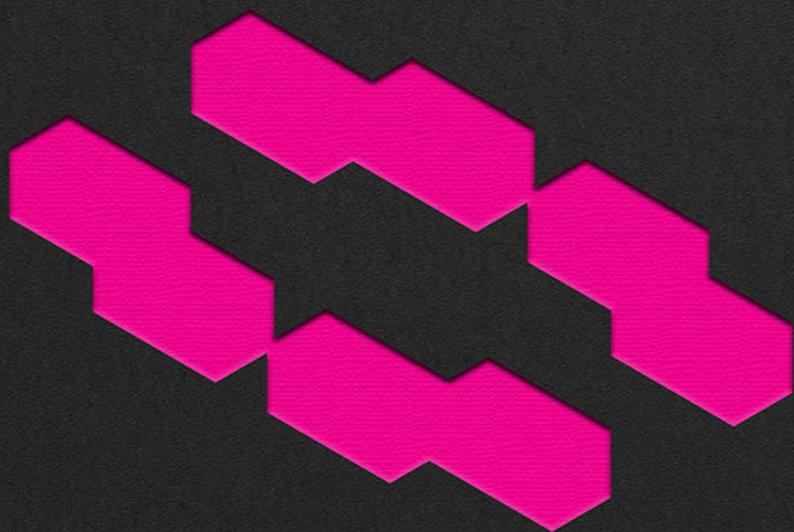


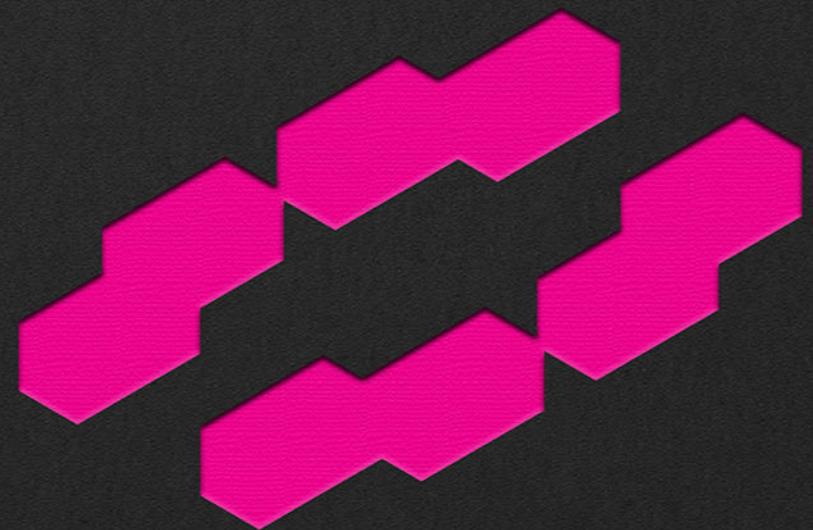


CORVI Plus

Prefabrication as a highly efficient strategy for social housing retrofit in Chile



2022



POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Architettura e Design

Corso di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Facultad de Arquitectura y Estudios Urbanos

Escuela de Arquitectura

Tesi di Doppia Laurea Magistrale

CORVI Plus

Prefabrication as a highly efficient strategy for social housing retrofit in Chile

Titolo originale:

