



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA | SEMESTRE 2015-2016

MEMORIA DE PROYECTO DE TÍTULO

“CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL CICLO DE
VIDA EN LOS MATERIALES”

EN PARQUE TECNOLÓGICO LAGUNA CARÉN DE LA
UNIVERSIDAD DE CHILE

AUTOR: PABLO RENATO YÁÑEZ ZAMORANO

PROFESOR GUÍA: ALBERTO FERNÁNDEZ GONZÁLEZ

SEMESTRE 2015-2016

DOCENTES ASESORES:

ASESOR DE SUSTENTABILIDAD: ALEJANDRA CORTÉS

ASESOR DE ESTRUCTURAS: LUIS GOLDSACK/ FRANCIS PFENNIGER

ASESOR DE DISEÑO: ALBERTO FERNÁNDEZ

OTROS ASESORES:

OSVALDO LUCO ROMÁN/ ARQUITECTO UCH

ARIANE CANTILLANA MATURANA/ ARQUITECTA UCH

CICVM

centro de
investigación
para el ciclo
de vida en los
materiales

proyecto detonante del parque
tecnológico Carén de la
Universidad de Chile



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO

DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
SEMESTRE 2016

ÍNDICE

Presentación	08
Motivaciones	09
01 / Planteamiento del tema	10
1.1. Introducción	11
1.2. Problemática	12
1.3. Objetivos del proyecto	17
1.3.1. General	17
1.3.2. Específicos	17
02 / Innovación y desarrollo	19
2.1. Innovación local en un mundo globalizado	20
2.2. El estado actual en Chile	27
2.3. Desafíos y líneas de interés nacional en I+D	30
2.4. ¿Qué relación existe entre espacio e innovación?	31
2.4.1. Espacios para la innovación: Referentes	33
03 / La investigación como medio para la innovación	36
3.1. ¿Por qué un centro de investigación?	37
3.2. El rol de la Universidad de Chile	39
3.3. Los parques tecnológicos	40
3.4. Espacios para la investigación (Academia/Estado/Industria)	42
3.4.1. BRE Centre	44
3.4.2. Otros referentes de investigación aplicada	46
04 / Ciclo de vida en la construcción	51
4.1. Medioambiente y sustentabilidad	52
4.1.1. ¿Qué es desarrollo sustentable?	52
4.2. Industria de la construcción y su impacto ambiental	53
4.3. El ciclo de vida y su importancia	53
4.4. El análisis de ciclo de vida	54
4.5. El análisis de ciclo de vida en la construcción	55
4.6. Posibles líneas de acción investigativa y requerimientos	55
4.6.1. Procesos y requerimientos tecnológicos	56
4.6.2. Diagrama del proceso investigativo requerido	57
4.7. Espacios para procesos de mediana y gran escala	58
4.8. Tipología asociada a procesos de transformación material	60

05 / Emplazamiento	61
5.1. Criterios de localización	62
5.2. Ubicación	17
5.3. Accesibilidad y entorno urbano	67
5.4. Características geográficas y ecológicas	70
5.5. Características climáticas	72
5.6. El proyecto Parque Tecnológico Carén (PTC)	76
5.6.1. ¿Qué es y cuáles son sus objetivos?	76
5.7. Análisis del Plan Maestro	80
5.7.1. Circulaciones y área de interés	80
5.7.2. Densidades propuestas y ventajas	82
5.7.3. Densificación futura	83
5.7.4. Elección del terreno	84
06 / Proyecto	86
6.1. Propuesta	87
6.2. Conceptualización general	88
6.3. Gestión, apoyo y financiamiento	89
6.4. Requerimientos programáticos	91
6.5. Actividades, usuario y áreas programáticas	92
6.6. Programa propuesto	93
6.7. La planificación del espacio	95
6.8. Criterios/Parámetros de Diseño	101
6.8.1. Disposición inicial sobre el territorio	101
6.8.2. Estudio de asoleamiento por tipología	102
6.8.3. Optimización y estudio de la forma elegida	103
6.8.4. Programa por nivel	109
6.8.5. Circulaciones verticales	110
6.8.6. Estrategias bioclimáticas	111
6.8.7. Estructura y materialidad	112
07 / Reflexiones finales	114
7.1. Conclusiones	115
08 / Bibliografía	116
8.1. Referencias	117
8.2. Bibliografía consultada	118
09 / Anexos	119
9.1. Cronología en torno al proyecto PTC	120

Presentación

La presente es la memoria de proyecto de Titulación correspondiente al período académico 2015-2016 de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. En esta se presenta el desarrollo del proyecto denominado "Centro de investigación para el ciclo de vida de los materiales, de la Universidad de Chile", que parte con el tema de la reconsideración material del residuo de construcción a través del ámbito de la investigación académica aplicada, la interdisciplinariedad y la innovación asociada al enfoque del ciclo de vida como motor principal de sostenibilidad en esta industria.

La memoria se divide en ocho capítulos:

En el primer capítulo se plantea la temática que aborda el proyecto, en cuanto a su origen, estableciendo una problemática con su presente y su

proyección; además se trazan los objetivos que persigue el proyecto propuesto. En los capítulos dos, tres y cuatro se presentan los principales temas a modo de marco teórico, que subyacen bajo la problemática planteada y que la fundamentan. En el capítulo cinco se presenta el lugar de emplazamiento elegido, sus criterios de elección y su posterior análisis. En el sexto capítulo se presenta el proceso de diseño realizado para desarrollar el proyecto propiamente tal.

En los capítulos séptimo y octavo se presentan correspondientemente, las reflexiones finales en relación al proceso en general y la bibliografía consultada y citada en esta memoria.

Motivaciones

En esta etapa culmine de mi formación como arquitecto, y como parte del ejercicio académico final de titulación, decidí abordar una temática que se genera a partir de mi inquietud por la relación entre la arquitectura y sus implicancias en el medioambiente. Específicamente en una problemática en el cual centré mi interés durante el proceso de seminario de investigación; las implicancias medioambientales de la industria de la construcción.

Es por esto que considero el presente proyecto como una oportunidad especial para reflexionar e intentar dar una solución positiva hacia una necesidad que forma parte de un problema mayor, que tiene que ver con la forma en cómo nos hacemos cargo como sociedad de las externalidades negativas que genera la industria de la construcción actualmente. A través del proyecto presentado se busca

dar una respuesta arquitectónica, insertada dentro en una estrategia de desarrollo país, a la que se conforma y enriquece con las variadas complejidades geográficas, urbanísticas, sociales y medioambientales, todas ellas referidas en función de establecer un proyecto como parte de un sistema, que permitirá satisfacer las necesidades del problema mayor en cuestión.

Es a partir de esta situación que surge la intención personal de proyectar una plataforma que preste las condiciones espaciales necesarias para desarrollar todas las actividades requeridas dentro de un urgente e inminente plan nacional de gestión sustentable, concreto y fundamentado para toda la industria de la construcción en Chile, como una iniciativa promovida desde la academia junto al Estado, pero llevada a cabo de manera intersectorial.

01 PLANTEAMIENTO DEL TEMA

1.1. Introducción

El desarrollo de políticas a nivel nacional que den solución a los diversos problemas socio-económicos, espaciales, políticos y ambientales, nacen a partir de una detección temprana basada en buen diagnóstico de la realidad en que vivimos. Esta condición está determinada en base a que la construcción de un país que se entiende por desarrollado, en cierta medida se logra a partir de una acción pública y política de alta intensidad donde una sociedad bien informada y participativa, impulsan la creación de un gobierno innovador y no viceversa. El actual panorama nacional nos ofrece una matriz aletargada, en donde una sociedad fragmentada y desigual, inmersa en marco de relativa fertilidad macroeconómica, generan apatía y una propensión a mantener la dinámica tradicional de sociedad y gobierno reactivos.

Si bien nuestro país en las últimas décadas a alcanzado un notable crecimiento económico y ha obtenido cierto liderazgo en algunos ámbitos a nivel regional, aún es evidente en el panorama socio-político una fallida conexión entre los organismos que se encargan de estudiar la realidad sectorial en diferentes ámbitos y el Estado, para que justamente este último ejecute las acciones adecuadas en pos del desarrollo territorial integral.

En este sentido, el rol de la investigación aplicada, como actividad impulsada desde el ámbito público, pero ejercida por individuos con sentido crítico de la realidad social como se espera de un individuo formado en la Universidad de Chile, debe ser un agente que promueva una transformación de la acción pública generando una sinergia entre su aporte hasta lograr conseguir la anhelada

relación entre un Estado activo e innovador y con una sociedad participativa.

La gestión pública en el desarrollo local del territorio debe ser el resultado directo de una investigación aplicada pero sostenida en el tiempo, que permita identificar claramente las características y potencialidades de contexto nacional, invariablemente del cambio institucional y ajeno a una ideología determinada. En este sentido surge la interrogante ¿de qué manera es posible enfrentar las deficiencias del sistema actual y construir una acción pública con un funcionamiento efectivo, multidisciplinar y participativo? A partir de esto, el tema central que se establece en la presente memoria de proyecto tiene que ver con la definición de estrategias de desarrollo a nivel nacional que nacen a partir de la detección de problemáticas actuales relacionadas específicamente con la industria de la construcción actual y su relación con el medioambiente. A partir de esto se hace consideración del aspecto más general que encierra esta problemática, este es el ciclo de vida de la edificación y sus materiales.

1.2. Problemática

La industria de la construcción en términos de energía y recursos naturales es una de las actividades con mayor demanda; a nivel global consume el 50% del total de recursos naturales y requiere del 40% de la energía producida (Alvarez, 2010). El crecimiento de las ciudades **aumenta directamente los flujos de carga y demanda de recursos naturales que serán transformados en materiales de construcción**, lo que incrementa a su vez cada vez el requerimiento energético y la generación directa e indirecta de residuos hacia el medioambiente. Considerando que hacia 1900 había solamente 4 ciudades en el mundo con más de 2 millones de habitantes, resulta realmente alarmante lo que estaría sucediendo en la actualidad, donde hay **"más de 100 ciudades de estas características, al igual que un número de megalópolis con más de 10 millones de habitantes"**¹.

Esto sin duda resulta un gran desafío para resolver desde el punto de vista socio-ambiental, la habitabilidad en estos grandes centros urbanos. Esta alta concentración urbana manifiesta uno de sus principales síntomas a través de la emisión de residuos hacia el medio ambiente, estableciendo una nueva forma de "ocupación de suelo", convirtiéndolo a este en un paño inerte mediante la implantación de vertederos y zonas de depósito de todo lo que alguna vez se fabricó con un fin y ya no sirve.

A este fenómeno se suma, que en países como Chile, la condición de permanente estado de renovación urbana causada por el dominio de la regulación de suelo por parte del mercado, las catástrofes naturales y una deficiente planificación e interés por preservar las edificaciones en el tiempo, acrecienta la demanda de la industria constructiva que va modificando incesantemente la estructura del paisaje urbano.

La generación de residuos materiales producto de las faenas constructivas (incluida la demolición) es proporcional a esta demanda, **siempre cuando no exista una gestión integral** de dichos elementos que permita la eficiencia del uso de los recursos, y en último caso, permita la re-valorización del residuo. En términos globales se estima que el residuo proveniente de la construcción llega al 35% (Solís-Guzmán et al, 2009). **En Chile los residuos de construcción y demolición llegan al 56%** del total de los residuos urbanos anuales, aprox. 5 millones de toneladas². Además en nuestro país, la construcción supone el 7,5% del PIB (2009), lo que nos revela la importancia de este sector para la economía del país, y lo relevante que significa buscar soluciones desde diferentes perspectivas (no solamente desde punto de vista medioambiental) para reducir las externalidades negativas que genera el sector. Más aún, si se considera que en nuestro actual marco legislativo **no existen políticas públicas, fiscalización y planes de gestión que permitan atender este problema de manera efectiva** (Yáñez, 2015).

¹ LATHAM, M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N 29. Roma, Italia. Depósito de documentos de la FAO. Nutrición, (29).

² Generación nacional de residuos industriales por sector (2009). Ministerio del Medio Ambiente, Chile.

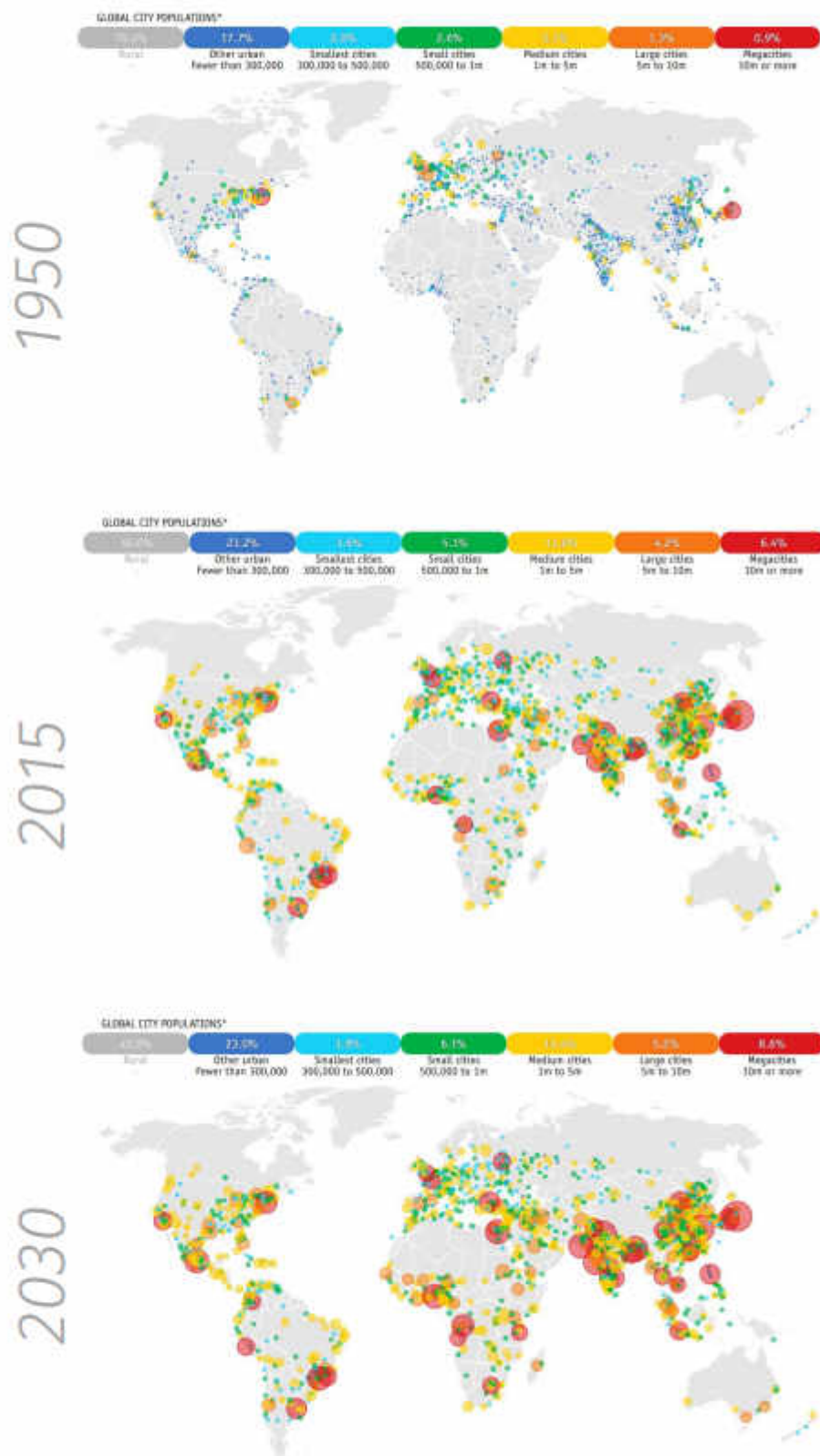


Fig. 1

Ciudades a nivel mundial según población en 1950-2015 y 2030. Fuente: Infografía publicada por The Economist, 4 Febrero de 2015 basada en datos del informe ONU "Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations, The World Urbanization Prospects" (2014 revisions). <http://www.economist.com/node/21642053?fsrc=scn/tw/te/dc/ed/brightlightsbigcities>

En relación a las soluciones emprendidas en países que han alcanzado altos estándares de desarrollo en la materia (Holanda, Reino Unido, Alemania, Dinamarca entre otros), podemos reconocer la importancia que tiene la relación público-privado, en la medida que entendemos al primero como el ente que planifica y fiscaliza las estrategias emprendidas, y al segundo como el ente productor y consumidor de materias primas de la que requiere el sector de la construcción.

Dentro de este esquema, los centros de investigación cumplen un rol fundamental al **promover cambios estructurales en la visión del problema y colaborar en sus posibles soluciones**. Tal es el ejemplo del centro de investigaciones CUR en Holanda (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving), el cual a sido un **agente crucial en establecer las estrategias sustentables** necesarias en función de solucionar el problema de los RCD en aquel país. Holanda representa precisamente uno de los sistemas de gestión medioambiental y de residuos de construcción más avanzados en la actualidad. En aquel país, el Estado, el sector investigativo y la industria privada de la construcción promueven el uso de materiales reciclados. Los lazos entre el Estado holandés con la industria científica local (a través del fomento a la investigación) han permitido mejorar los procesos de recuperación y luego de certificación a los que se someten los nuevos materiales producidos, para alcanzar altos estándares. Todas estas estrategias en su conjunto ha permitido establecer una sinergia entre los actores relacionados a esta industria³.

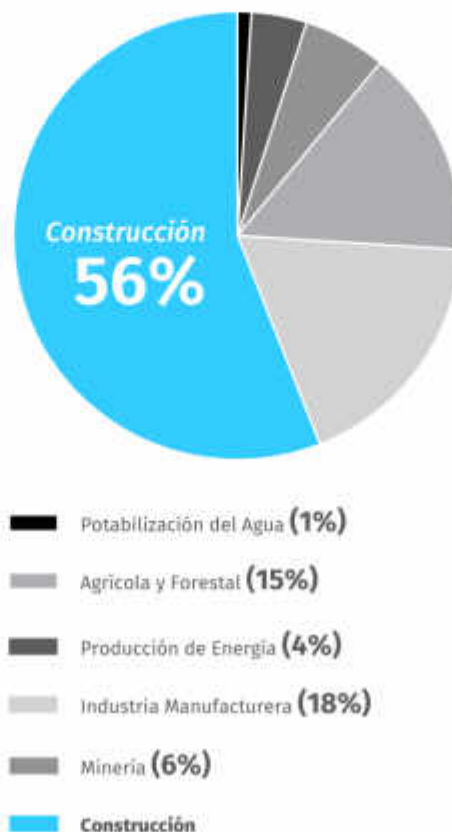


Fig. 2
Generación nacional de residuos industriales por sector, durante 2009. Fuente: Elaboración propia, a partir del Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA (2010).

Es a partir de todo esto que surge la idea de la creación y la pertinencia de una **plataforma investigativa e innovadora en estudios sobre el ciclo de vida de los materiales de construcción**, como una herramienta para impulsar modificaciones en la manera actual en que se lleva a cabo este asunto considerando la falta de políticas públicas, normativa mediomambiental, normas

³ Yáñez Z, Pablo R. (2015). Seminario de Investigación: Gestión de los residuos de construcción y demolición en Chile. Universidad de Chile.

constructivas-sanitarias junto con la innovación en la matriz productiva y tecnológica de materiales a nivel nacional. Asimismo, estableciendo un aporte desde la mirada de construir una sociedad civil informada respecto a estos temas, a partir de una lógica de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), **estableciendo un espacio de difusión y de convergencia interdisciplinar e integral** para quienes anhelan el desarrollo del país en la materia.

Un centro de este tipo contribuiría en la búsqueda de **soluciones a problemas ambientales y energéticos**, además de dar respuesta a la necesidad planteada, mediante alternativas innovadoras para aumentar la competitividad regional y nacional. Además permitiría, a través de la investigación científica aplicada (con apoyo de capital humano avanzado, capacidad analítica acreditada y de redes nacionales e internacionales) realizar una búsqueda de las diferentes alternativas de gestión de los materiales y procesos de construcción

Entendiendo el compromiso y **la importancia que tiene la Universidad de Chile en el desarrollo del país** y la generación de conocimiento, se establece como elemento base de esta idea, el proyecto académico denominado "Parque Tecnológico Carén" impulsado por nuestra casa de estudios, en el cual se establece precisamente la interdisciplinariedad (tan necesaria dentro de la actual estructura independiente entre cada uno de los 6 campus universitarios) como base de su gestión, basado en una plataforma de desarrollo de soluciones en conjunto con el Estado y también como una incubadora de emprendimientos, articuladora con organismos no gubernamentales a nivel nacional e internacional. Esta nueva forma de coexistencia entre la investigación académica y lo público-privado vincularía el quehacer de

la Universidad de Chile para con el país, y consolidaría nuevos lazos de cooperación con entidades que promueven los denominados centros de excelencia, y que están a la vanguardia en temas afines a la sustentabilidad medioambiental.

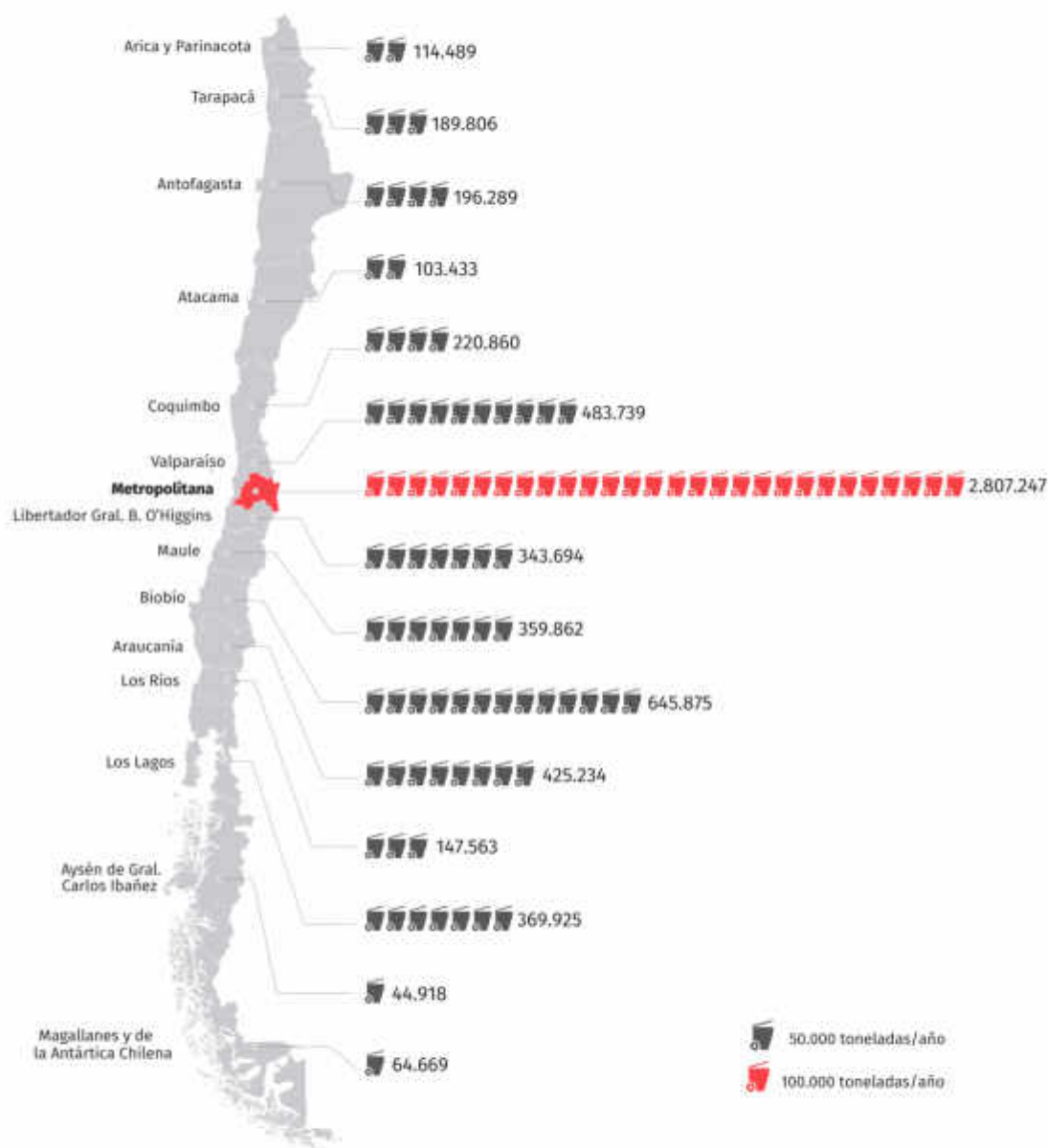


Fig. 3
Generación de residuos municipales por región, durante 2009. Fuente: Primer Reporte sobre Manejo de Residuos Sólidos en Chile, CONAMA (2010).

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Desarrollar un soporte espacial que permita satisfacer las necesidades de la investigación teórica y empírica aplicada, orientada a mejorar las políticas públicas, instrumentos y metodologías de planificación, generar transferencia tecnológica mediante la innovación [I+D+i], intervenciones experimentales y la participación en asuntos del sector construcción. Esto implica todas las actuaciones tales como generación y divulgación de conocimiento, generar lazos entre la academia y el sector público-privado para establecer desafíos a futuro en la industria, e impulsar una "cultura" entre los agentes involucrados en la materia.

A través de esta propuesta se buscará elevar la calidad de vida en las ciudades y sus edificaciones, así como lograr la reducción del consumo de recursos, emisión de contaminantes y residuos hacia el medioambiente, mediante la aplicación de todas las soluciones posibles, surgidas desde esta plataforma.

Conjugando esto con el desarrollo de un proyecto de gran escala, existente en los planes futuros de la Universidad de Chile (Parque Tecnológico Carén), brindando de esta forma los requerimientos necesarios para afrontar la situación de la sostenibilidad medioambiental urbana, mediante un vínculo atingente, necesario y actual para el desarrollo del país.

1.3.2. Específicos

Desde lo arquitectónico:

Establecer un espacio de convergencia para la búsqueda de soluciones para problemas medioambientales en materia de construcción, y que se manifiesta en sí mismo como una materialización de criterios sustentables requeridos, teniendo en cuenta el emplazamiento en el que se sitúa. De esta forma se genera un referente icónico en materia, que promueve las estrategias de planificación y edificación sustentables, acompañado de un alto desempeño energético.

Desde lo académico:

Impulsar la investigación aplicada en función de la innovación para valorizar los RCD, promover la interdisciplinariedad entre especialistas en torno a este tema y contribuir mediante su capacidad analítica al problema medioambiental en cuestión.

Desde lo público:

Fortalecer vínculos de acción conjunta y de financiación con entidades públicas (Corfo, CONICYT, IDIEM, etc). Primero para establecer una agenda común ante los desafíos futuros del sector de la construcción sostenible en cuanto a la resiliencia de la ciudad en términos medioambientales. Luego para promover la generación en conjunto de políticas sectoriales y normativas que permitan gestionar el problema en cuestión. También para mejorar los procesos de recuperación y luego de certificación a los que se someten dichos nuevos materiales para alcanzar altos estándares.

Desde lo social:

Congregar iniciativas variadas que permitan presentar el tema del ciclo de vida de los materiales de construcción ante la opinión pública en general y especializada. Exponiendo tendencias, compartir experiencias y buenas prácticas y promover encuentro entre entidades gubernamentales nacionales e internacionales mediante charlas hacia la comunidad.

Desde lo privado:

Generar vínculos de colaboración recíproca entre organizaciones no-gubernamentales locales, regionales e internacionales en función de generar avances en la materia (CChC, CDT, CORMA, INN, IDIEM, BRE entre otros).



Fig. 4
Mención de la palabra **Innovación**
en los discursos presidenciales del
21 de mayo desde 2003 hasta el
2015.

02

**INNOVACIÓN PARA EL
DESARROLLO LOCAL**

2.1. Innovación local en un mundo globalizado

“La innovación puede ser trascendental para fomentar el crecimiento económico en los países, sea cual sea la fase de desarrollo en la que se encuentren. No obstante, traducir ese potencial en hechos concretos no viene por sí solo; incumbe a cada nación dar con la combinación acertada de políticas para movilizar el potencial innovador y creativo innato de sus economías”.

Francis Gurry, Director General de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2015.

Durante las últimas décadas nuestro país ha alcanzado importantes niveles de desarrollo económico e institucional, en comparación al resto de los países de la región. Siendo la quinta economía Latinoamérica, liderando en IDH y la renta per cápita. Pero existe una disparidad social tal que nos lleva a ser considerados el país más desigual entre los países miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). El aumento en los índices económicos **no se ve reflejado en mayores oportunidades** para la mayoría de la población, ni en medidas de descentralización socio-económica a nivel país, ni en mejoras en los niveles de educación en todos los niveles.

La diferencia de ingresos entre el 10 por ciento más pobre y el 10 por ciento más rico es de 27 veces. Según Lopez *et al* (2013), el 0,1 % de los chilenos más adinerados perciben entre el 17,6 % y el 19,9 % de los ingresos totales del país, y el 0,01 % percibe entre el 10,1 % y 11,5 % de los ingresos totales. La desigualdad es tan sólo una de las consecuencias que han tenido las profundas transformaciones económicas impuestas en nuestro país hace 30 años, pero existen otros aspectos que afectan a nuestra sociedad desde el punto de vista del desarrollo país y que acentúan y/o derivan de esta situación. Como ejemplo podemos mencionar; la implementación de políticas integrales en el territorio, la fragmentación y exclusión social dentro de las ciudades, las oportunidades educacionales y laborales para nuestra población. Todos estos desafíos que que demanda la sociedad resultan ser de primera prioridad para poder ampliar el horizonte en la búsqueda en soluciones para un desarrollo más equitativo en el país.

Indicadores económicos , 2013

Población (millones)	17.6
PIB (US\$ miles de millones)	277.0
PIB per capita (US\$)	15,776
PIB (PPA) porcentaje del total global	0.39

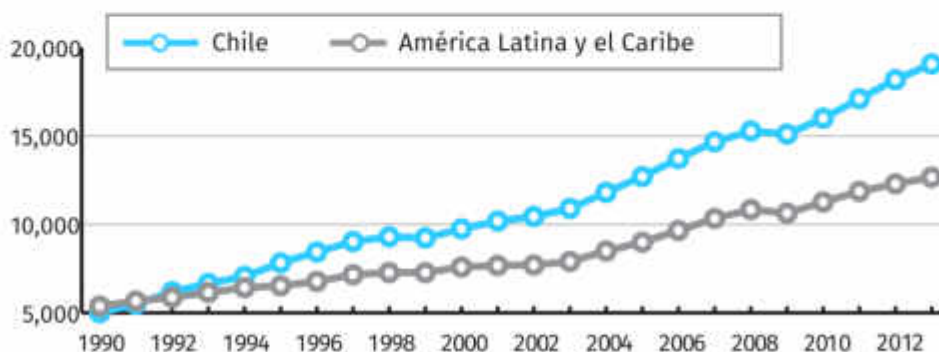


Fig. 5

PIB (PPP) per cápita (US\$) entre 1990-2012 / indicadores económicos 2013. Fuente: The Global Competitiveness Report 2014-2015. Foro Económico Mundial (FMI), 2015.

En la búsqueda de lograr este objetivo, es crucial conciliar las definiciones teórico-abstractas dentro del campo de las políticas públicas, y encausarlas en la dirección de la realidad actual en que vivimos. En este sentido, las acciones que se emprendan para lograr el desarrollo país deben ir de la mano de un **manejo territorial y un conocimiento adquirido a partir de este**, que nos permita comprender mejor las variables que intervienen en las dinámicas locales. La implementación de políticas públicas que favorezcan la generación de conocimiento local (y viceversa) resulta fundamental para dotar a nuestra sociedad de la competencia necesaria para lograr, en primer lugar un desarrollo social equitativo, y luego ser

competentes en el ámbito regional e internacional en lo insoslayable del sistema-mundo globalizado.

La conformación de una "sociedad desarrollada" que conoce sus debilidades, que busca mejorarlas, y potencia sus ventajas, generalmente "establece proyectos comunes que aporten soluciones a sus problemas (Cooke-Morgan, 1993 y 1998). También establece como consigna general de que "todo proceso de desarrollo requiere de la utilización imaginativa, racional, equilibrada y dinámica de todos los bienes sean patrimoniales, monetarios, humanos, naturales, sociales, culturales o territoriales (CEPAL, 1991 y 1992). En esta visión de

desarrollo (socio-económico y territorial) subyace un concepto clave, que en cierto aspecto, explica el actual panorama de desigualdad observable en las diferentes escalas socio-espaciales. Hablamos de la capacidad de desarrollar innovaciones dentro de la sociedad, desde todos los ámbitos.

El concepto de la **innovación**, ampliamente utilizado hoy en día por autoridades y personajes públicos, nos remite a una idea de necesidad dentro de un esquema de desarrollo social en un país.

Pero, ¿a qué hace referencia realmente este concepto?

Según el Diccionario de la Real Academia Española, innovar, del latín *innovare* (a su vez de *in-novus*, *in-nova*, *in-novum*), significa **«mudar o alterar algo, introduciendo novedades»**. En otras palabras, hace referencia a la inserción de cambios dentro de un sistema (de producción, servicio, mercado, estructura social, metodología, etc). Pero en su raíz nos indica una directa relación con lo nuevo, pero no se refiere en este contexto solamente al horizonte temporal, "sino que remite también a una dimensión objetiva y social" (Roth, 2009).

A partir de este concepto podemos apreciar que al constituir sistemas locales para contribuir al desarrollo local, puesto que se lleva a cabo en un espacio y tiempos determinados, **es necesario contar con el apoyo y una fuente de generación de conocimiento** constante acerca de la realidad, dicho de otra manera, aplicar cambios constantes a medida que la realidad propia de nuestro país los requiere. Pero ¿cómo podemos saber qué es lo que se necesita y cómo responder a aquello?



Fig. 6
Reporte del desarrollo en innovación de Chile. Re-elaboración propia a partir de: The Global Competitiveness Report 2014–2015. Foro Económico Mundial (FMI), 2015.

Desde esta perspectiva, podemos entender lo importante que resulta el **diagnóstico oportuno y adecuado para solucionar cualquier problemática en el contexto país**, ya sea desde el ámbito productivo, social, institucional, o medioambiental. La investigación local (universidades y centros de investigación) en este punto es fundamental para diagnosticar problemas y generar precisamente el **conocimiento local** que guiará las estrategias de desarrollo en los diferentes ámbitos. A través de la investigación local además es posible contar con una visión interrelacionada con el medio propio, lo que en consecuencia se traduce en generación de cambios necesariamente propios y sin dependencia de tendencias foráneas, es decir, auténtica innovación (I+D+i).

