





# CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS INTERIORES

PROPUESTA ARQUITECTÓNICA PARA LA  
SECCIÓN ENERGÍA Y SUSTENTABILIDAD DEL IDIEM

ALUMNO: CARLOS MORENO DONOSO  
PROFESOR GUÍA: HUMBERTO ELIASH  
PRIMAVERA 2012  
UNIVERSIDAD DE CHILE

## Capítulo 1

### **INTRODUCCIÓN.....7**

Motivación.....8

Descripción del Tema.....8

Lugar.....9

## Capítulo 2

### **ANTECEDENTES DEL TEMA.....11**

Introducción al Capítulo.....12

Sección Energía y Sustentabilidad del Idiem.....14

El idiem.....14

La Sección.....15

Diagnóstico.....21

Investigación en Construcción en Chile.....22

Desarrollo Sustentable y Construcción.....24

Breve Historia del Desarrollo Sustentable.....24

Cambio Climático.....26

Ciclo de Vida del Edificio.....30

## Capítulo 3

### **CRITERIOS DEL PROYECTO.....37**

Localización.....38

Criterios de Elección.....38

Predio carén.....38

Partido General.....48

Emplazamiento.....48

Centro de Investigación de eficiencia Energética

en Sistemas Interiores.....48

Edificio Desmontable.....50

Programa.....50

Ideas Génesis.....51

Estructura.....53

Construcción.....55

## Capítulo 4

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....57**

Planimetría.....58

Renders.....60



---

Capítulo 5

**REFERENTES**.....61

Syracuse Center of Excellence.....62  
Mediatic.....63  
Computadores BIP.....64  
Bordeaux Law Courts.....65

Capítulo 6

**PROCESO**.....67

Avance 1.....68  
Avance 2.....70  
Avance 3.....71  
Avance 4.....72  
Avance 5.....73  
Avance 6.....74  
Avance 7.....76

Capítulo 7

**ANEXOS Y BIBLIOGRAFÍA**.....79

Anexo 1  
Investigación Universidad de Chile.....80  
Anexo 2  
Investigación Universidad de Chile.....81  
Anexo 3  
Certificación LEED.....82  
Anexo 4  
Sucesos Importantes Predio Carén.....84  
Anexo 5  
Programa Base para Desarrollo Actualización  
Plan Maestro Predio Carén .....86



# Introducción

El presente trabajo se enmarca en la última etapa de la carrera de Arquitectura de la Universidad de Chile, el Proyecto de Título. Además de constituir un deber, es también la oportunidad de desarrollar un tema de interés.

Siempre me ha preocupado el medio natural. Creo que es importante proteger el ecosistema por el deber moral de preservar los recursos para las generaciones futuras, pero también porque pienso que la naturaleza es una verdadera maestra de la vida. Es la puesta en práctica de una sabiduría suprema ante la cual el alma humana vislumbra la magnitud del universo en el que se halla inmersa.

Lo anterior me lleva a pensar que, en el contexto de mi Proyecto de Título, vale la pena contribuir con la compatibilidad entre la vida del hombre y la salud ambiental, asegurando una relación enriquecedora entre el hombre y el medio natural. Un aspecto por atender en este tema es la neutralización o disminución de los efectos provenientes de las actividades antropogénicas que son nocivos para el medioambiente. Sin ir más lejos, en la propia “habitación” del hombre encontramos sistemas que en su operación perturban el medioambiente natural, lo cual compete directamente al quehacer arquitectónico.

Durante el transcurso de la carrera, nunca me sentí atraído por la arquitectura sustentable. Me parecía que se abusaba del concepto para dar valor a ilusas iniciativas “verdes”. Luego, durante el Seminario de Investigación tuve que estudiar lo que es el Desarrollo Sustentable. A raíz de eso dimensioné que, lejos de ser un capricho o una tendencia académica, es una necesidad de los tiempos, lo que me ayudó a simpatizar con el tema que trata mi proyecto.

Mientras trabajaba en un proyecto durante mi Práctica Profesional, en Izquierdo y Lehmann Arquitectos, descubrí el gusto que tengo por desarrollar los detalles constructivos buscando optimizar el espacio, potenciar los materiales, evitar el exceso de manufactura y de desechos. Para mi suerte, dichos criterios deberán ser aplicados en mi proyecto, lo que es un factor cautivante.

## DESCRIPCIÓN DEL TEMA

Mi proyecto consiste en un Centro de Investigación de Eficiencia Energética en Sistemas Interiores para la nueva Sección Energía y Sustentabilidad, perteneciente al IDIEM de la Universidad de Chile. Esta sección está dedicada al desarrollo de la sustentabilidad en la construcción y la industria de nuestro país.

El Idiem ya ha conquistado el prestigio en su especialidad, la cual es la certificación de calidad de materiales de construcción. Pero el avance de los tiempos implica un esfuerzo constante para mantener la vigencia. Actualmente, uno de los principales objetivos de la investigación e innovación de la construcción consiste en llevar a la práctica los criterios de la sustentabilidad, los que apuntan fundamentalmente a generar el mínimo impacto ambiental. Esto se traduce en un bajo consumo energético durante la vida útil del edificio, bajas emisiones de gases de efecto invernadero en la producción, reciclabilidad de los materiales, etc. En consideración de lo anterior, Idiem ha integrado la sección Energía y Sustentabilidad, la cual, además de investigar sobre construcción sustentable, actúa como una empresa consultora que implementa la sustentabilidad en el desarrollo de proyectos de construcción e industria.

Para un correcto desempeño de la sección, es decir, para realizar sus actividades y llevar a cabo sus objetivos, debe contar básicamente con oficinas, laboratorios y extensión. Sin embargo, dado su corto tiempo de vida, Energía y Sustentabilidad se emplaza en el mismo edificio del Idiem, y utiliza recursos de otras secciones más antiguas, de manera que es dependiente de ellas, y las herramientas de las que dispone no están hechas a su medida o no satisfacen plenamente sus requerimientos. En este sentido, mi proyecto pretende darle a la Sección Energía

y Sustentabilidad una infraestructura a la altura de sus necesidades, proyecciones y misión investigativa.

En coherencia con el rubro investigativo del programa, este proyecto aborda los desafíos de la arquitectura sustentable, aplicando criterios de eficiencia energética mediante diseño, sistemas y materiales adecuados.

A su vez, el proyecto considera un edificio desmontable debido a la posibilidad de que su emplazamiento no sea definitivo.

Considerando el vínculo entre Idiem y la Universidad de Chile, este proyecto contribuye con que la Universidad se involucre de manera protagónica en la investigación científica nacional, al mismo tiempo que facilita la difusión del conocimiento generado hacia la comunidad.

## LUGAR

El proyecto se emplaza en el predio Carén, el cual es propiedad de la Universidad de Chile, tiene 1033 há y se encuentra en la Región Metropolitana, fuera del límite urbano de Santiago en la comuna de Pudahuel.

Este predio está favorecido por una conectividad y ubicación estratégicas. Posee un gran frente hacia el camino Santiago - Valparaíso, y en sus cercanías se encuentra el Aeropuerto Arturo Merino Benítez. A su vez, este sector (Santiago Poniente) presenta grandes iniciativas inmobiliarias en diferentes estados de ejecución, entre las que se cuentan industrias y ciudades empresariales, lo que eleva la competencia en el entorno por parte de entidades relacionadas con el rubro de la construcción.

El predio fue donado a la Universidad de Chile por el Estado de Chile, con el objeto de desarrollar en él un Parque Científico Tecnológico (PCT). La Universidad ha elaborado para el predio planes maestros que, además del PCT, integran una Ciudad Universitaria, sin embargo, hasta la fecha no existe institución científica, educacional u empresa que se haya emplazado en Carén. De esta manera, la Universidad cuenta con un gran recurso sin explotar. De hecho, actualmente no hay un plan maestro vigente para el predio, ni existe una decisión oficial respecto del destino que la universidad le dará, lo que debería ser considerado por cualquier proyecto que se emplace en Carén.

Así como la Sección Energía y Sustentabilidad del Idiem, existen otras instituciones relacionadas o pertenecientes a la Universidad de Chile que por sus requerimientos actuales y/o proyecciones futuras, necesitarían nuevas instalaciones. Mi

proyecto representa un ejemplo de ocupación del predio Carén con el objeto de dar lugar a una de las instituciones referidas. Frente a la indefinición del destino que la universidad le dará al predio, mi proyecto se plantea como un edificio desmontable, para que eventualmente sea trasladado, evitando perder la inversión de materiales.

# Antecedentes del Tema

# INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

El proyecto que este documento presenta es para la Sección Energía y Sustentabilidad perteneciente al Idiem de la Universidad de Chile.

A continuación se explicarán a grandes rasgos algunos aspectos importantes sobre los tópicos y las entidades que están involucradas en este proyecto, de modo de comprender el contexto en el que se desarrolla y a su vez, articular los contenidos de este capítulo.

## La Universidad de Chile y la Investigación

La Universidad de Chile entra en la categoría de universidad compleja, lo que significa que en sus ámbitos de acción encontramos la educación superior, la investigación, la creación y extensión en las ciencias, las humanidades y las artes. Las universidades de este tipo, debido al amplio espectro de campos en los que se desempeñan, desarrollan una gran responsabilidad para con las comunidades donde se insertan.

Particularmente en cuanto a las universidades dedicadas a la investigación, Jeffrey Sachs, economista estadounidense señala que sólo ellas “cuentan entre sus muros con el vasto espectro de conocimientos científicos especializados que resultan vitales para la resolución de problemas profundos en materia de desarrollo sostenible. Además (...) presentan otros tres puntos fuertes fundamentales relacionados con los problemas mundiales más graves. En primer lugar, más que cualquiera otra de nuestras instituciones sociales, las universidades cuentan con perspectiva de largo plazo (...) En segundo lugar, las universidades pueden ocuparse de problemas globales con menos prejuicios políticos, sociales y económicos que cualquier

otra institución social (...) En tercer lugar, en la mayoría de los casos las universidades importantes fueron fundadas con la misión de mejorar el mundo y de hacerlo no sólo arrojando luz sobre problemas mediante la investigación y la educación, sino también marcando una diferencia tanto en las comunidades donde se encuentran como en las demás”<sup>1</sup>.

La Universidad de Chile, en cuanto a la investigación, se posiciona como líder en el país. Una muestra de esto son las cifras en producción científica, la cantidad de proyectos Fondecyt en diferentes estados de ejecución, y el número de centros de investigación. (ver Anexo 1)

## Idiem

Particularmente relacionado con el sector productivo de la construcción, nuestra universidad cuenta con el Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales, más conocido como Idiem. Esta institución, en términos generales, está dedicada a la certificación de materiales de construcción, consultorías de proyectos de ingeniería y construcción, investigación y docencia.

En resonancia con la responsabilidad social de la universidad y el posicionamiento alcanzado en la investigación, el Idiem se perfila como una institución que aborda la contingencia de la construcción en el país, en pos del desarrollo. Efectivamente, en respuesta a las últimas tendencias de este sector productivo, el Idiem ha inte-

---

1) Libro: Economía para un planeta abarrotado  
Autor: Jeffrey Sachs, economista estadounidense  
Ubicación: Cita extraída de los párrafos incluidos bajo el siguiente título “El papel crucial de las universidades dedicadas a la investigación”



---

grado una nueva sección llamada Energía y Sustentabilidad. El curso actual que ha tomado la investigación y la innovación en la construcción, el cual es compartido por todos los sectores productivos, es la implementación de los criterios del desarrollo sustentable. Por ello, el objetivo de la sección es desarrollar la sustentabilidad en la construcción nacional.

A continuación se desarrollarán los siguientes temas:

Sección Energía y Sustentabilidad del Idiem

Investigación en Construcción en Chile

Desarrollo Sustentable y Construcción

### EL IDIEM

El Idiem, es una institución dependiente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, dedicada desde sus inicios a la certificación de calidad de materiales de construcción. A continuación se presentará algunos datos de la historia de Idiem.

Fue fundado en 1898 como Taller de Resistencia de Materiales, dependiente de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, teniendo como objetivo principal ensayar y verificar la calidad de los materiales a emplearse en la construcción de obras públicas, constituyéndose de esta manera como el primer Laboratorio de Control Técnico de Materiales que existió en el país.

Por Decreto de Rectoría de la Universidad de Chile, el taller cambia su nombre en 1946 y pasa a llamarse “Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales” (Idiem). Posteriormente vuelve a cambiar su nombre en 2005, llamándose “Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales”, pudiendo indistintamente utilizar la denominación Idiem.

En la actualidad el IDIEM se encuentra inscrito en el Registro Oficial de Laboratorios de Control Técnico de Calidad de Construcción, de acuerdo al Decreto Supremo Nº 10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de 2002. Además cuenta con múltiples acreditaciones ante el Instituto Nacional de Normalización (INN).

Cabe señalar que el idiem, hoy en día, además de realizar el servicio de ensayo



*Logo de la institución.*



*Fotografía del Edificio del Idiem.*

de materiales, funciona como empresa constructora, consultora de proyectos de ingeniería y de investigación.

## LA SECCIÓN

Recientemente el Idiem ha integrado la Sección Energía y Sustentabilidad (ver Imagen 1), cuyas líneas de acción de esta sección se enfocan principalmente a los sectores construcción e industria, atendiendo la necesidad de soluciones de construcción sustentable. Para dar una noción más acabada de los campos de desempeño de la sección, a continuación se enumeran los servicios que ésta presta:

- Auditoría de Consumo energético
- Asesoría de procesos de Certificación LEED
- Simulación Computacional Energética y Lumínica
- Asesoría del Diseño
- Asesoría de Materiales
- Proyectos de I+D
- Análisis de Ciclo de Vida
- Análisis de Huella de Carbono

Según los mismos miembros de la sección, el servicio más solicitado es el de Asesoría en Procesos de Certificación LEED, lo cual, al mismo tiempo, demanda trabajo al servicio de Simulación Computacional Energética. En segundo lugar se encuentra el servicio de Asesoría de Materiales. Sin embargo, el nivel de requeri-

miento de cada servicio es susceptible de variar en la medida que se desarrolle la sección, por ejemplo, con la adquisición de nuevas herramientas.

A su vez, dado que Idiem es también una empresa consultora, la Sección Energía y Sustentabilidad ha participado en proyectos e investigaciones que no entrarían en ninguna de las categorías de servicios expuestas en el listado anterior.

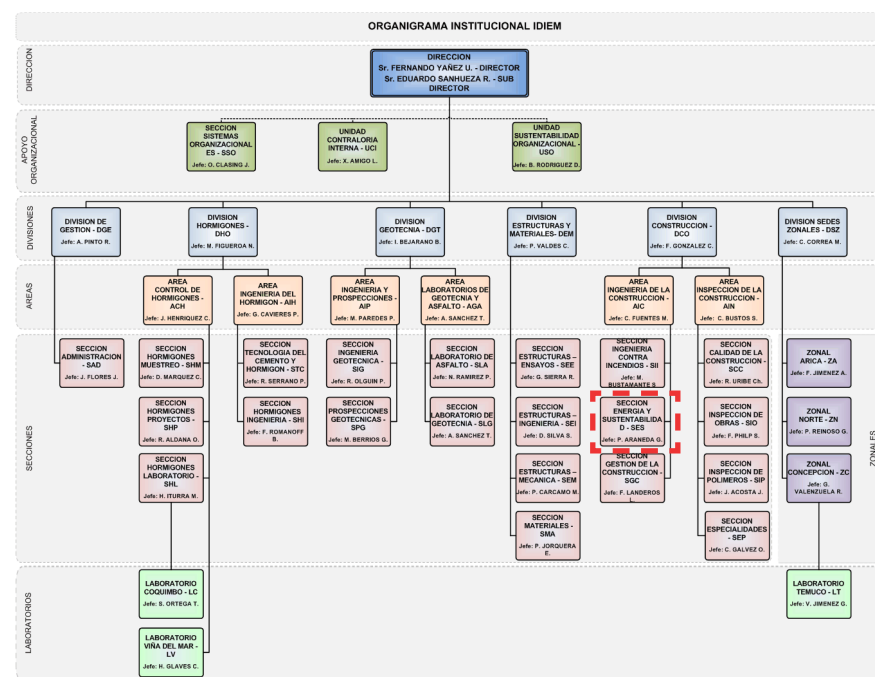
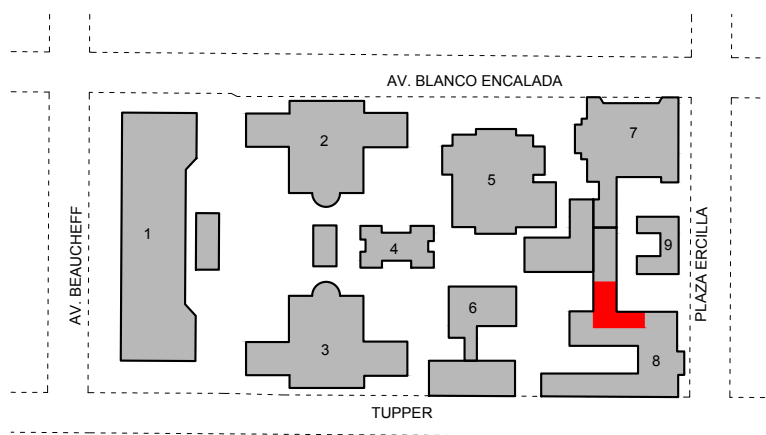


IMAGEN 1: Organigrama de la Institución  
Se enmarca en rojo la Sección Energía y Sustentabilidad.  
Fuente:

## INFRAESTRUCTURA DE OFICINAS

Actualmente la Sección Energía y Sustentabilidad cuenta con 295 m<sup>2</sup> de oficinas dentro del edificio del Idiem, el cual se emplaza al interior del Campus Beaucheff de la Universidad de Chile.



- 1- Edificio "Escuela de Ingeniería"
- 2 - Edificio Departamento de Física
- 3- Edificio Deptos. de Química Básica e Ing. en Minas
- 4- Edificio Torre Central
- 5- Edificio Civil - Geofísica
- 6- Departamento de Ingeniería Eléctrica
- 7- Edificio Departamento de Geología
- 8- Edificio Idiem
- 9- Anexo Idiem

IMAGEN 2: Plano del Campus Beaucheff.  
En rojo se señala la ubicación de la Sección Energía y Sustentabilidad.  
Fuente: Elaboración propia.

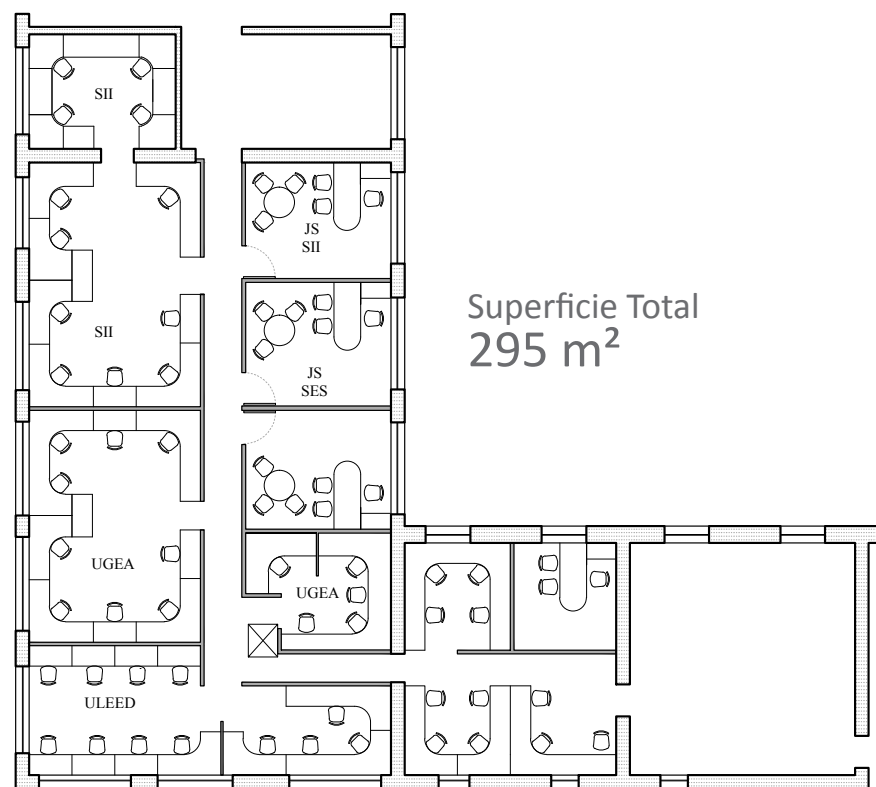


IMAGEN 3: Planta de oficinas de la Sección Energía y Sustentabilidad  
Fuente: Elaboración propia a partir de información compartida por profesionales del Idiem.

HIGROTHERMIA	TÉRMICO	CONDUCTIVIDAD
		TRAMITANCIA
	HIGRO	PERMEABILIDAD AL AGUA
		PERMEABILIDAD A LA LLUVIA
		CONDENSACIÓN DE AGUA
ACÚSTICA	AISLACIÓN DEL RUIDO AÉREO	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS VERTICALES
		SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS HORIZONTALES
		AISLACIÓN AL RUIDO IMPACTO
		COEFICIENTE DE ABSORCIÓN SONORA (CÁMARA REVERBERANTE)
		CÁMARA ANECÓICA
	TESTEO ACÚSTICO	MÓDULO DE ELASTICIDAD
		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
INCENDIOS	RESISTENCIA AL FUEGO	SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS VERTICALES
		SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS HORIZONTALES
		TEXTILES
	COMPORTAMIENTO DEL FUEGO	MONTANTES
		XX
		XX
		XX
LUMINOTÉCNIA		

 Laboratorios que faltan.

 Laboratorios en proceso de construcción.

TABLA 1: Listado de Laboratorios por área que la sección necesita para su óptimo desempeño.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos entregados por profesionales del Idiem.

