

# Tecnología y calidad en la construcción

Gerardo Wadel



# **Investigación aplicada a la construcción**

Tesis doctoral sobre construcción industrializada



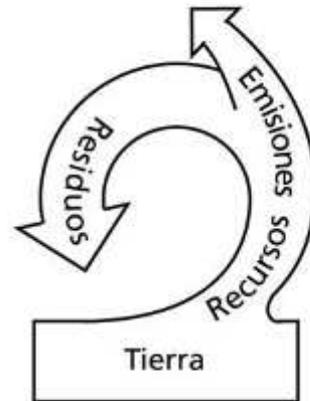
# LA SOSTENIBILIDAD EN LA ARQUITECTURA INDUSTRIALIZADA LA CONSTRUCCIÓN MODULAR LIGERA APLICADA A LA VIVIENDA



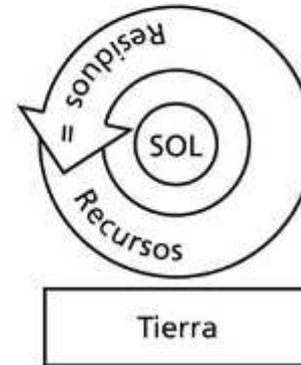
Gerardo Wadel

Director de tesis: Jaume Avellaneda  
Tutor de estudios y de tesis: Albert Cuchí

# ***cambio de modelo***



SXX: Ciclos materiales abiertos



SXXI: Ciclos materiales cerrados

el modelo productivo dominante puede sintetizarse en la secuencia lineal ***extracción>fabricación>uso>residuo***

la ecología industrial, basada en la gran máquina de reciclar que es la biosfera, propone el ciclo ***reciclaje-fabricación-uso-reciclaje***

# la experiencia modular actual

## 13 KFN-MODULSYSTEM

Johannes Kaufmann / Austria / madera / desmontable

### Origen

Un despacho de arquitectos se asocia con unos talleres de construcción en madera para la realización de una primera experiencia de vivienda modular que da como resultado la creación de un sistema de diversos prototipos (KNF-Modulsystem).

### Gestión

De acuerdo con las dimensiones máximas permitidas para el transporte no especial de carretera, se diseña una vivienda que consiste en uno o más módulos (existen también versiones telescópicas). El módulo, viaja completamente acabado hasta el solar, donde se monta sobre cimentaciones prefabricadas.

### Técnica constructiva

Ligera. Bastidor conformado por pilares y vigas sobre las que se atornillan tableros de cerramiento interior y exterior con núcleo aislante. Fachada y carpinterías variables.

### Materiales principales

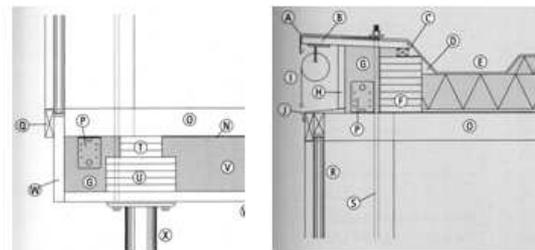
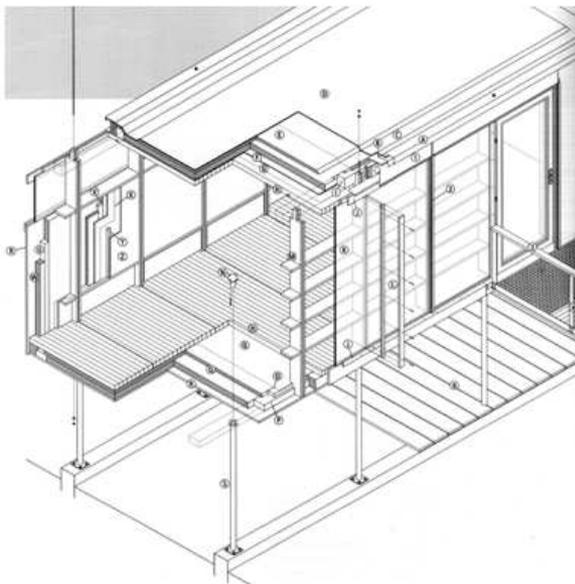
Madera y tableros de fibras de madera (estructura y cerramientos), acero (estructuras auxiliares), lanas minerales (aislamiento térmico), diversos materiales de fachada.

### Interés ambiental

Optimización del uso de los materiales / número reducido de materiales / materiales renovables / transporte eficiente / eficiencia energética

### Fuentes de información e imágenes

<http://www.jkarch.at/> página web de Johannes Kaufmann Architektur e información cedida por ésta.



# la experiencia modular actual



## 18 SPACEBOX

De Vijf b.v./ Holanda / plástico /  
desmontable

### Origen

Un despacho de arquitectos (De Vijf) se asocia con una empresa de construcción con compuestos plásticos (Holland Composites Industrials) para desarrollar un sistema modular ligero y recuperable. Spacebox ha realizado ya seis o siete residencias.

### Gestión

La unidad modular (2,6 x 2,3 x 6,3m) puede conectarse con otros módulos para formar habitaciones o pequeños apartamentos. Por adición se determina la configuración del edificio. El bajo peso, la comercialización en alquiler y la facilidad de desmontaje permiten su ubicación casi en cualquier suelo.

### Técnica constructiva

Muy ligera. Estructura de pilares y vigas metálicas que forman un "cajón de botellas" donde descansan los módulos. La estructura de éstos es de perfiles de chapa doblada y su cerramiento de materiales plásticos.

### Materiales principales

Acero galvanizado (estructuras), y panel sándwich de cartón yeso, fibrocemento, poliestireno expandido y fibra de vidrio-poliéster (cerramientos).

### Interés ambiental

Optimización en el uso de materiales / número reducido de materiales / materiales renovables / transporte eficiente

### Fuentes de información e imágenes

<http://www.spacebox.nl/index.html> página web del sistema Spacebox e información cedida por la empresa.

# la experiencia modular actual

Sustainability Scorecard  
**First LivingHome**  
 4 bedrooms, 3 bath  
 2,480 sq. ft.  
 60'w x 70'd

LEED FOR HOMES V 1.7			
Rating out of 108 Possible Points			
Location and Linkages		10	100%
Sustainable Sites		14	100%
Water Efficiency		15	100%
Indoor Environmental Quality		9	64%
Materials and Resources		8	36%
Energy and Atmosphere		32.5	112%
Homeowner Awareness		1	100%
Innovation and Design Process		1.5	38%
<b>TOTAL SCORE</b>		<b>91</b>	
<b>CERTIFICATION LEVEL</b>		<b>PLATINUM</b>	<b>84%</b>

## OPERATION

Total Energy Savings per Year enough to power this home for 4 months	13,000 kW-h \$1,000.00
CO2 Equivalent Emissions Avoided per Year like not driving a car for 3 months	9,100 lbs \$55.00
Total Water Savings per Year enough to fill 3 swimming pools	119,000 gal \$570.00

## CONSTRUCTION

Environmentally Preferred Materials	87,000 lbs 89%
Construction Waste Diverted from Landfill	5,544 lbs 64%
Construction Generated CO2 Equivalent Offset	114,800 lbs 100%



## 02 LIVING HOMES

LivingHomes, LLC./ EEUU / acero / desconstruible

### Origen

Un grupo de arquitectos asociados a un industrial ofrece viviendas diseñadas a partir de un módulo estructural de tres dimensiones, resuelto con estructura de perfiles de acero. El sistema permite la prefabricación de edificios de vivienda uni y plurifamiliares. Criterios ambientales y certificación LEED.

### Gestión

El proyecto se resuelve mediante la combinación de módulos cuyas dimensiones deben permitir el transporte en camión. Los módulos llegan al emplazamiento semiacabados y allí se montan y realizan los acabados, que incluyen parte de obra in situ.

### Técnica constructiva

Ligera. Estructura de pilares y vigas metálicas que forman un bastidor. Unos perfiles de chapa doblada reciben el cerramiento, de diversos tableros con núcleo aislante. Apilable hasta 3 o 4 niveles.

### Materiales principales

Acero (estructuras), tableros de fibras de madera y cartón yeso (cerramientos), madera natural (revestimientos), hormigón armado (cimentaciones y contenciones).

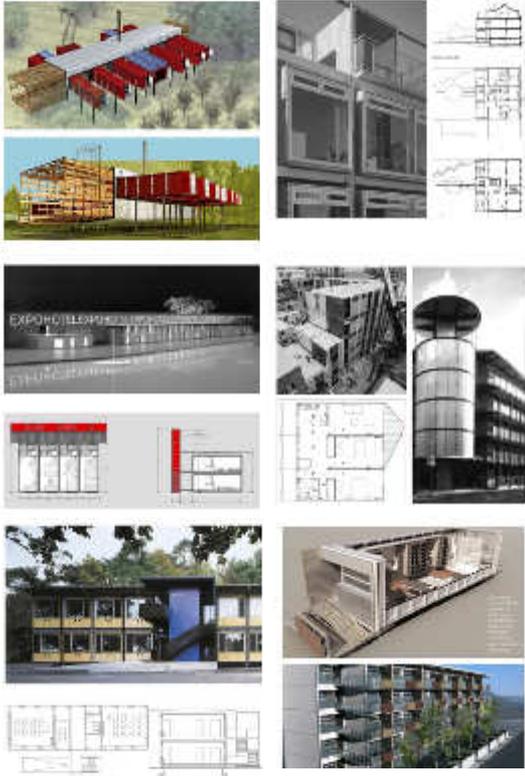
### Interés ambiental

Optimización en el uso de materiales / número reducido de materiales / materiales renovables / eficiencia energética / certificación ambiental

### Fuentes de información e imágenes

<http://www.livinghomes.net> página web de la empresa Living Homes e información cedida por ésta.

# *la experiencia modular actual*



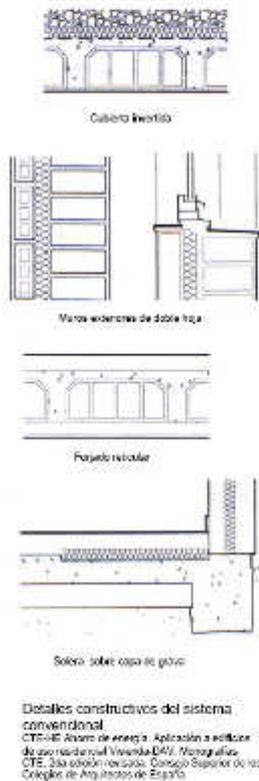
## ventajas

- edificios de 3-4 plantas, sin estructura adicional
- cimentaciones superficiales, a veces recuperables
- uso de materiales renovables y/o reciclables
- sistemas desmontables, componentes recuperables
- edificios adaptables a diversos emplazamientos
- dimensiones acorde con el transporte multimodal

## desventajas

- ausencia de objetivos ambientales
- difícil separación y recuperación de materiales

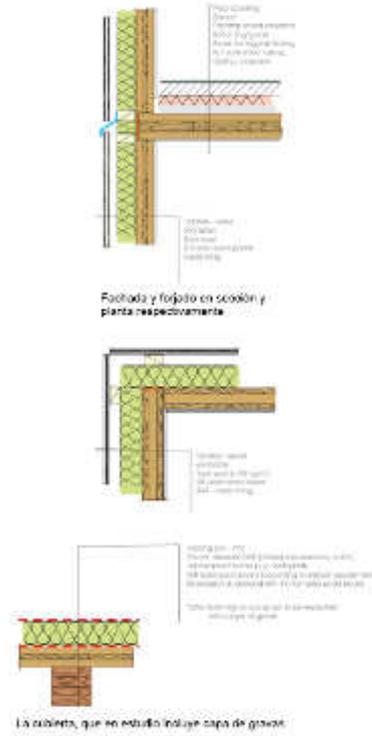
# sistemas constructivos



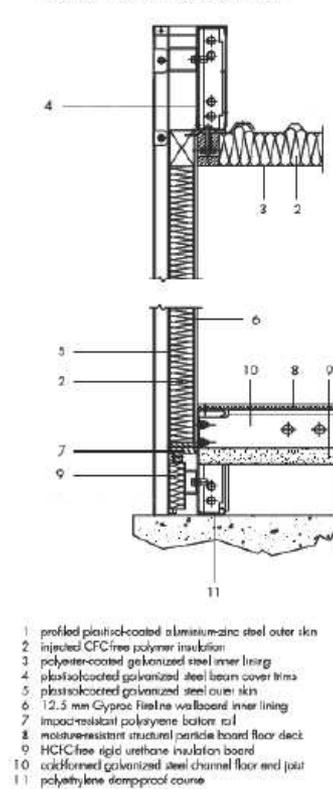
convencional



hormigón  
*Compact Habit*



madera  
*diemodulfabrik (KLH)*

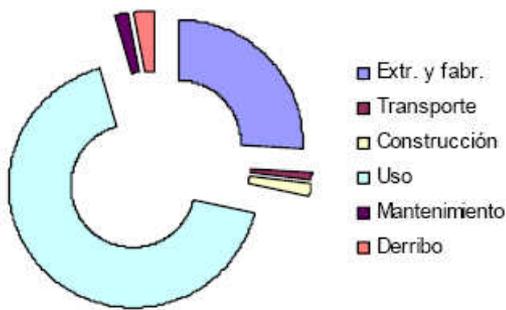


- 1 profiled plastic-coated aluminium-steel outer skin
- 2 injected CFC-free polymer insulation
- 3 polyester-coated galvanized steel inner lining
- 4 plastic-coated galvanized steel beam cover trim
- 5 plastic-coated galvanized steel outer skin
- 6 12.5 mm Gyproc Fastline vs floorer inner lining
- 7 impact-resistant polyurethane bottom roll
- 8 moisture-resistant structural particle board floor deck
- 9 HCFC-free rigid urethane insulation board
- 10 cold-formed galvanized steel channel floor end joint
- 11 polyethylene stamp-proof course

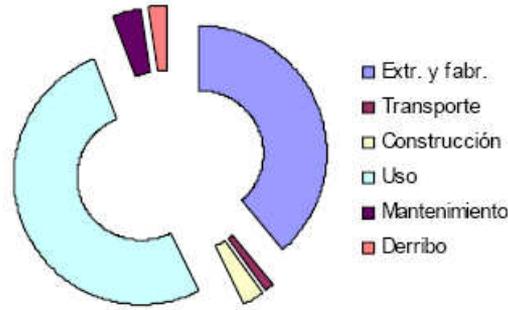
acero  
*Yorkon*

# ciclo de vida

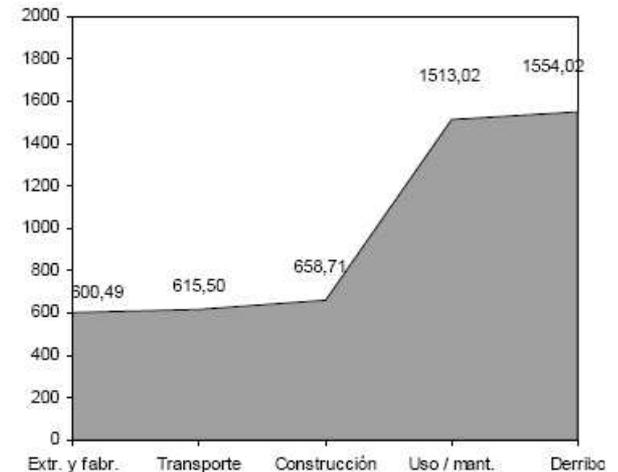
		Extracción y fabricación	Transporte	Construcción	Uso	Mantenimiento	Derribo	Total
<b>Consumo de energía primaria</b>	MJ/m <sup>2</sup>	5380,28	188,22	370,68	13864,62	409,82	516,42	20730,04
		26,0%	0,9%	1,8%	66,9%	2,0%	2,5%	100,0%
<b>Emisiones generadas</b>	KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	600,49	15,01	43,21	802,47	51,84	41,00	1554,02
		38,6%	1,0%	2,8%	51,6%	3,3%	2,6%	100,0%



Distribución del consumo de energía primaria a lo largo del ciclo de vida del edificio.



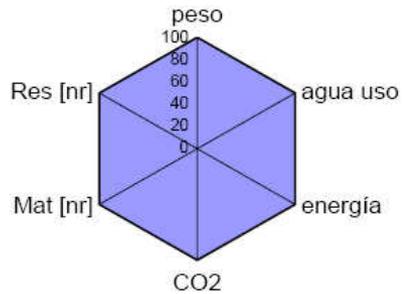
Distribución de las emisiones de CO<sub>2</sub> a lo largo del ciclo de vida del edificio.



