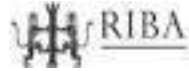


Arquitectura Modular

El pragmatismo
como herramienta
de diseño

Universidad de Belgrano
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Carrera acreditada por:



“Arquitectura Modular; el pragmatismo como herramienta de diseño”

Masterplan Libertador, Buenos Aires

JUAN MARIA DE ANCHORENA

Marzo de 2020

Buenos Aires – Argentina

Matrícula:

(201) 22038

Tutoras:

Arq. Liliana Bonvecchi

Arq. Haydée Bustos

Arq. Julieta López Chaos

Asesora Técnica:

Arq. Teresa Egozcu

Abstract

El presente trabajo final de carrera trata acerca del rol que cumple el concepto de modulo en el proyecto de arquitectura. Se distinguen como categorías de análisis y aplicación, el modulo entendido como unidad de medida y su uso en geometrías contenidas y el modulo como unidad de programa. Finalmente se estudian las distintas posibilidades desde el punto de vista constructivo, haciendo hincapié en las construcciones secas y la prefabricación. Todos los conceptos a analizar serán estudiados desde la óptica de la tecnología y su impacto en el proceso de diseño y construcción.

El estudio se aplica a una serie de proyectos de un masterplan urbano ubicado en Buenos Aires. La propuesta contempla tres edificios nuevos y la intervención de uno pre-existente destinados a un coworking, un gimnasio polideportivo y un natatorio con clínica de alto rendimiento. Estos proyectos se realizaron en la cátedra Bonvecchi durante 2019.

Índice

1) Introducción	4
2) El Proyecto.....	6
a. Láminas A1	6
b. El sitio	9
c. Memoria descriptiva: Masterplan Libertador	11
d. Programa	12
3) Marco Teórico	15
4) Capítulo 1 ‘El módulo como unidad de medida’	21
a) Cancer Centre, MVRDV	
b) 670 Mesquit, BIG	
c) Quintana 4598, IR Arquitectura	
d) Lámina de aplicación 1	
5) Capítulo 2 ‘El módulo como unidad de programa’	25
a) U N A C A S A. Alonso & Crippa	
b) LEGO House, BIG	
c) Casa AA, IR Arquitectura	
d) Lámina de aplicación 2	
6) Capítulo 3 ‘Prefabricación Optimizada: la clave constructiva’	32
a) The Urban Rigger, BIG	
b) The Farmhouse, Precht Studio	
c) Cabin Modules, IR Arquitectura	
d) Lámina de aplicación 3	
7) Conclusiones.....	38
8) Anexos.....	39
9) Bibliografía	43
10) Carpeta Técnica.....	x

01 / Introducción

En el campo del diseño arquitectónico, las técnicas utilizadas para elaborar proyectos son infinitamente variadas. Cada una de estas ideas surge tanto del imaginario teórico, así como de las situaciones reales y cotidianas que las condicionan o potencian. El contexto presente tanto a nivel local como internacional obliga a los diseñadores a utilizar un nuevo enfoque a la hora de proyectar, brindándole protagonismo al concepto de pragmatismo.

Desde sus inicios, la arquitectura modular estuvo atada a su contexto histórico y surgió como una respuesta universal, anónima y horizontal, atenta a solucionar problemáticas antes de dar lugar a la búsqueda individual del diseñador. El surgimiento del campo digital permitió introducir la búsqueda creativa compleja dentro de la arquitectura modular ampliando los límites de la herramienta.

Actualmente, diseñador y herramienta trabajan en conjunto para encontrar soluciones a las problemáticas actuales, así como la proyección de estas necesidades a futuro. El ritmo de la sociedad actual, en sinergia con la tecnología, obliga al arquitecto a diseñar un proyecto que responda a los lineamientos actuales y aun así sea lo suficientemente flexible para continuar siendo funcional en el futuro.

La búsqueda de perpetuación se basa principalmente en el cambio. El proyecto no perdurará en el tiempo por su durabilidad, sino por su capacidad para cambiar y mutar de acuerdo a lo que se necesite. Este proceso se hace posible a través de métodos constructivos especializados y profesionales, todos ellos englobados en un único concepto: la prefabricación.

Solo por medio de este recurso se puede lograr un edificio dinámico, capaz de reinventarse acorde a los cambios de comportamiento y de uso de una sociedad.

Este proceso constructivo creado hace más de doscientos años se reinventa en conjunto con la tecnología, y aparece como el principal recurso para plasmar en el plano real las

ideas generadas a través de programas digitales. Su última adición, la impresión en 3d, hace posible la creación de nuevas piezas, de alta complejidad, que enriquecen la arquitectura tanto en su morfología o lenguaje, así como en sus posibilidades físicas.

El proceso de prefabricación en industria, en conjunto con la impresión 3D, hacen posible una arquitectura modular plural y adaptable a cada usuario, a su entorno, y a su proyección a futuro.

La combinación que surge de seguir el legado histórico, que guía al diseñador, de las nuevas herramientas digitales que se asientan como el recurso principal y la construcción planificada y diseñada desde cero, dan como resultado final piezas de arquitectura de calidad que logran cumplir en todos los matices mencionados: son tanto un espacio arquitectónico de calidad, que busca generar sensaciones en quien lo habite, así como un edificio funcional que responde a las carencias o necesidades del usuario que lo requiera.

En esta investigación no se harán comparaciones o polarizaciones entre el aspecto de diseño y el aspecto social de la disciplina. El hecho de pensar que estos dos lineamientos son opuestos, o que se debe resignar uno en pos de la calidad del otro limitan las posibilidades de estudio y no hacen justicia a aquellos proyectos que logran armonizar ambas directrices.

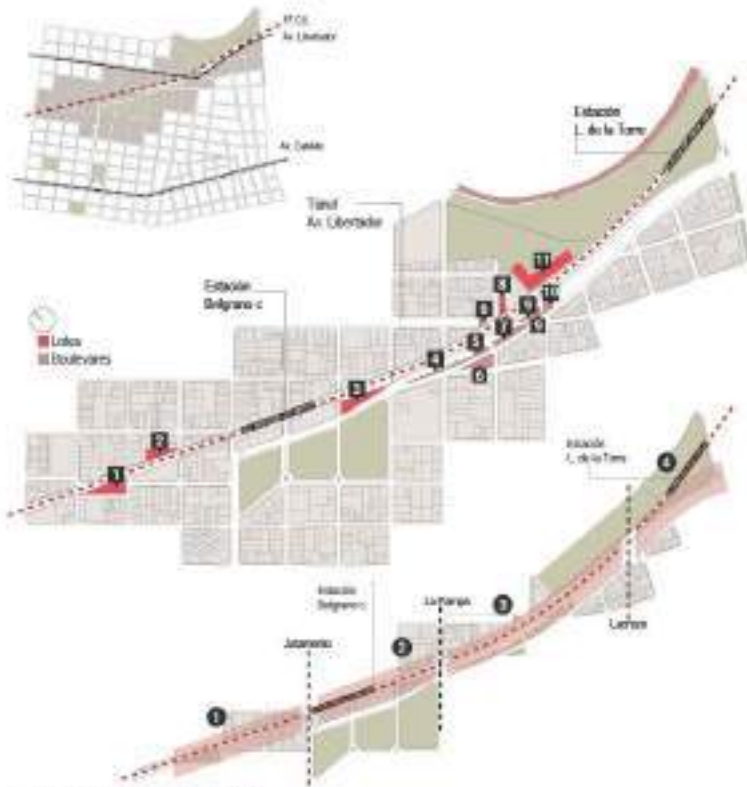
En este trabajo se hará un estudio del uso del módulo en la actualidad, atravesado por el contexto económico mundial y por una sociedad digitalizada, teniendo en cuenta tanto el aspecto de diseño como el constructivo. Se hará hincapié en el aspecto pragmático y resolutivo y se analizará el impacto de las herramientas digitales en la evolución del concepto. La búsqueda estará enfocada en explicar y descomponer el proceso arquitectónico modular desde su concepción teórica hasta el edificio finalizado, con el objetivo de entender la profunda relación de la arquitectura con el lugar que la rodea, y con el usuario que la vive.

DIAGNÓSTICO URBANO

ANÁLISIS DE SITIO + MASTERPLAN GENERAL

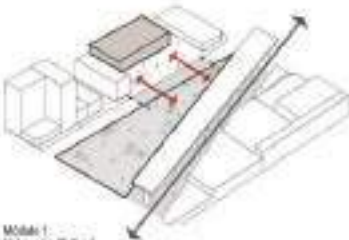
MACROENTORNO

ÁREA DE INTERVENCIÓN



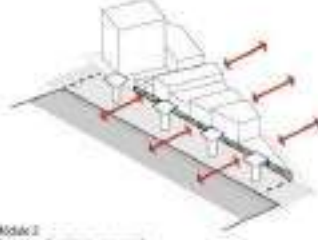
INTERVENCIONES SECTORIZADAS

1 Casa Luzu Marella



Módulo 1
Valencia Cultural
Presencia de Polígonos
Presencia en un sector de terreno desahogado

2 Centro Cloro



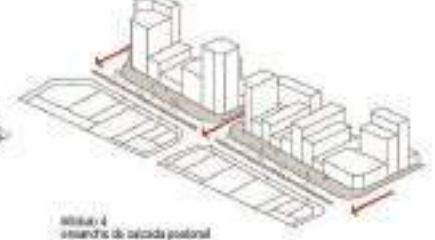
Módulo 2
Centro gastronómico comercial
Potencial desarrollo urbano

3 Barrocas

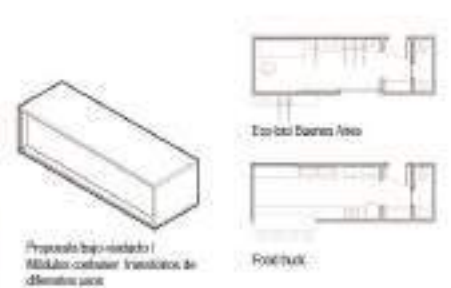
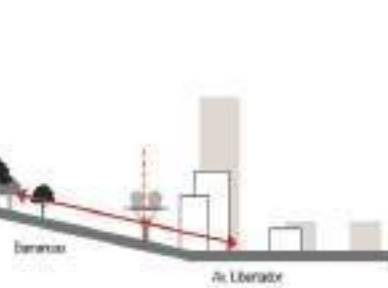


Módulo 3
Apertura de espacio
gestión urbano comercial

4 Residencial Cloro



Módulo 4
ensanche de espacio postoral
equilibrio en: para locales
residenciales



1 ausencia de esp. porquero
area no en cumplimiento
de código LUPAH

2 proximidad de edificación a partir de
la compensación con nuevo esp.
porquero

El área a intervenir se encuentra entre los límites espaciales de Av. Libertador y Av. Dabido.

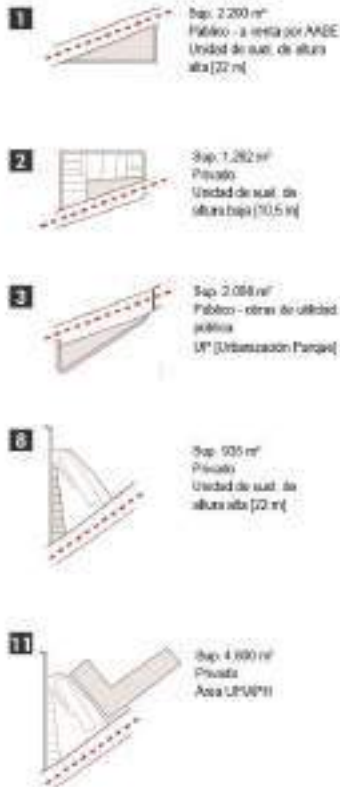
El barrio se ha olvidado a través de los años, se necesita de peatón, ciudad, capital, y luego barrio.

La falta de información urbana y la desorientación horizontal afectan la experiencia de los usuarios transitorios y permanentes.

Las vías del ferrocarril Miras como ciclovía, hacen uso de aquellos espacios olvidados en desuso.

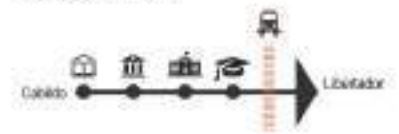
Crear una identidad y conformarla, una carga cultural e histórica que nos obliga a pensar un espacio público de calidad que potencie dicha actividad.

LOTES DETECTADOS



MICROANÁLISIS

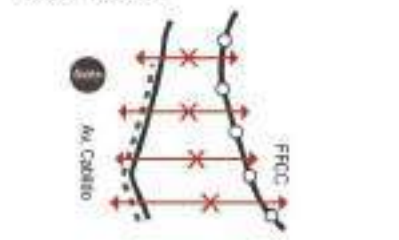
Dependencias Culturales



Espacio Verde Público



Conexión Transversal



MASTERPLAN SECTORIZADO

EJE VIADUCTO + SECTOR DEPORTIVO

Definir los límites, simular los espacios...

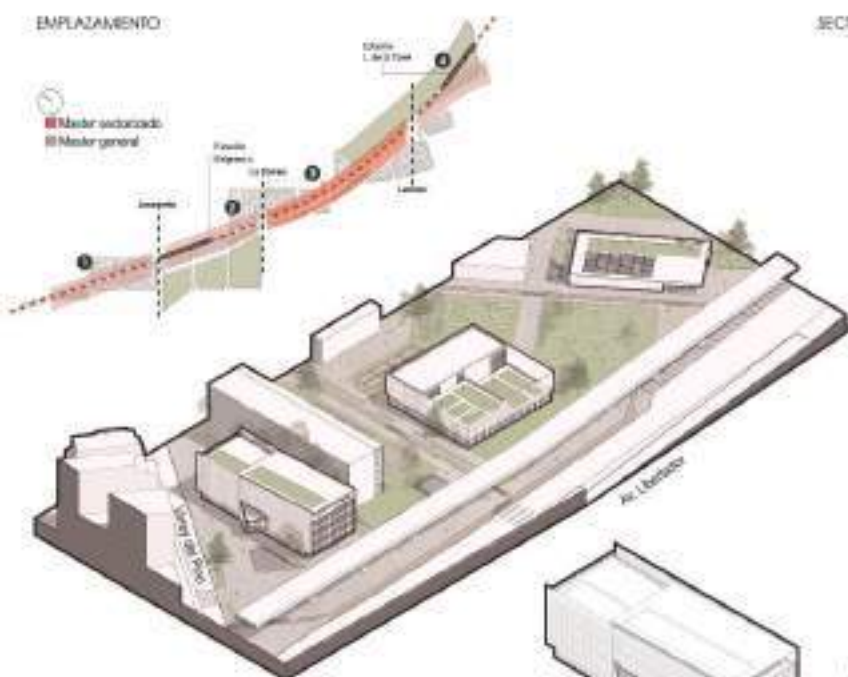
La intensidad urbanística combina las líneas del entorno con los edificios existentes del Club Golf & Chaves.

Se busca optimizar la cubierta, creando nuevas formas que definan las áreas del proyecto.

Cada espacio posee un uso específico, está conectado con su entorno y se expande hacia su propia área de equipamiento.

Preservar los edificios preexistentes, potenciarlos, y lograr un funcionamiento más dinámico y funcional en favor del usuario.

EMPLAZAMIENTO

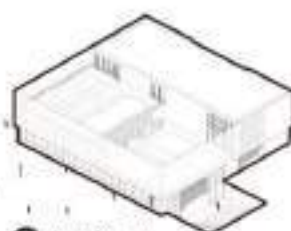


SECTORIZACIÓN DE USOS



1 Coworking para Startups

Empresas de desarrollo informático aplicadas al deporte de alto rendimiento.



2 Centro Deportivo

Canchas techadas y descubiertas + espacio de talleres deportivos de menor escala complementarios a la actividad del Club Golf & Chaves.



3 Hotelero + Clínica Deportiva

Núcleo semi-aislado que sirve a competición y a actividades de rehabilitación por parte de la clínica deportiva.

1 Superficies verdes 8.500 m²

2 Espacios estancos de actividades 2.400 m²

3 Recorrido bicicletas 2 Km

4 Recorrido peatonal 11.500 m²



Fachada Bar

Intervención sobre fachada preexistente - Visión social con baja condición de habitabilidad.



Fachada Plaza

Hitos de volumetría proyectada a edificar. Relación mediana a través de diseño vegetal.



PROYECTO

COWORKING + CENTRO DEPORTIVO
+ NATATORIO

El Edificio de Coworking, destinado a empresas de desarrollo informático aplicadas al deporte de alto rendimiento, se relaciona con su entorno por medio de su volumetría.

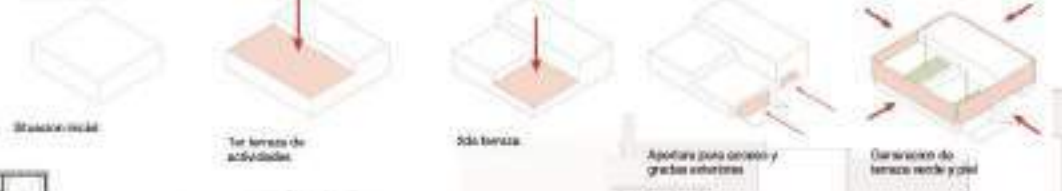
Contra Polideportivo, sobre una gran vía peatonal que le mira en el interior. Alberga cancha fechada y espacios deportivos acuáticos complementarios al Golf y Chaves.

El natatorio surge de la integración con los galpones deportivos del club, al cual se accede desde el exterior por medio de la topografía.

NATATORIO + CLÍNICA DEPORTIVA



EDIFICIO POLIDEPORTIVO



Situación inicial

Ter terraza de actividades

Sólo terraza

Aportara para acceso y graderías exteriores

Generación de terraza verde y piel

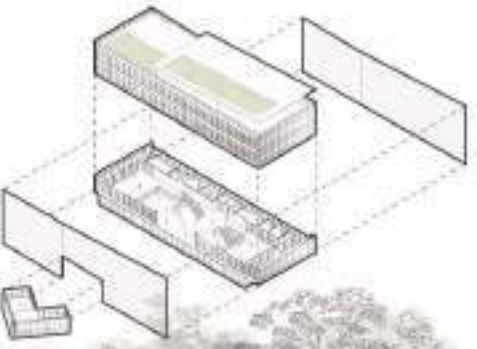


Nº CENTRO DEPORTIVO

IMP NATATORIO



EDIFICIO COWORKING



DESPEECE VOLUMETRICO COWORKING



Situación inicial

Rotación de PB

Cambio de primer piso

Emisión de frente

Generación de terraza verde y piel



Nº EDIFICIO COWORKING

02 / El Proyecto

EL SITIO

El barrio de Belgrano se encuentra en el corredor Norte de la ciudad de Buenos Aires. Se lo considera como uno de los barrios mejor consolidados de la ciudad y presenta gran diversidad de densidades edilicias. El barrio posee su propia identidad, que se refleja en la gran oferta cultural y en la vida cotidiana de sus espacios verdes.

Si bien su principal carácter es el residencial, alberga importantes centros comerciales, que se agrupan en las dos grandes arterias transversales: las avenidas Del Libertador y Cabildo. Sobre Cabildo, se conglomeran más de diez líneas de colectivos y el subte (línea D). Libertador, por su parte, funciona como la arteria automotriz, y entre ellas se extiende el viaducto del ferrocarril Mitre, que conecta la zona norte del conurbano bonaerense con la terminal de Retiro. De esta manera se pueden apreciar distintos tipos de usuarios, quienes forman y moldean la identidad y la vida del barrio, o usuarios permanentes, y aquellos que sólo lo utilizan para acceder a los medios de transporte o como conexión entre ellos.