## INFRAESTRUCTURA DE LABORATORIOS

La sección, para prestar sus servicios, necesita laboratorios de ensayo de materiales los cuales se organizan en 4 grandes ramas: Higrotermia, Acústica, Seguridad contra Incendios y Luminotecnia. Estos laboratorios son recintos que tienen requerimientos infraestructurales que en algunos casos llegan a un alto nivel de especificidad técnica. En estos casos existen normas nacionales e internacionales que los rigen.

Los laboratorios que actualmente utiliza la Sección Energía y Sustentabilidad se encuentran repartidos al interior del Campus Beaucheff y son propiedad de otras secciones del Idiem. Debido a lo anterior, esta sección debe ajustarse a los espacios de tiempo que las secciones dejan libres en la utilización de los laboratorios.

En la Tabla 1 se expone un listado con todos los laboratorios que necesita la sección, señalando los que están en proceso de construcción y los que faltan.

Cabe señalar que, además, la sección necesita de espacios amplios bajo techo y a la intemperie, que permitan simular situaciones más flexibles para poner a prueba los diversos productos de construcción.

## ALGUNOS REQUERIMIENTOS INFRAESTRUCTURALES

Para conocer los requerimientos infraestructurales de los laboratorios que utiliza la sección, de modo de dar las condiciones adecuadas para albergarlos en mi proyecto, realicé visitas a algunos de las ramas de Higrotermia y Acústica, los cuales se localizan en el edificio Anexo del Idiem (número 9 en la Imagen 2). Revisé también algunas normas de sus requerimientos infraestructurales en el Instituto Nacional de Normalización (INN).

### CONDUCTIVIDAD

Para los ensayos de conductividad térmica en materiales de formato laminar se utiliza un artefacto con el aspecto de un cooler cuyo volumen no supera el metro cúbico. El resto del laboratorio consiste básicamente en una oficina con puestos de trabajo para los laboratoristas e ingenieros.

### COEFICIENTE DE ABSORCIÓN SONORA

En este laboratorio se mide la capacidad de absorción del sonido de un producto de prueba. Es una gran sala, de 250 m<sup>3</sup> aprox., donde se encuentran un emisor y un receptor de ruido, difusores acústicos, y el objeto de prueba, que en el caso de la foto corresponde a butacas de cine. El ruido que genera el emisor en la sala sin la presencia del producto de prueba es conocido, de modo que se compara con el



*IMAGEN 4: Fotografía de la Sala Anecóica ubicada en el Edificio anexo del Idiem. En este caso se mide la absorción que efectúan un grupo de butacas.*

ruido generado en presencia de dicho producto (ver Imagen 4).

#### AISLACIÓN AL RUIDO IMPACTO

En este laboratorio se mide la capacidad de aislación acústica de elementos de construcción laminares, como ventanas, puertas, tabiques, muros, etc. Consiste en una gran sala que se divide en dos recintos con la instalación del espécimen de prueba, el cual debe ocupar toda la extensión de la apertura donde se ubica. Los dos recintos resultantes deben tener al menos  $50 \text{ m}^3$ . A un lado del espécimen se ubica un emisor de sonido; y al otro lado, un receptor. El emisor genera un sonido conocido, el cual viaja por el aire salvo la interrupción del espécimen de prueba, hasta ser captado por el receptor. Luego se compara el sonido emitido con el captado, y en la diferencia está la capacidad de aislación acústica del espécimen. (Ver imágenes 5 y 6)

La norma recomienda una diferencia del 10% como mínimo entre los volúmenes de los recintos, los cuales deben tener al menos  $50 \text{ m}^3$ . El espécimen a medir debe cubrir el total de la apertura entre los dos recintos<sup>1</sup>.

1) Datos basados en el artículo NCh 2864: Acústica - Medición de acústica en construcciones y elementos de construcción. - Requisitos de infraestructura para ensayos en laboratorio con transmisión indirecta suprimida.



IMAGEN 5: Fotografía del laboratorio de ensayo de aislación al ruido impacto ubicado en el Edificio Anexo del Idiem.

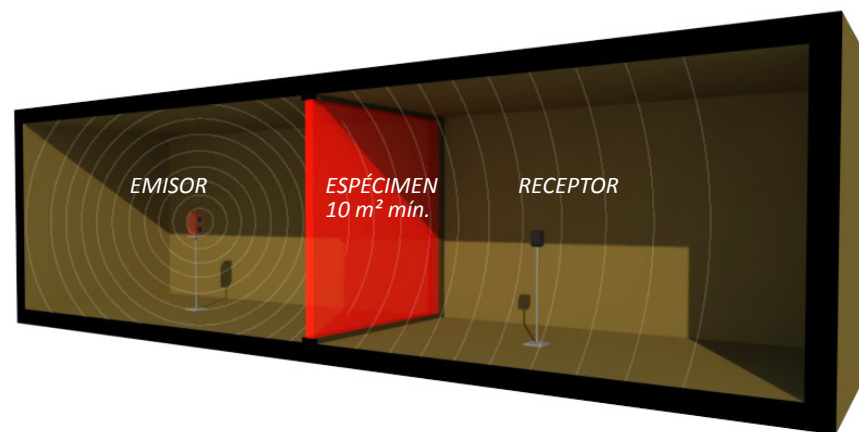


IMAGEN 6: Esquema explicativo del laboratorio de ensayo de aislación al ruido impacto. Fuente: Elaboración propia.

---

## RESISTENCIA AL FUEGO

En este laboratorio se mide la resistencia al fuego de elementos de construcción laminares, como ventanas, puertas, tabiques, muros, etc.

Consiste en un horno adosado a un muro con una apertura en la que se instala el espécimen a ensayar. Al espécimen eventualmente se le aplican cargas mediante sistemas mecánicos para simular la situación de incendio en elementos de construcción que soportan cargas, como los pisos. A su vez se emplean termocuplas para medir la temperatura al interior del horno y en la superficie del espécimen.<sup>1</sup> (Ver Imagen 7)



IMAGEN 7: Esquema explicativo del ensayo de resistencia al fuego.  
Fuente: Elaboración propia.

---

1) Datos basados en el artículo NCh 935/1: Prevención de incendios en edificios - Ensayos de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general.



---

## DIAGNÓSTICO

-El hecho de no disponer de instalaciones de laboratorio propias constituye un freno para el desarrollo de la sección, pues depende de los horarios libres que la sección dueña deje.

-La sección no dispone de todos los laboratorios que necesita. Como se muestra en la tabla x, hace falta todo lo que es luminotecnia y algunas infraestructuras de acústica.

-El hecho de que las oficinas de la sección estén dentro del Edificio del Idiem trae consigo perjuicios:

Dificultad para aumentar las oficinas

Instalaciones técnicas no vigentes

-Hace falta infraestructura y equipos para realizar instalaciones alternativas que requieran una mayor flexibilidad espacial.

En la medida que la sección se desarrolle, aumente su clientela y sus recursos va a requerir un mayor grado de independencia y autonomía. Mi proyecto de título pretende dotar a esta sección de las instalaciones necesarias para su óptimo desarrollo.

# INVESTIGACIÓN EN CONSTRUCCIÓN EN CHILE

Echar un vistazo al estado de la investigación en construcción en nuestro país, nos permite dimensionar las cualidades que acompañan a una entidad como la sección Energía y Sustentabilidad del Idiem.

Es sabido que la implementación de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) sustenta la transformación cuantitativa y cualitativa de cualquier actividad productiva. Sin embargo, la generalidad de la industria nacional presenta una baja actividad en relación a este tipo de iniciativas. Una muestra de lo anterior es el bajo porcentaje del PIB que Chile gasta en I+D en comparación con otras economías (ver Tabla 1). En dirección hacia revertir la situación, en los últimos años, el país ha incrementado la inversión en proyectos de I+D. Una muestra de ello es el aumento de fondos para financiar proyectos vía Innova de Corfo y Fondef de Conicyt.

Particularmente la construcción se ubica entre los sectores productivos nacionales que reciben un menor porcentaje de recursos provenientes de las empresas para la investigación y el desarrollo (ver Trafico 2). El director de DECON UC, Leonardo Veas, se ha referido a la existencia de diversos factores que inducen a las empresas del sector a no tomar iniciativas de I+D+i<sup>1</sup>. Señala que dichos factores guardan relación con la visión cortoplacista, evitar riesgos, conformismo con productos que garantizan rentabilidad, y la rigidez de la normativa en cuanto a que

1) Artículo: Investigación, desarrollo e innovación en construcción.

Autor: Leonardo Veas Pérez, Director de DECON UC

Fecha: 27/10/2009

Fuente: Portalinmobiliario.com

	2002	2003	2004
Argentina	0,39%	0,41%	0,44%
Brasil	1,00%	0,97%	0,91%
Chile	0,68%	0,67%	0,68%
EEUU	2,65%	2,68%	2,68%
Finlandia	3,38%	3,43%	3,48%
Irlanda	1,10%	1,16%	1,20%
Mexico	0,44%	0,43%	nd
Nueva Zelanda	nd	1,14%	nd
OECD	2,24%	2,25%	2,26%

TABLA 1: Gasto en I+D como porcentaje del PIB en Chile y otras economías seleccionadas.  
Fuente: <http://observatorio.conicyt.cl/sistema/indicadores/2004/2.htm>

Sector Industrial	MM \$	MM USD	% / Total Gasto Sector Empresas
Agricultura, Caza y Pesca	33.052	54	18%
Minería	3.660	6	2%
Manufacturas	53.579	88	29%
Electricidad, Gas y Agua	1.109	2	1%
Construcción	3.759	6	2%
Servicios	86.597	142	48%
Total	181.756	298	100%

TABLA 2: Recursos en I+D Sector Empresas por Sector Industrial

Fuente: <http://observatorio.conicyt.cl/sistema/indicadores/2004/11.htm>

---

está apegada a métodos constructivos tradicionales. Luego plantea que el modelo asociativo, donde convergen intereses de los sectores público, privado y académico, es fundamental para el desarrollo de este tipo de proyectos.

De hecho el Idiem se relaciona con los tres ámbitos del modelo asociativo, lo que le da a la sección Energía y Sustentabilidad, el potencial de ser un aporte fundamental para la investigación, el desarrollo y la innovación de la construcción nacional.

Hoy en día, la investigación e innovación en todos los sectores productivos tiende a implementar los criterios de la sustentabilidad, y lo que involucra a la construcción. Para saber qué implicancias tienen los criterios de la sustentabilidad en la construcción es preciso conocer los aspectos generales y fundamentales de lo que se denomina “desarrollo sustentable (o sostenible)”, para lo cual empezaré por presentar brevemente algunos sucesos importantes.

## BREVE HISTORIA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

En la “Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano” (1972) por primera vez se introduce en la agenda política internacional la dimensión ambiental como condicionante y limitadora del modelo tradicional de crecimiento económico y del uso de los recursos naturales.

En 1983, en la asamblea de las Naciones Unidas, se crea la “Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas”, la cual en 1987 presenta el Informe Bruntland, llamado también “Nuestro futuro común”. Éste es un informe socio-económico que señala que el camino que la sociedad global había tomado destruía el medio ambiente y sumía cada vez a más gente en la pobreza, y aborda los siguientes temas:

Población y recursos humanos.

Alimentación.

Especies y ecosistemas.

Energía

Industria.

El reto urbano.

Frente a los problemas que señala, el Informe Bruntland propone como solución al Desarrollo Sustentable, siendo la primera vez que se utiliza el término y lo define como “aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Después, en el año 1992, en Río de Janeiro, se hizo la “Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible”, donde se gestó el Programa 21, el cual consiste en un plan de acción global para construir un modelo de desarrollo sustentable para el siglo XXI, que pudiese ser aplicado localmente.

En el Programa 21 se definen estrategias y actividades asociadas a todos los aspectos que conciernen al Desarrollo Sustentable, de manera que se dejan ver los tres pilares la sustentabilidad: la sostenibilidad medioambiental, la justicia social y el equilibrio económico. A su vez se define la labor imprescindible de la participación ciudadana, los poderes públicos y las diferentes asociaciones públicas o privadas (ver Anexo 2)

Posteriormente se han realizado más conferencias, como la “Cumbre del Milenio” (2000), donde se establecieron los “Objetivos de Desarrollo del Milenio”, y la “Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible” (2002), donde se adoptaron compromisos concretos con relación la Programa 21.

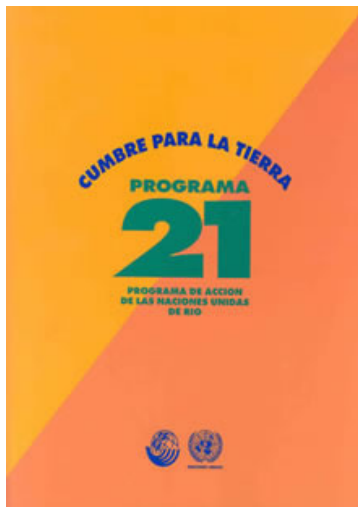


IMAGEN 8: Documento "Programa 21"

Fuente: [http://www.un.org/esa/dsd/agenda21\\_spanish/](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/)



IMAGEN 9: El esquema grafica la visión sistémica del desarrollo sustentable en la que interactúan equilibradamente los ámbitos Económico, Social y Ecológico.

---

## CAMBIO CLIMÁTICO

Uno de los problemas ambientales críticos en la actualidad es el cambio climático. En consideración de esto, el primer punto de la Sección del Programa 21 dedicada a los temas ambientales, se denomina “Protección de la atmósfera”. El tema ha estado muy presente en discusiones internacionales debido a las catastróficas consecuencias que éste tendría sobre el planeta y sus efectos en la humanidad.

Un ejemplo, es la cumbre que se llevó a cabo en diciembre del 2009, en la ciudad de Copenhague, en la cual distintos actores de la comunidad mundial intentaron llegar a un punto en común sobre cómo la humanidad debía hacer frente a este fenómeno en los próximos años.

### DEFINICIÓN

*“El cambio climático es definido como un cambio estable y durable en la distribución de los patrones de clima en periodos de tiempo que van desde décadas hasta millones de años. Pudiera ser un cambio en las condiciones climáticas promedio o la distribución de eventos en torno a ese promedio (por ejemplo más o menos eventos climáticos extremos). El cambio climático puede estar limitado a una región específica, como puede abarcar toda la superficie terrestre.”<sup>1</sup>*

---

1) Fuente: <http://cambioclimaticoglobal.com/>

## EFFECTOS OBSERVADOS

*“La evidencia del cambio climático se basa en observaciones de los aumentos de temperatura del aire y de los océanos, el derretimiento de hielos y glaciares en todo el mundo y el aumento de los niveles del mar a nivel mundial.”<sup>2</sup>*

Relacionado con lo anterior, en el Portal de la Labor del Sistema de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático<sup>3</sup> se publican los siguientes enunciados:

*“De un 20 a un 30% de las especies vegetales y animales probablemente se encuentren en un mayor peligro de extinción, si la temperatura media mundial aumenta por encima de 1,5° a 2,5° C”*

*“La superficie terrestre máxima que se congela por temporadas ha disminuido en cerca del 7% en el hemisferio Norte desde 1900, (...) Las temperaturas en la parte superior de la capa de permafrost [capa de hielo en la superficie del suelo] han aumentado en general hasta en 3°C desde el decenio de 1980.”*

---

2) Fuente: <http://cambioclimaticoglobal.com/>

3) Fuente: <http://www.un.org/es/climatechange/causes.shtml>

## CAUSAS

Según se explica en la misma fuente de las últimas citas, existe en la atmósfera terrestre un manto natural de gases de efecto invernadero (GEI) que mantiene al planeta en la confortable temperatura de 15°C. Sin embargo, las actividades humanas también generan emisiones de dichos gases y han hecho más denso este manto, lo que atrapa el calor en mayor medida y causa el calentamiento del planeta.

Como se muestra en el Gráfico 1, dentro de la variedad en la composición química de las emisiones de GEI antropogénicos (generados por actividades humanas) se destaca con un 76% el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el cual en su mayoría proviene del uso de combustibles fósiles.

El Gráfico 2 describe el crecimiento exponencial que han experimentado las emisiones de GEI provenientes de combustibles fósiles desde 1800 hasta el 2000. Esta tendencia comenzó a mediados del siglo XVIII durante la Revolución Industrial, con la inserción y posterior masificación de tecnologías de motores a base de dichos combustibles.

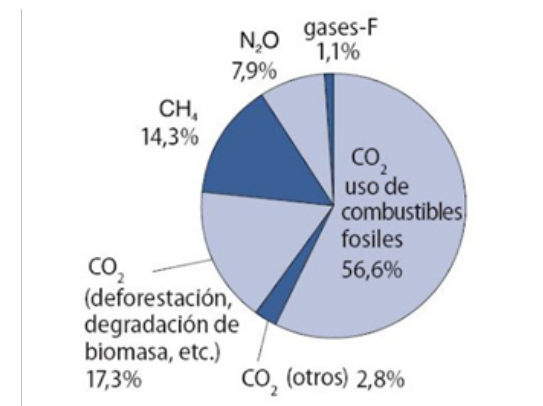


GRAFICO 1: Emisiones mundiales de GEI antropogénicos  
Fuente: IPCC (2008). Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis.

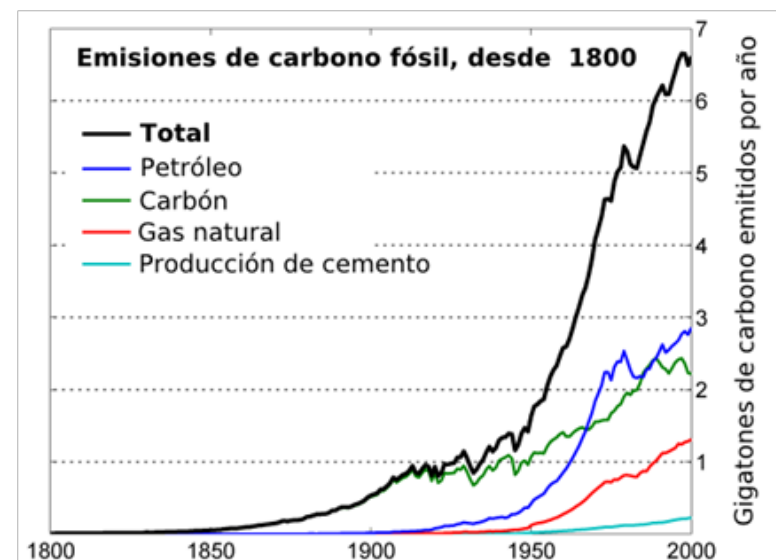


GRAFICO 2: Emisiones de carbono fósil desde 1800.  
Fuente: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Global\\_Carbon\\_Emission\\_by\\_Type\\_es.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Global_Carbon_Emission_by_Type_es.png)

## MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para enfrentar el cambio climático surge como criterio lógico la mitigación de los factores que lo producen, de modo que se hace necesario tomar medidas que apunten a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Dichas medidas pueden abarcar acciones dirigidas a reducir la demanda de bienes y servicios que provocan emisiones de GEI, implementar tecnologías de bajas emisiones, e impulsar la eficiencia energética.

Se han hecho estudios que permiten identificar el nivel de emisiones por actividad antropogénica, lo que orienta el encauzamiento de las fuerzas hacia las acciones más eficaces para reducir las emisiones. Por ejemplo, el gobierno británico encargó un estudio del impacto del cambio climático y el calentamiento global en la economía global, lo que derivó en el Informe Stern publicado en 2006. El Gráfico 3 pertenece a dicho informe y permite conocer las fuentes de emisiones de GEI y su porcentaje de participación a nivel mundial.

Como se deja ver, el sector Energía es el que más contribuye a las emisiones de GEI. Si lo anterior se suma a que el uso de combustibles fósiles representa la mayor participación en las emisiones de GEI mundiales (Gráfico 2), resulta elocuente concluir que la implementación de alternativas de generación de energía que carezcan de dichas emisiones, sería una medida de mitigación eficaz. Por ello se han planteado las Energías Renovables, las cuales consisten en formas de generación energética a partir de fuentes que se renuevan en el tiempo y se transforman en electricidad presentando mínimas o nulas emisiones de GEI.

Hidroelectricidad  
Geotermia  
Eólica  
Solar  
Biomasa  
Mareomotriz

Cabe señalar, de todos modos, que cualquiera de los sectores representados en el Gráfico 3 gatilla emisiones en otros sectores. Por ejemplo, en el caso del Sector



GRAFICO 3: Emisiones de GEI mundiales por fuentes en 2000  
Fuente: IPCC (2008). Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis.



---

Vivienda, todas las emisiones generadas por el traslado de materiales de construcción estarían contempladas en el Sector Transporte, y todas las emisiones generadas por la elaboración de dichos materiales estarían contempladas en el Sector Industria.

Una medida que empleada para evitar es este tipo de ambigüedades, es la llamada **Huella de Carbono**, la cual consiste en el análisis que hace de un producto con el objeto de determinar con precisión tanto la cantidad de emisiones de GEI que genera, como las fuentes de dichas emisiones. El producto puede ser una actividad (personal o colectiva) o un bien de posesión o consumo; y el análisis abarca todas las actividades del ciclo de vida del producto, esto es, desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo. Técnicamente el sistema cuantifica la cantidad de emisiones de GEI, en emisiones de CO2 equivalente.

Con esta medida los consumidores pueden decidir, por ejemplo, qué alimentos comprar en base a la contaminación generada como resultado de los procesos por los que han pasado. A su vez, beneficia a las organizaciones en cuanto a que les brinda un mayor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones, permitiéndoles definir mejores objetivos, políticas más efectivas e iniciativas de ahorro de costos mejor dirigidas. En resumen, la Huella de Carbono insta a las organizaciones a ser entidades socialmente responsables y a los ciudadanos a tener prácticas sustentables.

Probablemente, la complejidad de las redes de producción y de los vínculos entre las distintas actividades antropogénicas ha derivado en que, frente a los problemas ambientales, surjan medidas de mitigación que, tal como la Huella Carbono, implican un seguimiento exhaustivo de los aspectos del comportamiento

ecológico de todos los hechos involucrados en la elaboración de un determinado producto o actividad. Lo cierto es que se han desarrollado múltiples sistemas de certificación, dirigidos a cada rubro productivo por separado, y que establecen parámetros que al ser aplicados garantizan un comportamiento sustentable en las labores de producción.