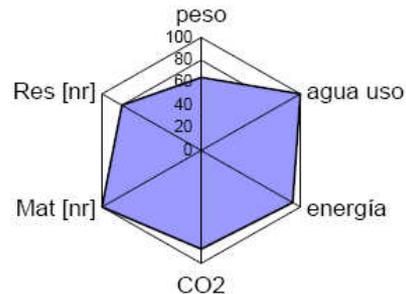
Emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub> a lo largo del ciclo de vida de 50 años del edificio. Los intervalos entre fases no son representativos del tiempo transcurrido.

Aunque han sido determinados otros efectos, el cuadro del ciclo de vida presenta una síntesis representada por la energía y las emisiones de CO<sub>2</sub>, por tratarse de indicadores de uso muy extendido en análisis de impacto ambiental. Como sucede en la mayoría de los análisis de ciclo de vida de los edificios, las etapas de Extracción y fabricación de materiales y Uso del edificio concentran la mayor parte del impacto, hasta un 95% según los indicadores utilizados. La proporción entre ellas varía entre 1,3 a 1 para el caso de las emisiones y casi 3 a 1 en el caso de la energía, aunque un previsible aumento de la eficiencia energética de los edificios impulsado por la presión normativa (CTE, DE, RDCE) hace pensar que la participación del impacto ambiental de los materiales será más significativa en el futuro mediato.

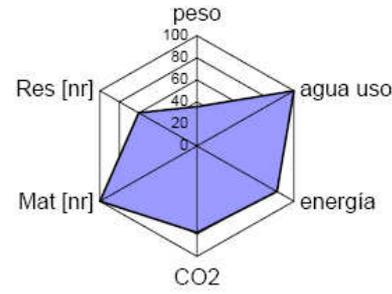
# análisis comparado, ciclo de vida



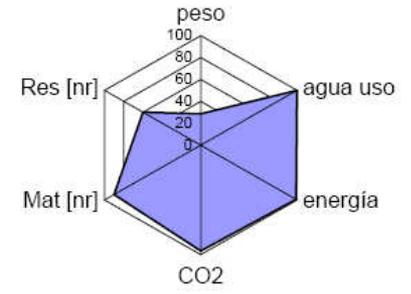
Convencional (base)



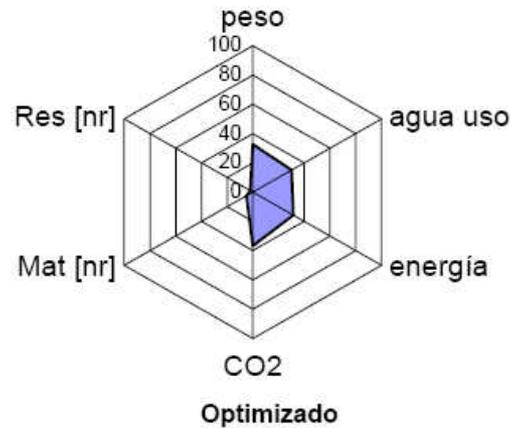
Hormigón (Compact Habit)



Madera (Diemodulfabrik KLH)

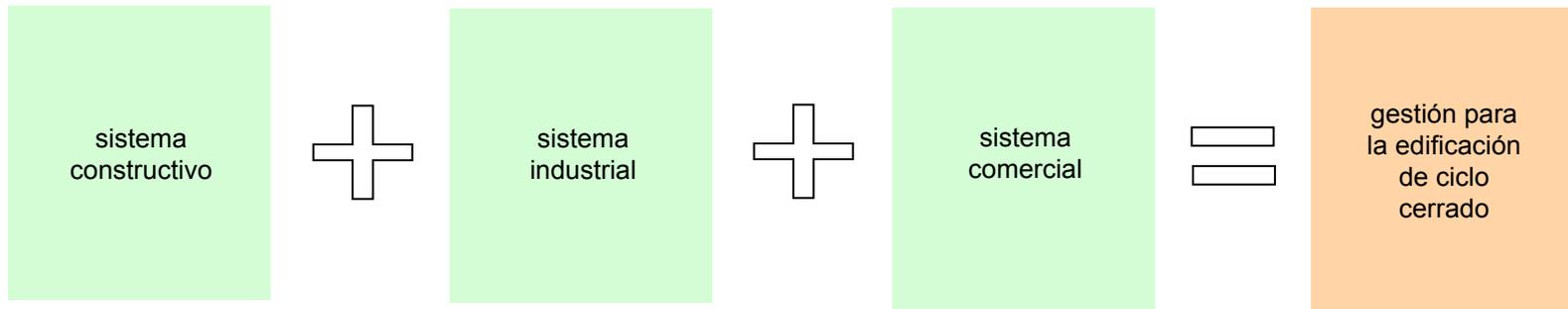


Acero (Yorkon)



Optimizado

# ***cambio industrial, cambio comercial***



## **rediseñar la industria**

cero residuos  
materiales reciclados/reciclables  
energía renovable  
transporte eficiente

## **rediseñar el comercio**

demanda de calidad ambiental  
servicios antes que productos  
reposición del capital natural  
penalización de la ineficiencia

# **Investigación + Desarrollo / Calidad**

Objetivos y líneas de trabajo

## **El área I+D / Calidad**

Definición e implantación de la calidad base  
Evolución de la calidad, retos y objetivos

Mejora de los sistemas constructivos actuales  
Desarrollo de nuevos sistemas constructivos

Puesta en común del conocimiento adquirido  
Acciones de vinculación y comunicación

## **Evolución de los objetivos**

(A) Cumplimiento de la normativa, calidad superior

(F) Mejoras generales en el edificio existente

(A) Certificación energética A, 60% de reducción de impactos

(F) Acciones de rehabilitación energética en colaboración

(A) Generación renovable, más captación que gasto

(F) Rehabilitación energética como parte del modelo



breeam



ihobe

senda

Verificado por societat orgànica

**Senda es un sistema de ayuda y evaluación de calidad ambiental** de los proyectos de La Casa por el Tejado, creado por Societat Orgànica.

**Sigue la filosofía del análisis de ciclo de vida simplificado**, considerando desde la extracción de materias primas para la fabricación de los materiales hasta, en el límite de su durabilidad, la desconstrucción, reutilización o reciclaje de los recursos invertidos.

A diferencia de los grandes sistemas de certificación ambiental **su aplicación es más sencilla y menos costosa, lo que permite dirigir el esfuerzo a las mejoras.**

Ha sido desarrollado aplicando **la experiencia de las herramientas de evaluación**, en general, y **conociendo a fondo los áticos**, en particular.

**Las 80 preguntas que *Senda* formula se organizan en cinco apartados: Biodiversidad, Energía, Agua, Materiales y Residuos**

Cada apartado (biodiversidad, energía, agua, materiales y residuos) tiene una puntuación, así como cada una de sus preguntas. Esto permite distribuir pesos y repercusiones.

**La Casa por el Tejado se ha fijado un objetivo: reducir el impacto habitual de construcción y uso de los edificios en un 60%, respecto de la edificación convencional.**

Por ello ha determinado que cada proyecto, mediante su evaluación con *Senda*, lo demuestre.

**Doble beneficio: áticos con niveles de sostenibilidad superiores y experiencia propia; saber cómo seguir mejorando.**

[INICIO](#)

[Vuelve al menu inicial de AYUDA](#)

[Vuelve al menu de EVALUACIÓN](#)

[MANUAL DE USO](#)

## AYUDA / ENERGÍA

**senda** aticos lct nc - societat orgànica consultora ambiental

### A- DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA

#### AE01 Diseño del edificio para la disminución de la demanda energetica

En el diseño del edificio es necesario tener en cuenta como este afectará a la demanda energética del edificio. Hay que aplicar las estrategias más adecuadas, según el tipo de edificio y el emplazamiento, para reducir su demanda energética y aprovechar al máximo los recursos locales, como el sol, el aire y el agua.



#### AE02 Diseño del edificio para la disminución de las pérdidas de calor en invierno

La demanda de calefacción es la parte más relevante de la demanda energética de los edificios en nuestras latitudes. Para reducir esta demanda es necesario prever unos espesores de los aislamientos adecuados, unas ventanas y marcos con un alto grado de resistencia térmica y, sobretudo, una reducción de las infiltraciones involuntarias y una gestión óptima de la renovación de aire por salubridad.

[bibliografía](#)

#### AE03 Diseño del edificio para la disminución del sobrecalentamiento en verano

La demanda de refrigeración puede reducirse hasta casi anularse si se ponen en práctica las estrategias adecuadas para evitar que se produzca sobrecalentamiento en el edificio. Las causas principales del sobrecalentamiento son un grado insuficiente de protección solar, unas altas cargas internas, un aislamiento térmico insuficiente y escasas renovaciones de aire

[ejemplo](#)

#### AE04 Diseño del edificio para garantizar buenos niveles de confort

El consumo de climatización del edificio está estrechamente relacionado al confort de los ocupantes. Garantizar el confort de los ocupantes puede reducir el consumo final. Es entonces importante considerar, para las diferentes épocas del año, las componentes que definen el confort: temperatura del aire, temperatura radiante de las superficies internas, humedad relativa, velocidad del aire.

# EVALUACIÓN / ENERGÍA

senda aticos lct nc - societat orgànica consultora ambiental

PDF

Proyecto: 0

## A- DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA

### A.1 Emplazamiento

EE01	La vivienda y sus espacios están orientados aprovechando la orientación mas favorable según el emplazamiento (ej. espacios de estar a sur $\pm 30^\circ$ , servicios y distribución norte).	SI	
EE02	¿En el dimensionamiento de las superficies vidriadas, se ha tenido en cuenta el efecto sobre el confort térmico de los ocupantes (altas diferencias entre temperaturas radiantes)?	SI	
EE03	¿Es posible efectuar una ventilación cruzada en todos los espacios principales de la vivienda preservando la seguridad y la intimidad?	SI	
EE04	Considerando los obstaculos remotos (por ejemplo edificios muy altos a sur), ¿qué porcentaje de radiación solar llega al edificio, con respecto a la que llegaría si no hubiera obstaculos remotos?	30%	

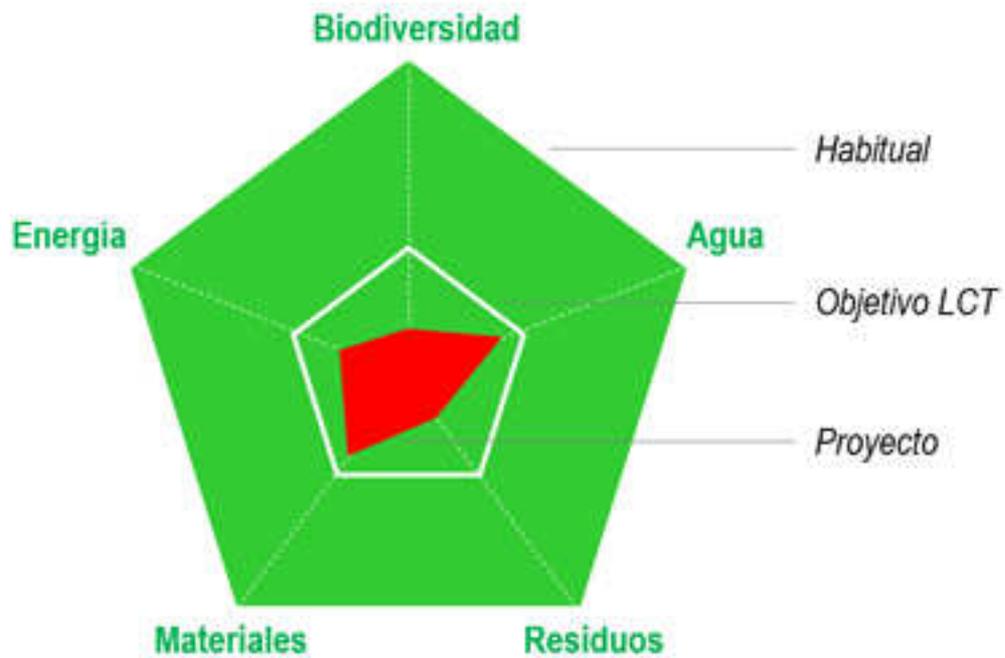
### Diseño del edificio para la disminución de las pérdidas de calor en invierno

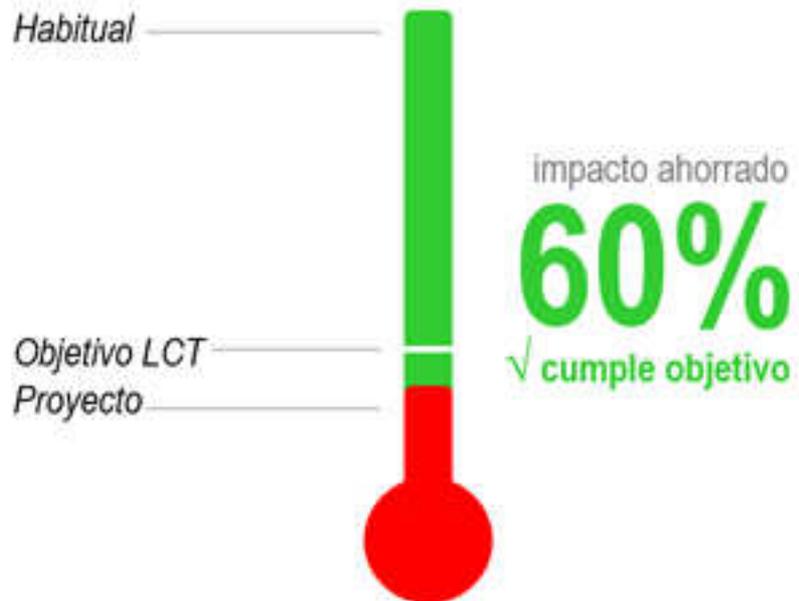
#### A.2a - Envolvente

EE05	¿Qué transmitancia (W/m <sup>2</sup> °K) tienen los muros exteriores?	entre 0.5 y 0.36	
EE06	¿Qué transmitancia (W/m <sup>2</sup> °K) tienen las cubiertas?	entre 0.29 y 0.16	
EE07	¿Qué transmitancia (W/m <sup>2</sup> °K) tienen los huecos que dan al exterior?	entre 1.79 y 1.2	

#### A.2b - Infiltraciones

EE08	¿Cuál es la clase de permeabilidad al aire de las carpinterías?		
EE09	¿Se han instalado persianas de enrollar sin controles de estanqueidad al aire y/o aislamiento térmico?	SI	
EE10	¿Se han instalado persianas con mecanismo de subir y bajar de cable?	SI	
EE11	¿Se han sellado todos los pasos, mecanismos, cajetines, etc., de instalaciones que conectan el interior y el exterior?	NO	
EE12	¿Qué combustible o fuente energética utiliza la cocina y el horno?	eléctrica	
EE13	¿Qué tipo de espacio de cocina se ha previsto?	cocina office/cocina cerrada	
EE14	¿Cuenta la parte opaca del sistema constructivo con láminas u otros elementos de alta estanqueidad?	SI	
EE15	¿Se ha reforzado la estanqueidad en juntas de membranas, encuentros de los elementos constructivos, etc.?	SI	
EE16	¿Tiene la vivienda una chimenea de estufa a leña, no estanca al ambiente interior?	NO	





# Herramienta de ayuda y evaluación ambiental Senda



senda aticos lct.nc

Proyecto:

Localidad:

Dirección:

Superficie construida:  m<sup>2</sup>

Superficie Util:  m<sup>2</sup>

Número de habitantes:

Informado por:

Revisado por:

[MANUAL DE USO](#)



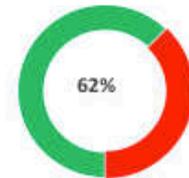
**AYUDA**

PDF

senda  
calidad ambiental  
Nivel alcanzado:  
**Satisfactorio**

Impactos ahorrados:

**62%**  
de impactos ahorrados  
respecto de un atico  
convencional de obra nueva.  
El mínimo de impactos  
ahorrados exigido por LCT es  
del **60%**



ENERGIÀ	65 %
AGUA	55 %
MATER.	60 %
BIOIV.	56 %
RESIDUOS	62 %

**EVALUACIÓN**

## Cumplimiento del CTE DB-HE0 y DB-HE1

### Demandas energéticas de calefacción y de refrigeración\*

$D_{cal}$	10,93	$\text{kWh/m}^2\text{año} \leq D_{cal,lim}$	24,81	$\text{kWh/m}^2\text{año}$	SI
$D_{ref}$	2,33	$\text{kWh/m}^2\text{año} \leq D_{ref,lim}$	15,00	$\text{kWh/m}^2\text{año}$	SI