SISTEMAS PREFABRICADOS PARA LA REHABILITACIÓN DE CONDOMINIOS DE VIVIENDAS SOCIALES EN ALTURA

Un enfoque aplicado a la transformación de los bloques CORVI 1010/1020 en Chile

Giorgio Gandino

RELATORI

Thomas Batzenschlager

Francisco Chateau

Roberto Giordano

Febbraio 2022

Abstract Resumen	6	4 Prefabbricazione applicata al retrofit Prefabricación aplicada a la rehabilitación	81
Introduzione Introducción	11	4.1 Costruire con il costruito Aprovechando lo construido	81
1 Tecniche per l'edilizia industrializzata Tecnologías de la construcción industrializada	17	4.1.1 Una storia dell'architettura trasformata <i>Una historia de la arquitectura transformada</i>	81
1.1 Definizioni Definiciones	17	4.1.2 Plus <i>Plus</i>	86
1.1.1 Industrializzazione <i>Industrialización</i>	17	4.2 Vantaggi e svantaggi della prefabbricazione Ventajas y desventajas de la prefabricación	90
1.1.2 Meccanizzazione <i>Mecanización</i>	18	4.2.1 Riduzione dei tempi di costruzione <i>Reducción del tiempo de construcción</i>	90
1.1.3 Serializzazione <i>Serialización</i>	18	4.2.2 Riduzione dell'impatto <i>Reducción del impacto</i>	93
1.1.4 Razionalizzazione <i>Racionalización</i>	18	4.2.3 Riduzione dei costi <i>Reducción del costo</i>	94
1.1.5 Standardizzazione <i>Estandarización</i>	19	4.2.4 Aumento della qualità costruttiva <i>Aumento de la calidad constructiva</i>	96
1.1.6 Modularizzazione <i>Modularización</i>	19	4.2.5 Flessibilità, dinamicità, variabilità funzionale <i>Flexibilidad, dinamicidad y variabilidad funcional</i>	97
1.1.7 Prefabbricazione <i>Prefabricación</i>	19	4.2.6 Riutilizzo delle strutture temporanee <i>Re-uso de las estructuras temporales</i>	99
1.2 Timeline Línea del tiempo	22	4.2.7 Aggiornabilità degli impianti <i>Capacidad de actualización de las instalaciones</i>	101
1.1.1 Primi esempi <i>Primeros ejemplos</i>	22	4.2.8 Fine vita dell'edificio <i>Fin de vida</i>	102
1.1.2 La rivoluzione industriale <i>La Revolución Industrial</i>	23	4.2.9 Retrofit industrializzato <i>Rehabilitación industrializada</i>	104
1.1.3 Produzione edilizia di massa <i>Producción masiva de viviendas</i>	25		
1.1.4 Utopie megastrutturali e oltre <i>Utopías megaestructurales y más</i>	26		
2 Sistemi prefabbricati Sistemas prefabricados	31	5 Presentazione del caso studio Presentación del caso de estudio	113
2.1 Differenze morfologiche Diferencias morfológicas	32	5.1 Villa Los Jardines, Ñuñoa	113
2.1.1 Sistemi a telaio <i>Sistemas de marcos</i>	34	5.1.1 Storia della Población Jaime Eyzaguirre	116
2.1.2 Sistemi a pannelli <i>Sistemas de paneles</i>	36	5.1.2 Caratteristiche e attributi	116
2.1.3 Sistemi tridimensionali <i>Sistemas de células tridimensionales</i>	40	5.1.3 Stato di conservazione	120
2.1.4 Sistemi non strutturali <i>Sistemas no estructurales</i>	42		
2.2 Prefabbricazione in Cile Prefabricación en Chile	44	6 Proposta progettuale Proyecto	131
2.2.1 Background storico <i>Antecedentes históricos</i>	44	6.1 Principi progettuali	131
2.2.2 Blocchi KPD <i>Conjuntos Habitacionales KPD</i>	46	6.2 Morfologia urbana	132
2.2.3 Stato attuale e prospettive future <i>Estado actual y perspectivas futuras</i>	48	6.2.1 Circolazione	132
2.3 Esempi di sistemi prefabbricati Referentes arquitectónicos	50	6.2.2 Densificazione	133
2.3.1 Sistema prefabbricato pesante: un esempio <i>Nakagin Capsule Tower</i>	50	6.2.3 Limiti	134
2.3.2 Sistema prefabbricato leggero: un esempio <i>Maison des Jours Meilleurs</i>	54	6.2.4 Massing	135
3 I blocchi CORVI 1010/1020 Los bloques CORVI 1010/1020	61	6.3 Programma funzionale	144
2.1 Contesto storico Marco histórico	61	6.4 Progettazione ambientale	146
2.1.1 Edilizia razionalizzata <i>Vivienda racionalizada</i>	61	6.4.1 Analisi delle caratteristiche climatiche del sito	146
2.1.2 Un modello di successo <i>Un modelo exitoso</i>	62	6.4.2 Calcolo del soleggiamento	150
2.2 Caratteristiche costruttive Características constructivas	62	6.4.3 Strategia bioclimatica	160
2.2.1 Struttura <i>Estructura</i>	62	6.5 Processo costruttivo	168
2.2.2 Materialità <i>Materialidad</i>	65	6.6 Disegni	178
2.3 Configurazione spaziale Configuración espacial	71	6.6.1 Piante	178
2.3.1 Blocchi isolati <i>Bloques aislados</i>	74	6.6.2 Sezioni tecnologiche	180
2.3.2 Blocchi in linea <i>Bloques en línea</i>	74	6.6.3 Vista assonometrica d'insieme	186
2.3.3 Blocchi "a corte" <i>Bloques que conforman espacios interiores</i>	74	6.6.4 Collage	190
		Conclusioni Conclusiones	195
		Bibliografia Bibliografía	196
		Appendici Anexos	200

ABSTRACT (ITA)

L'edilizia prefabbricata è storicamente legata alle politiche pubbliche orientate alla riduzione del deficit abitativo quantitativo, ovvero la differenza tra il numero di nuclei familiari richiedenti alloggio e la disponibilità di abitazioni adeguate. Il miglioramento dei fabbricati esistenti rappresenta invece una soluzione efficiente e sostenibile per far fronte al problema del deficit qualitativo, vale a dire le condizioni insufficienti di una parte dello stock abitativo, che consente di ottenere un miglioramento della qualità di vita degli abitanti traendo il massimo beneficio dalle risorse disponibili.