---

## CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO

En el ciclo de vida de un edificio podemos distinguir 5 etapas (ver Imagen 10), las cuales implican distintas actividades. De esta manera los parámetros de sustentabilidad de los edificios se disgregan para evaluar cada etapa de su ciclo de vida por separado.

A continuación se expone un listado de algunos aspectos importantes a considerar en cada etapa.

### PRODUCCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

- Utilización de materias primas renovables.
- Trato de los ecosistemas.
- Emisiones de GEI en los procesos industriales.
- Condiciones de trabajo en empresas productoras de materiales.

Existen sistemas de certificación que evalúan a las empresas productoras de materiales de construcción que consideran todos estos, y más aspectos. Por ejemplo está el caso de la Certificación FSC la cual garantiza un origen sostenible de los productos forestales del planeta (madera y derivados) evaluando la gestión de los bosques y/o el recorrido de las materia primas desde el árbol hasta el producto final.

## CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO

- Emisiones de GEI en las labores de construcción.
- Consumo de energía.
- Contaminación ambiental, acústica, y otras, molestas para los vecinos.
- Optimización de los recursos.
- Minimizar la generación de desechos.
- Gestión de desechos.

### OPERACIÓN DEL EDIFICIO

- Eficiencia energética.
- Bajas emisiones de GEI.
- Costos de mantención.
- Costos de aseo.
- Uso responsable del agua.

### DEMOLICIÓN

- Reciclaje del edificio, en caso de no ser demolido.
- Bajas emisiones de GEI en labores de demolición.
- Contaminación ambiental, acústica, y otras, molestas para los vecinos.

---

## DISPOSICION FINAL

- Reutilización de los materiales.
- Reciclaje de materiales.
- Uso de materiales biodegradables.
- Emisiones de GEI en la descomposición de los materiales.



IMAGEN 10: Esquema grafica la sucesión de las etapas del ciclo de vida de un edificio.

Fuente: [http://www.catalogoverde.cl/documentos/5336\\_huella\\_de\\_carbono\\_para\\_materiales.pdf](http://www.catalogoverde.cl/documentos/5336_huella_de_carbono_para_materiales.pdf)

---

## SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED

Existen sistemas que evalúan la aplicación de los criterios de sustentabilidad en los edificios, los cuales, entre sus parámetros cuentan con todos los aspectos mencionados del ciclo de vida en las páginas anteriores. Para profundizar en un ejemplo, así como también para tener una referencia con la cual evaluar mi proyecto en términos de sustentabilidad, he escogido el Sistema de Certificación LEED.

La Certificación LEED, es un método de evaluación de edificios sustentables, a través de pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables. Es un sistema voluntario y consensuado, diseñado en U.S.A, que evalúa el comportamiento medioambiental de un edificio a lo largo de su ciclo de vida, sometido a los estándares ambientales más exigentes a nivel mundial. Para ello mide entre otras cosas el uso eficiente de la energía, el agua, la correcta utilización de materiales, el manejo de desechos en la construcción y la calidad del ambiente interior en los espacios habitables.

La evaluación final la otorga el Consejo de Edificios Verdes de EEUU, (U.S. Green Building Council, USGBC), organización sin fines de lucro que impulsa la implementación de prácticas de excelencia en el diseño y construcción sustentable.

Desde el primer proyecto piloto del programa LEED lanzado por el USGBC en 1998, han habido modificaciones, teniendo como versión más actual la denominada LEED V3. Dicha versión es el modelo que usa el IDIEM de la Universidad de Chile en su unidad para proyectos en certificación.

## PASOS PARA CERTIFICAR UN PROYECTO LEED

En primer lugar corresponde señalar que para certificar un proyecto LEED, las estrategias de diseño y construcción sustentables deben ser incorporadas desde el inicio del proyecto e implican la participación conjunta de todos los actores, es decir, el propietario, los arquitectos, ingenieros, paisajistas, constructores, etc. Esta integración permite articular los objetivos planteados de tal modo que se logra alcanzar un mejor nivel de certificación.

El proceso de certificación se realiza a través de oficinas de consultores que actúan asesorando los proyectos. No son certificadores ni revisores, ya que el único organismo facultado para otorgar la certificación LEED es el USGBC en Estados Unidos. El servicio de certificación se realiza completamente online, a través de la página web del USGBC, [www.leedonline.cl](http://www.leedonline.cl). Para esto, el organismo consultor documenta la información necesaria y la sube a la red. Luego, para determinar la puntuación de un proyecto se evalúa según la pauta de certificación LEED, la cual se organiza en las siguientes categorías medioambientales:

**Sitios Sustentables:** Esta categoría aboga por definir criterios correctos de emplazamiento de los proyectos. Algunos de estos criterios son la revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la conectividad o cercanía al transporte público, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas lluvias en el terreno seleccionado.

**Eficiencia en el Uso del Agua:** Aquí se incentiva a utilizar el recurso agua de la

---

modo eficiente. Por ejemplo, a través de la disminución del agua de riego mediante una adecuada selección de especies vegetales y/o la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo.

**Energía y Atmósfera:** En cuanto al uso eficiente de la energía debe cumplir con los requerimientos mínimos del Standard ASHRAE 90.1-2007. Para ello se debe demostrar un porcentaje de ahorro energético (que va desde el 12% al 48% o más) en comparación a un caso base que cumpla con el estándar. Además, en esta categoría se debe asegurar un adecuado comportamiento de los sistemas del edificio a largo plazo.

**Materiales y Recursos:** Describe los parámetros que un edificio sustentable debiese considerar en torno a la selección de sus materiales. Se premia en esta categoría que los materiales utilizados sean regionales, reciclados, rápidamente renovables y/o certificados con algún sello verde, entre otros requisitos.

**Calidad del Ambiente Interior:** Describe los parámetros necesarios para proporcionar un adecuado ambiente interior en los edificios, lo cual implica una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación para los usuarios.

**Innovación en el Diseño:** Esta última categoría, permite plantear algún tema que no esté considerado dentro de las categorías o parámetros de la certificación y premia la creatividad del mandante y su equipo de diseño.

Dentro de estas categorías recién expuestas existen varios créditos o requisitos (ver Anexo 3). También contienen prerrequisitos obligatorios, los cuales de no ser cumplidos, impiden que el proyecto acceda al proceso de certificación LEED. A continuación se exponen dichos requisitos:

SS P1 Plan de prevención de contaminación y Erosión

WE P1 Reducción en el uso de agua

EA P1 Comisionamiento fundamental de los sistemas de energía

EA P2 Cumplir con Mínimo desempeño energético del edificio

EA P3 Gestión Fundamental de Refrigerantes

MR P1 Contar con Sistema Almacenaje y colección de reciclables

EQ P1 Comportamiento Mínimo en Calidad ambiental interior

EQ P2 Control ambiental del humo de tabaco

Luego, dependiendo de la cantidad de créditos aprobados se asigna la cantidad de puntos totales logrados por categoría. Cada crédito es un punto, por lo tanto, cada proyecto puede optar a un total de 106 puntos.

Después de una revisión final, el comité revisor del USGBC realiza su veredicto y define cuantos puntos fueron obtenidos por el proyecto específico, siendo asignado el nivel de certificación alcanzado. En la imagen los niveles y sus rangos de puntuación.

## BENEFICIOS DE LA CERTIFICACIÓN LEED

Reducción en consumos básicos.

Reduce costos operacionales y de mantención del edificio.

Mejor calidad del espacio laboral.

Aumento de la productividad.

Aumenta el valor de los activos.

Aumenta las tasas de ocupación.

Reducción del impacto Ambiental.

Reconocimiento mundial de sustentabilidad.



IMAGEN 10: Sellos LEED según puntaje.

Fuente: <http://www.catalogoverde.cl/contenidos-estaticos/certificacion-leed.html>

## CERTIFICACION LEED EN EL CONTEXTO NACIONAL

Las certificaciones en nuestro país relacionadas a la construcción sustentable están en una etapa de promoción.

En específico, la certificación LEED es una de las más conocidas en el mundo financiero y muchos inversionistas la están exigiendo, para mejorar los ambientes laborales, reducir gastos, y contribuir al cuidado del medio ambiente.

Sin embargo, hoy en día, nos encontramos con ciertos obstáculos o “trabas” para lograr la obtención expedita de la certificación. Esto se debe principalmente a que el mercado de productos verdes en nuestro país es aún incipiente, y se encuentra en proceso de adaptación y reconversión hacia formas más sustentables.

---

Para acercarnos a esto, debemos primero conocer los estándares y contar con los certificados necesarios para demostrar el comportamiento ambiental. Para un proyecto, el no contar con este tipo de información por parte de sus proveedores, puede resultar en atrasos y sobre costos injustificados.

Toda la información acerca de Sistema de Certificación LEED recién presentada está basada en las publicaciones online de Catálogo Verde del Idiem:

<http://www.catalogoverde.cl/certificacion-leed.html>





# Criterios de Proyecto

## CRITERIOS DE ELECCIÓN

Este proyecto es para el Idiem, una institución dependiente de la Universidad de Chile. Por ello, para localizarlo, corresponde investigar sobre los terrenos disponibles que son propiedad de nuestra universidad. Emplazar este proyecto en uno de ellos traería consigo ventajas en términos de gestión, particularmente en lo relacionado al financiamiento.

Para determinar la localización más conveniente, es preciso reconocer las condiciones y necesidades actuales de la sección. En primer lugar, Energía y Sustentabilidad, a diferencia de otras áreas del Idiem, cuenta con poco tiempo de desarrollo y excesiva dependencia. Por ello, este proyecto contempla contribuir con la consolidación de la sección dotándola de un centro de investigación en la Región Metropolitana. Luego, las condiciones óptimas de localización para este centro implican lo siguiente:

**Superficie abundante**, donde sea posible exponer materiales y productos de la construcción a la intemperie sin obstaculizar la luz solar, el viento, la lluvia, etc.

**Acceso despejado a vías importantes**, para facilitar la llegada de medios de transporte de escala industrial.

**Disponibilidad para actividades de investigación científica**, de modo de no irrum-  
pir en las condiciones normativas y ambientales del entorno.

Debido a lo anterior, se descartan los terrenos más pequeños, los que están insertos en zonas de atochamiento vehicular y los que contienen campus universitarios.

De esta manera, las localizaciones que ponderan en mayor medida son el Predio Carén y Rinconada Maipú. (Ver imagen 11)

Rinconada Maipú está distante de la urbanización, y en su interior se encuentra una estación experimental de Ciencias Agronómicas y la Escuela de Suboficiales del Ejército de Chile.

El predio Carén es la localización del proyecto de un parque científico - tecnológico, el cual constituye una antigua y analizada intención de la universidad. Este proyecto fomentaba el desarrollo de la investigación de la universidad en forma vinculada a empresas, es decir, aplicando un modelo asociativo que integra los sectores académico y privado. Sin duda el Idiem aplica esta forma de desarrollo de la investigación, por lo tanto el programa de mi proyecto resulta ser coincidente con las pretensiones que alguna vez la universidad tuvo con el Predio Carén.

Debido a lo anterior, y sumando algunos aspectos de conectividad y estrategia que serán expuestos en las próximas páginas, escojo el Predio Carén como localización para mi proyecto.

## PREDIO CARÉN

### DESCRIPCIÓN

El predio Carén se localiza en el sector Poniente de Santiago, en el sector rural

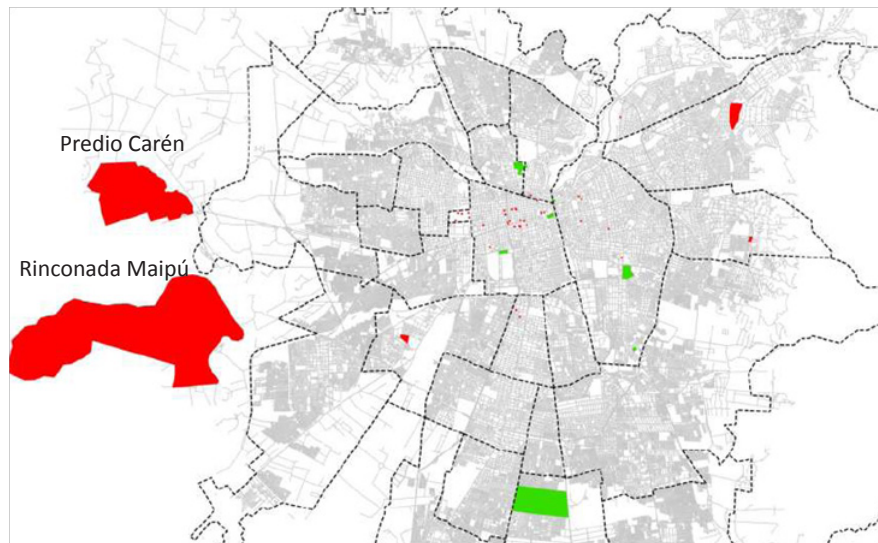


IMAGEN 11: Plano de los terrenos de la Universidad de Chile en la Región Metropolitana.  
Fuente: Documentos aportados por el equipo docente del Taller de Título Eliash 2012.



Fotografía del Predio Carén desde el Cerro Mariposa

---

de la Comuna de Pudahuel. Posee 1033 ha prácticamente despobladas y tiene su acceso por la Ruta 68, el camino que une Santiago con Valparaíso.

En sus cercanías se encuentran el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, la Costanera Norte y Américo Vespucio. De esta manera el predio tiene rápido acceso a elementos de conectividad de nivel intercomunal, interregional e internacional. Desde el acceso del predio hay 17 km en línea recta hasta Plaza de Armas.

El predio tiene en su interior la Laguna Carén de 30 ha aprox., la cual se explota con actividades turísticas y deportivas con baja intensidad salvo contadas fechas en el año. (Ver Imagen 12)

## ENTORNO, CRECIMIENTO INMOBILIARIO

Hoy el sector poniente de Santiago experimenta una fuerte intensidad de crecimiento inmobiliario. De hecho grandes paños en el sector rural de la comuna de Pudahuel son localización de Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUC). Estos últimos, en términos generales, permiten emprender proyectos inmobiliarios privados fuera del límite urbano de la ciudad, siempre y cuando cumplan con ciertas condiciones que apuntan a que los mismos proyectos paguen las externalidades urbanas que generan en las áreas de transporte, equipamiento, servicios e infraestructura, asegurando su calidad urbana. Como característica general, los PDUC deben poseer una superficie mínima de 300 ha con una densidad bruta promedio de 85 hab/ha.

Particularmente en torno al predio Carén, se encuentran en distintos estados de ejecución los PDUC de Ciudad de los Valles, el Parque de Negocios Enea, URBANYA

y Ciudad Valle Lo Aguirre (ver Imagen 12). Todos ellos juntos suman una superficie de 3.175 há por desarrollar, y sólo Urbanya y Ciudad Valle lo Aguirre contemplan 45.500 viviendas y una población de 190.000 habitantes.<sup>1</sup>

## OPORTUNIDADES DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE

Los PDUC en distintos estados de ejecución, son un factor que demanda la actividad del sector productivo de la construcción en el entorno, de manera que esta localización (el Predio Carén) tiene el potencial de generar vínculos del Idiem con este tipo de proyectos, ya sea como empresa consultora, o bien, para desarrollar alguna rama de investigación.

Por otra parte, la Sección Energía y Sustentabilidad del Idiem no descarta investigar sobre la generación de energías renovables en un futuro próximo.

Es cierto que el entorno del predio no presenta las condiciones óptimas para proyectos de generación de energía solar, eólica ni hidroeléctrica. Sin embargo, los asentamientos urbanos son fuente de aguas servidas y desechos orgánicos, los cuales son materia prima para la producción de biogás y electricidad. En este sentido, los PDUC del entorno representan una oportunidad de desarrollo de generación energética a base de biomasa. Por otro lado, está proyectada una ampliación para el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, la cual traería consigo un incremento de las dos materias primas para la generación de biogás mencionadas anterior-

1) Documento: Análisis y Diagnóstico, condiciones base para la actualización del plan maestro del Predio Carén.

Autor: URBE Arquitectos

Pág: 20

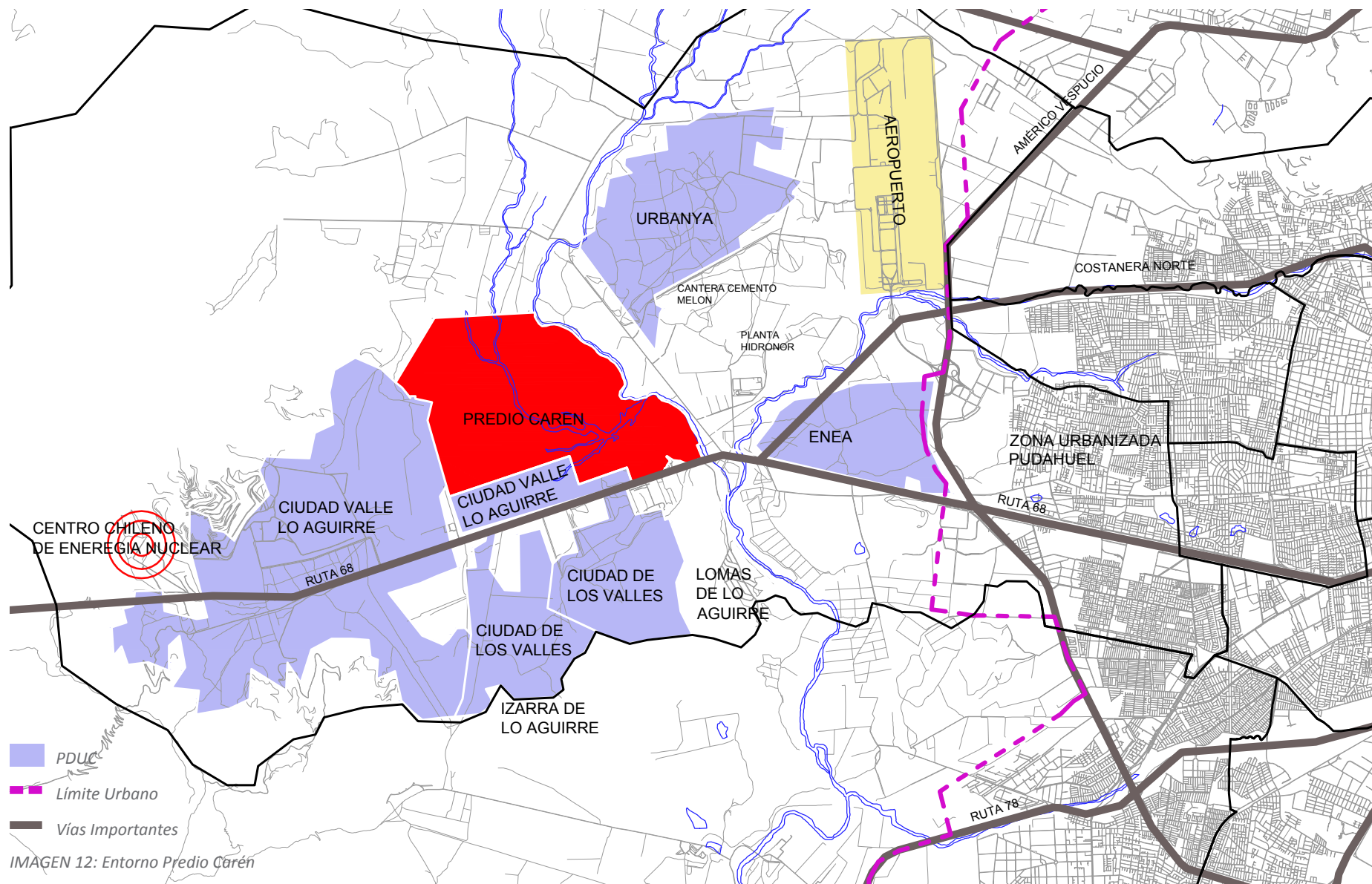


IMAGEN 12: Entorno Predio Caren



---

mente.

Esta energía generada bien podría abastecer los consumos de proyectos de transporte existentes en el sector. Pues el proyecto de ampliación del aeropuerto contempla además un tren ligero que lo conecta hasta el Metro de Santiago. También, el Colegio de Arquitectos, desde su área urbana, ha estudiado la posibilidad de implementar un tren bala que una Santiago con Valparaíso, y entre las diferentes alternativas, el trazado más estimulante para el desarrollo regional resulta coincidir con la Ruta 68, involucrando al Predio Carén en el recorrido.

Debido a lo anterior, la localización de este predio representa para la Sección Energía y Sustentabilidad, una oportunidad de contribuir al desarrollo urbano sustentable.

## **SITUACIÓN DEL PREDIO CARÉN**

El Predio Carén fue transferido por el Estado a la Universidad de Chile en el año 1992 con el objeto de desarrollar en él un Parque Científico-Tecnológico (PCT), bajo la condición de destinar un 20% del área a un parque público.

La Universidad creó la Fundación Valle lo Aguirre como entidad a cargo de todo lo que tenga que ver con el predio. Desde ese entonces la fundación ha intentado desarrollar en el predio no sólo el PCT y el parque público, sino también un Campus Universitario y un Centro Deportivo Universitario, para lo cual ha desarrollado dos planes maestros que integran dichos programas. En los dos casos, cambios en la normativa han producido la obsolescencia de los planes maestros (ver Anexos 4 y 5).

Hasta la fecha, no existe institución científica, tecnológica, universitaria ni deportiva que se emplaze en el predio Carén. Únicamente se ha construido una primera etapa (ver Imagen 13) de urbanización de 89 ha que contempla las siguientes obras<sup>2</sup>:

- Avenida Principal en doble calzada y Calles (a partir del término de las obras ejecutadas por el MOP)
- Red de Alcantarillado de Aguas Servidas
- Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas
- Producción y almacenamiento de Agua Potable
- Red de Agua Potable y Grifos de Incendio
- Red de Riego
- Sistema de Recolección de Aguas Lluvias
- Red Eléctrica Subterránea de Media Tensión
- Red eléctrica de baja tensión (Alumbrado)
- Poliductos para distribución subterránea de Corrientes Débiles

Debido a lo anterior, el predio cuenta con las condiciones técnicas para emplazar proyectos de gran embergadura.