### Consumo de energía primaria no renovable\*

$C_{ep}$	25,30	$\text{kWh/m}^2\text{año} \leq C_{ep,lim}$	57,22	$\text{kWh/m}^2\text{año}$	SI
----------	-------	--	-------	----------------------------	----

$D_{cal}$	Demanda energética de calefacción del edificio objeto
$D_{ref}$	Demanda energética de refrigeración del edificio objeto
$D_{cal,lim}$	Valor límite para la demanda energética de calefacción según el apartado 2.2.1.1.1 de la sección HE1
$D_{ref,lim}$	Valor límite para la demanda energética de refrigeración según el apartado 2.2.1.1.1. de la sección HE1
$C_{ep}$	Consumo de energía primaria no renovable del edificio objeto
$C_{ep,lim}$	Valor límite para el consumo de energía primaria no renovable según el apartado 2.2.1 de la sección HE0

# Cerificación energética

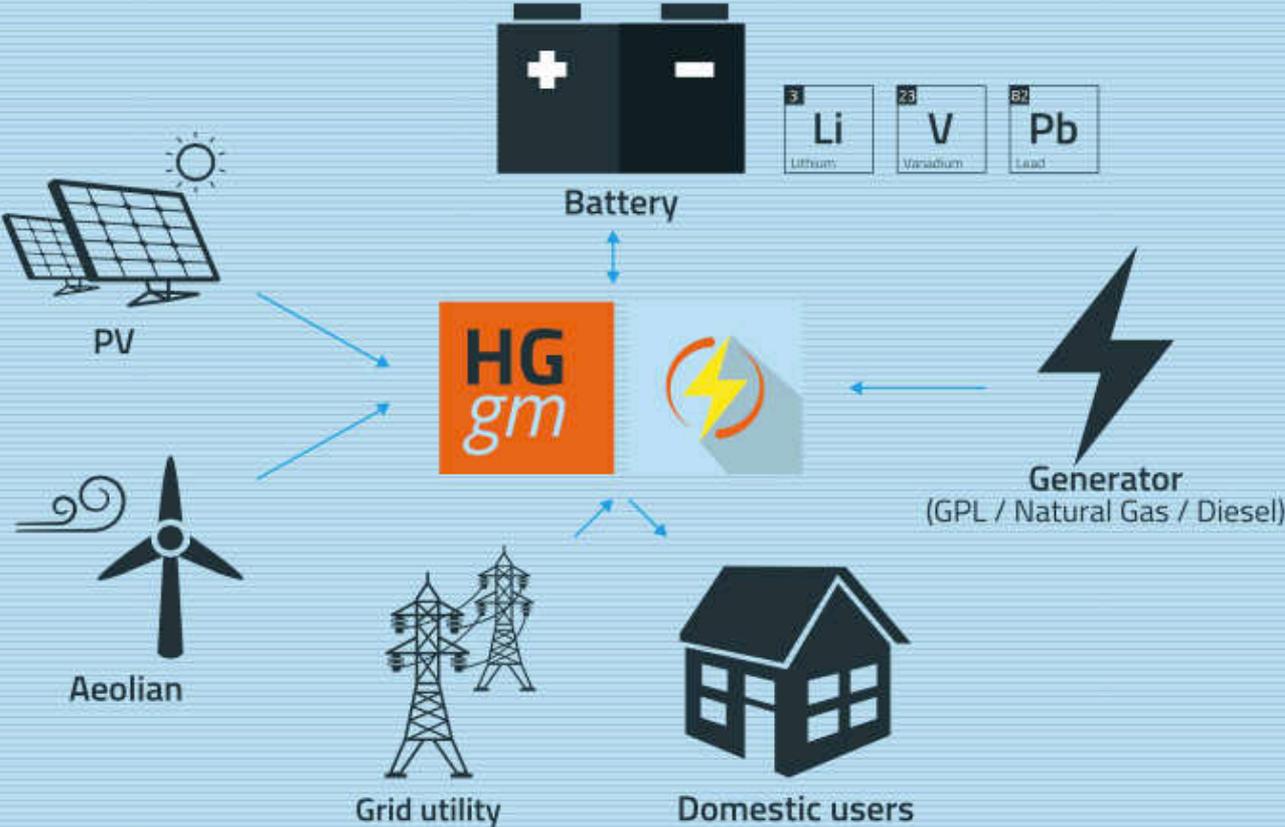


	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	B	6,5	1258,5	D	26,1	5021,8
Demanda refrigeración	B	3,0	585,4	G	19,7	3798,0
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	2,0	384,6	D	8,4	1615,4
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	B	1,0	192,3	G	7,5	1442,4
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,1	211,5	D	3,4	662,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	A	4,1	788,5	D	19,3	3719,9
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	A	7,9	1522,5	D	37,9	7281,6
Consumo energía primaria refrigeración	B	4,0	770,8	G	30,8	5924,9
Consumo energía primaria ACS	A	4,3	830,0	D	14,2	2735,5
Consumo energía primaria totales	A	16,2	3123,3	D	82,9	15942,0

## Resultados energéticos en fase de proyecto

<b>Parámetro</b>	<b>Edificio de referencia</b>	<b>Edificio de proyecto</b>	<b>Mejora</b>
Demanda de calefacción (CTE HE1)	24,81 kWh/m <sup>2</sup> año	10,93 kWh/m <sup>2</sup> año	56%
Demanda de refrigeración (CTE HE1)	15,00 kWh/m <sup>2</sup> año	2,33 kWh/m <sup>2</sup> año	85%
Energía primaria no renovable (CTE HE0)	57,22 kWh/m <sup>2</sup> año	25,30 kWh/m <sup>2</sup> año	56%
Emisiones de CO <sub>2</sub> totales (Certific. Energética)	19,30 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	4,10 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	79%
Categoría (Certificación Energética)	D	A	79%
Ahorro global de impactos (herramienta Senda)	0%	62%	62%

# Administrador de red, gestión de la energía



The objective of [RÉPENER](#), a project co-funded by the Spanish National R&D Plan 2010-2013, has been to design and implement a prototype of an information system which facilitates access to energy information using semantic web technologies. SEiS -Semantic Energy Information System- provides qualified information to different agents to enable them to improve the decision-making process in their respective realms -from design to construction and refurbishment- as well as the methodologies to analyze it.

In SEiS, users with different profiles can retrieve and upload data in interaction with the system and they can invoke services operating with that data. This represents the first step in the creation of a more comprehensive energy system with additional data and services.

## Design Team

Project of a new building  
Project of building retrofit  
Feasibility study  
Energy certification  
...

## Facilities Manager

Benchmarking  
Building operation  
Research  
...

## Building Owner

Building retrofit  
Building maintenance  
Benchmarking  
...

## Energy Consultant

Energy and comfort modelling  
Energy and comfort monitoring  
...

There are four types of energy information services which have been implemented in SEiS: to provide examples of energy efficient buildings, to facilitate performance benchmarks, to identify energy efficient design patterns, and to upload building simulations. Each service is customized to the needs of four user profiles: design team, facility manager, building owner and energy consultant.

Please see the [PREVIEW](#) to have an overview of the functionalities of the prototype.

The SEiS energy information system can be enhanced with new data sources. If you are a **public administration, an architectural or engineering firm, an energy consultant or an energy service company (ESCO)** you could provide data about energy certificates, building descriptions, energy simulation outcomes or energy monitoring which will be incorporated to the system.

The data available through the system can be used by energy consultants, public administrations, energy certification companies, and construction companies to develop **services** to enhance their **business opportunities**.

If you are interested to provide data to the system or to develop and market its services, please contact [info@seis-system.org](mailto:info@seis-system.org).

[www.seis-system.org](http://www.seis-system.org)

## Design Team : Energy Efficient Design Patterns

The service has taken some default input parameters (location is "Barcelona", and use is "Residential"). The climate zone ("C2") has been obtained from the building location. These default parameters can be changed in the tab "Location & Use". The interface shows the results of the default search: building properties (geometric and physical), and building systems. The efficient buildings column shows the most common values of those properties in energy efficient buildings stored in the system; the all buildings column shows those properties in other buildings.

Location &amp; Use ▼

Energy performance Indicators ▼

Heating & Cooling demands of buildings located in a C2 climate zone near [Barcelona](#) to detect most relevant design variables

### Highlighted design variables for Heating & Cooling demands

		Efficient buildings	All buildings
<b>Geometry</b>			
<b>Compactness</b>	( $\text{m}^2 / \text{m}^3$ )	0.14 - 0.98	0.12 - 0.93
<b>Prevalent orientation of window area</b>	-	North	South
<b>Physical</b>			
<b>Average of the U value</b>	( $\text{W} / \text{m}^2\text{K}$ )	1.06 - 1.4	1.06 - 1.4
<b>System</b>			
<b>Degree of centralization of first heat generator</b>	-	Centralized	Individual
<b>Type of first heat generator</b>	-		
<b>Energy carrier of first heat generator</b>	-	Electricity	Electricity
<b>Use of first heat generator</b>	-	Heating and hot water	Only heating
<b>Solar contribution for hot water</b>	(%)	0 - 80	0 - 91
<b>Photovoltaic power installed</b>	(kWp)	0 - 29	0 - 29

Coincidence of parameter variation & Heating & Cooling demands



Be critical! coincidence of parameter variation with Heating & Cooling demands may correspond to good/bad design criteria, but not always – coincidence may be random!

# **proceso constructivo desdoblado**

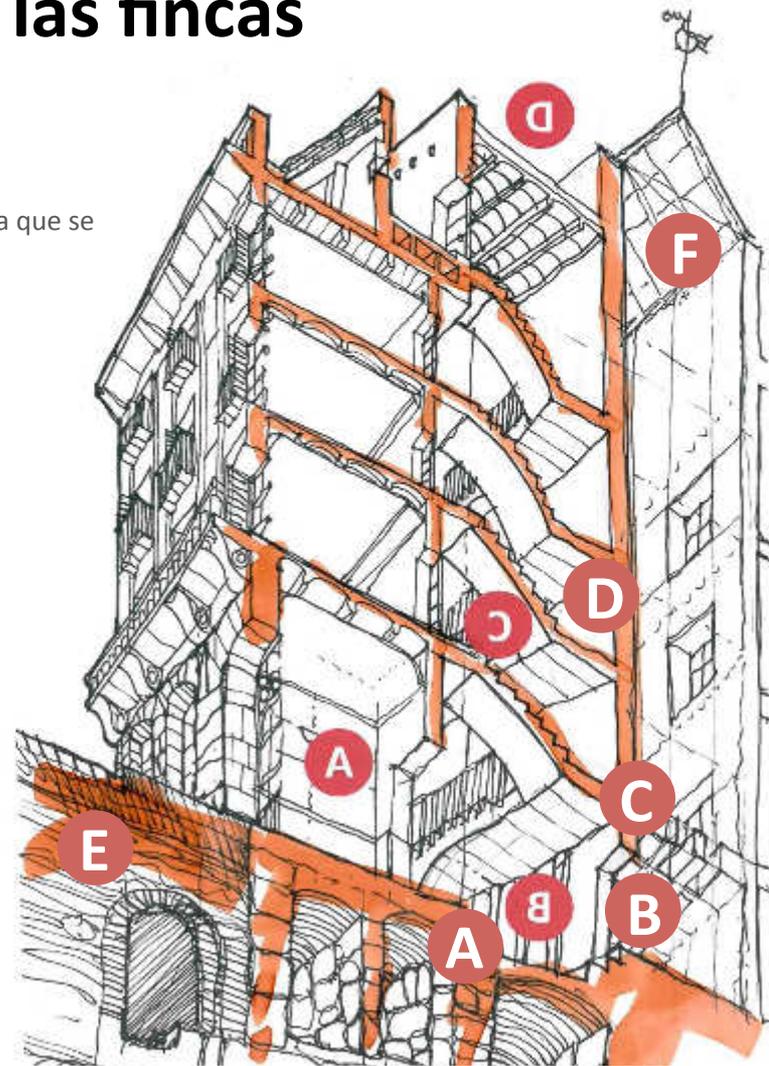
rehabilitación + sobreelevación



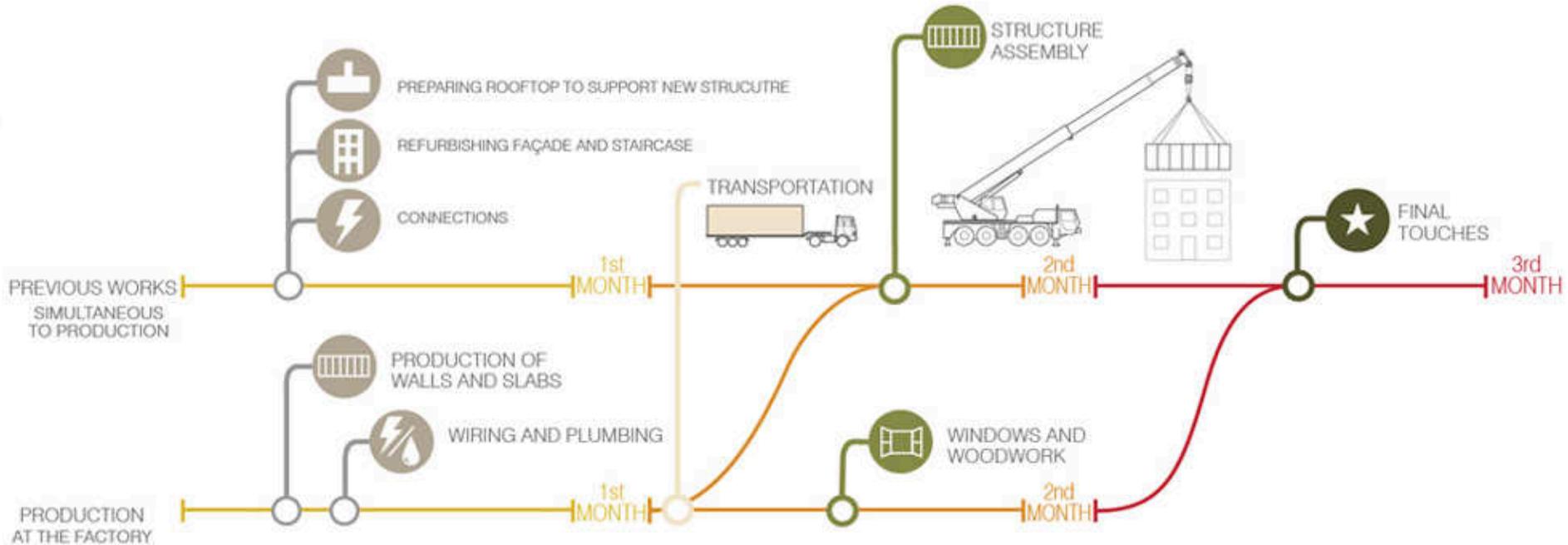
# Mejoras en las fincas

Estas fincas poseen un gran valor patrimonial debido a la zona en la que se ubican. Sin embargo se hallan una serie de deficiencias comunes.