Aun así, la falta de articulación urbana y la desconexión longitudinal afectan la experiencia de los usuarios transitorios, así como permanentes. El nuevo viaducto trajo consigo una solución a esta problemática, pero desveló nuevas. La traza del ferrocarril actúa como cicatriz y desnuda aquellos espacios residuales en desuso, que anteriormente quedaban escondidos entre medianeras.

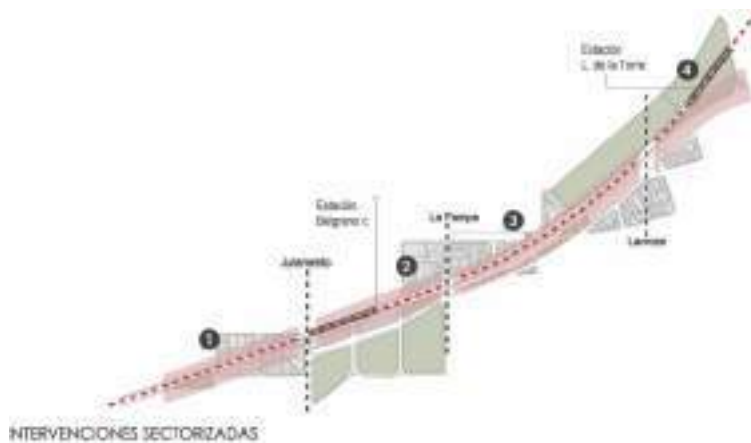
ANÁLISIS DEL SITIO

El disparador del proyecto de TFC se realizó en base a la búsqueda de problemáticas dentro de un sector determinado. Se eligió como sector al barrio de Belgrano y, consecuentemente, se determinó un polígono de análisis dentro de él. Dicha investigación abarcó múltiples variables, analizando los aspectos urbanos, como la presencia o falta de espacios verdes y la circulación automotriz y peatonal, como a su vez la programática. Se tuvieron en cuenta los factores económicos, sociales y culturales de la demográfica del polígono seleccionado.



Una vez desarrollado el análisis se determinó al nuevo sector bajo vía del FFCC Mitre como el aspecto más relevante de la zona. El siguiente paso se enfocó en la búsqueda de

terrenos linderos al viaducto, con cualidades destacables y con potencial de intervención. Se priorizaron aquellos terrenos donde la expansión hacia el bajo vía enriquecía situaciones pre existentes y solucionaba problemáticas de carácter urbanístico.



El bajo vía fue dividido en cuatro sectores, y se realizaron micro intervenciones sobre cada uno de ellos.

- 1) En un espacio adyacente a un edificio patrimonial (la casa de Lucio Mansilla), se encontró un terreno triangular en condiciones de expropiar. Debido a la forma del terreno y a las limitaciones del código, se determinó realizar un espacio verde, que funcione como atrio del espacio cultural, y donde se realicen instalaciones que informen sobre el patrimonio histórico del sector.
- 2) En el segundo sector, quedaron al descubierto las medianeras traseras de los edificios pertenecientes al barrio chino. Con la intervención se propone abrir estos comercios hacia el bajo vía armando espacios estancos al aire libre.
- 3) En este terreno funciona actualmente la terminal de colectivos. Se propuso crear un espacio urbano complementario a los parques de las barrancas y al ya existente corredor gastronómico al pie de la estación Belgrano C.
- 4) Finalmente, sobre Ollereros, entre Luis María Campos y Libertador, se propone reorganizar el boulevard para maximizar su uso. Este se ubica sobre la calzada sur y se expande la vereda, creando espacios exteriores para los comercios gastronómicos ya existentes.



INTERVENCION PRINCIPAL

El principal foco de atención se centró en el sector del viaducto correspondiente al Club Gath & Chaves. Esta parcela pertenece al gran sector verde de Belgrano, que incluye sus propias problemáticas. Los espacios verdes hacia el este del barrio, surgen como tierras ganadas al Río de la Plata que la urbanización de la ciudad ignoró por completo. El resultado provocó la aparición de clubes privados cuyo objetivo es enfocarse hacia el interior bloqueando su relación con la ciudad, o espacios públicos poco desarrollados, que no son utilizados por los usuarios permanentes del barrio ni contribuyen a la cotidianidad e identidad del barrio.

El objetivo de la intervención, fue expandir el porcentaje de áreas verdes e integrarlas a usos relacionados al barrio, para terminar de destruir la barrera que comenzó a eliminar la elevación del tren, intercalando edificios con programas específicos y espacios verdes adyacentes.

El resultado es un masterplan que expande y potencia el club, que se abre al barrio a través de sus tensiones y directrices y que soluciona necesidades reales a través de su programa.

MASTERPLAN LIBERTADOR

El protagonista del masterplan es el espacio verde. En primer lugar, se planteó el polígono como una extensión de naturaleza plena, y el proceso de diseño se basó en quitar solo la cantidad mínima y necesaria para volverlo funcional.

Se tuvo en cuenta el entorno inmediato para posicionar los espacios de actividades. Las zonas de esparcimiento se ubicaron en lugares anexos al edificio de viviendas, mientras que los campos deportivos se establecieron adyacentes al polideportivo. Estas áreas quedaron delimitadas a través de los recorridos peatonales y las ciclo vías.

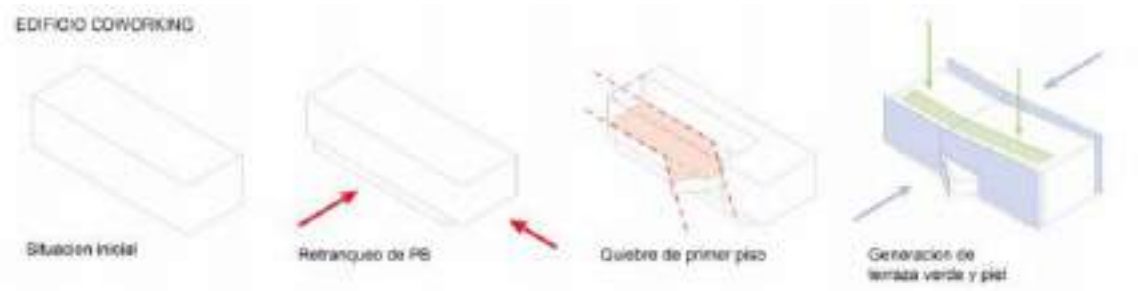
El recorrido peatonal conecta las áreas del masterplan y posee nodos en los cruces entre ellos, donde convergen los puntos de acceso a los espacios estancos del proyecto. La ciclo vía, se conecta al sistema de la ciudad e incorpora el sistema del masterplan.



Dentro de los edificios del programa, hay dos categorías. En primer lugar, Los edificios pre existentes, como los galpones del club y el edificio de viviendas sociales que es intervenido.

En segundo lugar, los nuevos edificios, que son un co-working, un gimnasio polideportivo y un natatorio semi-olímpico con una clínica de alto rendimiento.

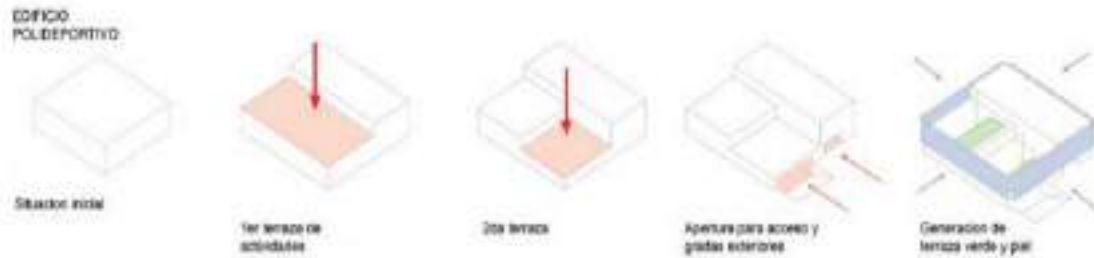
El edificio de oficinas se implanta sobre el extremo norte del proyecto ya que dialoga con el distrito laboral de la Avenida del Libertador. Fue diseñado como contenedor de nuevas empresas o start-ups especializadas en el desarrollo informático orientado al deporte profesional de alto rendimiento. Por ello, posee espacios especializados que responden a dichas necesidades, boxes cerrados y áreas de oficina abierta.



La forma del edificio de coworking surge de un proceso muy simple. Se determinan los espacios necesarios del programa y se modulan dentro de un prisma rectangular. Luego se realiza un quiebre en el primer piso con el objetivo de evidenciar la densidad programática de ese sector, que alberga el laboratorio especializado, y hacer hincapié en su importancia. La orientación de este nuevo volumen forma el acceso en planta baja y responde a las tensiones urbanas de la Avenida Libertador.

Coworking	Uenos	Vacios	Circ. Horizl	Circ. Vert	Servicios	Usos	Total
SS	800	-	140	83	567	-	800
PB	930	-	239	92	67	525	930
N1	980	136	239	101	58	579	980
N2	1001	55	239	101	58	573	1001
N3	1036	26	239	92	58	619	1036
TZ	1045	-	-	66	108	871	1045
Total m²	5792	217	1096	535	916	3167	5792

El gimnasio polideportivo se implanta en el centro del proyecto y tiene como objetivo completar la oferta de prácticas que faltaban en el club. Posee cuatro gimnasios cerrados, y dos terrazas a cielo abierto orientadas a prácticas alternativas. En concreto, posee un micro estadio accesible desde el exterior, canchas de básquetball, volleyball y esgrima, un muro de Wall climbing y gimnasio completamente equipados y otros espacios deportivos secundarios.



En el polideportivo, el proceso de diseño formal evidencia el uso de un módulo. En este caso, se dimensionó un gimnasio capaz de albergar múltiples actividades y se replicó de tal manera que quedarán gimnasios cerrados adyacentes a terrazas aprovechables.

Centro Deportivo	Llenos	Vacios	Circ. Hoztl	Circ. Vert	Servicios	Usos	Total
SS	1532	0	170	72	330	957	1532
PB	603	927	320	72	20	130	603
N1	1450	82	170	72	217	1010	1450
N2	1064	470	224	62	196	729	1064
Total m ²	4649	1479	884	276	763	2826	4649

El natatorio responde a la falta de piscinas en el club. Se lo hace trabajar en conjunto con el edificio de co-working y funciona como el lugar de testeo y experimentación de los desarrollos de las empresas, así como el sitio de entrenamiento y control para los deportistas.

Natatorio	Llenos	Vacios	Circ. Hoztl	Circ. Veri	Servicios	Usos	Total
SS	844	349	127	75	245	789	844
PB	545	547	187	45	40	218	545
Total m ²	1389	896	314	120	285	1007	1389



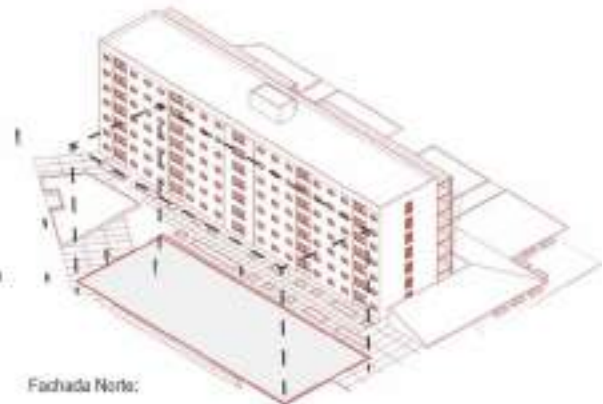
Finalmente, se optó por preservar el edificio de viviendas existente, e integrarlo a las actividades del club. Se rediseñaron todos los departamentos del interior, derribando vanos y formando límites virtuales entre espacios dinámicos. Además, sobre la fachada sur se agregó un sistema de bandejas metálicas que aportan habitabilidad y potencian las unidades, así como un ascensor hidráulico para incrementar la calidad de vida. Adyacente a la fachada norte, se eligió preservar el pulmón de manzana y convertirlo en un diafragma

que funciona como punto de encuentro entre las viviendas y las oficinas. Para finalizar, se construyó un subsuelo para quitar los automóviles de la vía pública, orientada al peatón.



Fachada Sur:

Intervención sobre fachada preexistente - Vivienda social con
baja condición de habitabilidad.



Fachada Norte:

Huelga de volumetría proyectada a edificar.
Relación medianera a través de diafragma vegetal.

03 / Marco Teórico

El análisis de la arquitectura y el espacio modular, requiere de una Investigación de base, para luego detallar las características que posee actualmente, cómo se relaciona con el programa y su capacidad para adaptarse a las necesidades básicas de una sociedad tecnologizada.

El principio elemental que constituye a la arquitectura modular es la realización de un sistema que permite cualquier tipo de modificación, variación, adición o sustracción sin comprometer los otros elementos.

El módulo es una herramienta de diseño, que está marcada por el pragmatismo, y la resolución de necesidades, y que atiende estéticamente al lado racional del cerebro. Estas ideas encuentran su fundamento en la teoría matemática de polígonos, que, en otras palabras, explica por qué a los humanos nos gusta ver elementos repetidos muchas veces de manera ordenada.

La teoría pertenece tanto a las matemáticas recreativas como a la física y recibió aportes de múltiples científicos, siendo reconocido el Dr. Solomon Golomb por su publicación sobre el comportamiento de los polígonos. En el campo arquitectónico, se ha utilizado como herramienta de diseño múltiples veces, como el caso de la Nakagin Capsule Tower, de Kurokawa, perteneciente al movimiento metabolista.

Si bien el enfoque de esta investigación es el módulo contemporáneo, el concepto de 'módulo' se remonta a la antigüedad. El tramo románico, por dar un ejemplo, es un caso concreto de repetición modular. El gran cambio en la utilización de esta herramienta, ocurre cuando se abandona el estudio formal del mismo a través de los medios tradicionales, es decir lápiz y papel, por el uso de herramientas digitales. Se comenzó con programas de dibujo en 2d, y a medida que la tecnología avanzó aparecieron los softwares de modelado en tres dimensiones, que facilitaron la implementación de ideas que serían imposibles de plasmar con las herramientas analógicas. A partir de este momento se consolida el cambio de paradigma, ya que los motivos de su uso, su implementación, su estudio formal y geométrico y su carácter constructivo se han modificado por completo.

La evolución del módulo contemporáneo comienza en el siglo pasado. Durante la etapa modernista se hizo uso del módulo para representar ideas innovadoras que buscaban acompañar el avance industrial del siglo XX. Las obras eran a menudo conceptos, como el Habitat 67 de Safdie, o aquellos que sólo seguían la organización modular a nivel formal. En otros casos, se inicia con un manifiesto teórico que luego culmina en obras, como es el caso del Modulor de Le Corbusier, y su Unidad Habitacional en Marsella.

Si bien se replanteó el motivo de la repetición, a menudo utilizándolo como respuesta a las crisis habitacionales de la posguerra, los limitantes de las herramientas de diseño analógicas encasillaron a los proyectos dentro de geometrías contenidas o morfologías simples. A lo largo de este período, el enfoque se dio en ciertos aspectos por separado, que se unificaron dentro del intelecto colectivo.

La principal diferencia entre estas implementaciones del módulo radica en el enfoque arquitectónico. Los arquitectos del siglo XX propusieron un uso de la herramienta como una nueva propuesta ideológica, que vino acompañada del positivismo. Se buscó enfocar el proceso de diseño desde los lineamientos matemáticos y se encontró en la arquitectura modular la herramienta para definir un estándar universal y replicarlo.

Por otra parte, los arquitectos contemporáneos se posicionan en un contexto mundial distinto. La conexión constante unifica a todos los pueblos y ante un estado de comunicación e influencias cruzadas, la identidad de cada lugar corre peligro. El contexto mundial en el que deben ejercer la arquitectura, no es una sociedad que hace sus primeros pasos en la comunicación internacional, sino una sociedad completamente tecnolozada. El foco de la arquitectura ya no está en generar ideas aplicables en cualquier contexto, sino en preservar, por medio de esta, la identidad cultural de una zona. No se niega el pasado ni sus raíces, por el contrario, se buscan preservar los materiales y las técnicas constructivas de la comunidad. Se limitan las búsquedas a través del impacto visual y se diseña con pragmatismo y austeridad. Se encuentra en la arquitectura modular, una herramienta de diseño que busca responder a necesidades comunitarias, que se adapta a todo tipo de situaciones geográficas y que posee capacidades constructivas de bajo costo.

Asimismo, esta mirada es reciente, y nace a partir de la recesión económica mundial de los últimos tiempos. En las décadas pasadas, gozando de la bonanza económica de los estados poderosos y de las grandes empresas privadas, el enfoque arquitectónico estuvo puesto en la singularidad creativa. El contexto favorecía la exploración individual de conceptos abstractos dejando relegada la arquitectura modular, frecuentemente usada de manera pragmática como solución efectiva y económica de problemáticas. La corriente actual del diseño arquitectónico se distancia del famoso “efecto Guggenheim” en el que se tendió a caer durante los 90’s. Freddy Massad, escribe en su libro *Crítica de Choque: “En un tiempo sometido a la obligación de lo superlativo, el “efecto Guggenheim” inauguró una era de florecimiento de “arquitectos de imagen que valen por sí mismas”, por su atractivo, su dimensión espectacular”*

El estudio OMA realizó el proyecto de uso mixto “BLOX” en el puerto de la ciudad de Copenhague. El edificio se alza como un hito arquitectónico, que generó sentimientos encontrados en los habitantes de la ciudad. La mayoría de los ciudadanos coincide en el impacto visual del edificio, pero critican su falta de comunicación con el entorno histórico donde se sitúa.



Figuras A, B y C. Relación del proyecto con su entorno. Fuente: <https://oma.eu/projects/dac-blox>

Ante estos comentarios, Hellen Von Loon, arquitecta a cargo del proyecto, expresó: *“We had discussions with the locals because they found this building far too modern and far too massive in relation to the historical islands, we tried to make the building lighter on that end, but we still had discussions, which you know, I consider a bit weird (rie)”*

La respuesta de Chris Precht, al reflexionar sobre el mismo tópico, se distancia de la de su colega. En su libro, titulado “Book of Penda”, escribe: *“With the domination of the ‘International Style’ with concrete frames and curtain walls, our buildings became mostly unanimous and uninspiring. It made our cities look alike disregarding culture or climate.”*

Naturalmente, no se pone en duda la habilidad de arquitectos de renombre, como Rem Koolhaas o Renzo Piano. Su compromiso con la identidad del contexto se ve claramente al detectar que estos arquitectos utilizan distintas técnicas de acuerdo al emplazamiento de su proyecto. Por ejemplo, priorizando la arquitectura modular en las culturas más allegadas a la técnica, como los países escandinavos. En esta última comparación, las similitudes proyectuales son mayores que las diferencias, y se entiende que las búsquedas singulares del pasado poseían sentido en aquel contexto mundial. Las diferencias con la metodología actual aparecen cuando se aplica sobre los proyectos un filtro social, que introduce conceptos como la austeridad visual, la sostenibilidad o la construcción en comunidad.

No resulta sorprendente encontrar diferencias ideológicas entre proyectos pertenecientes a períodos distintos, pero aun así surge una incógnita, que radica en cómo se expresa este cambio en el diseño. La respuesta es sencilla, y al mismo tiempo, fundamental.