## **CONDICIONES NORMATIVAS DEL PREDIO CARÉN EN LA ACTUALIDAD**

---

<sup>2</sup> Documento: Análisis y Diagnóstico, condiciones base para la actualización del plan maestro del Predio Carén.

Autor: URBE Arquitectos

Pág: 25

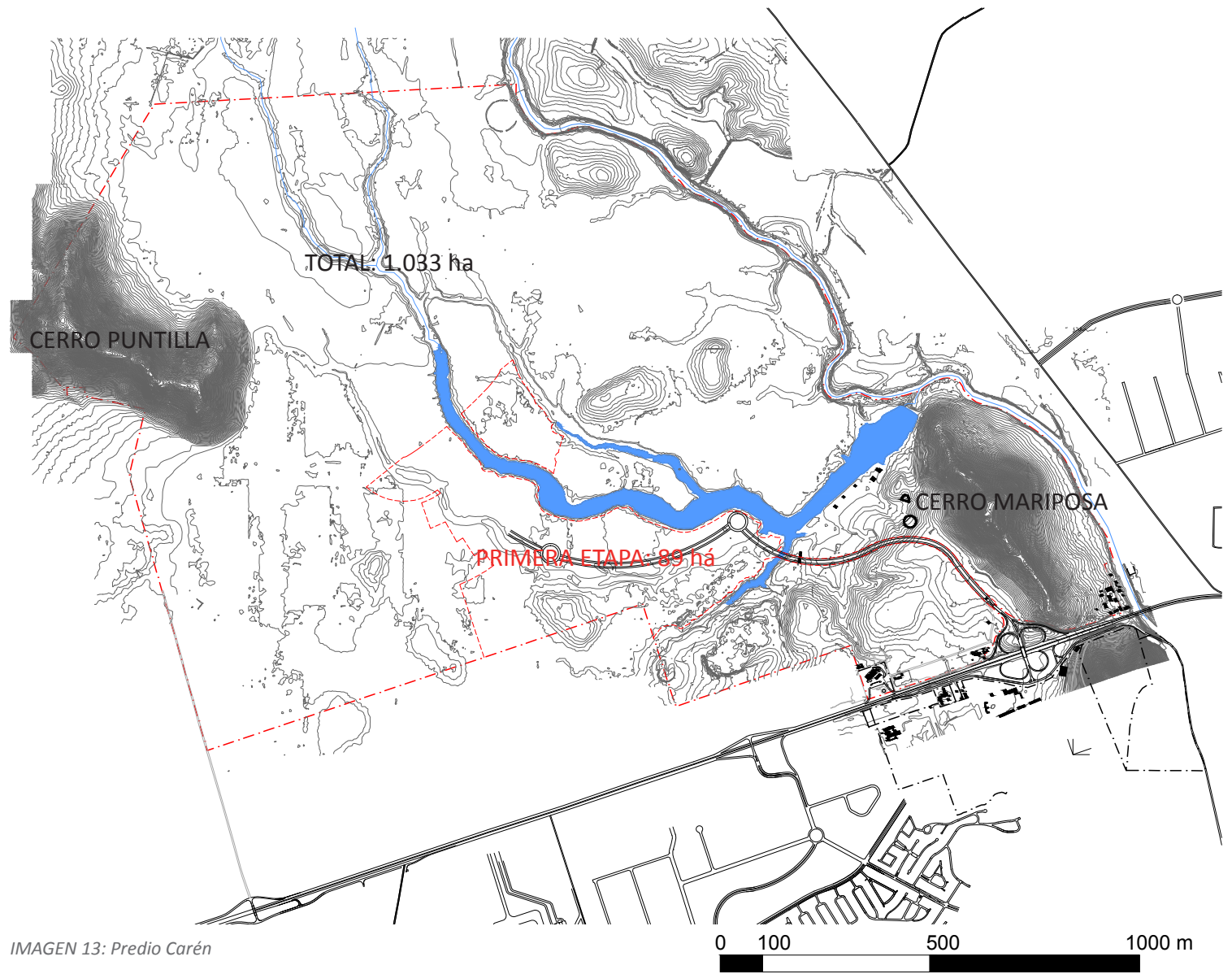


IMAGEN 13: Predio Carén

---

Los datos a continuación han sido extraídos del documento “Análisis y Diagnóstico, condiciones base para la actualización del plan maestro del Predio Carén” realizado por la consultora Urbe, en abril del 2011.

-El instrumento de planificación territorial que define las condiciones normativas aplicables al predio Carén es el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) 1994.

-El predio Carén se encuentra ubicado en la comuna de Pudahuel fuera del límite urbano, clasificándose como área RURAL.

-No tiene asignación de uso de suelo.

-Tiene el predio Carén dos tipos de restricciones:

1. Área de Riesgo, clasificada en 3 condiciones de suelo:
  - a. Recurrentemente Inundable
  - b. De riesgo geofísico
  - c. Afloramiento de napas freáticas
2. Área de resguardo de Infraestructura Metropolitana, clasificada en 2 condiciones:
  - a. Resguardo Infraestructura Eléctrica
  - b. Restricción por Vialidad Existente

En consideración de lo anterior, al no tener asignación de uso de suelo, la factibilidad normativa del proyecto depende de una negociación política entre el Direc-

torio de la Universidad de Chile y la Seremi del Minvu en la Región Metropolitana. Considerando la intención de desarrollar el Parque Científico Tecnológico que acompañó al Estado de Chile al transferir el predio a la universidad, difícilmente existirían factores que impieran el desarrollo de este proyecto.

## CONDICIONANTES EXTERNAS

En la actualidad el predio está prácticamente desierto excepto por una zona de camping, algunas construcciones para soportar el turismo y las obras de urbanización de una primera etapa de 89 ha. Actualmente el predio carece de un plan maestro vigente.

Entre los académicos de la Universidad existe diversidad de posturas respecto de qué hacer con el predio. Hay quienes desde el principio cuestionaron el proyecto en sí mismo. Otros cuestionan la participación de la universidad en el desarrollo de un proyecto inmobiliario. Pero lo cierto es que la Fundación Valle lo Aguirre aún investiga el modo de explotar este recurso. Una muestra de ello es el trabajo que encargó la fundación a la consultora URBE, lo que derivó en el documento “Análisis y Diagnóstico, Condiciones Base para la Actualización del Plan Maestro del Predio Carén”. Este documento concluye múltiples alternativas de desarrollo urbano para el predio, las cuales surgen de los escenarios posibles.

Mi proyecto emplea el criterio de no comprometerse con ninguno de los escenarios planteados ni con las alternativas de desarrollo, tan solo asume la condición de que está sujeto a un eventual traslado del edificio dentro del mismo



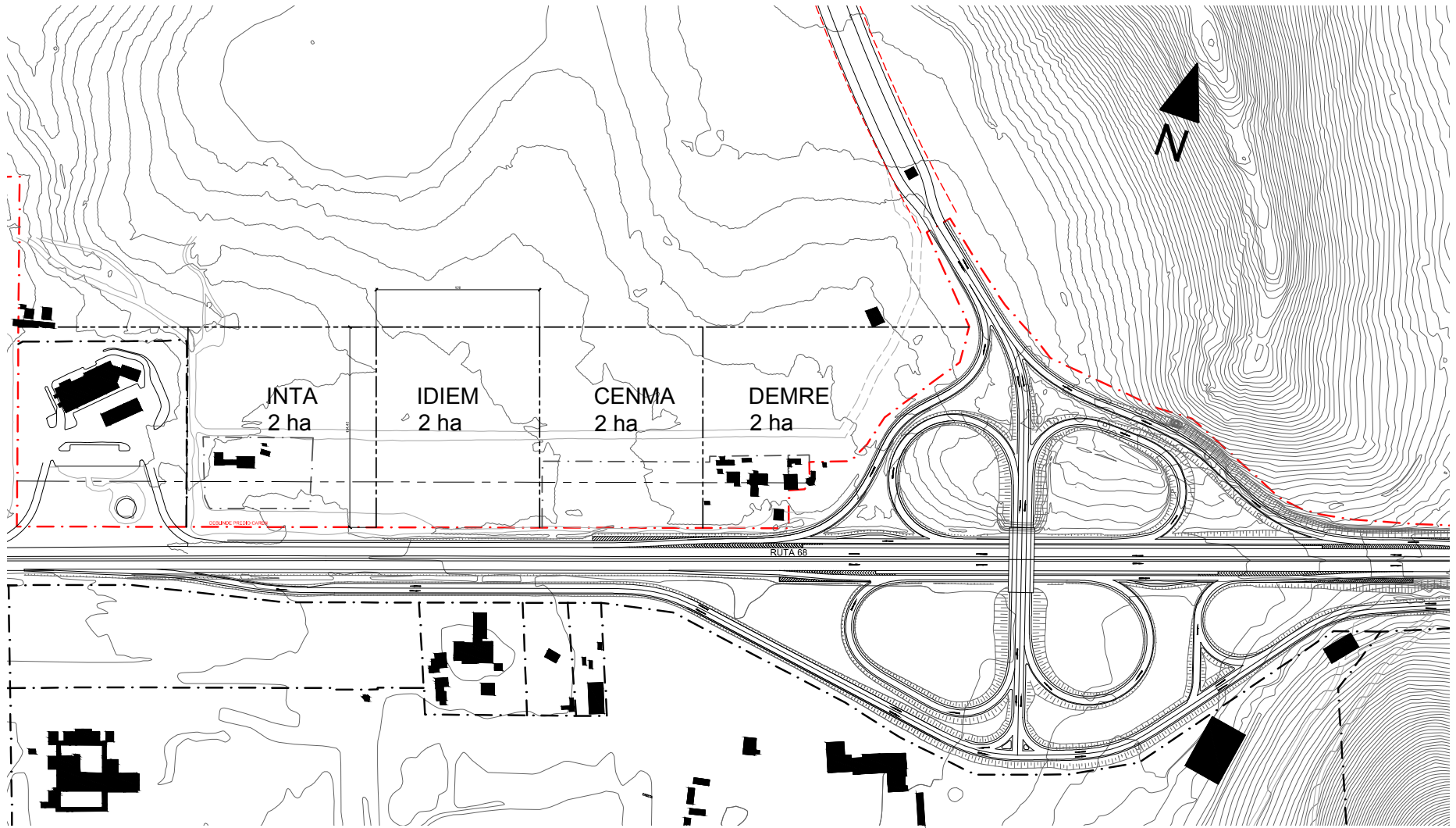


IMAGEN 14: Plano de ubicación dentro del predio.

---

predio.

Por otra parte, existen distintas instituciones vinculadas y/o pertenecientes a la Universidad de Chile, las cuales tienen proyecciones de desarrollo que implican la construcción de nuevas instalaciones, para las cuales el predio Carén se presenta como una oportunidad de localización. Entre las instituciones con las características señaladas están IDIEM, CENMA, INTA y DEMRE, las cuales podrían ocupar el predio en una etapa previa a la definición de un plan maestro.

## **UBICACIÓN DENTRO DEL PREDIO**

Dado el estado de desolación del predio es conveniente, en esta primera instancia de ocupación del predio, usar el frente que da hacia la Ruta 68, entre la bomba de gasolina y el trébol de acceso al predio. De esta manera los edificios consiguen orientar su imagen corporativa hacia la autopista, e incentivan la consolidación del frente para estimular al entorno e intensificar la plusvalía del sector, ampliando las posibilidades de desarrollo futuro del predio. (Ver Imagen 14 en la página anterior)

Cuando se defina un plan maestro para el predio en base a la normativa vigente, los edificios instalados deberán ajustarse de alguna manera a las nuevas condiciones de distribución dentro del predio. Una alternativa es plantear edificios trasladables.

Además por los terrenos pasa una línea de Resguardo de Infraestructura Vial Me-

tropolitana, cuyo gravamen actualmente se encuentra caduco, pero bien podría reactivarse y aplicarse abriendo la posibilidad de una eventual pérdida del inmueble en caso de que no fuese trasladable.

Se plantea una servidumbre vial por el norte de los terrenos para acceder a ellos evitando la obstrucción en la Ruta 68 que justo en ese tramo presenta una pista de aceleración (para salir del predio Carén y entrar a la carretera) y desaceleración (para salir de la carretera y entrar a la bomba de gasolina). De esta manera se accederá a los terrenos por el acceso oficial del predio Carén.

Para avistamiento del edificio desde la Ruta 68 conviene estar lejos de los terraplenes del trébol. Por ello se elige un terreno al menos 300 m alejado del puente del trébol.



*Fotografía del frente del predio hacia la Ruta 68*

## EMPLAZAMIENTO

El edificio se emplaza cerca de la autopista, tanto para su exhibición como para consolidar el frente hacia la misma. La norma exige un antejardín de 35 m, de esta manera se genera el espacio para una operación paisajística que junto con la fachada del edificio integren la vista desde la carretera.

Todo lo que es estacionamientos, y edificaciones accesorias se localizan hacia el norte del edificio a una distancia suficiente como para no alterar su soleamiento en las horas críticas para la eficiencia energética.

El centro necesita dos accesos diferenciados, uno para el funcionamiento industrial del centro y otro para el personal y las visitas. Ambos se ubicarán al norte del predio, hacia la servidumbre vial propuesta. Los caminos de aproximación al edificio dentro del terreno, se trazan contiguos a sus oriente y poniente del terreno, de modo de liberar el espacio interior y destinarlo a los ensayos de materiales que requieran pruebas a la intemperie. Para dotar de energía y equipo a estas pruebas se instalan bodegas o casetas con terminales de instalaciones, que se emplazan equidistantes y colineales a un costado del camino desde el acceso industrial.

## CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS INTERIORES

Un Centro de Investigación de Eficiencia Energética en Sistemas Interiores es el lugar donde se desarrollan soluciones constructivas que generan confort ambiental al mismo tiempo que disminuyen el consumo de energía.

Lo anterior corresponde a la aplicación de los criterios de la sustentabilidad en el ciclo de vida del edificio, destacándose principalmente la fase operativa del edificio, la cual genera el mayor impacto ambiental.

Debido a lo anterior, por coherencia, el edificio de mi proyecto, debe apuntar a generar en mínimo el impacto ambiental posible, de manera que sea un ejemplo de arquitectura sustentable y una demostración de la capacidad técnica de la sección.

En conversaciones con miembros de la jefatura de la Sección Energía y Sustentabilidad, convenimos en que el centro debería:

- Producir el 100% de la energía que consume.
- Optimizar al máximo el consumo de energía.
- Reutilizar del 100% del agua que consume, para disminuir el consumo de agua potable.
- Emitir una Huella de Carbono mínima.

A su vez, se escoge someter el edificio a la pauta de evaluación de la Certificación LEED.

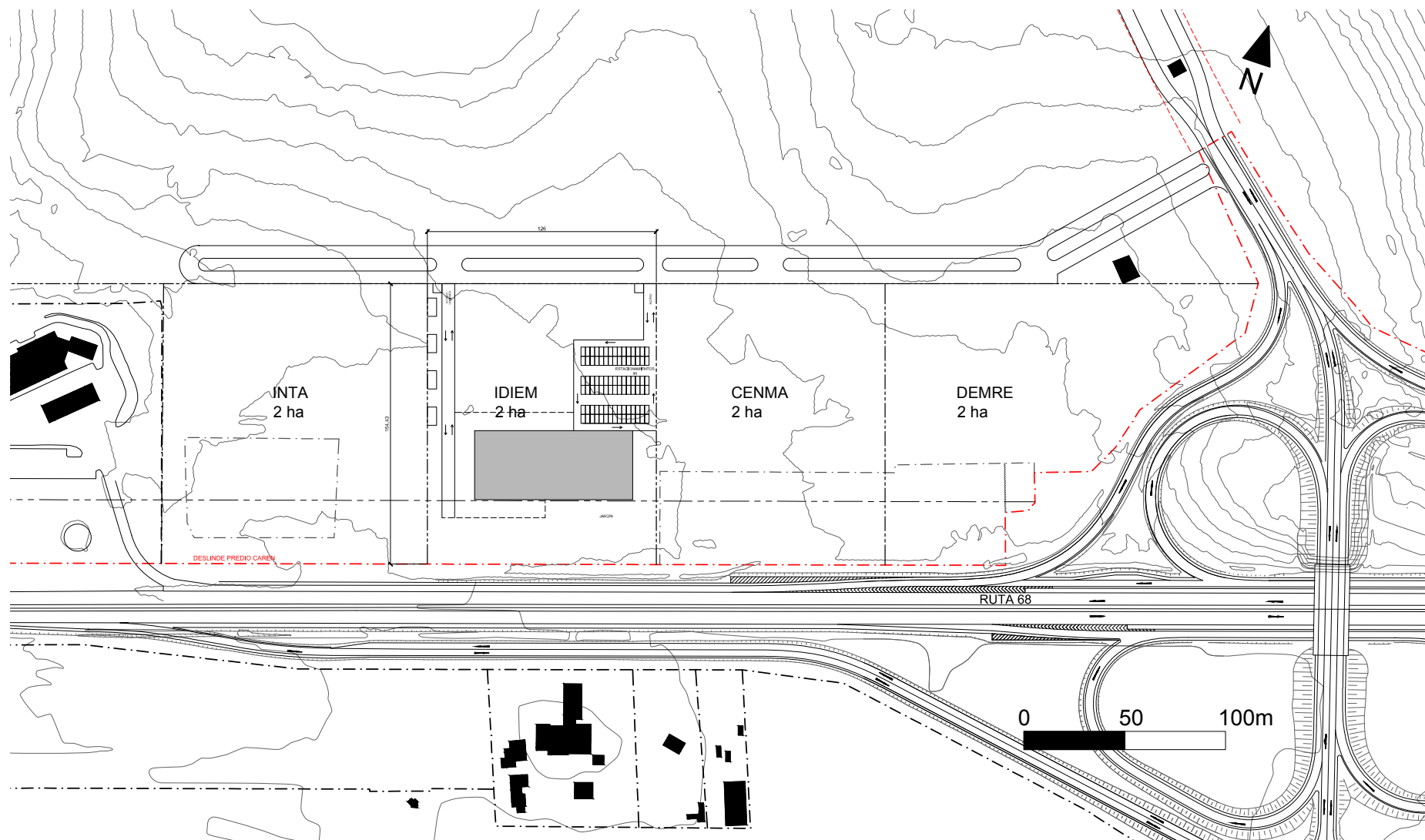


IMAGEN 15: Plano de Emplazamiento

---

## EDIFICIO DESMONTABLE

Debido a la situación de indefinición respecto del desarrollo futuro del terreno, se opta por proyectar un edificio que se pueda trasladar. Esto tiene una implicancia fundamental en el aspecto constructivo, puesto que determina que, en lo posible, todos los materiales empleados en la construcción del proyecto no deberían sufrir averiaciones que les impidan ser reinstalados ni desvirtuar su desempeño. En otras palabras, el edificio debe ser desmontable.

Esta característica, a su vez, contribuye a disminuir el impacto ambiental, puesto que cada vez que la institución requiera trasladarse podrán emplearse los mismos materiales optimizando los recursos del planeta.

## PROGRAMA

De acuerdo a lo extraído de entrevistas con miembros de la jefatura de la sección Energía y Sustentabilidad, el programa del centro debería contar básicamente con 3 partes:

### 1. OFICINAS

- A. Individuales
- B. Colectivas
- C. Certificación LEED
- D. Oficinas para Empresas Clientes
- E. Salas de Reuniones

### 2. LABORATORIOS

- A. Acústica
- B. Luminotecnia
- C. Higrotermia
- D. Toxicidad ambiental
- E. Grandes Espacios Techados

### 3. EXTENSIÓN

- A. Auditorio
- B. Salas de Conferencias
- C. Salas de Clases
- D. Museo
- E. Recepción Visitas

## IDEAS GÉNESIS

Como ya se dijo, en un centro de este tipo se investigan y desarrollan soluciones constructivas sustentables, las cuales son parte integral de un edificio. En algunos casos el mismo edificio es la estructura soporte para fijar los materiales y productos, de modo de simular las condiciones de uso de los mismos. Por ello, el edificio de mi proyecto, es un instrumento educativo en sí mismo, en donde se aplican tecnologías de confort ambiental y eficiencia energética.

Se puede decir que el edificio de mi proyecto, es un edificio para estudiar al edificio, valga la redundancia. Esto me recuerda automáticamente a la función metalingüística del lenguaje, en la cual el lenguaje se emplea para hablar del mismo.

Por ejemplo:

¿Sabes si edificio se escribe con c o con s?

Desde el día que me enseñaron las funciones del lenguaje en el colegio, me ha llamado la atención esta función particularmente. Pues denota una condición auto-reflexiva del lenguaje.

Luego me surgió la siguiente pregunta:

¿El hecho de que en mi edificio se estudie cómo hacer edificios podría implicar alguna característica en su arquitectura?

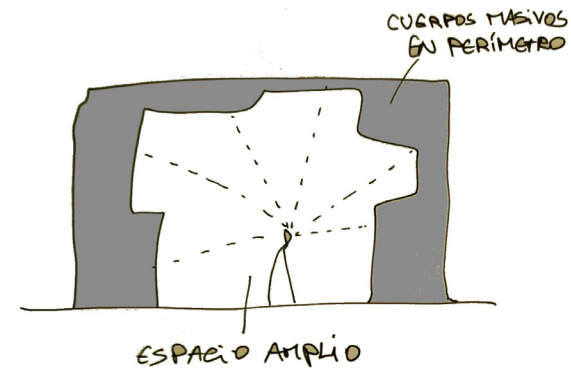
Lo primero que se me presentó como un atisbo de respuesta fue algo que ya se dijo: “el edificio es un instrumento educativo en sí mismo”.

Esto significa que el objeto arquitectónico, es a la vez objeto de estudio. Por lo tan-

to el edificio debe, de alguna manera, exhibirse para facilitar la observación de sí mismo. Exponer al usuario a un conocimiento cabal del edificio, estos es respecto de sus estructura, de sus sistemas, construcción, etc.