Questo lavoro esplora le potenzialità della prefabbricazione applicata al retrofit degli immobili di edilizia residenziale pubblica multipiano attraverso lo studio delle possibili trasformazioni dei prototipi abitativi CORVI 1010 e 1020, che rappresentano l'esempio maggiormente riuscito di industrializzazione della produzione abitativa in Cile.

Realizzati tra il 1966 ed il 1972 in più di 2000 unità e distribuiti su tutto il territorio nazionale, i blocchi CORVI costituiscono uno straordinario patrimonio costruito e la loro riqualificazione (resa necessaria dall'obsolescenza funzionale degli impianti) è un'opportunità unica per promuovere la densificazione ed il miglioramento dello spazio urbano. Dal momento che questi edifici possano vantare una struttura di qualità eccezionale, cosa insolita per l'edilizia residenziale pubblica nel paese andino, viene formulata una proposta progettuale applicata ad un caso studio reale basata sull'impiego di un sistema prefabbricato per il migliora-

mento e l'estensione dei fabbricati esistenti, in un'ottica di efficienza, rapidità e basso impatto. Vengono inoltre forniti gli strumenti teorici necessari per comprendere a fondo la tematica, attraverso lo studio approfondito della prefabbricazione e delle sue implicazioni.

La tesi si svolge nell'ambito del progetto di ricerca PLUS Chile, della Scuola di Architettura della Pontificia Universidad Católica de Chile in collaborazione con l'architetto francese Frédéric Druot, che insieme ad Anne Lacaton e Jean-Philippe Vassal (vincitori del Pritzker Prize 2021) ha lavorato sulla filosofia progettuale PLUS, fondata sul principio del "non demolire mai". È stata redatta in spagnolo durante un periodo di mobilità per Doppia Laurea presso la Pontificia Universidad Católica de Chile tra il 2019 ed il 2020, e successivamente tradotta in italiano ed ampliata

Parole chiave:

*Edilizia residenziale pubblica
Deficit abitativo
Prefabbricazione
Sistemi prefabbricati
Riqualificazione
PLUS Chile
CORVI 1010-1020
Santiago de Chile*

RESUMEN (ESP)

La vivienda prefabricada está históricamente ligada a las políticas públicas orientadas a la reducción del déficit habitacional cuantitativo, definido por la "diferencia numérica entre viviendas adecuadas y unidades requerentes". El retrofit de los edificios existentes, por otro lado, es una solución eficiente y sostenible para abordar el problema del déficit cualitativo, "dado por la calidad insuficiente de una parte del stock de vivienda ocupado", lo que permite obtener una mejora en la calidad de vida de los habitantes aprovechando al máximo los recursos disponibles.

Este trabajo busca explorar el potencial de la prefabricación aplicada a la rehabilitación de condominios de viviendas sociales en altura, a través del estudio de las posibles transformaciones de los colectivos CORVI 1010 y 1020, que representan el ejemplo más exitoso de industrialización de la producción de vivienda en Chile.

Construidos entre 1966 y 1972 en más de 2000 unidades a lo largo de todo el país, los bloques CORVI constituyen un patrimonio construido extraordinario y su renovación (que se hace necesaria por la obsolescencia funcional de las instalaciones) es una oportunidad única para promover la densificación y mejora del espacio urbano. Ya que estos edificios cuentan con una estructura de excepcional calidad, inusual para la vivienda social en el país andino, este trabajo tiene como objetivo desarrollar una propuesta de diseño aplicada a un caso de estudio real basado en el uso de un sistema prefabricado para la mejora y ampliación de las unidades existentes, con miras a la eficiencia, rapidez

de ejecución y bajo impacto. También proporciona las herramientas teóricas necesarias para comprender el tema en profundidad, a través de un estudio detallado de la prefabricación y sus implicaciones.