- A** Zonas comunes en mal estado
- B** Instalaciones obsoletas y fuera de normativa
- C** Ausencia de ascensor
- D** Zonas de difícil accesibilidad
- E** Fachadas en deterioro
- F** Cubiertas en mal estado



# CONSTRUCTION TIMELINE



# Trabajos en taller



Emmagatzematge de perfil tubular soldats d'acer per a la fabricació de plers de mòdul



Unió soldada de perfil d'acer en la formació de bastiments de forjats de formigó



Unió de quatre mòduls sense acabar (l'al·liment està tallat i la membrana sense soldar)



Muntatge de particions i envans de plaques de centre guix sobre estructura de perfil d'acer



Col·locació de xapa d'acer galvanitzat plejada com a encofrat perdut en els forjats col·laborants de formigó armat



Detall mostrant els plafons de fegana muntats sobre



Espel de pes de muntants i baixants entre dues files de mòduls, amb estructura de reforçament



Fusteria del cel·lí menjador, pla de mostra



Vista de les estructures de la caixa d'ascensors i de l'escalera amb protecció al



Plafons sandwich de fegana des de l'interior, abans de rebre un segon al·liment i les plaques de centre guix



Mòdul carregat i desplaçat pel pont grua

# Trabajos en obra



Endemec de la coberta existent per el posterior acondicionament



Acondicionament de coberta per a rebre els mòduls



Cales realitzades per a l'estudi estructural de la finca



Instal·lació de bastida per rehabilitar façana



Acondicionament de la zona



Aixecament dels mòduls



Posicionament del primer mòdul



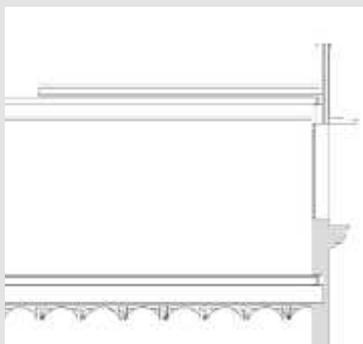
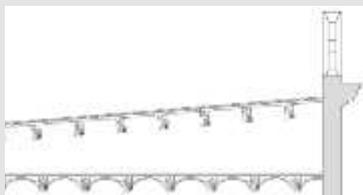
Ambada dels mòduls a Barcelona



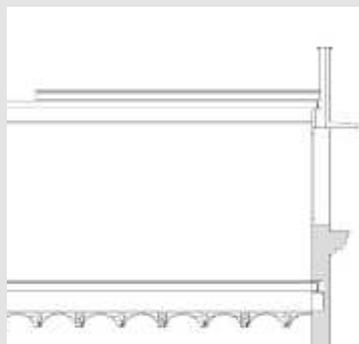
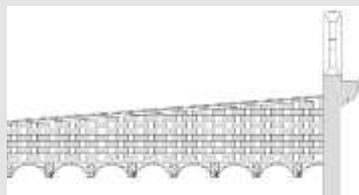
Posicionament del segon mòdul

# Estructura

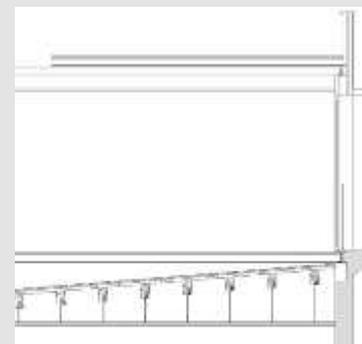
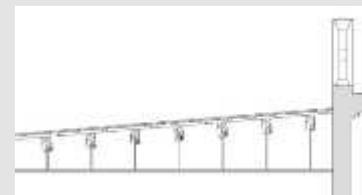
**Cubierta catalana  
de doble forjado de madera**



**Cubierta catalana  
de tabiques conejeros**



**Cubierta catalana ventilada  
con falso techo de cañizo**



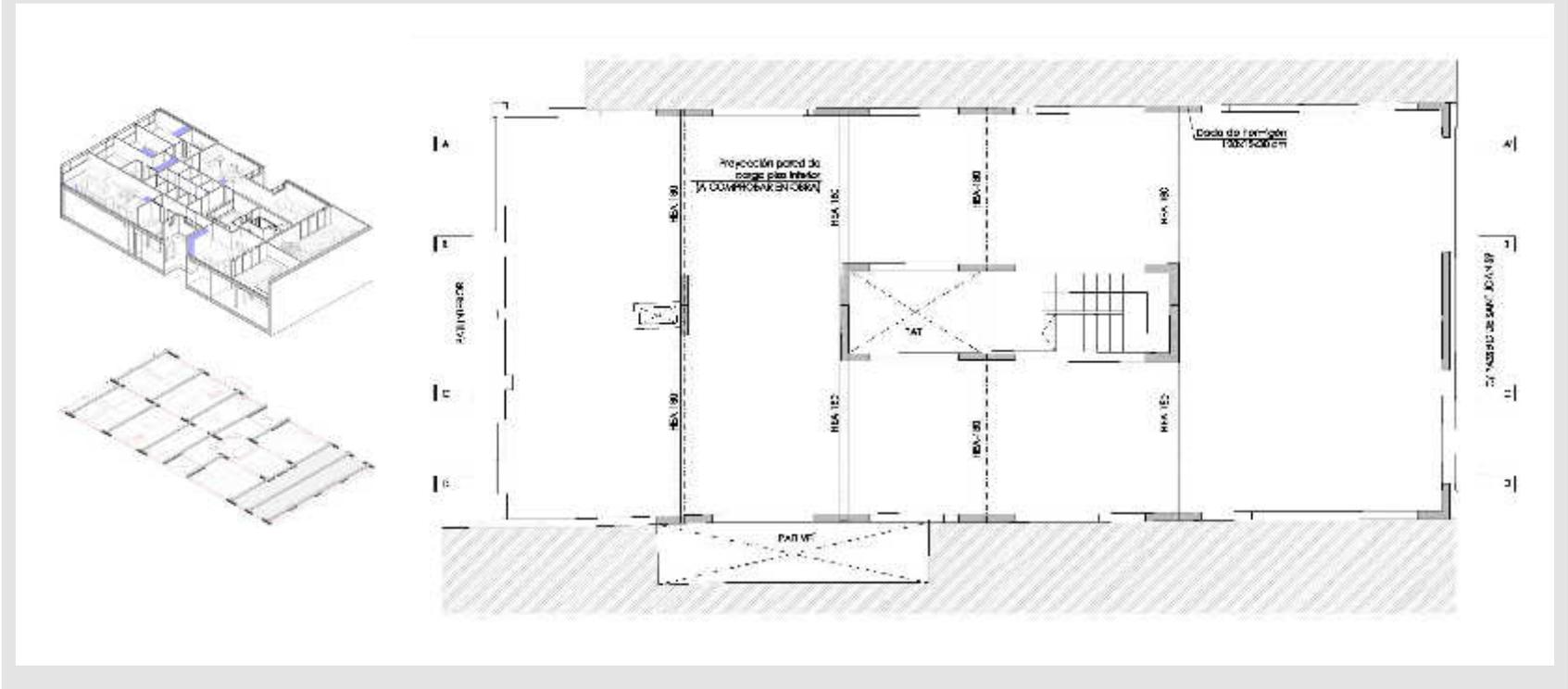
**Peso total extraído > Peso total módulos → Balance cero**

**Peso total extraído < Peso total módulos ↗ Refuerzo estructura existente (micropilotis)**

↘ **Estructura independiente**

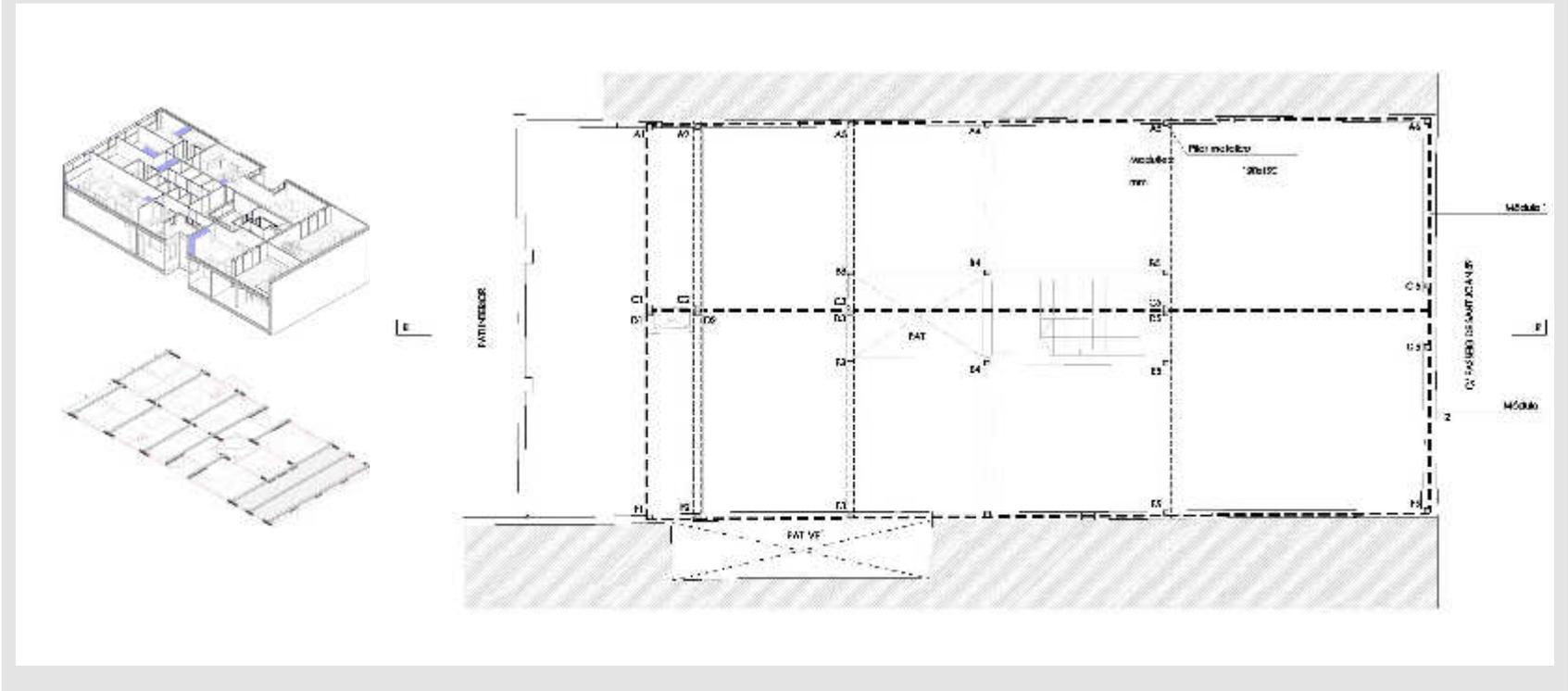
Realizamos un estudio de cargas en el que se compara el peso total extraído en el derribo con el peso total de los distintos módulos a colocar incluyendo las correspondientes sobrecargas.

En función del resultado obtenido, se impone la necesidad de reforzar la estructura existente mediante el refuerzo de la cimentación a través de micropilotaje o incorporar una estructura independiente.



Quando el módulo se apoya en la estructura existente, se disponen dados de hormigón para conseguir un mejor reparto de cargas.

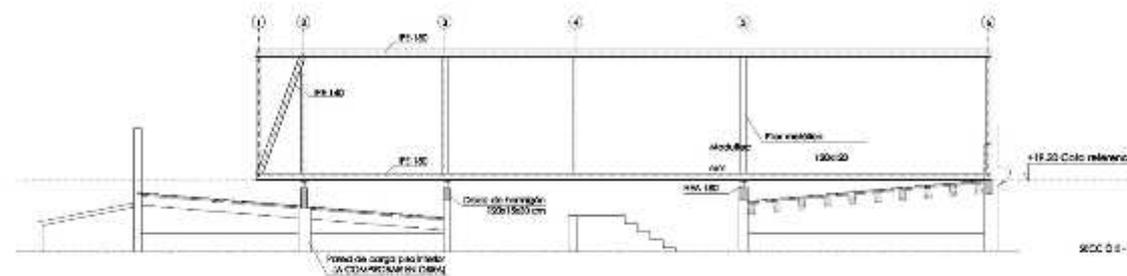
Las excentricidades de carga quedan absorbidas con bigas metálicas entre los distintos muros de carga.



La definición de los módulos viene determinada por las luces máximas admitidas para transporte. Éstas son las siguientes:

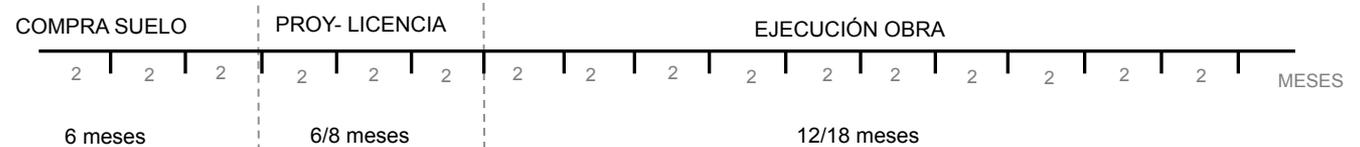
- Anchura: 4 - 4,5 m
- Longitud: 20 m
- Altura: 3,65 m

Se mantiene un margen de 5 cm con las medianeras para la implantación del módulo, quedando este rematado en obra una vez colocado.

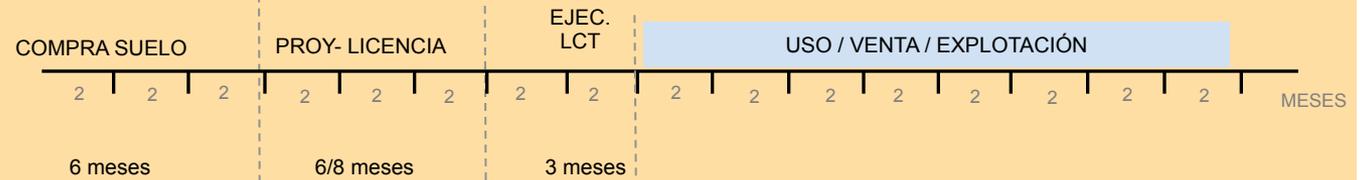


# Comparativa, tiempo y coste

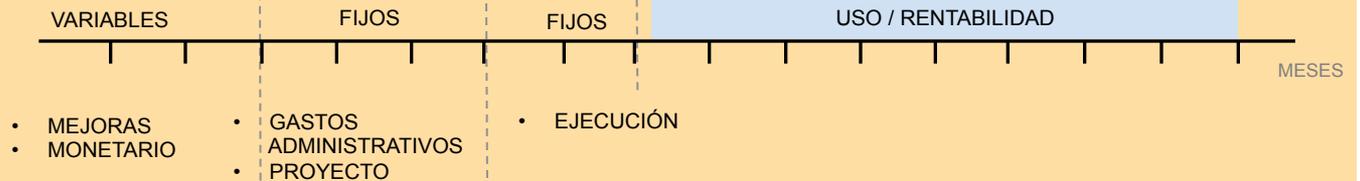
## PROMOCIÓN HABITUAL



## PROMOCIÓN PROPUESTA



## COSTES PROPUESTA



- MEJORAS MONETARIO
- GASTOS ADMINISTRATIVOS
- PROYECTO
- EJECUCIÓN

## Plaça del Doctor Letamendi, 29



Antes



Después

*Sobreelevación de edificios, actualización de fincas y mejoras ambientales. Enfoque, visión sistémica y casos de aplicación.*

Joan Artés, Gerardo Wadel

Carrer Comte d'Urgell, 184



Antes

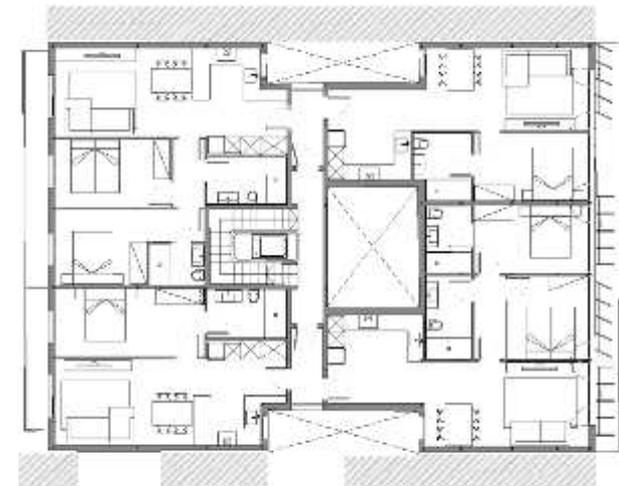


Después

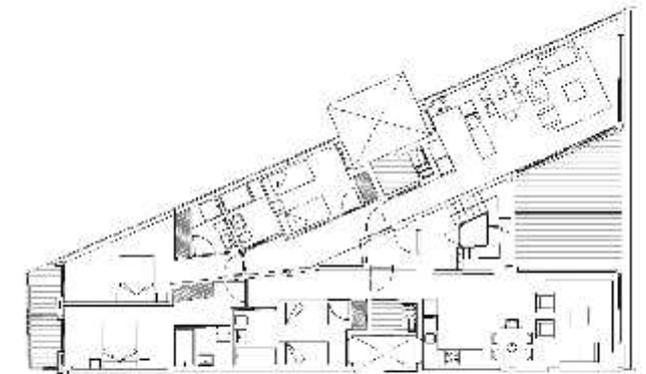
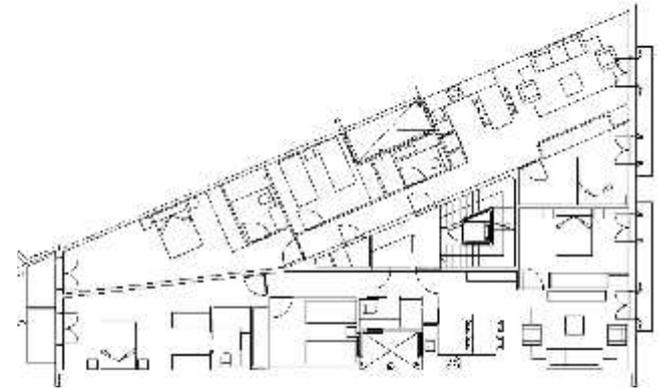
---

*Sobreelevación de edificios, actualización de fincas y mejoras ambientales. Enfoque, visión sistémica y casos de aplicación.*