En el pasado, se entendió el módulo como una **unidad de medida**. La experimentación no llega más allá de la búsqueda formal, y el foco está puesto en la estandarización matemática de los espacios de actividades. Se busca realizar un manual único aplicable universalmente, y el uso del módulo pasa a ser una herramienta más de la filosofía modernista.

Actualmente, se lo entiende como una **unidad de programa**. Se establece una unidad modular básica, pero esta jamás será única, sino todo lo contrario. Mientras más variables programáticas tenga cada unidad modular, más rico y detallado se considerará ese proyecto. Se considera al módulo, no como un reglamento estándar de dimensiones, sino como un espacio con la capacidad de recibir programa y replicarlo. Además, la búsqueda

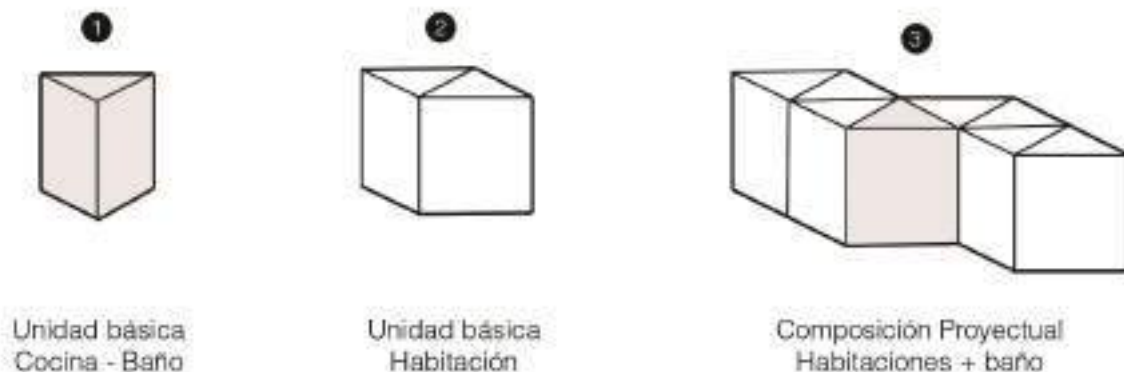
morfológica se amplía más allá del cubo o prisma rectangular, explorando otras posibilidades que dan como resultado proyectos de gran riqueza formal.

Estos conceptos se ven plasmados en el proyecto 'Comuna Yervas del Paraíso', de IR Arquitectura. Se establece un módulo triangular, ya que, a diferencia del cubo, este se adapta mejor al contexto boscoso del emplazamiento. Se determinan en base a esta unidad modular dos usos de servicio, el baño y la cocina. La habitación básica, en cambio, se forma con un bi-módulo.



Figuras D, E y F. Morfología. Fuente: <http://www.irarquitectura.com/comuna-yervas-del-paraiso>

Con estas dos pautas, se inicia el proceso de repetición modular, generando habitaciones comunales, intercaladas con módulos sanitarios y adyacentes a vacíos, también modulares, que forman patios. El proyecto se desarrolla en el linde de un monte, rodeando los arboles pre existentes. El sistema funciona a la perfección, y ya que es un poliomino libre, puede expandirse cuanto sea necesario sin sufrir consecuencias.



En la comuna se utiliza la morfología para adaptarse a su entorno incluso en el ámbito rural, y en el proceso, se obtiene una gran riqueza proyectual, intercalando espacios de uso, con semi cubiertos y patios internos. Su naturaleza programática le permite una expansión ilimitada a medida que crezca la comunidad, y los espacios modulares garantizan

estructuralmente dimensiones aprovechables para los posibles usos a futuro. Además, se arraiga a su entorno a través de sus recursos. Se utiliza madera como material, ya que es obtenible en el lugar y de fácil reforestación, y se utilizan métodos constructivos comunes de la zona, para evitar la necesidad de capacitación formal. Para profundizar este arraigo, los arquitectos construyeron el proyecto junto con sus usuarios, brindándoles las herramientas de diseño para que ellos realicen sus propias expansiones y tomen decisiones en base a nuevas problemáticas sin la necesidad de acudir nuevamente al diseñador.

La adaptabilidad es otro de los grandes factores que impulsa el diseño modular. Se busca que los edificios sean adaptables a su entorno, pero también en base a sus recursos.

En su presentación en el simposio *ISPCS*, *Bjarke Ingels* expresa: *“By simply repeating stacks and giving them a gentle push we can follow even organic curves and adapt to any urban situation. Adaptability is one of the greatest driving forces of Architecture”*. Los contextos urbanos consolidados, obligan a los arquitectos a encontrar soluciones originales, donde se aprovechen al máximo los metros cuadrados de superficie. De esta forma, se pueden apreciar dos ramas dentro del mismo concepto: la adaptabilidad al entorno, y la adaptabilidad a la funcionalidad futura.

El primer concepto enmarca la relación con el entorno, por medio de su volumetría y lenguaje, la relación con su contexto social por medio de sus técnicas constructivas y su materialidad y la capacidad del edificio de ser modificado. El segundo, en cambio, se refiere a la habilidad de un mismo proyecto de atender a las necesidades del presente tanto como del futuro, y está conectado a su técnica constructiva. Un edificio se considera adaptable a futuro si tiene la capacidad de albergar múltiples programas, y esto se logrará si se pueden modificar las dimensiones de los espacios, si se pueden añadir otros nuevos o retirar aquellos que queden inutilizados.

El concepto se expande a la vida útil del edificio. En la antigüedad, los edificios se construían para que durasen cientos de años. Actualmente, en cambio, los edificios pueden quedar obsoletos en pocas décadas. El objetivo de generar unidades con múltiples variantes, y espacios de uso mixto, es evitar esta posibilidad y prolongar la vida útil del proyecto. Chris Precht expresa su preocupación en su presentación en el *ASA FORUM 2018*, donde dice: *“Buildings have a lifespan, they grow old and then need to be deconstructed, just like us. This is an issue that tends to be extremely overlooked”*

Conecta este concepto también al aspecto constructivo y material: *“Resources are getting scarce; we need to respond in a way of reusing materials on the afterlife of a building.”* Esta constante tiene casi tanto peso como el aspecto constructivo, y van de la mano.

La principal razón que justifica el uso de módulos para construir, es su practicidad constructiva. Es contraproducente hacer arquitectura modular en la actualidad por medio de materiales húmedos, no reutilizables. Los procesos constructivos son estandarizados,

ya que pertenecen al sistema y son estos quienes permiten ampliaciones o modificaciones sin perjudicar al conjunto.

El proceso constructivo también se desarrolla a partir de un sistema. Este sistema se compone de cinco categorías, yendo desde lo más abarcativo y exterior hacia el interior, y son: el sitio, la estructura, la piel, los servicios y el espacio. La prefabricación hace posible todos ellos exceptuando, por razones obvias, al sitio.

En un área urbana o sub urbana, de límites acotados o de gran movimiento, la rapidez de los materiales prefabricados, o incluso módulos de programa enteros, será crucial para la obra, ya que permiten construcciones poco molestas en cuanto a ruido, y económicas por requerir de una menor cantidad de mano de obra, y por menos tiempo.

La estructura puede ser sólida, como el hormigón, o de armazones. En estas últimas los materiales industriales son aún hoy los más utilizados, ya que permiten una precisión mayor y garantizan una reutilización efectiva. Aun así, la madera toma fuerza ya que permite un uso y crecimiento sostenible, por medio del proceso de reforestación.

Se llama pieles a las envolventes o todo aquello que delimite interiores de exteriores. Su función principal es la protección de los elementos exteriores. Además, es la piel la que da el lenguaje al proyecto, la que expresa el carácter del edificio y su relación con la comunidad.

Los servicios pueden producirse como módulos unitarios separados y autosuficientes que se localizan dentro del edificio donde sean convenientes.

Los espacios son los que brindan la experiencia de vivir la arquitectura, y se solucionan constructivamente a través de la materialidad, como la madera, el metal o polímeros.

El aspecto formal, el aspecto ideológico, y el aspecto constructivo son los tres grandes pilares sobre los que se basa el estudio del módulo. Cada uno permite un análisis aún más profundo, que se enriquece al aplicarlo sobre casos concretos, tanto a nivel local como mundial.

En los siguientes capítulos, se hará un análisis extenso de los dos recursos presentados para el uso del módulo, la unidad de medida y la unidad de programa, en la arquitectura contemporánea. Este estudio se enfocará a través de la incorporación de los desarrollos tecnológicos como herramienta de diseño, y a su vez de la naturaleza pragmática de los proyectos para responder a su programa.

Luego, se estudiarán detalladamente las soluciones constructivas a través de la prefabricación: su evolución histórica, su uso actual en la industria, y sus posibilidades a futuro por medio de la automatización y de la impresión 3D.

Para finalizar, se desarrollará una conclusión, donde se reflexionará sobre los conceptos estudiados y se definirá la esencia de la herramienta en base a los resultados del análisis.

4.0 / El módulo como unidad de medida

Al hablar del uso del módulo en el mundo actual, atendiendo a los lineamientos de la sociedad tecnologizada, se hace énfasis en el concepto de 'módulo como unidad de programa'. Aun así, esto no significa que se haya descartado por completo el uso de la herramienta como una unidad de medida. Y si bien no suele implementarse en la búsqueda visual del proyecto, este entendimiento del recurso se hace presente en múltiples diseños, y por medio de distintas operativas.

El uso de la unidad de medida está ligado, en un primer lugar, a la influencia de la industria. La vasta mayoría de los proyectos que utilizan este recurso se hacen en base a reciclajes de materiales industriales, estandarizados, que reducen los costos de construcción, y en el proceso limitan la búsqueda arquitectónica. Este es el caso del *Cancer Centre*, del estudio neerlandés MVRDV.



Figuras 1 y 2: Vistas del Cancer Centre, Amsterdam, 2019.

Fuente: <http://www.arquitecturaenacero.org/proyectos/edificios-de-equipamiento-y-servicios/cancer-centre-de-amsterdam>

El hospital dedicado al estudio del cáncer en Amsterdam recibió una fuerte inversión y necesitaba ampliar sus instalaciones de manera urgente. De esta forma, el estudio tomó decenas de contenedores inutilizados, y posicionándolos en una grilla modular creó un prisma autocontenido que albergaba los nuevos espacios requeridos. Para evidenciar los usos del programa, utilizó colores. El rojo corresponde a los usos administrativos, mientras que el azul corresponde a las áreas de investigación.

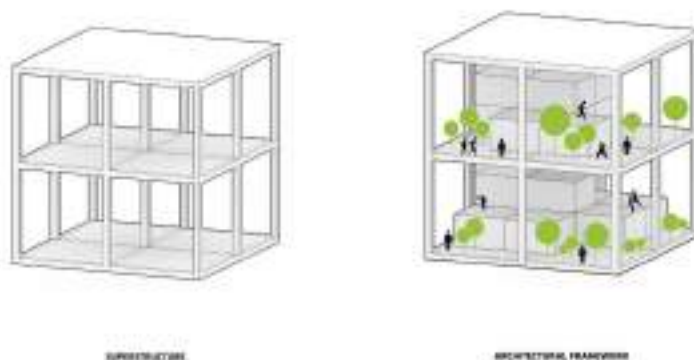
El estudio hace uso de las posibilidades de diseño que permite la repetición modular para crear espacios aprovechables. Todos los locales tendrán dimensiones estándar delimitado por las medidas del container, que funciona como unidad básica del sistema.

Esta operatoria surge en base a las necesidades de la innovación tecnológica. Los tiempos que exige la industria de la investigación son cada vez más cortos, y la constante reinención de los dispositivos requieren construcciones rápidas y efectivas. Un centro médico no puede permitirse demorar años en construir sus expansiones, ya que en ese

período los elementos utilizados pueden quedar obsoletos. La arquitectura modular ofrece dos soluciones. En primer lugar, utilizando los containers como unidad de medida básica, ofrece la posibilidad de levantar el edificio en tan solo semanas y a un costo menor. En segundo lugar, el proceso de repetición de prismas rectangulares certifica su adaptabilidad futura. Los espacios serán aprovechables para cualquier situación requerida en el futuro, y en caso de requerir modificaciones, el sistema permite reemplazar aquellos usos obsoletos por otros nuevos.

En otros casos, la unidad de medida queda conectada al módulo estructural. La repetición se da en base a las luces que soporte la estructura y se crean espacios capaces de albergar el programa en su interior. Este método se utiliza en el proyecto '670 Mesquit' de BIG. Se ideó como un conjunto de edificios que contiene un volumen de oficinas, 250 unidades habitacionales y dos hoteles. El módulo se plantea desde una super estructura que contiene en su interior hasta cuatro niveles, y que se dividen según su función programática (departamentos, oficinas, habitaciones de hotel). Dentro de cada una de estas superestructuras funciona un pequeño edificio en sí mismo con usos primarios, así como de servicio.

Se establece una grilla en el terreno y se realiza el proceso de repetición modular teniendo en cuenta los llenos y los vacíos. Es decir, que en ciertos lugares se dejan módulos huecos donde se forman caminos peatonales que conectan los edificios o espacios estancos de esparcimiento dentro de un volumen.



Figuras 3 y 4. Composición de la estructura. Fuente: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/802738/big-revela-su-nuevo-proyecto-para-el-distrito-de-artes-de-los-angeles>

El resultado final, si bien es funcional, puede visualizarse de manera grotesca. Esto se debe a las dimensiones del proyecto, y a la relación entre el presupuesto y los recursos utilizados. El diseño debía responder a una imagen atractiva y comerciable, y al mismo tiempo, requería una organización muy precisa para relacionar todos los usos de la manera adecuada.

Si bien el diseño pone en relevancia al programa, prima la unidad de medida ya que es la modulación estructural y no su uso la que determina el sistema. La razón por la cual se

generan módulos programáticos es, simplemente, por las descomunales dimensiones de la súper estructura.

Otros ejemplos, por medio de escalas mas acotadas, logran resultados ideales combinando a la perfección todos los conceptos explorados.

El proyecto *Quintana 4598* de *IR Arquitectura* forma un edificio de viviendas a través de lógicas modulares en un terreno de 12x8,66m dentro de un contexto urbano. Establece una grilla, siendo la unidad básica el metro cuadrado. Así forma las viviendas, que en sí mismas, también son unidades modulares.

La estructura sigue la misma lógica y al igual que en *Mesquit 670* y en el coworking, las medidas se delimitan de tal manera que en su interior albergue un programa determinado. En este caso, se crea un gran mueble que contiene los usos de cocina, baño, placard y sector cama, comprimiéndolos contra el lado ciego de la vivienda. Así, se maximiza el espacio libre y dinámico, que permanece indefinido, y le otorga cierta adaptabilidad futura al conjunto.



Figuras 5,6 y 7. Axonometrías del conjunto y de las unidades modulares. Fuente: <http://www.irarquitectura.com/filter/construido/quintana-4598>

Se considera que el edificio posee una adaptabilidad moderada, ya que el uso de la vivienda queda definido por el módulo de servicios. La tecnología, en este caso, no se utiliza para enriquecer las posibilidades del programa sino para afianzar y asegurar el correcto funcionamiento del uso actual.

Los cerramientos funcionan como un módulo en sí mismos. El cerramiento interior, la expansión de terraza y el limite exterior son un mismo elemento prefabricado y estándar modelado en 3d y confeccionado con policarbonato. El resultado final es un espacio más aprovechable que un simple balcón y a menor costo.

4.1 / EL MODULO COMO UNIDAD DE MEDIDA / APLICACIÓN AL PROYECTO

Esta misma lógica de contener programa dentro de módulos estructurales se ve presente en el edificio de coworking del masterplan Libertador. Así como el proyecto de IR Arquitectura busca dar un giro a la unidad de medida a través de su programa, haciendo hincapié en el enfoque tecnológico, existen otros ejemplos que consiguen el mismo resultado aplicando estos conceptos a través de búsquedas distintas.

La operatoria comienza estableciendo un módulo estructural de 7,5x8m que contiene los servicios y la circulación, comprimiéndolos hacia un costado de la planta. Esta acción permite liberar las áreas de trabajo que están conformadas por otro módulo de 7x10m. En esos espacios se generan zonas abiertas de trabajo colaborativo, así como *boxes* cerradas de investigaciones reservadas, que también funcionan como salas de proyección.

Con el objetivo de reinterpretar esta operatoria, se realizó un quiebre del módulo central en el primer piso, que rompe el prisma rectangular y se proyecta sobre el espacio urbano. Además de formar el acceso de planta baja, le otorga jerarquía al uso programático de ese espacio, que es el laboratorio de investigación para start-ups especializadas en innovaciones tecnológicas con orientaciones deportivas, y que da nombre al edificio.

La unidad de medida fue el recurso que inició el proceso de diseño en base a módulos en la antigüedad y es una práctica que está presente en la arquitectura hasta en los proyectos más recientes. Su evolución es necesaria y evidente, y si bien, en algunos casos, no permite explotar al máximo ciertas búsquedas personales, asegura la funcionalidad del proyecto y resulta una solución efectiva, que, en múltiples casos, prima por encima de la complejidad formal. Especialmente, en el contexto mundial de recesión actual, y con mayor urgencia en los países en vías de desarrollo.

Aun así, la urgencia de resolución de ciertas carencias no implica una reducción en la calidad arquitectónica por sí misma. Está en la habilidad del diseñador y en su propio criterio tener o no la capacidad de crear buena arquitectura bajo ciertos limitantes.

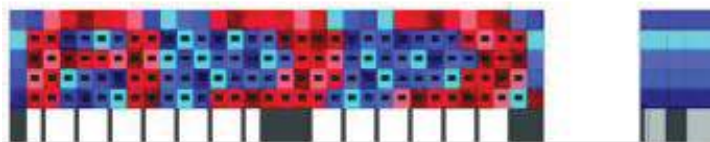
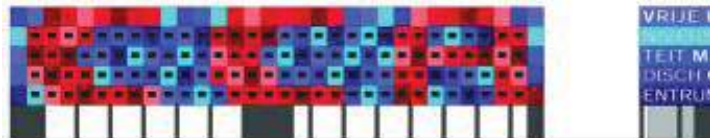
En algunos casos se elimina por completo el aspecto de diseño y se limita a solucionar pragmáticamente la necesidad del usuario. En otros casos, como en el edificio de coworking, se potencia la capacidad del módulo de medida para crear espacios únicos y de calidad que no solo funcionen como un contenedor sino como un ambiente en sí mismos.

Cancer Centre - MVRDV

● Ubicación: Amsterdam, Países Bajos

● Edificio de investigación

Expansión temporal (2005-06) para investigaciones especiales y de corta duración.



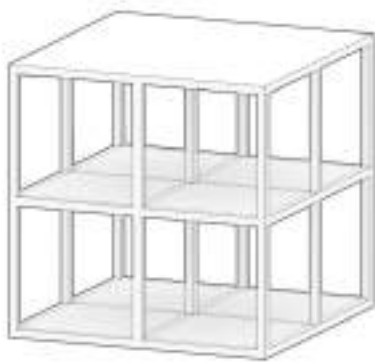
670 Mesquit - Bjarke Ingles Group



● Los Ángeles, California, USA, 2020

● Edificio de usos mixtos

Contiene un edificio de oficinas, mas de 250 viviendas y dos hoteles.