La tesis se realiza en el marco del proyecto de investigación PLUS Chile, de la Escuela de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica de Chile en colaboración con el arquitecto francés Frédéric Druot, quien junto a Anne Lacaton y Jean-Philippe Vassal (ganadores del Premio Pritzker 2021) es el desarrollador de la filosofía de diseño PLUS, basada en el principio de "nunca demoler". Fue redactada en español durante un intercambio por Doble Titulo en la Pontificia Universidad Católica de Chile entre 2019 y 2020, y posteriormente traducida al italiano y ampliada.

Palabras claves:

*Vivienda social
Déficit habitacional
Prefabricación
Sistemas prefabricados
Rehabilitación
PLUS Chile
CORVI 1010-1020
Santiago de Chile*

ABSTRACT (ENG)

Historically, prefabricated construction has been linked to public policies aimed at reducing the quantitative housing deficit, i.e. the difference between the number of households and the availability of adequate housing units. On the other hand, the improvement of existing buildings represents an efficient and sustainable solution to deal with the problem of the qualitative deficit, i.e. the inadequate conditions of a part of the housing stock, allowing an improvement in the quality of life of the inhabitants while making the most of available resources.

This work explores the potential of prefabrication applied to the retrofit of multi-storey public housing through the study of possible transformations of the CORVI 1010 and 1020 housing prototypes, which represent the most successful example of industrialization of construction in Chile.

Built between 1966 and 1972 in more than 2000 units and distributed throughout the entire country, the CORVI blocks constitute an extraordinary heritage and their rehabilitation (made necessary by the functional obsolescence of the systems) is a unique opportunity to promote the densification and improvement of urban space. Since these buildings can boast of having a structure of exceptional quality, which is not something usual for public housing in the Andean country, this study aims to develop a design proposal applied to a real case study based on the use of a prefabricated system for the improvement and extension of existing units, with an eye to efficiency, execution speed and low impact. It also provides the theore-

tical tools necessary to fully understand the subject, through an in-depth study of prefabrication and its implications.

The thesis is part of the research project PLUS Chile, by the School of Architecture of the Pontificia Universidad Católica de Chile in collaboration with French architect Frédéric Druot, who together with Anne Lacaton and Jean-Philippe Vassal (2021 Pritzker Architecture Prize Laureates) worked on the PLUS design philosophy, based on the principle of "never demolish". It was written in Spanish during a Double Degree exchange program at Pontificia Universidad Católica de Chile between 2019 and 2020, and subsequently translated into Italian and expanded.

Keywords:

Social housing

Housing deficit

Prefab

Prefabricated systems

Retrofit

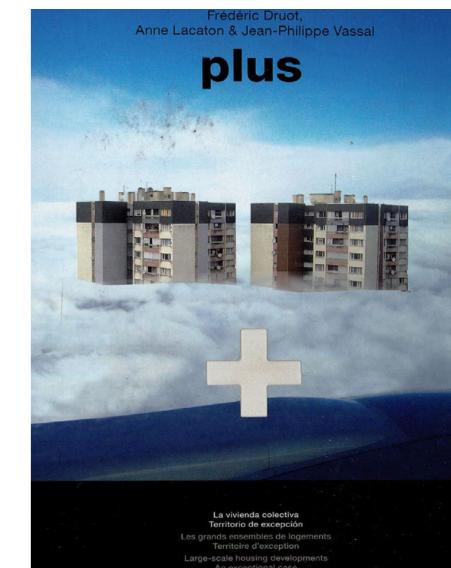
PLUS Chile

CORVI 1010-1020

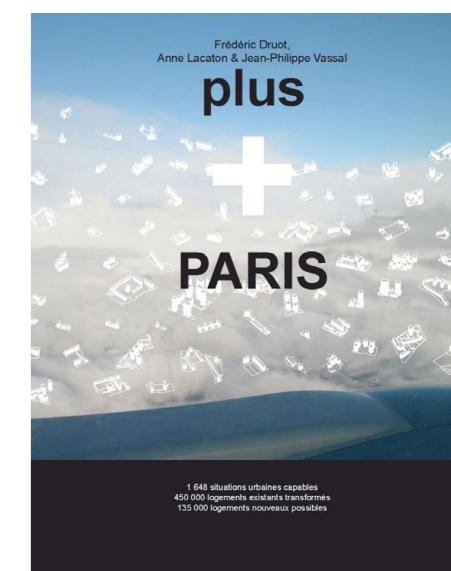
Santiago de Chile

Introduzione

Questa ricerca è stata sviluppata all'interno dei laboratori di laurea "Taller de Investigación y Proyecto", "Taller de Investigación Avanzada" e "Taller de Proyecto de Título" proposti in maniera congiunta dal Magíster en Arquitectura (MARQ) e dal Magíster en Arquitectura Sustentable y Energía (MASE) della Pontificia Universidad Católica de Chile, chiamati "1:10 / 1:1000 - Construir la ciudad desde la vivienda", sotto la supervisione dei professori Thomas Batzenschlager e Francisco Chateau.