Joan Artés, Gerardo Wadel



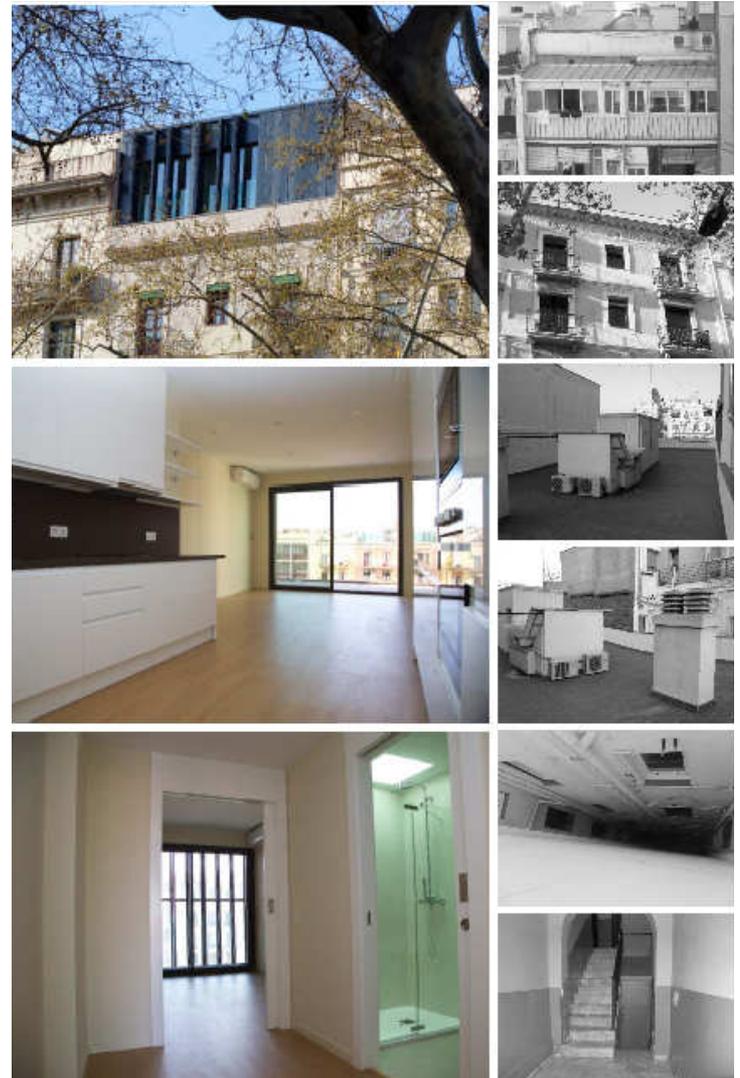
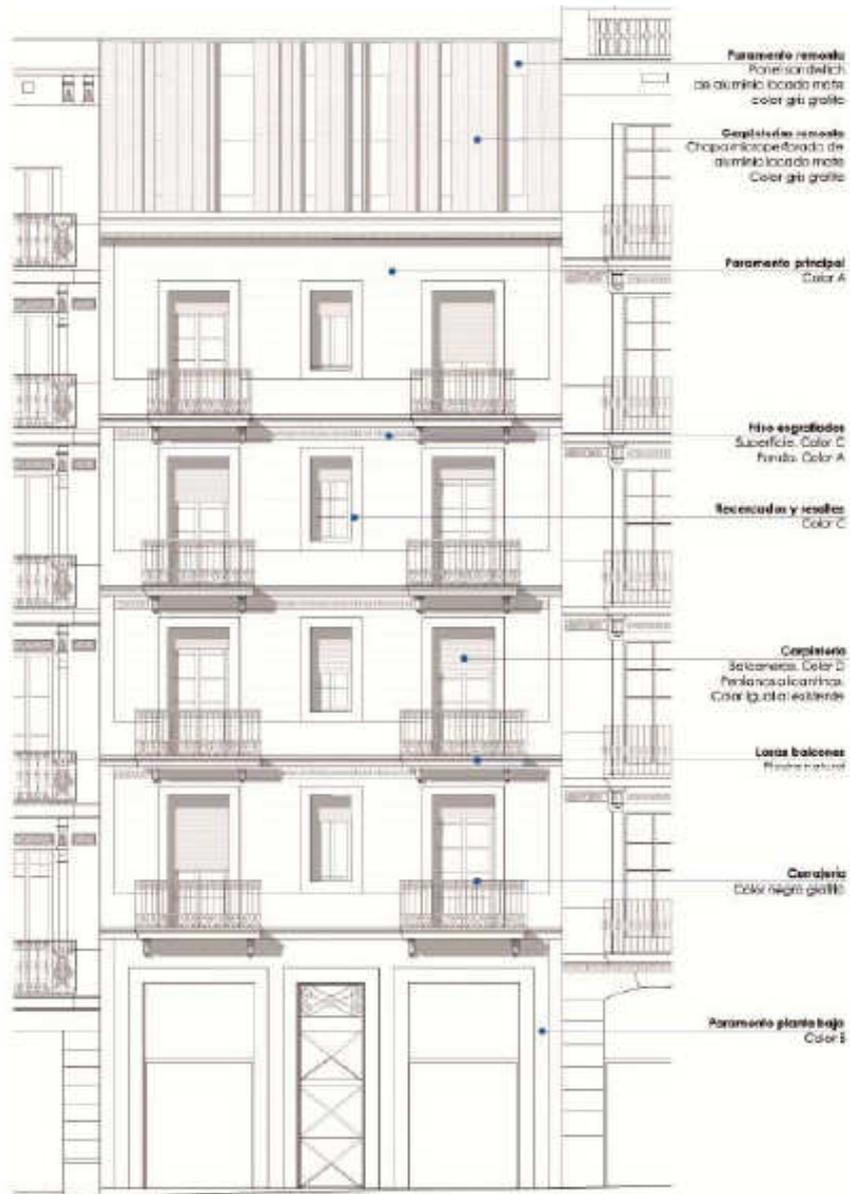
Carrer d'Aragó, 359