SUPERSTRUCTURE



ARCHITECTURAL FRAMEWORK



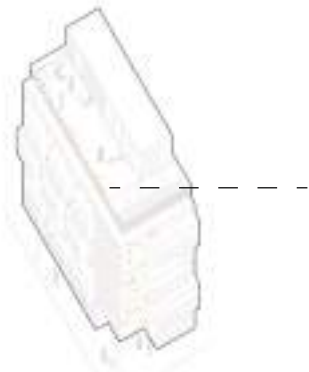
Quintana 4598 - IR Arquitectura



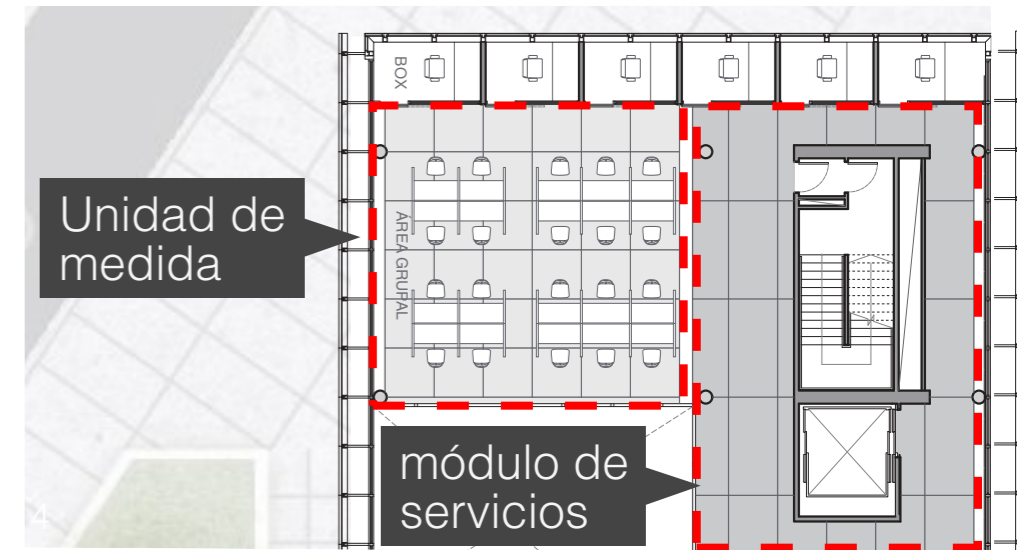
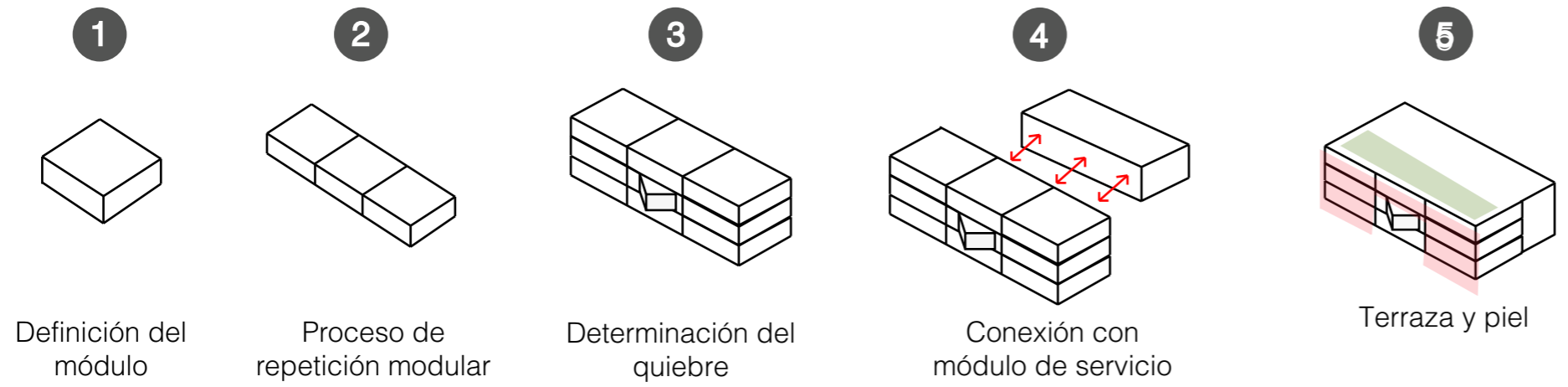
● Ubicación: Saavedra, Buenos Aires, 2013

● Edificio Residencial

Contiene 12 unidades de viviendas unitarias y una terraza verde comunitaria con espacios de uso común



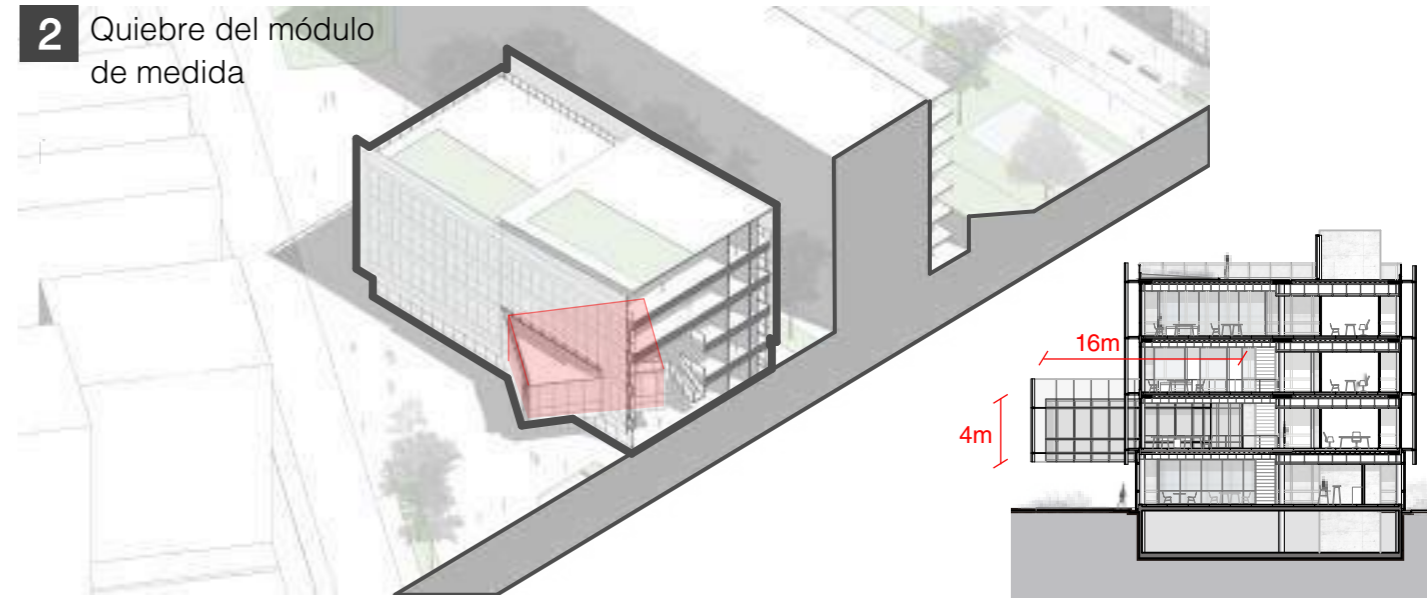
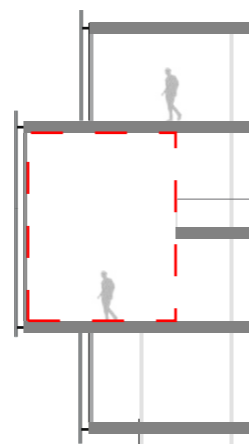
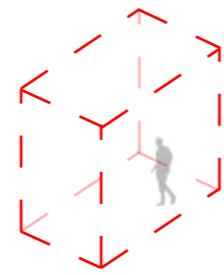
El módulo como unidad de medida - "The Lab" / Masterplan Libertador



Ejecución de los conceptos

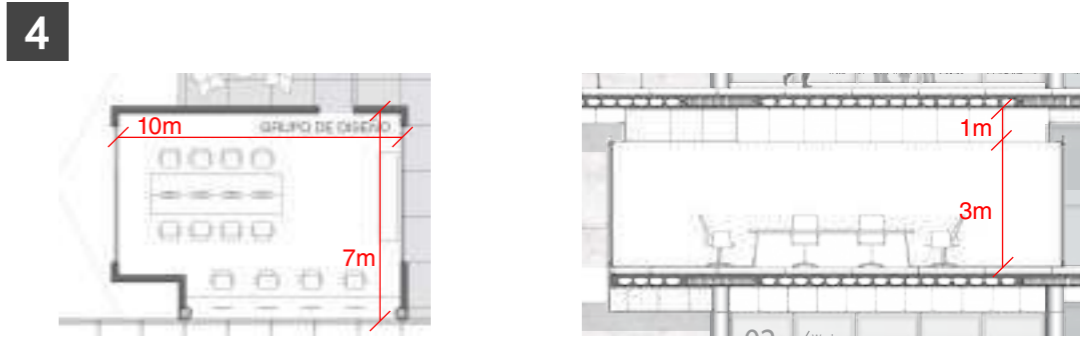
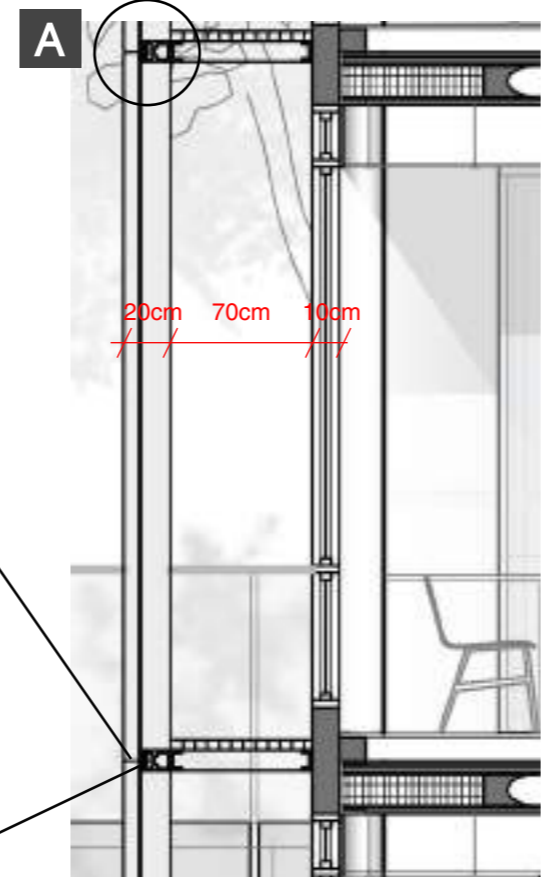
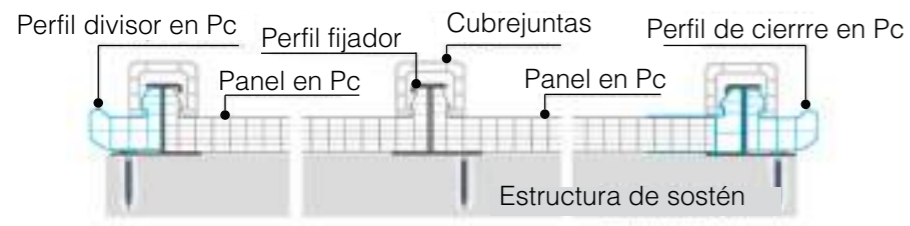


El módulo se trabaja en sentido espacial, sin usos específicos



Eliminación de módulos para generar vacíos

3 Aberturas y estructura de la piel



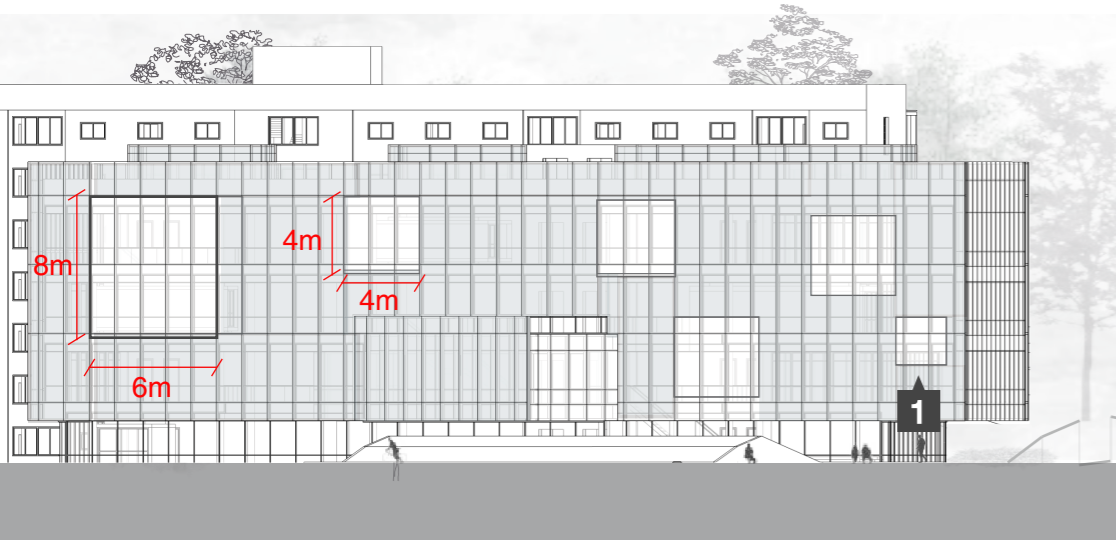
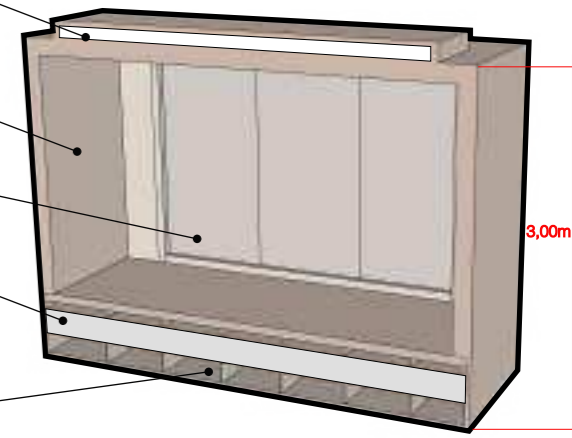
Caja de ventilación
0,5m de profundidad. Alberga AC.

placas de madera laminada
01,20m x 0,6m x 0,03m

Panel de vidrio
DVH acústico

Losa prenova
premoldeado in situ

Estructura del cielorraso
montado con estructura metálica



5.0 / El módulo como unidad de programa

La naturaleza efímera de los usos actuales llevó al cambio de enfoque dentro de la utilización de arquitecturas modulares. La implementación de la unidad de programa surge en el siglo pasado, pero aún atada a conceptos antiguos como la estandarización de los espacios, los proyectos realizados sufrieron importantes falencias dejando a menudo organizaciones rígidas que tuvieron el efecto opuesto al deseado.

Las oportunidades de diálogo que permiten las plataformas digitales y las redes sociales acercan la opinión del cliente o usuario a la del diseñador. El concepto de la unidad de programa sólo es una consecuencia lógica de esta situación. La necesidad de generar sistemas adaptables, además, también tiene su razón de ser en la innovación tecnológica y es una respuesta a las conductas de la sociedad actual. Las prácticas y los usos son cambiantes y dinámicos. Los usuarios mismos, y sus familias, modifican su manera de habitar los espacios constantemente, ampliando su familia o reduciéndola para vivir en solitario. La necesidad de obtener la posesión de una vivienda fija y de formatos tradicionales ya no es una prioridad y un usuario es capaz de mudar su lugar de residencia múltiples veces. Para responder a las conductas del usuario actual sin caer en la obsolescencia, el proyecto requerirá potenciar los dos aspectos conectados a la adaptabilidad. Su relación con el entorno, y su proyección a futuro.

La idea de pensar al módulo como el espacio arquitectónico capaz de recibir un programa y replicarlo, acompañada de la catalogación y la customización personal, abre posibilidades infinitas, permitiendo crear sistemas y proyectos que admitan las modificaciones necesarias para lograr ser adaptables a cualquier entorno.

Esta afirmación es la que le da inicio al proceso de reinención de la vivienda que realizó el estudio Alonso & Crippa en su vivienda conceptual llamada *U N A C A S A*. El programa se define como una vivienda individual maleable e industrializada.

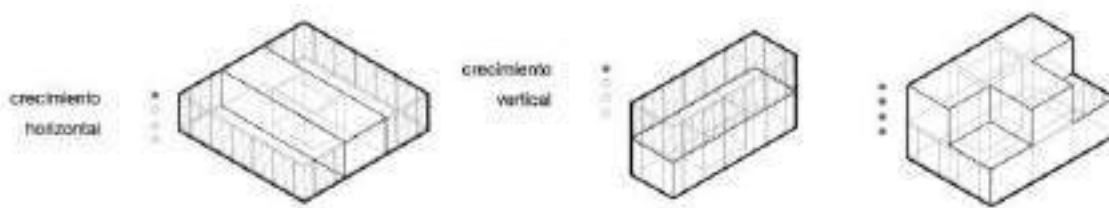
La idea surge a partir de la relación entre los dos principales componentes de la casa. La infraestructura, como los servicios sanitarios y de cocina, así como el mobiliario fijo, y la envolvente, que contiene a los cerramientos. El primero puede mantenerse constante más allá de los cambios a medida que el segundo, la envolvente, varía o se expande.

Antes de determinar el diseño, se fijó un paralelismo con la industria automotriz. La casa debía responder a las necesidades variables del usuario, de la misma manera que el modelo de auto *Ford T* lo hizo en su momento, y que significó el principio de la comercialización masiva de autos industrializados. Aun así, esta comparación solo queda en la metáfora, ya que una casa no es un auto, y tiene constantes que requieren otro análisis, como la permanencia y el arraigo.



Figura 8. Comparación entre la industria automotriz y el proyecto. Fuente: <http://www.alonsocrippa.com.ar/pagina/proyectos/uca/uca.html#top>

La manera de pensar la casa como un producto industrializable es planteándola como un sistema abierto que permita distintos modos de habitar por medio de la relación de espacios indefinidos adyacentes a módulos de infraestructura. Se establecen tres de estos módulos. Uno de cocina, uno de baño, y otro de guardado o placard. Luego, se determina el módulo de envolvente, que en su indefinición adquiere dinamismo. El sistema permite hasta cuatro módulos de envolvente por cada uno de infraestructura, y el crecimiento de la vivienda se puede dar tanto horizontalmente, verticalmente o de forma híbrida.



Figuras 9, 10 y 11. Variables de crecimiento. Fuente:

<http://www.alonsocrippa.com.ar/pagina/proyectos/uca/uca.html#top>

El estudio se permitió realizar una serie de variantes en cada clima de nuestro país para ilustrar el concepto, ya que, en definitiva, ese es el objetivo del proyecto. Realizar un diseño donde el usuario, por medio de la customización y la variabilidad, reflejados a través de un catálogo, pueda elegir el estilo de vivienda más acorde al contexto en el que se sitúe.

El resultado final es la creación de una solución universal, que por medio de su adaptabilidad no se siente forzada ni impuesta, sino que permite el arraigo y tiene en cuenta las estrategias regionales de diseño.

Por ejemplo, para la vivienda implantada en el noreste argentino, en un área de clima árido y de temperaturas desérticas, se forma una casa que mira hacia el interior. Se inicia con un módulo de envolvente vacío en el centro que adopta el rol de patio interno, rodeado de cinco módulos de envolvente más que forman los usos de la casa unidos a tres módulos de infraestructura, uno por cada tipo de necesidad.

