: Especies Humedal
 Derecha: Garzas en vuelo
 Fotografías elaboración propia

Vegetación Acuática

Las especies macrófitas – adaptadas a medios acuáticos o muy húmedos – se pueden clasificar en dos categorías: especies emergentes y especies flotantes. La vegetación emergente o de pantano, son aquellas cuyas raíces están en el fango, y sus hojas y tallos están en el aire; se caracterizan por tener cámaras huecas en el interior de los tallos y las hojas, lo que permite que el oxígeno llegue a las partes sumergidas de la planta. Mientras que las flotantes, son plantas cuyas raíces no llegan al sustrato y que se encuentran en la superficie del agua, y son minoritarias. En el caso de Carén la vegetación acuática está principalmente conformada por la totora, y algunas de Juncos en menor cantidad, ambas corresponden a especies emergentes.

Especies emergentes en Carén: Totora (especie *Typha angustifolia*), Junco (*Scirpus lacustris*), Caña (*Phragmites australis*). Especies flotantes: Sombrero de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*). La presencia de estas especies es escasa, y se ha visto afectada por acción antrópica, por la quema y cosecha de totora.

Fauna

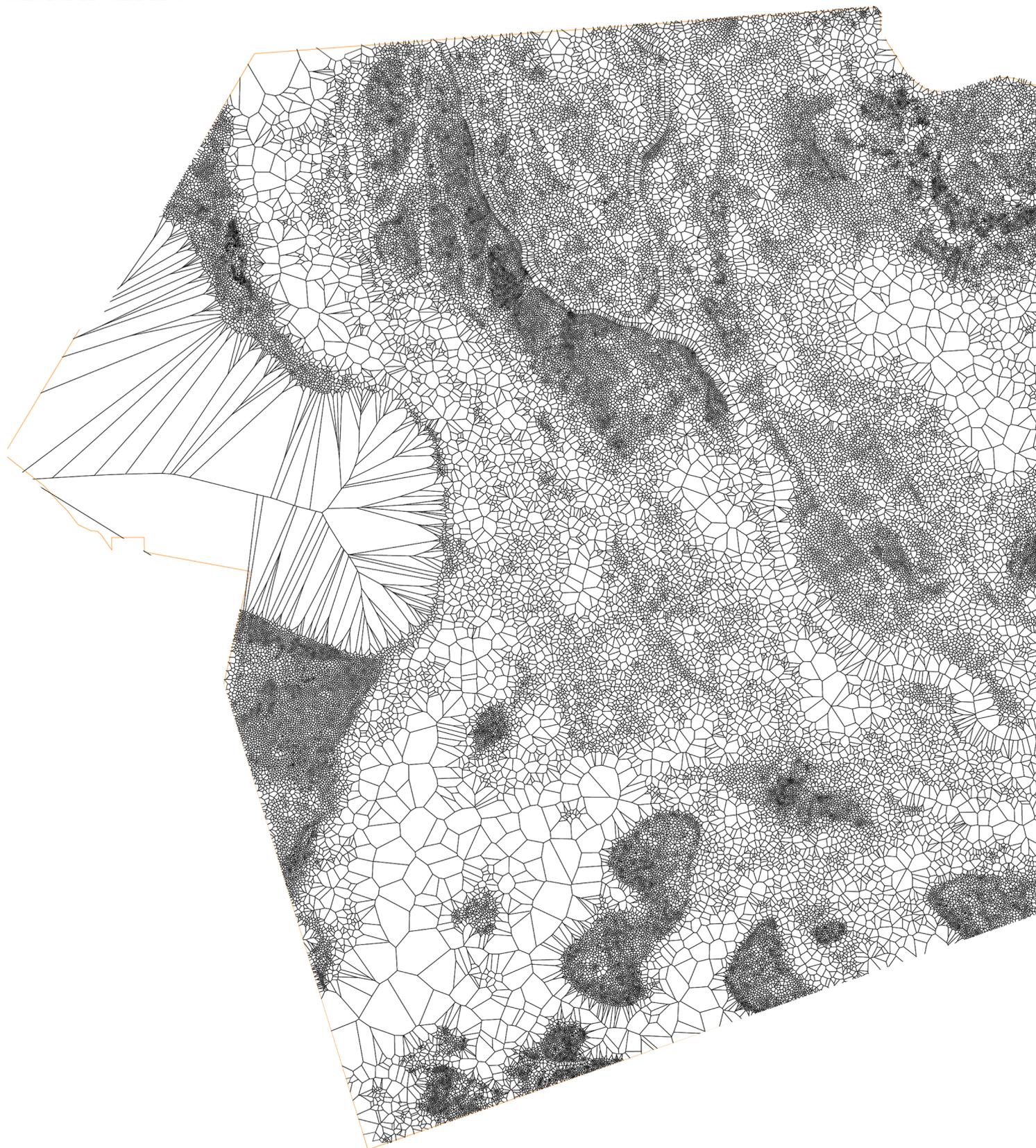
La fauna presente en el predio está compuesta por 4 especies de anfibios, 8 reptiles, 49 aves y 22 especies de mamíferos. Esto habla de la diversidad biológica que alberga el ecosistema.

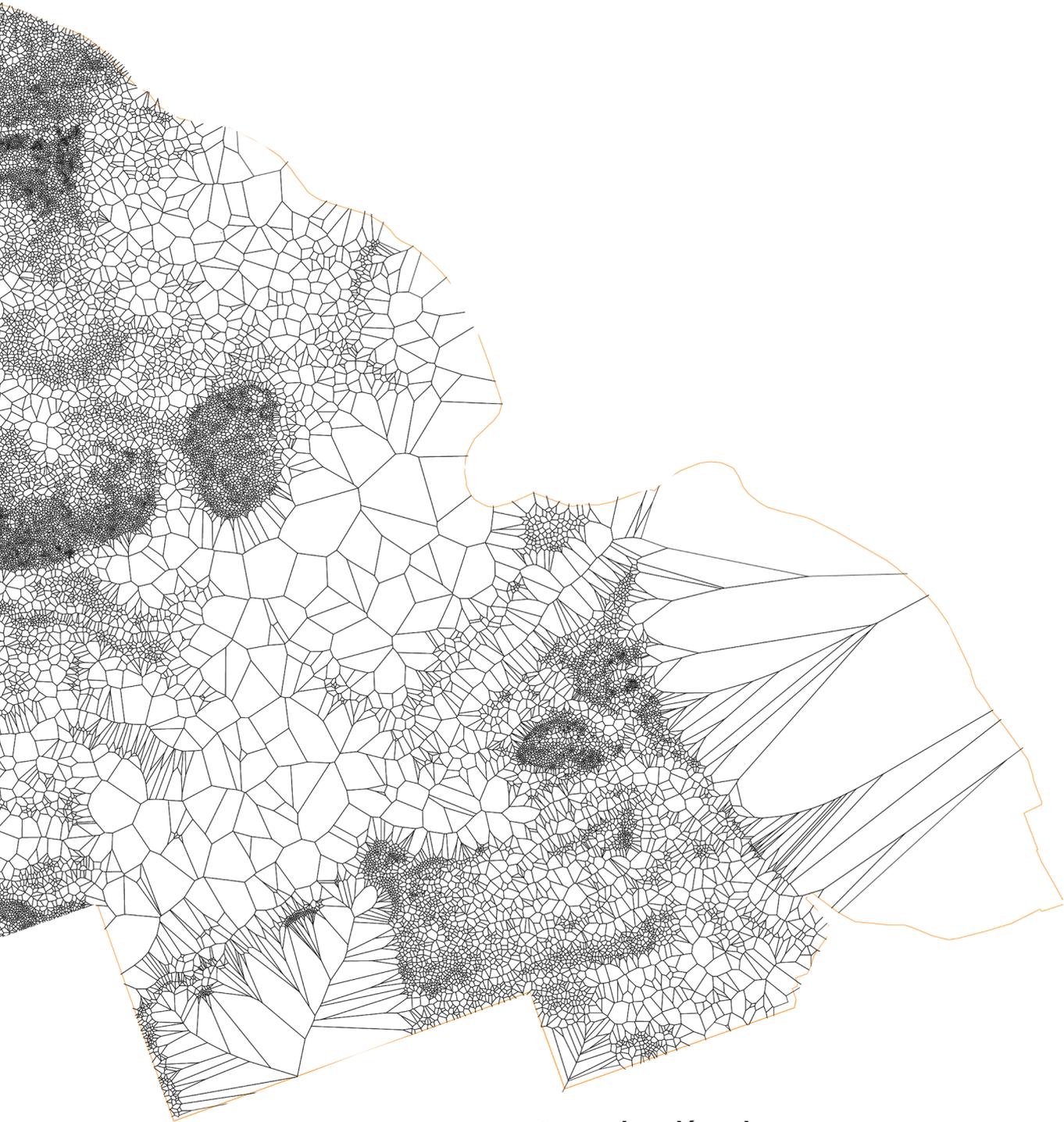
Clases de Anfibios: rana (*Caudiverbera*), sapo africano (*Xenopus laevis*)