Plaça del Doctor Letamendi, 29



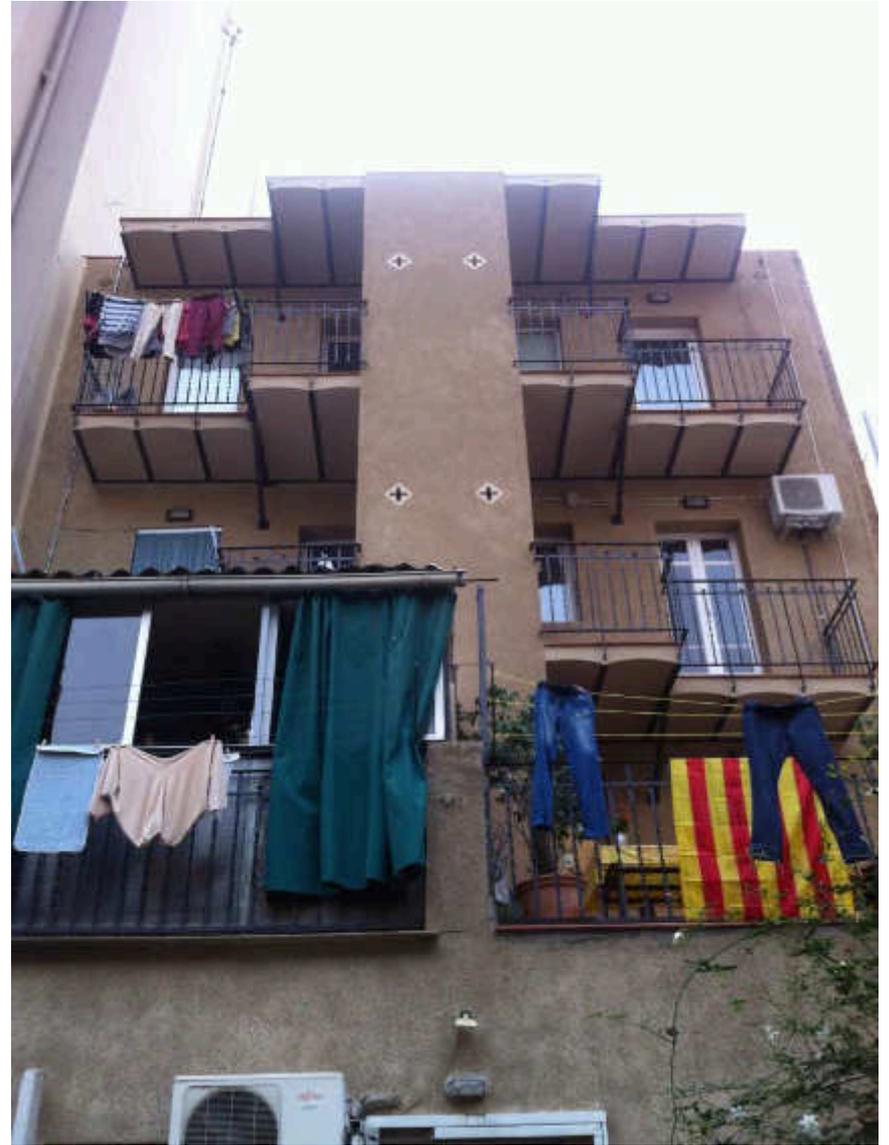
Carrer Girona 81



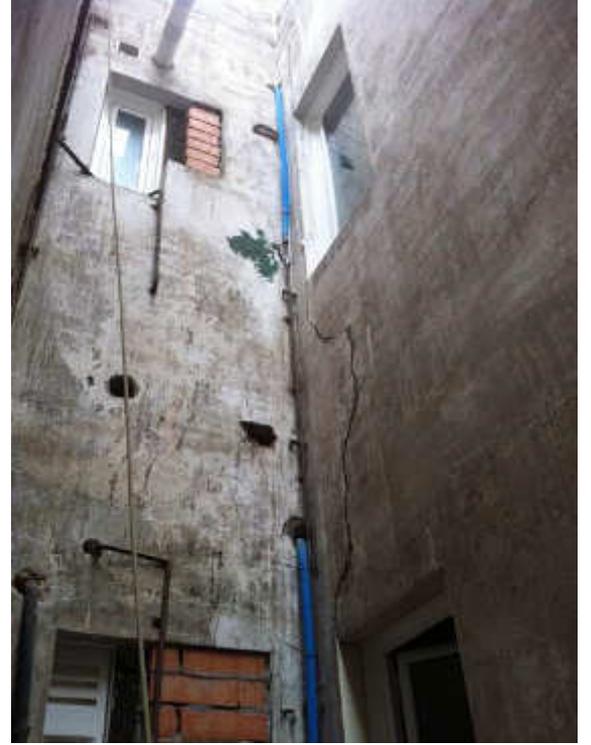
Passeig de Sant Joan, 59

# **Construcción en acero**

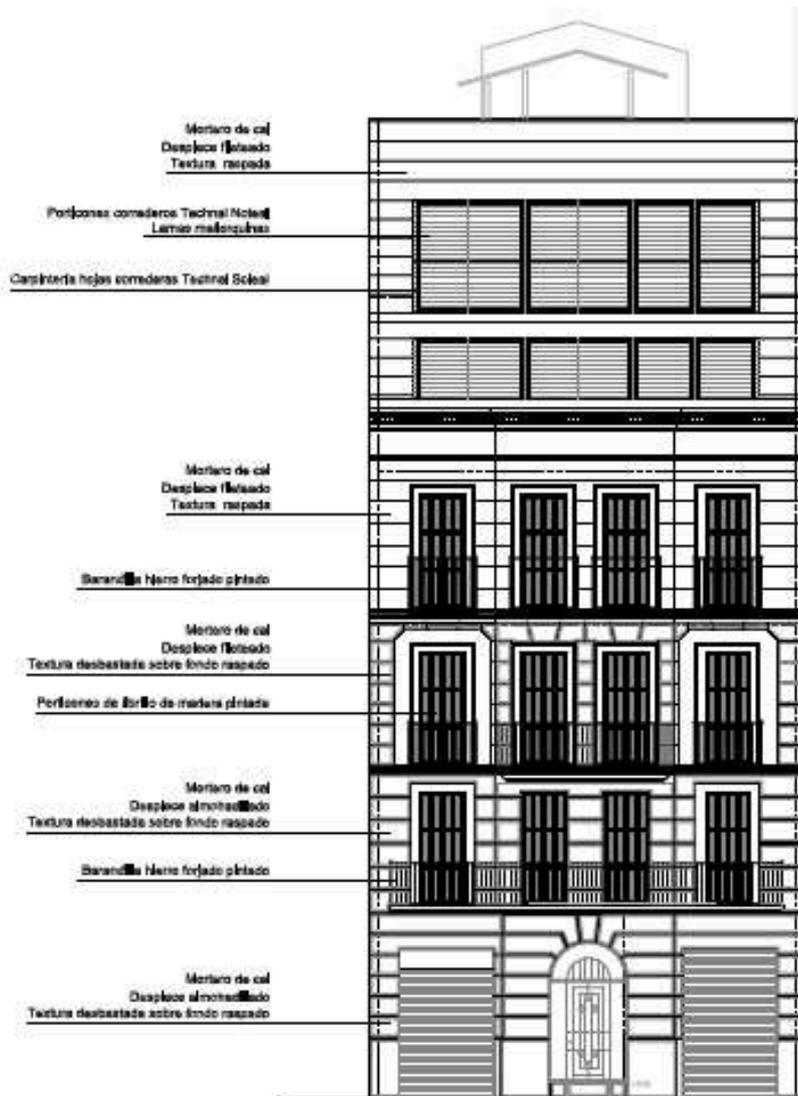
Còrsega 685



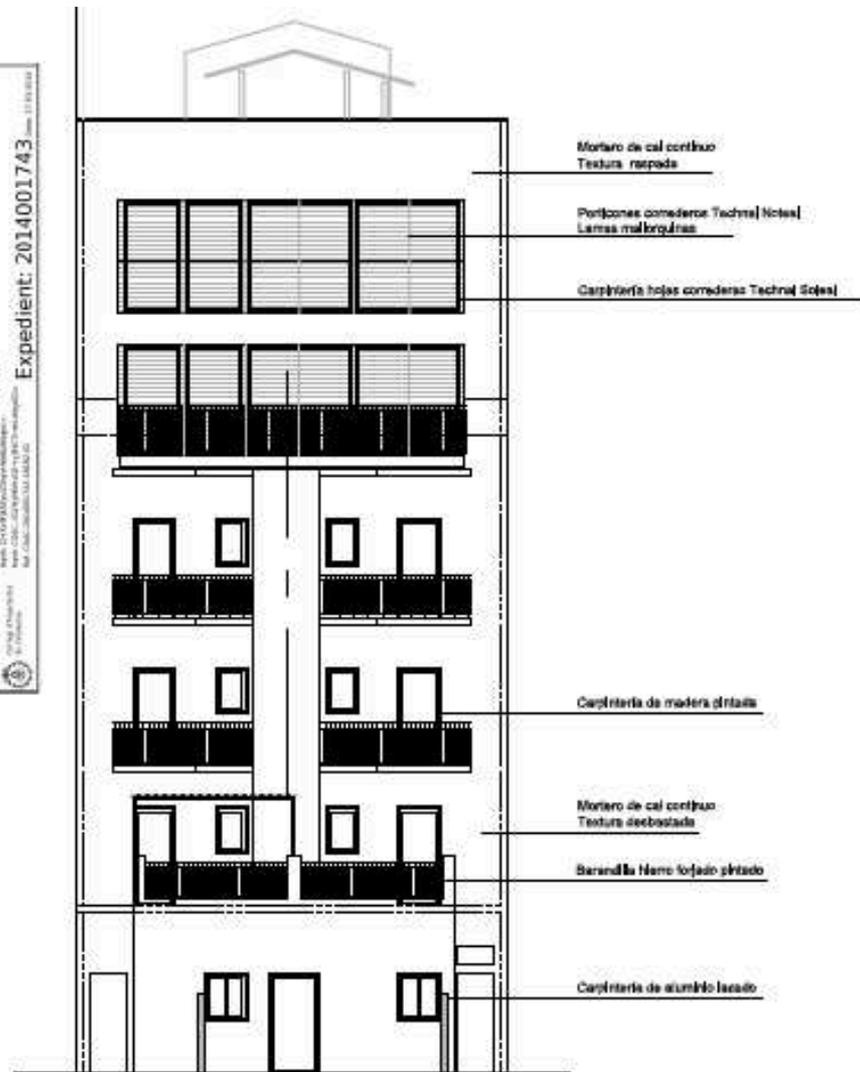






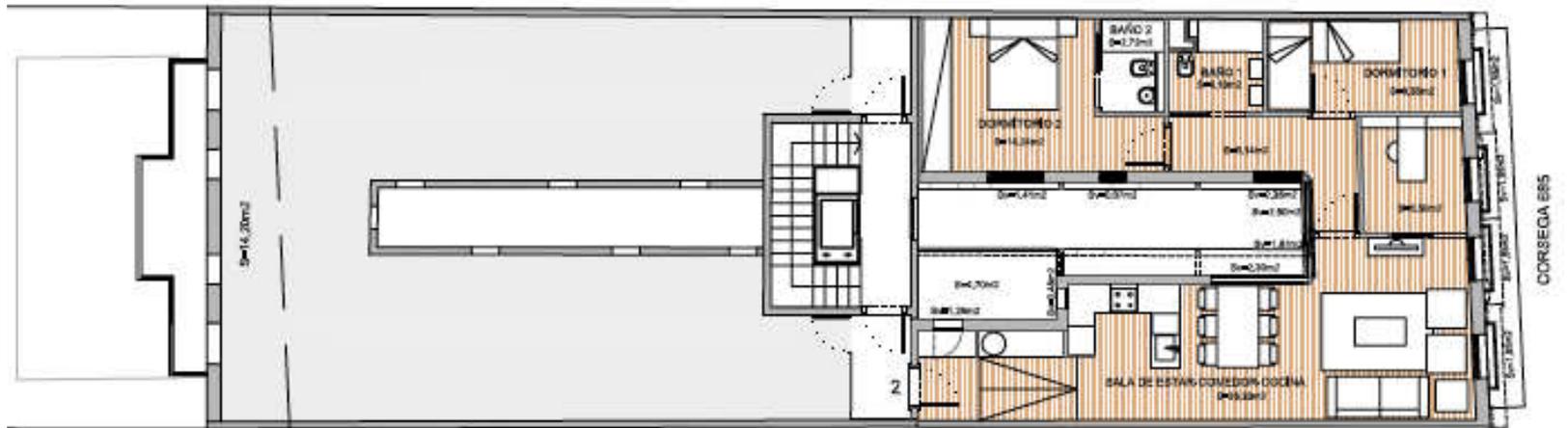


FACHADA PRINCIPAL



FACHADA POSTERIOR

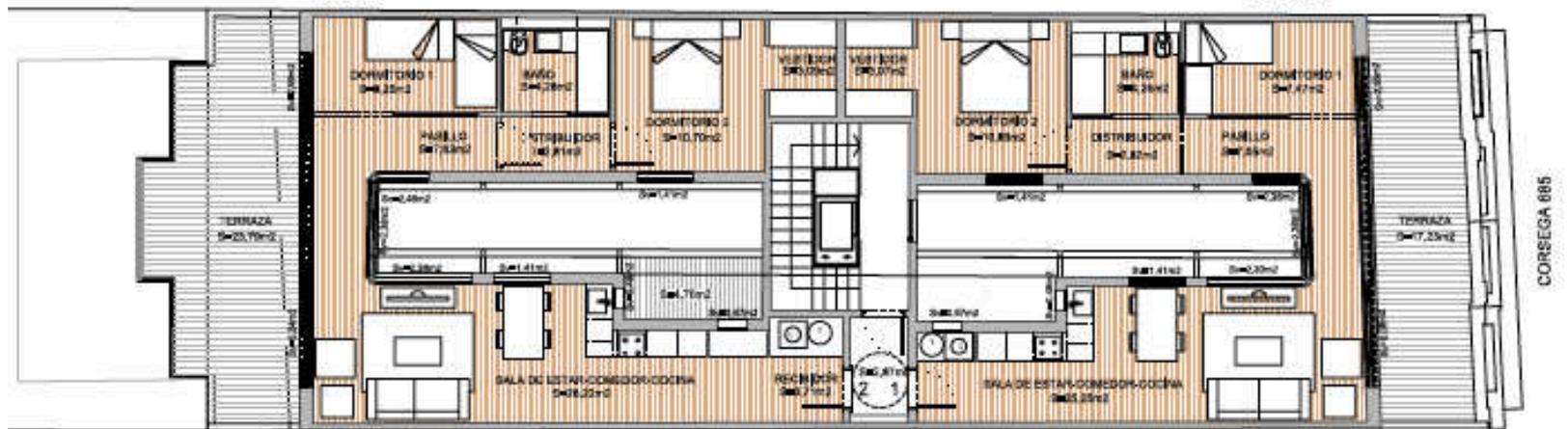
EXCESO EDIFICACION  
 S=14,20c=12,60m<sup>2</sup>



VIVIENDA A | Soms. #90,44m<sup>2</sup>  
 Spatio Int.#4,70m<sup>2</sup>  
 ZONAS COMUNES | Soms.#18,98m<sup>2</sup>

S=13,08m<sup>2</sup>

40=20,52m<sup>2</sup>



VIVIENDA 1 | Soms.#73,81m<sup>2</sup>  
 Soms.#20,52m<sup>2</sup>

VIVIENDA 2 | Soms.#61,22m<sup>2</sup>  
 Soms.#25,53m<sup>2</sup>  
 Spatio Int.#4,70m<sup>2</sup>

ZONAS COMUNES | Soms.#18,33m<sup>2</sup>







# **Construcción en madera**

Enric Granados 69

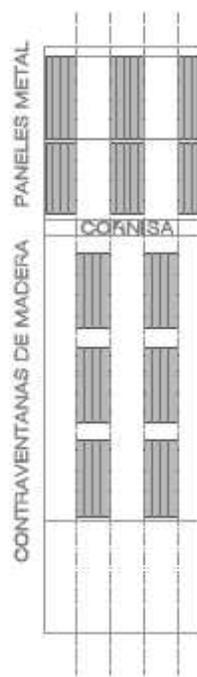




VISTA CALLE ENRIQUE GRANADOS



COMPOSICIÓN



ALZADO CALLE ENRIC GRANADOS



ESTUDIO COLOR

PARAMENTO	
F	.06
	.07
	.77
REVESTIDOS	
F	.06
	.15
	.56
MEDIANERAS	
F	.06
	.14
	.16
CARPINTERIA	
C	.06
	.07
	.77
CERAMICA	
	NEGRO

**PROPUESTA CONCEPTUAL**  
 La fachada se plantea, en clave de reinterpretación de la fachada existente que respalda a la tipología típica del Eixample barcelonés. La reforma existente se mantiene y define el volumen, en dos cuerpos, razón por la cual se plantea una solución mixta.  
 La propuesta mantiene las líneas compositivas verticales de la fachada existente pero se introduce la composición horizontal, se propone una fachada vertical de paneles de metal expandido de color similar al de las contraventanas de profundos maderas. Esta solución establece un diálogo con lo existente dando una patina contemporánea.

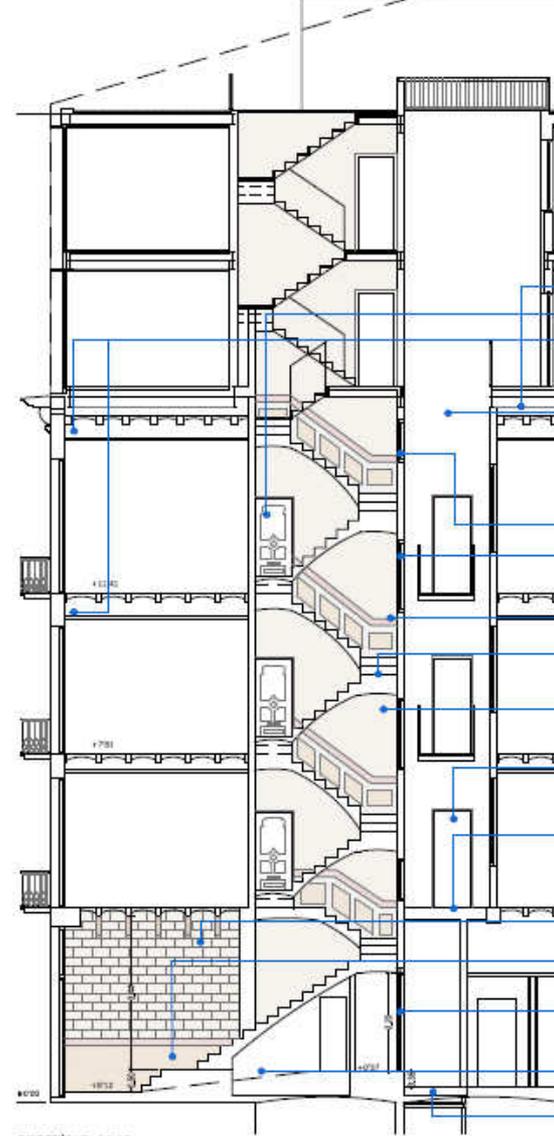
CONTRAVENTANAS DE MADERA (EXISTENTE)



PANELES DE METAL EXPANDIDO (PROPUESTA)



## REHABILITACIÓN ZONAS COMUNES EXISTENTES

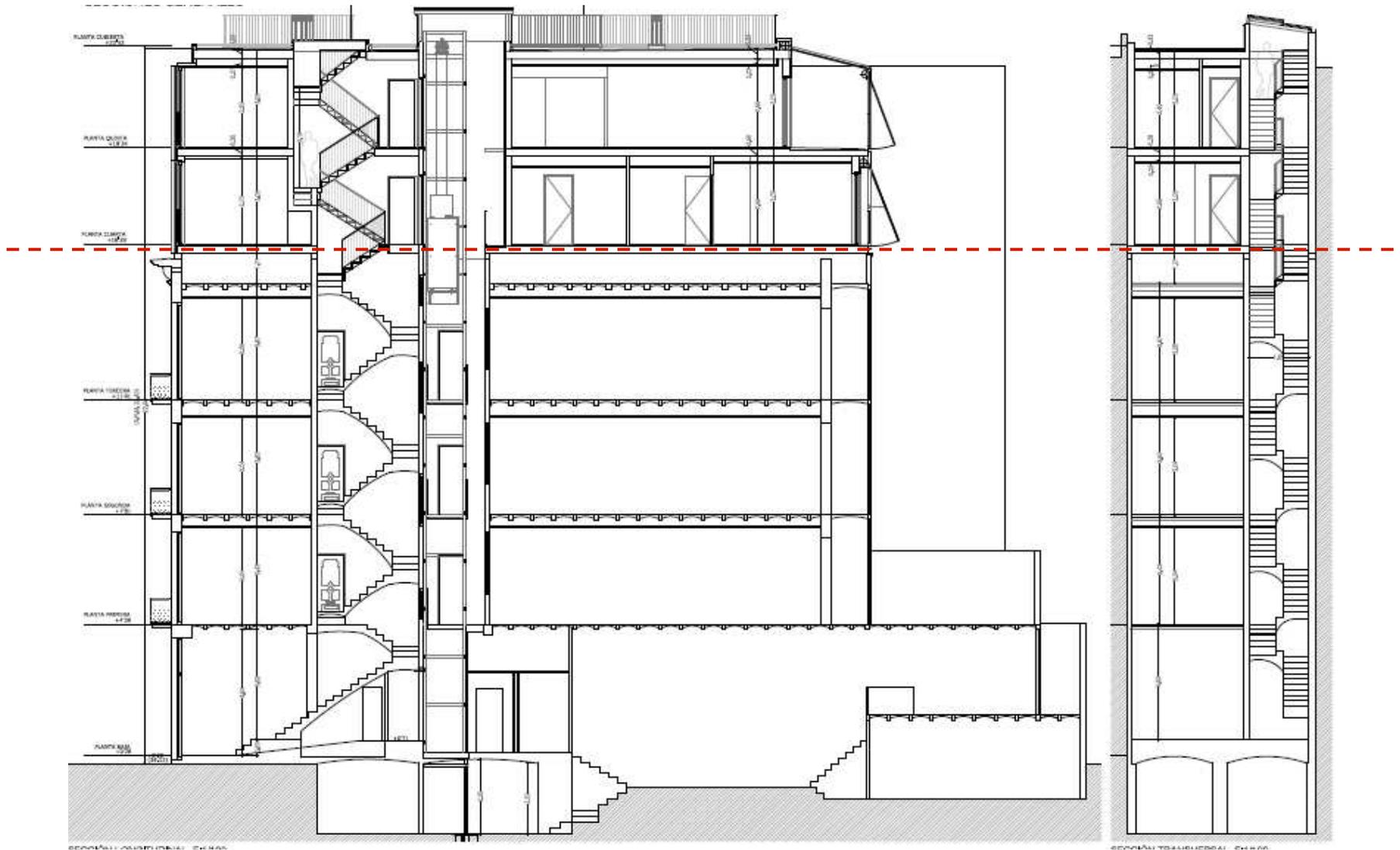


- Impermeabilización** de la cubierta existente.
- Restauración** puertas viviendas y vestíbulo, (esta con herraje que permita siempre apertura interior).
- Separación y pintado** de grilla estructural en zona plantas segunda y tercera, sellado con mortero sin retracción y colocación de testero para estudio comportamiento obra.
- Saneado, reparación y pintado** de las paredes del patio de luces. Grapado de grietas con empalmamiento de varillas metálicas frías con resina epoxi y recubiertas con punche de urdido tipo con colocación de malla de fibra de vidrio anticraquel tipo ARMATEX 99 en los puntos que lo requieren.
- Sustitución** carpintería por cambio de tamaño.
- Reparación** de los carpinteros de la escalera decapado y pintura madera, reparación mecanismos y sustitución de vidrios rotos.
- Limpieza y recuperación** de los asfaldos de las paredes de la escalera.
- Sustitución** piezas de mármol dañadas del pavimento de la escalera y rebocos.
- Saneado y pintado** de la parte superior de las paredes, techo y valla catalana de la escalera. Acabado pintado color a escoger.
- Puertas nuevas** de acceso a las viviendas existentes desde el ascensor de madera maciza. Creación de hueco de puerta sobre hueco de ventana.
- Formación de rebocos** de acceso a las viviendas existentes desde el ascensor. Formados por partes metálicas tubulares y pavimento de vidrio anticraquelante laminado 1,5+1,5 con lamina trabada y barandillas (ver documentación de ascensor).
- Limpieza** a agua a presión de la parte superior.
- Recuperación de los asfaldos** de la pared del vestíbulo. Extracción de la capa de pintura que los cubre, y posterior limpieza.
- Formación hueco** de la puerta del ascensor. Dintel reforzado con HEB 120 separados sobre diseño de hormigón de 20x25 cm reforzados con dos eslabos de 8mm.
- Formación de la rampa** de acceso al ascensor. Nuevo pavimento de terrazo continuo.
- Formación forja** del ascensor, estructura de soporte y paredes de cerámico plano bajo (ver documentación de ascensor).