En consideración de lo anterior se opta por generar amplitud y simpleza espacial en el interior de manera de poner el énfasis en los elementos que configuran el edificio tanto espacial como estructuralmente.

Junto al exterior se ubicarán los recintos que necesiten más luz, como espacios de trabajo de oficinas y laboratorios.





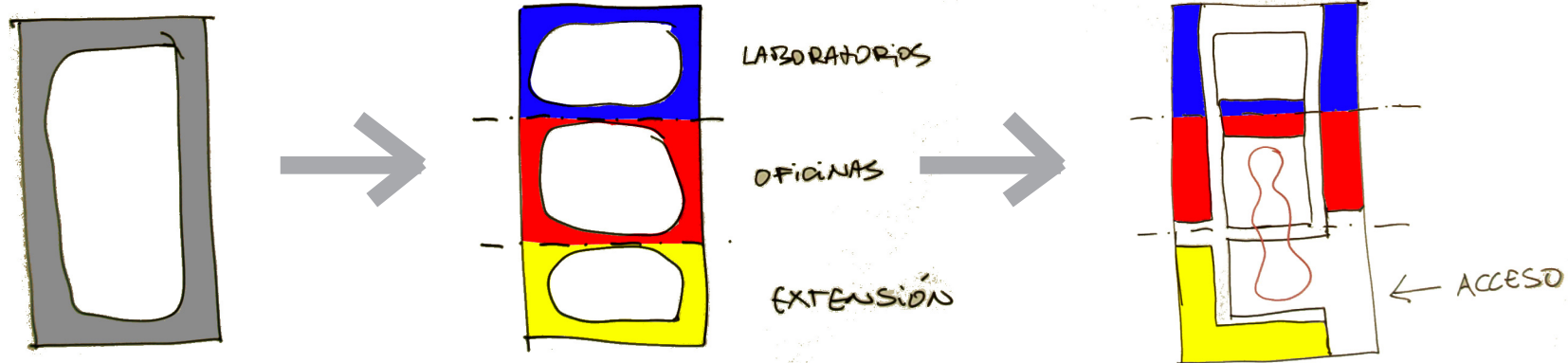
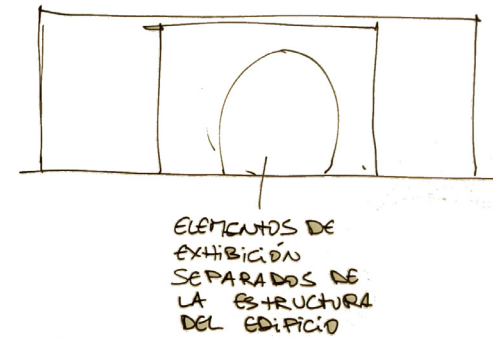
De la misma manera, en planta, los recintos se ubican en el perímetro, de modo de liberar el centro donde se localizarán las circulaciones y patios.

se opta por la ortogonalidad para obtener un modulo estructural fácil de desmontar, y por la compatibilidad formal con los artefactos de laborator.

La forma alargada de la planta, responde al criterio de eficiencia energética que sugiere esta condición para dar a una de las caras de mayor extensión horizontal una orientación norte. De esta manera el edificio aumenta la captación de los rayos solares, y dispone de sus atributos para regularlos en función del confort ambiental interior.

Por un tema de funcionamiento, la planta se fracciona para dar independencia a las distintas partes del programa.

En el espacio libre del interior se dará lugar a infraestructuras singulares del programa, como auditorios y salas de conferencias, que funcionarán como exhibición de sistemas constructivos innovadores, de manera que deben ser fácilmente desmontables.





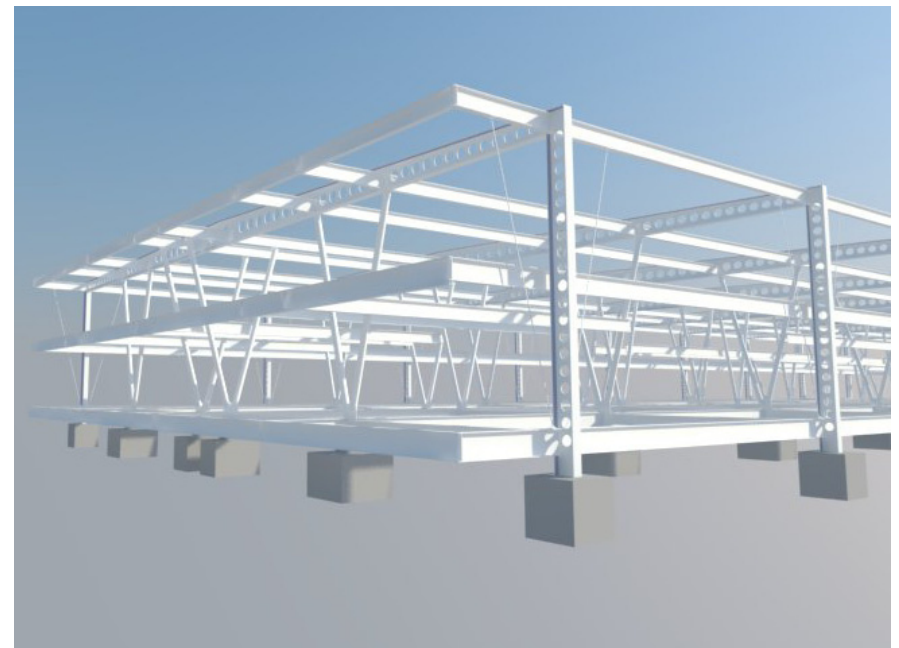
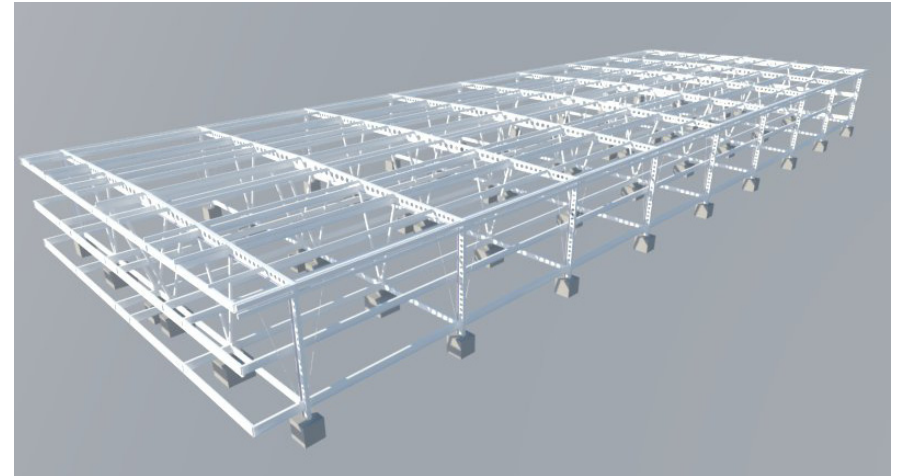
# ESTRUCTURA

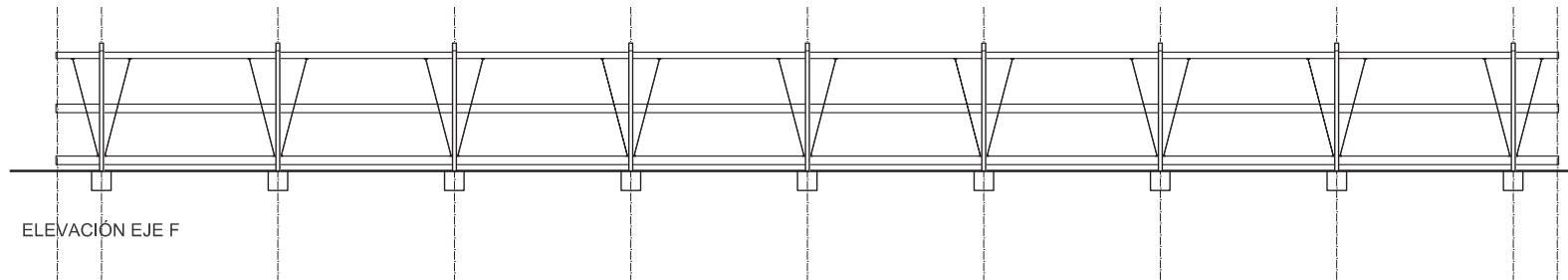
La estructura consiste en una sucesión de marcos rígidos, en los cuales se apoyan tramas ortogonales de envigados que soportan las cargas de los pisos y la techumbre.

Debido a las grandes luces que deben ser salvadas y la exposición al desgaste por el proceso de armado y desarmado, se escoje el acero como material de la estructura.

Para arriostrar el edificio, se emplean pilares tubulares en forma de V, los cuales se disponen para operar tanto en los ejes longitudinales como transversales.

Los marcos rígidos y los pilares, cuentan con fundaciones aisladas, las cuales constituyen el único de contacto del edificio con el terreno.

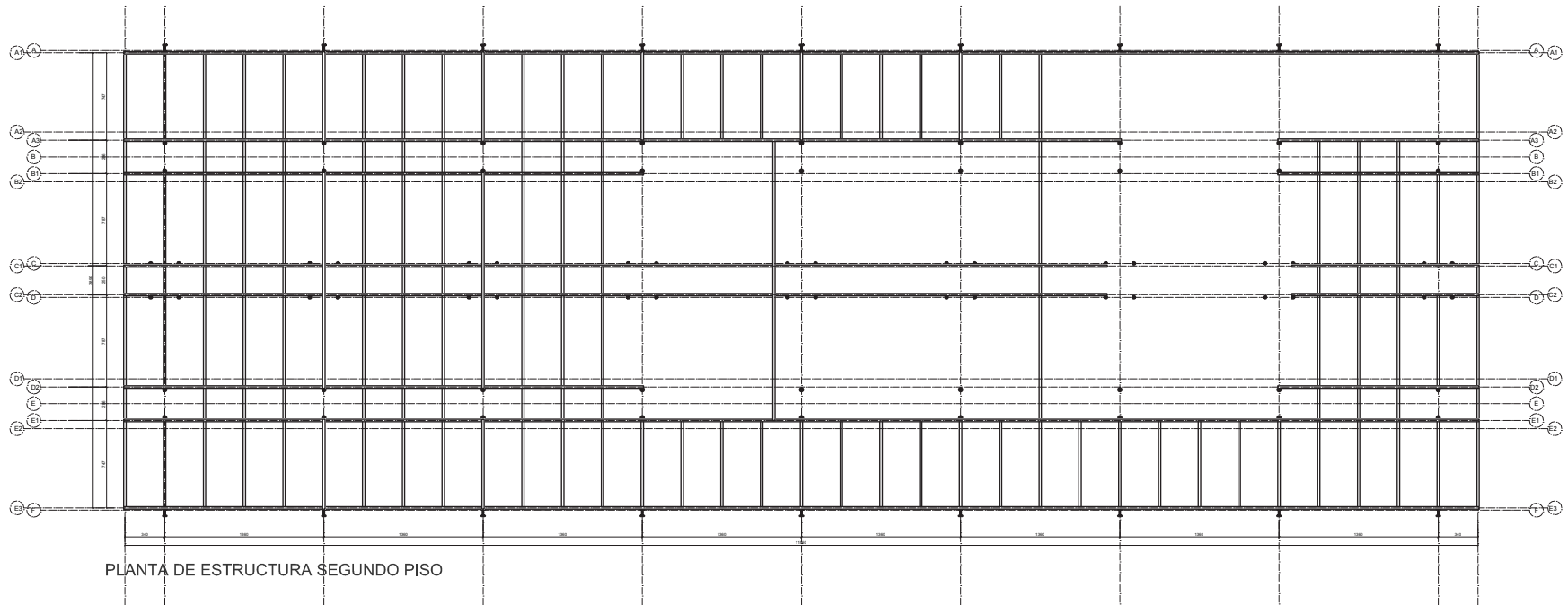




ELEVACIÓN EJE F



ELEVACIÓN MARCO RÍGIDO



PLANTA DE ESTRUCTURA SEGUNDO PISO

# CONSTRUCCIÓN

La estrategia empleada consiste en diseñar a base de módulos cuyas medidas sean números múltiplos de las dimensiones estandar de los materiales a utilizar. De esta manera la estructura de acero, material reciclable, se ajusta a las dimensiones de los demás materiales que serán usados. Con esto se evita una intervención que desvirtúe los materiales, de manera que el edificio puede trasladarse sin perder sus cualidades materiales, y en última instancia, los materiales pueden ser reutilizados en otra construcción.

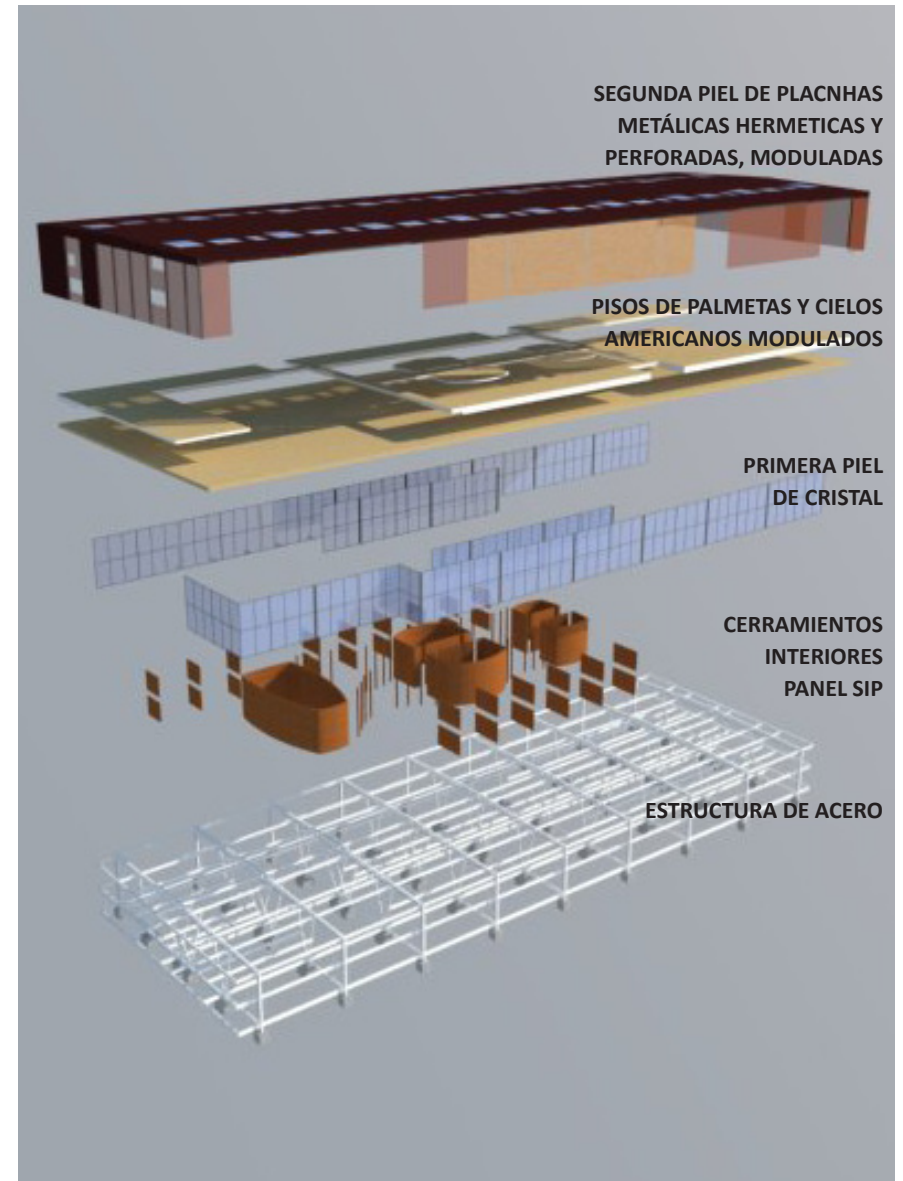
La estructura es de acero, con uniones enroscadas.

Para los cerramientos opacos se empleará Panel Sip, con los cuales se estudiará la posibilidad de armar paneles mayores que se ajustan a las dimensiones del proyecto, de modo de facilitar el proceso de armado.

Para lo cerramientos transparentes, se usarán cristales en sus medidas estándar. Se empleará en las zonas de oficinas, el cielo americano Techstyle de Hunter Douglas, cuya modulación coincide con la del Panel Sip y la del cristal.

La piel exterior puede ser hermética o permeable dependiendo de la zona del edificio. Para el caso de las zonas permeables, se utilizarán planchas metálicas perforadas Plan Hook o Screen Panel, ambas de Hunter Douglas.

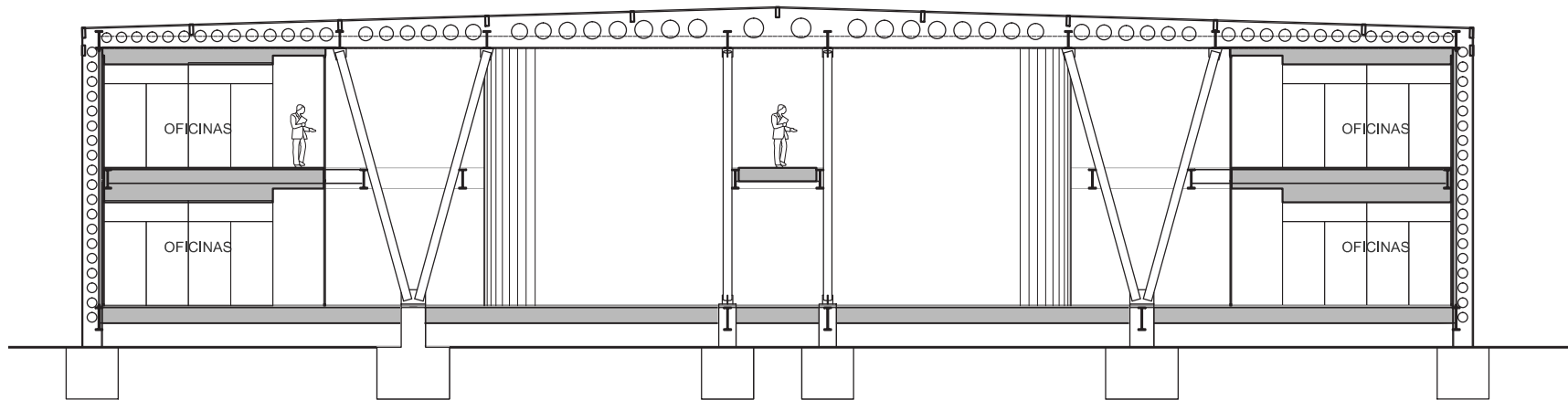
El piso debe ser modulado en palmetas desmontables, de madera o algún material reciclado.