Clases de aves: garza grande (*Casmerodius alba*), garza chica (*Egretta thula*), garza boyera (*Bubulcus ibis*), huairavo (*Nycticorax*), gaviota (*Larus dominicanus*), churrete (*Cicloides fuscus*), churrete chico (*Cicloides ostaleti*)

Clases de mamíferos: coipos (*Mycastor coipus*).

5.DESARROLLO DE PROYECTO



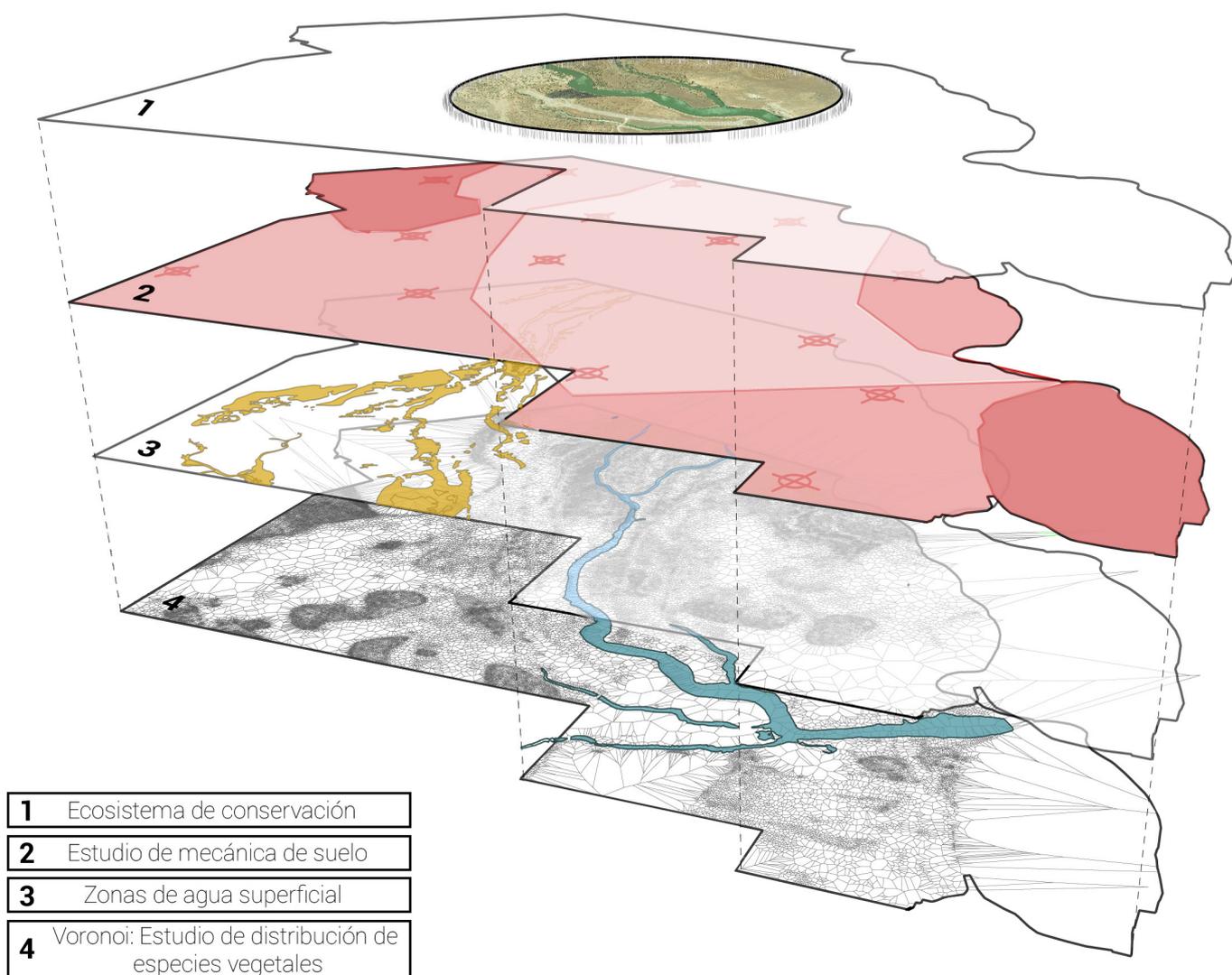


5.1. Aproximación Urbana

Una vez considerados tanto, las antiguas aproximaciones urbanas, como los diversos estudios en el predio de Carén, se realizó un levantamiento de especies vegetales, logrando catastrar más de 70.000 ejemplares sobre el valle.

Una vez realizado el levantamiento, se llevó a cabo un estudio de relaciones en términos de distanciamiento entre ejemplares, pudiendo dividir la totalidad del terreno en las regiones de cada especie vegetal a través de el diagrama Voronoi.

La realización de este estudio, permite apreciar dónde se ubican las zonas de menor y mayor concentración vegetal, y es el punto de partida de la propuesta urbana para emplazarse en aquellas zonas donde el impacto sea menor.