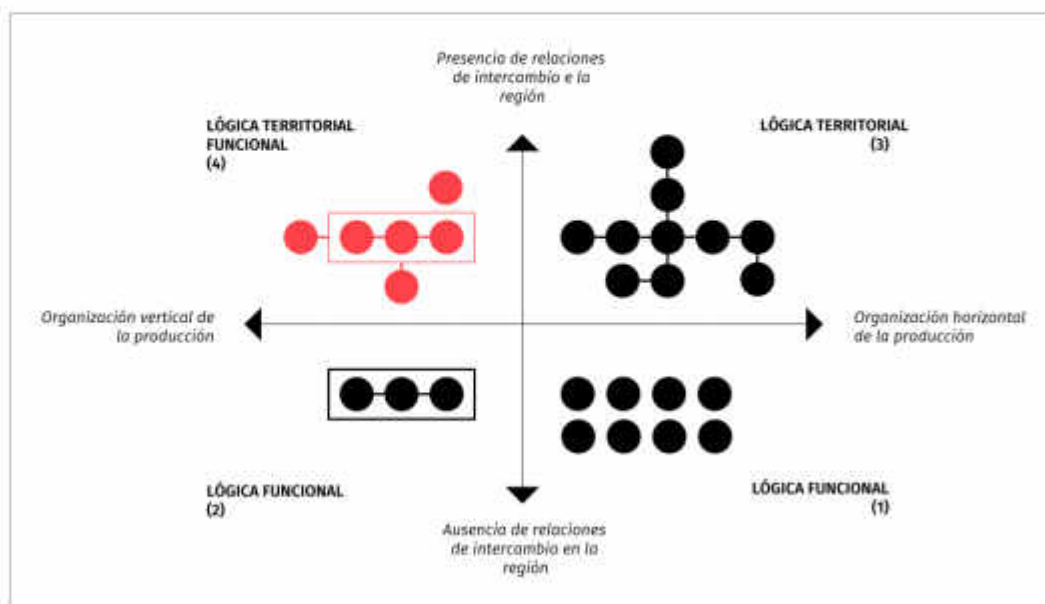


Fig. 7. **Relaciones de sistemas de desarrollo con lógica en el medio local.** Fuente: Sistemas territoriales de producción (según Maillat y Kebir, 1998).

Conceptos de investigación , desarrollo (I+D) e innovación (I+D+i)

Si bien las definiciones para el concepto de Investigación y Desarrollo o I+D son variadas y extensas, básicamente según Schröder (1973), hace referencia a "todas las actividades metódicas y sistemáticas sobre una base de métodos científicos con el cometido de **adquirir más conocimientos reales**".

Este concepto comúnmente utilizado hoy en día, tiene por finalidad generar y ampliar conocimiento con una utilidad práctica orientado a la aplicación en diferentes ámbitos (industrial, científico médico, medioambiental, etc). La unión literal de las áreas de investigación y desarrollo en este concepto hace referencia a que su enfoque

conjunto **conlleva un incremento en la innovación en cualquier ámbito**, motivada por una investigación aplicada y orientada según un determinado plan de desarrollo, ya sea local, universitario, empresarial o nacional. En este sentido, existe un fuerte vínculo entre la I+D y la academia, siendo usualmente una labor inherente a estas instituciones, quizás la de mayor importancia después de la docencia.

Pero en la actualidad también es empleada para la generación de ingresos para estos mismos, siendo además una forma de vinculación con el sector privado, el que a su vez busca cada vez más generar más rentabilidad en el desarrollo de un producto o servicio.

Por otra parte, existe el concepto que se denomina Investigación, desarrollo e innovación, el cual es habitualmente indicado por la expresión I+D+i. Este es un concepto implantado como una evolución del anterior

concepto de investigación y desarrollo (I+D) en materias de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. Mientras que el de desarrollo es un término proveniente del mundo de la economía, los de investigación e innovación provienen respectivamente del mundo de la ciencia y la tecnología. El ex-primer ministro de Finlandia, Esko Aho, define de manera simple los conceptos separados de investigación e innovación de la siguiente manera:

“investigación como invertir dinero para obtener conocimiento, mientras que innovación sería invertir conocimiento para obtener dinero”

Algo que expresa certeramente la dinámica que se produce en una aplicación del concepto I+D+i, con lo cual se establece la **directa relación existente entre investigación aplicada e innovación**, ambas impulsadas ya sea por fines de desarrollo económico, social y/o mediamambiental.

Indicadores de innovación a nivel mundial

La innovación está determinada por múltiples factores, los cuales varían dependiendo del país o región en donde se considere. Es por esto que existen algunas entidades que realizan evaluaciones acerca de este indicador. Algunas de esas evaluaciones se presentan a continuación:

El «**Índice Mundial de Innovación**»⁴ (Global innovation Index o GII) clasifica el nivel de innovación de 141 países y economías de

diferentes regiones del mundo, en base a 79 indicadores.

El estudio consiste en una clasificación de las capacidades y resultados de la innovación de las economías mundiales. Se centra con más detalle en los aspectos humanos que hay detrás de la innovación. Además incluye indicadores que van más allá de las medidas tradicionales de la innovación, como el nivel de investigación y el desarrollo tecnológico.

Este índice examina la función que desempeñan las personas y los equipos en el proceso de la innovación. También, presenta distintos aspectos del capital humano necesario para la innovación, incluida la mano de obra cualificada, la intersección del capital, humano, financiero y tecnológico, la retención del talento y la movilización de personas con formación educacional superior. Los resultados de este índice permiten comprender que **el factor humano en la innovación es esencial** para la concepción de políticas nacionales y locales que contribuyan a promover el desarrollo económico. El GII además explora el impacto de las políticas orientadas a la innovación en el crecimiento y el desarrollo económico.

Según el más reciente informe (2015), el país que ocupa el 1º lugar es Suiza (por cuarto año consecutivo), 2º Reino Unido (segundo año consecutivo), 3º Suecia (segundo año consecutivo), 4º Países Bajos (5to en 2014) y Estados Unidos en 5º posición (6to en 2014).

⁴ Publicado periódicamente por la Universidad de Cornell, INSEAD, y la Organización Mundial de la

Propiedad Intelectual (OMPI, una agencia de las Naciones Unidas, ONU). Fuente: <http://www.wipo.int/portal/es/>

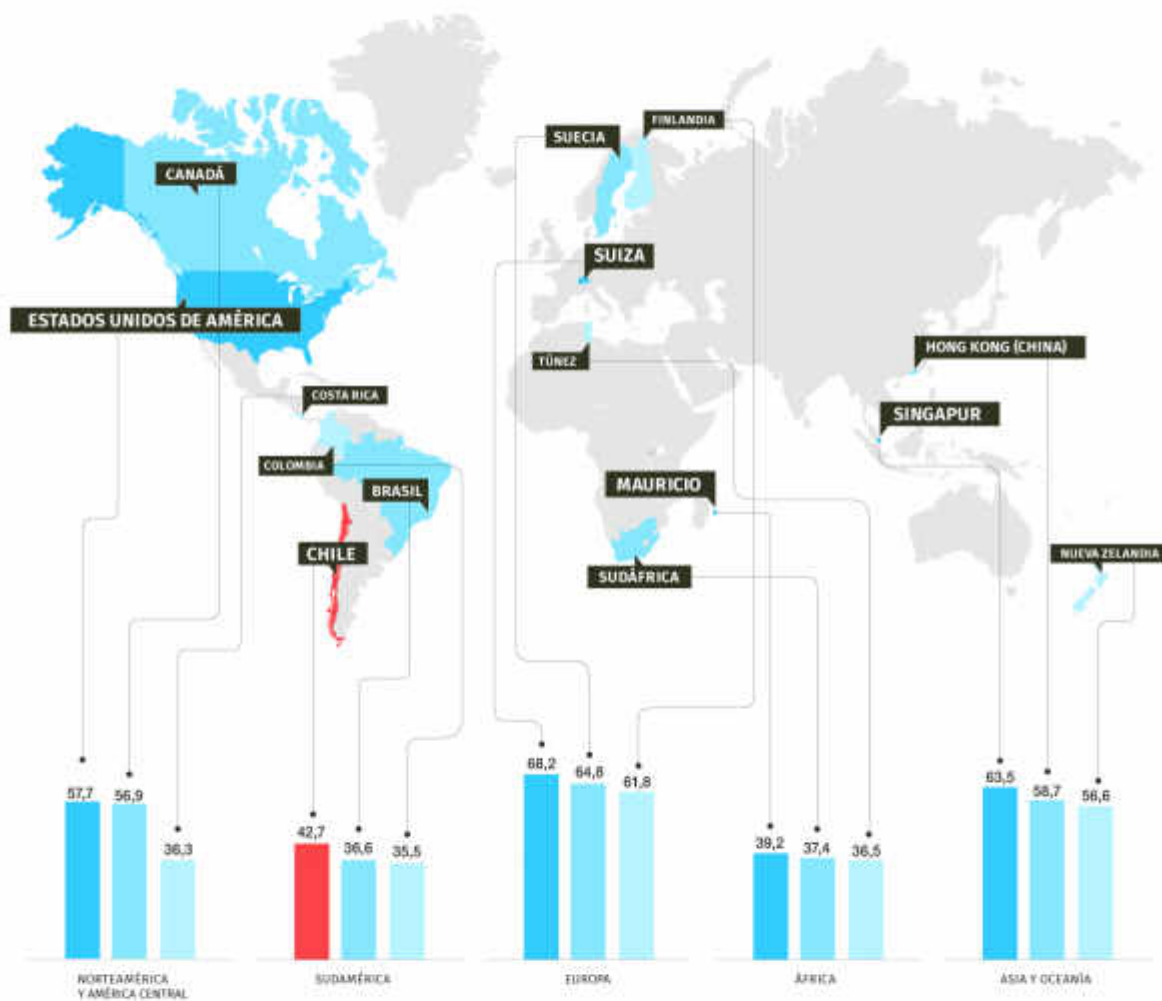


Fig. 8
Los tres países líderes en innovación por región (2012). Fuente:
 Informe del Índice Mundial de Innovación 2012.

Este grupo de los primeros clasificados en el Índice Mundial de Innovación **ha establecido ecosistemas de innovación bien integrados**, en los que las inversiones en capital humano, unidas a unas infraestructuras de la innovación sólidas, contribuyen al logro de unos niveles elevados de creatividad. En general, los 25 países mejor clasificados en el Índice Mundial de Innovación 2015 alcanzan de manera reiterada puntuaciones altas en la mayoría de los indicadores y presentan puntos fuertes como, por ejemplo, en lo relativo a la infraestructura de la innovación, el desarrollo empresarial, que comprende, por ejemplo, a los **trabajadores del conocimiento, los vínculos con la innovación y la absorción de conocimientos, y los resultados de la innovación.**

América Latina y el Caribe es una región cuyo **potencial de innovación está aumentando pero sigue prácticamente sin aprovecharse.** Destacan en los resultados por ser economías con encima de la media: Brasil (70º), Argentina (72º) y México (57º). Pero considerados sobresalientes por el nivel y la regularidad de sus resultados, Chile (42º a nivel mundial y 1º en América Latina y el Caribe), Costa Rica (51º) y Colombia (67º), resultados que son considerados excelentes en comparación con países que tienen un grado similar o superior de desarrollo económico.

2.2. Estado actual en Chile

“Un desarrollo que debe ser entendido en un sentido amplio y desplegarse en todos los ámbitos de vida de los chilenos y chilenas: en los nuevos hallazgos para tratamientos en salud; en los aportes a la inocuidad alimentaria; en los materiales que usamos en lo cotidiano; en el conocimiento y la preservación del medio ambiente; en nuevas aplicaciones para generar energía más limpia y usarla más eficientemente; en la calidad y efectividad de las políticas públicas; en el conocimiento sobre nuestra historia y nuestra cultura”.

Michelle Bachelet, discurso de la presidenta de la República en comisión presidencial “ciencia para el desarrollo de Chile”, Enero 2015.

En los datos expuestos anteriormente podemos ver que el panorama de desarrollo económico en Chile, en general no se condice con la inversión en I+D registrada en los últimos años, llegando desde 0,3% del PIB nacional en 2010 a 0,4% en 2013⁵, la más alta

en el ámbito local, pero históricamente muy baja comparativamente con países como Corea del Sur que ha diferencia nuestra, invertía un **2,4% del PIB cuando tenía un nivel de ingreso per cápita similar al que tiene Chile**. O el de Irlanda, que era de 1,3% del PIB, o el de Eslovenia, de 1,4%⁶.

Como vemos lo que sucede en la mayoría de los países que han alcanzado altos niveles de desarrollo económico es **imprescindible ampliar la inversión hacia los sectores I+D locales en pos de mejorar las condiciones de desarrollo e innovación**. En relación a esto, un estudio comparativo⁷ realizado por la OCDE a 15 países, señala que: “no es correcto argumentar que los países ricos inviertan más en I+D porque son ricos, sino que son ricos porque invierten más en I+D”.

Históricamente el desarrollo económico de Chile se a basado en la explotación intensiva de recursos naturales lo que ha generado necesariamente una sobredependencia a los recursos mineros y agrícolas. Pero progresivamente son estas mismas fuentes económicas de nuestro país las que nos plantean **desafíos para mejorar y lograr sostener la producción en estos ámbitos**. El manejo hídrico por parte de la industria minera, la sobreexplotación de las reservas forestales y el desgaste de los suelos, los efectos del cambio climático en le sector agrícola, entre otros fenómenos a los que nos enfrentamos hoy como país desde el ámbito de la producción. Paralelamente el aumento de la población y el crecimiento de las ciudades nos incrementan la tensión e imponen desafíos como el envejecimiento acelerado de la población, la disminución de

⁵ IV Encuesta de Gasto y Personal en I+D del Ministerio de Economía, Santiago de Chile. (Enero 2015)

⁶ Informe de la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, CNID (2015)

⁷ (Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, 2006)

las tasas de natalidad, las enfermedades de la vida moderna, la penetración de la tecnología en la educación, el debilitamiento de los canales de participación ciudadana. Desafíos a los que oportunamente hacen frente las demandas por mayores niveles de inclusión social que realiza esta misma, más empoderada, reflexiva y crítica con respecto a las acciones emprendidas por el estado y el sector privado.

Es por ello que, al comparar nuestra realidad con los datos a nivel global, es posible afirmar que Chile se encuentra en **desventaja en relación a la mayoría de los países OCDE** en cuanto a la fracción del PIB invertida en I+D, inclusive con aquellos países en vías de desarrollo (no OCDE) como el nuestro.

Concretar el anhelo de varias generaciones por alcanzar el "desarrollo" es algo posible al corto plazo, y si bien la concepción de lo que se entiende por desarrollo siempre está cambiando, involucra primordialmente una serie de factores más profundos (cuidado hacia el medioambiente, convivencia urbana y social con equidad) que solamente el nivel de ingreso PIB y su inversión en los diferentes frentes de planificación I+D. Sin embargo, al potenciar **desde el ámbito público** una política traducida en inversión directa hacia este sector, sería posible hacer frente precisamente a estos desafíos que hacen del desarrollo un propósito más complejo de abordar, **con nuevas y diversas soluciones, con incorporación de tecnologías y metodologías** en la cotidianeidad, para los requerimientos que necesitamos desarrollar de manera individual y colectiva como sociedad, para mejorar nuestra calidad de vida.

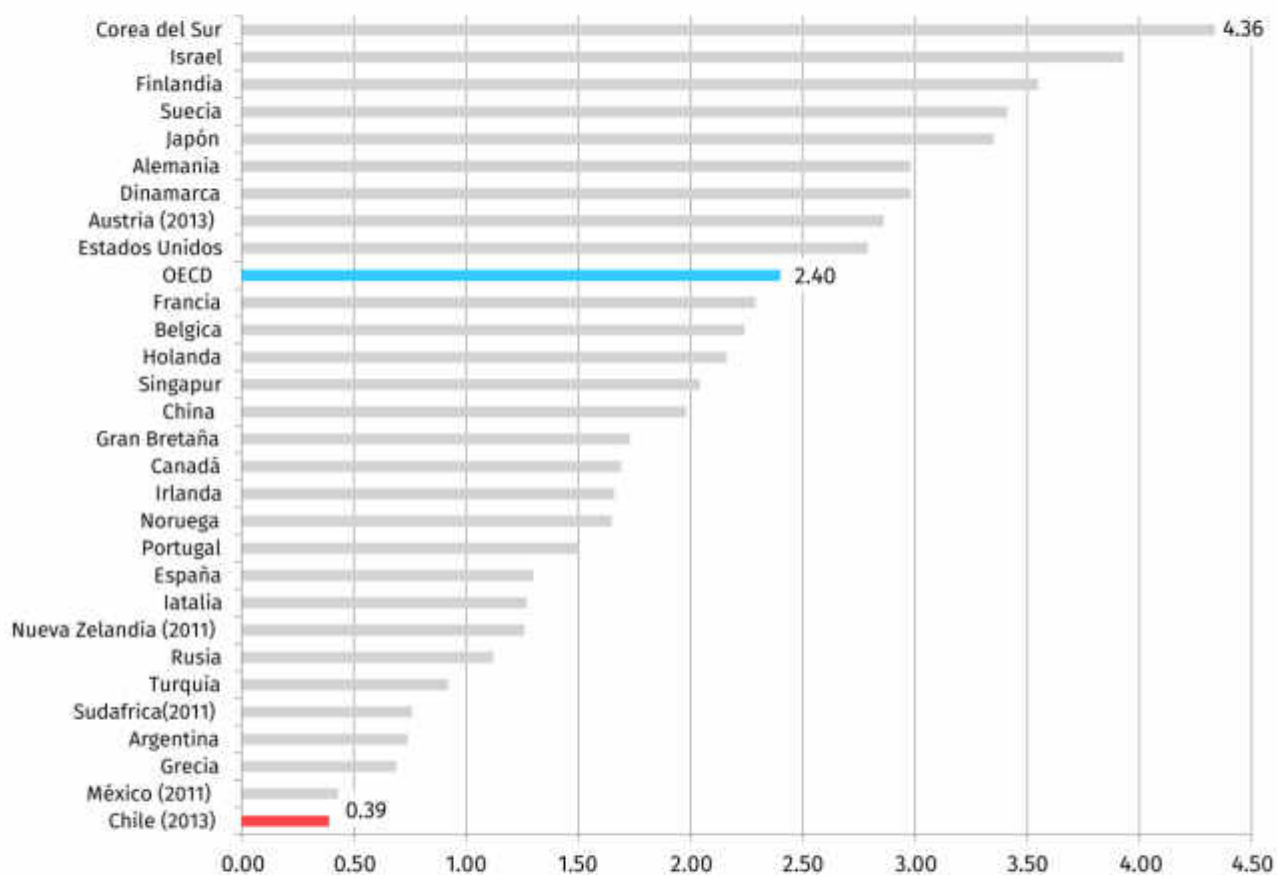


Fig. 9
Gasto en I+D países seleccionados como porcentaje del PIB. Fuente: IV Encuesta sobre Gasto y Personal en I+D, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Gobierno de Chile (enero 2015).

2.3. Desafíos y líneas de interés nacional en I+D

Para lograr implementar políticas eficaces de incentivo al desarrollo de innovación en ciencia, capital humano y transferencia tecnológica, no basta solamente con detectar la deficiencia de estas, sino que es necesario saber en dónde y de qué forma deben ser aplicadas. Es por ello, que durante el año 2006, el gobierno estableció la creación del llamado Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), organismo público-privado que tiene por objetivo asesorar al Presidente de la República en temas que fortalezcan las innovaciones en diferentes ámbitos. Entre los principales objetivos del CNID podemos mencionar ⁸:

- a) Proponer acciones orientadas a relevar la importancia de la innovación para el desarrollo de Chile
- b) Proponer una Estrategia Nacional de Innovación que incorpore: un diagnóstico de la posición competitiva de Chile y sus regiones, una visión de desarrollo de largo plazo, metas y objetivos estratégicos, y criterios de evaluación de los mismos
- c) Aconsejar una propuesta de asignación de los recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), proponer las metas que deberán cumplir las instituciones ejecutoras y desarrollar los estudios necesarios para el cumplimiento de su misión.

En el informe elaborado en 2007 por CNID denominado "Hacia una estrategia nacional

de innovación para la competitividad" se plantean los sectores económicos que ofrecerán un ambiente favorable para potenciar las iniciativas que apunten a la innovación. A partir de un análisis se plantean 11 sectores prioritarios:

1. Outsourcing
2. Alimentos de consumo Humano
3. Acuicultura
4. Servicios Financieros
5. Fruticultura
6. Porcicultura / Avicultura
7. Horticultura
8. Logística y transporte
9. Turismo
10. **Construcción**
11. Minería del Cobre

Dentro de esta lista de sectores con mayor potencial, se sumaron 5 grandes plataformas para fomentar la productividad y el crecimiento de Chile:

1. **Capital humano**
2. **Investigación y desarrollo**
3. **Infraestructura y recursos**
4. **Marco normativo, legal y político**
5. Finanzas y comercio

Estos lineamientos de desarrollo gubernamental entregan el sustento necesario para poder llevar a cabo una iniciativa que permita resolver los problemas del ambiente construido asociados al ciclo de vida de los materiales de construcción. La línea de trabajo abordada por un centro de investigaciones abocada a esta temática, al ser **coincidente con los lineamientos del CNID tiene mayor factibilidad de concretarse** como organismo real con infraestructura adecuada para tal fin.

⁸ El Origen del CNID. Fuente: <http://cnic.economia.cl/index.php/origen-del-cnic.html>

2.4. ¿Qué relación existe entre espacio e innovación?

Las visiones que se tienen frente al impacto del entorno físico de lugar de trabajo con el comportamiento de sus habitantes, son variadas y crecientes en el último tiempo. Esto ocurre debido a la naturaleza cambiante de las diferentes organizaciones frente a las condiciones del mundo laboral, lo que exige **una adaptación constante a tecnologías, estructuras organizativas y la creciente importancia del factor creativo en muchas industrias.**

La estructura espacial por lo tanto está llamada a desempeñar una función activa frente a estos entornos, para modificar y facilitar entre otros parámetros, por ejemplo la interrelación entre individuos. Según un estudio de Alan Penn⁹ "el **soporte espacial puede afectar los patrones de interacción en una organización de trabajo**". De ser así esto, ¿cuáles serían las características o las tipologías espaciales que lo permiten? Por otra parte, ¿que hace diferente a una estructura espacial frente a otra en el ambiente laboral? ¿qué desafíos supone la tecnología en la interrelación de quienes conviven en un ambiente laboral?

Existen casos emblemáticos de entornos laborales diseñados con un enfoque distinto al tradicional, donde además de estimular el trabajo y la productividad, buscan promover dinámicas y procesos creativos de trabajo, en donde se pone énfasis en la diferenciación

espacial de las actividades laborales. Un ejemplo puntual de ello es la empresa Google, la cual resulta ser un ícono en cuanto a innovación (tecnológica) se refiere, por lo cual a través de su filosofía laboral promueven **la cultura de la colaboración a través de la tecnología y en los espacios de trabajo.** En este caso, queda de manifiesto la correlación entre **innovación productiva, cultura colaborativa y soporte espacial** que hace exitoso el trabajo llevado a cabo en él.

El gran reto en la creación de espacios que promuevan la innovación es que implican dar lugar a todos los procesos creativos y comportamientos que a primera impresión parecen ser contrarios a los fines de la productividad laboral, pero que la experiencia contemporánea muestran lo contrario. Actos como el ocio, la contemplación, la experiencia y la apropiación personal constituyen valores que el entornos de trabajo deshumanizados en extremo funcionales, **han tratado de minimizar y extraer de sus espacios.**

⁹ Profesor de Arquitectura y Computación Urbana, Bartlett UCL. The space of innovation: interaction and communication in the work environment.

Principales características

Elementos espaciales comunes con impacto en la configuración del entorno para espacios colaborativos:

Plantas libres u otros elementos como **escaleras de alto tráfico** para favorecer interacciones accidentales. Facilitar el encuentro espontáneo en zonas sociales.

Más áreas comunes de las estrictamente necesarias para así impulsar a los trabajadores utilizar en menor medida las oficinas individuales

Mayor énfasis en **recintos con ocupación de más de dos personas** en vez de las oficinas de un solo ocupante. Disminuir el espacio individual, aumentar el espacio colaborativo

Posibilidad de elección entre una gama de recintos de trabajo dependiendo del nivel de enfoque y objetivo requerido. Desde lo informal-público hasta lo privado-formal.

Entender las dinámicas **de trabajo actual en cuanto a movilidad y conectividad**, entendiendo la configuración de nuevas tipologías laborales como co-working, workcafe, oficina virtual, etc.

Otorgar espacios para la inspiración y la reflexión en momentos de receso. El espacio deja de estar meramente al servicio de la mejora en la productividad sino que también para mejorar la atmósfera anímica de sus habitantes a través del ocio controlado, la memoria emotiva, la contemplación, la diferenciación personal y apropiación espacial.

Espacios que favorezcan el control visual de sus ocupantes entre sí, para generar un sentimiento de vínculo grupal y mejorar la capacidad productiva individual. Además de la seguridad y la noción del trabajo en común que se gesta en cada dependencia.

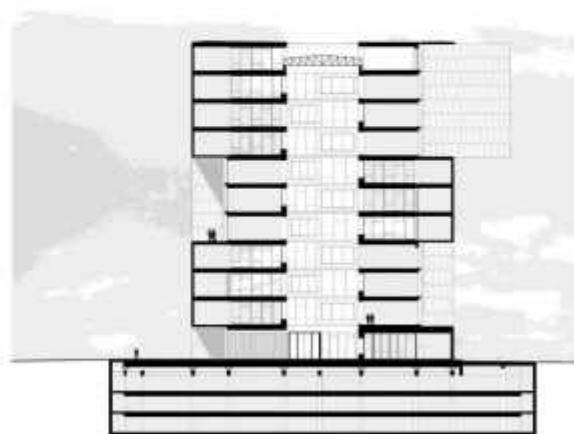
Elementos mobiliarios o estructurales que **brinden y apoyen la visualización y el intercambio de información** no virtual (eventos, mapas mentales, noticias, calendarios, etc).

2.4.1. Espacios para la innovación

A continuación se presentan algunos referentes sobre ambientes colaborativos para el trabajo investigativo, con la finalidad de comprender mejor este tipo de tipologías.

Centro de Innovación UC Anacleto Angelini (CIAA)

(Alejandro Aravena, Santiago de Chile)



SECTION - 1/500



Imagen 1 (serie)

Vista de sección, interior y exterior del proyecto Centro de Innovación Anacleto Angelini. Fuente: <http://centrodeinnovacion.uc.cl>

Algonquin Centre for Construction Excellence (ACCE) *(Diamond Schmitt Architects, Ontario, Canadá)*

Floor plans 

- 1 Great Hall
- 2 Atrium and Biowall
- 3 Multi-purpose room
- 4 Learning street and workshop
- 5 Outdoor construction area
- 6 Loading
- 7 Atrium
- 8 Studios/lab
- 9 Outdoor amphitheatre
- 10 Green roof
- 11 Staff lounge
- 12 Demonstration solar wall
- 13 Offices
- 14 Administration



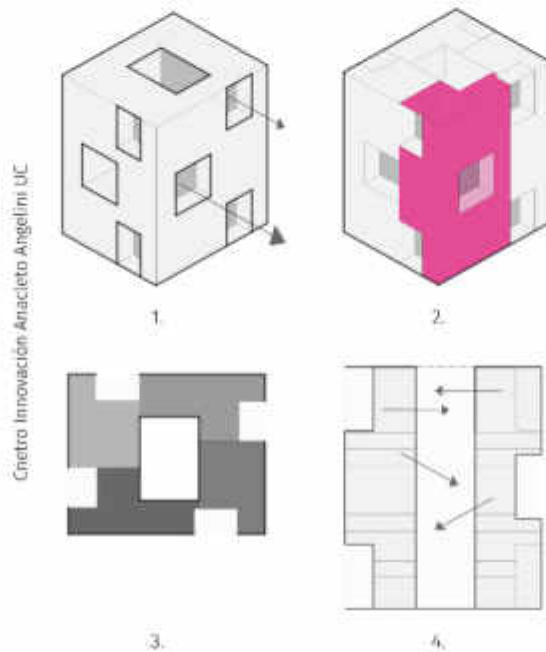
Imagen 2 (serie)

Dos vistas interiores y una exterior del Algonquin Centre for Construction Excellence.

Fuente: <http://www.archdaily.com/>

Conclusiones referentes

CIAA UC



1. Perforaciones en la fachada que otorgan relación interior-externo, además conforman espacios de congregación.
2. Circulación vertical por cada unidad de trabajo.
3. Introducción de espacios de asociatividad incremental, para diferentes grados de formalidad t trabajo.
4. Vacio interior que permite ver qué sucede entre un recinto y otro.

- A. Espacios de trabajo ascienden desde lo informal-colectivo hasta lo individual-privado.
- B. Circulación principal constituye espacio de socialización que penetra el área de trabajo, y permite encuentro espontáneos (cubierta transitable).
- C. Vacio interior (atrio) permite ver qué sucede entre un recinto y otro (control visual/ seguridad/ socialización).
- D. Circulación principal en planta

ACCE

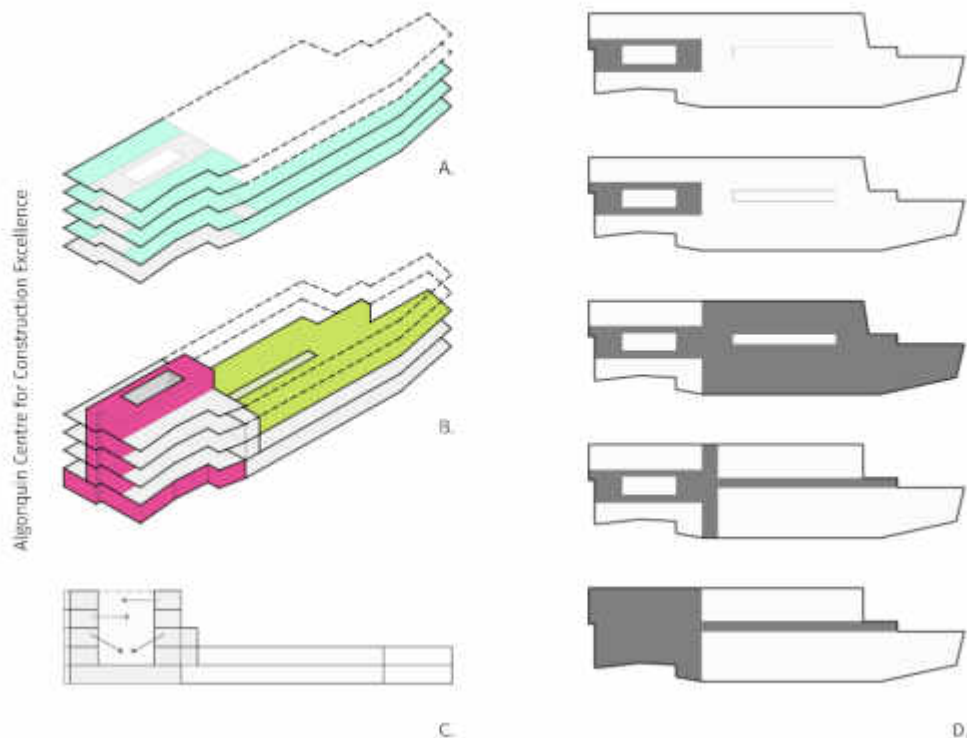


Fig. 10

Esquemas conclusiones referentes centros de investigación. Elaboración propia.

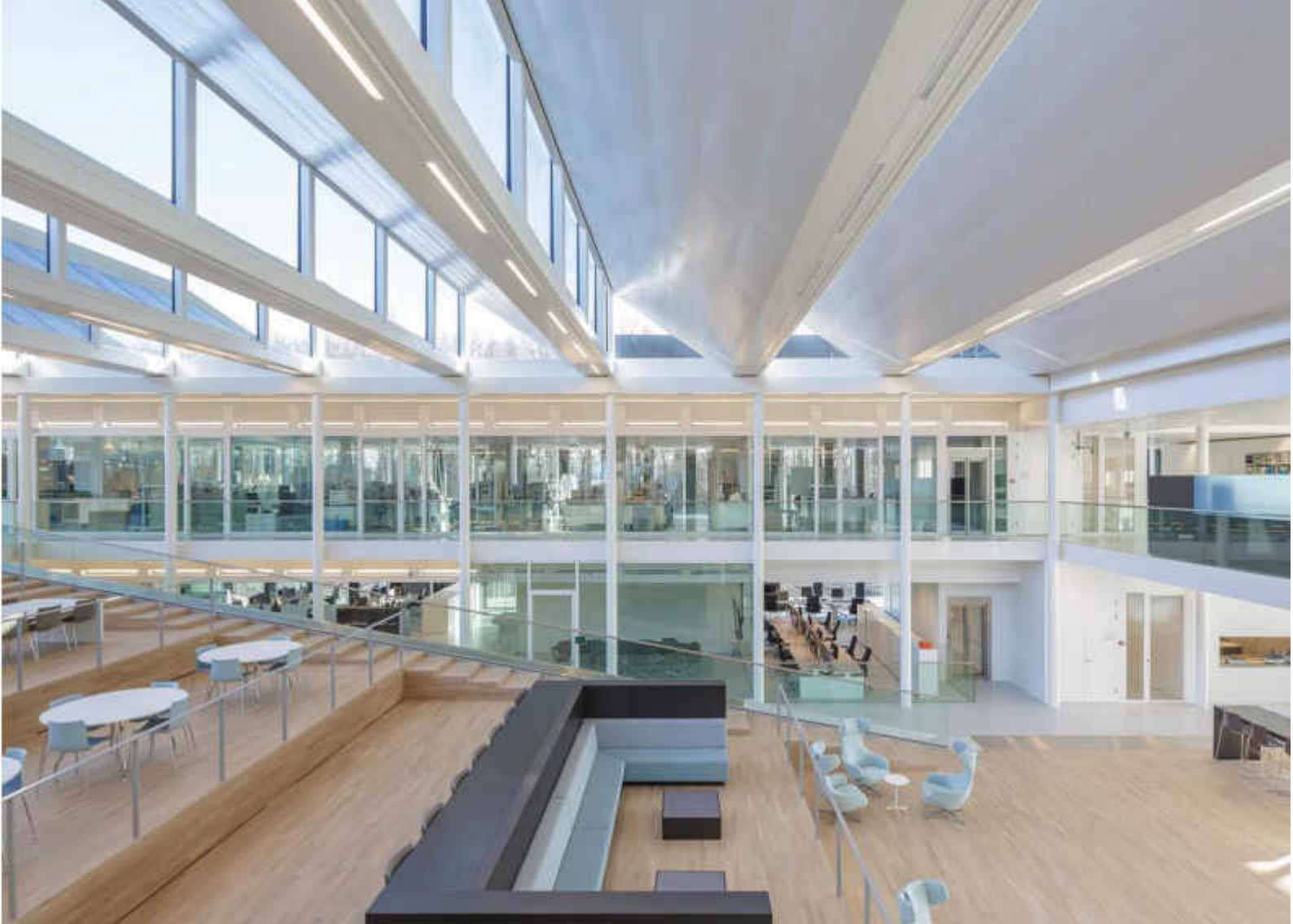


Imagen 3

Vista interior del **KWR Watercycle Research Institute**.