SECCIÓN II: 1/100

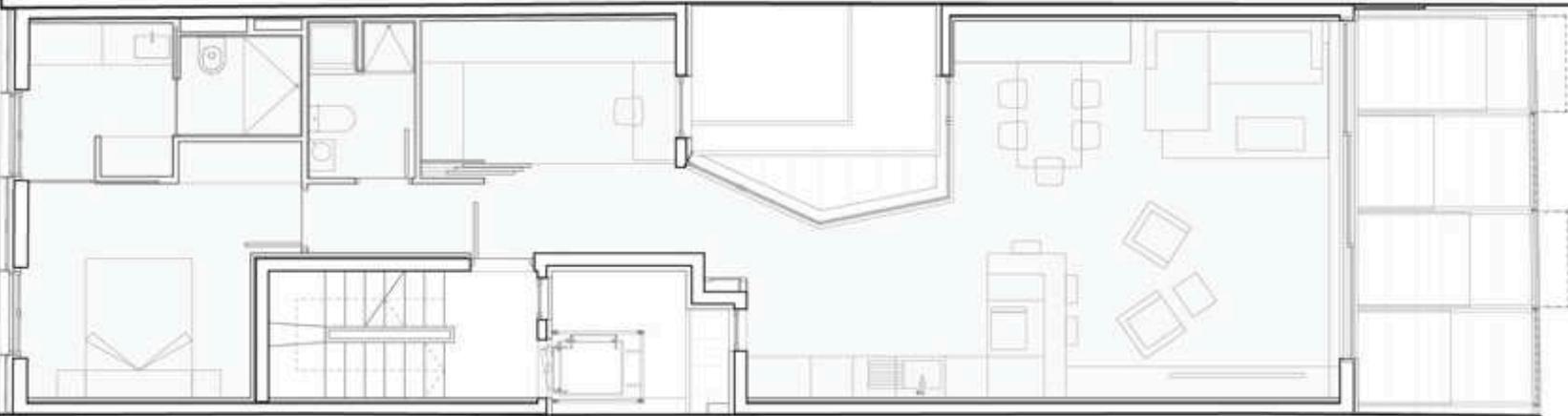




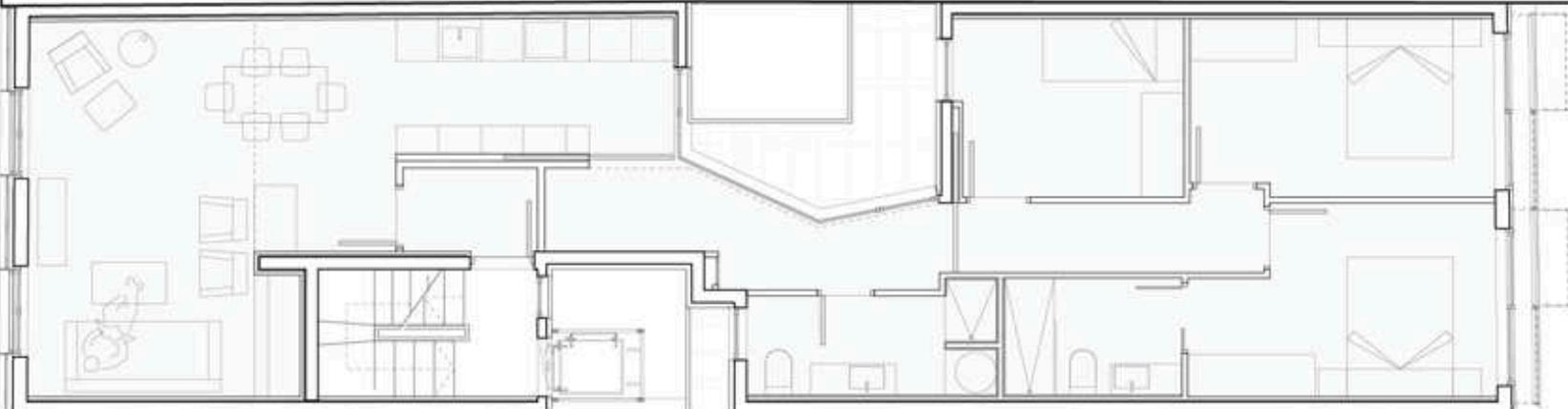


*Sobreelevación de edificios, actualización de fincas y mejoras ambientales. Enfoque, visión sistémica y casos de aplicación.*

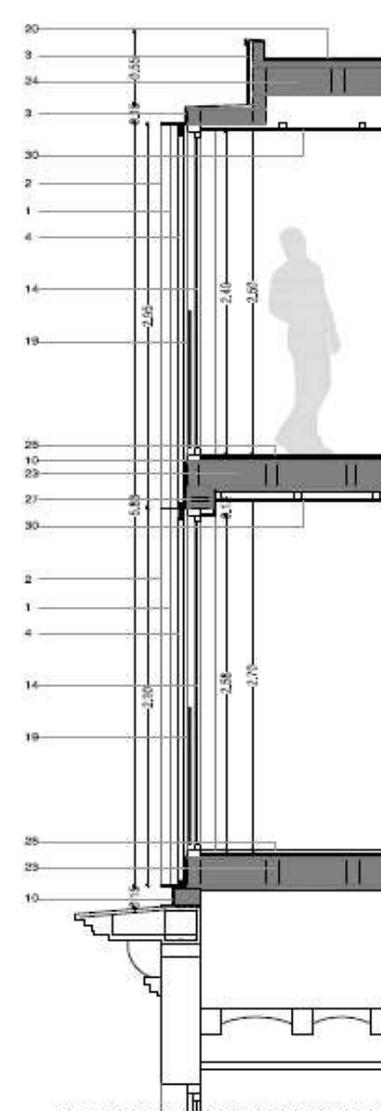
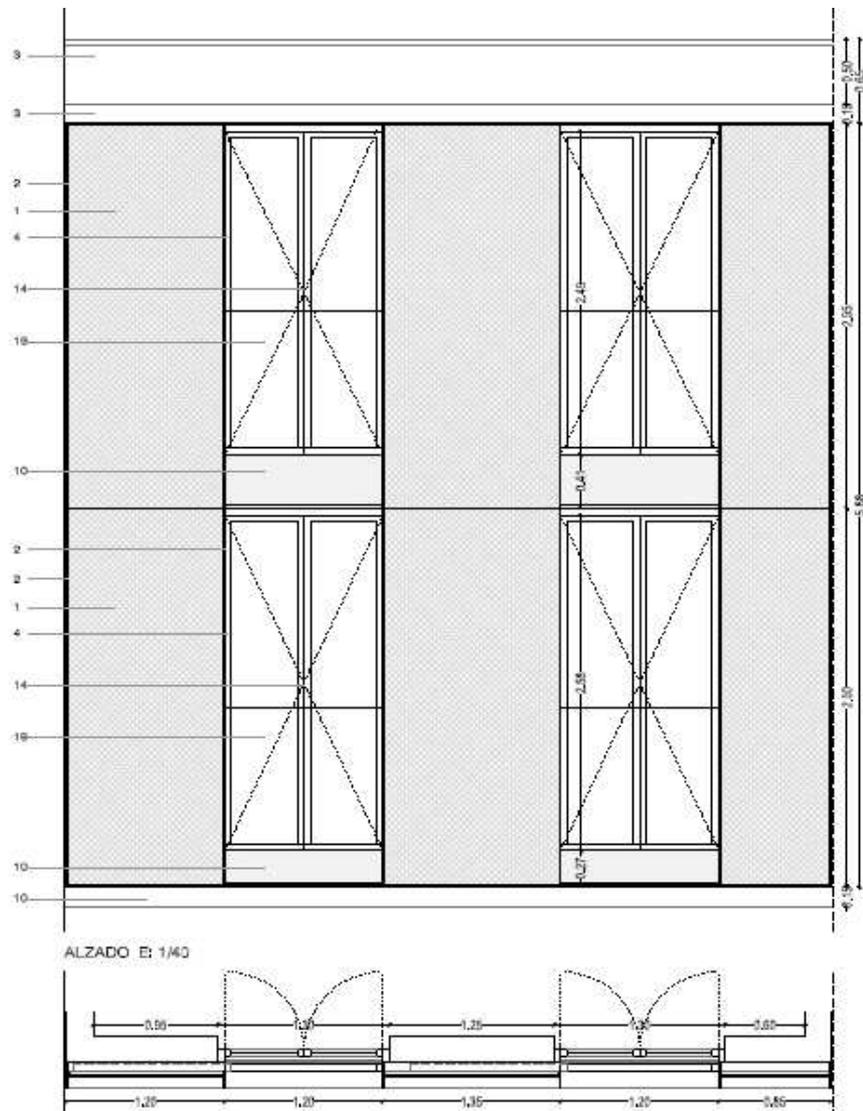
Joan Artés, Gerardo Wadel

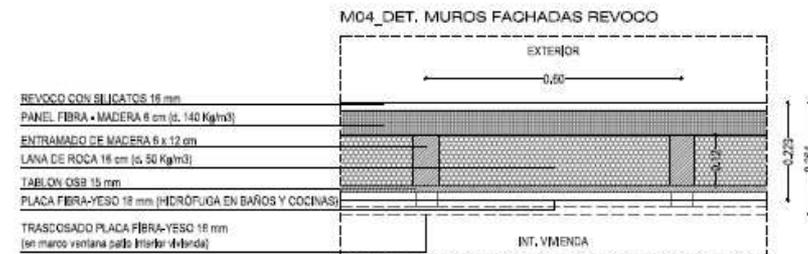
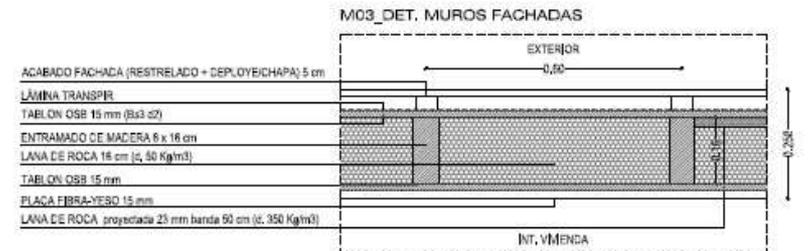
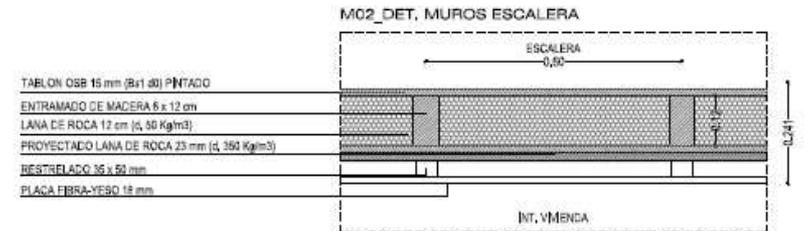
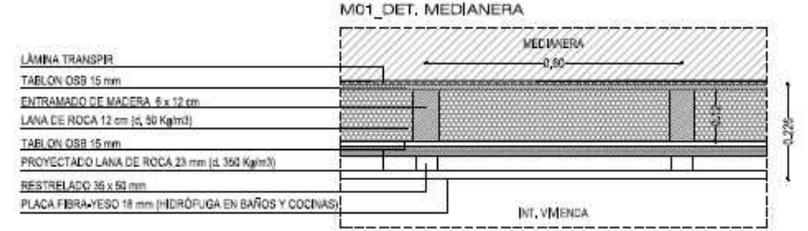
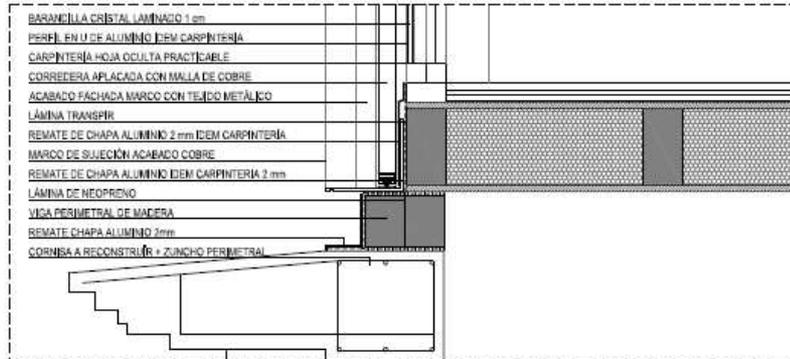
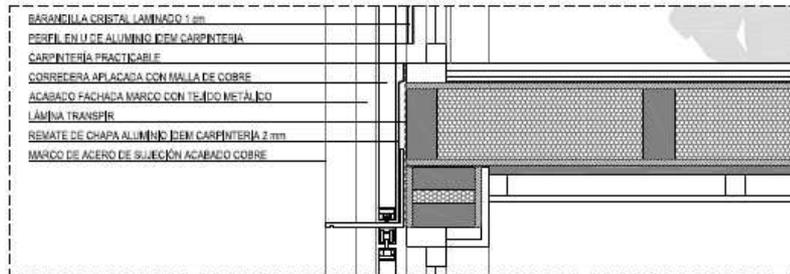
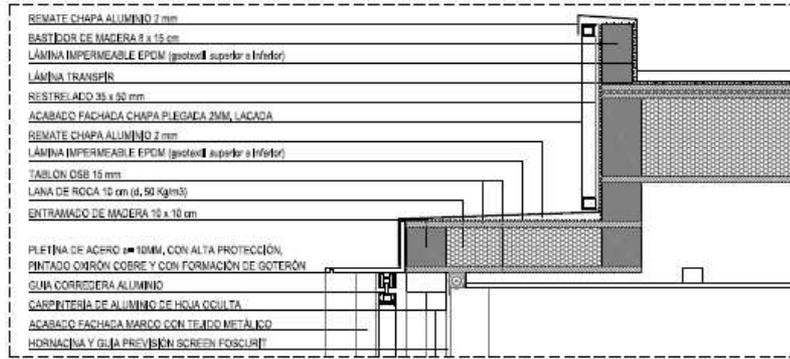


5TH FLOOR



4TH FLOOR



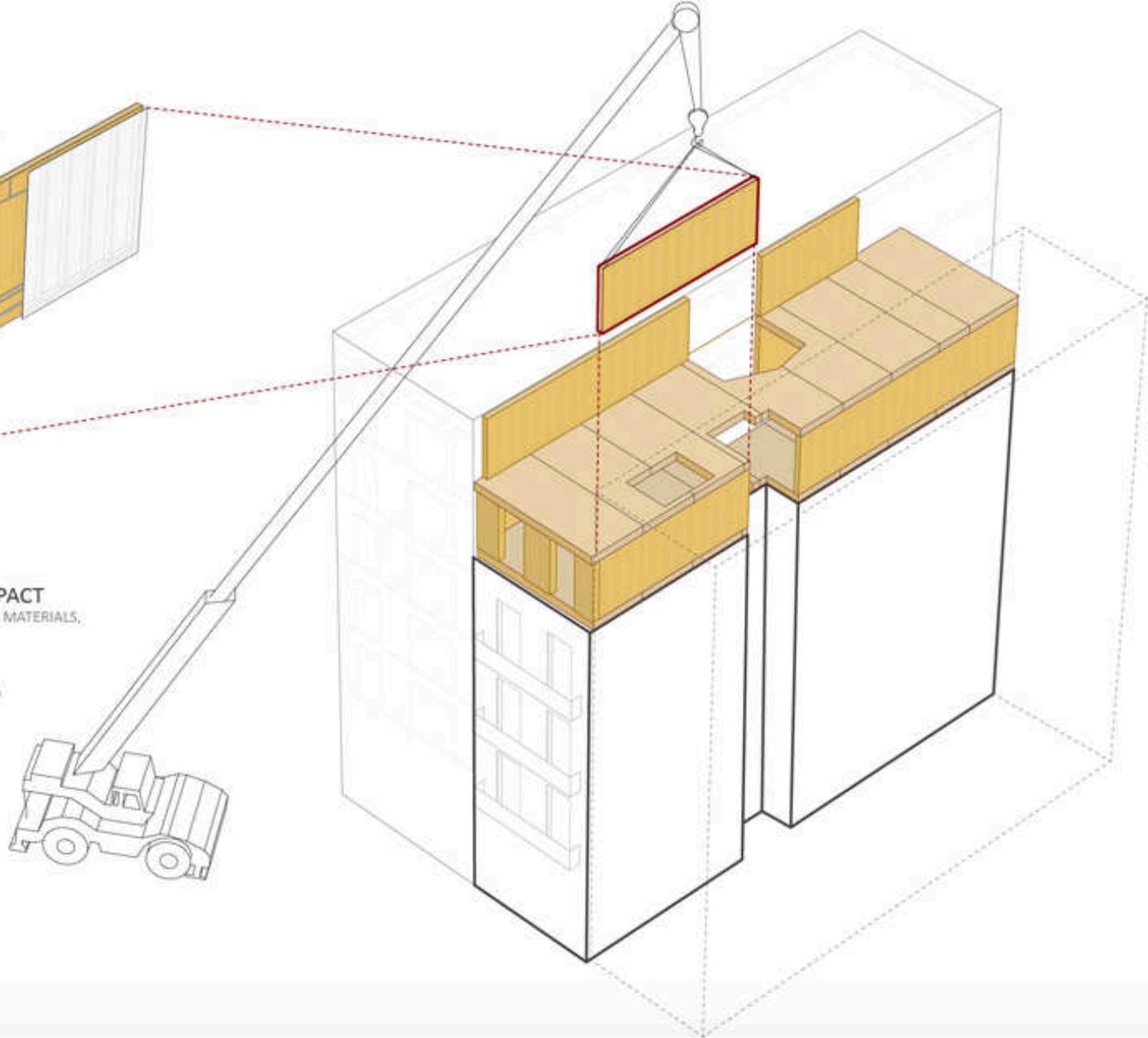
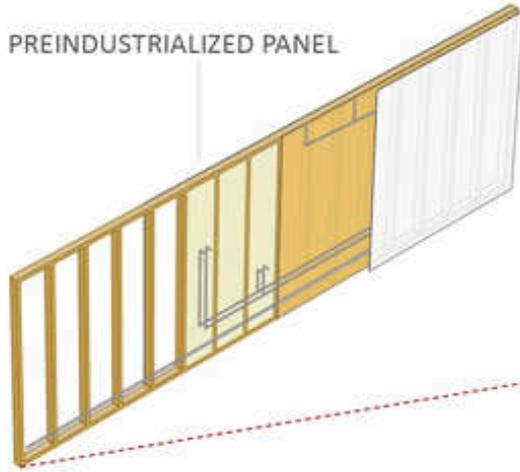