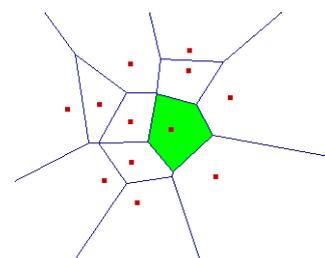


Combinación de estudios sobre terreno

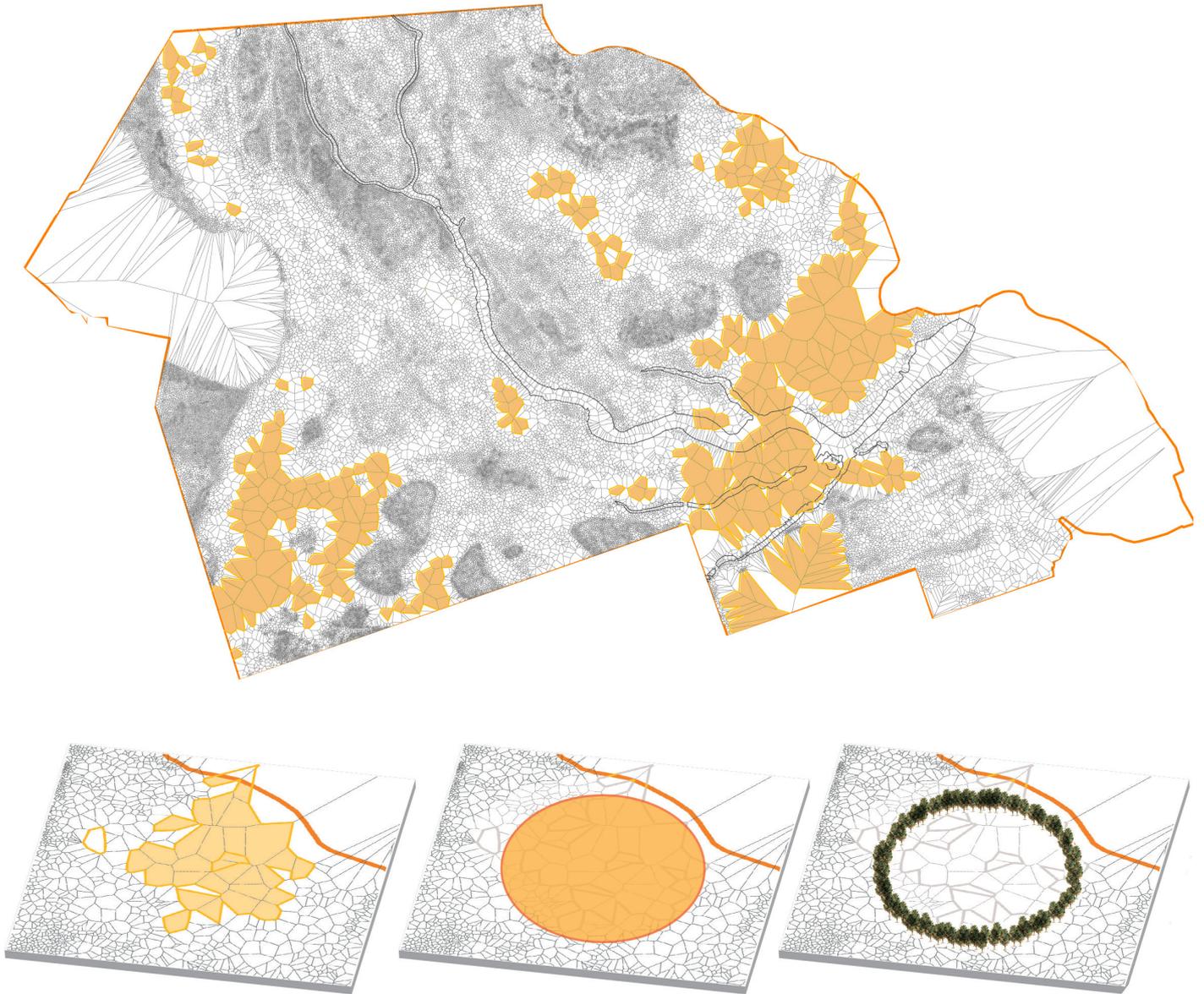
El cruce de información tiene como objetivo establecer los criterios, que definirán la factibilidad de construir en la totalidad del terreno, de forma que el proyecto sea lo menos invasivo posible al ecosistema existente en la laguna.

1. Ecosistema de Conservación. La principal operatoria en el nuevo pre-seccional propuesto para la Laguna Carén, es la determinación de un área de conservación para el ecosistema, generando un anillo central con una superficie de 180 há, que permiten tener una muestra representativa del sistema natural existente, y la restauración ecológica de éste.

2. Tipos de suelos. Otro factor determinante es el tipo de suelo, que definirá los lugares donde es posible fundar, o las condiciones en las que se puede hacer según la profundidad de los estratos, o la existencia o no de capas freáticas.
 En los suelos medianamente expansivos, solo se considerarán factibles construcciones que no requieran subterráneos, como galpones ligeros o construcciones hasta 3 pisos.
 En los suelos poco expansivos, se considera factible la construcción de subterráneos, y edificaciones de mayor altura, hasta 12 pisos.
 No se consideran construible sobre la roca tosca, ya que éste tipo de suelo se encuentra en los cerros.



Esquema voronoi. En verde región de una semilla o célula.
 Fuente: <http://asignatura.us.es/fgcitig/contenidos/gctem3ma.htm>



3. Aguas superficiales. Se hizo un mapeo satelital (a partir de observaciones en terreno) de las zonas donde hay presencia de agua superficial, a partir de la coloración de la tierra. Estas áreas de infiltración, dan muestras de la presencia de agua a una profundidad menor, por lo que no se considerará como un lugar factible de construir.

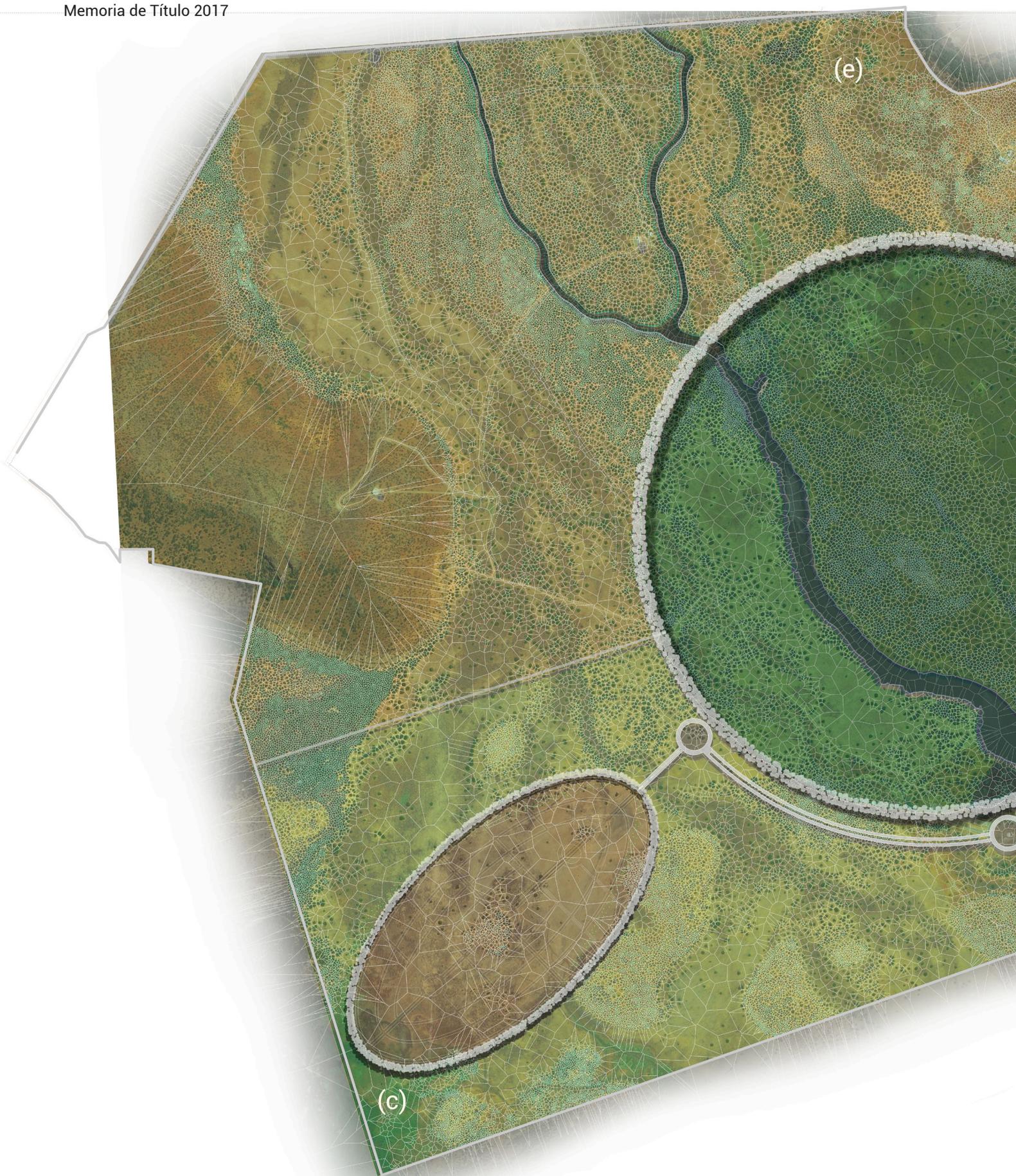
4. Concentración especies vegetales – Voronoi