KWR es el instituto de investigación para el sector de agua potable holandés. Único en el mundo, este proyecto se ha traducido en una poderosa y extensa memoria colectiva para el sector de agua potable, desarrollando durante más de 60 años la base de conocimientos. Con su extensa trayectoria en la investigación enfocada en los problemas actuales y futuros de agua, KWR ha ampliado su campo de actividades para incluir todo el ciclo del agua, identificando los desafíos que enfrenta, proponiendo los medios y las estrategias innovadoras para enfrentarlos con éxito.

02

LA INVESTIGACIÓN COMO MEDIO PARA LA INNOVACIÓN

3.1. ¿Por qué un centro de investigación?

“La misma historia del progreso y desarrollo de las ciencias nos enseña que toda idea grande como el sistema planetario, la fuerza del vapor, la atracción celeste, etc, han sido presentadas por hombres que poseían al mismo tiempo, inteligencia, sentimiento e imaginación poética”.

*Ignacio Domeyko, científico y naturalista chileno.
Sucesor de Andrés Bello como Rector de la
Universidad de Chile, 1866.*

Comprendiendo la dimensión de la problemática planteada, defino que la manera más efectiva de aportar con soluciones concretas es la creación de un centro de investigación, debido a que son estas organizaciones las que permiten de manera efectiva, contribuir a solucionar problemas de la realidad de cada sociedad. Una de las estrategias más exitosas en sociedades avanzadas es la **acción asociativa e interdisciplinaria entre academia, sector público y la industria** (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). En este sentido, los centros de investigación en general promueven sinergias

que permitirían el desarrollo políticas públicas, normalización y estandarización, entre otros aportes.

En su génesis, es usual que un centro de investigaciones tenga relación con los centros de educación superior más importantes dentro de la sociedad. Dependiendo de su ámbito de trabajo, todos estos se fundan en la **confluencia de profesionales**, unidades académicas, departamentos científicos, las cuales **solamente pueden ser aportados por entidades universitarias** de esta índole. Las cuales son en su mayoría, las únicas que cuentan con un proyecto de desarrollo, un **respaldo público, que persiguen el desarrollo del saber y el bien común**, y tienen la disponibilidad de recursos humanos, financieros e infraestructura necesarias para llevar a cabo dicha labor.

En Chile, el aporte que ofrecen estos centros para el desarrollo del país es considerado de **excelencia a nivel Latinoamericano y de primer nivel mundial**. En el período 1981-2005, las citas nacionales en las publicaciones científicas y tecnológicas internacionales llegaron a un valor de 8,94 por sobre las de Argentina (7,62), de México (7,13) y Brasil (6,68), los únicos otros países de Latinoamérica con una importante producción científica¹⁰.

Es importante resaltar que la mayoría de los países OCDE invierte sobre el 2% del PIB en Ciencia y Tecnología, Brasil invierte el 1%, mientras que Chile tan sólo el 0,5% de su PIB, lo que avala su eficiencia de los recursos, pero acusa una deficiencia estructural en cuanto a incentivos económicos, que podría alterar esta senda.

¹⁰ Centros de Investigación en Chile (2012). Boletín de la Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología (DECYT). Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. (N° 10).

Entre las variadas iniciativas que se han desarrollado en nuestro país, un ejemplo concreto de las ventajas de desarrollo que ofrece la investigación teórica y su aplicación tiene que ver con el **sistemas de reducción de vibraciones y disipación de energía para movimientos sísmicos** de gran magnitud. Esta invención fue impulsada a partir de un proyecto Fondef¹¹ y fue puesto a prueba en la Torre Titanium que no sufrió daño alguno durante el terremoto de Febrero de 2010.

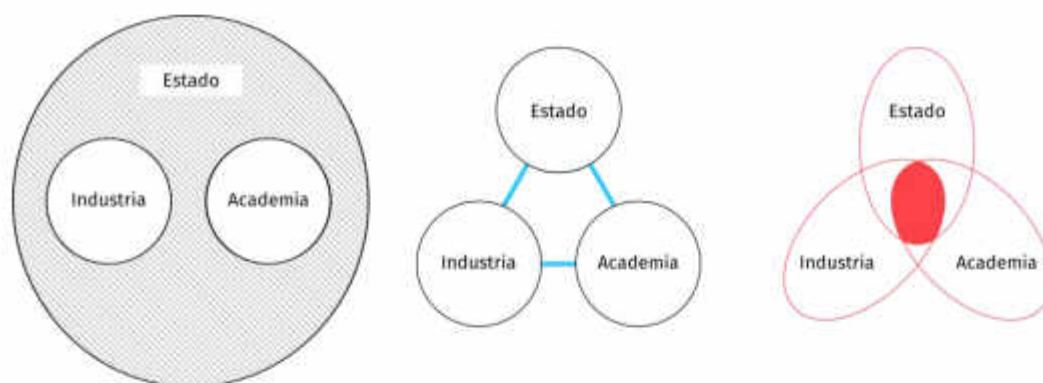


Fig. 11

Cambio en estructura de desarrollo desde la visión Estatista al sistema de Triple Hélice para el desarrollo regional basado en el conocimiento. Fuente: Concepto de la Triple Hélice de las relaciones universidad-industria-gobierno creado en la década de los 90' por Etzkowitz & Leydesdorff (2000).

¹¹ El Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, Fondef, fue creado en 1991. Su propósito es contribuir al aumento de la competitividad de la economía nacional y al mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos, promoviendo la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y otras entidades en la realización de proyectos de investigación aplicada y de desarrollo

tecnológico de interés para el sector productivo u orientados al interés público. Fuente: <http://www.conicyt.cl/fondef/sobre-fondef/que-es-fondef/>

3.2. El rol de la Universidad de Chile

“En la Universidad de Chile enfrentamos los desafíos sociales, tecnológicos y científicos de nuestra sociedad, teniendo en nuestro horizonte el bien común, la justicia social y la equidad”.

Victor Pérez Vera, Rector Universidad de Chile durante 2006-2014.

Desde su fundación nuestra casa de estudios tiene una clara misión ligada a lo público, estando permanentemente vinculada a la contribución de la realización de nuestra sociedad a través de la reflexión y acción respecto a los grandes temas país. Asumiendo esto, históricamente ha liderado en cuanto a labor científica e investigación humanista llevadas a cabo en diferentes centros de excelencia orientados a variados temas de importancia nacional. En cuanto a los centros de investigación, la Universidad de Chile actualmente participa como institución principal en variados proyectos. Algunos de los cuales son:

- 4 Institutos Científicos Milenio en Ciencia y Tecnología.
- 1 Instituto Científico Milenio en Ciencias Sociales

- 4 Núcleos de Ciencia y Tecnología.
- 5 Centros del Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación, Fondep.
- 4 Centros de Excelencia, Programa de Financiamiento Basal Conicyt.
- 9 Proyectos ALMA, Geminis y Quimal.

Pero teniendo en cuenta lo diferente que será en país hacia el año 2050, la Universidad de Chile debe asumir un rol acorde ante las nuevas demandas que se avecinan sobre todo en función de la investigación y su relación con el medio, para generar un impacto social aún más relevante. Entre algunas de estas demandas que se avecinan podemos mencionar:

La sustentabilidad y la supervivencia ante el cambio climático entendida desde un punto de vista multidisciplinar. En nuestro país ya podemos constatar algunos de los impactos que han tenido en el medio las alteraciones climáticas por efecto de la acción antrópica aún no restringida consensuadamente, lo que pone en peligro el tejido social en base a la mantención de la energía y el suministro de recursos básicos. Es ilógico pensar cómo existen comunas en emergencia hídrica por ejemplo en la Región del Biobío (47 comunas en el 2015)¹². La convivencia en una sociedad de cambios demográficos nivel nacional y latinoamericano. Particularmente en Chile se dan nuevas dinámicas como la inmigración, disminución de natalidad y aumento de la población de adultos mayores, lo que implica una mayor atención y desarrollo de políticas, desarrollo de soluciones médicas, y nuevas formas de políticas sociales para mejorar la relación entre estos agentes. **El rol del Estado y sus instituciones públicas en promover la regulación y la colaboración en una sociedad**

¹² Ministerio de Agricultura. Recurso en línea: <http://www.minagri.gob.cl/ministerio-de->

[agricultura-declara-emergencia-agricola-en-70-comunas-de-las-regiones-metropolitana-bi/](http://www.minagri.gob.cl/ministerio-de-agricultura-declara-emergencia-agricola-en-70-comunas-de-las-regiones-metropolitana-bi/)

de competencia. La manera en que los países se relacionan hoy en día se basa en generar apoyos y alianzas en todos los ámbitos, dentro del neoliberalismo actual que tiende a la competencia, se amplían brechas y vínculos entre ricos y pobres (aplicable a países y grupos dentro de una sociedad) lo que termina siendo perjudicial para el desarrollo de una sociedad. **El impacto social de las nuevas tecnologías** que constantemente se están desarrollando y pueden llegar a desarrollarse en nuestra sociedad, reconociendo las fortalezas propias y aprendiendo de las lecciones de las sociedades que han alcanzado avances significativos.

3.3. Los parques tecnológicos

De acuerdo a la definición de la "International Association of Science Parks" (IASP)¹³, un Parque Tecnológico es:

"Un organismo gestionado por especialistas cuyo principal fin es incrementar la riqueza de su comunidad por la promoción de la cultura y la innovación así como la competitividad de sus empresas e instituciones fundadas en el saber que se le asocian o se crean en su entorno"

... "Con este objetivo, 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"

¹³ La Asociación Internacional de Parques Tecnológicos, conocido por sus siglas en inglés IASP (International Association of Science Parks) es una asociación fundada en 1984, que desde septiembre de 1995 tiene su sede mundial en el Parque

mediante mecanismos de incubación y generación centrifuga (spinoff), y proporciona" otros servicios de valor añadido así como espacios e instalaciones de gran calidad".

Estos lugares resultan ser acondicionados especialmente para la instauración de **centros de desarrollo e investigación, empresas, servicios tecnológicos e incubadoras de innovación en un entorno académico.** Estos entornos no se centran en la producción masiva de invenciones tecnológicas, como su nombre puede hacer creer. Más bien se centran en facilitar en la generación de conocimiento, en la creación de ideas con impacto en la realidad, en la innovación como valor añadido (I+D), para impulsar la transferencia tecnológica entre la academia, el sector privado y el sector público. De esta forma constituyen una inversión importante para los gobiernos, empresas y universidades ya que su labor cumple un rol fundamental en incrementar la competitividad del país mediante la creación de productos, servicios y soluciones innovadores para la sociedad.

En nuestro país, como ya se ha mencionado anteriormente, la inversión en I+D es muy baja. En el año 2013 fue de \$530.292 millones (0,39% de PIB), a diferencia del promedio OCDE de 2,4%. Tan sólo Finlandia, país que lidera regularmente los indicadores de competitividad mundial, destinó el 3,55% de su PIB en este sector durante el período 2011-2015¹⁴. En Chile, la tasa de trabajadores

Tecnológico de Andalucía, en Málaga (España) y una oficina regional en Pekín (China).

¹⁴ Indicadores de desarrollo el Banco Mundial. Fuente: <http://datos.bancomundial.org/>

Principales características de los parques tecnológicos		
Ubicación	45.4% ciudades pequeñas	35.5% grandes urbes
Tamaño	45.4% menos de 200,000 m ²	25.2% más de 1,000,000 m ²
Especialización	47.1% Generales-integrales	34.5% semi-especializados
Propiedad	54.6% Públicos	29.4% Inversión mixta

Fig. 12
Elaboración propia a basado en datos de: International Association of Science Parks (2012).

dedicados a I+D es de 2,46 por cada mil. En Finlandia es de 21,45. De hecho, las estadísticas señalan que **Chile es el país que menos invierte dentro del bloque OCDE**, en contraste con Corea del Sur, cuyo gasto alcanza el 4,36% de su PIB.

De esta manera, los parques tecnológicos se posicionan como una excelente plataforma para **alentar la formación y el crecimiento de la investigación académica**, pero también como una excelente estrategia para impulsar el desarrollo de empresas u organizaciones con alto valor añadido que generan avances tecnológicos e innovación para el país.

Su estructura de conjunción multidisciplinaria **favorece los procesos que se llevan cabo en contacto entre los miembros de la comunidad investigativa**, y en sintonía con territorio en el que se insertan, evitando la aparición de clústeres disgregados por la ciudad con creación independiente y lineal. Esta concentración de programas con finalidad científica multidisciplinaria puede complementar y potenciar la eficiente labor llevada a cabo por la comunidad investigativa nacional, pero también puede inspirar y atraer a miembros de la comunidad científica latinoamericana ser partícipes de este ambiente de fomento a la innovación.

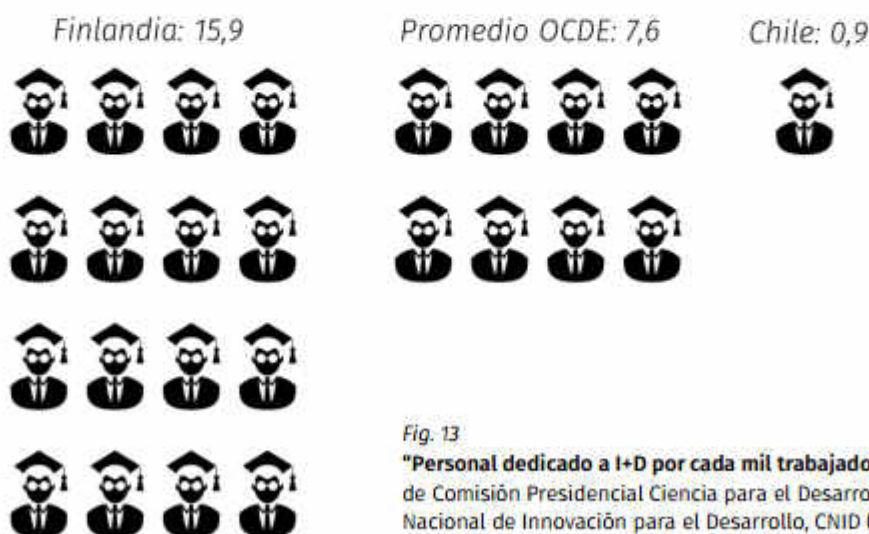


Fig. 13
"Personal dedicado a I+D por cada mil trabajadores". Fuente: Informe de Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, CNID (2015).

Otra definición que amplía las características de un parque tecnológico es la que ofrece la "Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España" (APTE). Esta señala que:

"Un Parque Científico y Tecnológico es un proyecto, generalmente asociado a un espacio físico, que:

- Mantiene relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior.
- Está diseñado para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente residentes en el propio Parque.
- Posee un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y organizaciones usuarias del Parque.

3.4. Espacios para la investigación

Los espacios que se analizan a continuación son los que presentan una relación entre la Academia el Estado y la Industria. Esto es especialmente importante para los objetivos trazados para el proyecto del PTC.

3.4.1. BRE Centre for Innovative Construction Materials/ Reino Unido

El Centro BRE para la Innovación de Materiales de Construcción es una entidad investigativa formada por la asociación entre el Building Research Establishment Ltd (BRE Ltd)¹⁵ y la Universidad de Bath (Reino Unido). Esta institución actualmente es líder en Reino Unido en el ámbito de investigación, desarrollo y consultoría en el campo de los materiales y tecnologías de construcción innovadoras y sostenibles. Además lidera la búsqueda de **soluciones constructivas e infraestructura de bajo impacto** (bajo carbono) hacia el medio ambiente. Esta labor tiene relación con el tema presentado, pues se convierte en un referente conceptual, logístico y de funcionamiento programático idóneo para una posible respuesta para el contexto nacional.

Considerando el rol de nuestra casa de estudios, como se ha mencionado anteriormente, la investigación es una de las

¹⁵ El BRE Trust es la mayor organización benéfica británica dedicada específicamente a la investigación y la educación en el entorno construido. BRE Ltd es líder mundial en ciencias multidisciplinares en edificaciones, con la misión de

mejorar el entorno construido a través de la investigación y generación de conocimiento. Estas investigaciones constituyen una guía autorizada para la industria de la construcción en Reino Unido.

características más importantes de la Universidad de Chile, y lo que la diferencia lejanamente de cualquier otra universidad (por cantidad, recursos e infraestructura a merced de esta labor) como eje núcleo estructurante de una sinergia colaborativa integubernamental, interuniversitaria, e incluso como es posible apreciar en el modelo de gestión, trabajar de manera asociativa con centros de excelencia e investigación internacionales, que permitan el apoyo y financiamiento continuo, para enfrentar los desafíos del medio construido local.

En el Centro BRE, las investigaciones actuales se centran en la utilización de materiales de construcción de bajo carbono para contribuir a reducir la huella ecológica del Reino Unido, vital para mitigar la duplicación prevista para el 2050, de las emisiones de CO₂ a causa de materiales basados en el cemento.

Actividades de su investigación

Los intereses y las actividades del Centro de investigación se dividen en las siguientes definiciones generales:

1. Concreto y cemento
2. Rendimiento energético
3. Materiales innovadores de bajo carbono
4. Composites poliméricos
5. Madera y materiales de ingeniería

En el año 2009, la oficina británica de arquitectura *White Design* ganó el concurso realizado para proyectar el edificio del Centro BRE. Dentro de su propuesta se plantea este edificio como un nuevo punto de referencia "cero carbono" utilizando tecnologías de última generación y materiales de construcción innovadores, dada la labor que en él se desarrollaría. Además plantearon su

desarrollo pensando en el futuro a través de instalaciones para demostrar la aplicación de algunos materiales de construcción y tecnologías para las que se sabe relativamente poco. Estos tienen que ver con las actividades propias del Centro antes mencionadas. Finalmente, el diseño propuesto para el centro se manifiesta en lo siguiente:

- Proporcionar un edificio cero carbono que constituya un hito en la University of Bath.
- Responder a las **necesidades actuales y futuras de la Universidad de Bath** y BRE a través de la mayor provisión de laboratorios e instalaciones de análisis, oficinas, habitaciones y espacio de exposición de reuniones.
- Proporcionar **oportunidades para la investigación académica y la enseñanza** en los materiales de construcción innovadores.
- Potenciar la capacidad para el desarrollo de vínculos de colaboración con organizaciones locales, regionales, nacionales e internacionales, mediante **programas asociados a la difusión**.

BRE y la academia

BRE tiene un estrecho vínculo con planteles universitarios en Reino Unido y en el mundo, muestra de ello es la creación asociativa de 6 **centros de excelencia e investigación**, cinco de los cuales se encuentran en Reino Unido y uno en Brasil:

- University of Cardiff
- University of Bath (2)
- University of Strathclyde
- University of Edinburgh
- Universidad de Brasilia

Además ha desarrollado y patrocinado una red mundial de **Parques de Innovación** con base en Reino Unido, China, Brasil, Estados Unidos y Canadá.



Fig. 14

BRE y sus vínculos de cooperación en centros de excelencia (investigación) con universidades a nivel mundial. Fuente: Elaboración propia a partir de "BRE and its university centres world class research", <http://www.bre.co.uk>

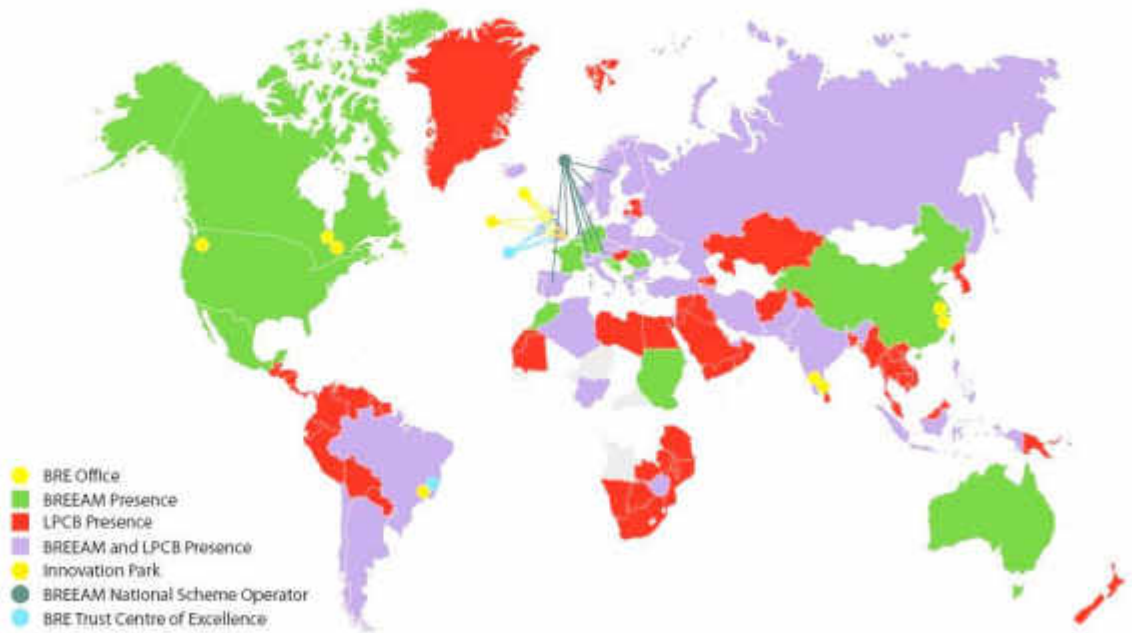


Fig.15
Asociaciones e iniciativas con patrocinio de BRE alrededor del mundo.
Fuente: <http://www.bre.co.uk>

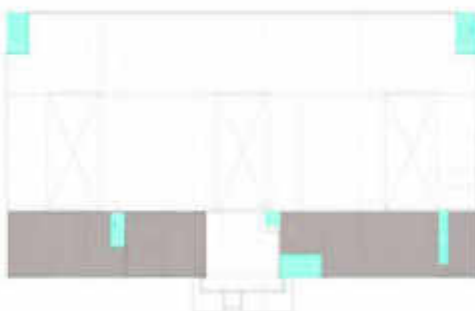
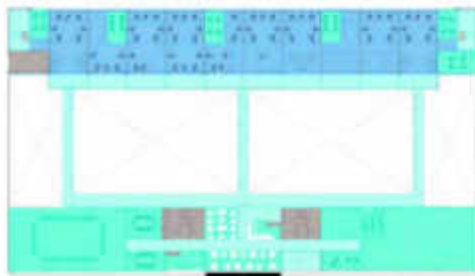
Imagen 4
El BRE Watford Innovation Park es el buque insignia de la red internacional de BRE
Fuente: <http://www.bre.co.uk>



3.4.2. Otros referentes sobre espacios para la investigación aplicada y la academia

Centro de Investigaciones Avanzadas en Fabricación

(Bond Bryan Architects, Sheffield, Reino Unido)



	Nave principal para equipos de laboratorio pesados
	Laboratorios cerrados restringidos
	Espacios de trabajo abiertos
	Salas grupales de trabajo , meeting o salas de seminarios, Café
	Circulaciones + Áreas de exhibición
	Áreas de soporte y servicios

Fig. 16
Estudio plantas CIAF. Elaboración propia.

Imagen. 5 (serie)
Imágenes edificio CIAF. Fuente:
<http://www.bondbryan.com>

Principales características

- Flexibilidad
- Espacios de trabajo colaborativos
- Diseño y desarrollo sostenibles
- Costos de operación y mantenimiento bajos
- Espacios de desarrollo de prototipos y simulación

Centro de Investigaciones Avanzado en Prototipos (Hypostyle Architects, Glasgow, Reino Unido)

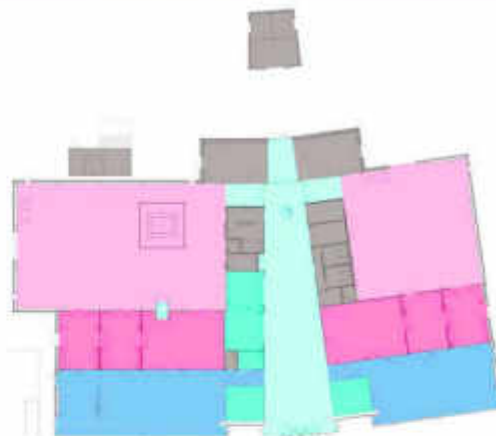


Imagen 6 (serie)

Vistas edificio CIAP. Fuente: <http://www.hypostyle.co.uk/>

- Nave principal** para equipos de laboratorio pesados
- Laboratorios** cerrados restringidos
- Espacios de trabajo** abiertos
- Salas grupales de trabajo**, meeting o salas de seminarios, Café
- Circulaciones** + Áreas de exhibición
- Áreas de **soporte y servicios**

Fig. 17

Estudio plantas CIAP. Elaboración propia.

Principales características

- Flexibilidad y expansión
- Espacios de trabajo y colaboración
- Medio ambiente de trabajo saludable
- Diseño y desarrollo sostenibles
- Costos de operación y mantenimiento bajos

Centro Tecnológico de Fabricación

(Caunton Engineering Ltd,
Coventry, Reino Unido)

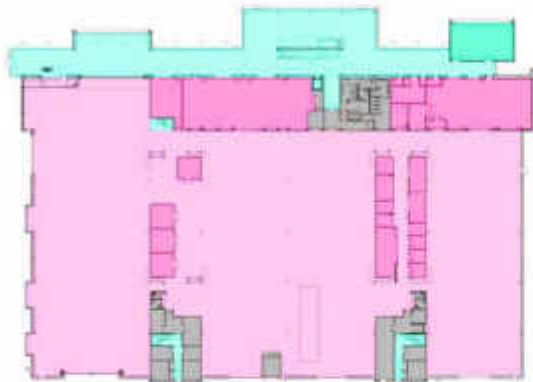


Fig. 18

Estudio plantas CTF. Elaboración propia.

	Nave principal para equipos de laboratorio pesados
	Laboratorios cerrados restringidos
	Espacios de trabajo abiertos
	Salas grupales de trabajo , meeting o salas de seminarios, Café
	Circulaciones + Áreas de exhibición
	Áreas de soporte y servicios

Imagen 7 (serie)
Vistas edificio CTF.

Fuente: <http://www.the-mtc.org/>

Principales características

- Flexibilidad y expansión
- Espacios de trabajo colaborativos
- Espacios para demostración (expositivos)
- Diseño y desarrollo sostenibles
- Grandes plantas libres (nave industrial)
- Construcción en acero (pórticos)

Centro Estatal de Fabricación Avanzada

(Perkins + Will Architects, Virginia,
Estados Unidos)



Imagen 8 (serie)
Vistas edificio CEFA. Fuente: <http://perkinswill.com>



Fig. 19
Estudio plantas CEFA. Elaboración propia.

	Nave principal para equipos de laboratorio pesados
	Laboratorios cerrados restringidos
	Espacios de trabajo abiertos
	Salas grupales de trabajo , meeting o salas de seminarios, Café
	Circulaciones + Áreas de exhibición
	Áreas de soporte y servicios

Principales características

- Flexibilidad y expansión
- Espacios de trabajo colaborativos
- Espacios diseñados para visitantes (auditorios)
- Sistemas pasivos de energía (sustentables)
- Grandes plantas libres (nave industrial)

Conclusiones referentes

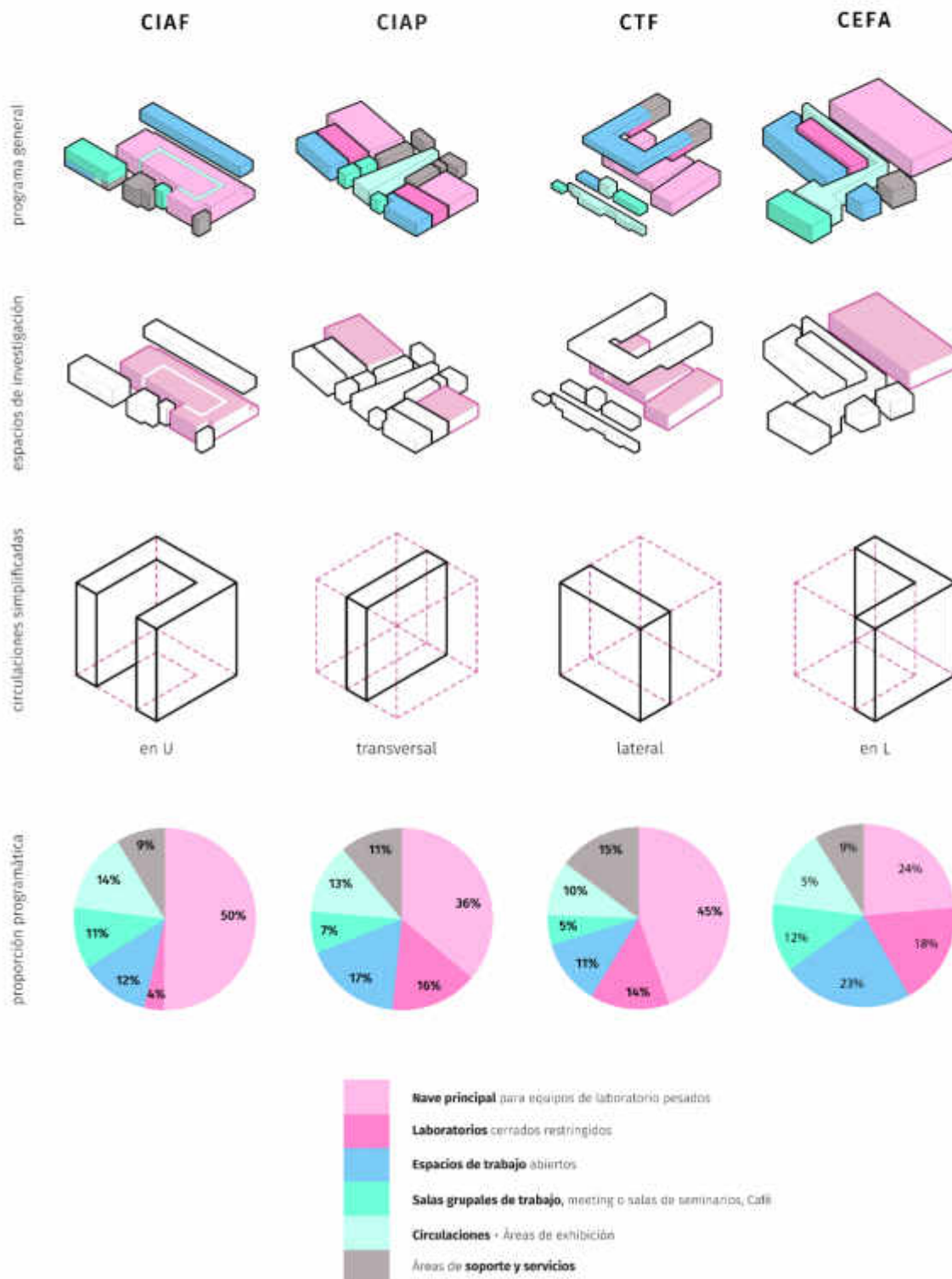


Fig. 20 Conclusiones referentes centros de investigación. Elaboración propia.



Imagen 9

Vista aérea **Puente Manises** sobre el río Turia. Valencia, España. Puente atirantado mixto **de hormigón reciclado** de 145 metros de longitud. Los materiales de derribo del puente preexistente se reutilizaron en el cemento de la nueva estructura. La geometría resuelve de forma eficaz los condicionantes hidrológicos, al evitar los apoyos en el cauce y elevar en 4 metros la rasante del tablero.

04

**CICLO DE VIDA EN LA
CONSTRUCCIÓN**

4.1. Medioambiente y sustentabilidad

“Las ciudades son como organismos, absorbiendo recursos y emitiendo desechos. Cuando los arqueólogos del futuro miran los depósitos del último cuarto milenio, van a encontrar una discontinuidad biológica tan grande como cualquiera en el pasado. Se expondrán una riqueza no de fósiles sino de bolsas de plástico y otros desechos humanos”.

Sir Crispin Tichell, Introducción al libro “Ciudades para un pequeño planeta” por Lord Richard Rogers

En la actualidad, llegar a las futuras generaciones un medio ambiente apto para la continuidad de la civilización se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la humanidad. En el marco de la globalización de las economías no es posible estar al margen de esta preocupación. En estos días, los consumidores son más exigentes, tanto en

la conservación de los recursos naturales y en la protección del medio ambiente, como en la calidad de los productos y servicios que reciben. Por tal motivo, la industria enfrenta el reto de producir con alta calidad y satisfacer las expectativas de los consumidores y de otras partes interesadas en el tema de la protección del medio ambiente.

4.1.1. ¿Qué se entiende por desarrollo sustentable?

La Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo a través de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) establece en 1987 a través del Informe Brutland ¹⁶, una declaración sobre nuestro futuro común, definiendo el concepto de desarrollo sustentable como **“aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas propias”**. Algo similar se estableció en el ámbito nacional, mediante la Ley de Bases del Medio Ambiente (1992) señala que “el desarrollo sustentable es un proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medioambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras”. El cuidado hacia el medio ambiente en la actualidad es un tema de suma importancia para los llamados países del primer mundo, y también, cada vez cobra mayor relevancia para los países en vías de desarrollo (Tse, 2001).

¹⁶ El Informe Brutland es un reporte socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland. En el cual se contrasta la postura de desarrollo económico actual

junto con el de sostenibilidad ambiental, con el propósito de analizarlas, criticarlas y replantearlas, reconociendo que el actual avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto.

4.2. Industria de la construcción y su impacto ambiental

El cuidado hacia el medio ambiente en la actualidad es un tema de suma importancia para los llamados países del primer mundo, y también, **cada vez cobra mayor relevancia para los países en vías de desarrollo** (Tse, 2001). En este ámbito, la industria de la construcción es por su naturaleza, intrínsecamente poco amigable con el medio ambiente (Shen, 2002; Tam y Tam 2006, Tam y Le, 2009; Li et al., 2010). Así como también es considerada como una de las que más contribuyen a la contaminación ambiental (Shen y Tam, 2002).

Paralelamente es considerada por Del Rio et al. (2009) como la industria que demanda los **mayores niveles de energía, concordando además con la alta demanda de recursos naturales y tecnológicos masivamente contaminantes** que implican sus procesos (Shen, 2005). Según lo indicado por Alvarez (2010), "a nivel global se estima que el sector de la construcción consume el 50% del total de los recursos naturales y el 40% de la energía generada". El impacto ambiental del sector de la construcción es tal, que muchas veces es indicado como el responsable de agotamientos de ecosistemas, del deterioro del aire, del agua, de la contaminación acústica en las zonas urbanas y de desechos sólidos y líquidos (Shen y Tam, 2002; Tam y Le, 2009); siendo responsable de la tercera parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) (Alvarez, 2010) Según Kibert (2007), se estima que la mayor parte de los materiales utilizados en la construcción se está convirtiendo en grandes depósitos, asimismo, en un enorme problema medioambiental, difícil de combatir para las generaciones siguientes. Junto con lo planteado con Ljigah (2013), quien estima que

identificar el futuro impacto de la construcción sobre el medio ambiente debe necesariamente ser realizada a fin de poder establecer una protección adecuada.