El concepto ideado por el estudio Alonso & Crippa funciona a nivel teórico. Dado que esta idea es muy reciente, aun no se ha podido implementar, por lo tanto, queda pendiente determinar con qué nivel de éxito se logren extrapolar los conceptos al plano de la realidad constructiva.

Dentro del plano construido existen dos tipos de proyectos. En primer lugar, están los que solo hacen uso de la unidad de programa como enfoque formal del proyecto, y en segundo lugar están aquellos que llevan el concepto a ser partícipe de todas las constantes del diseño. *LEGO House*, de *BIG*, pertenece al primer grupo.

El proyecto se plantea desde la implementación constructiva real de la lógica que plantean los lardillos *LEGO*, y encuentra a través de la unidad de programa un recorrido espacial a través de los usos tanto en el interior como en el exterior.

El terreno de emplazamiento se da en una manzana libre, otorgando al edificio una explanada urbana sobre la que desarrollarse. Aprovechando ese potencial, se establecen ocho volúmenes modulares con usos específicos, que se relacionan a través de la plaza

pública. Luego, se establece la unidad de programa determinada, que es la sala de exposición, y superponiéndolas unas con otras se forma el recorrido interno a través de las distintas instancias que propone el museo. Se corona el edificio con una unidad modular distinta.



Figuras 12, 13 14 y 15. Proceso compositivo. Fuente: <https://big.dk/#projects-leg>

En este proyecto la unidad de programa está presente en cada uno de sus volúmenes, y es la que regula el impacto visual del conjunto. Aun así, la búsqueda no va más allá de la forma, y esto se da porque el proyecto no lo necesita. No requiere ninguna solución constructiva ingeniosa ya que posee un buen presupuesto. Al ser un museo orientado a preservar la historia de la empresa, tampoco debe preocuparse por su funcionalidad a futuro. El edificio es una gran bóveda para preservar los logros e hitos de la compañía.

La libertad de la que goza al proyecto se ve reflejada en su uso. El edificio se puede recorrer tanto desde el exterior como desde el interior. La gran plaza central es pública y de libre acceso, y actualmente funciona como una gran atracción para los residentes de Billund.

Existen otros proyectos donde los recursos son más acotados, y los diseñadores se ven obligados a encontrar soluciones no convencionales para cumplir con las problemáticas del encargo. La *Casa AA* de *IR Arquitectura*, ubicada en la localidad de Tortuguitas en Buenos Aires, utiliza el módulo como unidad de programa para resolver múltiples necesidades a través de la misma operatoria.

El proyecto se puede dividir en dos sistemas, uno formal y el otro constructivo. El primero es una secuencia de 4 variaciones de una misma sección conformadas por uno o dos planos inclinados. Cada sección alberga paquetes de programa (dormitorio principal-baño-vestidor, invernadero-escritorio, galería-estar-cocina y dormitorios secundarios-baño-

cuarto de juegos) que aprovechan al máximo la disposición espacial de cada sección. Estos pares programáticos se posicionan en la planta repartiéndolos usos en dos sectores diferenciados, adultos y niños, mediados por un espacio fuelle comunitario.

El segundo, el sistema constructivo, es el que hace posible la disposición de los espacios. Se optimizan los recursos al máximo formando paneles a partir de tres procesos constructivos distintos. La madera es laminada, las mallas son prefabricadas e industriales, y la aislación se construyó en el sitio por medio de técnicas tradicionales utilizando mezclas de adobe. Para la estructura, el material elegido fue la madera, por su proximidad a la fuente de materia prima y producción. Además, al utilizar madera laminada para las vigas, se pueden permitir luces mayores donde el programa requiera eliminar los límites murarios o columnarios de una sección.



Figuras 16 y 17. Axonometría, y módulo de sección. Fuente: <http://www.irarquitectura.com/filter/construido/casa-AA>

La riqueza funcional del proyecto está en su adaptabilidad. Con respecto a su evolución futura, las grandes luces del sistema estructural y la capacidad retráctil de los cerramientos permiten modificar los espacios adaptándolos a medida que surja la necesidad. Con respecto a su entorno la casa adopta un compromiso doble.

Por un lado, se mimetiza con el entorno boscoso, por medio de su materialidad y lenguaje. El uso de la madera y los techos verdes, además de aportar sostenibilidad, le dan identidad a la casa. El arraigo que se produce ubica a la vivienda necesariamente en ese emplazamiento provocando una relación orgánica. El compromiso extra se da bajo una particularidad de la zona. Dos veces al año, las tortugas hacen su recorrido desde tierra adentro hasta la costa del río para concebir a sus crías. Luego de un estudio de impacto

ambiental se determinó que el posicionamiento transversal de la casa, que se dio así para aprovechar al máximo los asoleamientos, interrumpiría ese ciclo. Se decidió entonces, olvidarse de la platea de fundación como cimiento y cambiarla por pilotes. Al elevar la casa medio metro con respecto al nivel cero, la procesión semestral de las tortugas, que dan nombre a la localidad, se preserva intacta y le da al proyecto una capa más de profundidad en la búsqueda de la armonía entre la arquitectura y su entorno natural.

La operatoria que se produce con el módulo de la Casa AA, estableciendo una base que luego se repite solo las veces necesarias, se asemeja a la operatoria que da origen al gimnasio polideportivo del Masterplan Libertador.

5.0 / EL MODULO COMO UNIDAD DE PROGRAMA / APLICACIÓN AL PROYECTO

El proceso de diseño comienza determinando el módulo básico. La lógica indicaba que el gimnasio de uso indefinido debía ser la unidad básica del sistema. Se le otorgaron proporciones de manera tal que pueda albergar todo tipo de prácticas, ya sea utilizando toda su extensión o sectorizándolo. La posibilidad de expandir o reducir los sectores sin desaprovechar ningún espacio se da para maximizar lo más posible el número de usuarios ejercitándose a la vez.

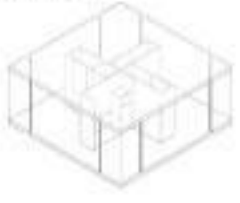
Se inició el proceso de repetición teniendo en cuenta la posibilidad de usos exteriores, y de esa forma se intercalaron volúmenes cerrados con terrazas deportivas. A partir de aquí el edificio ya era funcional, pero su emplazamiento se dificultaba. Desde el inicio se planteó a este edificio como el centro neurálgico del masterplan. Para que el edificio se sintiera como núcleo, se tomaron una serie de decisiones.

En primer lugar, se utiliza el mismo módulo de medida presente en el coworking y se le adosa la circulación vertical y los servicios. Este nuevo sector se arma de tal manera que, entre ambos sistemas, el recorrido peatonal exterior que articula todos los sectores del masterplan se introduzca y cruce por dentro del edificio. Se arma en el centro un espacio

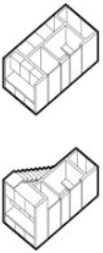
mixto de recorrido y esparcimiento, que tiene acceso a todos los servicios que brinda el conjunto.

Buscando profundizar aún más la fuerza del emplazamiento, se introduce por debajo del nivel cero un micro estadio que contiene una pista de basquetball junto con los vestuarios. En vez de expandir el edificio innecesariamente para introducir las gradas, estas se forman por medio de depresiones del espacio verde del exterior, que generan un recorrido orgánico hasta el subsuelo donde ocurren los partidos, y además le otorgan entradas de luz natural para potenciar la experiencia espacial.

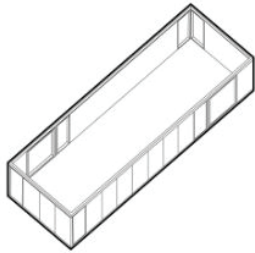
Combinando el uso del módulo como unidad de programa para los espacios deportivos, junto con la unidad de medida para los servicios y la circulación, e interviniendo el sistema a través de operatorias pragmáticas que maximizan y potencian los conceptos, se logra un diseño multi facético que aun así no pierde su condición anónima, horizontal, y extensa.



INFRAESTRUCTURA

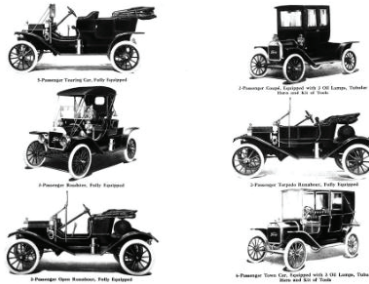


ENVOLVENTE

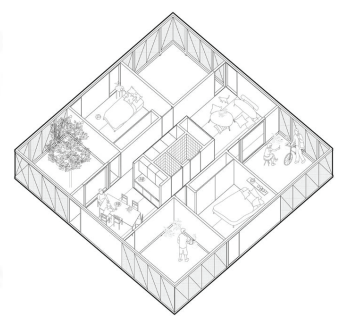
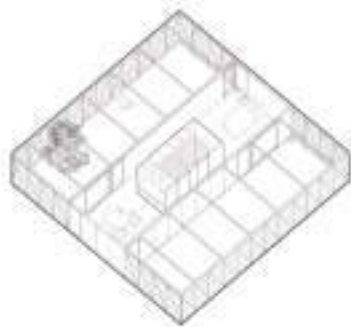
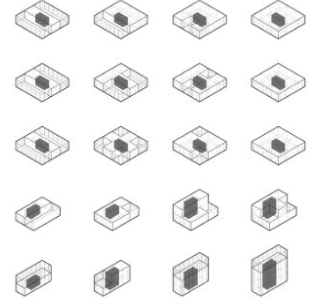


+

TODOS LOS MODELOS FORD T SEGUN DEMANDA ESPECIFICA



CONFIGURACIONES DE LA CASA SEGUN DEMANDA ESPECIFICA





- Tortuguitas, Bs As
- Vivienda Unifamiliar
- 2015



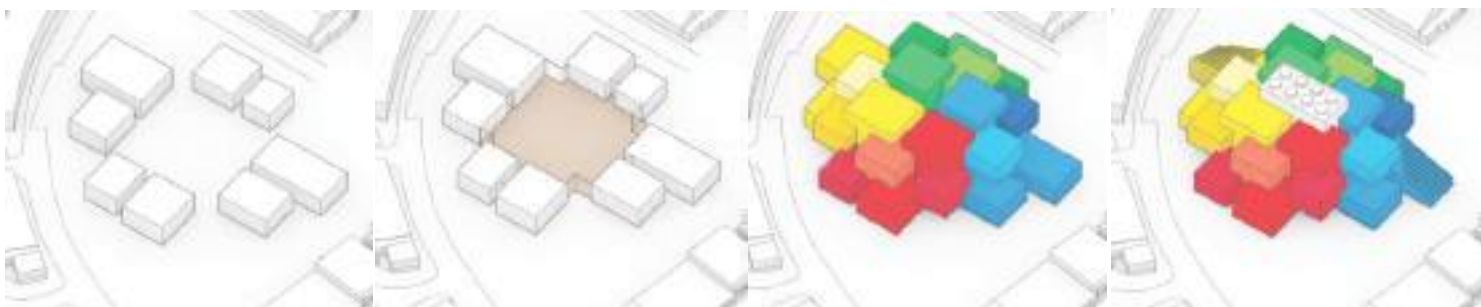
LEGO House - Bjarke Ingles Group



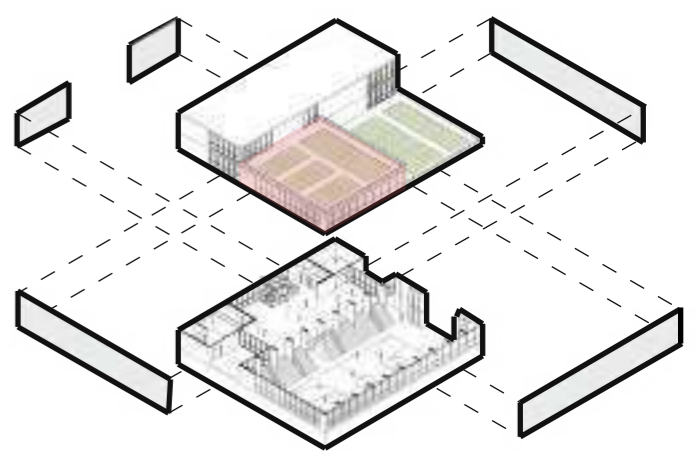
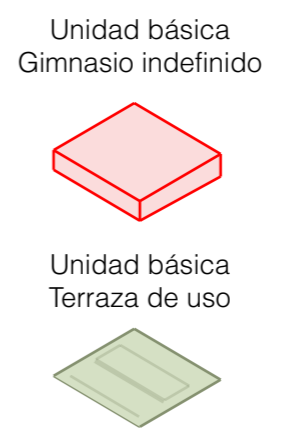
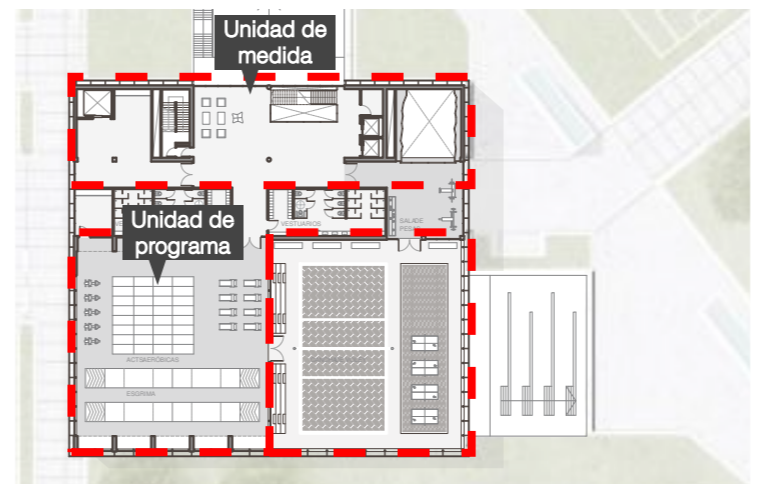
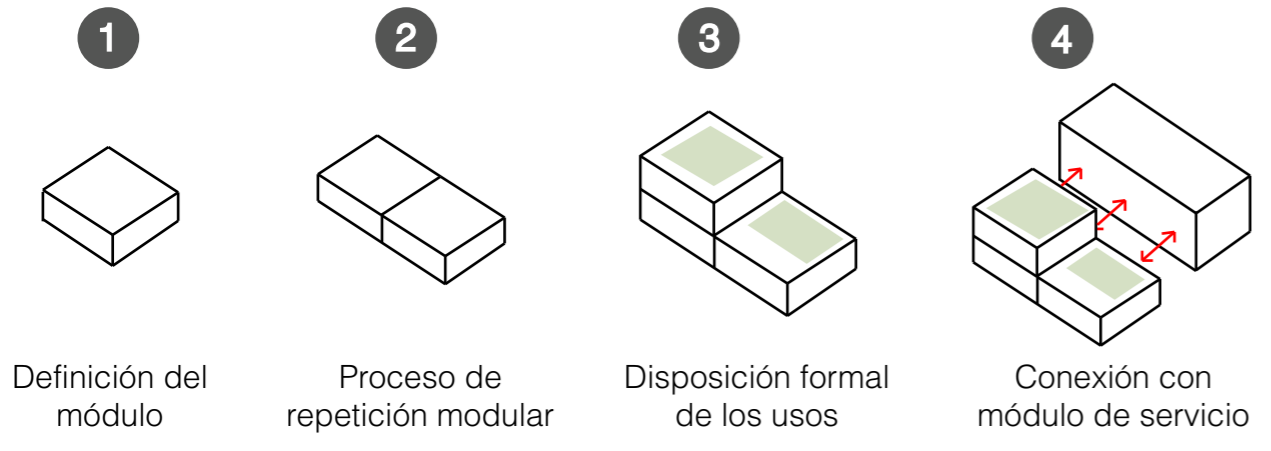
● Ubicación: Billund, Dinamarca, 2017