PLUS+ (2007) Frédéric Druot, Anne Lacaton & Jean Philippe Vassal



PLUS+ Paris (2016) Frédéric Druot

L'obiettivo di questi corsi, facenti parte del più ampio progetto di ricerca PLUS Chile in collaborazione con l'architetto Frédéric Druot, è stato quello di affrontare la tematica della riabilitazione e dell'ampliamento degli edifici esistenti utilizzando un approccio multiscalare (dalla dimensione urbana al dettaglio tecnologico), per esplorare le molteplici opportunità che i condomini di edilizia residenziale multipiano possono offrire. Adottando la filosofia progettuale del "non demolire mai", formulata dagli architetti Frédéric Druot, Anne Lacaton e Jean-Philippe Vassal nelle ricerche PLUS e PLUS Paris, si è cercato di definire un nuovo punto di vista in relazione al ciclo di vita della città in grado di preservare l'energia investita negli edifici, valorizzando il tessuto sociale esistente e promuovendo una nuova concezione di sviluppo urbano, incentrata sulla densificazione delle città e il riutilizzo del costruito. Il lavoro è stato svolto in forma individuale all'interno di un gruppo di otto studenti, i quali hanno affrontato la tematica del miglioramento dello stock abitativo esistente da diverse prospettive (storica, ambientale, economica, normativa, costrut-

tiva, sociale), applicando i concetti elaborati a quattro tipologie di "vivienda social" diffuse sul territorio cileno (villaggi operai, complessi moderni CORMU/EMPART, blocchi CORVI e blocchi di tipo C, risalenti al periodo della dittatura militare).

Il tema approfondito in questa tesi è quello della prefabbricazione applicata al retrofit degli immobili di edilizia residenziale pubblica multipiano attraverso lo studio delle possibili trasformazioni dei prototipi abitativi CORVI 1010 e 1020. La scelta dell'argomento deriva dalla convinzione che le tecnologie per l'edilizia industrializzata rappresentino uno strumento in grado di apportare numerosi benefici al processo edilizio, anche per quanto riguarda il miglioramento e l'estensione dei fabbricati esistenti, e che nel caso della trasformazione di queste tipologie edilizie la prefabbricazione sia la soluzione più efficiente in termini di efficienza, rapidità e basso impatto.

Il testo è strutturato in sei capitoli e diviso in quattro parti:



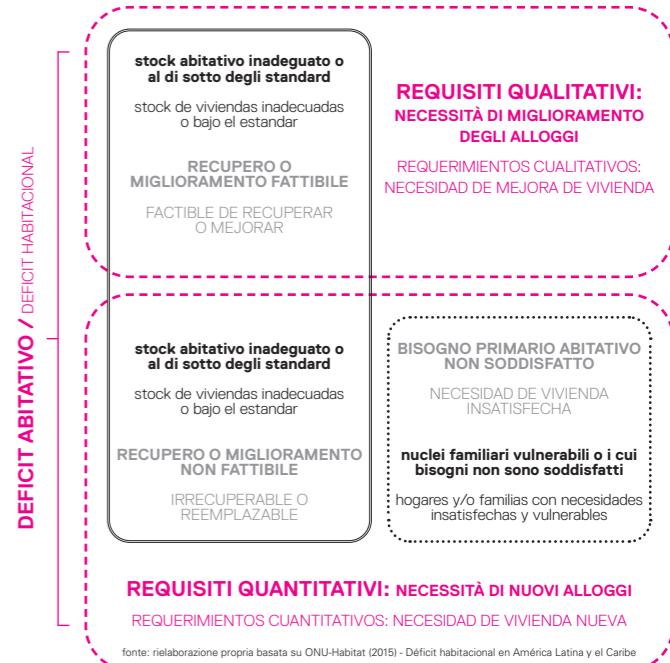
La prima parte (Cap. 1-2) si occupa di fornire gli strumenti teorici necessari per comprendere l'argomento principale della tesi, la prefabbricazione. Vengono in primo luogo date una serie di definizioni, la cui funzione è quella di chiarire la confusione semantica che riguarda i termini legati alla prefabbricazione. In seguito si traccia una breve traiettoria storica del fenomeno con l'aiuto di alcuni casi studio emblematici, per poi entrare nel merito dei diversi sistemi prefabbricati e delle loro peculiarità, facendo inoltre un breve excursus sullo stato dell'arte della prefabbricazione in Cile.