El diagrama voronoi, es un modelo matemático utilizado para generar regiones, basadas en la división del espacio a partir de la cercanía entre puntos. En este caso, se utilizó para comprender la densidad vegetal en el terreno, donde cada punto – o semilla- correspondía a la ubicación de un ejemplar vegetal (en su mayoría acacia caven).

El resultado de éste modelo en el predio, generó regiones –células o celdas- que serán evaluadas en función de su tamaño y relación con otras celdas

Generación de zonas de intervención

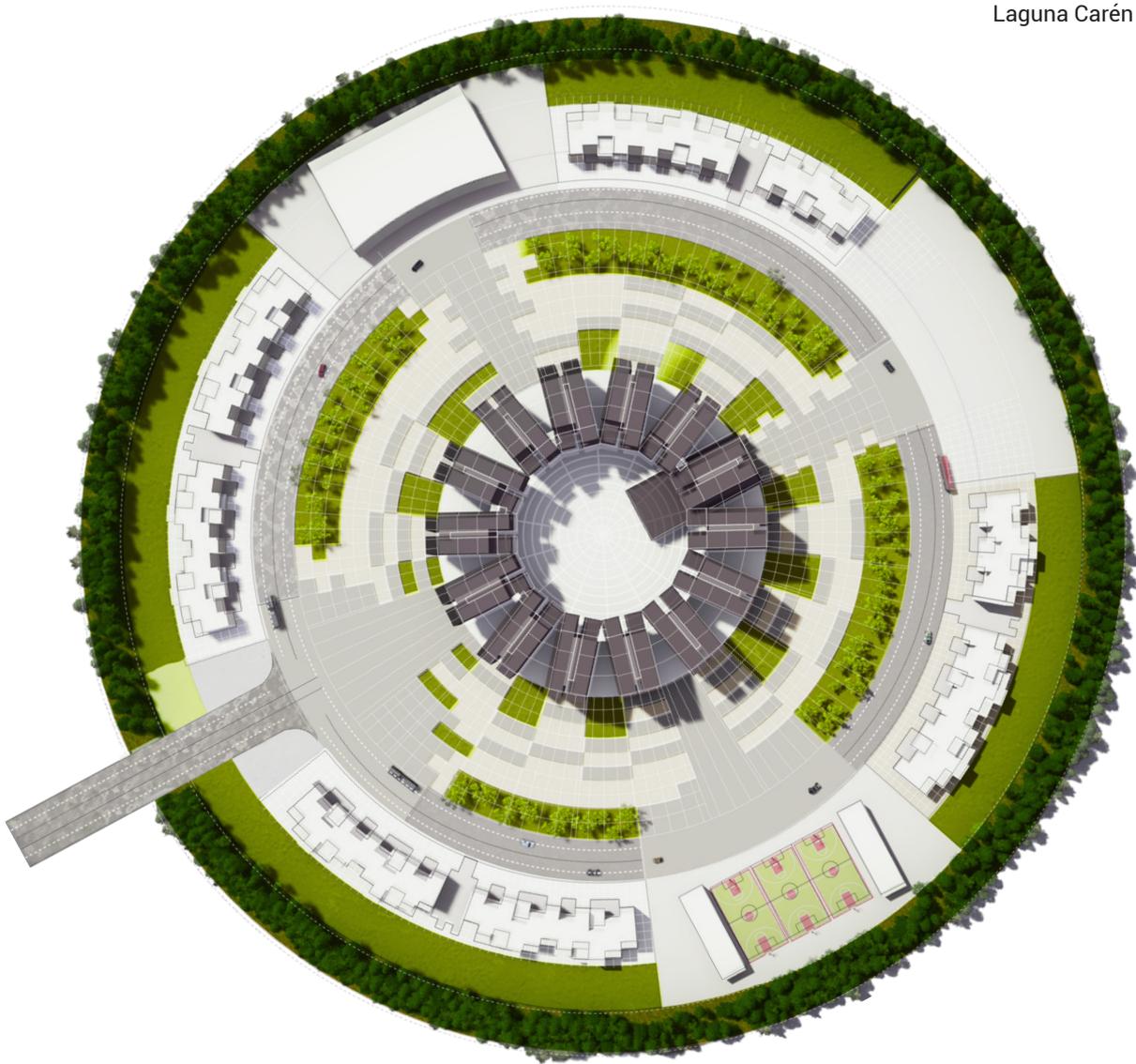
Al cruzar todos los mapas, se generaron zonas con mayor factibilidad de construcción. Posteriormente, se racionalizaron las formas entregadas por el mapa. Al igual que en la zona de conservación del ecosistema, las zonas donde se ubicarán las instalaciones del PCT, tendrán un buffer que lo separará del entorno.





A partir de las áreas con factibilidad de construcción, definidas por las reglas establecidas, se establecieron tres macro-zonas a intervenir como nuevo seccional para el PCT. La **zona (a)**, es el núcleo central de las actividades del PCT, concentrando la investigación científica y la incubadora de empresas de base tecnológica, además de considerar residencia. En el **núcleo (b)** se emplazan la pequeña y mediana empresa, por su cercanía con el núcleo (a). En el **núcleo (c)** se emplazan las empresas grandes, ya consolidadas, formando una especie de ciudad satelital dentro del conjunto. Y finalmente la **zona (d)** – al igual que en el Seccional 2016 – se emplazan los proyectos de difusión y cultura.