Frente a esto, y por razones medioambientales, los países en vías de desarrollo como el nuestro, han adoptado medidas con respecto al control y normalización de los productos resultantes de reciclaje y re-utilización de RCD. Es por esto, que es cada vez mayor la concientización acerca de la importancia de un desarrollo sostenible en las actividades ligadas al sector de la construcción, en sus diferentes actuaciones. Junto con el incentivo al uso de estos materiales y procesos conducentes a la reutilización de residuos materiales, teniendo en cuenta que estos traen consigo una ventaja medioambiental al disminuir los traslados de materias primas "virgenes", y minimizar la explotación de recursos naturales. Además de quitarle presión al medio ambiente, previniendo el incremento del área necesaria para la disposición final de los residuos provenientes de este sector.

4.3. El ciclo de vida y su importancia

En definitiva, el ciclo de vida y su análisis es un **método de gestión medioambiental que examina todos los procesos desde su extracción, transformación y uso, hasta su retorno a la naturaleza en forma de residuo**. Además de ser una metodología, este concepto engloba una vertiente de la construcción sostenible que se convierte en una herramienta indispensable útil, versátil y fundamental para la toma de decisiones en el sector de la construcción. La creación de políticas públicas fundamentadas

se concretarían mediante la puesta en práctica de esta disciplina en nuestro país por lo antes expuesto.

De esta forma se lograrían **plantear los horizontes del impacto medioambiental que una construcción o material local pueden provocar**, a través del análisis de todos y cada uno de los procesos desde su extracción, transformación y uso, hasta su retorno a la naturaleza en forma de residuo de materiales. Proponiendo estrategias a nivel país en base a investigaciones que conduzcan a soluciones locales e innovadoras hacia este tema.

4.4. El análisis del ciclo de vida

El impacto ambiental de un producto inicia con la extracción de las materias primas y termina cuando la vida útil del producto finaliza, convirtiéndose en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente. Durante la fabricación, las empresas deben evaluar el impacto ambiental que tiene su proceso, además tienen la responsabilidad sobre el impacto que ocasionan las partes involucradas en el proceso hasta que el producto llega al cliente consumidor, (por ejemplo proveedores, distribuidores y consumidores). Esta cadena, que va "desde el nacimiento hasta la tumba" es lo que se denomina ciclo de vida de un producto.

Como ya hemos mencionado, el impacto que produce la industria de la construcción al medio ambiente es significativo, ya que se incluyen todos los procedimientos necesarios para erigir una construcción cualquiera sea su escala o su función. Desde la extracción de las materias primas que llegarán a constituir materiales industrializados, todos los

traslados que esto conlleva y produce, las remociones de tierra de la faena constructiva propiamente tal, y hacia el final de lo que se considera la vida útil de la edificación, la disposición final de sus desperdicios producto de la demolición. Los mayores gastos energéticos (por tanto mayores efectos nocivos para el medioambiente) se producen en la etapa de ocupación de lo ya construido. Pese a esto, son precisamente en las etapas de construcción y demolición las que resultan más relevantes para los profesionales de la construcción, debido a la directa relación que tienen con el poder de decisión que ejerce el proyectista sobre una obra. Para esto, es necesario **acciones de evaluación que establezcan una consideración global** de los efectos que esto conlleva. En este sentido, cobra relevancia el concepto del análisis de ciclo de vida (ACV) aplicado en la construcción.

El ACV se remonta a la década de 1960, y con la energía de los sistemas de análisis industriales emprendidas en ese momento y, posteriormente, en respuesta a las crisis del petróleo de la década de 1970 (Boustead, 1972; Sonesson, 2010). Posteriormente, se utiliza como metodología de análisis genérica para evaluar los impactos ambientales potenciales de cualquier actividad, producto o servicio sin límites geográficos, funcionales o temporales (Sonesson, 2010). El ACV se considera, en palabras de Sonesson (2010), como **"una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos de los productos, actividades y servicios a lo largo del ciclo de vida**, desde la extracción de materias primas, a través del procesamiento, fabricación, distribución, uso y en la gestión de residuos finales". No obstante, la definición más aceptada hasta hoy es la que establece la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) en el año 1993, la cual establece que el ACV es "un conjunto sistemático de procedimientos para la

compilación y el examen de **las entradas y salidas de materiales y energía y los impactos ambientales** asociados directamente atribuibles al funcionamiento de un sistema de producto o servicio a través de su ciclo de vida." El ACV se relaciona por primera vez a la edificación gracias a un estudio (Bekker, 1982) donde se establece una aproximación de la metodología aplicada mediante un diagrama de flujo input/output.

Hoy por hoy, la metodología de ACV está totalmente estandarizada en las normas UNE 150041:1998 EX, UNE-EN ISO 14040: 2006 y UNE-EN ISO 14044: 2006. En conjunto, estas establecen su alcance y las características de su metodología.

4.5. El Análisis de ciclo de vida en la construcción

El análisis de ciclo de vida (ACV) se considera, en palabras de Sonesson (2010), como **"una técnica para evaluar los aspectos ambientales y los impactos de los productos, actividades y servicios a lo largo del ciclo de vida**, desde la extracción de materias primas, a través del procesamiento, fabricación, distribución, uso y en la gestión de residuos finales".

Para las edificaciones, existe un estándar ACV en proceso de desarrollo por parte del Comité Técnico 350 del Comité Europeo de Normalización (CEN/TC 350), que busca medir el comportamiento ambiental de un edificio. Esta comprende cuatro fases:

- *Producción del edificio* (materias primas, transporte, fabricación)

- *Construcción del edificio* (transporte, procesos in situ de construcción)
- *Uso del edificio* (mantenimiento, reparación y reemplazo, rehabilitación, consumo de energía, consumo de agua)
- *Disposición final del edificio* (deconstrucción, transporte, reciclado, reutilización, disposición final en vertedero, incineración)

Existe una clara relación entre todas las fases del ciclo de una construcción y la metodología ACV la que permite hacer una análisis global sobre el impacto medioambiental que puede tener esta. Al mismo tiempo **permite establecer las mejores direcciones de diseño en la relación de un proyecto con el medioambiente**. Además de evaluar la energía y las emisiones que potencialmente son ahorradas y disminuidas en favor de un proyecto de bajo impacto al entorno.

4.6. Posibles líneas de acción investigativa referidas al CV

Lo que se llevará a cabo en el centro de investigaciones orientado al campo de la sustentabilidad material desde el enfoque del ciclo de vida, tiene relación con identificar el potencial de usar ciertos materiales renovables, no renovables (reciclables) en la construcción tradicional, llevando su aplicabilidad al siguiente nivel; en el que permita la comprensión de cómo estos elementos se comportarán (conjunta o aisladamente) en el mundo real y la forma de utilizarlos en tecnologías de **construcción masiva de bajo impacto** (validación de laboratorio).

Luego, las labores de investigación se orientarían en función de construir, supervisar y analizar el desempeño ambiental (edificabilidad, confort higrotérmico, resistencia al clima, entre otros parámetros) de una serie de **prototipos** experimentales a a escala real, ya sea de materiales de construcción, productos y sistemas, en **ambientes controlados** (temperaturas extremas, humedad, viento y lluvia).

La instalación deberían ofrecer por tanto una amplia gama de opciones de investigación, incluyendo **pruebas de desempeño y validación de teorías**. De esta manera se justifican los límites de los materiales de construcción de uso extensivo y sus propiedades.

4.6.1. Procesos y requerimientos tecnológicos

Pruebas Mecánicas

Consiste en ensayos mecánicos estándar, incluyendo la tracción, compresión y ensayos de flexión; las pruebas de impacto; pruebas de desgarro de masa, etc.

Simulación física

Consiste en la simulación de procesos físicos del mundo real a escala de laboratorio y al mismo tiempo controla las respuestas fundamentales del material examinado para resolver los problemas de producción del mundo real. El conocimiento adquirido a través de la simulación física se utiliza para optimizar y desarrollar los parámetros de procesamiento industrial convencional

(tratamientos térmicos y mecánicos complejos). Esto requiere la aplicación de diversos sensores y dispositivos de medición, tales como un termómetro (de contacto y de infrarrojos), una célula de carga, un extensómetro (transformador de desplazamiento variable lineal y láser) y un dilatómetro, proporciona retroalimentación para asegurar la ejecución precisa y repetibilidad del objetivo térmico-mecánico historia.

Simulación climática

Consiste en imitar el medio ambiente a través de simulaciones controladas y permitir la evaluación de materiales de construcción a gran escala bajo condiciones climáticas. No sólo **para ver lo que sucede** en el entorno real, sino que además ver cómo las presiones ambientales previstas afectan al mundo de material de construcción.

Implementos de corte y ensamble

Ensayos mecánicos estándar, incluyendo la tracción, compresión y ensayos de flexión; las pruebas de impacto; pruebas de desgarro de masa, etc.

Prensa de compresión y fundición

El moldeo por compresión es un método de moldeo en el que el material de moldeo, en general precalentado, es colocado en la cavidad del molde abierto. El molde se cierra, se aplica calor y presión para forzar al material a entrar en contacto con todas las áreas del molde, mientras que el calor y la presión se mantiene hasta que el material de moldeo se ha curado.

4.6.2. Diagrama del proceso investigativo requerido

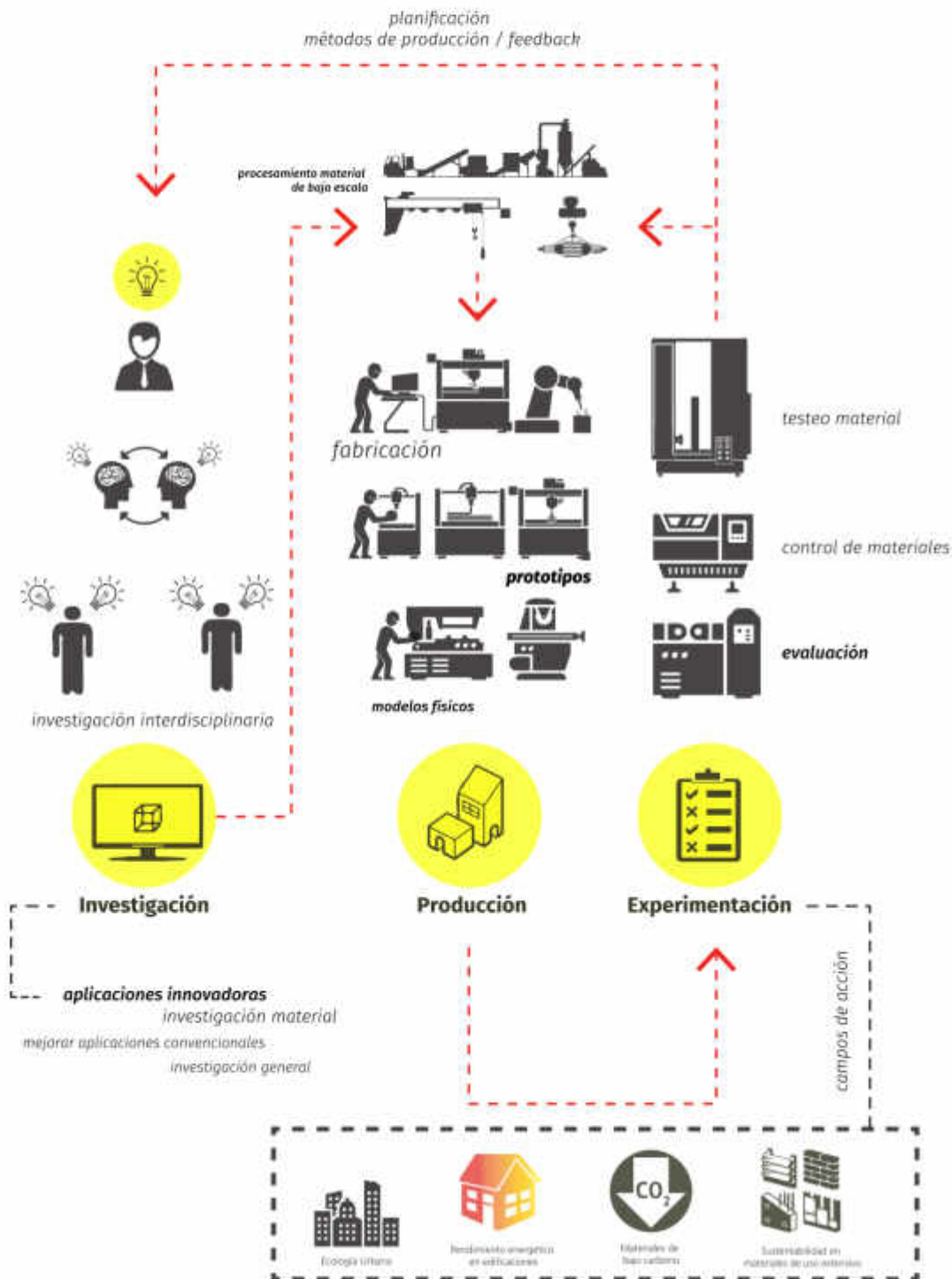


Fig. 21 Diagrama funcionamiento de la labor investigativa propuesta. Elaboración propia.

4.7. Espacios para procesos de mediana y gran escala/ Arquitectura industrial

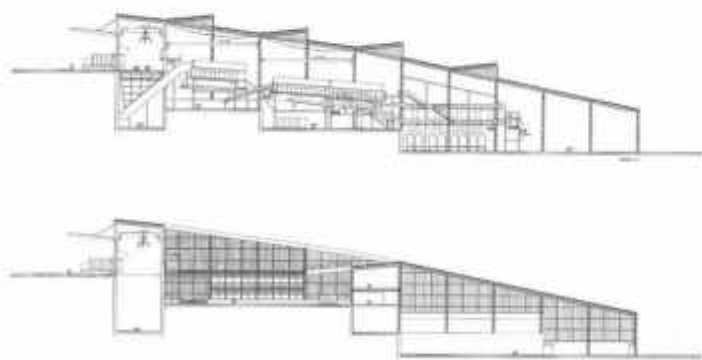
Planta de Reciclaje de Residuos Urbanos.

(Ábalos & Herreros, Madrid, España, 1999)



Imagen 9 (serie)

Vistas Planta de reciclaje residuos urbanos. Fuente: <http://estudioherreros.com>



Su diseño y colores imitan la topografía local, mientras que la selección del sitio y la orientación del edificio se adaptan a una colina con el fin de utilizar sistemas gravitacionales para la selección, el movimiento y la transformación de los residuos. Todo está hecho con vigas prefabricadas industriales y el edificio está envuelto en policarbonato reciclado. Un centro / zona de museo visitante permite observar cómo los residuos se mueven alrededor de la planta. El edificio central puede ser reciclado y reutilizado o desmantelado para producir nuevos componentes / materiales.

Instalaciones para la eliminación de residuos

(UNStudio, Delft, Holanda)



Imagen 10 (serie)

Vistas instalaciones de tratamiento de residuos.

Fuente: <http://www.unstudio.com>

La forma estructural de esta instalación se determinó por la circulación de los residuos. Un lado del edificio está cubierto de vidrio azul que permite la observación de los trabajos internos de la planta. La planta de tratamiento es muy eficiente de la energía, y su diseño es compacto y organizado para representar la política de gestión de residuos de la ciudad de Delft, conforme a lo solicitado en el escrito del diseño.

4.8. Tipología asociada a procesos de transformación material

Nave

En Arquitectura

El término nave, palabra proveniente del Latín navis, denomina a cada uno de los espacios que, delimitados por muros o columnas en fila, se extienden a lo largo de un edificio.

En Industria

Una nave industrial es un edificio de uso industrial que alberga la producción y/o almacena los bienes industriales, junto con los obreros, las máquinas que los generan, el transporte interno, la salida y entrada de mercancías, etcétera. Los requerimientos y tipos de construcción que debe poseer la nave varían en función de las innumerables actividades económicas que se pueden desarrollar en su interior, lo que ha conducido al desarrollo de un gran número de soluciones constructivas. Por ejemplo, en las naves que albergan cadenas de producción la longitud suele ser la dimensión predominante de la construcción.

Ventajas

La nave industrial ofrece grandes luces sin la existencia de apoyos intermedios, de tal manera que la planta inferior pueda operar sin obstáculos ni restricciones

- Economía
- Adaptabilidad
- Reducido tiempo de construcción
- Flexibilidad de expansión

- Grandes luces
- Baja mantención
- Sistemas de cubierta y muro energéticamente eficiente
- Versatilidad arquitectónica

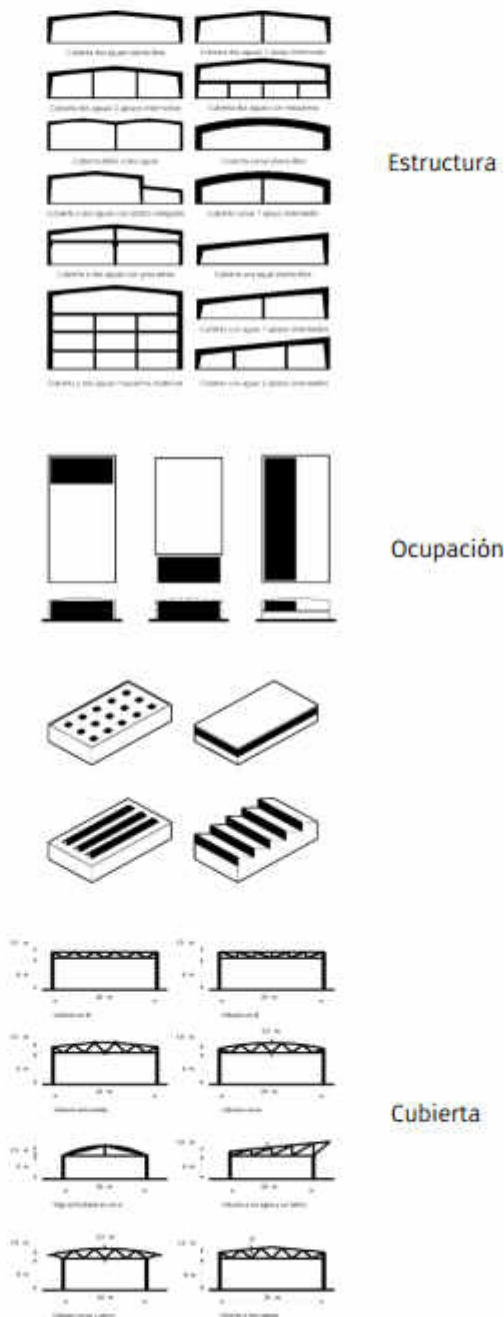


Fig. 22. Características tipología arquitectura industrial. Elaboración propia.



Imagen 11

Vista aérea de la **Laguna Carén**, laguna y humedal ubicado en la comuna de Pudahuel, Provincia de Santiago, Región Metropolitana, Chile.

5.1. Criterios de localización

Comprendiendo la dimensión de la problemática y la propuesta planteadas, he definido algunos criterios que me permitieron dar con el lugar indicado para llevar a cabo la idea de proyecto. Estos son:

- El lugar debe ser estar **administrado al alero de la Universidad de Chile**, debido a las condiciones inigualables que esta institución ofrece y el sentido público de su misión.
- Su ubicación debe estar inmersa en un **contexto favorable para el trabajo interdisciplinar** en las áreas que compete el problema en cuestión; en este caso, la arquitectura, la ingeniería, las ciencias agrónomas y químicas u otras afines.
- El lugar debe tener **buena accesibilidad desde los diferentes unidades académicas** de la universidad, para facilitar la integración y el aporte académico estudiantil de la comunidad, pero también para la comunidad en general que desea conocer su labor.
- El contexto debe permitir la condición variable de la labor investigativa y del **incremento de sus requerimientos espaciales en el tiempo**.

A casusa de estas cuatro condicionantes presentadas, se plantea como lugar idóneo de emplazamiento el predio del sector Laguna Carén, ubicado en la comuna de **Pudahuel**. Este lugar en el cual la Universidad de Chile planea desarrollar llamado **Parque Tecnológico Carén (PTC)** un proyecto de gran escala y de gran relevancia para el ámbito de

la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico.

La elección de este predio como emplazamiento se basa fundamentalmente en la labor definida para el proyecto "Centro de Investigación para el ciclo de vida de los materiales", en la cual priman los valores de trabajo investigativo interdisciplinar y difusión que se plantean a sí mismo para el proyecto PTC. De esta manera el proyecto CICVM cuenta en Laguna Carén con un panorama futuro propicio para desarrollar sus instalaciones y así complementar de manera oportuna el desarrollo e innovación tecnológica promovidos por PTC.

EL PTC busca promover el trabajo conjunto entre lo académico, la labor Estatal, el sector productivo para combinar potencialidades investigativo-tecnológicas junto con la capacidad productiva, estableciendo para esto condiciones de infraestructura que estimulen finalmente el desarrollo de la innovación y el intercambio tecnológico a nivel nacional. Debido a esto, la creación de este parque tecnológico aumentaría la competitividad y el valor agregado de la producción tecnológica nacional en variados ámbitos, lo que considero que constituirá un ambiente que favorecerá todas las actuaciones que pretende el CICVM.

5.2. Ubicación

“Pudáuel: Fundo del departamento de Santiago situado a 13 kilómetros al O. de su ciudad capital y en la confluencia del río Mapocho con el riachuelo de Lampa. Al entrar éste en el río hace una estancación o rebalsa que formaba una pequeña laguna y pozancos, antes más notables, los que se designaban con el nombre indígena de epu-dauyll que significa las lagunas, y del cual el título es alteración”.

Diccionario Geográfico de la República de Chile (1899) de Francisco Solano Astaburuaga y Cienfuegos

Comuna de Pudahuel

Según lingüistas, Pudahuel es vocablo del Mapudungún, se traduce como “lugar donde se juntan las aguas” o “lugar de charcos”. Sin embargo, el Decreto Ley que le da el nombre lo traduce como “en la Laguna”.

Pudahuel una comuna del sector norponiente de la ciudad de Santiago, capital de Chile. Se divide en Pudahuel Norte y Sur. Limita al norte con Lampa, al este con Quilicura, Renca, Cerro Navia, Lo Prado y Estación Central, al sur con Maipú y al oeste con Curacaví. Esta comuna cuenta con alrededor de **274.330 habitantes** (INE, 2013) en 197,7 km², con una densidad de 1.300 hab/km².

Forma parte del grupo 7C de acuerdo a la tipología de la SUBDERE y un 7,1% de su población se encuentra en condición de pobreza. **Tan solo 13 km² corresponden a zonas urbanas.** Tiene una alta presencia industrial y de terrenos sin desarrollar. Medioambientalmente es una de las comunas más contaminadas de la capital y disponen anualmente cerca de 84 mil toneladas en rellenos sanitarios.



Fig. 23
Esquema ubicación de Pudahuel: Sudamérica/ Chile/ Región Metropolitana. Elaboración propia.

Reseña Histórica

La comuna fue fundada el 25 de febrero de 1897 con el nombre de "Las Barrancas" por Decreto Supremo del entonces presidente Federico Errázuriz Echaurren. Surgió a partir de peticiones formales de los vecinos de la Subdelegación 13ª Pudahuel de la comuna de Maipú, y de los vecinos de la Subdelegación 14ª rural Mapocho de la comuna de Renca, motivados por la **lejanía de los servicios municipales de sus respectivas comunas**.

Su población alcanzaba a 5.658 habitantes. Su primer alcalde fue el señor José Besa, quien ejerció entre 1897 y 1902 con un presupuesto anual de 20 mil pesos, utilizados en gran parte para combatir a los asaltantes de los caminos.

Las Barrancas tenía dos poblados, El Resbalón y Las Barrancas. Esta última pasó a ser la cabecera de la comuna con Registro Civil, Iglesia y Escuela Pública.

Evolución Urbana

En 1952 se registran 9.328 habitantes, los que aumentan a 50.959 en 1970. Las migraciones del campo y de obreros de provincias le dan un marcado carácter popular.

La explosión demográfica en 1980, sumaba ya más de 300 mil habitantes, lo que impulsa su división administrativa para darle una mejor gobernabilidad. Así, se desprende parte del sector nororiental, dando creación de las comunas de Cerro Navia y Lo Prado.

Actualmente su población es de **274.330 habitantes**, de los cuales 3.395 viven en la zona

rural. **Debido a los Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado**¹⁷ establecidos dentro de esta comuna, la población podría duplicarse hacia el 2030 debido a la inversión inmobiliaria producto de estos mecanismos de expansión.

Sector Laguna Carén

Según la lengua mapudungún, "carén" significa *estar verde o lugar verde*.

El predio elegido dentro de la comuna de Pudahuel corresponde a Laguna Carén, cuyo propietario actualmente es la Universidad de Chile, la cual planea desarrollar un parque tecnológico, proyecto a cargo de la Fundación Lo Aguiñe, entidad creada por nuestra casa de estudios para dicho propósito. **El predio de Laguna Carén presenta una superficie de 1.022 hectáreas** (de un tamaño equivalente a 12 veces el Parque O'Higgins), actualmente siendo parte del sector rural de la comuna, sobre el cual se ejerce fuertes presiones de desarrollo inmobiliario, a causa de su ubicación contigua al área de expansión urbana. Los límites del predio son: Hacia el norte: Estero Lampa y otros propietarios. Hacia el Este: estero Lampa y cerro Amapol. Hacia el Sur: Ruta 68 Santiago-Valparaíso. Hacia el Oeste: Puntilla Lo Vásquez y otros propietarios.

Para comprender de mejor manera la relación entre la Universidad de Chile, el predio de Carén y el proyecto de parque tecnológico, se presenta a continuación una breve revisión cronológica con los sucesos más relevantes en torno a su historia¹⁸.

¹⁷ Según el PRMS (2003) Artículo 8.3.2.4. PDUC son: «aquellos proyectos emplazados en las Áreas de Interés Silvoagropecuario que cumplan con todas las condiciones y exigencias establecidas»

¹⁸ Fuente: Memoria de Titulación "Centro de investigación y difusión de energía solar de investigación y difusión de energía solar", Aguilera, A. (2006).

5.4. Accesibilidad y entorno urbano

El sector donde se ubica en PTC resulta ser privilegiado con la estrategia de concesión de autopistas urbanas, especialmente por costanera norte, la cual permite conectar todo el sector oriente de la ciudad directamente con el PTC. Mientras que desde el centro de Santiago, también cuenta con excelente comunicación vial, el PTC está ubicado a tan sólo **18Km** de distancia del centro cívico, por la Av Libertador Bernardo O'Higgins, a través del transporte público (buses alimentadores del sector J del Transantiago) y por la línea 1 del Metro. Algo que se potenciaría aún más de concretarse la histórica circunvalación Orbital que pasaría directamente por el sector de Lo Aguirre en Pudahuel, aledaño al PTC (ver Fig.17). En relación a los distintos campus de la Universidad de Chile, si bien el PTC no está en una posición equidistante a estos, la excelente accesibilidad intercomunal que ofrece la circunvalación de Américo Vespucio permite que esto no sea obstáculo para los tiempos de viaje. Considerando esto, desde el campus más alejado hasta PTC, hay tan sólo **23 km** de distancia. Por otra parte, el PTC cuenta con la presencia de vías interregionales a menos de **7km** de radio (Rutas 5 Norte y Sur, Ruta 68 y Autopista del Sol), y con el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez (AMB), el más importante del país. Esto ofrece al PTC una conectividad ideal con los puertos de Valparaíso y San Antonio, los dos más importantes de la zona central del país.

En cuanto a los elementos programáticos del entorno, destacan los paños industriales, pequeñas y disgregadas zonas agrícolas, empresas de extracción de áridos y proyectos inmobiliarios propuestos mediante los Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUC). Estos últimos proporcionan al PTC una ventaja en su ubicación al estar **inserto en un futuro cercano, dentro de importantes polos de desarrollo urbano y económicos** (de los cuales se potenciarían recíprocamente con la presencia del PTC), en el inminente avance la capital hacia el sector poniente. Promoviendo con esto incluso, en un futuro más lejano, una conurbación interregional con la ciudad de Valparaíso.

La presencia de estos elementos junto con terrenos que ya están siendo urbanizados, fomentaría la **visita o la instalación permanente** de grupos de estudios que trabajarían en el PTC y en el CICVM, como también facilitaría **el transporte de muestras de investigación**.

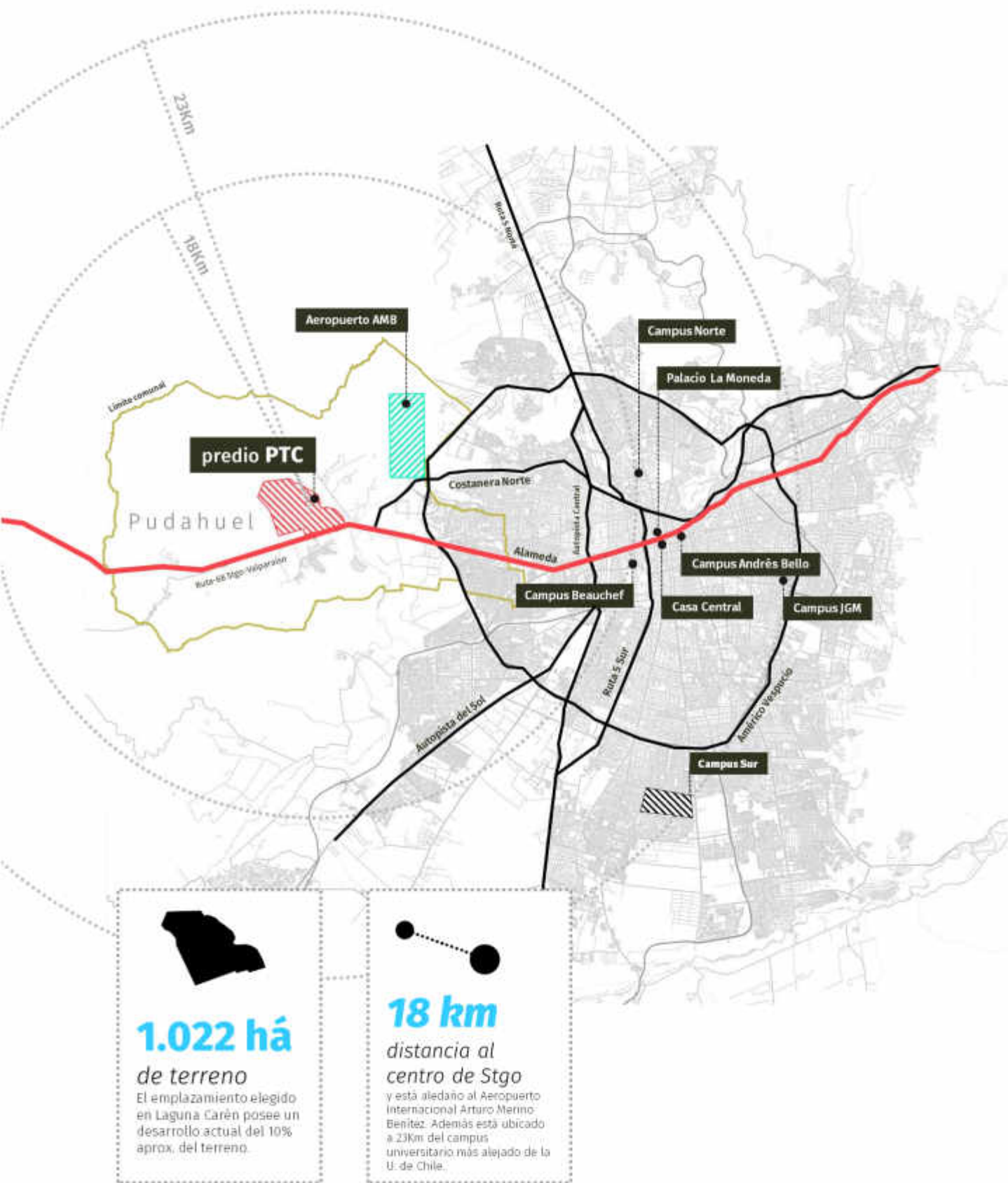


Fig. 24
Condiciones de accesibilidad hacia el sector Laguna Carén. Elaboración propia.

5.4. Características geográficas y ecológicas



Imagen 12

Espino (Acacia Caven), especie presente en la sabana aledaña a Laguna Carén. Fuente: Creative Commons (CC), 2013.

El paisaje natural circundante al PTC es una de sus principales características. El predio está inserto en una **zona semiárida (sabana)** cercana al valle del El Noviciado, con suelos de irregular calidad agrícola pero abundante agua subterránea. Circundada hacia el oeste por la Cordillera de la Costa y hacia el este por el cerro Amapólas, **lo que permite aislar visualmente este lugar del resto de la ciudad.** En esta sabana existe una red fluvial de gran relevancia ecológica, la cual está conectada con el río Mapocho y los esteros Lampa, Las Cruces y **Carén.** Precisamente en este último se sitúa el PTC.

Esta sabana contiene una importante muestra de flora y fauna en la que destacan la *Acacia caven*, comúnmente conocida como Espino (árbol de hoja perenne), una de las **formaciones vegetales más importantes de la zona central** (Mann, 1960). Existen pocos lugares con el nivel de conservación que poseen en este lugar, por lo las intervenciones en PTC debiesen ser aplicadas con criterio científico para buscar el **menor impacto posible.** En cuanto a la fauna, esta habita principalmente en torno a los cuerpos de agua, y posee importantes poblaciones de Garzas cuca, Hualas, Siete colores entre otras aves acuáticas.

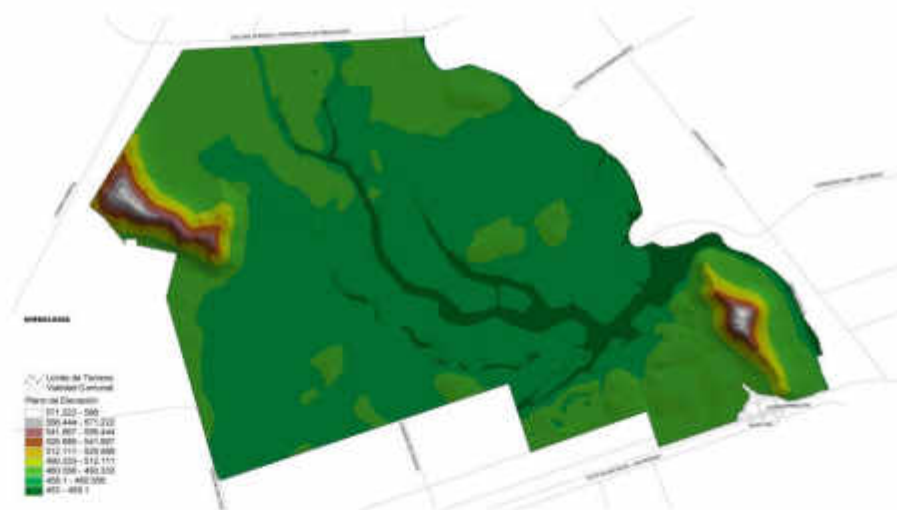
En el interior del predio laguna Carén, cerca del 15% lo constituyen dos cerros de moderada altura, que son claramente identificables en la planicie. **Estos dos cerros actúan como puntos de referencia** en su interior, y se ubican al suroriente y al norponiente del mismo (ver Fig. 18).