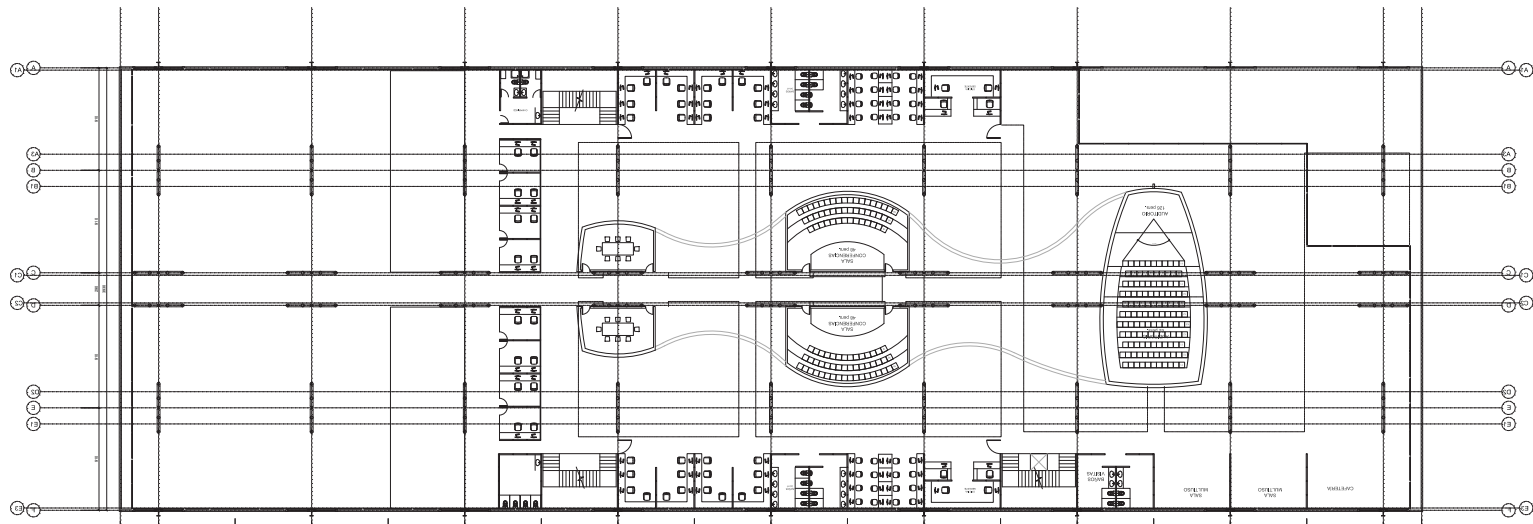


# Descripción del Proyecto

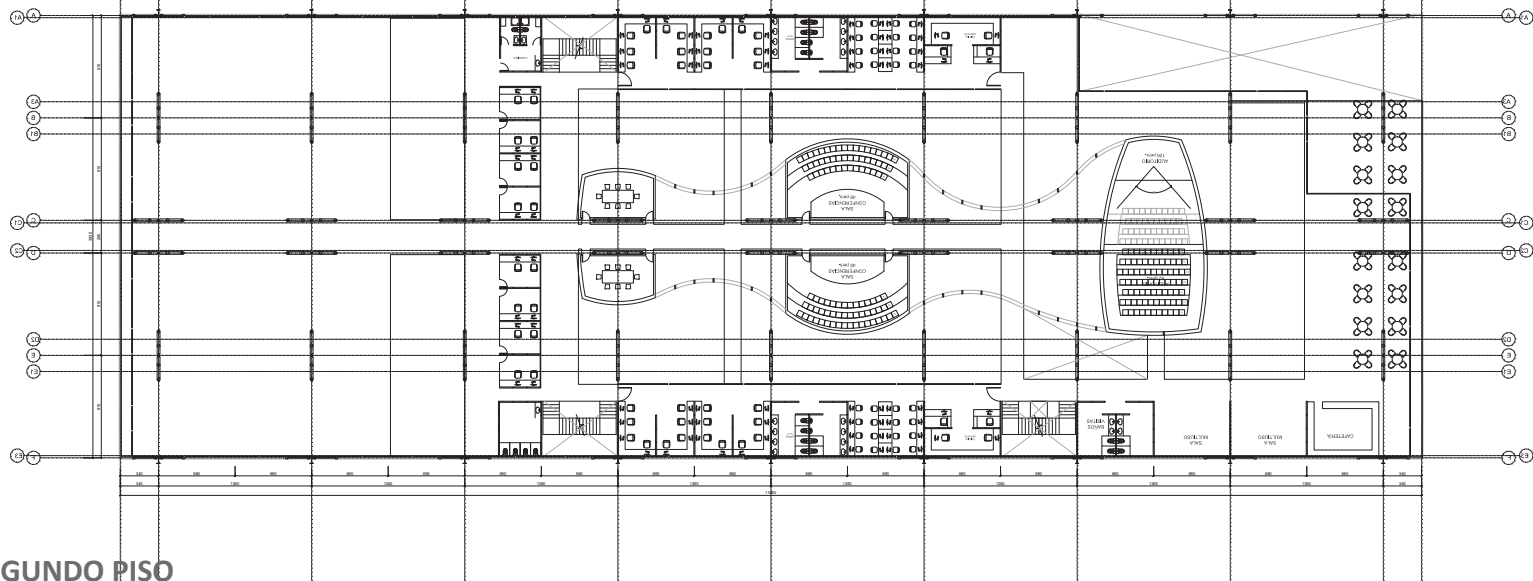
# PLANIMETRÍA



CORTE TRANSVERSAL



PLANTA PRIMER PISO



PLANTA SEGUNDO PISO

RENDERS





# Referentes

# SYRACUSE CENTER OF EXCELLENCE

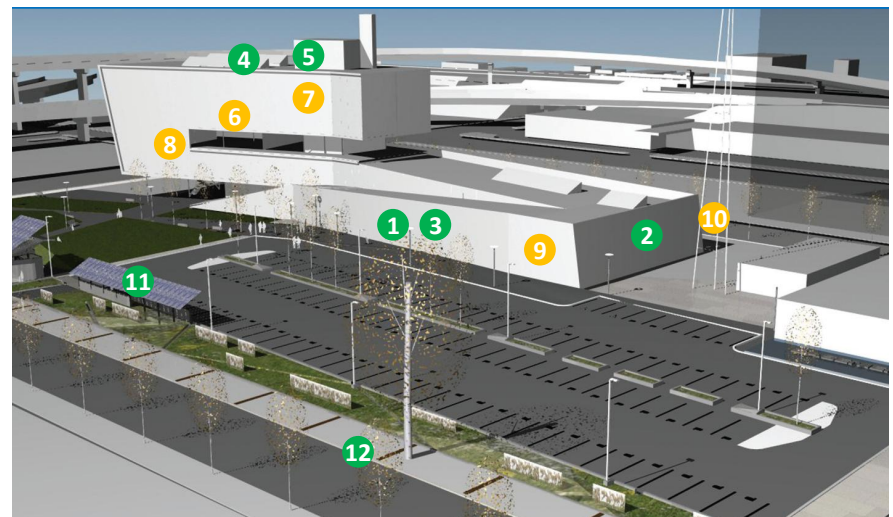
ARQUITECTO: TOSHICO MORI

LOCALIZACIÓN: SIRACUSA E.E.U.U

Esta obra es muy similar a lo que sería mi proyecto en términos de programa. Pues cuenta con laboratorios de ensayo de materiales, oficinas y salas de clases, y en el se llevan a cabo investigaciones en las que participan la Universidad de Siracusa, empresas y el gobierno estatal. De esta manera se aplica el modelo asociativo para el desarrollo de la investigación.

## PROGRAMA

- 1 LABORATORIO DE COMBUSTIÓN Y SISTEMAS TÉRMICOS
- 2 BANCO DE PRUEBAS DE BIOCOMBUSTIBLES A ESCALA PILOTO
- 3 LABORATORIO DE VISUALIZACIÓN DE FLUIDOS
- 4 BANCO DE PRUEBAS DE ENERGÍA SOLAR
- 5 BANCO DE PRUEBAS DE POTENCIA EÓLICA
- 6 BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS AMBIENTALES Y DE ENERGÍA PARA EDIFICIOS
- 7 LABORATORIO WILLIS H. CARRIER TIEQ
- 8 OFICINA TIEQ BANCO DE PRUEBAS
- 9 BANCO DE PRUEBAS DE SISTEMAS DE ENVOLVENTE DE LOS EDIFICIOS
- 10 OBSERVATORIO DE ECOSISTEMAS URBANOS
- 11 BANCO DE PRUEBAS DE TRANSPORTE INTELIGENTE
- 12 BANCO DE PRUEBAS INFRAESTRUCTURA VERDE



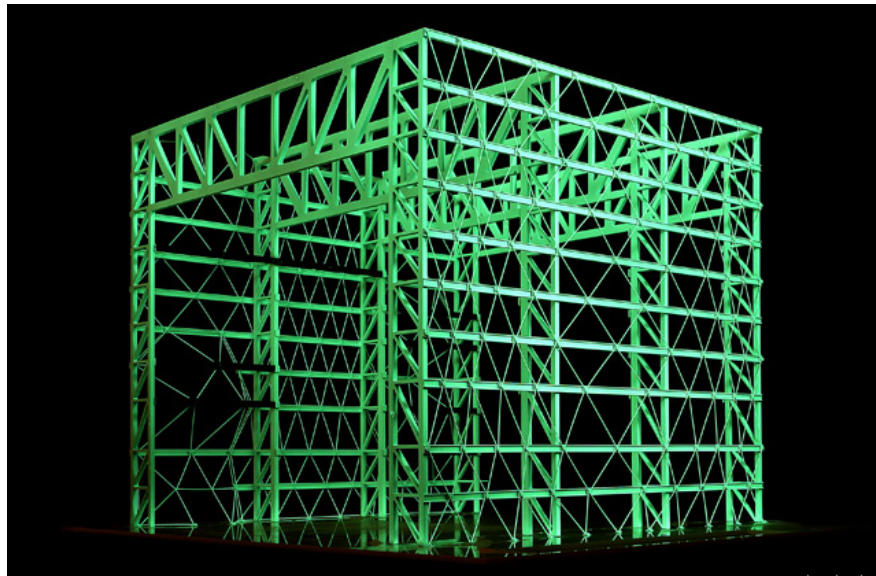
# MEDIATIC

ARQUITECTO:

LOCALIZACIÓN: BARCELONA

Este edificio es estructuralmente similar a mi proyecto. Pues posee una estructura de acero que consiste en una sucesión de marcos rígidos, de los que cuelgan tensores para sostener los envigados de los pisos.

Otra similitud es el uso de una doble piel para lograr efectos climáticos en el interior.





# COMPUTADORES BIP

ARQUITECTO: ALBERTO MOZÓ

LOCALIZACIÓN: PROVIDENCIA SANTIAGO

Este edificio de oficinas se emplaza en un terreno que permite construir 12 pisos de altura, lo que eleva su valor. Debido a lo anterior se plantea un edificio desmontable de modo de recuperarlo en caso de venta del terreno. La estructura es de manera laminada.

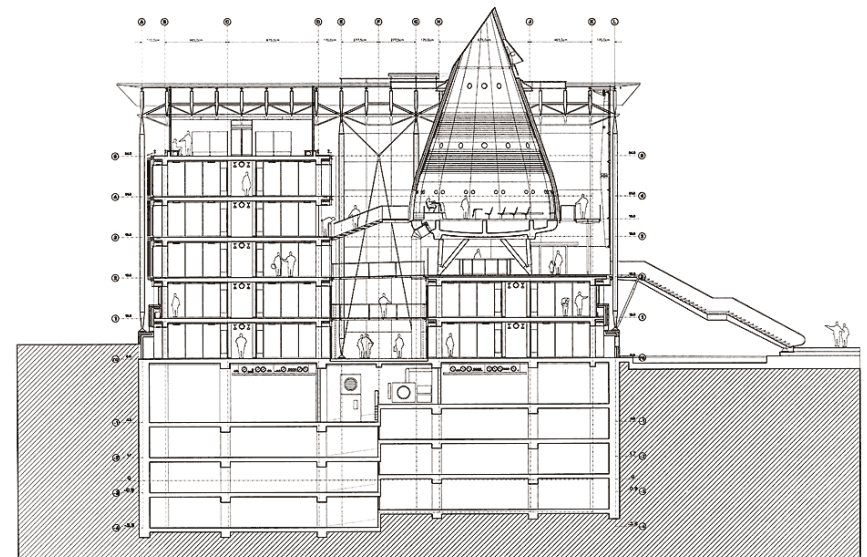
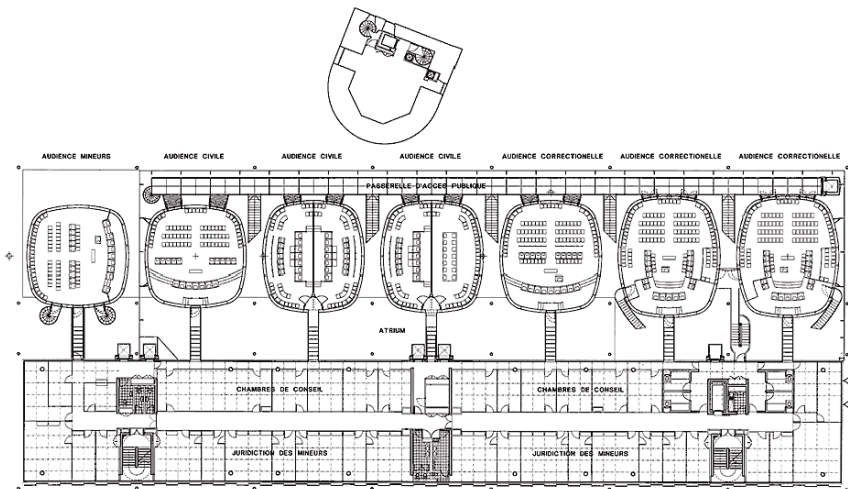


# BORDEAUX LAW COURTS

ARQUITECTO: RICHARD ROGERS

LOCALIZACIÓN: BURDEOS FRANCIA

Parte de la estructura de este proyecto debía salvar grandes luces para dar lugar a cuerpos de otras materialidades y órdenes estructurales.





## Capítulo 6

# Proceso



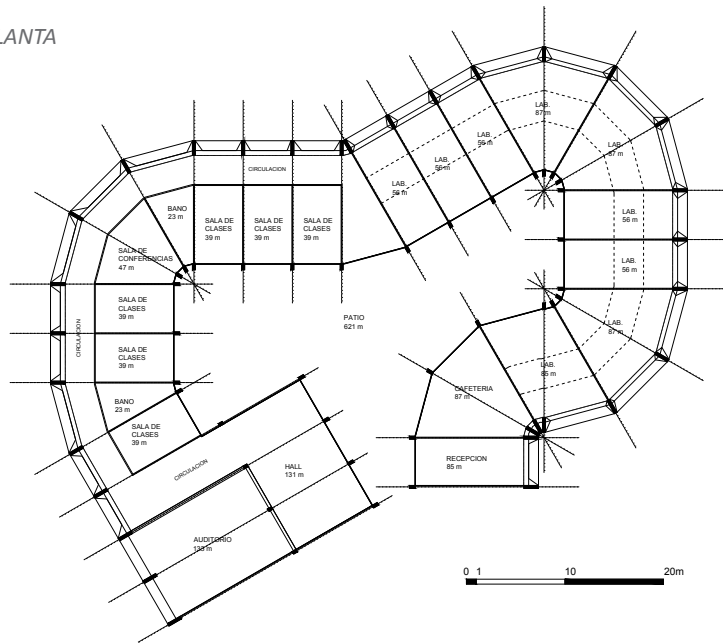
# AVANCE 1

Propuesta modular, a base de marcos rígidos, que permiten dar diversidad a los trazados en planta, de modo de adaptarse a diferentes emplazamientos.

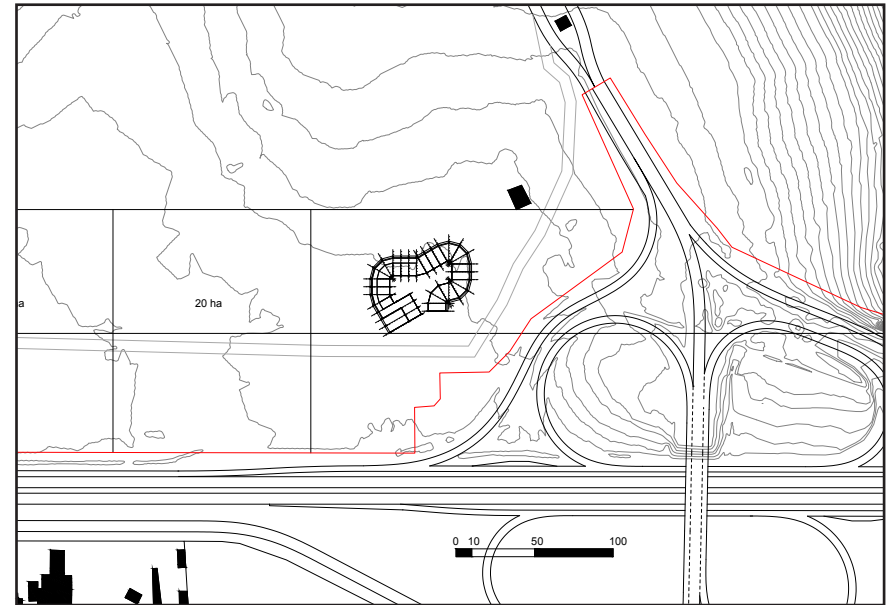
La idea fue descartada porque en un edificio de laboratorios, se necesitan artefactos y maquinarias muy costosos que están concebidos para ocupar espacios ortogonales.

Se pensó en emplazar el proyecto en el terreno más cercano al Cerro Mariposa, para la instalación de aerogeneradores de prueba. Pues en un comienzo se consideró que el centro investigaría también en torno a la generación de energía.

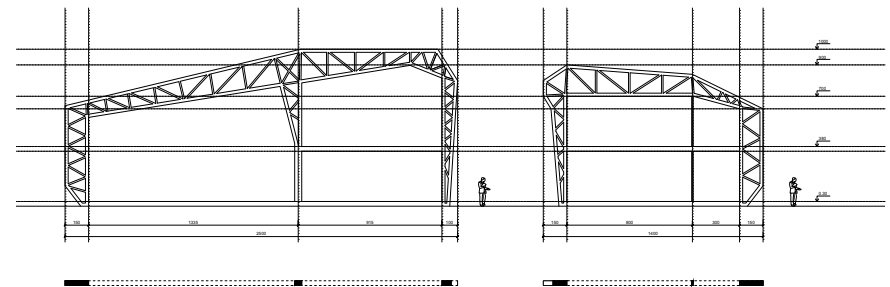
PLANTA



PLANO EMPLAZAMIENTO

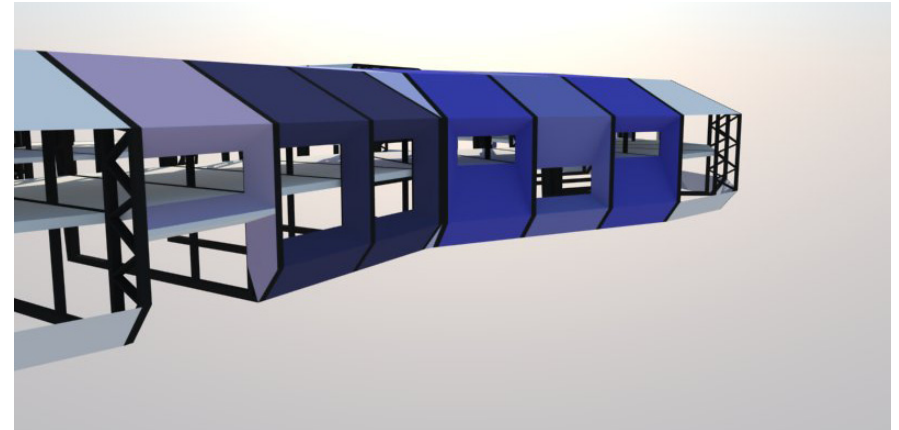
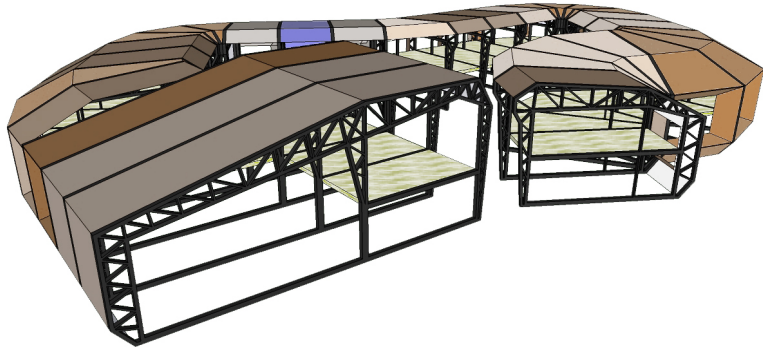


ELEVACIONES CERCHAS

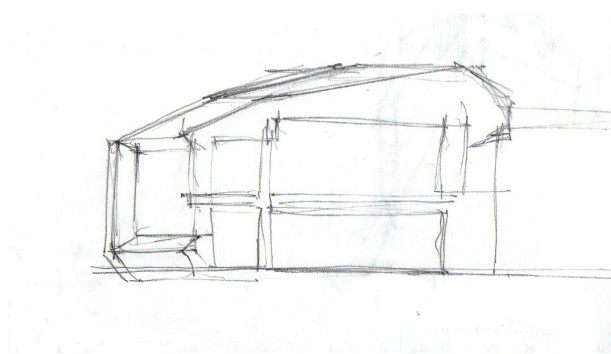
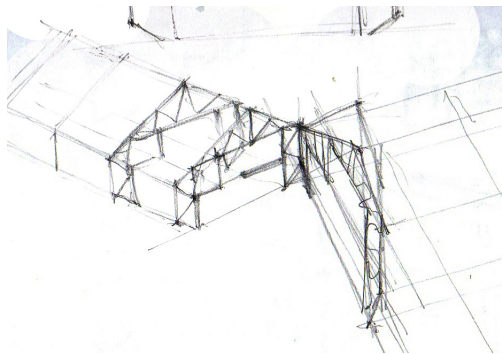
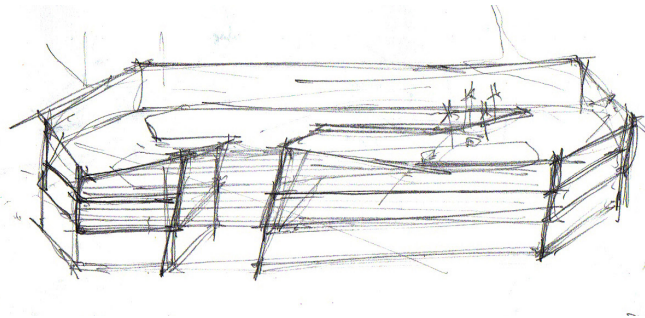
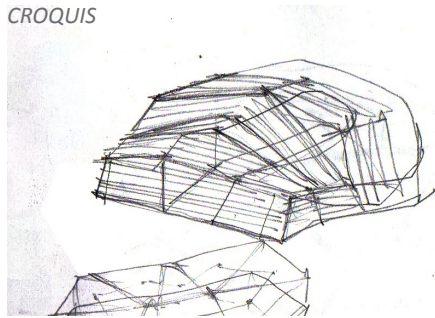




RENDERS



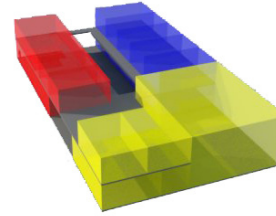
CROQUIS



# AVANCE 2

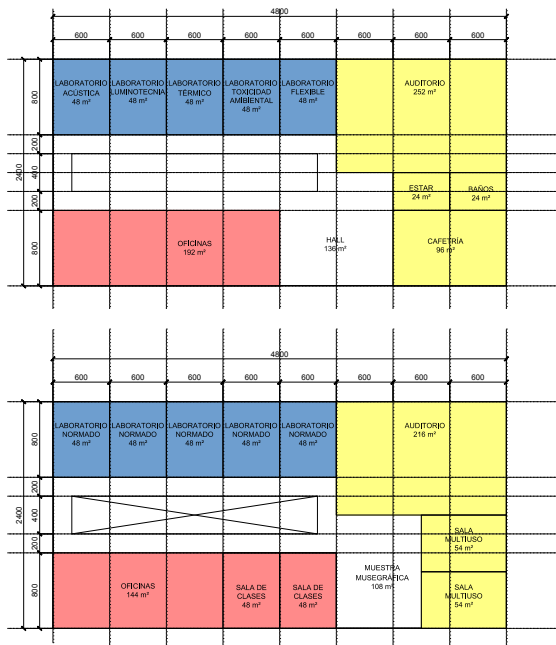
Se planteó un esquema de edificio totalmente ortogonal, de dos pisos, dada la ausencia de restricciones que impidieran la extensión horizontal del proyecto en el terreno. En la distribución de la planta se buscó situar en el perímetro del edificio todos los recintos que requirieran luz, dejando al interior las circulaciones y patios interiores.