El Sector Nor-Poniente del predio, se destinará a Parque Metropolitano **(e)** -200 há-, y el sector Sur corresponderá a las independencias del PCT.



5.2. Conformación Núcleo I+D

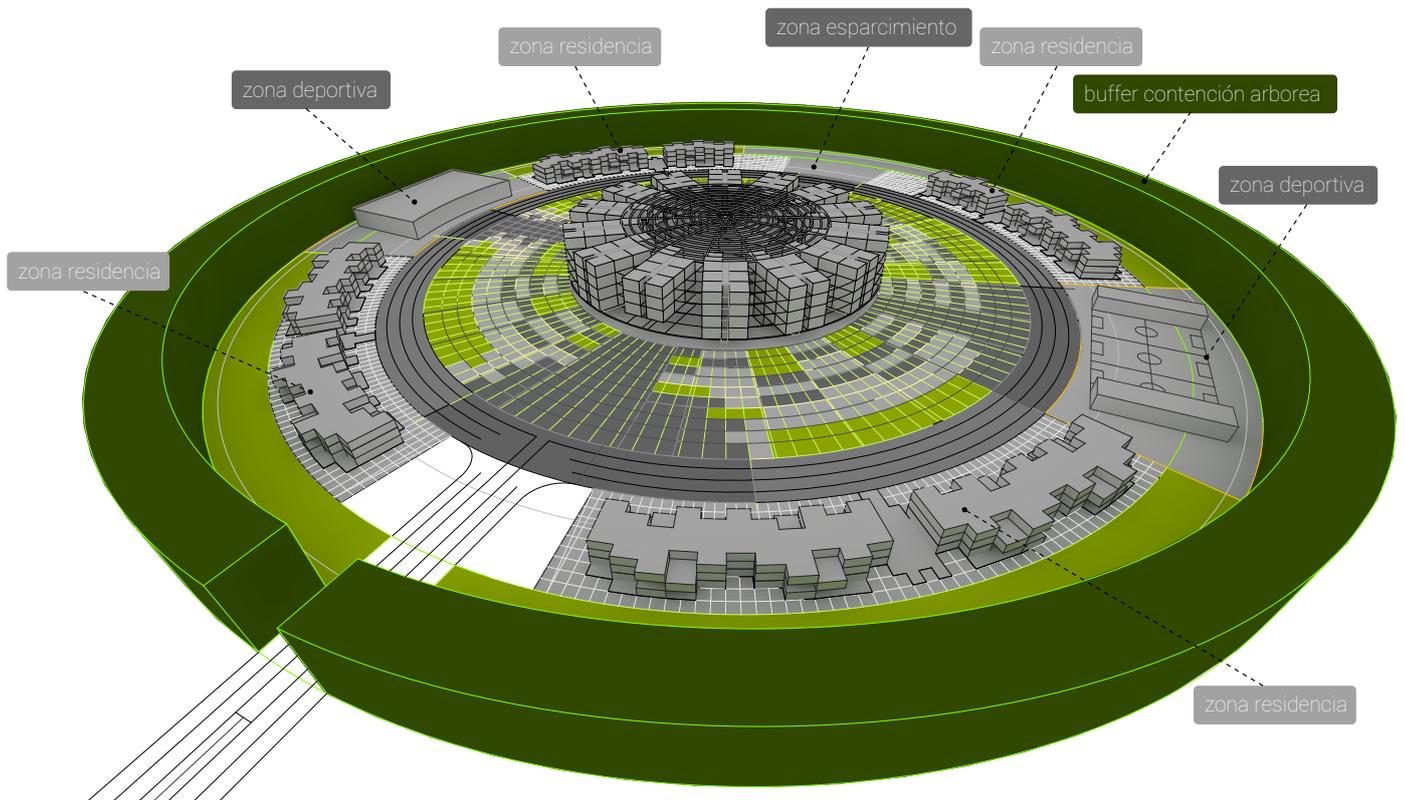
Muchas de las grandes empresas han partido como iniciativas desde el garaje o cochera, ya que, al carecer de un espacio concreto para establecerse, éste lugar permitía mantener la continuidad entre el ciclo de trabajo y descanso (como es el caso de Silicon Valley).

A raíz de lo recopilado en la investigación y lo extraído en la entrevista, se hace evidente que el proyecto debe satisfacer ésta necesidad de tener espacios flexibles para poder trabajar, pero que además integre espacios de esparcimiento y descanso (residencia).

La idea general de proyecto es poder maximizar la continuidad del trabajo, con el propósito de aumentar la efectividad del mismo. Para ello se incorporarán residencias tanto temporales (investigadores que pernoctan) como permanentes (orientadas a investigadores extranjeros o visitantes que permanecerán entre seis meses a un año).

Otro punto importante, es incorporar el deporte y actividades recreativas, ya que está comprobado que la vida sana, aumenta la productividad. Además de esto potencia la idea de aumentar las situaciones de roce entre distintos profesionales.

Otro eje importante en la conformación del núcleo es la interacción entre los actores que conforman los procesos de innovación. El proyecto se dotará de una serie de espacios flexibles donde se encontrarán investigadores y a su vez emprendimientos de base científico-tecnológica, para crear retroalimentación entre la necesidad y el estudio teórico.