La seconda parte (Cap. 3) introduce l'oggetto delle trasformazioni proposte, i prototipi abitativi CORVI 1010 e 1020, spiegando le ragioni per cui -nonostante si tratti di edifici costruiti con tecniche tradizionali- possono essere considerati come l'esempio maggiormente riuscito di industrializzazione della produzione abitativa in Cile. Vengono approfondite le loro caratteristiche costruttive e urbane, anche grazie all'utilizzo di argomenti grafici.



La terza parte (Cap. 4) affronta il tema centrale, ovvero l'utilizzo di sistemi prefabbricati per la trasformazione di edifici esistenti. Dopo una breve introduzione sui vantaggi del recupero e miglioramento dell'esistente si elencano i principali vantaggi e svantaggi della prefabbricazione, sempre cercando di osservarli in funzione del retrofit dei blocchi CORVI.

La quarta parte (Cap. 5-6), infine, prevede l'applicazione dei principi precedentemente formulati su un caso studio reale, il complesso di blocchi 1020 chiamato "Villa Los Jardines" di Ñuñoa, nella città metropolita-

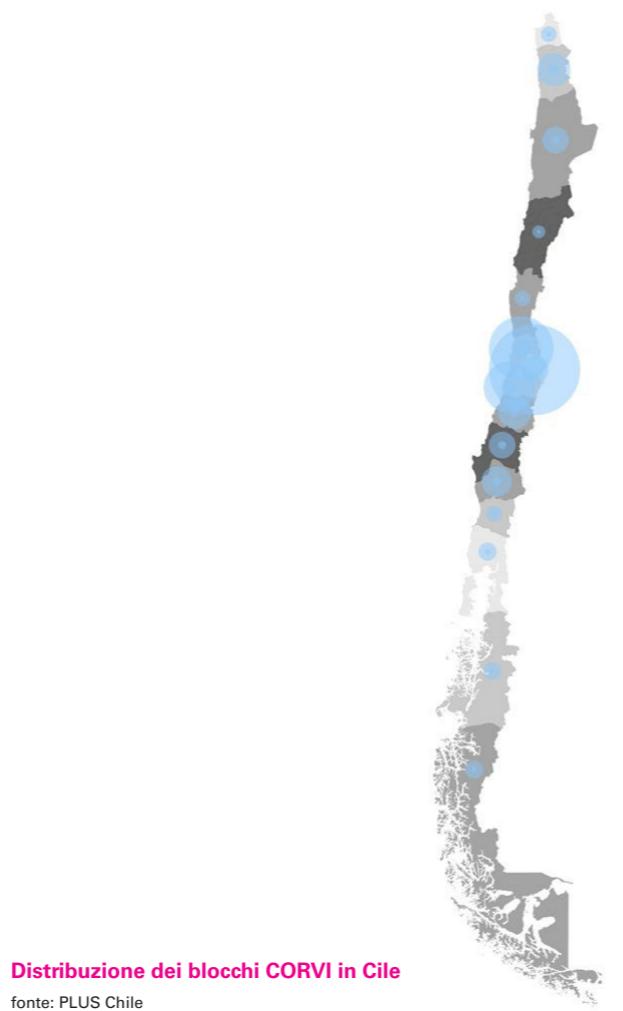


na di Santiago de Chile.

Dopo averne analizzato la storia, le caratteristiche e lo stato di conservazione si formula una proposta progettuale teorica finalizzata a verificare l'effettiva efficacia della prefabbricazione applicata al retrofit della "vivienda social".

L'apparato bibliografico, le note esplicative e le didascalie delle immagini sono in parte in italiano ed in parte in lingua originale, dal momento che numerosi paragrafi sono stati rimaneggiati e non è stato possibile omologare le annotazioni.

In fondo al testo è presente la trascrizione integrale di un'intervista realizzata a uno dei progettisti dei blocchi CORVI 1020, oltre ai disegni originali del sito sul quale viene sviluppato il progetto.



capitolo 1

Tecnologie per l'edilizia industrializzata

Tecnologías de la construcción industrializada

Tecnologie per l'edilizia industrializzata

Il primo capitolo affronta il tema dell'industrializzazione dell'edilizia in termini generali, cercando di risolvere l'ambiguità che circonda il tema della tesi, la prefabbricazione.

Prima di sviluppare i contenuti della ricerca è infatti necessario stabilire un lessico comune dato che, a causa del suo stretto legame con l'innovazione e del suo carattere inclusivo, "i termini relazionati con la prefabbricazione sono tutt'oggi in continua evoluzione"^[1] e presentano un certo grado di confusione semantica.