● Museo

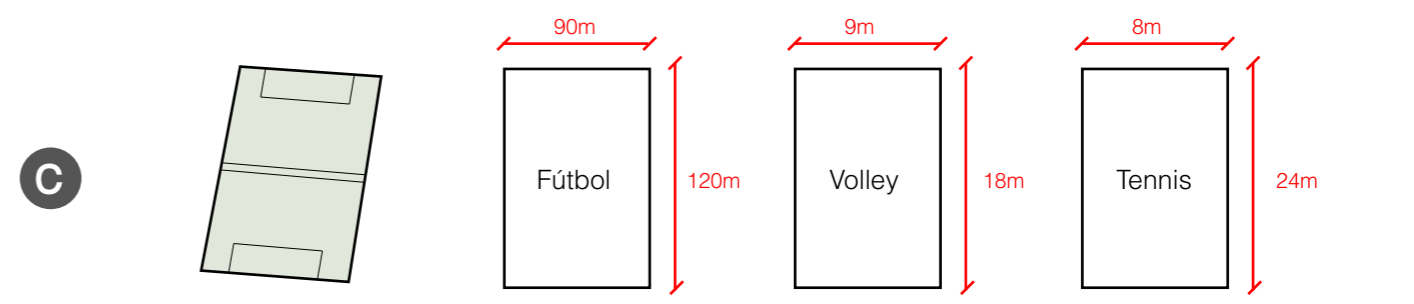
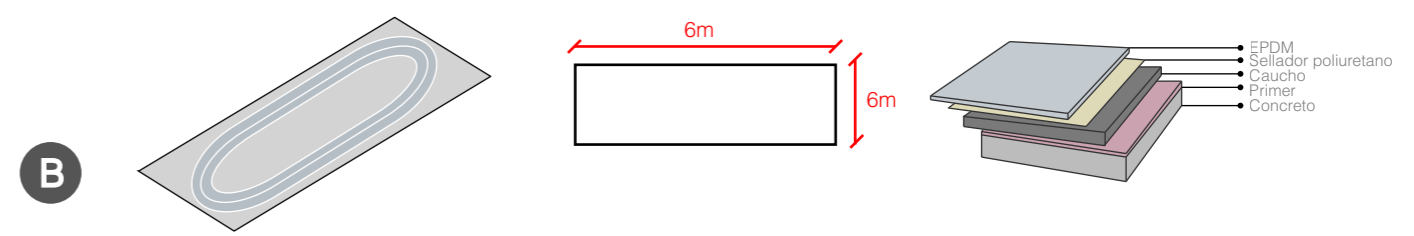
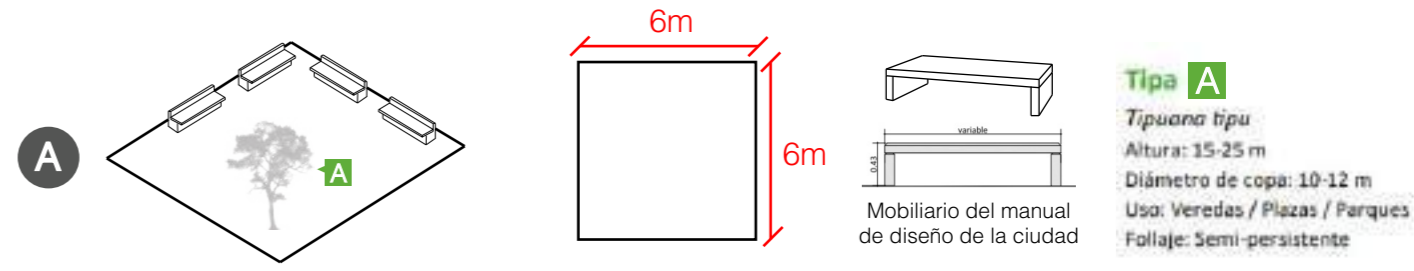
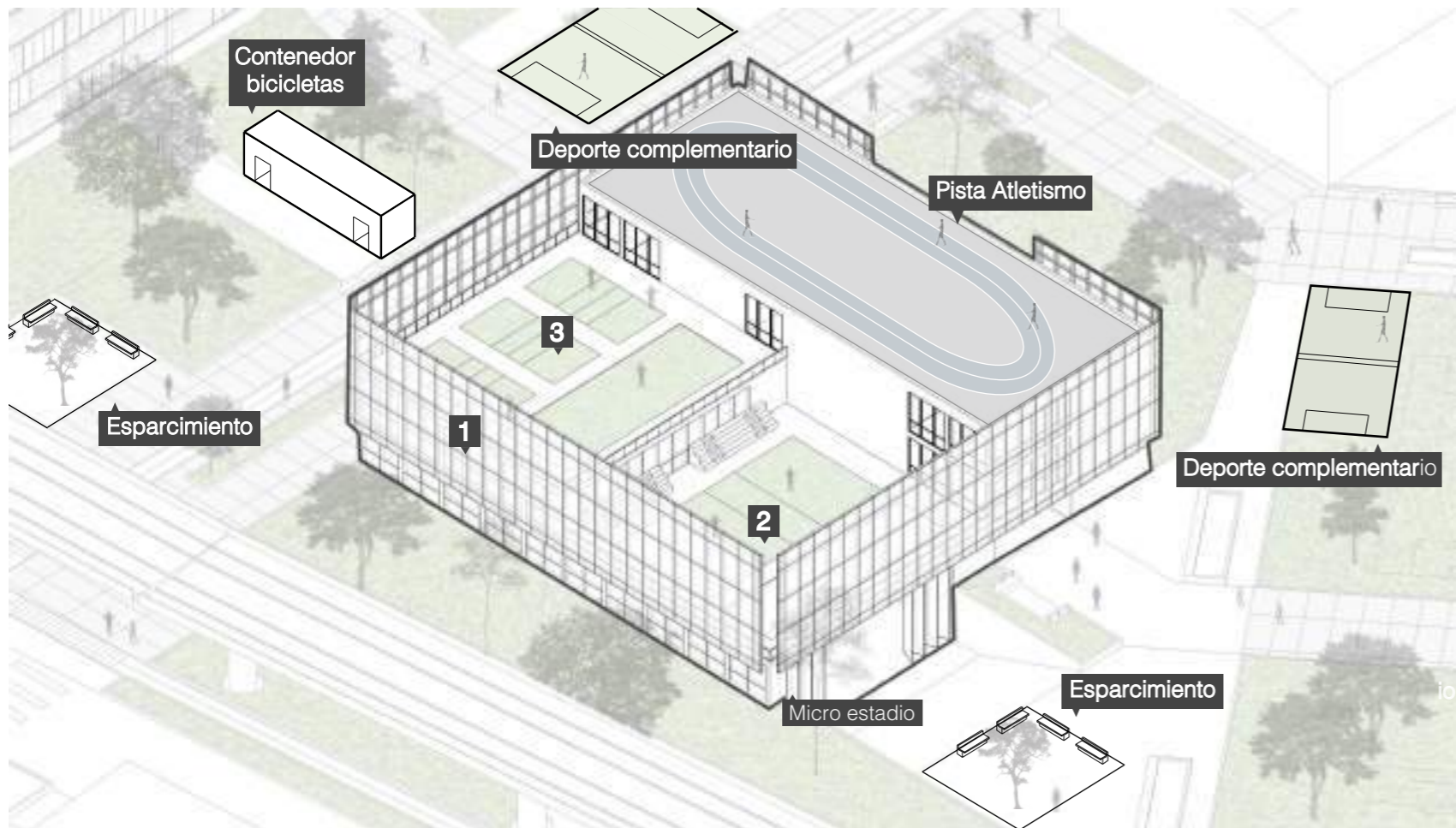
Contiene un edificio de oficinas, mas de 250 viviendas y dos hoteles.



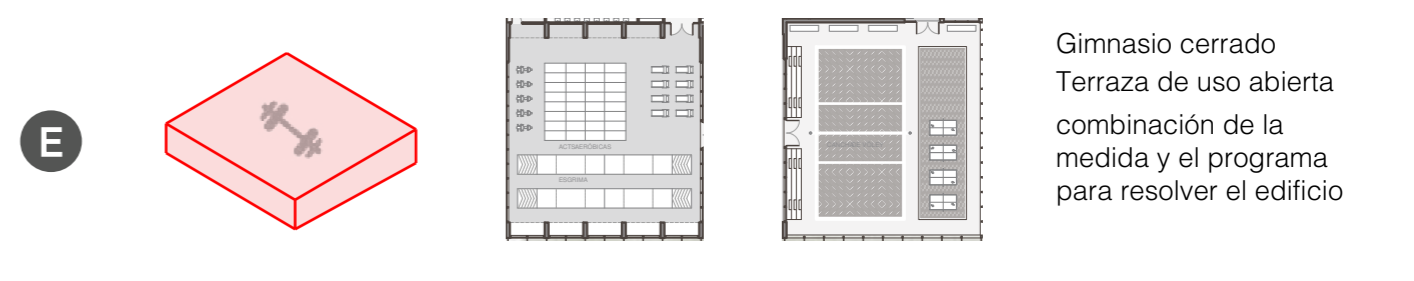
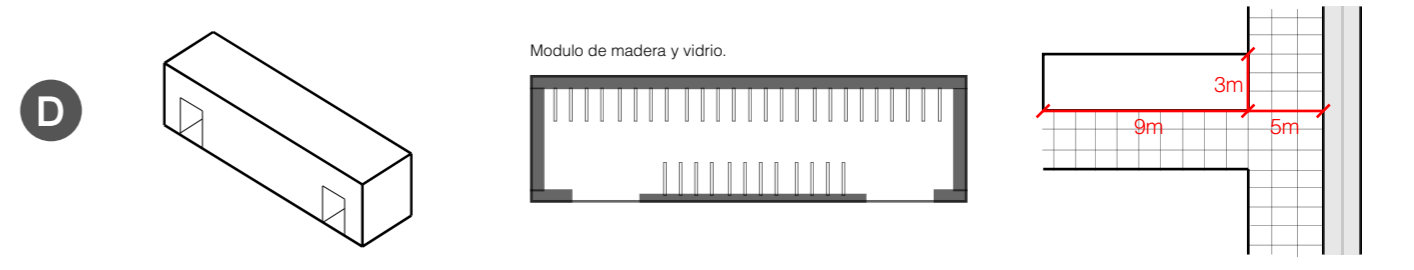
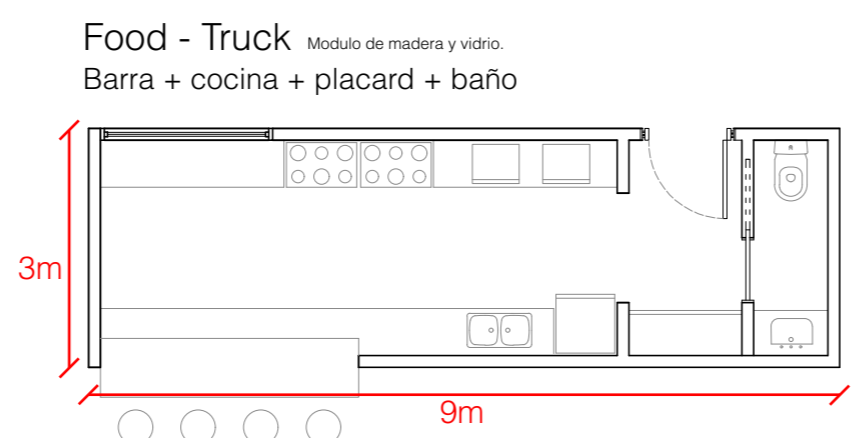
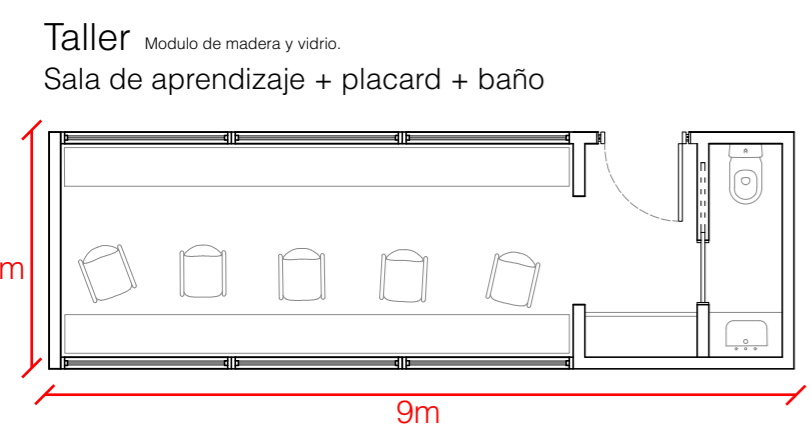
El módulo como unidad de programa - Gimnasio Polideportivo / Masterplan Libertador



A Propuestas de uso en Masterplan



B Propuestas de uso en el bajo vía



6.0 / Prefabricación customizada: la clave constructiva

La prefabricación abarca tanto el diseño de algo visualmente apreciable, que se exprese a través de su materialidad y sus espacios, así como un proceso de construcción basado en la producción cuantificada y técnicas sistematizadas.

La principal regla, o aprendizaje en base a los fracasos del pasado, es que la situación debe requerir la prefabricación. Esta lógica no debe tomarse solo como una elección estética o para forzar búsquedas del diseñador, sino que debe surgir del análisis de la situación proyectual, el sitio, las necesidades o el presupuesto, y hallando resultados donde la prefabricación potencie estas variables. Aquí se determina, además, que tanto el diseño como la construcción serán necesariamente un proceso integrado pensado en conjunto desde los primeros instantes del proyecto.

Estas constantes son conclusiones halladas al analizar la historia del proceso industrial en la arquitectura.

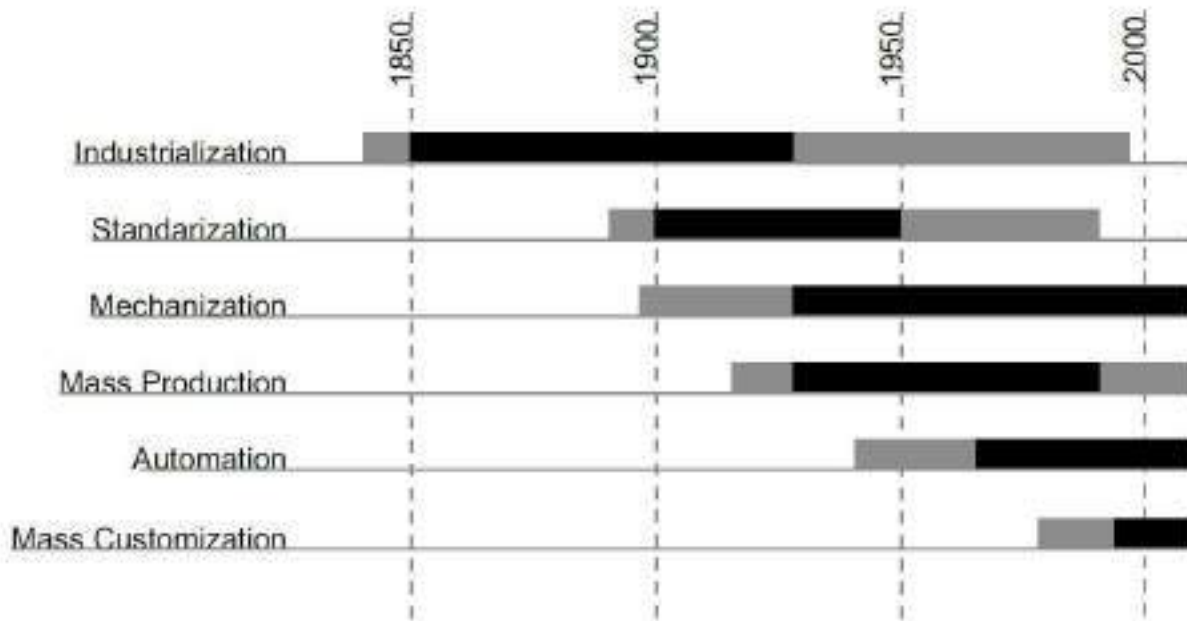


Figura 18. Historia del proceso industrial. Fuente: "Prefab Architecture", Ryan Smith, 2010.

Como se aprecia en el gráfico, la última implementación dentro del proceso industrial es la de la customización. Este concepto es la contracara de la estandarización, ya que se busca generar variaciones dentro del mismo producto, generando un catálogo, que permita al usuario elegir entre las opciones disponibles aquella que mejor se amolde a sus necesidades.

Actualmente, estamos en el proceso de inclusión de la customización dentro del sistema de automatización. La arquitectura entendió la necesidad de la variabilidad para mantener la riqueza proyectual y responder de forma más eficiente a las necesidades del programa. La customización es un resultado directo de la aplicación de la tecnología digital dentro de la automatización industrial. Está sostenida por los sistemas CAD y BIM, así como la impresión 3D.

Una de las razones para elegir la prefabricación está en su relación con los costos. Esto se debe a las tres principales variables del costo, frente a las que el sistema ofrece soluciones: el material, el trabajo y el tiempo. En una obra construida con métodos tradicionales, el material se compra en base a números aproximados, y se hacen acopios para evitar faltantes durante el trabajo. En cambio, con un sistema de prefabricación solo se compra lo necesario, ya que se sabe a ciencia cierta cuanto material requiere cada tarea.

Además, en la fábrica pueden crearse materiales para múltiples proyectos a la par, compartiendo los gastos fijos de cualquier producción. En la obra, por su parte, se optimizan los tiempos. Por ejemplo, la libertad de movimiento que permite no acopiar materiales se devuelve en tiempos de trabajo mejor aprovechados. Otro caso son las grúas. Una grúa requiere menos viajes para instalar los módulos prefabricados que los que requiere para transportar los materiales necesarios en obras tradicionales.

The *Urban Rigger*, de BIG, reúne todos los conceptos mencionados anteriormente. El objetivo principal del proyecto era realizar la mayor cantidad de viviendas al menor costo posible sin dejar de lado el diseño o la calidad productiva.

El proyecto surge como una respuesta a las problemáticas de la ciudad de Copenhagen. El número de estudiantes incrementa año a año y la oferta de departamentos se inicia en costos elevados. La solución es potenciar el gran espacio de puerto en desuso para crear un centro residencial flotante.

Se utilizan como material constructivo nueve containers discontinuados, que se obtienen a u\$1200, y simplemente apilándolos se crean doce departamentos estudiantiles, de uno dos o tres ambientes, individuales o compartidos.

El proyecto centra su foco en las prioridades de los jóvenes: vida social, sensación de comunidad, viviendas minimalistas y la atracción de vivir en un sitio interesante por sobre uno cómodo, ya que se obtiene la mejor vista al mar de la ciudad.

La construcción es económica, seca y rápida. Sólo requiere de una docena de operarios y dos grúas, y se tarda apenas un par de semanas en construirse. El precio final de alquiler junto con expensas es de 1200 dólares, casi la mitad del precio de alquiler de un departamento convencional.

Esta armonía entre el diseño y su construcción obtenida por medio del sistema constructivo se ve plasmada en el proyecto “*The Farmhouse*” de *Chris Precht Studio*, donde la búsqueda de la autosuficiencia alimentaria en centros urbanos llevó al estudio a utilizar tecnologías de vanguardia para solucionar las problemáticas.

El proyecto se basa en un sistema modular, prefabricado en varias fábricas fuera del sitio de construcción y traídas al terreno en camiones. Se determinó utilizar este sistema ya que redujo a la mitad los efectos negativos que conlleva el proceso de construcción. El material estructural es la madera laminada, ya que permite una precisión milimétrica, es fácil de construir y transportar, y funciona tanto para la estructura, así como los cerramientos, unificando todas las tareas de producción y reduciendo los tiempos de fabricación.

La unidad básica del sistema es el triángulo ya que permite bifurcar y distribuir las cargas de manera uniforme sin sobrecargar ninguna zona del edificio. Cada pared del módulo posee tres capas. En la cara exterior está el sistema de jardines verdes verticales, en la central se encuentra la estructura modular, y en la interior se ven las instalaciones y los cerramientos de terminación.



Figuras 19. Unidad básica y una posible tipología de vivienda. Fuente: <https://www.precht.at/the-farmhouse/>

El sistema modular permite realizar infinitas variaciones de cerramientos sin necesidad de modificar la estructura, por lo que los propietarios pueden determinar cómo utilizar el espacio de vivienda que obtengan. Para mantener un criterio de diseño único, el estudio realizó un catálogo con múltiples tipologías de vivienda. El elemento “*Do it Yourself*” del proyecto se escogió para profundizar el sentido de pertenencia del usuario con su vivienda. Al momento de vivir la casa, el propietario habrá determinado su tipología, su nivel de compromiso ecológico y sus terminaciones. Además, podrá crecer su propia comida, generando una relación armónica de ida y vuelta entre el componente humano y el arquitectónico.

A la hora de desarrollar sobre el uso actual del módulo es inevitable hallar una conexión entre los sistemas modulares y la sostenibilidad. Se busca hallar un edificio sostenible desde la función y el correcto empleo de los recursos, pasando por su uso y teniendo en

cuenta el final de la vida del mismo. Este diseño integral por etapas ocurre en el proyecto “Cabin Modules” de Ir Arquitectura.

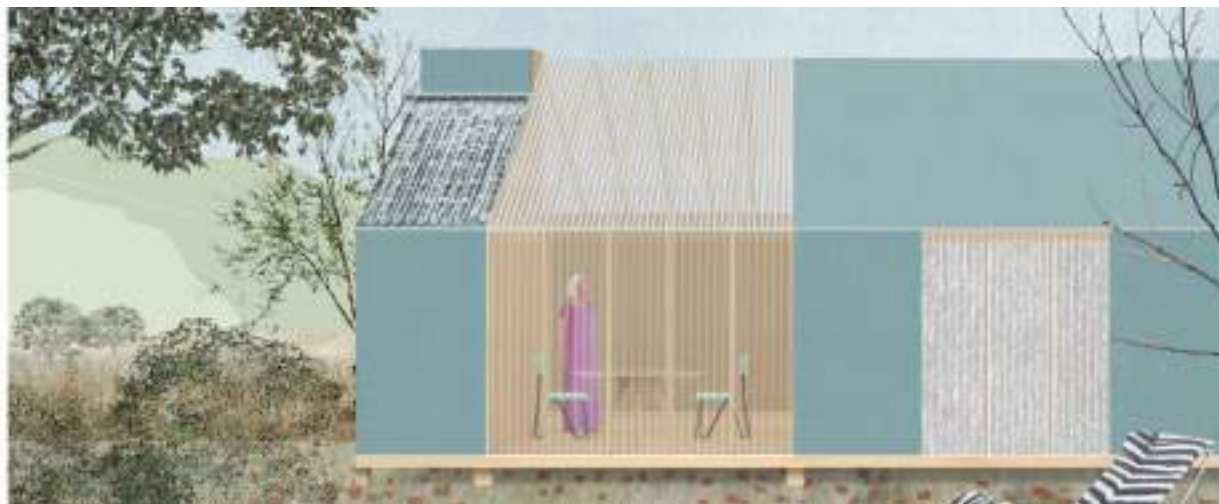


Figura 20. Cabina de vivienda en base a módulos (en azul). Fuente: <http://www.irarquitectura.com/filter/construido/cabin-modules>

La idea base está en desarrollar un prototipo de vivienda en base a cinco módulos de servicio definidos, que se ubican contra la envolvente y forman un espacio de uso indefinido en su interior. Dentro de estos módulos se instalarán todos los componentes tecnológicos de la casa, que son autosuficientes ya que poseen fuentes de energía alternativas, como paneles y colectores solares, tanques térmicos y muros trombe.