Se exploraron distintas alternativas estructurales, siempre con el objetivo de mantener la proporciones visuales, liberar las plantas libres, intervenir al mínimo el terreno con fundaciones (de modo de disminuir la pérdida de la inversión con el eventual traslado del edificio), y facilitar la aplicación de una doble fachada.

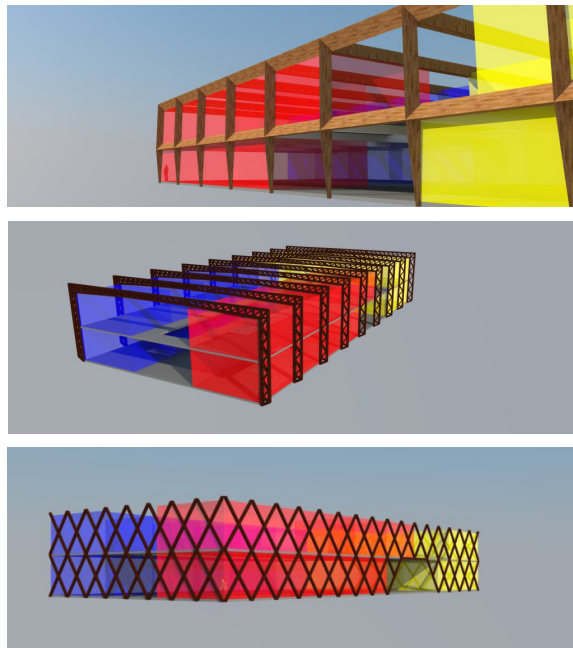


- Extensión
- Oficinas
- Laboratorios

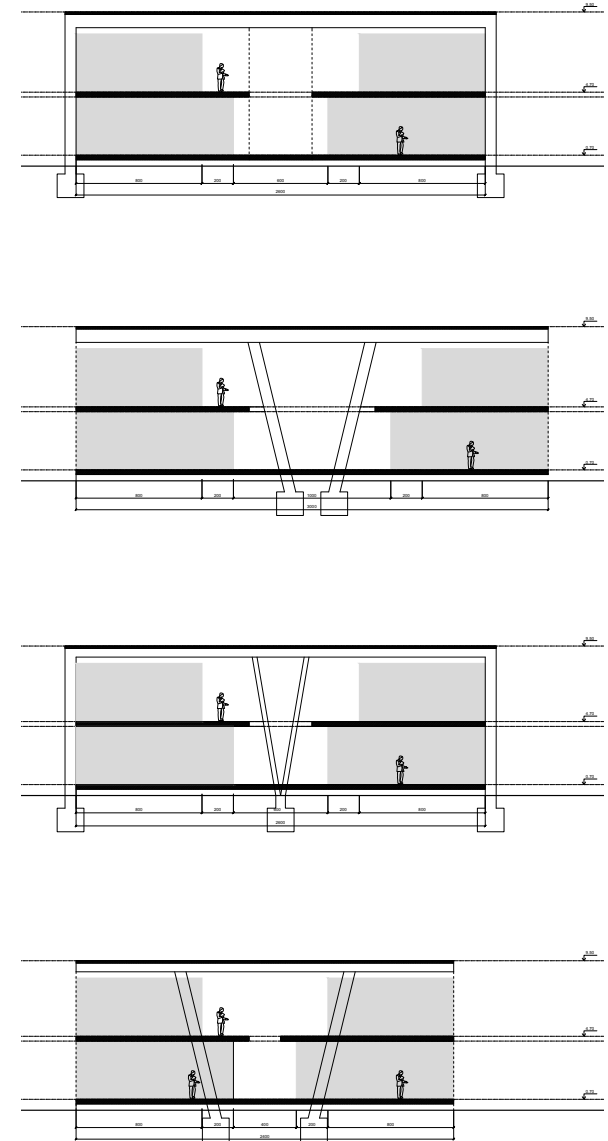
## PLANTAS



## ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES



## MÁS ALTERNATIVAS EN CORTE



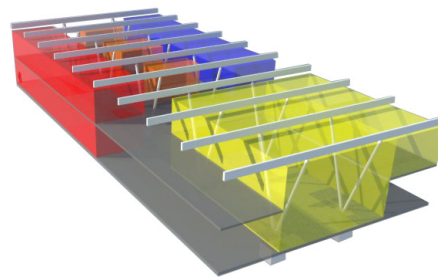
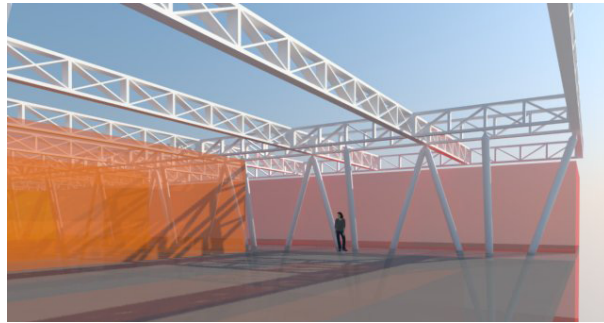
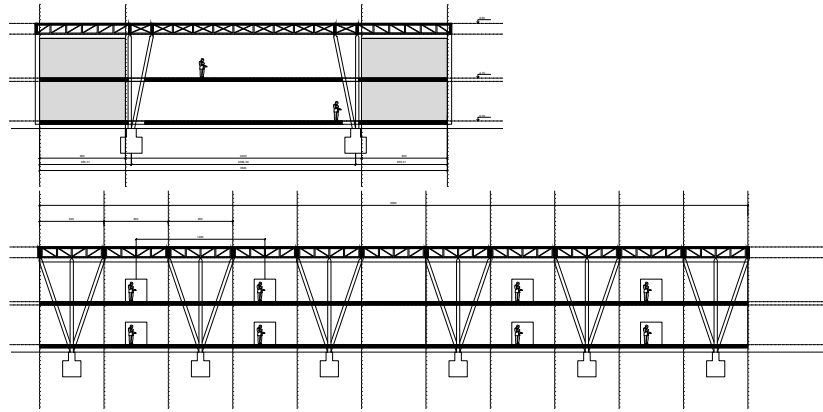
# AVANCE 3

Se optó por ubicar pilares en el espacio libre interior, y que todo el edificio, incluso el primer piso, se apoyara en ellos. Se estudió el modo de arriostrar el edificio únicamente con dichos pilares, por ello se plantearon haces de pilares diagonales en las dos componentes, longitudinal y transversal.

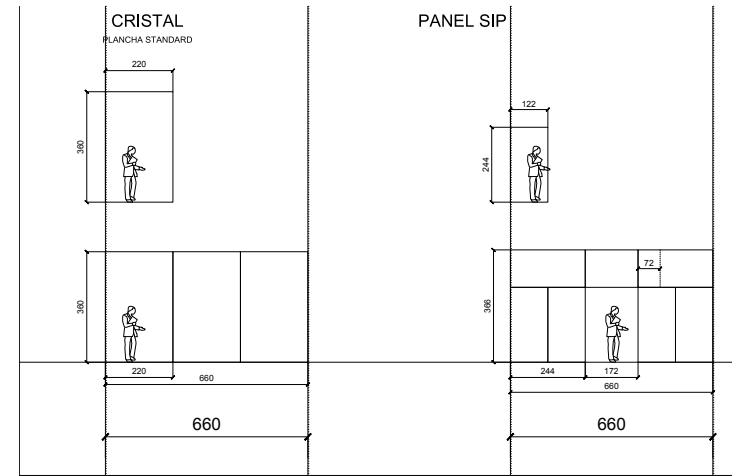
Se estudió un módulo estructural, resultante de las dimensiones standart de algunos elementos de construcción: cristales y panel SIP.

Se comenzaron a abordar los detalles constructivos del proyecto desde el corte transversal.

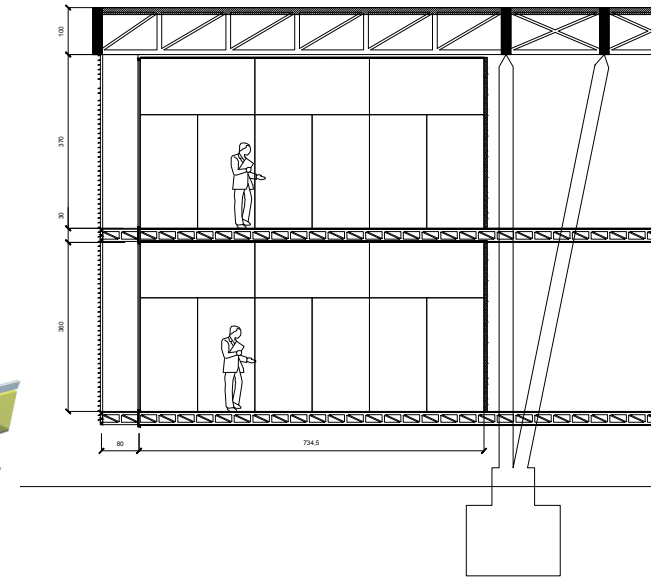
## CORTES



## ORIGEN MÓDULOS



## DETALLE CONSTRUCTIVO



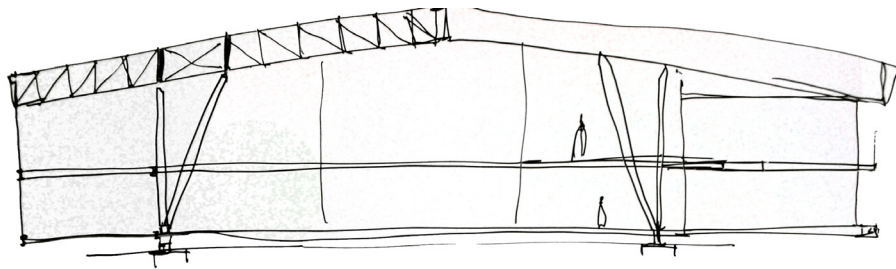




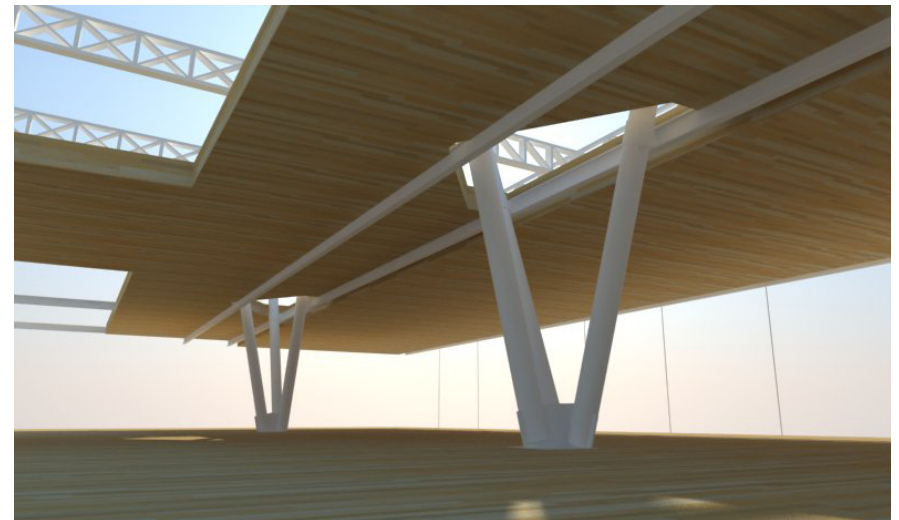
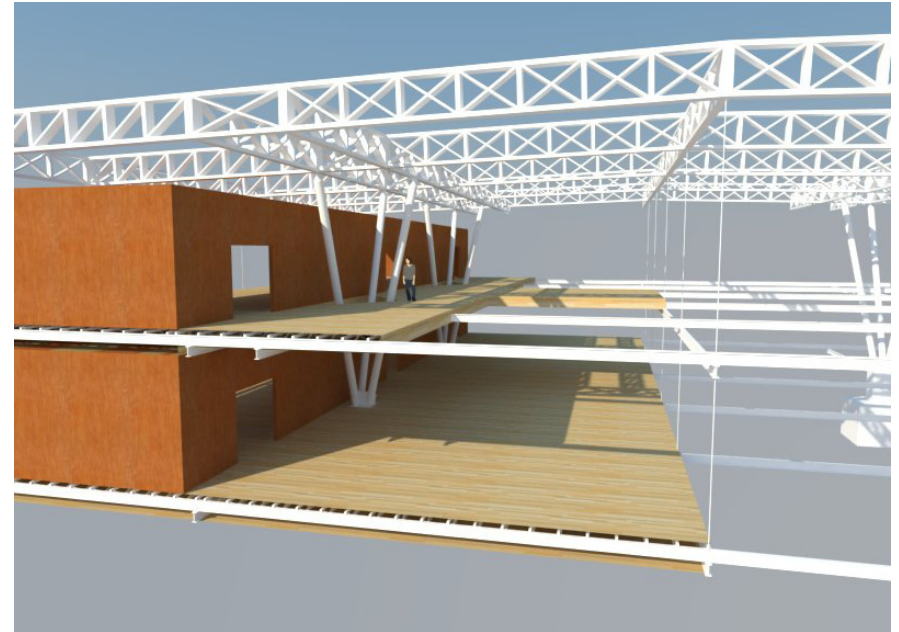
## AVANCE 5

Se modeló una parte del edificio con el objeto de explorar algunos aspectos constructivos y estructurales. Pues había ambigüedades respecto de la repartición de las cargas, la significancia espacial de los haces de pilares y la combinación visual de los sistemas constructivos.

*CROQUIS*



*MODELO*

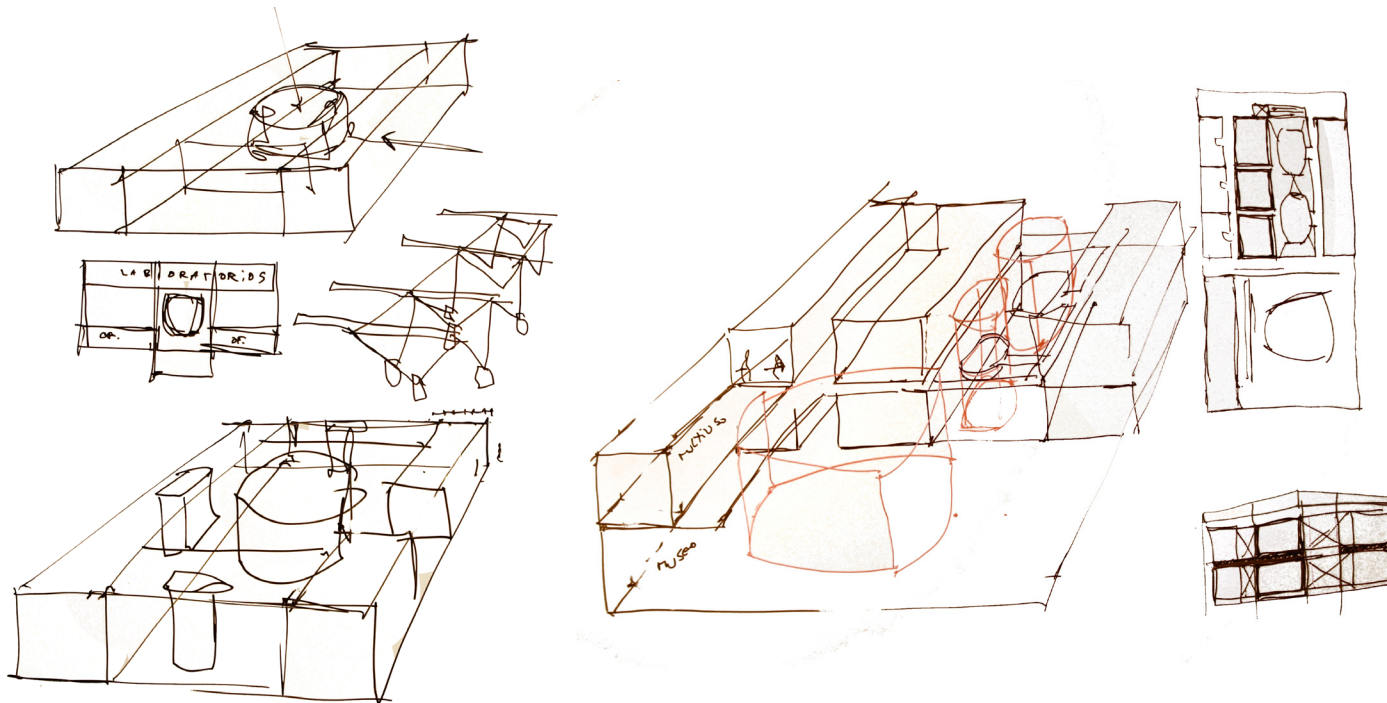


## AVANCE 6

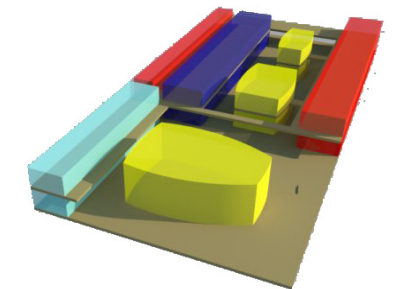
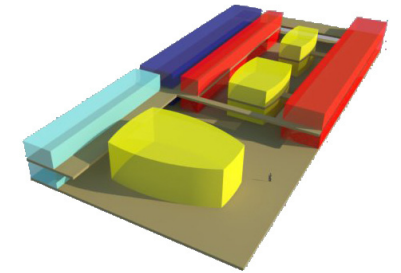
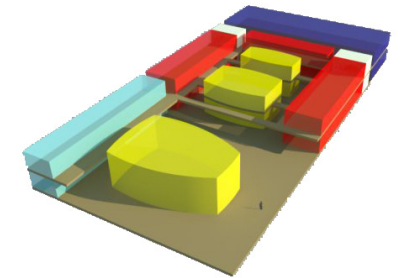
Estudio reubicación de los cuerpos de oficinas y laboratorios al interior del edificio para mejorar el funcionamiento.

Replanteo de la estructura, se aumentaron los poyos de fundación y se reemplazaron los haces de pilares por diagonales insertas en marcos rígidos. Sin embargo el resultado dió un aspecto muy industrial.

### CROQUIS



### ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCIÓN



- Extensión
- Oficinas
- Laboratorios

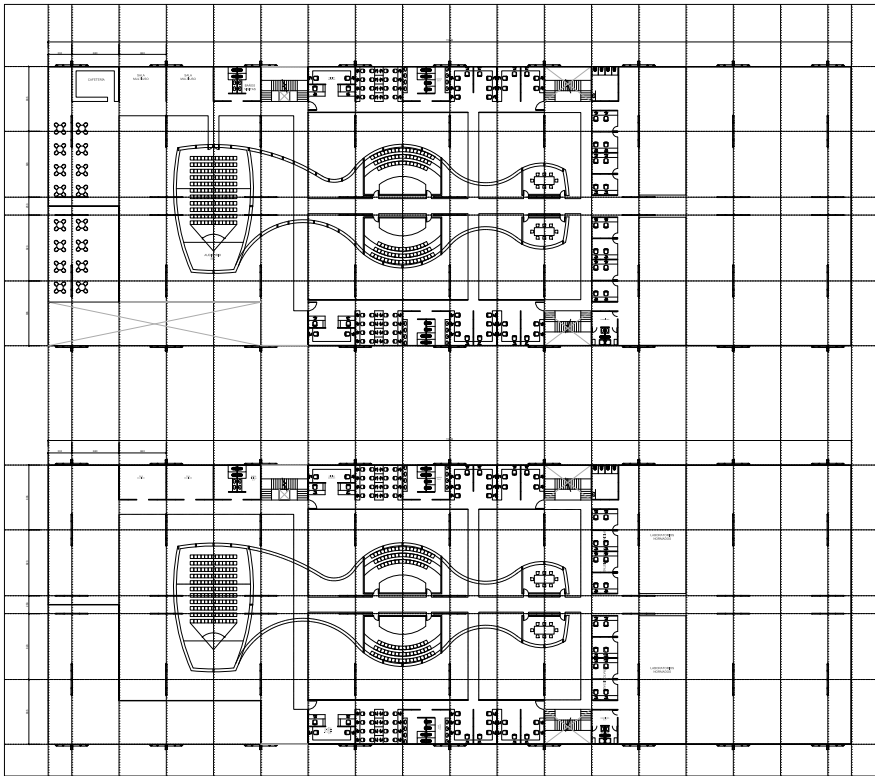




## AVANCE 7

Se atendieron los cuerpos de los programas singulares, y se planteó una piel continua que los envuelve, definiendo un solo gran cuerpo que en todo su perímetro moldea el espacio libre del interior del edificio. Constructivamente se pensó como una