Per questo motivo è importante riassumere brevemente la storia dell'edilizia industrializzata e individuare le "pietre miliari" fondamentali per lo sviluppo delle tecnologie relazionate con il mondo della prefabbricazione, anche attraverso lo studio di alcuni casi studio rilevanti ed emblematici.

Definizioni

Per parlare di prefabbricazione è fondamentale definire con precisione il significato dei termini ad essa associati, in particolare industrializzazione, razionalizzazione, standardizzazione, meccanizzazione, modulo e serie.

L'**industrializzazione** è un fenomeno relativamente recente,^[2] prodotto dello sviluppo tecnologico, che ha avuto un impatto straordinario nella storia dell'umanità, trasformando rapidamente e sostanzialmente quasi tutti gli aspetti della società. Per quanto concerne il settore delle costruzioni, si può affermare che consiste nell' "utilizzo di tec-

Tecnologías de la construcción industrializada

El primer capítulo habla sobre la industrialización de la construcción en términos generales, para tratar de aclarar la ambigüedad que rodea al tema de la tesis, la prefabricación.

Antes de desarrollar los contenidos de la investigación es necesario establecer un léxico común porque, debido a su vínculo con la innovación y a su carácter inclusivo, "los términos relacionados con la prefabricación siguen evolucionando hasta el día de hoy"^[1] y están afectados por un cierto grado de confusión semántica.

Por la misma razón es importante resumir brevemente la historia de la construcción industrializada e individuar los hitos fundamentales del desarrollo de las tecnologías vinculadas con el mundo de la prefabricación, a través del estudio de referentes arquitectónicos relevantes y emblemáticos.

Definiciones

Para hablar propiamente de prefabricación, es fundamental establecer con precisión el significado de los términos industrialización, racionalización, estandarización, mecanización, modulo y serie, estrechamente (pero no necesariamente) relacionados con ella.

La **industrialización** es un fenómeno relativamente reciente,^[2] resultado del desarrollo tecnológico, que ha tenido un impacto extraordinario en la historia de la humanidad, transformando rápidamente y sustancialmente casi todos los aspectos de la sociedad. En lo que se refiere al mundo de la construcción, se puede decir que se trata de "la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano por el uso de la maquina".^[3]

Construcción industrializada no es sinónimo de prefabricación, ya que la segunda no siempre hace uso de los procesos industriales; sin embargo, hay que reconocer que "es muy habitual encontrar que en las publicaciones periódicas

nologie che sostituiscono la abilità dell'artigiano con l'uso della macchina".^[3]

Il termine "edilizia industrializzata" non è sinonimo di prefabbricazione, dal momento che la seconda non si serve necessariamente dei processi di produzione industriali; ciononostante, bisogna riconoscere che "è molto comune che nelle pubblicazioni e nelle riviste scientifiche i concetti di prefabbricazione e industrializzazione vengano omologati",^[4] ragion per cui spesso i termini vengono utilizzati in maniera impropria.

Il concetto di "meccanizzazione", ossia l'impiego di macchinari per rimpiazzare parzialmente o totalmente il lavoro umano, esiste da prima dell'avvento della rivoluzione industriale e non costituisce una condizione sufficiente per poter parlare di industrializzazione, nonostante sia innegabilmente re-lazionato ad essa.

Lo stesso riguarda il concetto di produzione in serie: è fondamentale per garantire la fattibilità economica necessaria per l'adozione di una tecnologia industriale (basicamente per giustificare l'investimento richiesto per l'acquisto dei macchinari), pero in nessun modo la serie è sinonimo di industrializzazione, dal momento che la produzione ripetitiva di elementi identici esiste da molto prima che nascesse l'industria e costituisce una strategia ricorrente, conveniente e comune anche nel mondo del lavoro manuale e della produzione artigianale.

La razionalizzazione del processo edilizio è uno degli obiettivi, oltre che dei vantaggi, dell'edilizia industrializzata, il cui scopo è migliorare la produttività e la redditività. Detto ciò, bisogna prestare attenzione a non fraintendere la finalità con l'oggetto: razio-

se homologaran los conceptos de prefabricación y de industrialización",^[5] razón por la que los términos a menudo se usan incorrectamente.

El concepto de **mecanización**, es decir el uso de máquinas para reemplazar parcial o totalmente el trabajo humano, existe desde antes de la revolución industrial y no es condición suficiente para poder hablar de industrialización, aunque sin duda está relacionado con ella.