*Nova Domus Hábitat - Farhaus*



# CONSTRUCTION SYSTEM

PREINDUSTRIALIZED PANEL



**'A' ENERGY RATING**  
ACCORDING TO SPANISH REGULATION



**60% LESS ENVIRONMENTAL IMPACT**  
THAN A REGULAR HOUSE REGARDING ENERGY, MATERIALS,  
WASTE, WATER & BIODIVERSITY



**RENEWABLE MATERIALS**  
WOOD STRUCTURE - CELLULOSE INSULATION &  
DRYWALL



**REDUCED MATERIAL WASTE**  
USING OFF-SITE CONSTRUCTION MINIMIZES  
WASTE & INCREASES REUSE CAPABILITY



**DRY CONSTRUCTION**  
LESS USE OF WATER AND ENERGY



**FAST ASSEMBLY IN SITE**  
REDUCES 60% CONSTRUCTION DURATION



**LIGHT WEIGHT**  
TO MINIMIZE LOAD IN  
EXISTING STRUCTURE



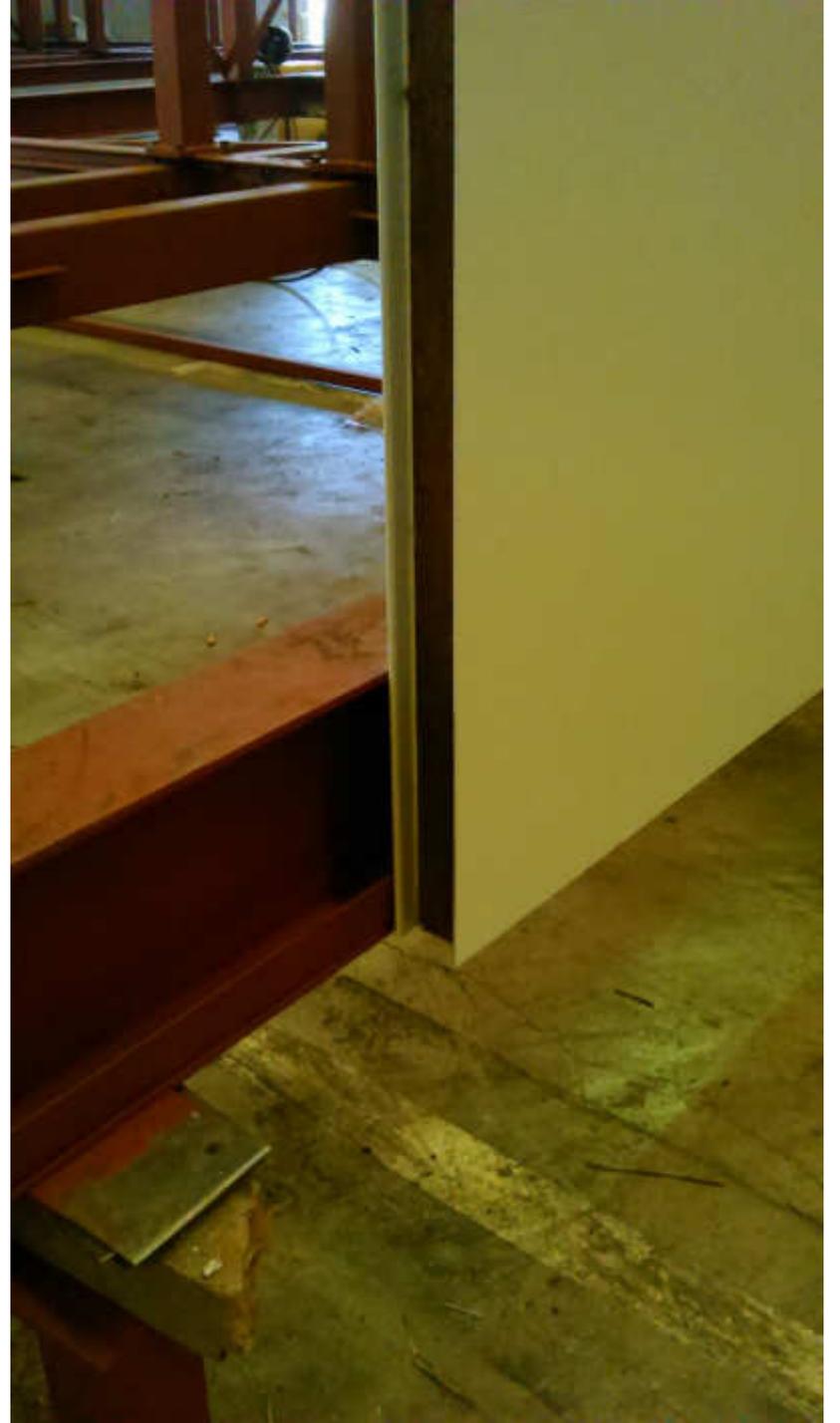
# **Mothership. Arquitectura sin Suelo**

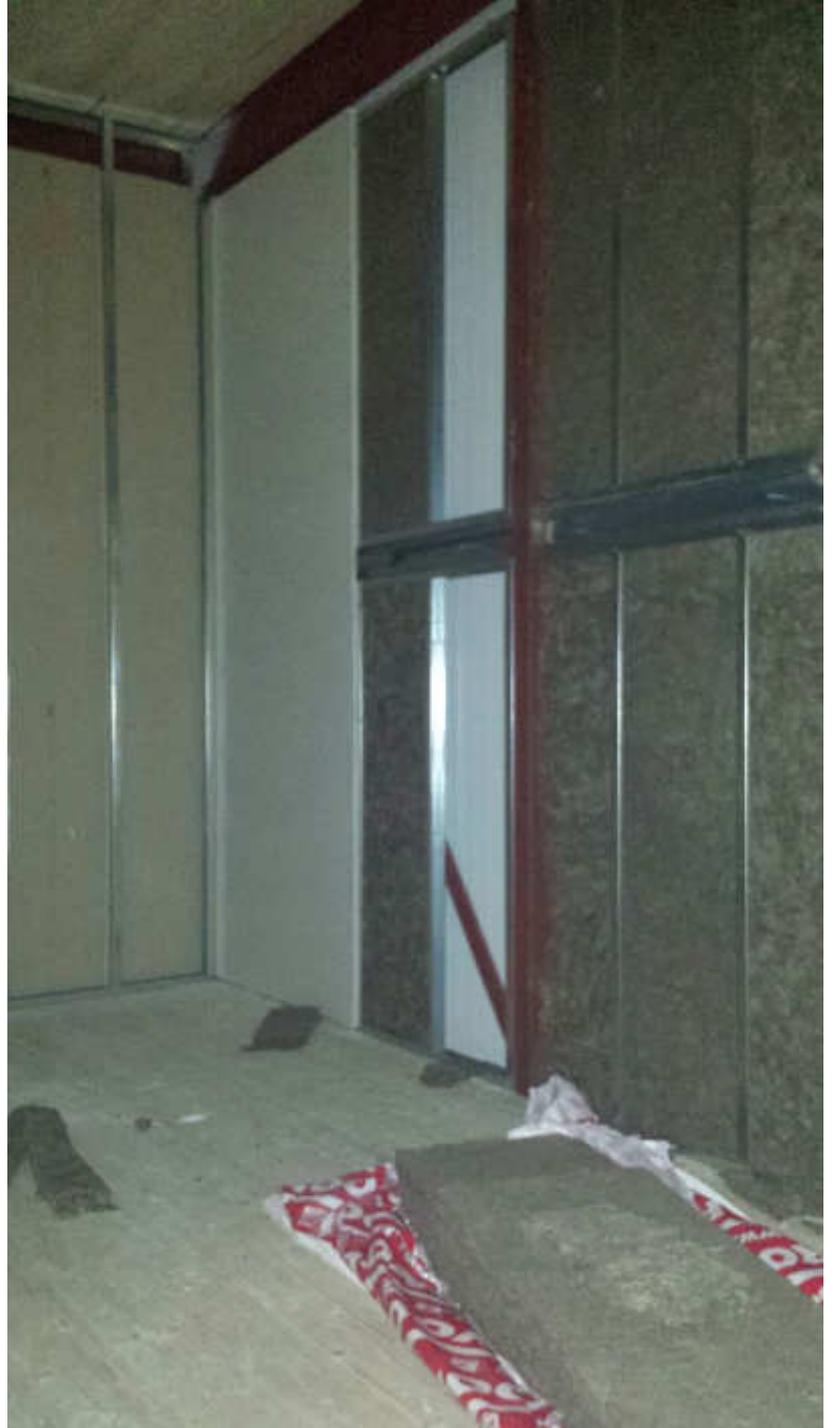
centro de servicios y montaje de construcción industrializada

















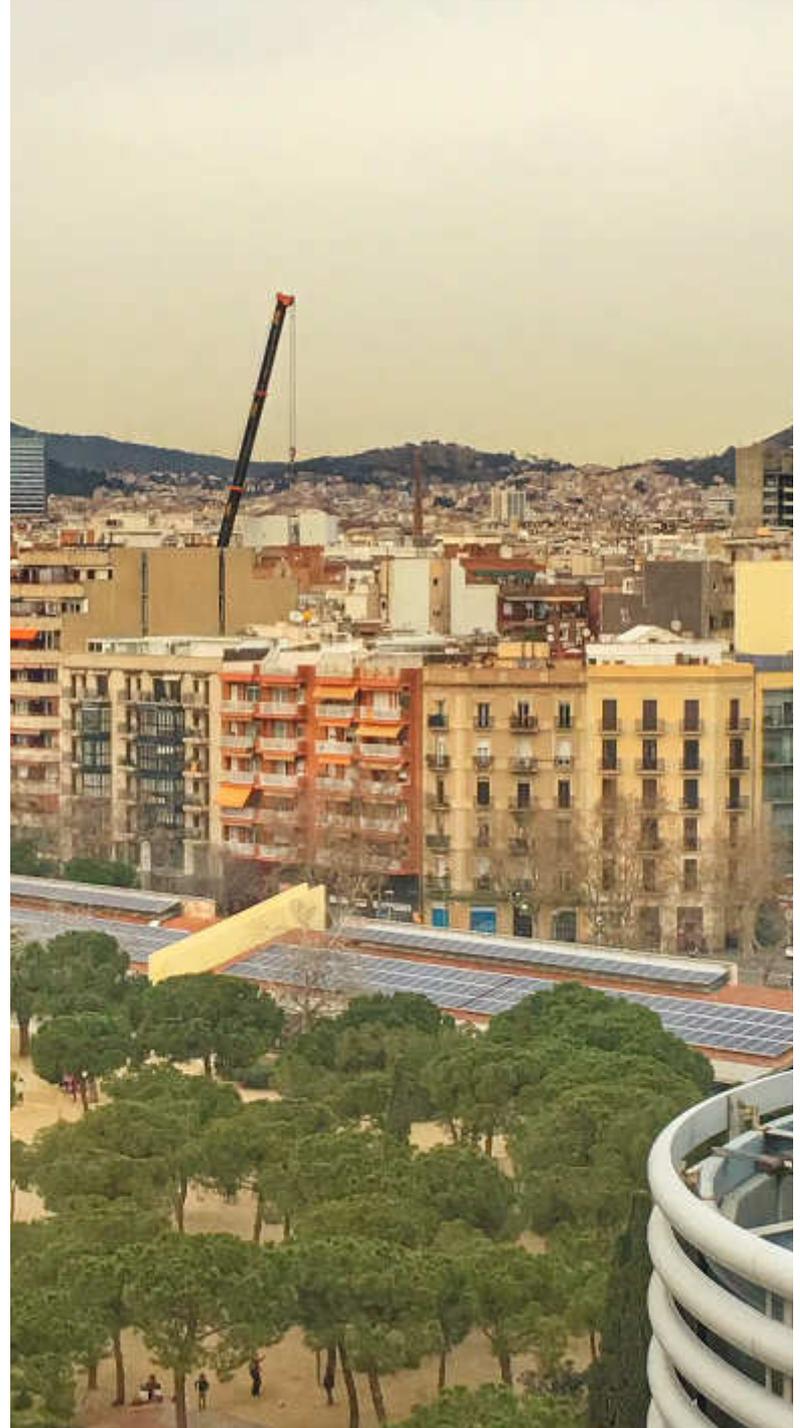












# **I+D / Calidad en colaboración**

debate, becas, proyectos, vinculación



Actividades de formación propias y en colaboración

# Think Tank 4x4

Sobre Regeneración Urbana



Le invitamos a  
participar del evento:  
**4 mesas, 4 ponentes**  
Mejorar la ciudad  
mejorando sus edificios

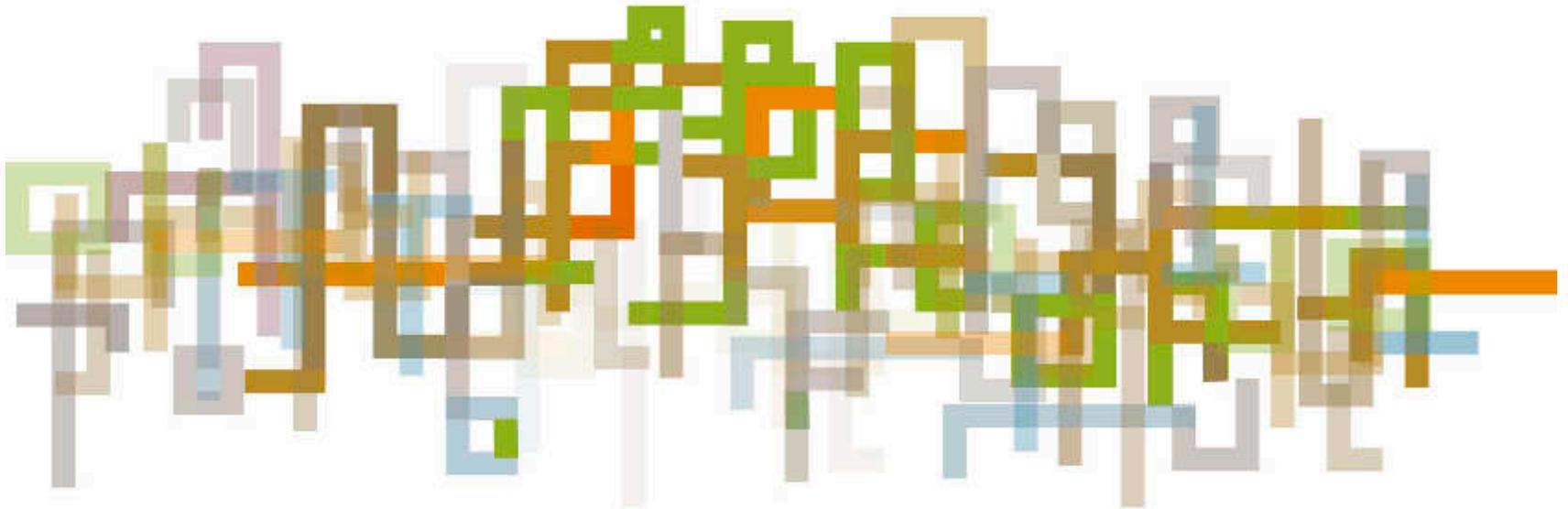


**Organiza:** La Casa por el Tejado  
**Colaboran:** Grupo Habitat Futura,  
Col·legi d'Arquitectes de Catalunya  
**Lugar:** Escola Sert del COAC (Arcs 1, 5<sup>a</sup> planta, BCN)  
Acceso libre y gratuito, previa inscripción:  
[www.arquitectes.cat/iframes/escolasert](http://www.arquitectes.cat/iframes/escolasert)

5 y 7 de octubre de 2015, Colegio de Arquitectos de Cataluña

# La Ciudad tanto por hacer!

Jornada Internacional sobre cómo mejorar lo existente



6 de mayo de 2016, CaixaForum

Be  
Ca  
COAM

**ROCKWOOL®**

Otorgada de marzo de 2016 a enero de 2017 / COAM, ROCKWOOL, La Casa por el Tejado, Ruiz Larrea Asociados



proyecto  
**MAPER**



MAPER es un proyecto bianual (2015-1206)



proyecto  
**PRECO**



PRECO es un proyecto anual (2016)



Proyecto europeo de rehabilitación energética + energía renovable, en fase de estudio de viabilidad

Proyecto de I+D  
Sistemas constructivos  
Europa / Latinoamérica  
(presentación en elaboración)



La Casa por el Tejado / Mothership



Universidad Nacional de La Plata / FAU



Universitat Politècnica de Catalunya / ETSAV



Universidad Politécnica de Madrid / ETSAM



Societat Orgànica