Componentes Nucleo I+D

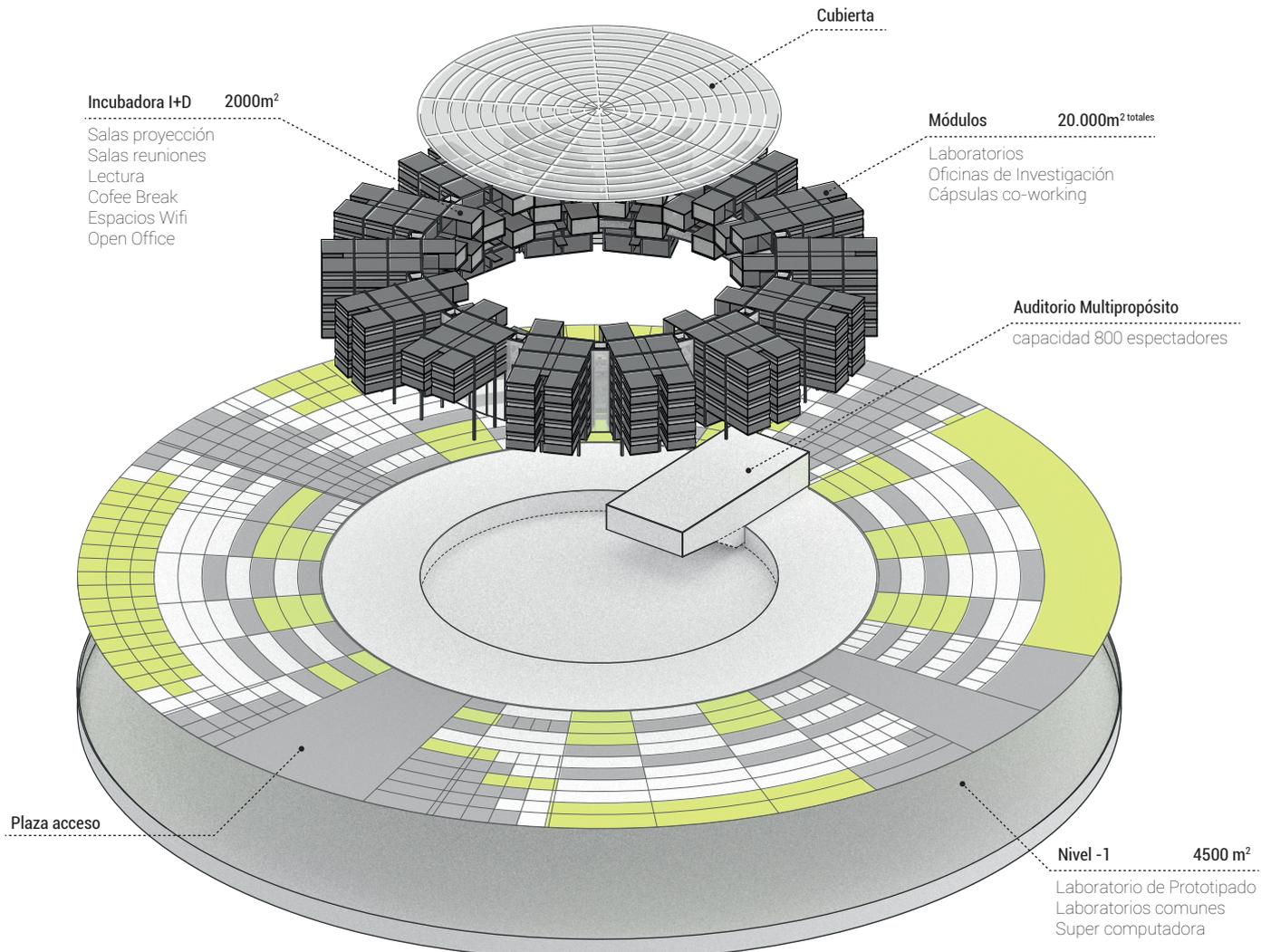
La propuesta urbana del núcleo está ordenada de forma concéntrica; en éste sentido la descripción de los anillos se conforman de la siguiente manera: el núcleo, en su totalidad, tiene un radio de 185m, con una superficie utilizable de 10 há para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Luego, existe un buffer de contención arbórea de 15m de espesor – perímetro de 1160m – que estarán conformada por quillay y guayacán, o especies de altura del bosque esclerófilo como el lingue. Además de éste buffer, se incorporan distintas áreas verdes de altura media, que separan el buffer del siguiente anillo.

El segundo anillo, corresponde al equipamiento. Éste se compone por residencias temporales (30.000m² aprox.); áreas deportivas que consideran multicanchas, gimnasio y piscina (20.000m²); y una zona de esparcimiento, que considera cafeterías y zonas recreativas (10.000m²).

En el centro del núcleo, se encuentra el edificio de innovación, que es el componente principal, y es el contenedor de las actividades científicas.

Las distancias de desplazamiento máximas al interior del anillo, no superan los 370m, por lo que es un proyecto que permite ser recorrido a pie. Por otro lado, los espacios plaza, que anteceden al edificio central, sirven como lugar de congregación y atrio de recepción ante la llegada masiva de personas en caso de eventos científicos.



Edificio Centro de Investigación Colectiva

La idea conceptual del edificio, es que éste es un gran chasis, una estructura reticulada, que tiene la capacidad ser colonizada progresivamente, para ir conformando espacios que funcionarán como laboratorios o espacios de investigación para empresas de base tecnológica (estructura co-working). Estos se vinculan entre sí, por medio de espacios comunes, de interacción interdisciplinar (salas de proyección, trabajo conjunto, equipamientos técnicos, etc).

Todos estos programas confluyen hacia un gran vacío central, evocado a la difusión de los progresos generados en éste lugar, ya sea hacia la comunidad científica o hacia la "sociedad" (un gran escenario).

Se considera un aula magna o sala de conferencias, y laboratorios de prototipado en el nivel subterráneo. La ubicación de la súper computadora en el centro de éste nivel actúa como el corazón de la red que conecta todos los centros de investigación.