Además, se juega con el concepto de la permanencia y la movilidad. Los módulos, por su construcción y materialidad, son elementos permanentes, pero su condición móvil provoca que pueden formar parte de edificios temporales.

El proyecto conecta el diseño a través de software con la artesanía manual. Los espacios modulares fueron diseñados a través de sistemas BIM, y configurados para producirse en fábrica, pero el encastre entre las distintas partes de la casa se debe hacer de forma manual, en el sitio. Esta decisión estrecha el vínculo entre el individuo y su casa, provocando la sensación de haber construido lo propio. El trasfondo, además, es subsanar la relación entre la industria y la artesanía, declarando que estos procesos no son necesariamente antagónicos, sino que pueden ser complementarios.

La gran ventaja presente en todos los ejemplos desarrollados, y por ende en la prefabricación en general, es la capacidad para pensar en el ciclo de vida del proyecto, incluyendo el final del edificio. Esta posibilidad es la mayor ventaja que presenta la herramienta en el proceso hacia la sostenibilidad, ya que permite cuatro escenarios posibles frente a la deconstrucción del edificio.

En los edificios completamente móviles, como lo es el *Urban Rigger* de BIG, el mejor escenario es la relocalización del edificio. El siguiente escenario es la reutilización de los

componentes, como es el caso de los módulos industriales de las *Cabin Modules*. En edificios arraigados a un contexto, el mejor escenario sería la reutilización de materiales, presente en *The Farmhouse* y en la intervención del edificio de viviendas en el masterplan Libertador. La práctica del reciclaje de materiales para crear nuevos por medio de procesos industrializados sería el caso más desfavorable y es posible en todos los ejemplos mencionados.

La prefabricación como método constructivo, pensada desde el concepto y articulada a través de modelos digitales BIM, es la mejor herramienta a la hora de realizar arquitectura modular. Permite responder a las necesidades del programa, así como a las disposiciones globales del mundo actual. Reduce costos y optimiza los tiempos, atiende a la necesidad de adaptabilidad y permite un compromiso real y maduro con la búsqueda de autosuficiencia y sostenibilidad.

6.1 / PREFABRICACION CUSTOMIZADA / APLICACIÓN AL PROYECTO

La lógica de obtener viviendas funcionales a bajo costo a través de sistemas prefabricados y por medio de construcciones secas y rápidas fue la que se tuvo en cuenta en la intervención del edificio pre existente de viviendas en el Masterplan Libertador.

Al inicio de la intervención urbana se decidió preservar el edificio de viviendas sociales por su importancia dentro del terreno, así como por su potencial. A diferencia de las primeras impresiones, donde solo se consideró un retoque exterior, el resultado final de la intervención fue mucho más abarcativa, haciendo una remodelación completa de los interiores y los espacios comunes.

El relevamiento de los departamentos determinó una cantidad excesiva de límites entre los espacios que reducían las posibilidades de uso de cada local. De esta forma, se eliminaron todos aquellos tabiques internos que no fueran primordiales, creando un gran espacio de uso indeterminado donde los usuarios puedan elegir como desarrollarlo. La indeterminación de los espacios fue la primera medida para crear la variabilidad.

La remodelación de la fachada y la expansión de cada departamento se solucionaron con una misma decisión. Se diseñó un nuevo espacio para cada departamento y se adosó en forma de plataformas a la fachada sur, por medio de un esqueleto metálico. Este nuevo espacio, indeterminado en su uso, no es ni exterior ni interior, esa decisión, también queda en manos de los propietarios. Para guiar esas decisiones, se armó un catálogo con las posibles tipologías de cada espacio, y se trabajó en conjunto con dos fábricas para poseer distintas opciones de compra.

Esta ejecución se hace posible a través del material. Las plataformas metálicas son económicas y livianas y la construcción es seca y rápida. Se adosan a la fachada a través

de una junta de malla lo que permite el retiro de esta, ya sea para posibles cambios o para quitarla por completo.

Los cerramientos también poseen su propio catálogo. Se trabajó con una compañía de cerramientos para diseñar las proporciones y se eligieron una docena de opciones. Esta decisión permite al propietario customizar su porción como más lo necesite y al mismo tiempo lograr una fachada plural sin perder el control del diseño.

El proceso de trabajar el diseño en conjunción con la producción se denomina “*design-to-order*” o DTO. A diferencia del pasado, cuando se producía para realizar un stock, el proceso DTO permite la mayor libertad arquitectónica y se obtienen productos más detallados e interesantes sin perder calidad productiva.

Las decisiones de diseño en este caso fueron pragmáticas y bajadas a tierra debido a las limitaciones económicas. Aun así, cuando el proyecto lo requiera y no se posean tantas limitaciones, el aspecto constructivo puede potenciarse a través de la tecnología. El futuro de las estructuras modulares está en los sistemas BIM.

Los programas BIM funcionan en base a parámetros, lo que significa que estos parámetros pueden modificarse y el programa automáticamente reconfigura el proyecto entero en base a la nueva información.

La herramienta permite, ante todo, una gran libertad para tomar decisiones en todos los aspectos del proyecto. Su profundidad alcanza a la forma y función, así como su construcción o su producción por medio de elementos prefabricados.

En cuanto al último aspecto, la mayor ventaja está en el ahorro de tiempo. La capacidad de realizar grandes cambios sin intervenir manualmente en el modelo, y de lograr de forma digital modelos construibles, reducen los tiempos necesarios en el proceso de diseño y permiten una etapa de prueba y mejora más extensa, decantando en un resultado final de mayor calidad.

El mayor aprovechamiento se da cuando se conectan de forma plena al sistema BIM con la prefabricación, en un resultado con un nivel de información a escala constructiva.

Actualmente, se dan dos escenarios: en el primero, el arquitecto diseñador realiza un modelo en base a los gustos del cliente y la empresa constructora realiza el suyo propio. En el segundo escenario, el modelo lo realiza el arquitecto diseñador y se le aplican las variables constructivas. Ninguno de estos dos escenarios es el más favorable.

El escenario ideal, que se requiere para optimizar por completo el uso del sistema BIM sería una plataforma digital online, donde tanto diseñadores como constructores puedan crear, modelar y modificar los proyectos, trabajando en conjunto ambos aspectos, y logrando un modelo único y completo, que sea tanto una representación digital del espacio a construir, así como su modelo directo de impresión 3D.

Urban Rigger - Bjarke Ingels Group

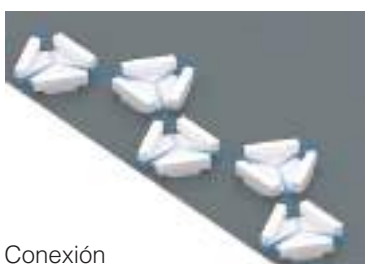


- Ubicación: Copenhague, Dinamarca
- Viviendas Colectivas
- Producción continua

Edificios flotantes anclados en el puerto, funcionan como viviendas de bajo costo.



Funcion interna



Conexión



Visuales compartidas



Patios internos



The Farmhouse - Chris Precht Studio



● Ubicación: China, 2018

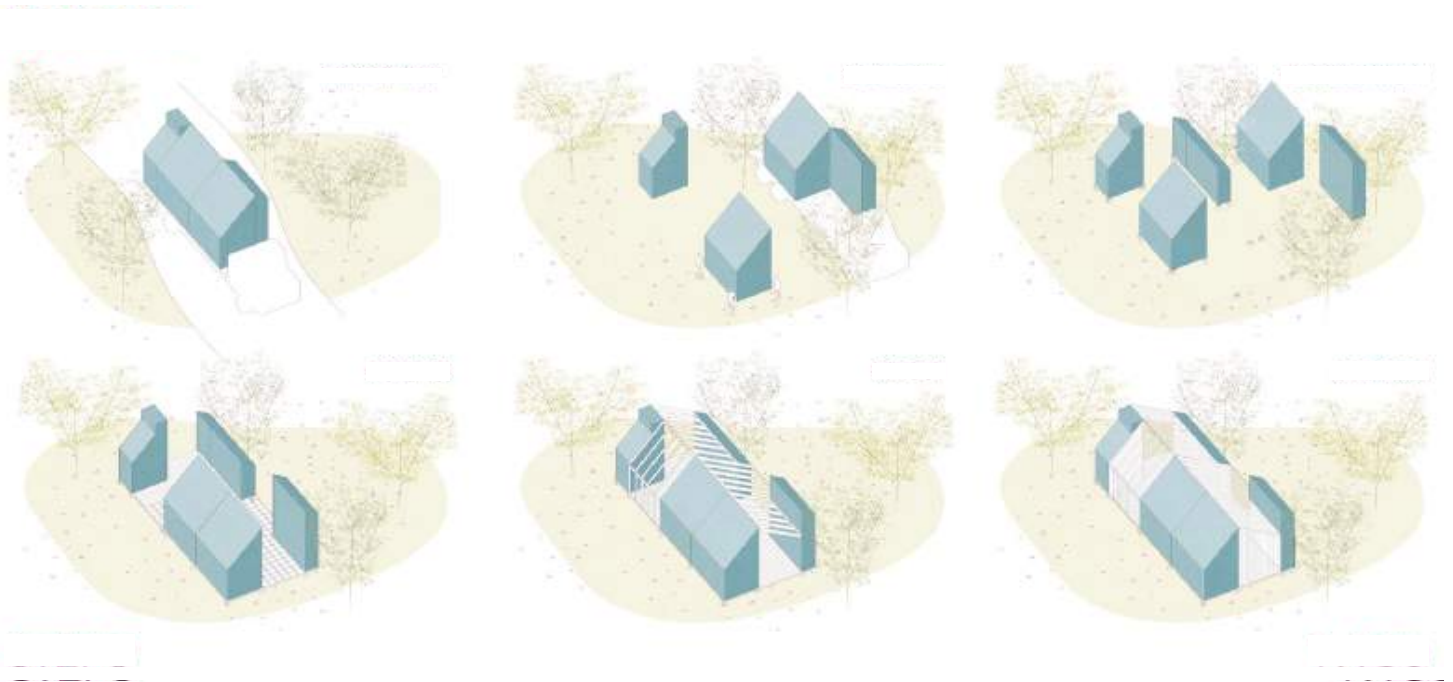
● Edificio de viviendas y comercios

Estructura modular tipo framework que permite crecimiento en altura indefinida.

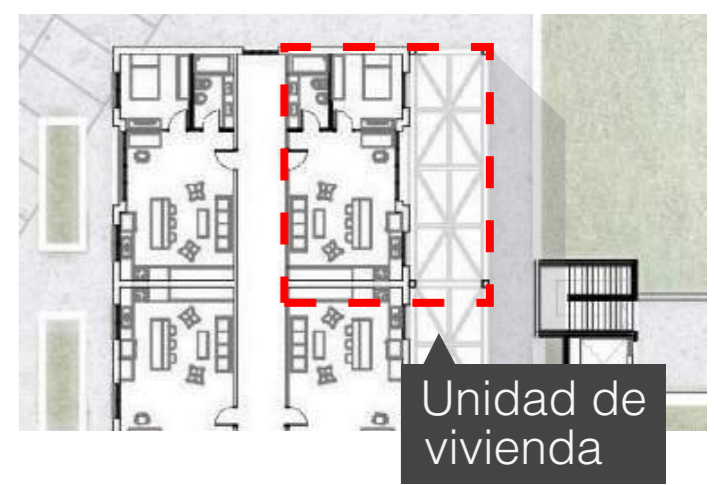
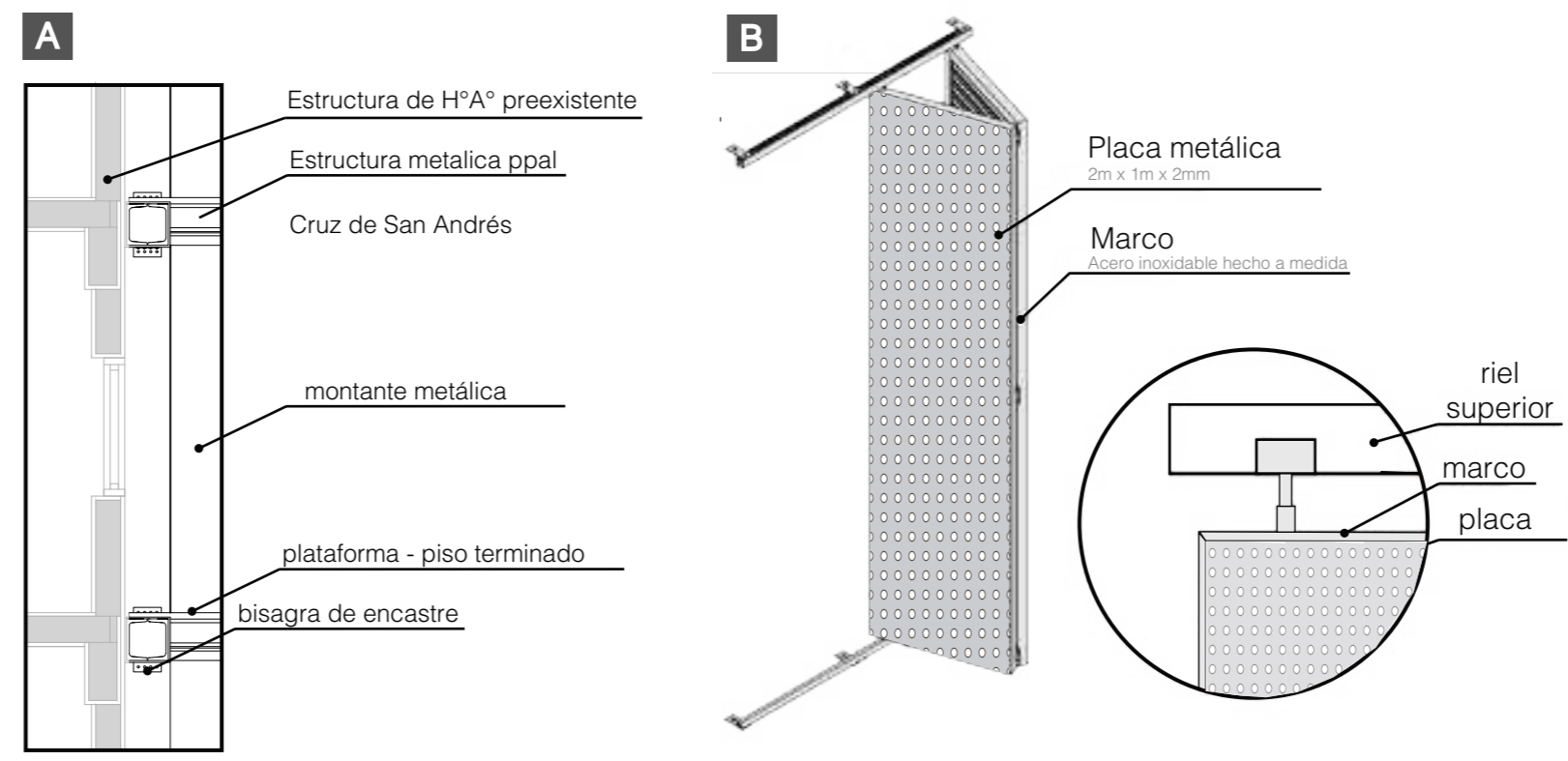
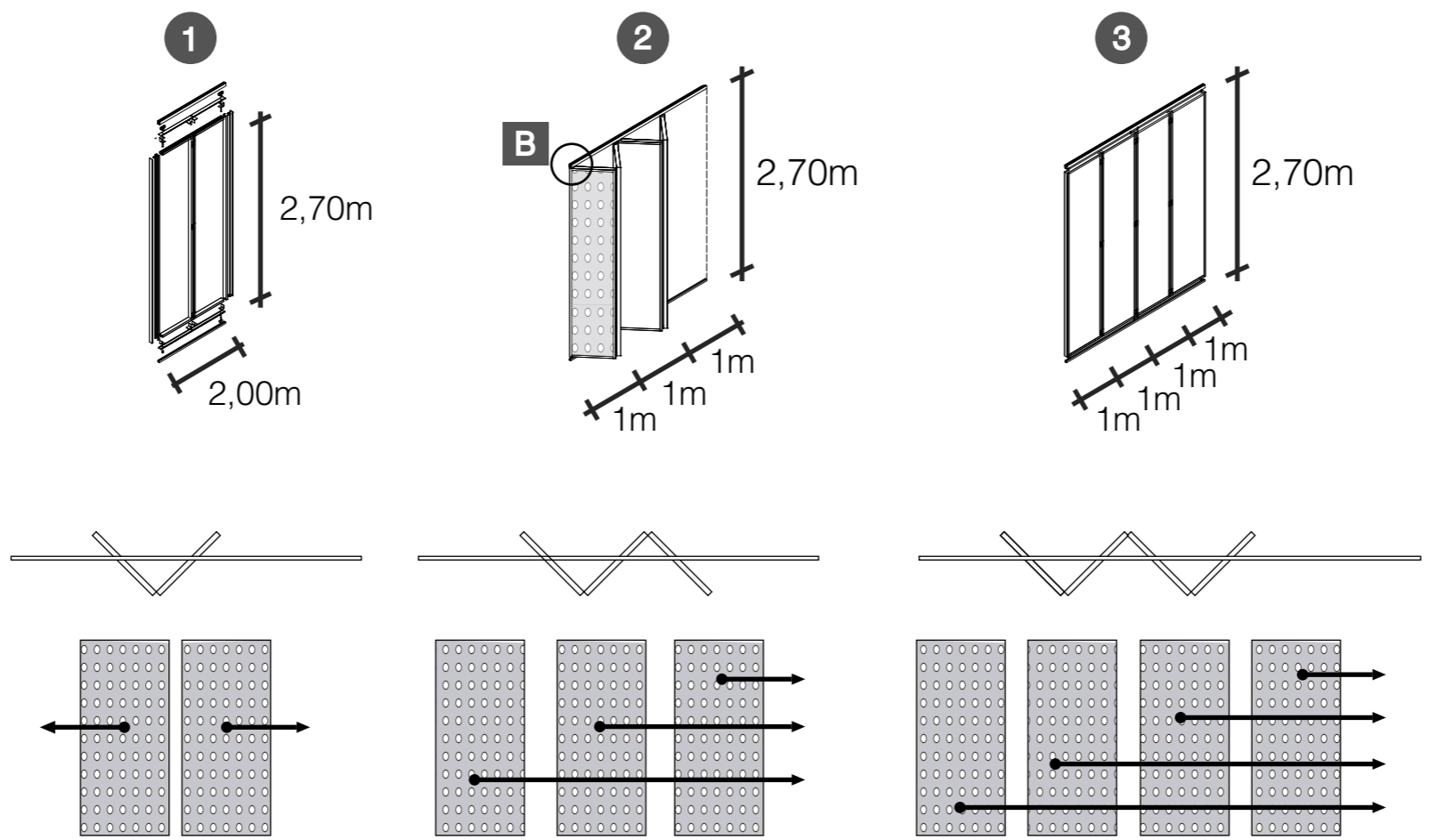
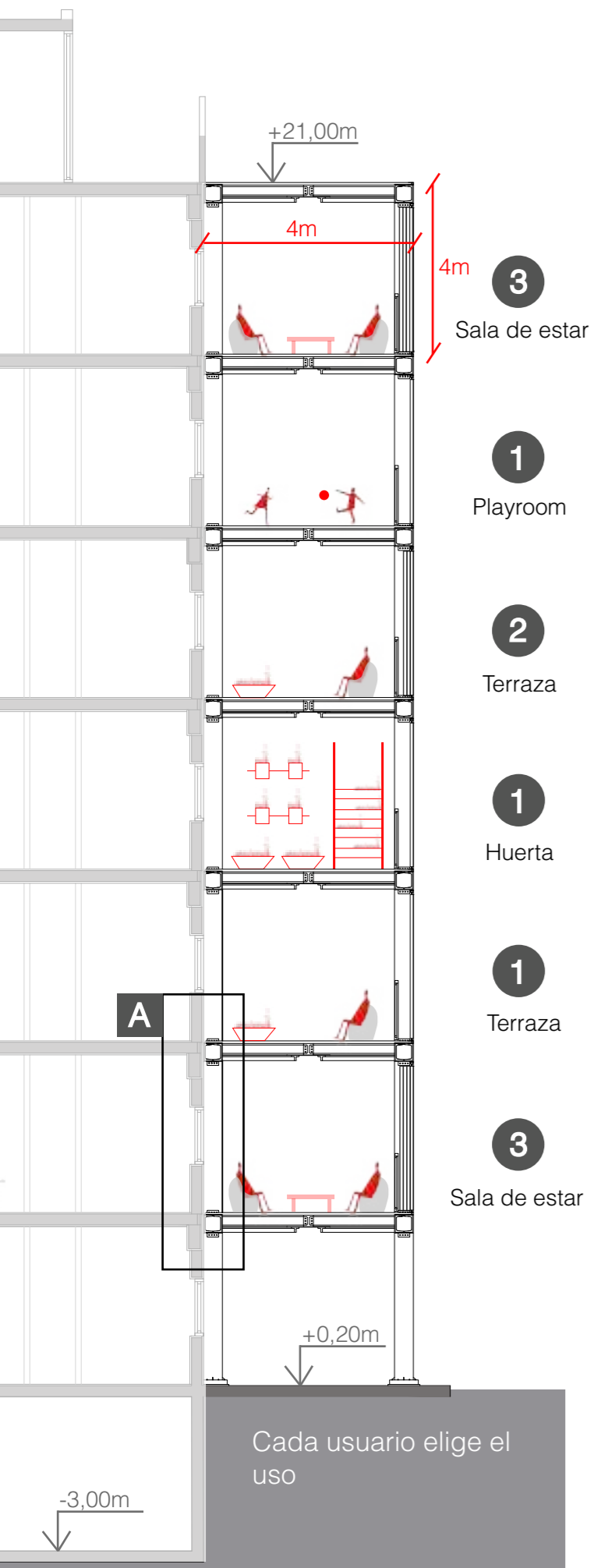