### PLANTAS

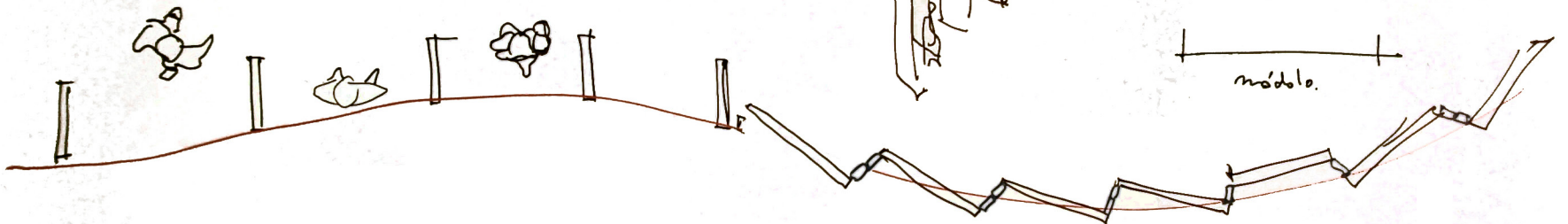
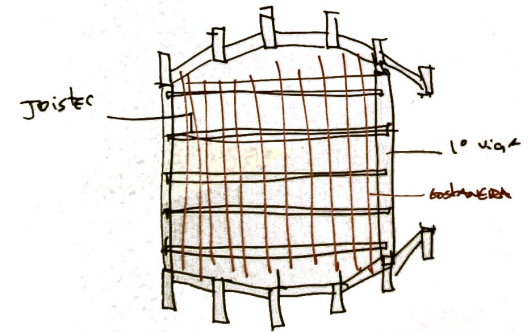
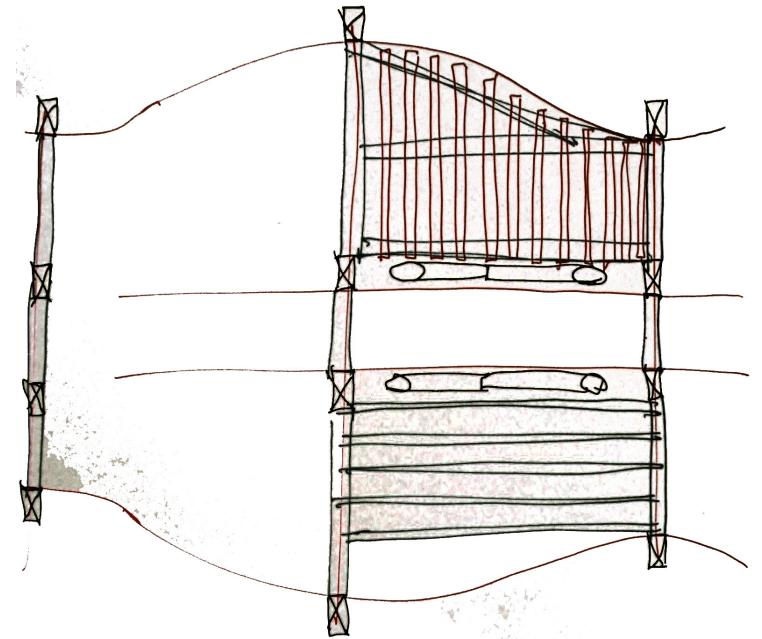
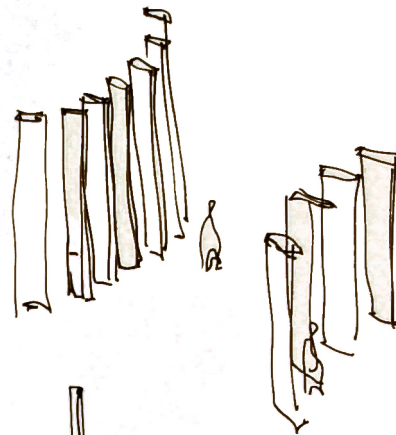
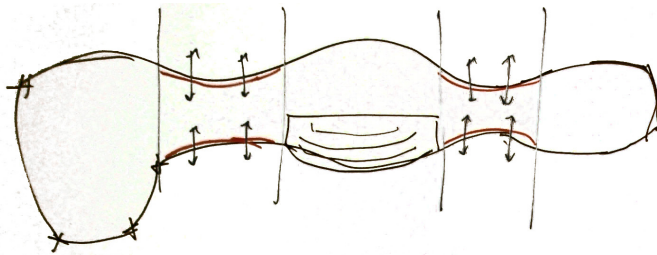
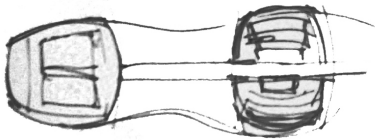
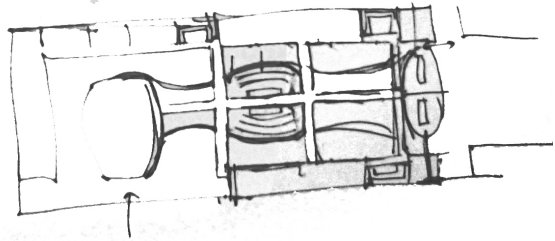
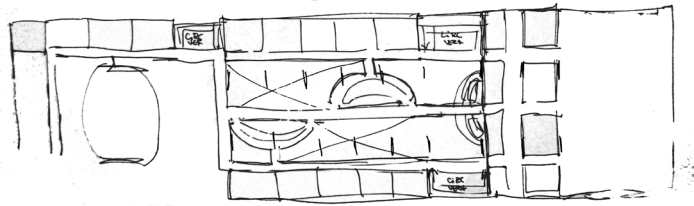


### RENDERS





CROQUIS





# Anexos y Bibliografía

## ANEXO 1 INVESTIGACIÓN UNIVERSIDAD DE CHILE

Fuente: <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/hechos-y-cifras-/categorias/54564/investigacion>

### Primer lugar en producción científica

-7.175 artículos científicos en revistas internacionales ISI entre 2005 y 2010 y 1.384 en 2011.

-Líder en porcentaje de publicaciones indexadas entre las universidades del CRUCH (28,4%).

-Primera universidad del país en producción e impacto de sus publicaciones académicas. Número 12 en Latinoamérica (RankingScimago)

### Investigación básica de calidad

-152 proyectos del programa Fondecyt Regular 2012, para un total de 578 proyectos en curso.

-Primer lugar en Concurso Fondecyt de Iniciación 2012, con 51 proyectos aprobados.

-Número 1 en Concurso Fondecyt de Postdoctorado 2013, con 65 proyectos adjudicados.

-Más de 400 proyectos Fondecyt en ejecución cada año

### Líder en Centros de Investigación en el país

-4 Institutos Milenio

-6 Centros del Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación, Fondap.

-10 Proyectos Anillo vigentes en 2011 y en los que actúa como institución titular.

-14 Núcleos Milenio.

-5 Centros de Excelencia, Programa de Financiamiento Basal Conicyt.

-2 Centros de Equipamiento Científico y Tecnológico.

-5 Proyectos ALMA y Geminis vigentes en 2011.

-1 Centro de Investigación en Educación.

---

## ANEXO 2

### CONTENIDOS DEL DOCUMENTO PROGRAMA 21

Fuente: <http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/Agenda21/Programa21.htm>

#### 1. Preámbulo

#### Sección I. DIMENSIONES SOCIALES Y ECONÓMICAS

2. Cooperación internacional para acelerar el desarrollo sostenible de los países en desarrollo y políticas internas conexas
3. Lucha contra la pobreza
4. Evolución de las modalidades de consumo
5. Dinámica demográfica y sostenibilidad
6. Protección y fomento de la salud humana
7. Fomento del desarrollo sostenible de los recursos humanos
8. Integración del medio ambiente y el desarrollo en la adopción de decisiones

#### Sección II. CONSERVACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RECURSOS PARA EL DESARROLLO

9. Protección de la atmósfera
10. Enfoque integrado de la planificación y la ordenación de los recursos de tierras
11. Lucha contra la deforestación

12. Ordenación de los ecosistemas frágiles: lucha contra la desertificación y la sequía
13. Ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las zonas de montaña
14. Fomento de la agricultura y del desarrollo rural sostenible
15. Conservación de la diversidad biológica
16. Gestión ecológicamente racional de la biotecnología
17. Protección de los océanos y de los mares de todo tipo, incluidos los mares cerrados y semicerrados, y de las zonas costeras, y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos
18. Protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce
19. Gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de productos tóxicos y peligrosos
20. Gestión ecológicamente racional de los desechos peligrosos, incluida la prevención del tráfico internacional ilícito de desechos peligrosos
21. Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales
22. Gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos

#### Sección III. FORTALECIMIENTO DE LOS GRUPOS PRINCIPALES

23. Preámbulo
24. Medidas mundiales en favor de la mujer para lograr un desarrollo sostenible

y equitativo

25. La infancia y la juventud en el desarrollo sostenible
26. Reconocimiento y fortalecimiento del papel de las poblaciones indígenas y sus comunidades
27. Fortalecimiento del papel de las organizaciones no gubernamentales: asociadas en la búsqueda de un desarrollo sostenible
28. Iniciativas de las autoridades locales en apoyo del Programa 21
29. Fortalecimiento del papel de los trabajadores y sus sindicatos
30. Fortalecimiento del papel del comercio y la industria
31. La comunidad científica y tecnológica
32. Fortalecimiento del papel de los agricultores

#### Sección IV. MEDIOS DE EJECUCIÓN

33. Recursos y mecanismos de financiación
34. Transferencia de tecnología ecológicamente racional, cooperación y aumento de la capacidad
35. La ciencia por el desarrollo sostenible
36. Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia
37. Mecanismos nacionales y cooperación internacional para aumentar la capacidad nacional en los países en desarrollo
38. Arreglos institucionales internacionales
39. Instrumentos y mecanismos jurídicos internacionales
40. Información para la adopción de decisiones

## ANEXO 3 CERTIFICACIÓN LEED

*Fuente: <http://ingenieriaverde.wordpress.com/2009/06/01/certificacion-leed/>*

Créditos o requerimientos según categoría:

Sitios sustentables (24 puntos)

- SS C1 Selección del Terreno
- SS C2 Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad
- SS C3 Recuperación Terreno contaminado
- SS C4.1 Transporte Alternativo (Acceso a Transporte Público)
- SS C4.2 Transporte alternativo (uso de bicicletas)
- SS C4.3 Transporte alternativo (estacionamientos para vehículos de bajas emisiones)
- SS C4.4 Transporte alternativo (Capacidad de estacionamiento)
- SSC 5.1 Desarrollo del terreno: proteger o restaurar hábitat
- SSC 5.2 Desarrollo del terreno: Maximizar espacios abiertos
- SSC 6.1 Control cantidad de aguas lluvia
- SSC 6.2 Control calidad de aguas lluvia
- SSC 7.1 Efecto Isla de Calor (No Techos)
- SSC 7.2 Efecto Isla de Calor (Techos)
- SSC 8 Reducción de la contaminación Lumínica

---

Eficiencia en uso del agua (11 puntos)

- WEC 1 Uso eficiente de agua en Paisajismo
- WEC 2 Tecnologías innovadoras en manejo de agua sanitaria
- WEC 3 Reducción del uso de agua

Energía & atmósfera (33 puntos)

- EA C1 Optimización del comportamiento energético (Modelación de Energía)
- EA C2 Energía renovable en el lugar
- EA C3 Comisionamiento Avanzado
- EA C4 Gestión avanzada de refrigerantes
- EA C5 Medición y Verificación del desempeño del edificio
- EA C6 Green Power (Energía Limpia)

Materiales & Recursos (13 puntos)

- MRC 1.1 Re-uso de Edificio, estructural
- MRC 1.2 Re-uso de Edificio Materiales interiores
- MRC 2 Gestión del desecho de la construcción
- MRC 3 Re-uso de materiales
- MRC 4.1 Contenido de material reciclado

MRC 5.1 Uso de Materiales regionales

- MRC 6 Uso de materiales rápidamente renovables
- MRC 7 Madera certificada por el FSC

Calidad ambiental interior (19 puntos)

- EQC 1 Monitoreo de la entrega de aire exterior
- EQC 2 Ventilación Mejorada
- EQC 3.1 Gestión del medioambiente interior: Durante la construcción
- EQC 3.2 Gestión del medioambiente interior: Antes de ser ocupado
- EQC 4.1 Materiales de Bajas emisiones: Adhesivos y sellantes
- EQC 4.2 Materiales de Bajas emisiones: Pinturas y recubrimientos
- EQC 4.3 Materiales de Bajas emisiones: Alfombras
- EQC 4.4 Materiales de Bajas emisiones: Maderas compuestas y Fibras
- EQC 5 Control de fuentes contaminantes
- EQC 6.1 Control de sistemas: Iluminación
- EQC 6.2 Control de Sistemas: Control térmico
- EQC 7.1 Confort Térmico, Diseño
- EQC 7.2 Confort térmico, Verificación
- EQC 8.1 Luz diurna y Vistas, Luz externa 75% de los espacios
- EQC 8.2 Luz diurna y Vistas, Vista al exterior 90% de los espacios

Proceso de innovación y diseño (6 puntos)

---

IDC 1 a 4 Innovación en Diseño

IDC 2 Contar con un Profesional acreditado LEED

PR Prioridad Regional (Sólo U.S.)

## ANEXO 4

### SUCESOS IMPORTANTES PREDIO CARÉN

**1992** - La Rectoría de la Universidad de Chile propone la creación del Parque Científico Tecnológico en la ciudad de Santiago.

**1994** - El Fisco de Chile transfiere a la Universidad el inmueble aledaño a la Ruta 68, de 1033 ha, con el objeto de construir, habilitar y mantener una Ciudad Universitaria y el Parque Científico Tecnológico.

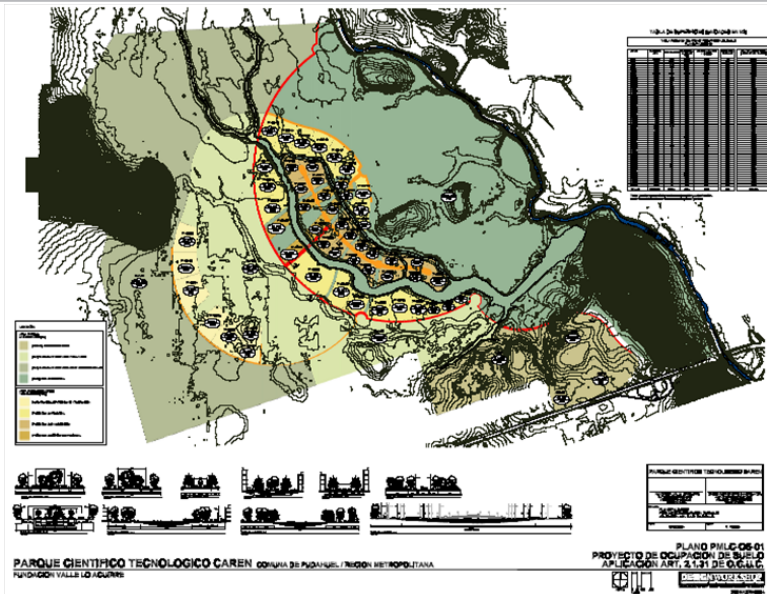
Como condición de la donación la Universidad debe destinar al menos 200 ha para un Parque Público, para el desarrollo de áreas de recreación y deportes.

**1995** - Se crea la “Fundación Valle Lo Aguirre” (FVA), persona jurídica de derecho privado sin fines de lucro y con patrimonio propio, que tiene como objeto y finalidad principal, el estudio, planificación, proposición, preparación, ejecución y posterior desarrollo de todo tipo de proyectos relativos al predio Carén.

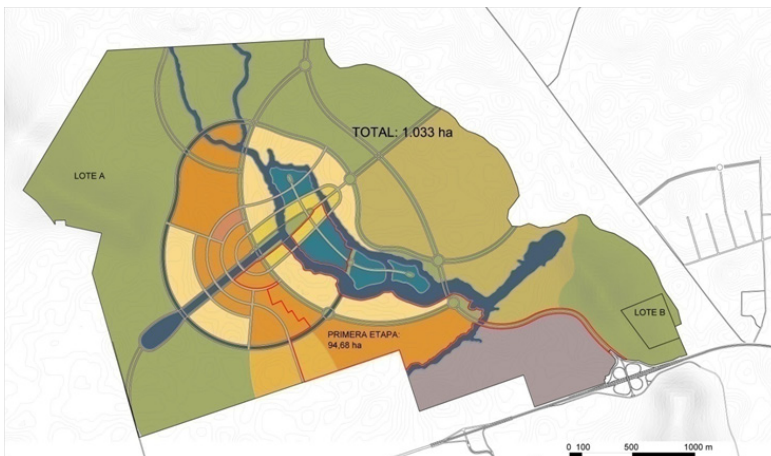
**1997** - La Municipalidad de Pudahuel comienza la actualización de su Plan Regulador Comunal (PRC), el cual modificaría las condiciones de uso de suelo para el predio Carén.

Bajo ese escenario, el consorcio formado por MECSA (España) de Marcial Echenique, ME&P (Reino Unido) e INECOM (Chile) desarrolló el primer Plan Maestro de Parque Científico Tecnológico, y se basó en los lineamientos de la propuesta del PRC en desarrollo de Pudahuel.





Primer Plan Maestro del Parque Científico-Tecnológico, realizado por MECSA.



Segundo Plan Maestro del Parque Científico-Tecnológico, realizado por Design Workshop y Amcon

**2002** - Se desechó el proyecto de actualización del Plan Regulador de Pudahuel, por lo que surgió un nuevo escenario normativo para el predio. La FVA se vio en la necesidad de actualizar el Plan Maestro, de manera que surgió una segunda propuesta desarrollada por las consultoras AMCON Ingeniería Económica y DESIGN WORKSHOP Landscape Architects.

El marco normativo de dicha propuesta era el PRMS 1994, que asignaba al predio el uso de suelo de área verde. De acuerdo al Artículo 2.1.31 de la OGUC se permitía edificar un 20% de los predios con dicha asignación.

De esta manera, la nueva propuesta rescataba elementos estructurales de la propuesta de MECSA, pero concentraba los usos de modo de utilizar el 20% del predio.

**2008** - El artículo N° 2.1.7 de la OGUC diferenció el ámbito de acción de los Instrumentos de Planificación Territorial intercomunales para áreas urbanas y rurales, indicando que en la escala rural no se zonifican los parques intercomunales. De esta manera el predio ya no es un área verde, ni puede acogerse al artículo 2.1.31 de la OGUC, que permitía una edificación del 20%. En otras palabras, nuevamente la normativa produjo la obsolescencia del plan maestro del predio.

En un escenario técnico la presentación ante la DOM de este Plan Maestro debe plantearse bajo otro cuerpo normativo, por ejemplo el artículo 55 de LGUC.

Se reciben las obras de urbanización de la Primera Etapa, de manera que el predio cuenta con 89 ha, con todos sus servicios operativos, habilitando una superficie de 55 ha de macrolotes para la instalación de los primeros edificios del Parque Universitario y el Parque Tecnológico.

---

**2011** - La FVA encarga a la consultora URBE Arquitectos el análisis y diagnóstico de los aspectos normativos, técnicos y legales de la última propuesta del Plan Maestro, lo que deriva en un documento que se titula “Análisis y Diagnóstico, Condiciones Base para la Actualización del Plan Maestro del Predio Carén”.

Dicho documento identifica los escenarios posibles y las alternativas de desarrollo en cada escenario para el predio.

## **ANEXO 5**

### **PROGRAMA BASES PARA DESARROLLO ACTUALIZACIÓN PLAN MAESTRO PREDIO CARÉN**

**Campus Universitario**, el cual deberá considerar todas las variables necesarias para constituirse en un Campus Modelo, multi e interdisciplinario que, sobre la base de una estructura integrada, facilite la articulación de las disciplinas y la calidad de vida de la comunidad.

Su objetivo es modernizar, mejorar, expandir y optimizar las actuales instalaciones de la Universidad de Chile, cuyos requerimientos obedecen a la dinámica de crecimiento y a los roles que le corresponden como primera institución de educación superior del país.

Se prevé un traslado o localización gradual - de unidades académicas y de investigación- en el Parque, al cual se sumará un núcleo urbano equipado con albergues estudiantiles, comedores, bibliotecas, y todos los elementos que se requieren para el funcionamiento de una comunidad académica, conformando así una auténtica ciudad universitaria.

**Centro Polideportivo Universitario**, el cual deberá constituirse en el Centro Deportivo de la Universidad de Chile, situación que permitirá concentrar todas las disciplinas deportivas que se encuentran dispersas en diferentes localizaciones dentro de la ciudad. Este Centro Polideportivo se complementará además, con las disciplinas que ya están funcionando en el actual Parque Público y que hoy pertenecen a organizaciones externas a la Universidad.

---

**Parque Científico - Tecnológico** , considera la instalación de empresas de base tecnológica, cuyo objetivo principal sea promover el desarrollo de la innovación y el intercambio tecnológico, favoreciendo el auge y difusión de nuevos conocimientos, tecnologías y oportunidades de negocios, contemplando además, acoger a institutos de investigación públicos y privados.

El PCT privilegiará la incorporación de empresas de tecnología limpia y de sectores de servicios, entregándoles condiciones que se adapten a las diferentes necesidades y requerimientos de ellas, para lo cual ofrecerá estructuras flexibles tanto en las características físicas de la oferta como en las posibilidades de financiamiento para el arriendo de lotes de terreno o edificaciones desarrolladas a medida del usuario.

**Parque Público**, se considera potenciar y desarrollar el actual Parque Público, que actualmente la Universidad facilita para la práctica del remo, canotaje, golf, rodeo y zonas de picnic. Este Parque contempla un área de aproximadamente 200 hectáreas de superficie. Se contempla crear las condiciones para que en conjunto con el Polideportivo Universitario, se transforme en un gran centro destinado a actividades deportivas y de esparcimiento.

Otros usos, dadas las dimensiones del predio, se considera la incorporación de otros usos complementarios a los ya señalados, de modo de mejorar la habitabilidad del proyecto, convirtiéndolo en una verdadera ciudad, que preste a sus ocupantes todos los servicios necesarios para sus actividades diarias, como comercio,

alojamiento, esparcimiento, museos, centro de convenciones, etc.  
as de resguardo de infraestructura metropolitana.

# BIBLIOGRAFÍA

## Libros

Título: Economía para un planeta abarrotado.

Autor: Jeffrey Sachs, economista estadounidense

<http://cambioclimaticoglobal.com/>

<http://www.uchile.cl/portal/presentacion/hechos-y-cifras-/categorias/54564/investigacion>

## Documentos

Título: Análisis y Diagnóstico, condiciones base para la actualización del plan maestro del Predio Carén.

Autor: URBE Arquitectos

<http://www.cinu.org.mx/eventos/conferencias/johannesburgo/documentos/Agenda21/Programa21.htm>

<http://ingenieriaverde.wordpress.com/2009/06/01/certificacion-leed/>

## Normativas

Artículo NCh 2864: Acústica - Medición de acústica en construcciones y elementos de construcción. - Requisitos de infraestructura para ensayos en laboratorio con transmisión indirecta suprimida.

Artículo NCh 935/1: Prevención de incendios en edificios - Ensayos de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general.

## Sitios Web

<http://observatorio.conicyt.cl/sistema/indicadores/2004/2.html>

<http://www.un.org/es/climatechange/causes.shtml>