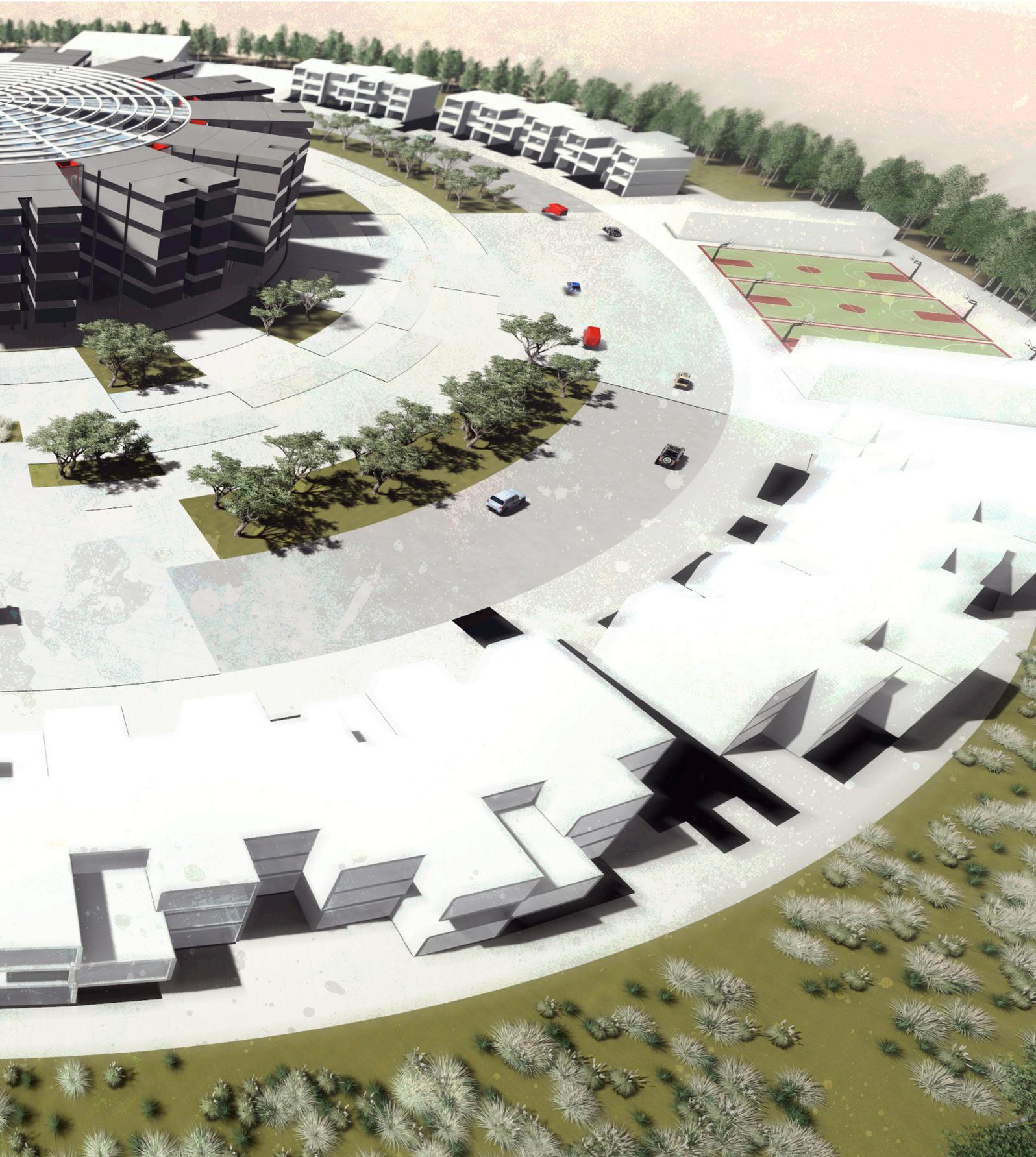


Imagen conjunto Núcleo I+D

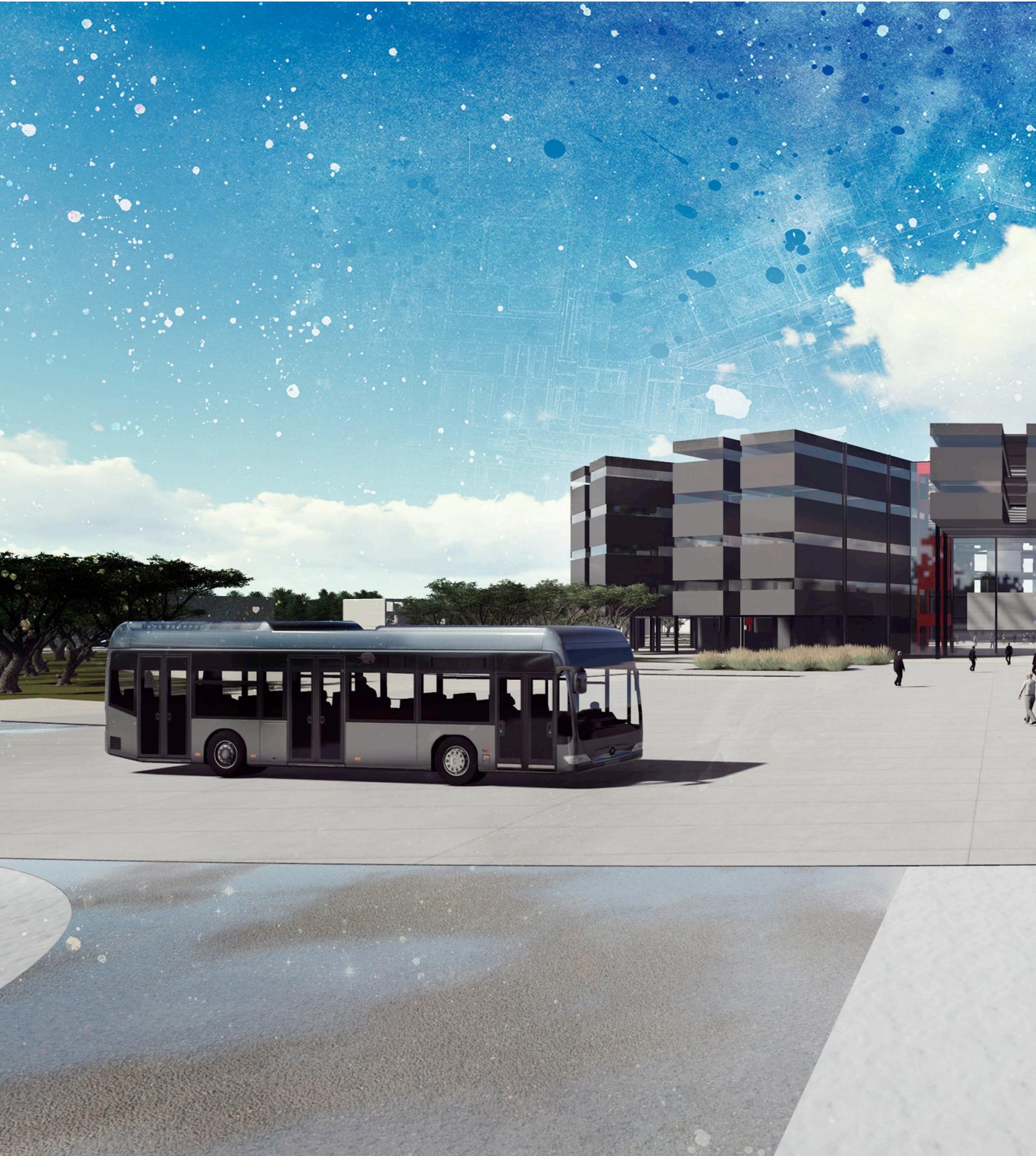
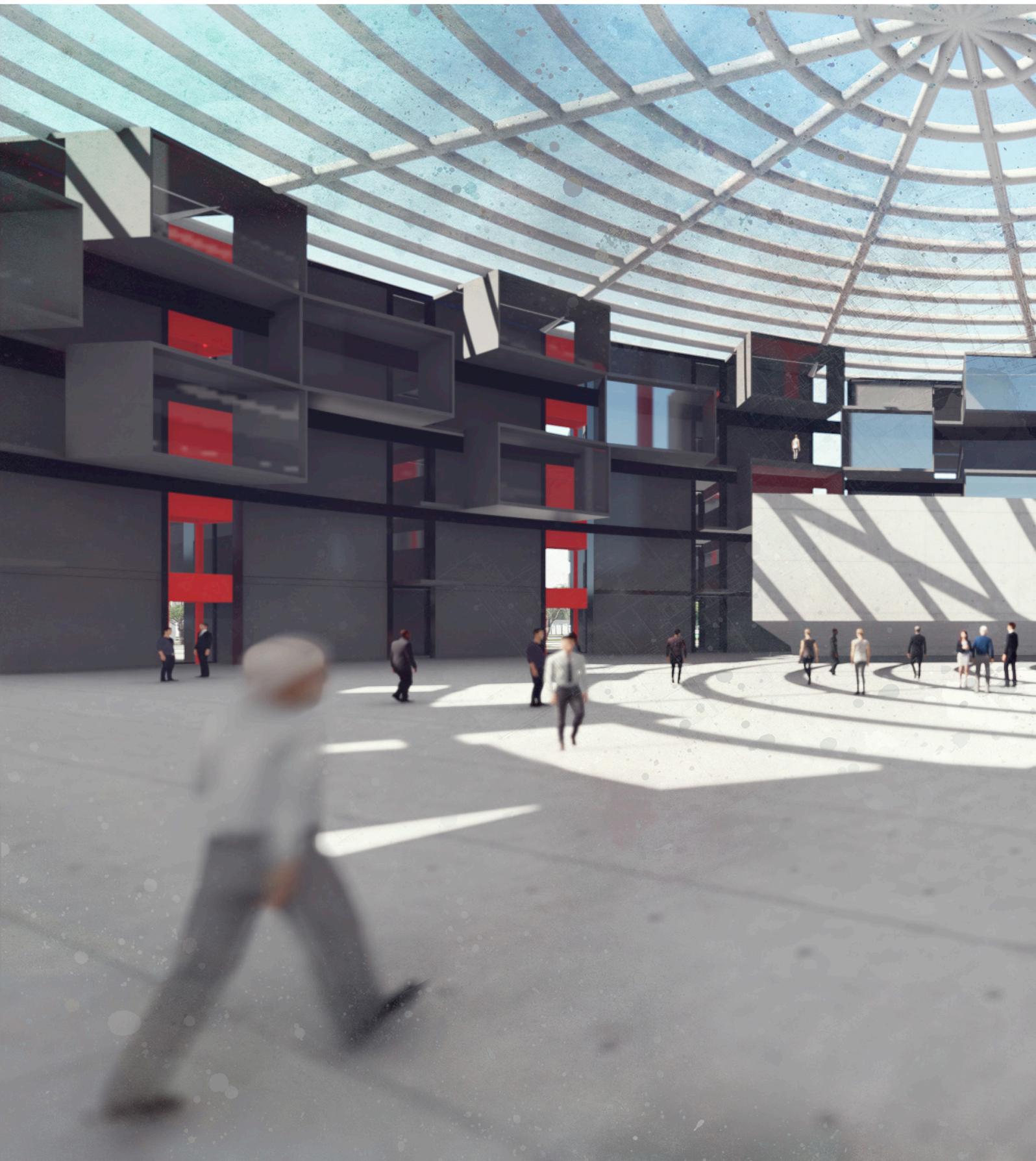