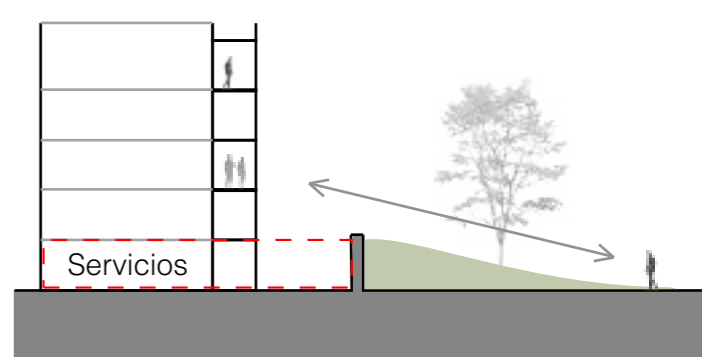
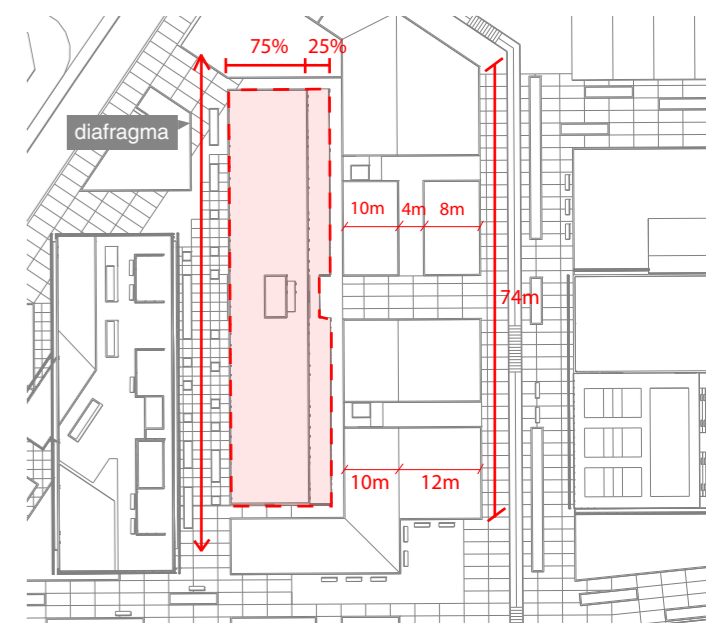
- Ubicación: Hungría
 - Vivienda Conceptual
- Módulo de fácil repetición que busca solucionar urgencias.



Preexistente **Intervención**



Terraplenes



07 / Conclusiones

El proceso de estudio que culmina en esta conclusión se inició un año y medio atrás, con el diseño del Masterplan Libertador. Durante ese ejercicio, se utilizaron distintos usos del módulo sin profundizar sobre la naturaleza de cada uno de ellos. Luego, en la realización de esta investigación se buscó explicar las relaciones entre lo diseñado y la teoría arquitectónica. Los resultados finales de esta investigación comprueban el correcto uso de la herramienta en el trabajo final de la carrera.

La arquitectura modular es una gran solución a las necesidades de la sociedad actual, y que también permite planificar a futuro. La introducción de herramientas digitales abre la puerta a esta posibilidad y expande las opciones de diseño. La unidad de medida y la unidad de programa son enfoques distintos, que proponen sus propias soluciones para las mismas problemáticas, y el análisis deduce que pueden ser utilizadas en conjunto para potenciar la flexibilidad proyectual y su adaptabilidad, ya sea al programa o al entorno.

Además, el campo teórico-digital permite realizar conceptos o simulaciones, donde se puede experimentar con las herramientas para probar soluciones en busca de la más viable sin poner en juego las necesidades de las personas. La relación entre diseñador y usuario se estrecha, y se busca introducir al segundo dentro del proceso de customización. Esta decisión permite atacar las problemáticas individuales por medio de un trabajo integral.

En el plano físico, la prefabricación, que dio origen a la herramienta continúa siendo la opción más viable para construir, y a través de la tecnología BIM se potencia el aspecto ecológico y pragmático del diseño modular.

Un buen edificio modular será aquel que responda al programa, pero que permita cambiarlo, que sea adaptable y que pueda evolucionar junto con el usuario para no quedar obsoleto. Aun así, también lo será aquel que ante la obsolescencia permita su deconstrucción y la reutilización de sus recursos.

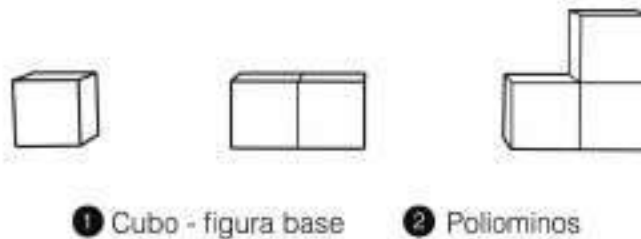
La conclusión final de este trabajo propone un desafío: el contexto mundial exige pragmatismo y anonimato, dos constantes que los diseñadores deben preservar. La arquitectura modular surge como una gran solución de diseño y construcción. Aun así, la arquitectura se valora por su creatividad y su originalidad, así como por las sensaciones que produce en su usuario. Inclinarsé siempre por el pragmatismo puede llevar a la monotonía, y a la errónea universalización de la arquitectura nuevamente. El desafío entonces, está en lograr un balance entre ambos, y producir edificios originales y creativos que a su vez respondan a las necesidades de su entorno actual y permitan su evolución a futuro.

08 / Anexos

ANEXO 1 / TEORÍA DE POLICUBOS

La teoría de policubos es una rama de la matemática que estudia el comportamiento de unidades modulares, explícitamente de formas cúbicas, que unidas por sus caras configuran formas en el espacio tridimensional. El módulo básico siempre es el cubo, y se lo reconoce como la unidad indivisible. Aun así, las combinaciones entre cubos permiten una gran variedad de módulos.

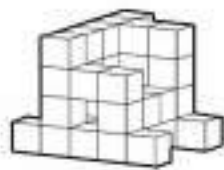
Una de las operativas más frecuentes consiste en establecer relaciones entre formas y conceptos para diseñar con mayor efectividad y rapidez. Su valor dentro del diseño se da ya que estas posibilidades infinitas de interrelación permiten una gran riqueza morfológica, y debido a sus proporciones forman espacios de uso arquitectónico con un gran porcentaje de aprovechabilidad, La causa principal radica en su composición formal, dado que es un cuerpo sólido que rellena todo el espacio tridimensional.



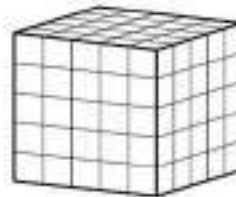
Hay dos grandes clasificaciones dentro de los poliominos, que explican el comportamiento modular tanto dentro del campo matemático como en su aplicación morfológica en la arquitectura.

En primer lugar, están los policubos contenidos. Son conjuntos de cubos que rellenan el espacio de un prisma modular. Los límites de este prisma confinan cualquier operación dentro del mismo. Cuando este prisma queda completo se obtienen formas arquitectónicas puras. Este concepto se ve aplicado en el Cancer Centre de MVRDV.

En segundo lugar, están los policubos libres, que son simplemente conjuntos de cubos conectados por sus caras, que por simple repetición logran crear formas o espacios de mayor complejidad.



1 Poliomino Libre



2 Poliomino contenido

Los policubos libres son más visibles en la arquitectura modular, pero eso no significa que un proyecto de formas puras no este regido por la teoría de policubos. En su mayoría, los proyectos de formas puras realizan, al menos con su estructura, un ejercicio de policubo contenido incluso sin plantearlo desde este aspecto.

Además, siendo la arquitectura una disciplina de diseño, y no sólo un campo matemático, en múltiples oportunidades se modifican los límites de la teoría generando proyectos que no cumplen con los parámetros matemáticos y que, aun así, quedan regidos dentro de la lógica de la misma. Se nombra a este último caso como los *disruptivos*. La responsabilidad del arquitecto de responder a las necesidades del usuario, obligan al diseñador a experimentar y observar que formas o espacios cumplen con mayor eficacia los requerimientos de las actividades del programa.

Este tipo de arquitectura modular es la que predomina en la actualidad, por sobre otras tipologías contenidas que se utilizaron en el pasado.

ANEXO 2 / EL CASO NAKAGIN CAPSULE TOWER

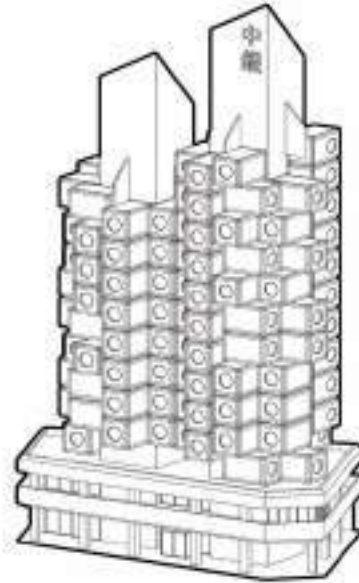
El caso de la Nakagin Capsule Tower, en Tokyo, funciona para explicar el nuevo enfoque de la utilización de la arquitectura modular con respecto al pasado.

El metabolismo fue una corriente ideológica que buscaba demostrar que la arquitectura funciona como un organismo vivo, que debe evolucionar y desarrollarse constantemente. La idea es acertada en la teoría, pero esta corriente falló en la práctica debido a perseguir conceptos demasiado futuristas para su época. Las causas son variadas, pero todas llevan en concreto a un mismo concepto: la tecnología.

La torre Nakagin es un complejo de viviendas, construida por Kisho Kurokawa, en el distrito Ginza, en Tokio. Consta de dos torres interconectadas por su basamento, y que contienen 140 unidades habitacionales. Estas unidades funcionan como cápsulas intercambiables que requieren una renovación completa cada 25 años.



Cápsula - Unidad Básica Estándar



La construcción de la torre fue tanto en el sitio como fuera de él. Dentro del sitio se construyeron las torres de circulación, con concreto alivianado, y se colocaron las conexiones de las instalaciones. Las cápsulas, por su parte, fueron construidas en una fábrica cercana y transportadas hacia allí una vez terminadas.

El objetivo de este proyecto era funcionar como viviendas provisorias para empresarios de otras ciudades que necesitaran pasar la semana en Tokio. Este objetivo se cumplió en un primer momento, pero luego de unos años esa dinámica se perdió. En las últimas décadas, la torre afrontó dos campañas para su demolición, constatando el fracaso del emprendimiento.

La principal razón de su desuso fue el rápido deterioro que sufrieron las torres. Esto se debió a dos principales razones: en primer lugar, el bajo tiempo de recambio de cada cápsula. Ninguno de los dueños de las unidades poseía la capacidad para cambiar por completo su unidad cada tan solo 25 años. La segunda causa fue el plan poco realista de renovación propuesto por Kurokawa, teniendo en cuenta que, a día de hoy, las dos torres en su totalidad incluyendo circulaciones ya habrían afrontado tres recambios completos.

Las limitaciones funcionales contribuyeron a su descuido. El único recorrido posible dentro de las torres es en sentido vertical dentro del bloque circulatorio, y el edificio carece por completo de espacios públicos o lugares de comunicación.

Si bien en la teoría este debía ser un edificio adaptable, en la práctica, la ejecución de la idea resultó ser difícil y costosa. La estandarización absoluta de las unidades rigidizó por completo un sistema que debía ser dinámico, y provocó varios problemas.

Por un lado, deja inutilizable la riqueza morfológica de la torre. Su forma permite tener terrazas accesibles para cada una de las unidades, y, aun así, la ausencia de variantes en las cápsulas no permite aprovecharlas. Además, esta rigidización también trae problemas en cuanto a la orientación. Debido a la posición de la ventana en la unidad, las cápsulas con orientación suroeste reciben la mayoría de la luz solar, mientras que las otras quedan de espaldas al sol y rechazan el asoleamiento.

Utilizando los conceptos ya mencionados, se entiende que la torre Nakagin puso especial atención en el uso de los recursos, pero a cambio perdió adaptabilidad, tanto a su entorno como a su funcionalidad futura. El diseño, al igual que la corriente que le da su razón de ser, sufre el mismo problema: la falta de tecnología que permita realizar un proyecto funcional. En el siglo XXI, con las capacidades que brindan las herramientas digitales, estas problemáticas pueden solucionarse. La demolición de la torre es el camino equivocado, siendo el correcto su evolución. De esta forma, se obtiene un edificio que responda a las necesidades actuales, y se respeta el deseo metabolista de la evolución de la arquitectura junto con la de sus usuarios, manteniendo la esencia del proyecto.

Todos los dilemas funcionales del edificio se solucionan por medio de la customización. El primer paso sería diseñar múltiples variantes de la cápsula inicial, y permitir a los propietarios elegir una dentro de un catálogo. Se deben crear varios catálogos, según la orientación solar del edificio y el uso que se les vaya a dar. Se deben proponer viviendas, que posean acceso a terrazas privadas, así como espacios comunales, dando lugar a los propietarios a crear emprendimientos dentro del edificio.

Es importante desarrollar catálogos creados por los arquitectos para no dejar todas las elecciones de diseño en manos de los propietarios, que en la mayoría de los casos no poseen conocimientos arquitectónicos y pueden exigir demandas irrealizables.

El segundo paso está en la construcción. Se deben crear modelos digitales de las cápsulas, utilizables en impresoras 3d. La confección de estas debe ser en su mayoría industrial. Actualmente, sigue siendo rentable la producción en masa, y es la opción correcta para desarrollar este tipo de unidades. Aun así, al crear los modelos de impresión 3d se deja abierta la posibilidad a futuro de modificar el proceso constructivo por completo.

Los procesos de customización y catalogación dentro del diseño han ganado terreno en los últimos tiempos debido a la capacitación de los clientes. En una actualidad donde cada cliente puede aprender sobre elecciones de diseño, gratis desde su casa a través de plataformas digitales, el desafío del arquitecto radica en balancear el impulso creativo junto con las demandas del usuario.

En el proceso, el proyecto deberá ser tanto funcional como adaptable, exprimiendo al máximo sus recursos económicos y constructivos, atendiendo con pragmatismo las urgencias cotidianas y a la vez, proyectado con un pie en el futuro, con el objetivo de iniciar un desarrollo sostenible.

09 / Bibliografía

Feijó Edmundo Daniel, "Arquitectura Modular basada en la teoría de políedros"
Ediciones Universidad Católica de Loja, Ecuador; 2012

Ingels, Bjarke "Yes is More" Taschen Benedikt, Dinamarca; 2013

Ingels Bjarke, "Hot to Cold" Taschen France, Francia; 2017

Li Yang, "Whole to part: Nakagin Capsule Tower", USC School of Architecture, USA; 2016

Manual de diseño urbano de la Ciudad de Buenos Aires

Massad, Freddy "Crítica de Choque", Bismán Ediciones; Argentina, 2017

Pallasmaa Juhani, "Habitar" Editorial Gustavo Gili, España; 2012

Poveda Juan Aznar, "Arquitectura Modular" IES Infante D. Juan Manuel, España; 2011

Precht, Chris, "Book of Penda", Nafu Futong, China; 2015

Smith Ryan E., "Prefab Architecture: a guide to modular design and construction" John Wiley & sons INC, USA; 2010

Links

Alonso & Crippa: <http://www.alonsocrippa.com.ar/pagina/home/home.html>

OMA and BIG / KTH Convention NOV 2018: <https://www.youtube.com/watch?v=I2MWZjZtXQ>

ASA Forum 2018, Precht & Penda Studio: <https://www.youtube.com/watch?v=XdAMB5RLIDw>

Bjarke Ingels Group: <https://big.dk/#projects>

Chris Precht Studio: <https://www.precht.at/>

IR Arquitectura – Obras construidas: <http://www.irarquitectura.com/filter/construido>

Manual de diseño urbano CABA:

https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/manual_de_diseno_urbano_-_gcba_ago-2015_0.pdf

MVRDV Studio: <https://www.mvrdv.nl/projects>