La importancia del agua dentro del predio es crucial, el estero o laguna Carén ocupa unas 10 hectáreas y presenta una profundidad en promedio de 8m. Esta posee cuatro brazos o afluentes, en cuya trayectoria describen una curva desde norponiente a sur. Su longitud máxima es de 3000m y 187m de ancho máximo en su brazo principal, que hacia el poniente forma un cuerpo de agua mayor. La laguna en su perímetro posee un paisaje rodeado de eucaliptos, espinos, algarrobos y maitenes entre otras especies. Esto hace que la laguna constituya el **elemento jerárquico**, a partir del cual se plantea el trazado del plan maestro PTC.

Todas estas características ofrecen un **singular entorno** desde el punto de vista paisajístico-ambiental, de **importante atractivo visual** para generar un entorno con las cualidades innovadoras que inspiran al PTC.



Fig. 26
Plano de pendientes. Fuente: Fundación Lo Aguirre



5.5. Características climáticas

Temperaturas

En la época estival las temperaturas máximas suelen ser de 30 °C y las mínimas son de aproximadamente 13 °C, en los inviernos las máximas son de 13 °C y las mínimas de 2 °C. Pudahuel es una de las cuatro comunas, junto Quilicura, Colina y Maipú, en las que se registran las temperaturas urbanas más altas en el suelo y la atmósfera durante las mañanas¹⁹. El resto de la ciudad y particularmente el centro histórico (Santiago) permanecen más fríos durante las mañanas, permitiendo, por comparación con los bordes del poniente, el desarrollo de islas de calor no urbanas. Sin embargo, la situación comienza a cambiar al mediodía, cuando las temperaturas del centro igualan primero, y luego superan, a las rurales. De esta manera, la forma típica de "isla de calor" en Santiago se localiza sobre el centro histórico y puede ser registrada en las noches de verano e invierno. El sector rederido al predio del PTC se localiza actualmente en un área rural, por lo que se excluye por lo pronto de este fenómeno, pero se debe considerar lo que sucederá cuando este lugar esté encapsulado debido al crecimiento de la ciudad, ya que este lugar constituiría una verdadera "isla de frescor" (en oposición al concepto antes mencionado) que debiese ser preservada (equivalente superficie natural sobre la construida).

Esta alta oscilación térmica implica la consideración de estrategias de ventilación y protección solar para el verano, mientras que

sugiere estrategias para evitar pérdidas durante el invierno.

Humedad relativa (HR)

La HR en Pudahuel fluctúa entre un 41% hasta un 92%, acentuándose en los meses fríos del año (otoño e invierno), esto debido a la baja temperatura atmosférica presente en aquellos meses. En cuanto a los factores particulares a Laguna Carén que acentúan la HR, es necesario considerar la presencia del agua, ya que esta contribuirá a su aumento a medida que se habitan sus riberas. Esto resultaría ser favorable en los meses calurosos del año, ya que podría utilizarse como refrigeración natural por evaporación junto con el efecto de la ventilación cruzada.

Otra variable que incide en la HR en este sector es la presencia de la Vaguada Costera, que hace su primera parada precisamente en este lugar, manifestándose con neblinas matinales en otoño, invierno y primavera. En los meses de verano resultase ocasional.

Precipitaciones

Para Pudahuel, Junio es el mes de mayor concentración de agua caída con 60 mm (promedio histórico), por el contrario de Enero que presenta la menor cantidad de precipitaciones con solo 2 mm, siendo el mes más seco del año. Las precipitaciones anuales en Pudahuel Sur, donde se emplazará en PTC, históricamente fluctúan entre 155 a 308 mm.

Hacia el sector del Aeropuerto AMB, se registran 261.6 mm anuales, debido al efecto

¹⁹ Revista invi N°70/noviembre 2010/Volumen N°25: 151-179. "Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones

socioeconómicas de la población de Santiago de Chile"

conocido como sotavento producido por los cerros aledaños hacia el poniente como el Cerro Bustamante, que tiene 1600 m y que es visible de todo Santiago y tapan que el viento llegue directo y además por que la humedad de las nubes se debilita y la masa llega mas seca al bajar de los cerros mientras en el sector de "Ciudad de los Valles" a 180 m caen 320.4 mm debido a que está más en altura en plena ladera del cerro Lo Aguirre que tiene 650 m, a diferencia de Pudahuel sur, donde este efecto es menor.

Vientos

Los vientos predominantes de esta zona provienen fundamentalmente desde el Sur, y varían de dirección y sentido durante el transcurso del día, y dependiendo del mes del año (Sureste-Suroeste), y pueden alcanzar los 10 m/s como máx. en el mes de Enero. Si bien es importante conocer este dato, resulta difícil considerarlo una condicionante invariable, debido a lo impredecible de los factores que pueden alterar la velocidad del mismo (vegetación del entorno, edificios proyectos en los alrededores a futuro, etc.). No obstante, esta variable repercute en cierta medida en la sensación térmica que se percibirá en el sitio, además de las acciones (vegetación del entorno, edificios proyectos en los alrededores a futuro, etc.). Además de ciertas alteraciones que este pueda generar hacia las fachadas expuestas a la orientación del viento.

Radiación solar

La aplicación del datos de la radiación solar es importante para la arquitectura sobre todo para una que plantea un compromiso con el medioambiente. En este sentido, la irradiancia global horizontal es un parámetro comúnmente utilizado, que sirve de referencia para saber el potencial de un lugar geográfico. Esto para proveer de una fuente de energía renovable para el centro de investigaciones propuesto, ante una posible estrategia de desempeño energético acorde a los principios de sustentabilidad.

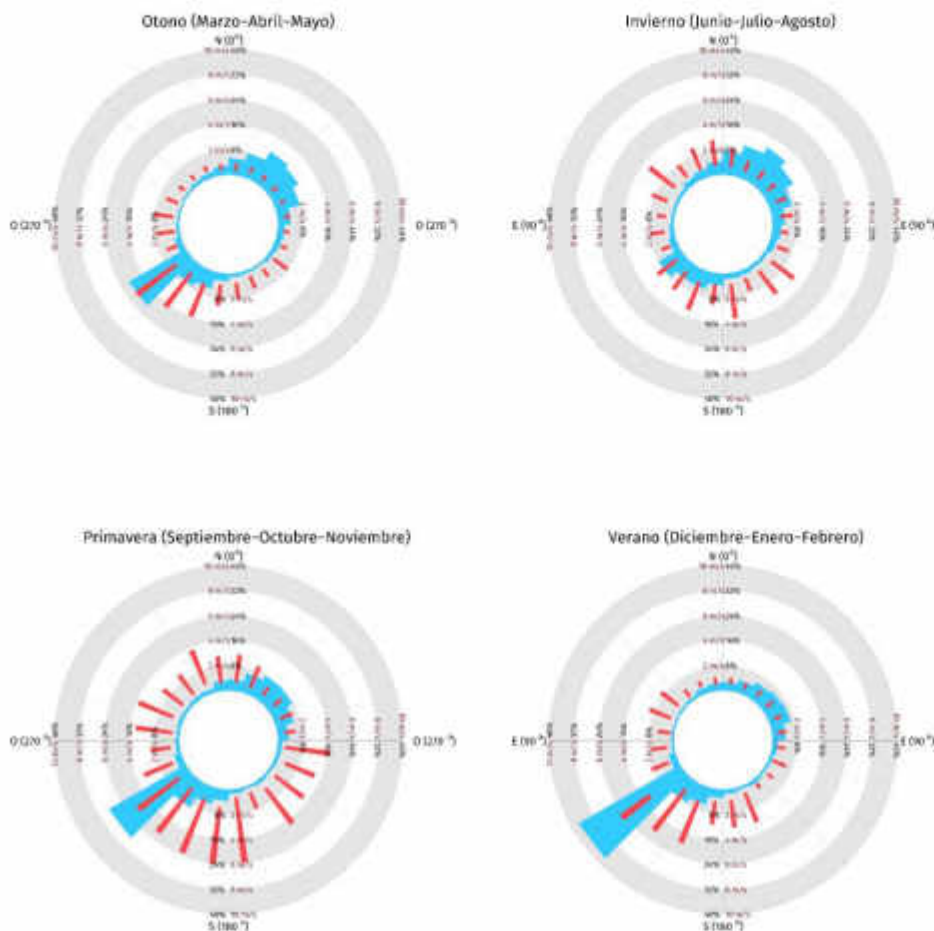


Fig. 29

Rosa de la velocidad de viento a 5 metros de altura. Las barras azules indican el porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento. Las barras rojas indican el rango inter-cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección. La dirección de viento es un ángulo que indica el sector desde donde proviene el viento. En particular: para 0 el viento viene del Norte; para 90 se tiene viento del Este; en el caso de 180 el viento es del Sur; y para 270 se tiene viento del Oeste.

Fuente: Explorador de energía solar, Departamento Geofísica FCFM. <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar2>

Fig. 30
Radiación Global Horizontal Mensual en Pudahuel. Fuente: Explorador de energía solar, Departamento Geofísica FCFM. <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar2>

Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
Enero	8.99	8.91	9.00	8.93	8.58	8.94	8.81	8.84	8.88	8.94	8.88
Febrero	8.13	8.07	7.65	7.61	7.73	7.95	8.07	8.08	7.64	8.11	7.90
Marzo	6.78	6.18	6.09	6.76	6.32	6.50	6.65	6.56	6.29	6.83	6.50
Abril	4.71	4.16	4.90	4.84	4.49	4.73	4.98	4.73	4.70	4.64	4.69
Mayo	3.25	3.20	2.70	3.14	3.09	3.05	3.08	3.23	3.31	3.15	3.12
Junio	2.12	2.39	2.15	2.34	2.41	2.55	2.45	2.46	2.64	2.33	2.37
Julio	2.73	2.57	2.45	2.39	2.42	2.51	2.84	2.82	2.99	2.94	2.67
Agosto	3.43	3.49	2.89	3.32	3.70	3.35	3.19	3.48	3.46	3.19	3.35
Septiembre	4.60	4.91	4.77	4.61	5.18	4.69	4.52	5.01	4.97	4.95	4.82
Octubre	6.82	6.16	6.60	6.20	6.91	6.61	6.08	6.47	6.79	6.61	6.54
Noviembre	8.07	7.48	8.12	8.07	8.35	8.38	7.26	8.01	8.20	8.22	8.02
Diciembre	9.00	8.71	8.72	8.78	9.05	8.96	9.04	8.96	8.97	8.60	8.68



Imagen 13 (par)
Variación del paisaje natural en Laguna Carén entre el verano y la primavera.

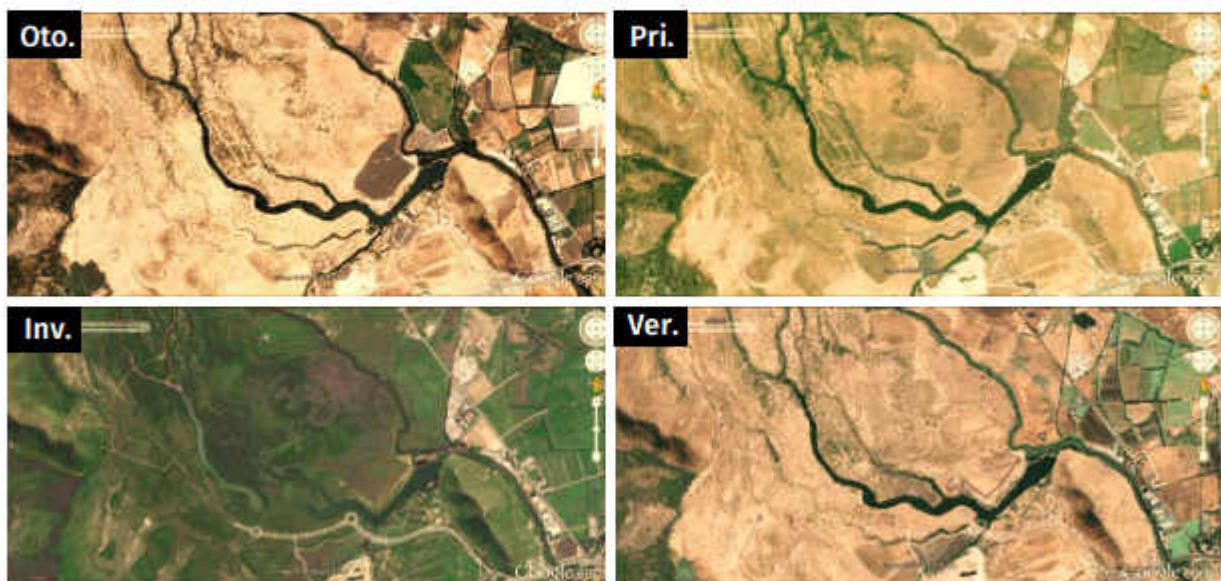


Imagen 14 (serie)
Imágenes satelitales de la variación del entorno natural de Laguna Carén, desde el Otoño hasta el Verano (de arriba hacia abajo e izquierda a derecha) Fuente: Google Earth.

5.6. El proyecto Parque Tecnológico Carén (PTC)

5.6.1. ¿Qué es y cuáles son sus objetivos?

El PTC es un proyecto académico impulsado por la Universidad de Chile, a través de la Fundación Lo Aguirre, que se localizará en el ya mencionado predio Laguna Carén, y pretende posicionarse como un lugar en el que la Universidad de Chile compatibiliza la investigación aplicada, el emprendimiento y una nua concepción de extensión, relacionándose bajo tres ejes conceptuales (Urbanica, 2014):

1. Plataforma de colaboración.
2. Sustentabilidad y transdisciplinariedad.
3. Desde lo local a lo global.

Este proyecto, en términos generales, se plantea como una plataforma donde el conocimiento, de las ciencias duras y blandas, se integran para resolver de una manera transdisciplinar las problemáticas que enfrenta Chile y el mundo, proyectando junto a otros, el saber generado en el país.

La finalidad de esta iniciativa es crear un espacio propicio que promueva el desarrollo de la innovación y el intercambio tecnológico, a través del agrupamiento de empresas productivas y de servicios, de institutos tecnológicos tanto nacionales como internacionales, además de unidades académicas de investigación de la Universidad de Chile y de otras instituciones de educación superior que se congreguen en este lugar.

En líneas generales, en el proyecto se destinarán 200 hectáreas a lo que será un Parque Público (con áreas de picnic, rodeo, golf) de libre acceso a la comunidad. El resto del predio estará destinado a la instalación de empresas e institutos de investigación, tanto públicos como privados, para las labores mencionadas.

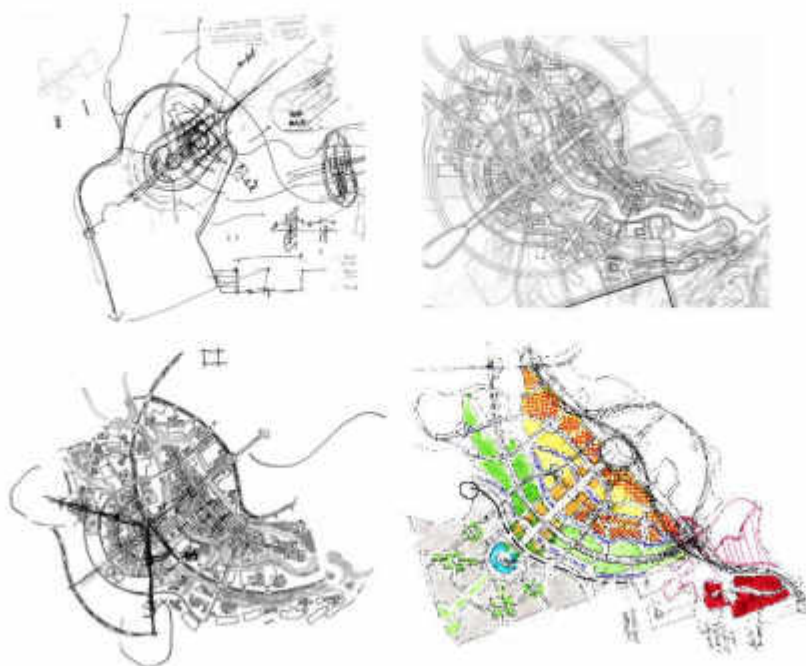


Fig. 31
Bosquejos de diseño
iniciales del PTC. Fuente:
Fundación Lo Aguirre

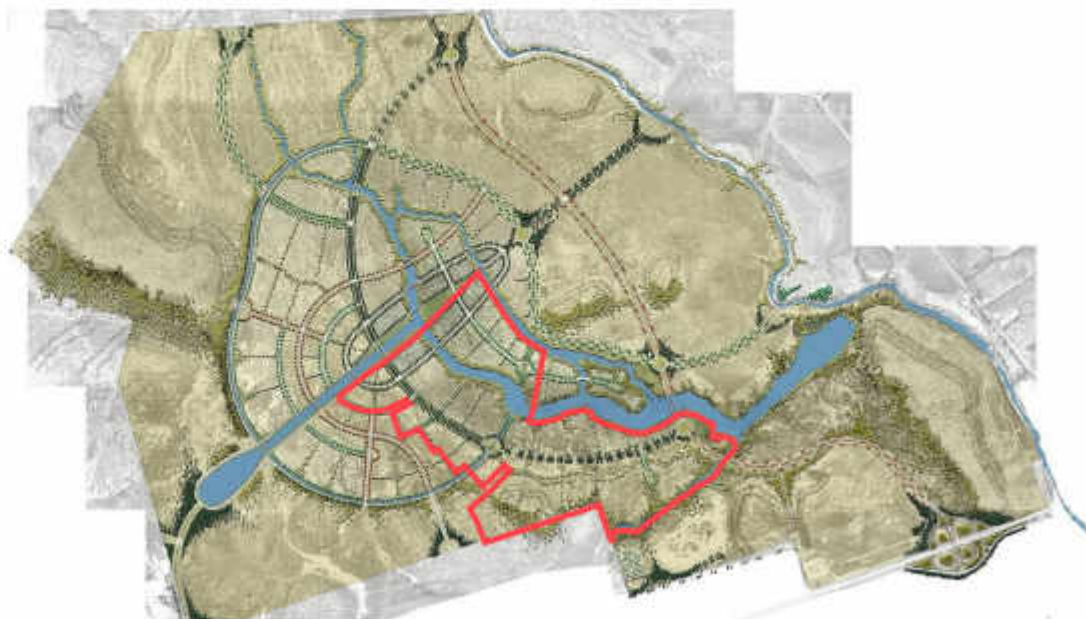


Fig. 32
Plano plan maestro PTC, donde se indica la 1era etapa del proyecto. Fuente: Fundación Lo Aguirre

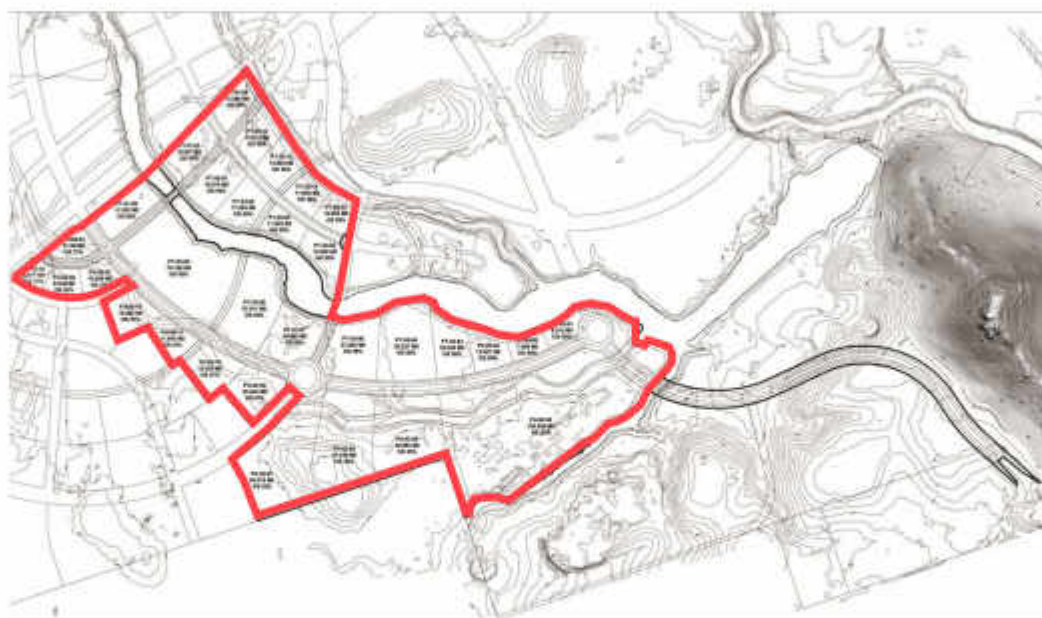


Fig. 33
Plano loteo de la primera etapa del PTC. Fuente: Fundación Lo Aguirre

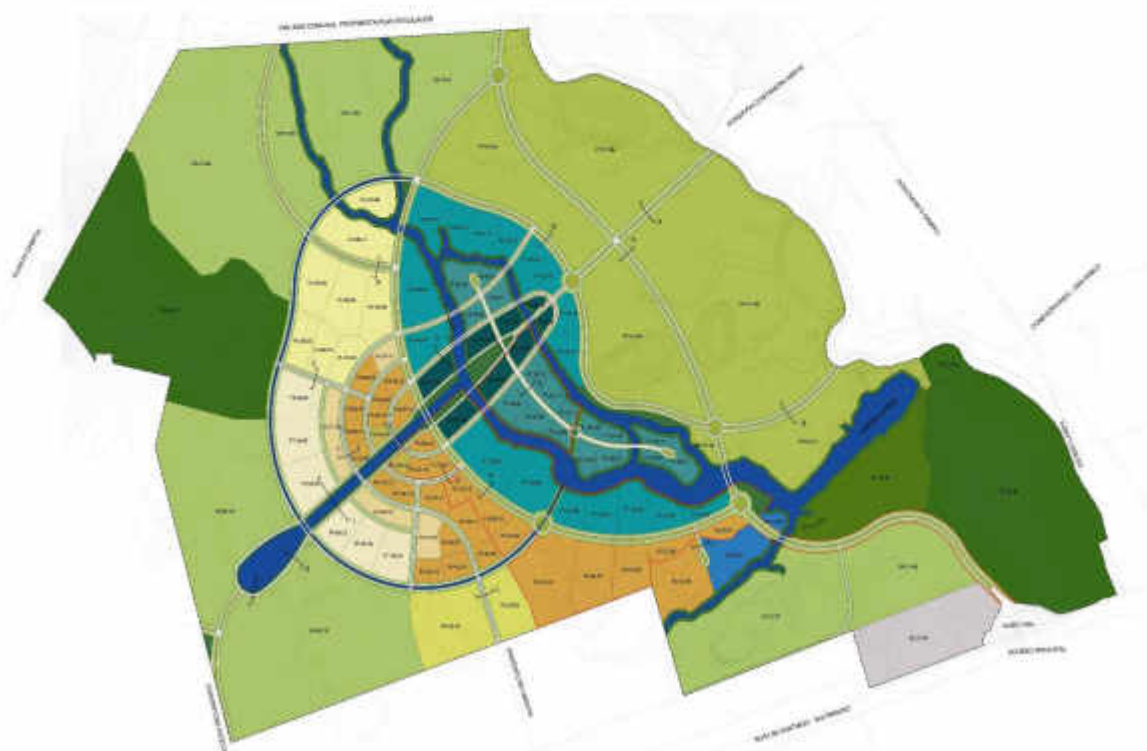


Fig. 34
Plano de Usos de Suelo. Fuente: Fundación Lo Aguirre

- (PT-01) Área de Soporte y Empresas Especiales
- (PT-02) Área de Investigación
- (PT-03) Área Empresarial (medianas y pequeñas empresas)
- (PT-04) Área Empresarial (grandes empresas)
- (PP-01) Área Esparcimiento y Parque Recreativo
- (PP-02) Instalaciones Náuticas
- (PP-03) Reserva Natural
- (PP-04) Esparcimiento y Servicios
- (PU-01) Área de Soporte Campus
- (PU-02) Área Académica (campus universitario)
- (PU-03) Equipamiento Deportivo Universitario
- (PU-04) Alojamiento Estudiantes
- (PU-05) Áreas de Ampliación Facultades
- (OA-02) Reserva Uso Mixto P.Recreativo / P. Tecnológico / Universitario
- (SC-01) Servicios Carretera
- Áreas Verdes Generales
- Bandejes

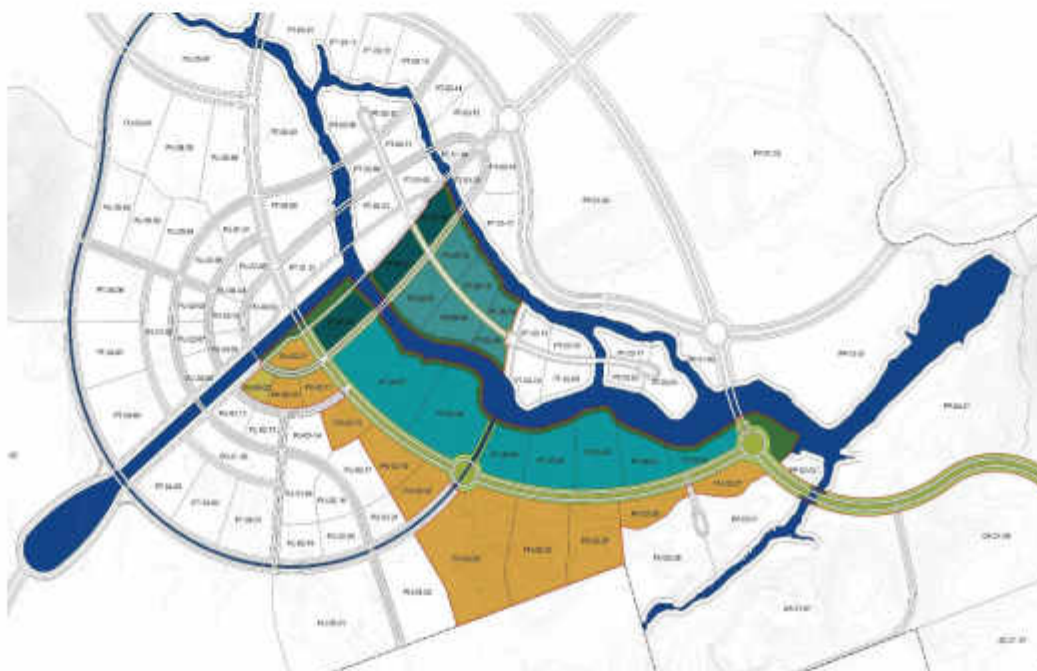


Fig. 35
Plano Usos de Suelo 1era etapa. Fuente: Fundación Lo Aguirre

-  (PT-01) Área de Soporte y Empresas Especiales
-  (PT-02) Área de Investigación
-  (PT-03) Área Empresarial (medianas y pequeñas empresas)
-  (PU-02) Área Académica (campus universitario)
-  (PU-04) Alojamiento Estudiantes
-  Áreas Verdes Generales
-  Bandejones

5.7. Análisis del Plan Maestro

5.7.1. Circulaciones del PTC y área de interés

Las circulaciones del PTC se basan en una estructura radial simétrica intersectada por un eje con dirección sureste-nororiente, siendo el flujo articulador principal. Este a su vez forma una cruz al intersectarse con una semicurva hacia el extremo nororiente que es incorporada al trazado, buscando integrar los flujos del proyecto con el entorno urbano cercano y con la red vial interregional, a través de vías maestras, que conectan a las Rutas Orbital (proyectada) y Ruta 68 (existente).

Es justamente esta vía semicurva, la que por su ubicación y carácter, podría resultar ser la más transitada del PTC., y contaría con el atractivo de estar enfrentada hacia lo que sería el parque público (área de conservación), lo que atraería mayor flujo. Las otras dos vías, que vinculan al PTC con la futura circunvalación Orbital y con la Ruta 68 respectivamente, no resultan ser relevantes para la propuesta del centro de investigación, debido a que el PTC considera una zonificación específica para este programa, y se ubica en un sector en lo que podríamos denominar "el islote". Este sector se ubica al centro del PTC, tangencial a dos arterias del PTC que podrían llegar a ser de importancia comunal, pero que al mismo tiempo por su condición de isla, potenciaría su atractivo debido a la presencia del elemento agua y lo natural, otorgado por el antes mencionado parque público.

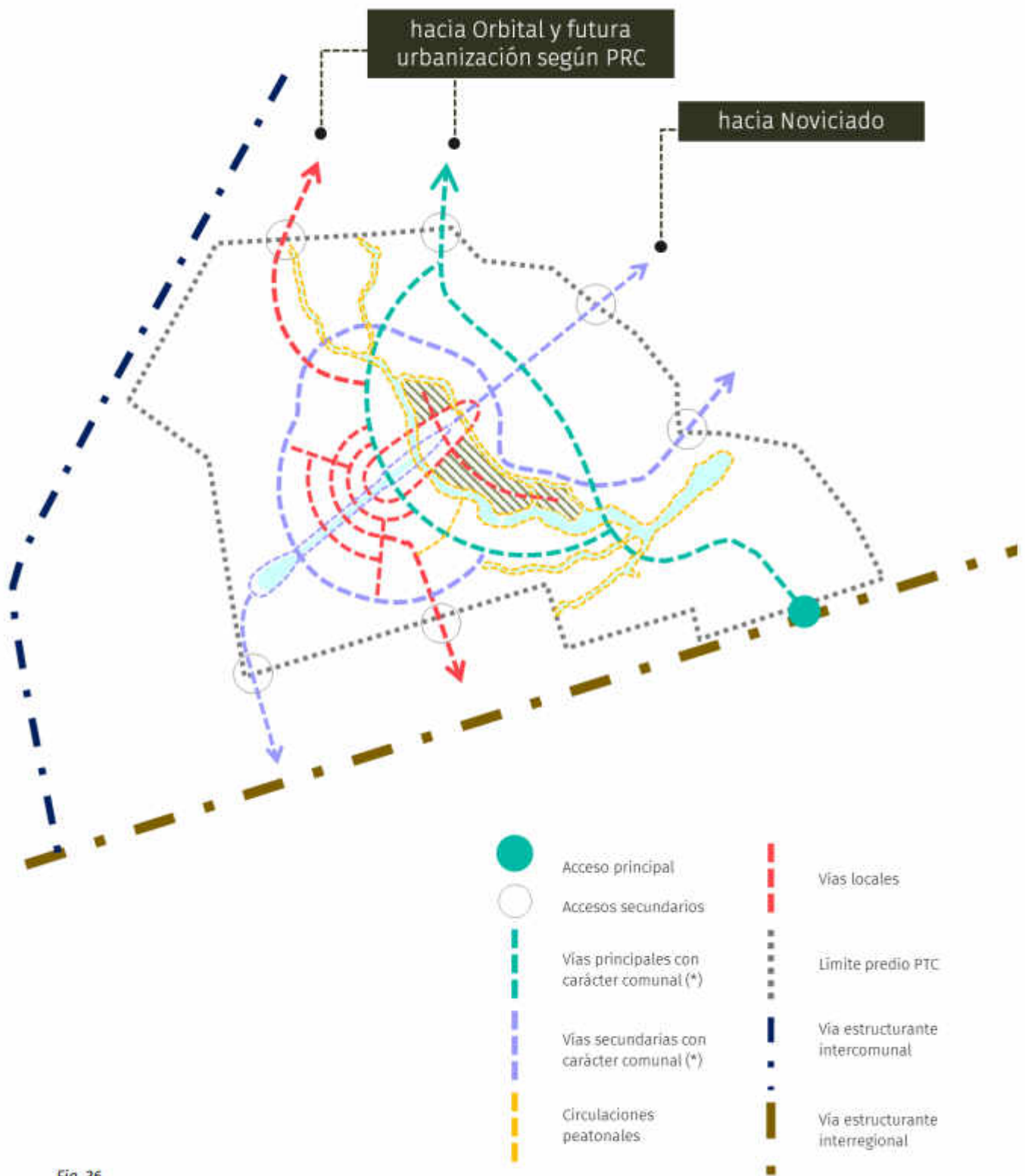


Fig. 36
Esquema circulaciones del PTC.
 Fuente: Fundación Lo Aguirre

(*)
 por su continuidad con planificación PRC local

5.7.2. Densidades propuestas en el PTC y ventajas para el área de interés

El proyecto considera densidades máximas para cada zonificación en base a la ocupación de suelo, con el fin de establecer núcleos concentrados de desarrollo en el centro, y generar menor impacto posible sobre el entorno hacia el exterior. Esta concentración de lo construido podría significar un acierto para la conservación del entorno, y podría otorgar un carácter especial al proyecto, desctacándolo del resto de proyectos de similar escala en el contexto inmediatp (parque de negocios, ciudades empresariales, proyectos inmobiliarios, etc).

El centro de investigación que se busca establecer en PTC, se verá favorecido con esta estrategia, debido a que los loteos destinados para dicha labor cuentan con mayor posibilidad de ocupación, aunque no se hace referencia al porcentaje de constructibilidad o alturas máximas o restricción de altura alguna.

Con esta estrategia del PTC, se refuerza la intención de potenciar el sector nororiente considerando que este será algo así como la cara visible del parque tecnológico, para quienes llegan la ciudad e incluso **visible para quienes arribarán desde el aeropuerto AMB**. Siendo un portal donde contrastará icónicamente la imagen de lo construido, la presencia de la laguna como transición y a un costado la sabana del parque de conservación. Esto sin duda debe tener la consideración de una estretegia paisajistica conjunta que consolide esta condición (islote tecnológico).



Fig. 37

Densidades del PTC. Fuente: Elaboración propia según datos del PTC, Fundación Lo Aguirre.

5.7.3. Densificación futura

Al establecer lo que será la imagen futura del PTC, en base a la estrategia de densificación establecida, podemos hacer vínculos con las circulaciones existentes al interior del parque y constatar las ventajas con las que contará el sector de investigación. Su conectividad peatonal y vehicular, es una de las más privilegiadas del plan. Esto resultará atractivo para posibles programas de difusión con lo que contará el CICVM, pero además contará con todas las facilidades de comunicación con el resto del PTC y como ya hemos mencionado, con el resto de la ciudad. Lo que permitirá un flujo expedito, y con muchas alternativas de acceso/salida para el transporte de material de interés, o visitas masivas programadas.