Imagen objetivo desde acceso a núcleo I+D



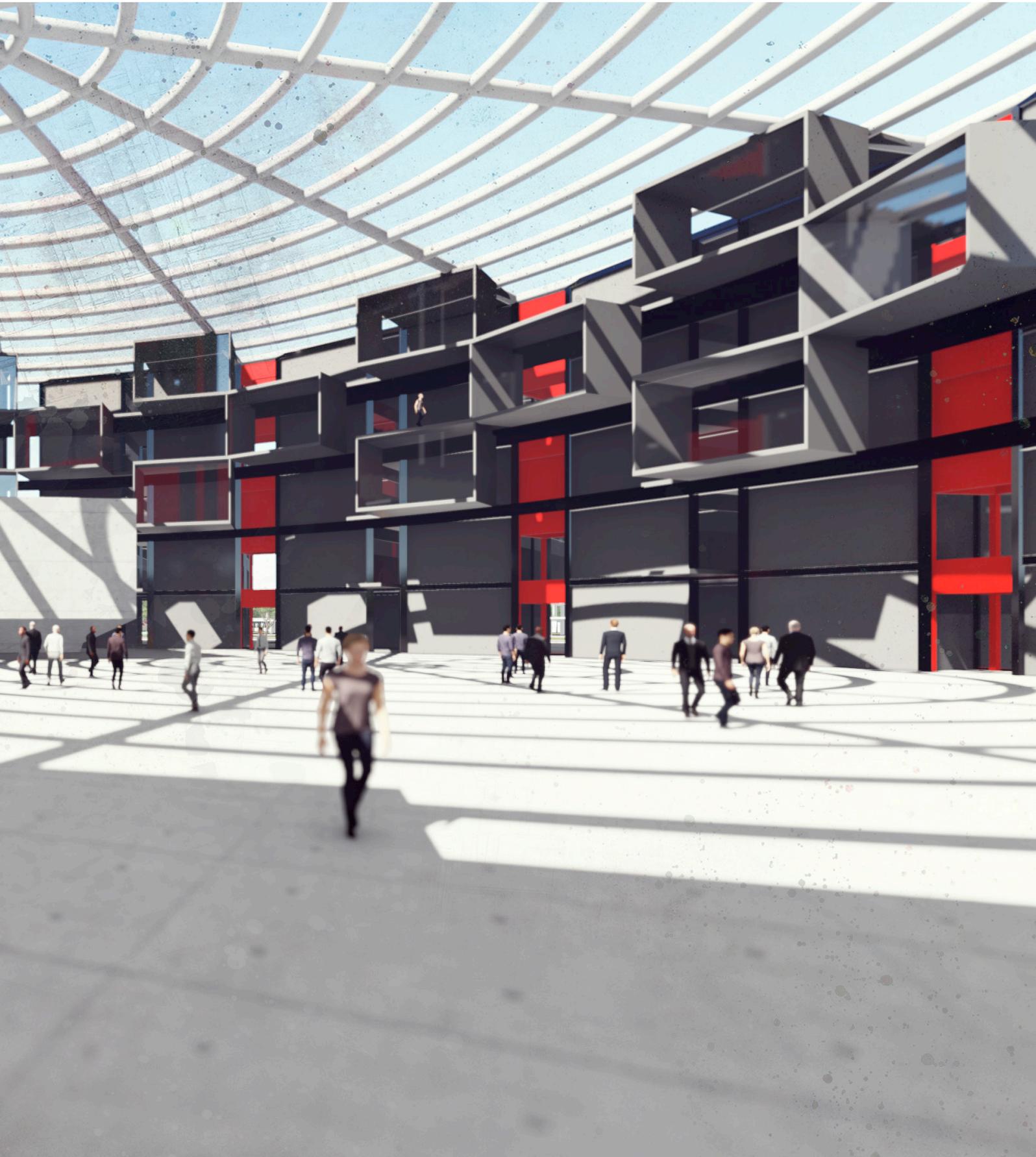


Imagen objetivo desde espacio central del edificio

Bibliografía

Antúnez, C. M. (2000). Diagnóstico de la calidad de las aguas de la Laguna Carén.

Arellano, A. (13 de Mayo de 2014). La caja negra que esconde el terreno de la Universidad de Chile donde Azul Azul quiere construir su estadio. Obtenido de CIPER Chile: <http://ciperchile.cl/2014/05/13/la-caja-negra-que-esconde-el-terreno-de-la-universidad-de-chile-donde-azul-azul-quiere-construir-su-estadio/>

CONICYT. (2015). Compendio Estadístico: Concursos de CONICYT 2012-2014. Santiago.

CONICYT. (Abril de 2017). <http://www.conicyt.cl/pia/sobre-pia/lineas-accion/centros-cientificos-y-tecnologicos-de-excelencia-programa-de-financiamiento-basal/>. Obtenido de CONICYT PIA: Programa de Investigación Asociativa.

Consejo de Dirección Internacional de IASP. (6 de Febrero de 2002).

Gajardo, R. (1994). La vegetación Natural de Chile. Santiago: Editorial Universitaria.

Herman, P. (6 de Abril de 2010). La Universidad de Chile y el Parque Laguna Carén. Obtenido de Fundación Defendamos la Ciudad: <http://www.defendamoslaciudad.cl/index.php/columnas/item/2858-la-universidad-de-chile-y-el-parque-laguna-caren>

Irles, L. S. (2011). Los Parques Científicos y Tecnológicos: Un concepto y una realidad.

Jara, M. M. (2002). Bases para el manejo de humedales del sistema Carén.

Jiménez, S., & Bruzzo, S. (2016). Serie Informe Económico: Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo.

Mashini, D. (8 de Enero de 2009). Polémica desafectación del Parque Laguna Carén. Obtenido de Plataforma Urbana: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2009/01/08/polemica-desafectacion-del-parque-laguna-caren/>

Ministerio de Economía, F. y. (Abril de 2017). Obtenido de Iniciativa Milenio: <http://www.iniciativamilenio.cl/>

Ministerio de Economía, F. y. (Abril de 2017). Obtenido de CORFO: <https://www.corfo.cl/sites/cpp/programas-y-convocatorias>

MINVU. (s.f). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Ordoñez, C. Z. (2000). Anteproyecto Vial Estero Lampa, Tramo 1, km0,00 y km1.430.