Debido a estos mismos motivos, es que el PTC debería contar con una estrategia de movilidad local, apuntando a criterios de sustentabilidad, que permita establecer una nueva forma de integración con el entorno, promoviendo los valores de innovación que persigue el mismo PTC. En este sentido, el PTC podría contar con un espacio intermodal, para el transporte público, particular (motorizado y no-motorizado) con el fin de restringir el uso del automóvil (particular) dentro de los márgenes del mismo, y relacionarse de manera inteligente con el sistema de transporte público capitalino. Con esto se fomentaría el desuso del automóvil para quienes trabajarán en el PTC, trayendo consigo la disminución de contaminación del aire y de ruidos molestos. Esta estrategia, aunque resultaría ser de escala reducida, serviría para replicarla en otros sectores de la ciudad y representaría un modelo vanguardista y ecológico, acorde con el desarrollo que se espera surja desde el PTC.



Fig. 38

Estimación del entorno construido final según densidades establecidas en PTC. Fuente: Elaboración propia

5.7.4. Elección del terreno dentro del PTC

Para definir el emplazamiento del centro de investigación que se plantea, se establece de manera general respetar los planteamientos definidos por PTC, para recoger la continuidad de su desarrollo. Ante lo cual si surge algún conflicto con este, se buscará conciliar el sentido común con los planteamientos que favorezcan un desarrollo adecuado para el centro de investigación. A partir de esto, se selecciona el predio mediante tres criterios con diferente escala de aproximación:

Como primera y más lógica aproximación (*ver fig. 29, esquema n°1*), se establece posicionarse en el área definida para la investigación según el PTC (islote central). Esto responde a las ventajas que se han mencionado antes, con respecto a la importancia que tendrá esta zona en un futuro próximo, de consolidarse según lo establecido por el plan. Esta área se constituirá como la cara visible del PTC y comunica directamente con una vía principal propuesta, que actúa como frontera entre el islote de la zona de investigación y la zona de reserva natural PP-03. La cual a su vez enlaza la Ruta-68 y el camino hacia el sector de El Noviciado junto con gran parte del sector rural, una zona de desarrollo urbano latente promovido por las PDUJ. Esta área además cuenta con el mayor porcentaje de ocupación de suelo admisible del PTC según lo establece el mismo plan maestro.

Posteriormente, como segundo criterio de posicionamiento (*ver fig. 29, esquema n°2*), se elige el tramo sur del llamado islote de investigación, debido a que zona presenta loteos de mayor tamaño (de 3.500 a 6.000 m²) en comparación de los que se ubican hacia el

norte, además cuentan con la particularidad de que podrían fusionarse entre sí, ya que en esta zona existen pocas vías locales que la entrecruzan. Esto permitiría contar con las superficies necesarias para desarrollar un centro de investigaciones de primer nivel, pensando en la posibilidad de que sus dependencias podrían ampliarse, por la cual sería beneficioso contar con un margen de superficie extra para poder llevar a cabo esto en el futuro.

El tercer criterio utilizado (*ver fig. 29, esquema n°3*) guarda cierta relación con lo anterior. En el sentido de que el único sector que cuenta con la mayor superficie expandible al proponer fusiones entre predios, está ubicado en el remate del islote de investigación. Sumado a esto, dicha área se ubica en el tramo de la laguna que presenta mayor diámetro en comparación al tramo norte, dando protagonismo a la presencia del agua. Esto sería valioso desde el punto de vista proyectual, como un elemento del paisaje único que potencie la imagen del centro de investigación.

En consecuencia, se consideró oportuna la ubicación del centro de investigación en el remate del islote (*ver fig. 29, esquema n°4*), el cual paradójicamente en algunas épocas del año, se transforma en una sub-isla por efecto de las crecidas recurrentes en la laguna. Esta condición de aislamiento extremo pero al mismo tiempo con una notable exposición hacia los márgenes del plan maestro, junto con un entorno natural muy cambiante, resultan condicionantes únicas dentro del PTC y son atractivas desde el punto de vista (práctico y perceptual) de la labor investigativa. Con lo cual este el lugar idóneo para su emplazamiento.

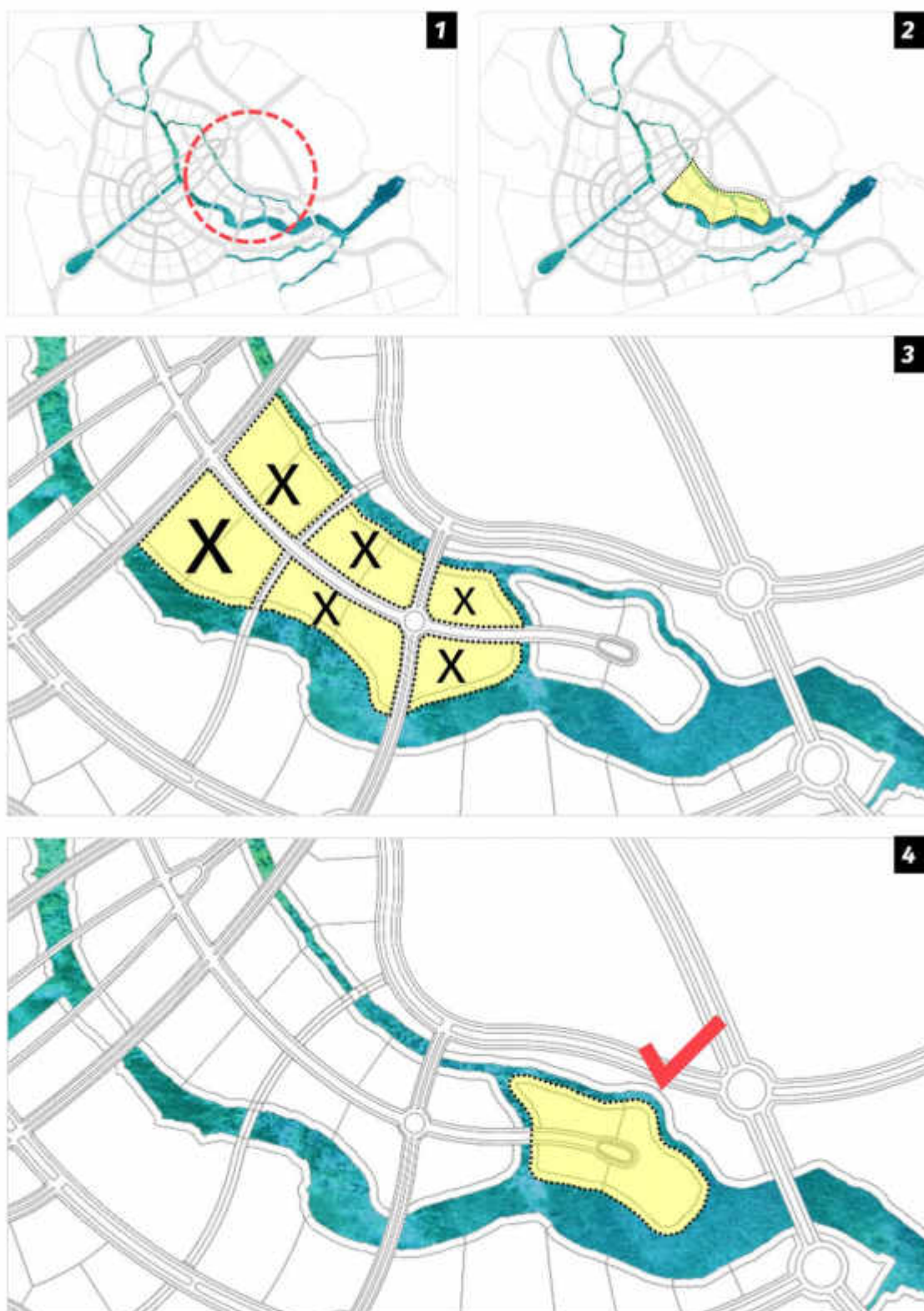


Fig. 39
Diferentes aproximaciones en los criterios de elección del terreno. Fuente: Elaboración propia

06

PROYECTO

6.1. Propuesta

Como ya se adelantó en los objetivos al inicio de esta memoria, el proyecto planteado es un centro de investigación enfocado en el ciclo de vida de los materiales (CICVM por sus siglas) específicamente los de la construcción.

Con carácter eminentemente público en su quehacer y en su generación de conocimiento, en este centro se estudiarán los materiales utilizados por la industria constructiva y sus procesos vinculados al desarrollo sustentable, a través de potencial humano e investigativo de la Universidad de Chile, apoyado de manera conjunta desde el Estado e incluso se buscará generar lazos con entidades a nivel mundial que cuenten con la experiencia necesaria para aportar conocimiento en el desarrollo local. Tales entidades podrían ser universidades, organismos de fomento estatales o organismos privadas con o sin fines de lucro. Esto resultaría ser atingente con los acuerdos de cooperación establecidos recientemente por la Universidad de Chile con la Universidad de Tsukuba (japonesa), pionera en la creación del parque tecnológico como modelo de desarrollo universitario, y en el desarrollo de centros de excelencia, o el caso del referente expuesto en esta memoria, el centro BRE de Reino Unido, el cual se encarga de apoyar, financiar y cooperar en emprendimientos de este tipo.

Su labor será realizar investigación empírica, teórica y metodológica orientada a mejorar la calidad ambiental de las ciudades chilenas, las políticas públicas, los instrumentos de planificación y certificación, normalización de materiales usados en la industria nacional y con esto impulsar tecnologías innovadoras de manera transdisciplinar con otras entidades, intervenciones experimentales en el

desarrollo de soluciones constructivas y materiales de bajo carbono. Por tanto, el CICVM tendrá como misión mejorar la calidad de vida de los habitantes de nuestras ciudades, disminuir el consumo energético y de la generación de residuos contaminantes, ambas situaciones derivadas del quehacer humano en el crecimiento y la construcción de las ciudades. Además, será un referente nacional e internacional para el trabajo comparativo en el ámbito de la academia y de la innovación de los procesos de la construcción. Los principales temas relacionados al ciclo de vida material que abordará serán cuatro:

- Ecología Urbana
- Sustentabilidad en materiales de uso extensivo
- Materiales de bajo carbono
- Rendimiento energético en edificaciones

En cuanto a su funcionamiento diario, el CICVM albergará a diversos grupos de usuarios: principalmente a científicos o investigadores nacionales e internacionales (cuyos vínculos se basan en publicaciones en revistas y conferencias); profesionales y tomadores de decisión (gerentes, directores, empresarios); y en menor medida, el público general (caracterizados de manera ideal como organizaciones locales, estudiantes de enseñanza media y educación universitaria afines a las temáticas de estudio). Esta estrategia de difusión podría ser complementada con medios de comunicación digital, para lo cual contará con un sitio web, que será un medio crucial para informar y vincular periódicamente a todos estos agentes de trabajo.

6.2. Conceptualización general

COMUNIDAD

El CICVM en su creación está basado en la confluencia factores y entidades que acogen objetivos comunes relacionados al desarrollo de estrategias sustentables para el sector de la construcción en Chile.



- Academia
- +
- Estado
- +
- Empresas fabricantes de materiales
- +
- Cámara Chilena de la Construcción
- +
- Ciudadanía

UNIVERSIDAD DE CHILE

La Universidad de Chile como su principal impulsor del PTC, tendrá en CICVM la oportunidad de desarrollar un ecosistema de colaboración único, con el fin de impulsar las labores de investigación interdisciplinaria y la



- Territorio
- +
- PTC
- +
- Investigación
- +
- Ecosistema de Colaboración
- +
- Infraestructura de Difusión

PROBLEMÁTICAS NACIONALES

La motivación principal para el CICVM se basará en cada uno de las problemáticas locales actuales y futuras asociadas a la edificación y al sector de la construcción.



- Identificación
- +
- Investigación
- +
- Innovación
- +
- Resolución

SOLUCIONES GLOBALES

La generación de soluciones innovadoras y locales nacerá y se transferirán en colaboración con entidades internacionales que se avoquen a similares labores con énfasis en el desarrollo del bien común.



- Colaboración
- +
- Integración
- +
- Proposición
- +
- Internacionalización

Fig. 40 Esquemas conceptualización CICVM. Fuente: Elaboración propia

6.3. Gestión, apoyo y financiamiento

El centro de investigación CICVM, por ser una iniciativa impulsada por la **Universidad de Chile y junto con el Estado**, con un claro objetivo de desarrollo nacional en su área temática, tendrá un carácter necesariamente público. Dentro de lo cual, su principal apoyo en la dirección e incentivos desde el presupuesto nacional (establecidos por decreto de ley), se canalizarían a través del futuro **Ministerio de Ciencia y Tecnología** (anunciado el 21 de Mayo del presente año, durante la cuenta pública anual de la Presidencia) y tendría directa relación con el nuevo CONYCIT, consejo que al estar al alero de un nuevo ministerio, coordinaría con mayor libertad y eficiencia las estrategias y acciones **a través de un comité interministerial no permanente, integrado por las carteras de mayor relevancia con el desarrollo científico y desarrollo urbano. (MINVU, MOP, y Economía).**

La estructura directiva del CICVM debería estar integrado por investigadores reconocidos en la materia, y representantes del sector público ambos en partes iguales. Esto favorecería una labor de primer nivel desde el ámbito de la academia, y un trabajo orientado hacia los lineamientos prioritarios, que que define periódicamente el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo. Los investigadores que lo dirigen podrían ser elegidos por autoridades de cada facultad integrante. Estas serían la **Facultad de arquitectura (FAU), la Facultad de ciencias físicas y matemáticas (FCFM), y la Facultad de ciencias forestales y conservación de la naturaleza (CFCN).** Mientras que los representantes del Estado podría ser

designados por deliberación y trayectoria profesional reconocida en la materia, desde el CONYCIT.

En cuanto a su financiamiento por fomento al desarrollo investigativo, el CICVM podría adjudicarse con basta propiedad los diferentes programas de financiamiento estatal que existen actualmente (mediante MINEDUC): PIA (Programa de investigación asociativa), FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico), FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico), FONDAP (financiamiento a centros de investigación en áreas prioritarias y centros de excelencia), Programa de Capital Humano Avanzado (becas de postgrado), EXPLORA (educación y difusión de la ciencia), entre otros.

También a través programas otorgados por el Ministerio de Economía, como los fondos CORFO e ICM (Iniciativa Científica Milenio). Este último financia la creación y desarrollo de proyectos de investigación científica a través de Centros de Excelencia Científica (Institutos y Núcleos), los que son adjudicados en base a sus méritos científicos a través de concursos públicos. Probablemente también podría recibir un financiamiento menor a través de FIA, que apunta a construir una cultura innovadora, inclusiva, y tecnológicamente competitiva en el sector agropecuario y forestal. Incluso podría contar con el apoyo desde el sector privado ya sea nacional y/o internacional (**BRE, UE, o fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) por su carácter estatal, entre otros).**

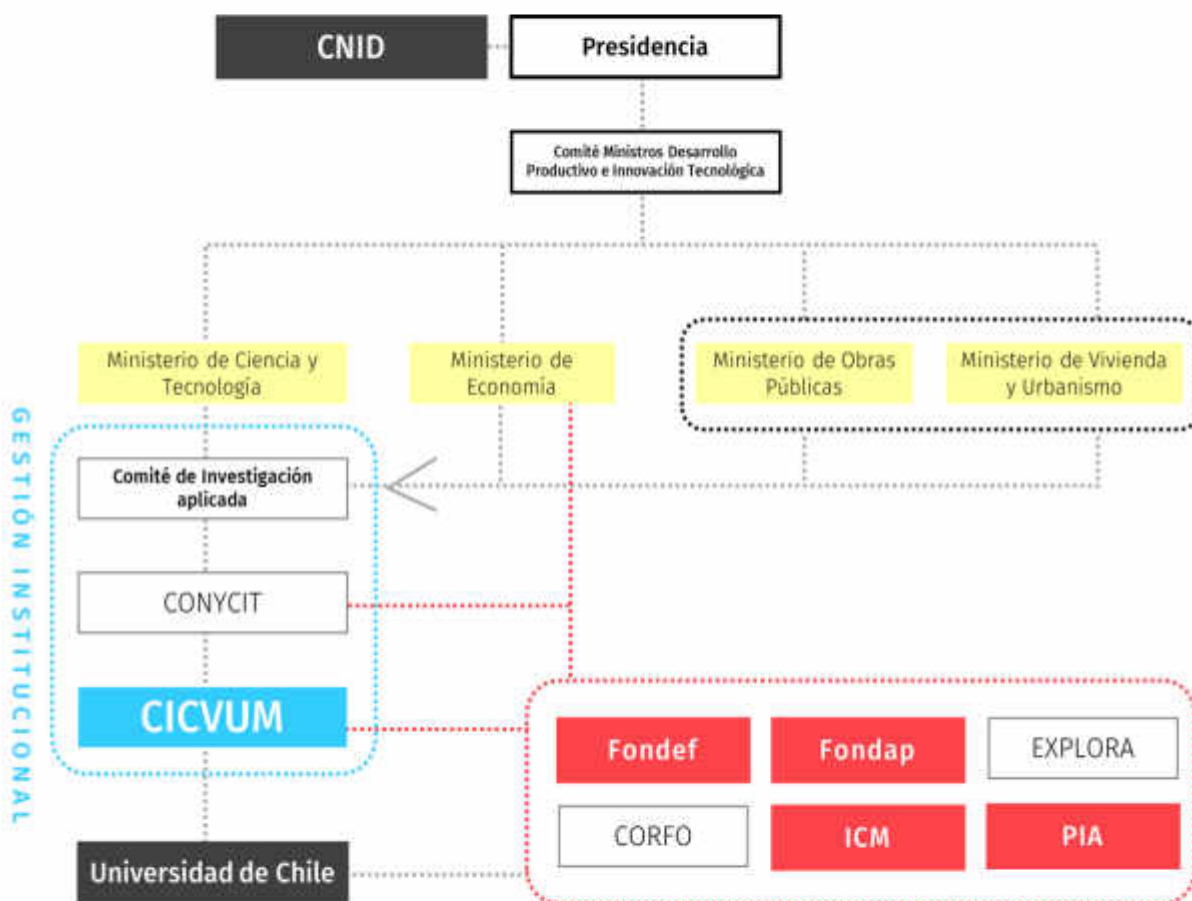


Fig. 41

Aproximación para la estructura administrativa detrás del CICVM. Fuente: Elaboración propia

6.4. Requerimientos programáticos

"El espacio físico es el "lenguaje corporal" de una organización"

Chris Flink, profesor asociado en la Universidad de Stanford

En este caso, Intencional o no, la forma, la funcionalidad, y el espacio final deben reflejar la cultura, comportamientos y prioridades de las personas que la integran. Esto sugiere que el proyectista sea al mismo tiempo un traductor cultural y un constructor.

Dicho esto, diseño de espacio tiene su propia gramática espacial **que puede ser ajustada** para reforzar los hábitos deseables.

¿Qué comportamiento se busca reforzar?

Para el caso de una organización de investigación como la propuesta, que involucra sistema programático poco convencional, se pretende potenciar los atributos propios del desempeño diario de sus habitantes y fomentar a través de las relaciones espaciales, la acción colaborativa e innovadora de su gente. Para esto es necesario un nuevo modelo de relaciones espaciales, alejado del centro de investigaciones y laboratorios convencionales.

En esta búsqueda de un ambiente diferente, sensible al entorno y al quehacer humano al interior del CICVM es necesario hacer énfasis

en ciertas necesidades inmediatas y a futuro. Estas son las siguientes:

- La necesidad de crear **"edificios sociales"** que fomenten la interacción en grupos de investigación colaborativa, basada en equipos de trabajo.
- La necesidad de lograr un adecuado equilibrio entre **laboratorios "cerrados" y "abiertos"** complementando lo grupal y lo individual.
- La necesidad de **flexibilidad** para adaptarse a los cambios propios de la investigación (Laboratorio modular)
- La necesidad de diseñar para la **tecnología y la maquinaria** propia de los procesos.
- Generar **un espacio sustentable**, acorde los objetivos del centro. Haciendo uso de estrategias pasivas en el quehacer del usuario.
- Generar un edificio **sensible al entorno**, donde cada gesto espacial es reconocible a través del impacto del medio que lo rodea.

En conclusión, los objetivos principales para el CICVM en términos espaciales son:

1. Ser un lugar de trabajo flexible y eficiente desde el aspecto laboral y desde el habitar.
2. Aprovechar las condiciones climáticas y del territorio en favor de la habitabilidad y del mejor desempeño energético posible (eficiencia tendiente a la autonomía y a la nula emisión de contaminantes).
3. Convocar actividades de aspecto social-educativo que brinden la oportunidad de

integración entre usuarios del centro de investigación y sus visitantes.

6.5. Actividades, usuario y áreas programáticas

Para el centro de investigaciones propuesta, existen 6 áreas programáticas generales que son:

- Investigación teórica
- Investigación aplicada / experimental
- Difusión
- Administración
- Servicios
- Espacios Comunes

La primera corresponde a **la investigación teórica** que concentrará los despachos para los investigadores, oficinas de trabajo interdisciplinario, y salas de reuniones y descanso. Mientras la segunda tiene que ver con la **investigación experimental**, en la cual se encontrarán los laboratorios para prueba de materiales, realización de pruebas y construcción de modelos a escala de elementos a investigar. La propuesta arquitectónica buscará que ambas visiones se complementen mutuamente durante el proceso investigativo.

El **área de difusión** albergará todas las dependencias que permitirán dar a conocer el trabajo diario mediante un circuito integrado y los resultados de las investigaciones producidas en CICVM, y contará con salas de exposición, auditorio, salas de documentación, salas para talleres, e incluso aulas de postgrado donde se fomentará de manera formativa, la participación de investigadores en proceso. En el **área de administración**, como lo dice su nombre, se encontrarán las

dependencias que se encargan de dirigir un centro de investigaciones, como son secretaría, salas de reunión para los directivos e invitados, oficinas de autoridades del centro, bodegas para archivos, sala de espera y de vigilancia. El sector de **servicios** ofrecerá equipamiento del tipo cafetería, casino, bodegas, servicio general de baños, incluyendo los cuartos o *shafts* necesarios para las instalaciones de los sistemas que permiten habitabilidad en el edificio. Las **áreas comunes** que presenta el CICVM permiten en general, articular los programas más específicos entre sí estableciendo el encuentro de los habitantes de manera espontánea y con accesibilidad universal. Estos espacios incluyen los estacionamientos, las circulaciones exteriores, la plaza y el hall de acceso, la recepción principal,

6.6. Programa propuesto

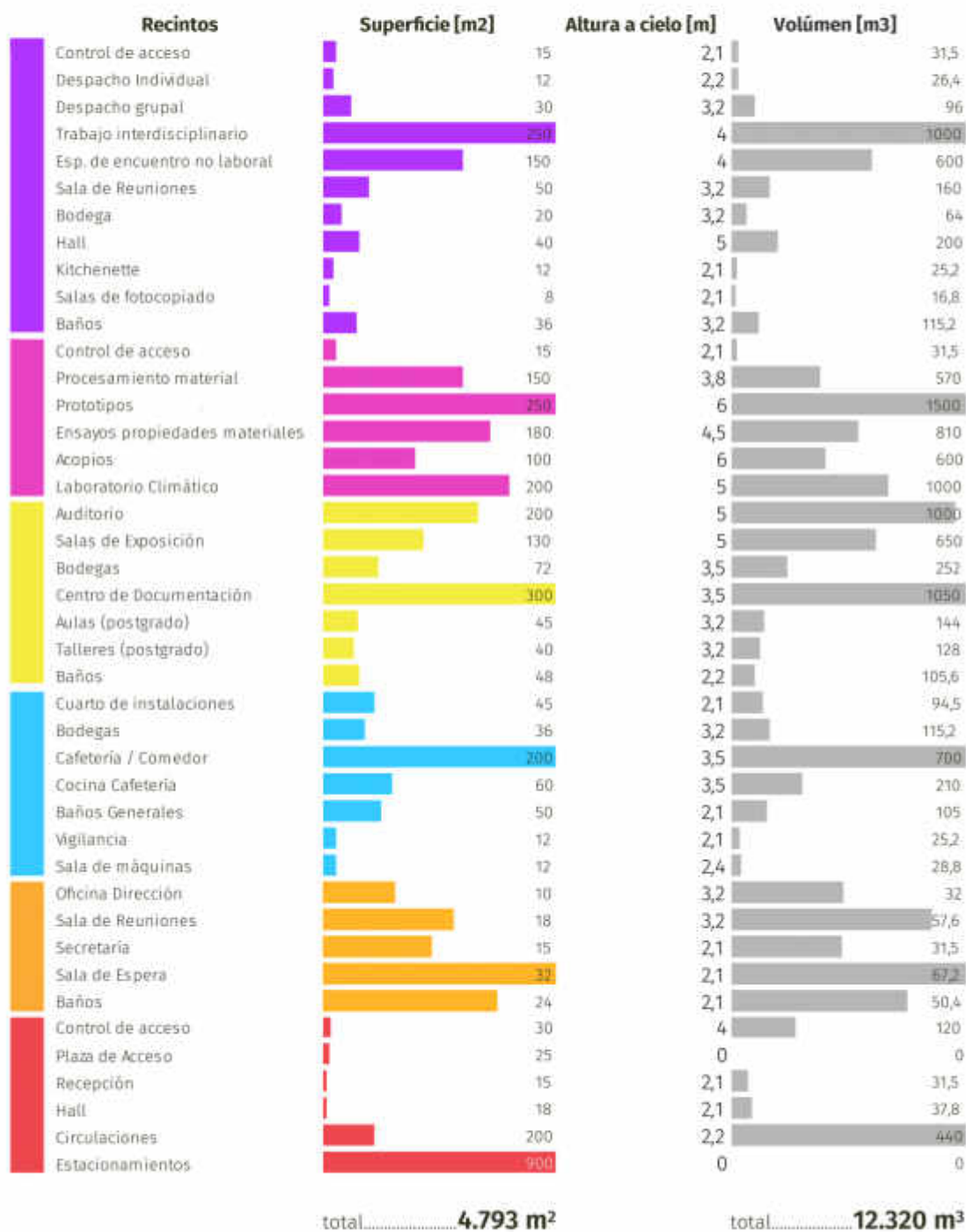


Fig. 42

Tabla de recintos: dimensionamiento. Fuente: Elaboración propia

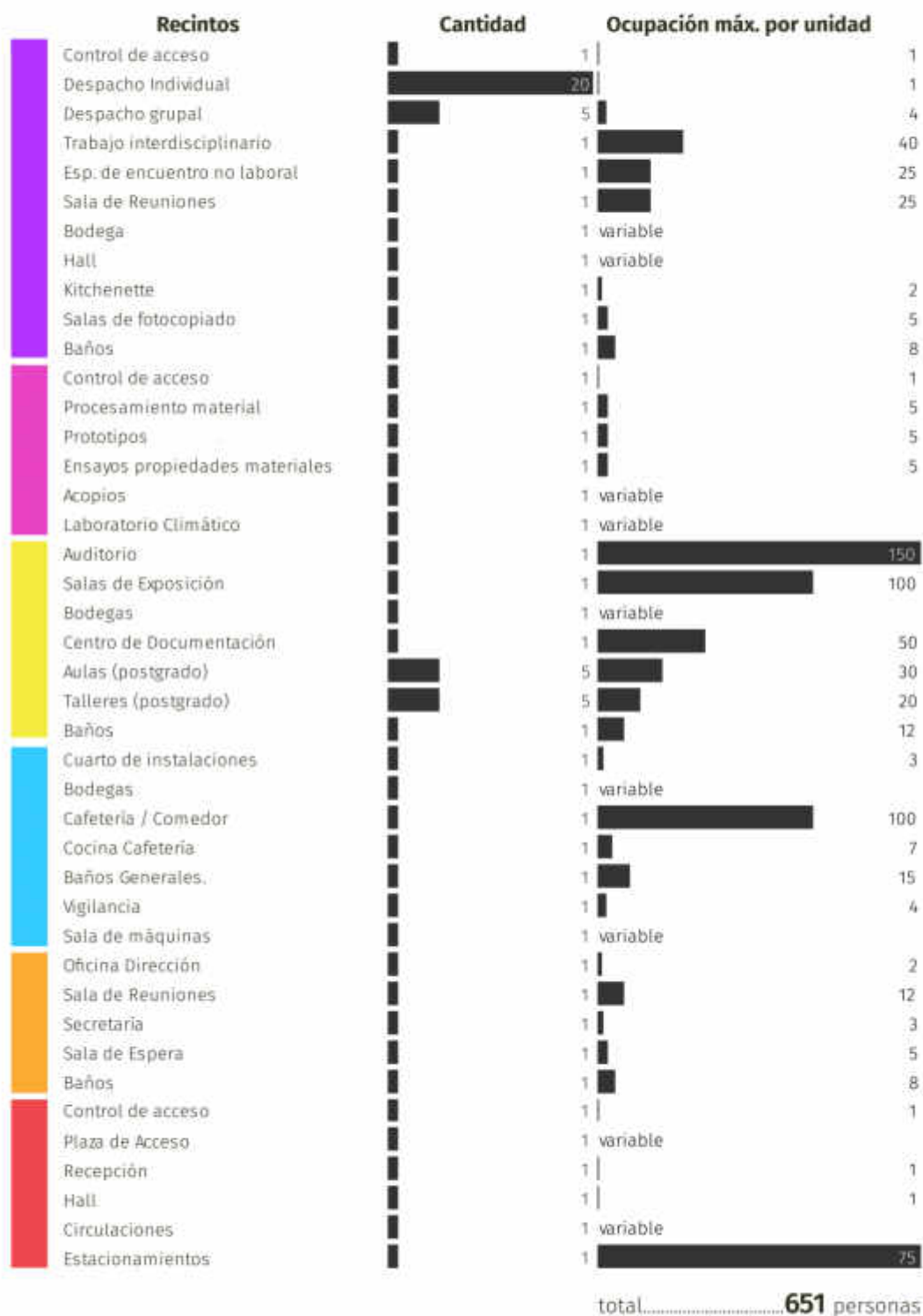
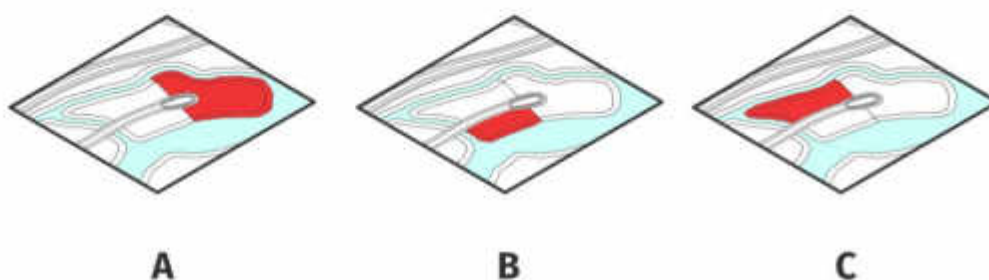


Fig. 43

Tabla de recintos: cantidad y ocupación. Fuente: Elaboración propia

6.7. La planificación del espacio

Intención inicial frente a la ocupación en el islote



$$A + B + C = 11.224 \text{ m}^2$$

Según PTC 60% permitido = **6.734m²**. Si programa propuesto es de **4.055 m²**.

Se utilizarán los tres predios del islote para lo siguiente:

1. Contar con un margen de superficie para posibles ampliaciones.
2. Generar un carácter reconocible entre la propuesta edificada, su función y su pertenencia al islote.

3. Destinar el porcentaje de terreno no construido restante para conservación natural, ofrecido como espacio público circundante a la edificación y accesible tanto para quienes trabajarán en ella, como para quienes provengan de otras zonas aledañas en PTC.

4. En pos de las anteriores intenciones, en la propuesta se privilegiará la densificación ante la ocupación en extensión sobre el terreno elegido.

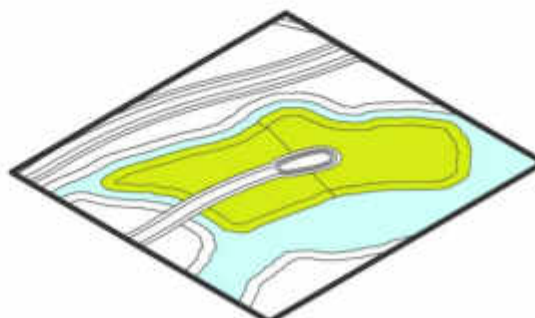


Fig. 44

Esquemas ocupación del islote. Fuente: Elaboración propia

6.7.2. Proporción entre recintos y áreas programáticas

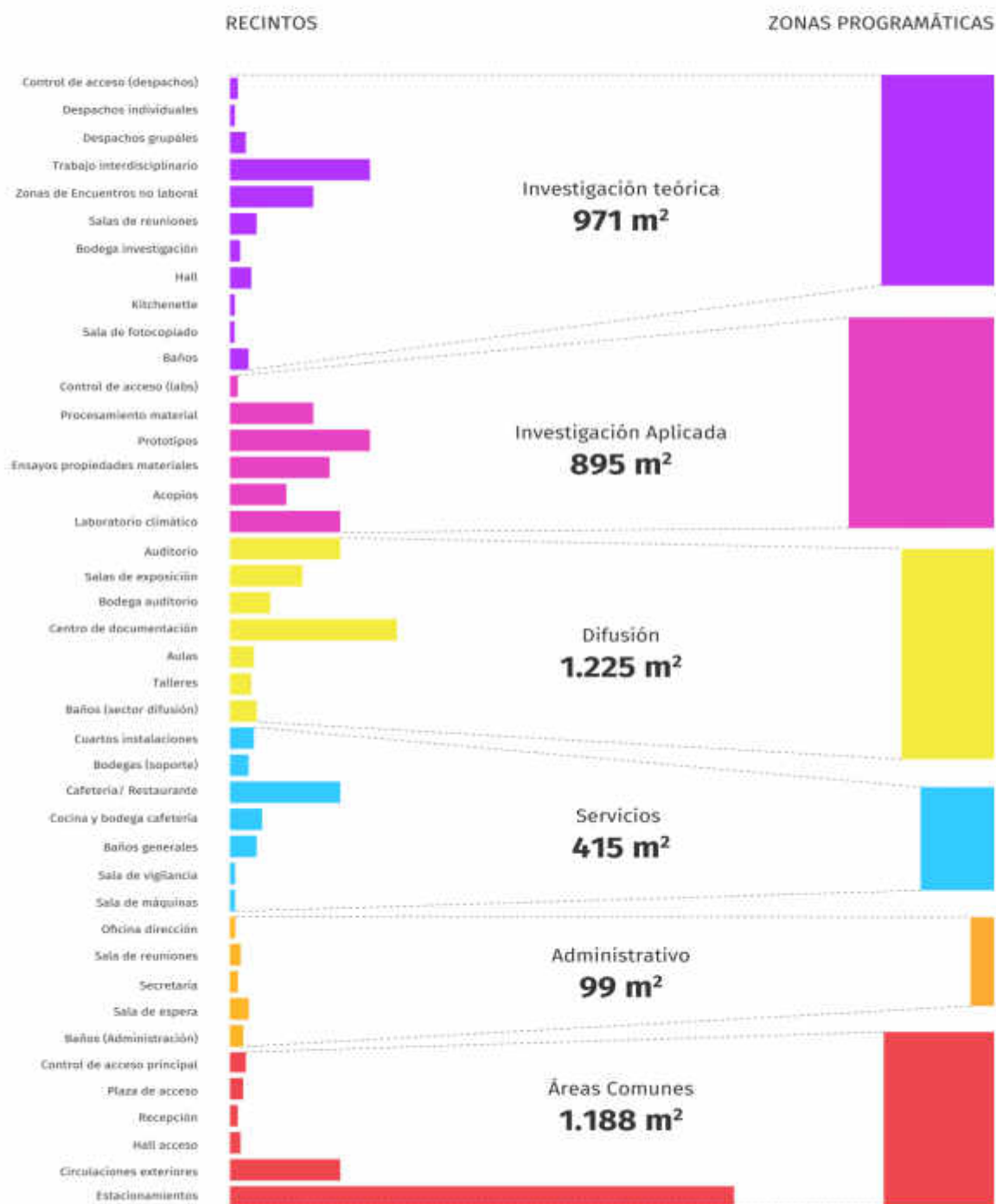


Fig. 45
Proporción entre recintos programáticos. Fuente: Elaboración propia

6.7.3. Descomposición de superficies por recinto

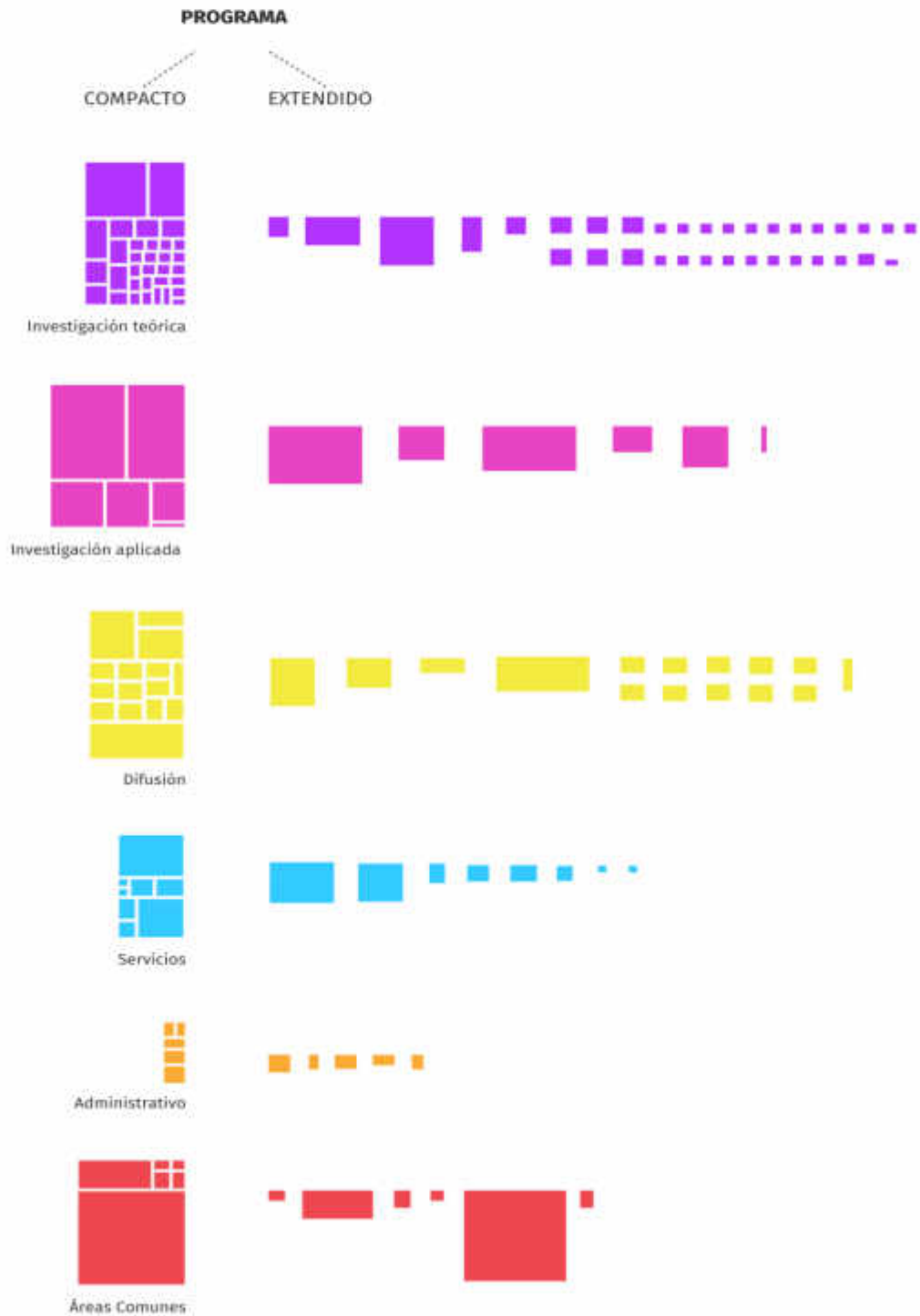


Fig. 46
Descomposición recintos. Fuente: Elaboración propia

6.7.4. Volumen de cada recinto

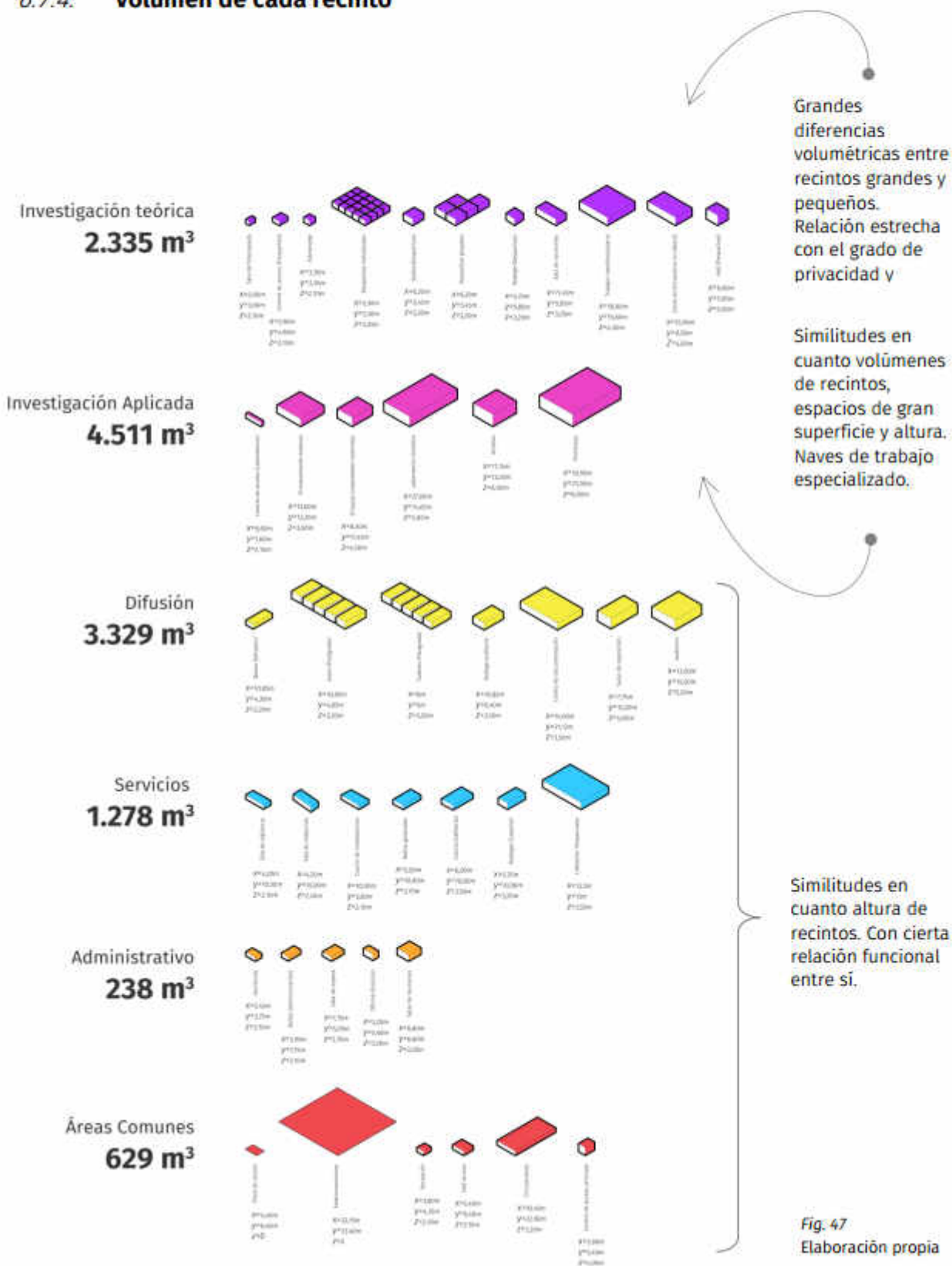
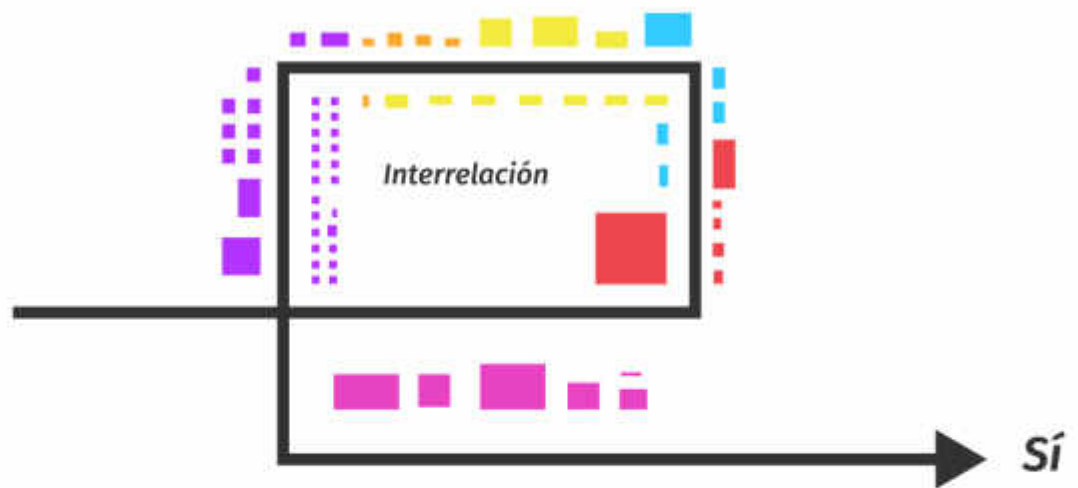


Fig. 47
Elaboración propia

6.7.5. Idea de la configuración programática deseada



¿Entonces?



circulaciones como espacios de intersección entre el aprendizaje, investigación y difusión

Fig. 48

Proporción entre recintos programáticos. Fuente: Elaboración propia

6.8. Criterios de diseño

6.8.1. Disposición inicial sobre el territorio

Tipología **A** podría ofrecer buena relación entre recintos, pero su forma, en principio, no responde de la mejor manera con el contexto.

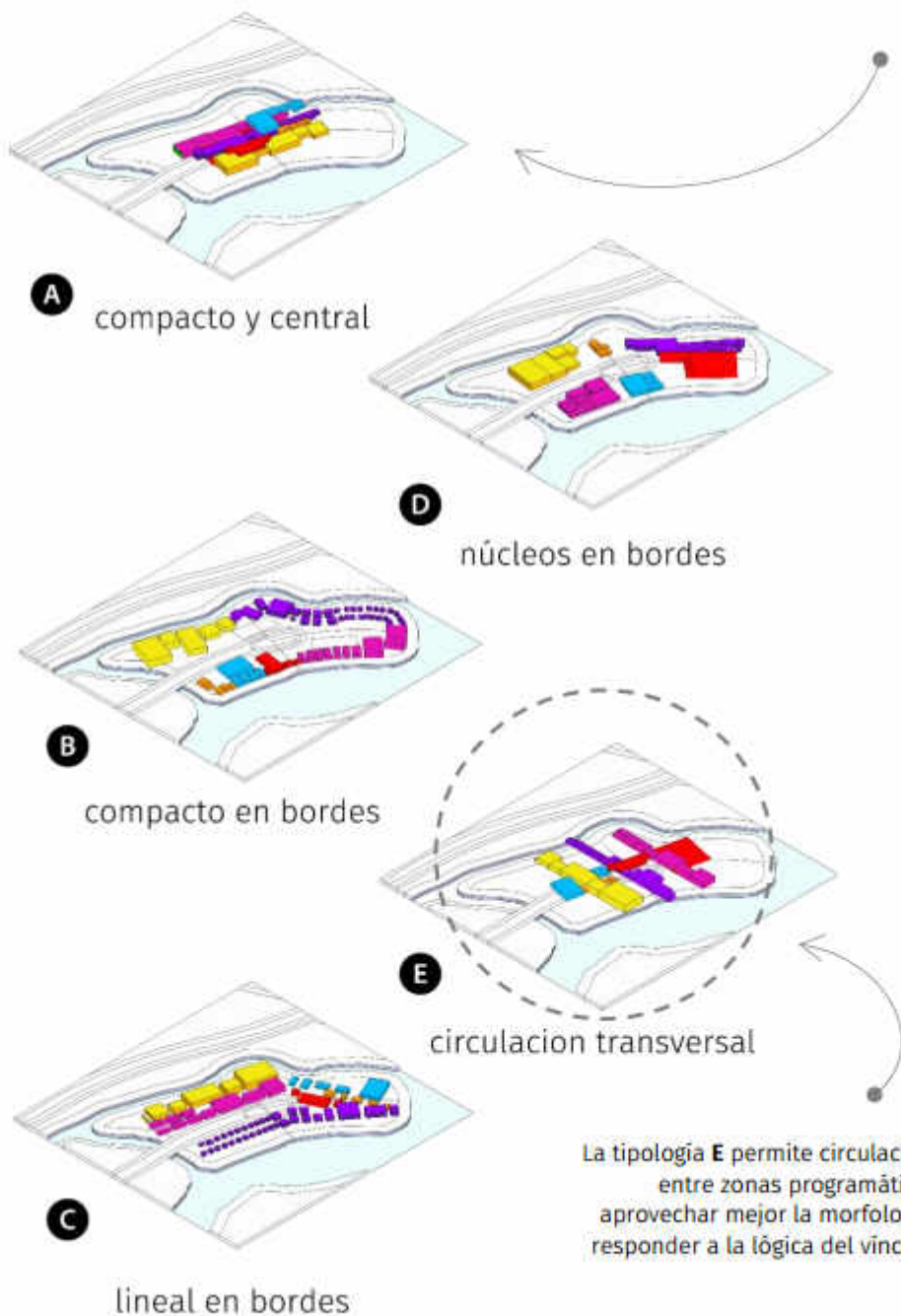


Fig. 50
Esquemas A-B-C-D. Elaboración propia

6.8.2. Estudio de asoleamiento por tipología

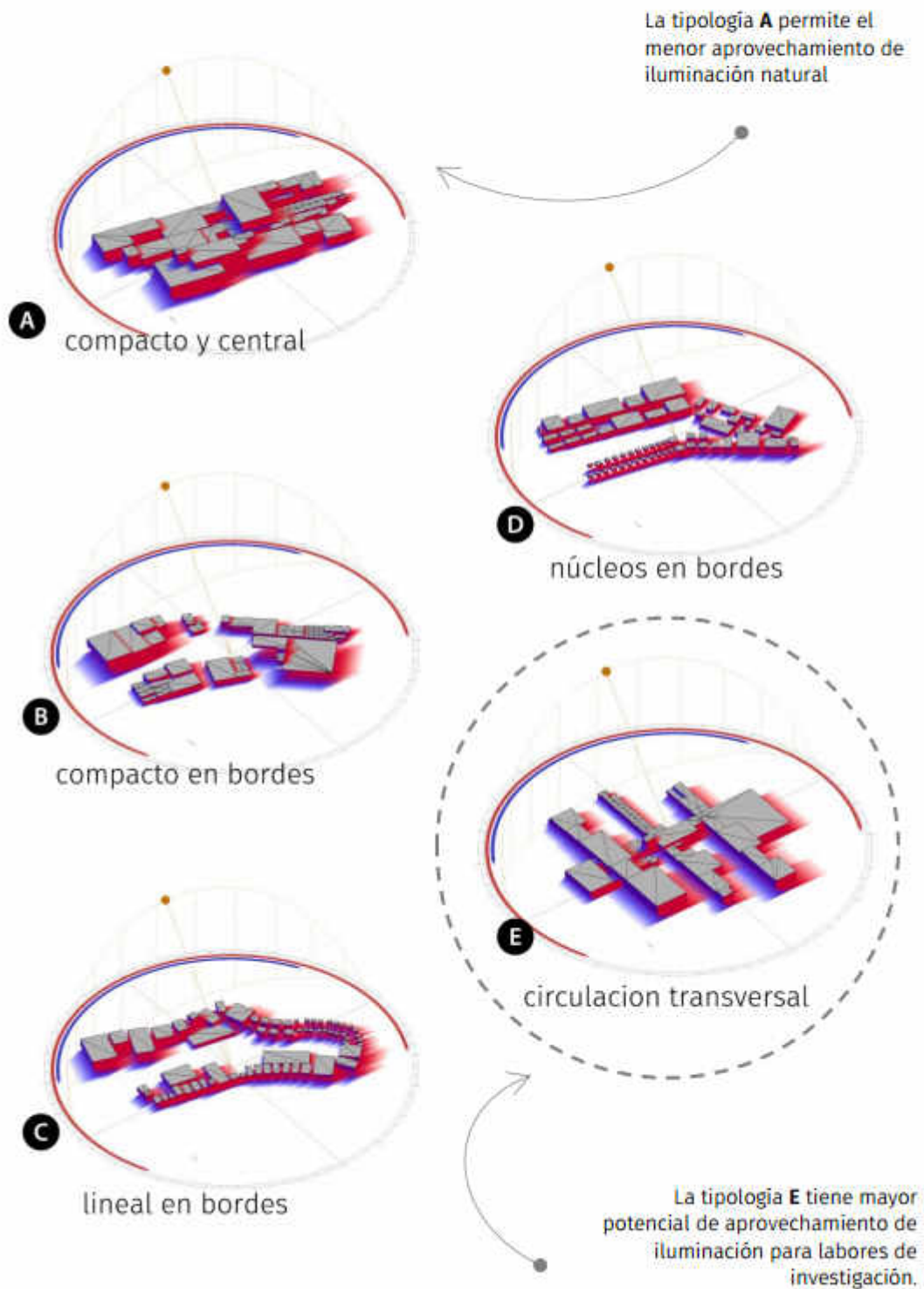


Fig. 51
Esquemas A-B-C-D. Elaboración propia

6.8.3. Optimización de la forma elegida según iluminación natural

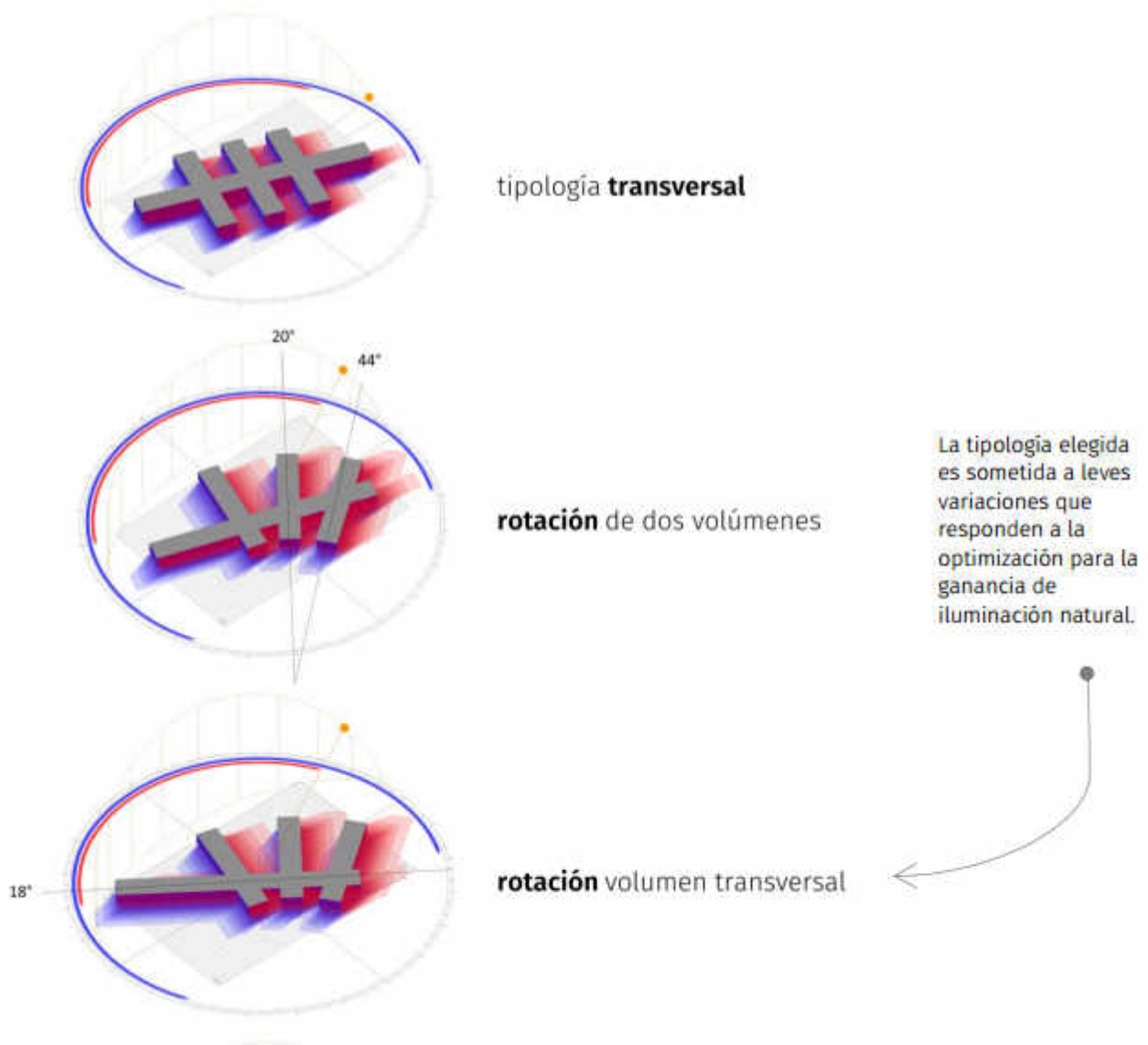


Fig. 52
Esquemas estudio de iluminación diaria. Elaboración propia

6.8.3.1. Optimización de la forma elegida según condición del entorno

Se consideran las condiciones propias del emplazamiento: vistas entorno cercano y lejano, y los vientos predominantes.

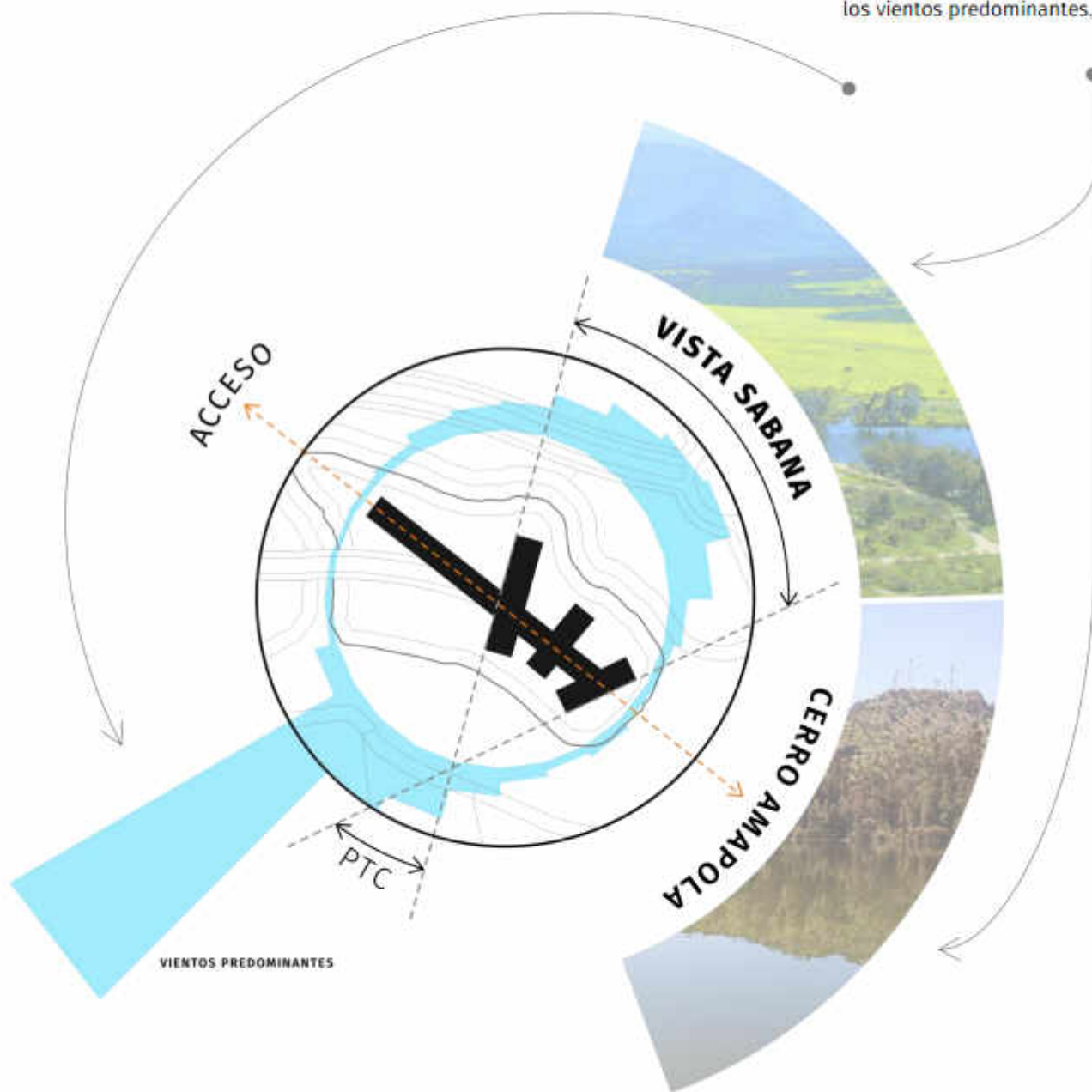


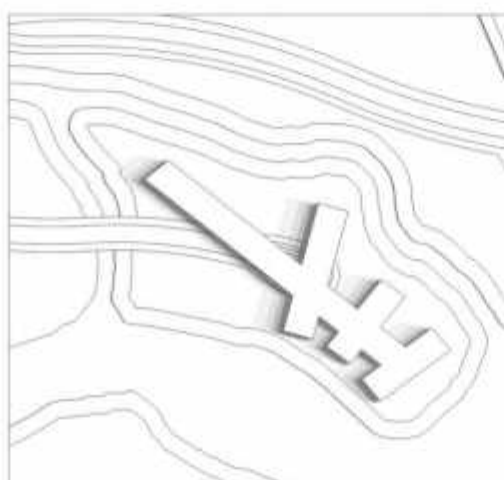
Fig. 53
Esquemas vistas y vientos predominantes. Elaboración propia

6.8.3.2. **Estudio de sombras sobre la forma optimizada**

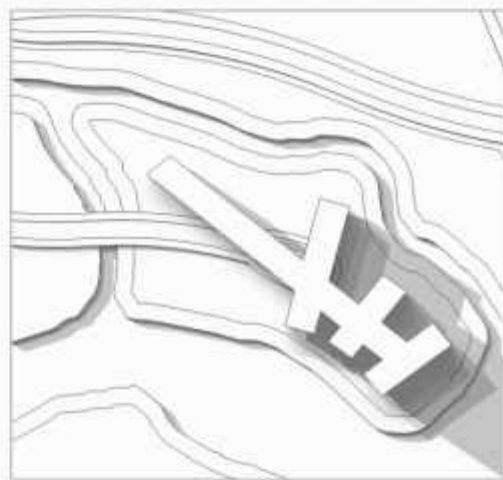
Se somete a análisis la volumetría obtenida, para los días más largo y más corto del año respectivamente.

solsticio de **verano**

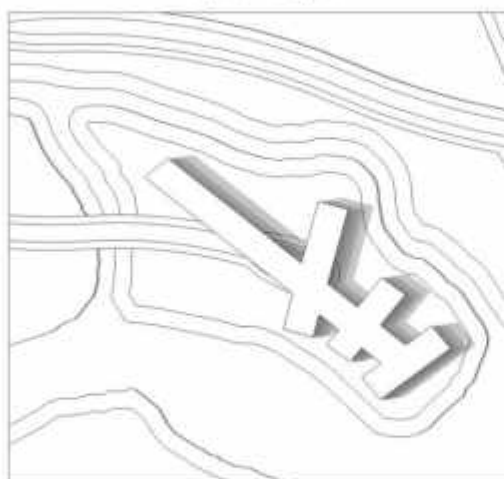
solsticio de **invierno**



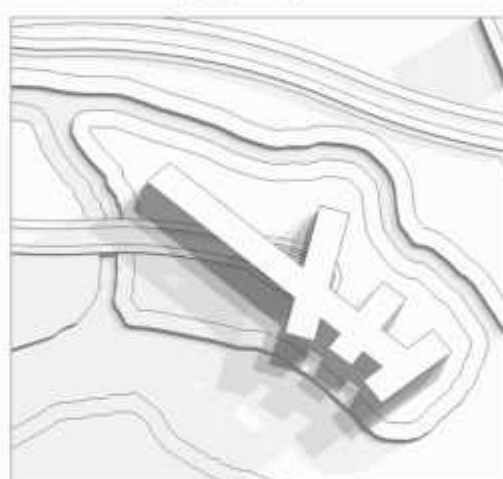
9am-12pm



9am-12pm



13pm-18pm



13pm-18pm

Fig. 54
Estudio de sombra. Elaboración propia

6.8.3.3. Consideraciones que alteran la volumetría externa

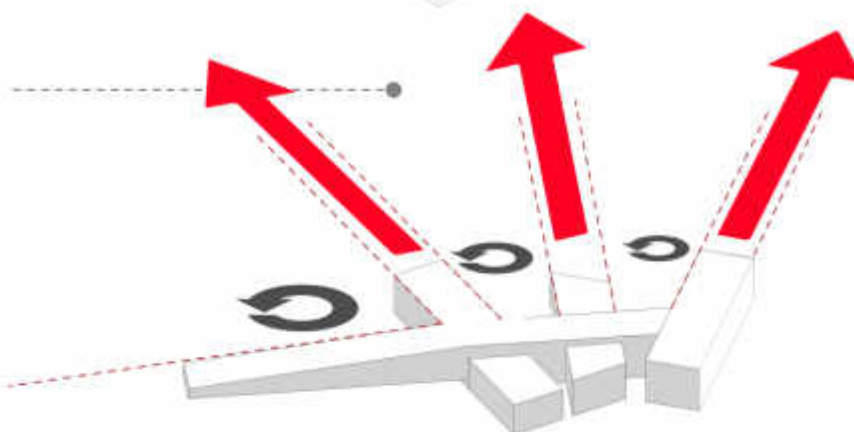
Maximizando superficie natural

El centro de investigación sirve como nodo de encuentro a nivel del parque tecnológico, en el límite entre lo natural y lo construido. Ante lo cual es oportuno una presencia gradual de lo construido por sobre lo natural.



Activación de intersticios

Los espacios entre volúmenes van reorganizando el contexto inmediato en la medida en que articulan la relación entre la actividad interior y el exterior del edificio, de manera controlada mediante instancias de encuentro.



Cubierta activadora

Utilización de una cubierta que unifica todo el proyecto, permite activar los intersticios y la quinta fachada, haciendo uso de estos bajo cualquier condición climática. Además, permitirá la recolección de aguas lluvias para su aprovechamiento.

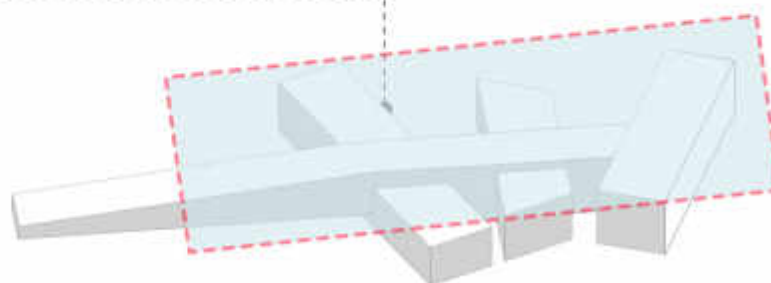


Fig. 55
Modificaciones externas a la volumetría preliminar. Elaboración propia

6.8.3.4. Vacíos interiores

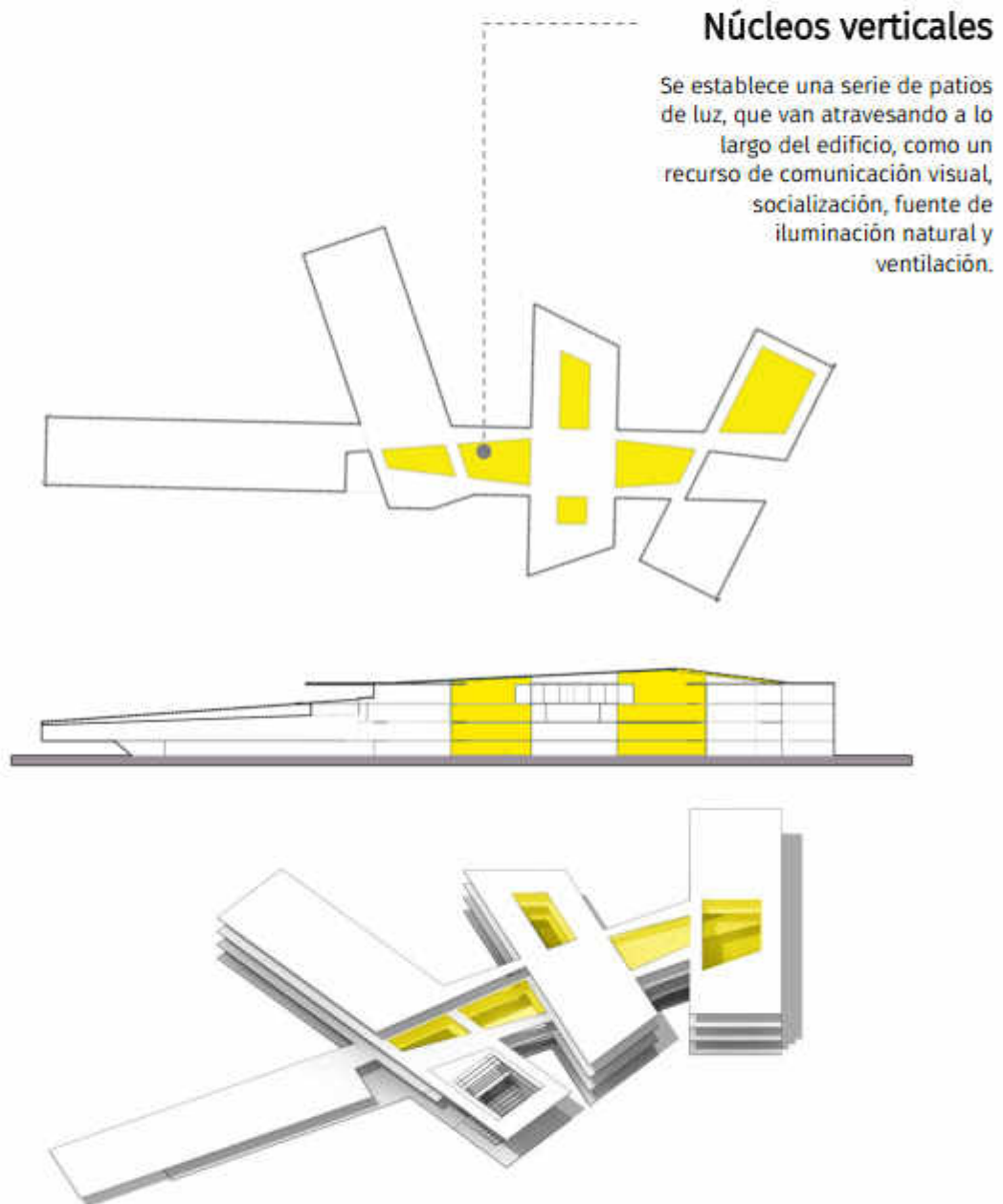


Fig. 56
Atrios en volumetría preliminar. Elaboración propia

6.8.3.5. Estudio variaciones para la cubierta activadora

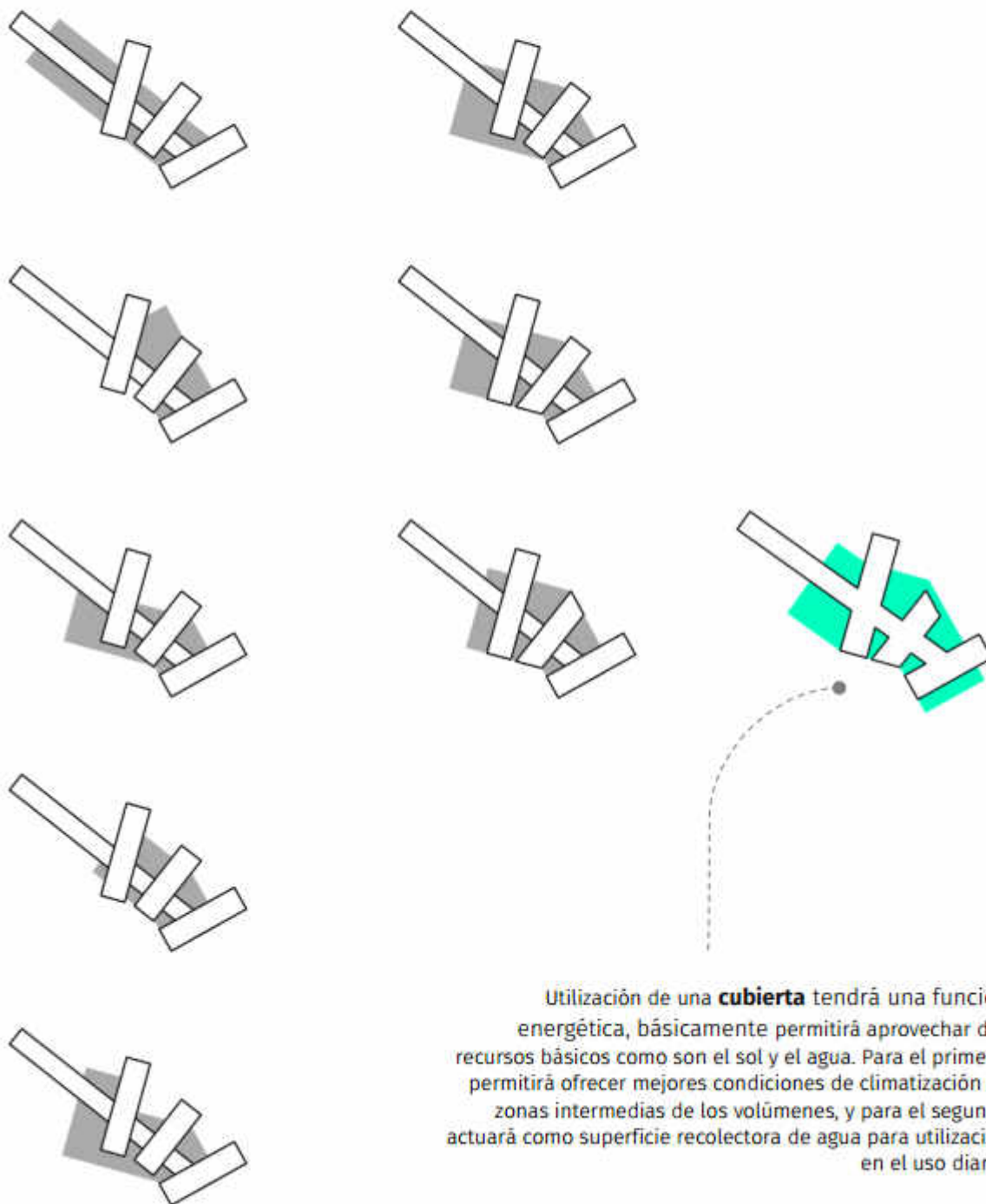


Fig. 57
Estudio de cubierta activadora. Elaboración propia

6.8.4. Programa por nivel

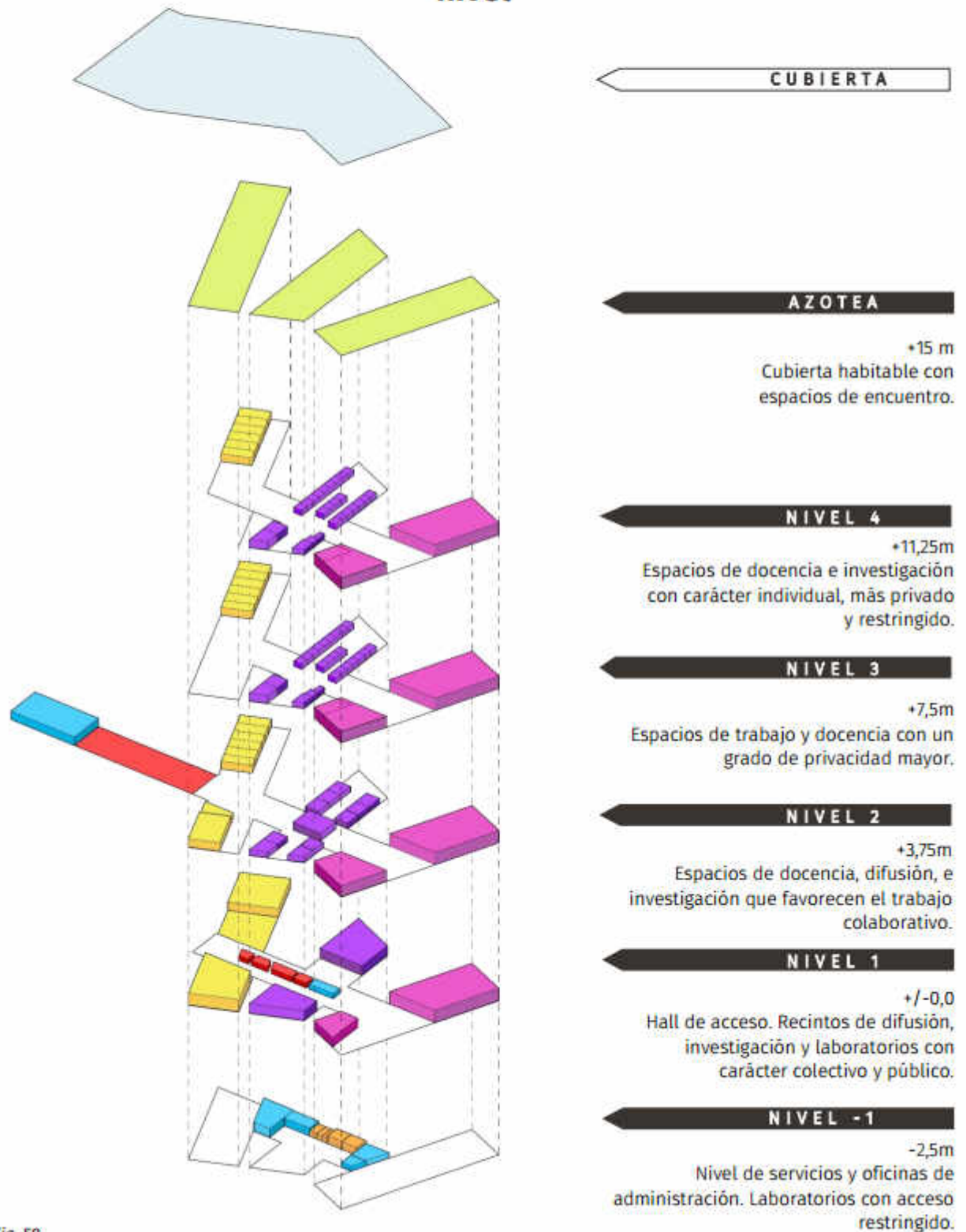
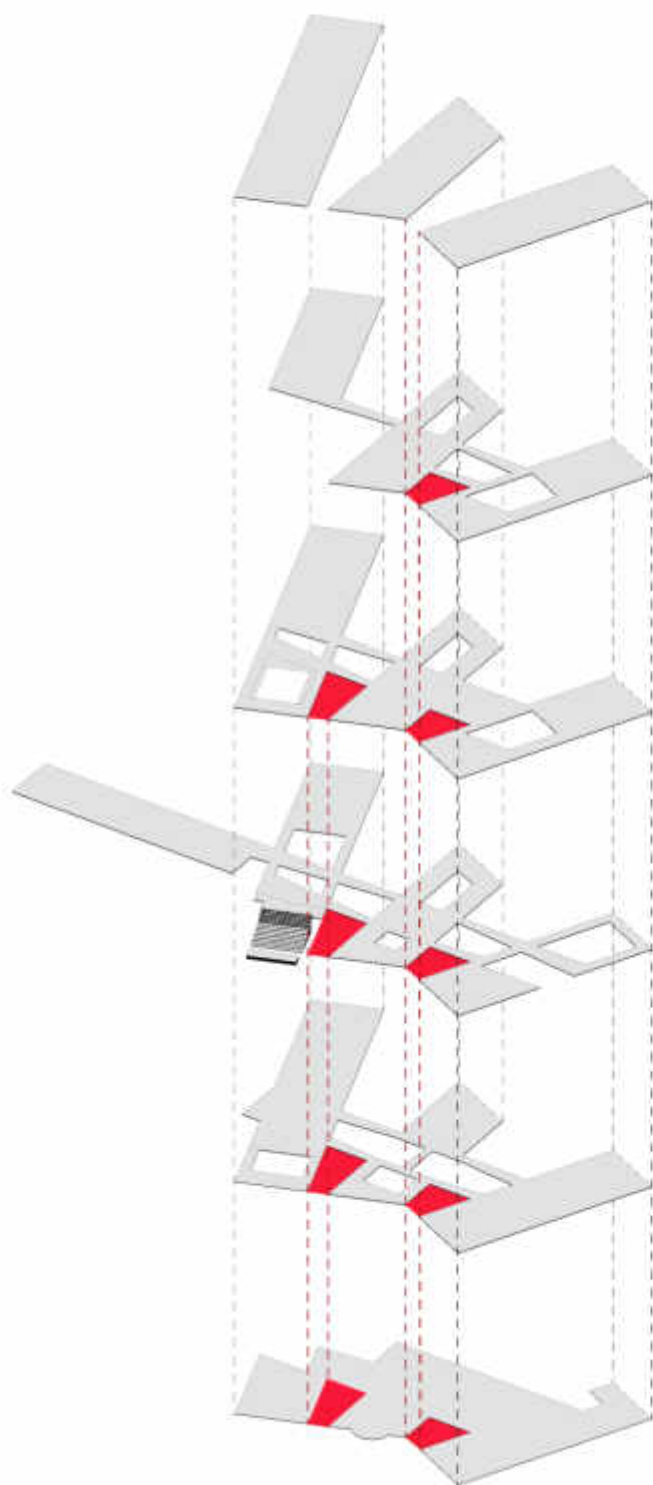


Fig. 58
Esquema programa por nivel. Elaboración propia

6.8.5. Circulaciones verticales



- AZOTEA**

+15 m
La Azotea ofrece espacios de encuentro y reunión no laboral independientes para cada zona programática.
- NIVEL 4**

+11,25m
Nivel con menor grado de accesibilidad debido al uso de sus recintos.
- NIVEL 3**

+7,5m
Nivel que sirve a recintos de trabajo grupal específicos para cada zona programática
- NIVEL 2**

+3,75m
Nivel con mayor presencia de espacios de encuentro que favorecen instancias de trabajo interdisciplinario.
- NIVEL 1**

+/-0,0
Nivel con el mayor grado de tránsito por el cual se accede al edificio. Cuenta con circulaciones sin restricción.
- NIVEL -1**

-2,5m
Nivel de uso principalmente por el personal administrativo, constituido como un patio de luz central con recintos en su entorno.

Fig. 58
Esquema circulaciones verticales. Elaboración propia

6.8.6. Estrategias bioclimáticas

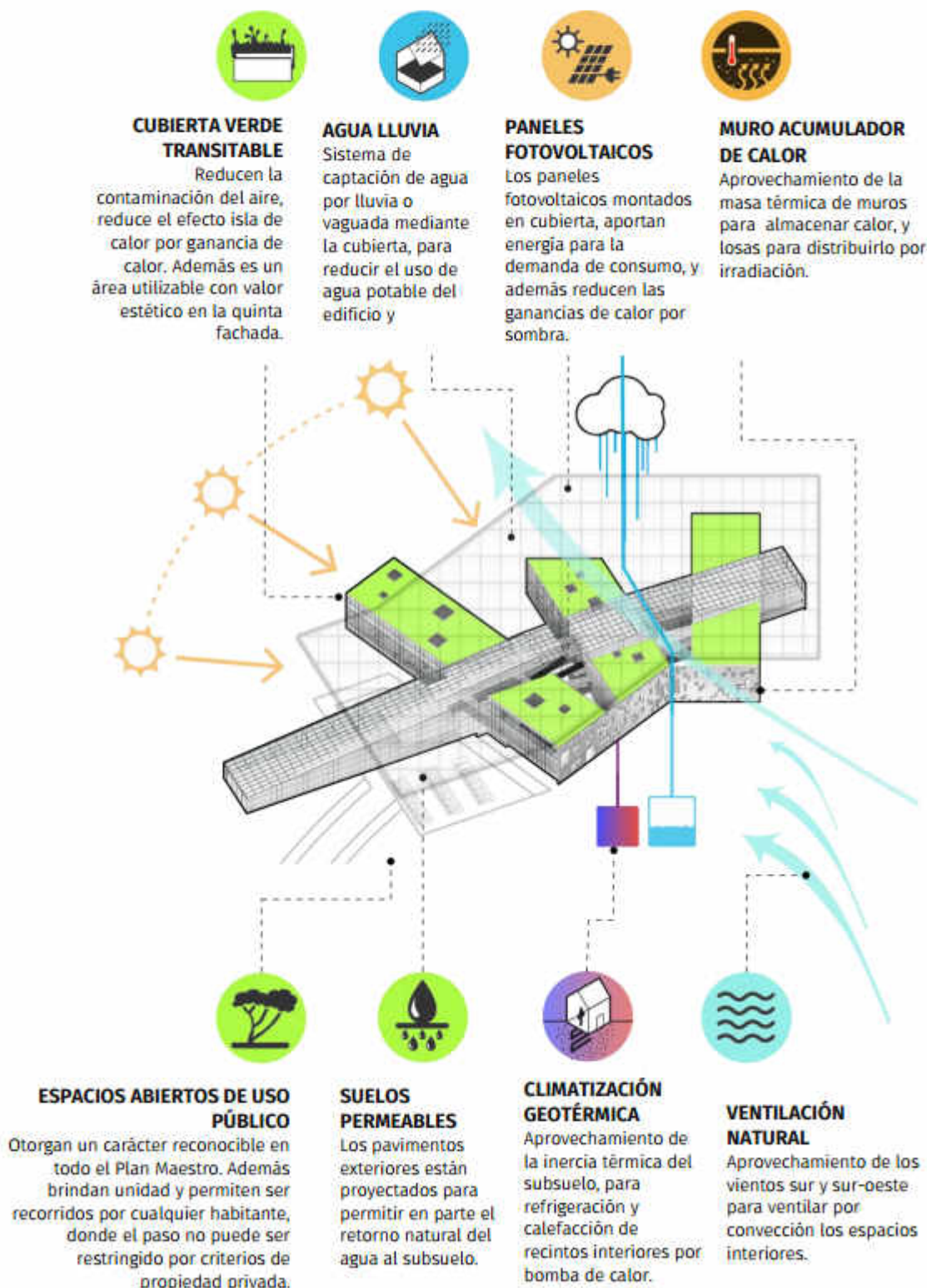


Fig. 59

6.8.7. Criterios estructurales y referencias



Estructura para los bloques de trabajo e investigación. Entramado de perfil H.



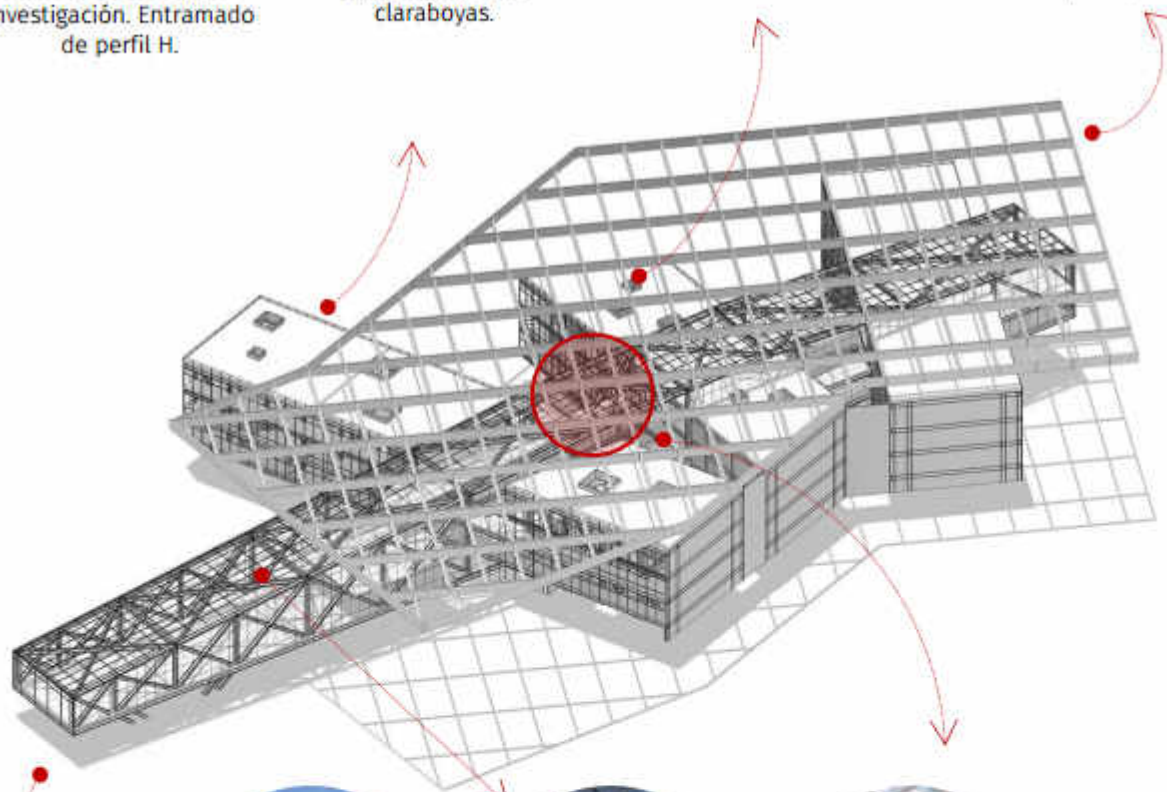
Cubiertas verdes transitables con claraboyas.



Claraboyas.



Sistema de vigas para cubierta principal



Ventanas proyectables para ventilación cruzada.



Estructura vidriada para espacio volumen central.



Claraboyas y atrios.

Fig. 60

Estructura. Elaboración propia

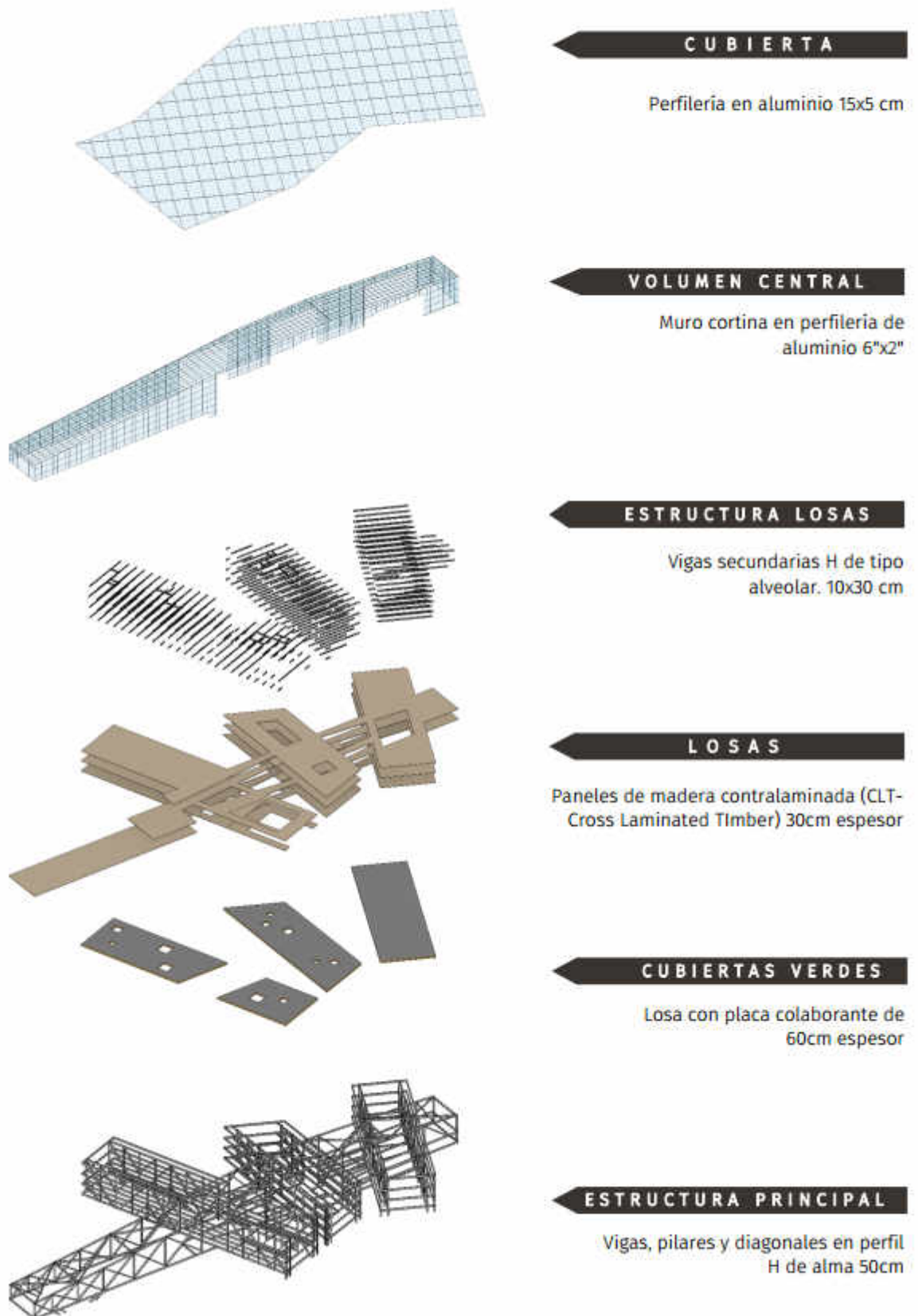


Fig. 61
Despiece estructura. Elaboración propia

Creo que como arquitectos es importante poder visualizar y entender los elementos y oportunidades que nos entrega la ciudad para generar proyectos.

En este sentido lo que buscaba el ejercicio planteado como proyecto de título fue entender las posibilidades que pueden existir para el desarrollo futuro de la ciudad a partir de las construcciones del pasado que han quedado obsoletas por distintas razones, y eso a decantado en situaciones de sub utilización, deterioro y abandono.

Claramente existen muchos edificios y construcciones en este estado, y aquí está lo interesante, ya que cada uno puede presentar cualidades y características muy distintas, a través de las cuales se pueden determinar los distintos niveles y formas de intervención; por lo tanto pueden existir un sin número de oportunidades de recuperación que pueden aportar al desarrollo de nuestra ciudad, pero que sin embargo por falta de interés y de presupuesto, entre otras, quedan sin ver la luz. No obstante hay excepciones.

Para el caso del ejercicio propuesto para el proyecto de título, se escoge una estructura estratégicamente ubicada en el centro de la ciudad, y que por años (según pude averiguar durante la investigación) ha estado prácticamente abandonada. Esta había llamado mi atención desde incluso antes de comenzar con el ejercicio. Es así que se plantea su recuperación, planteando más bien un reciclaje de su estructura, pero entendiendo y reinterpretando sus principales valores. De esta manera se plantea un nuevo uso, y esta fue una de las cosas más interesantes durante el proceso.

¿Es posible que un espacio que en algún momento de la historia fue ocupado como equipamiento deportivo y luego como cine y teatro, respondiendo a una época y contexto específico, pueda hoy en día ser reutilizado como un edificio para que vivan estudiantes, respondiendo a necesidades de la ciudad actual?

Mi planteamiento busca demostrar que esto es completamente posible, y así como este caso deben existir muchos otros que pueden ser

aprovechados correctamente en pos de un desarrollo sustentable de nuestra ciudad. Creo que la continuidad de los edificios depende mucho de las respuestas que podamos dar los arquitectos, debemos ser capaces de visualizar y de explorar las alternativas que nos brindan las construcciones que han quedado obsoletas, y de proyectar usos que posiblemente se escapen de lo que era originalmente, entregándole una nueva vida. Estoy convencido que la recuperación de construcciones olvidadas para usos contemporáneos es una estrategia que puede aportar en todo sentido al desarrollo de la ciudad, aportando a la conservación de la memoria y la identidad, reduciendo el gasto de materiales y la consecuente huella de carbono, y generando proyectos perfectamente económicamente sustentables en el tiempo.

08

BIBLIOGRAFÍA

8.1. Referencias

- Aguilera, A. (2006). Centro de investigación y difusión de energía solar de investigación y difusión de energía solar. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago de Chile.
- Alvarez Alves, L. (2010). Análisis medio ambiental de la gestión de los residuos de la construcción y demolición (RDC's). Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
- CODESUP (Corporación para el desarrollo sustentable de Pudahuel)
- Fundación Valle lo Aguirre, Design Workshop. (2004). Guías de Diseño, Urbanismo y Paisajismo, PCT UCH. Santiago.
- Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V., & Ramírez-De-Arellano, A. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, 29(9), 2542-2548.
- Maillat, D. y L. Kebir (1998). Learning region et systèmes territoriaux de production. Working Paper IRER 9802a, Université de Neuchâtel, Neuchâtel.
- Mann, G. (1960). Regiones biogeográficas de Chile. *Investigaciones Zoológicas Chilenas*, 6, 15-49.
- Méndez, R. (2002). Innovación y desarrollo territorial: algunos debates teóricos recientes. *EURE (Santiago)*, 28(84), 63-83.
- Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Santiago de Chile.
- Neufert, P. (1995). *Arte de Proyectar en Arquitectura*. México, Ediciones Gustavo Gili.
- Latham, M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y Nutrición. N 29. Roma, Italia. Deposito de documentos de la FAO. Nutrición, (29).
- López, R., Figueroa, E., & Gutiérrez, P. (2013). La 'parte del león': Nuevas estimaciones de la participación de los súper ricos en el ingreso de Chile. *Serie de Documentos de Trabajo*, 379.
- Roth, S. (2009). New for whom? Initial images from the social dimension of innovation. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 4(4), 231-252.
- Urbanica (2014). Memoria proyecto académico Laguna Carén, Universidad de Chile. Santiago de Chile.
- Yáñez Zamorano, P. (2015). Gestión Sustentable de los Residuos de Construcción y Demolición en Chile: Implicancias de su gestión sustentable en el contexto nacional. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

8.2. Bibliografía consultada

- Appadurai, A. (1996). *Modernity at large: cultural dimensions of globalization* (Vol. 1). U of Minnesota Press.
- Bloom, J. L., & Asano, S. (1981). Tsukuba science city: Japan tries planned innovation. *Science*, 212(4500), 1239-1247.
- Castells, M. (2014). *Technopoles of the world: The making of 21st century industrial complexes*. Routledge.
- Cosgrove, D. E. (1998). *Social formation and symbolic landscape* (2nd ed., p. 13). Madison: University of Wisconsin Press.
- Basurto, G. L. G. (2007). *Tsukuba Science City: Between the Creation of Innovative Milieu and the Erasure of Furusato Memory*.
- Penn, A., Desyllas, J., & Vaughan, L. (1999). The space of innovation: interaction and communication in the work environment. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 26(2), 193-218.
- Irles, L. S. (2011). Los parques científicos y tecnológicos: un concepto y una realidad. *Encuentros multidisciplinares*, 13(37), 2-9. Documento en línea: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA37/Luis_Sanz_Irles.pdf

09

ANEXOS

9.1. Cronología en torno al predio de Laguna Carén

Para comprender el contexto histórico del predio elegido, a continuación se presenta una necesaria recopilación de los principales hechos en torno a la gestión del proyecto Parque Tecnológico Carén:

1972 Hasta este año el terreno pertenecía a particulares, que por el proceso de Reforma Agraria fue entregado (sin títulos de dominio) a los campesinos.

1973-1990 Durante el régimen o dictadura militar fue donado a la Digeder, dependiente del Ministerio de Defensa, por parte del Fisco.

1992 (Julio) En el marco del "Proyecto Rectoría: Universidad del siglo XXI", se realizó el taller de evaluación estratégica "Instalación de un Parque Tecnológico en la Universidad de Chile".

1993 Se realiza "Estudio de pre-factibilidad para la Creación de un Parque Tecnológico de la Universidad de Chile".

1994 El Plan Regulador Metropolitano de Santiago, vigente desde este año, establece que el Parque forma parte del Sistema Metropolitano de áreas verdes y recreación y aclara que estas son de carácter no edificable,

enfaticando que no se puede sobrepasar el 1% de la superficie total del predio.

1994 El primer gobierno de la Concertación, por el Decreto Supremo N° 350 del Ministerio de Bienes Nacionales transfiere gratuitamente el terreno a la Universidad de Chile.

1995 (Octubre) Por Decreto N° 441 del Ministerio de Justicia concede personalidad jurídica a la Fundación Valle Lo Aguirre.

1995 (Junio) Se realiza la sesión constitutiva del Directorio de la Fundación Valle Lo Aguirre.

1995 (Octubre) Se promulga Decreto N° 237 del Ministerio de Minería que declara "Zona de Interés Científico".

1996 (Enero) Convenio con la Comunidad Europea por ECU 607.970, para financiar estudios de preinversión.

1996 Realización de los estudios preinversionales con fondos MIDEPLAN-BID.

1997 (Mayo) Se inician estudios financiados por la Comunidad Europea: Plan Maestro, Proyecto de urbanización, Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Implementación y gestión.

1997 La Fundación obtuvo una autorización de la Seremi de Vivienda y Urbanismo para la implementación del proyecto.

Imagen 4

Vista del camino hacia Laguna Carén, posterior al Enlace Pudahuel.



1999 Se aprueba un proyecto de ley que autoriza el endeudamiento de la Universidad de Chile y otorga a esta operación el aval del Estado.

2000 El proyecto "Parque Laguna Caren" gana Primer Concurso Nacional de Proyectos Concesionables e Interés Regional del MOP y se inicia construcción de enlace vial del PCT con la Ruta 68.

2001 (Octubre) Se aprueba ley N° 19.767, sin embargo no alcanza quórum para autorizar el endeudamiento más allá del periodo presidencial.

2002 Autorizan al directorio, estudios para la optimización del Plan Maestro de PTC y la definición de la estrategia de desarrollo.

2002 Decreto Supremo N° 20, reformula el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica que desafecta el 20% del Parque para ejecutar cualquier tipo de actividades y se reafirma y clarifica la interpretación del Seremi con respecto al destino de las construcciones y usos permitidos.

2002 Ley N° 19.847, que incluye una disposición legal de quórum calificado que autoriza el endeudamiento a largo plazo.

2002 Se presenta a la Línea de Financiamiento para la creación de Incubadoras de Negocios del Fondo de Desarrollo e innovación de la CORFO, el proyecto de Incubadora Centro de Innovación Carén.

2003 Según el acuerdo N° 12 del Consejo Universitario se aprueba la ejecución de la primera etapa del proyecto de construcción de PTC.

2005 El Banco de Chile otorga un crédito por US\$ 20 millones para desarrollar el PTC.

2014 (Octubre) Bajo la rectoría de Ennio Vivaldi, la universidad retoma el proyecto PTC, a más de 20 años desde que el Estado le concedió los terrenos de Laguna Carén.

2015 (Julio) La Universidad de Chile inicia trabajos de cooperación bilateral estratégica con la Universidad de Tsukuba.

2015 (Agosto) Contraloría emite un informe, pidiendo al plantel universitario y al Ministerio de Bienes Nacionales formulen un nuevo decreto que avale el traspaso de la parcela, pues el anterior ya se encuentra caducado.

Imagen 5

Vista hacia pórtico de acceso al predio **Laguna Carén**.