Lo mismo ocurre con la idea de producción en **serie**: es fundamental para la viabilidad económica necesaria para la adopción de una tecnología industrial (basicamente para justificar la inversión requerida para la adquisición de la máquina), pero de ninguna manera la serie por ella misma es industrialización, ya que la fabricación repetitiva de productos idénticos es algo que existía mucho antes de que naciera la industria y constituye una estrategia recurrente, conveniente y común también en el mundo del trabajo manual y de la producción artesanal.

La **racionalización** de los procesos constructivos es uno de los objetivos y de las ventajas de la construcción industrializada, cuyo objetivo último es mejorar la productividad y rentabilidad.

Dicho esto, hay que tener cuidado de no confundir el propósito con el objeto: racionalizar significa optimizar el proceso de construcción y el uso de materiales, aprovechando cada recurso. El uso de estándares para la construcción (**estandarización** o normalización)^[5] y la adopción de un **módulo** arquitectónico (modularización)^[6] son dos de las estrategias comúnmente utilizadas para incrementar el nivel de racionalización de un proyecto, a pesar de que no están vinculadas exclusivamente a la construcción industrializada. Sin embargo, es importante señalar que "si bien la racionalización de los procesos constructivos es aplicable también a la construcción tradicional, la industrialización implica necesariamente la existencia de esta".^[7]

El mismo término **prefabricación**, que forma la base del tema abordado por la tesis, tiene un significado propio que

nalizzare significa ottimizzare il processo di costruzione e l'uso dei materiali, sfruttando al massimo ogni risorsa (naturale, energetica, economica, intellettuale). Il ricorso agli standard ed alle norme per la costruzione (standardizzazione)^[8] e l'utilizzo di un modulo (modularizzazione)^[9] sono due delle strategie comunemente impiegate per aumentare il livello di razionalizzazione di un progetto, nonostante non siano relazionate esclusivamente con l'edilizia industrializzata. Bisogna però segnalare che "sebbene la razionalizzazione del processo edilizio può essere applicata anche all'edilizia tradizionale, l'industrializzazione ne implica necessariamente la presenza".^[10]

Lo stesso termine "prefabbricazione", che costituisce la base del tema affrontato in questa tesi, ha un suo significato che si distingue, in maniera molto sottile, da quello di "industrializzazione".

Nonostante entrambi i concetti condividano l'idea di standardizzare e modularizzare per razionalizzare la costruzione, "il concetto di prefabbricazione nel suo significato più ampio (lato sensu) si definisce attraverso l'elaborazione e esecuzione di elementi, sia off-site – fuori opera (in un laboratorio o in una fabbrica) o a piè d'opera, con il fine di facilitare la costruzione. [...] La produzione di elementi industrializzati (industrializzazione aperta) al contrario punta alla produzione di parti che si integrano al processo produttivo".^[11]

Inoltre è importante chiarire che all'interno del mondo dell'edilizia prefabbricata esistono soluzioni molto diverse tra loro, ragion per cui sarebbe più corretto associare a ciascun sistema costruttivo uno specifico livello di prefabbricazione.

difiere, aunque de una manera muy sutil, del de industrialización.

A pesar de que ambos comparten la idea de estandarizar y modularizar para racionalizar la construcción, "el concepto de prefabricación en su sentido más amplio se define por la elaboración y ejecución de elementos, ya sea fuera de la obra (en taller o fábrica), o al pie de la misma, con el objeto de facilitar la construcción. [...] La producción de elementos industrializados (industrialización abierta) por el contrario apunta a la producción de partes que se integran al proceso productivo".^[12]

También es importante aclarar que dentro del mundo de la construcción prefabricada existen soluciones muy diferentes entre ellas, por lo que sería más correcto asociar con cada sistema de construcción un específico nivel de prefabricación.

En este caso la vivienda racionalizada, que no utiliza procesos industriales durante la fase de construcción, pero está diseñada para explotar eficientemente componentes producidos industrialmente, representa el sistema con el nivel más bajo de prefabricación; la célula habitacional modular (capsula), por otro lado, se coloca en el extremo opuesto de la escala, ya que no requiere casi ningún tipo de trabajo in situ y puede ser construida íntegramente en fábrica, limitando al mínimo las operaciones necesarias en la fase de montaje. En el primer caso se habla generalmente de prefabricación "liviana" o "por partes", mientras que el segundo representa un ejemplo de prefabricación "pesada" o "integral".

Hay sistemas prefabricados abiertos y sistemas prefabricados cerrados. Los primeros se caracterizan por el uso de elementos compatibles con otras soluciones del mercado y representan una solución flexible e no específica que se puede aplicar a diferentes proyectos, o incluso se puede complementar con otros sistemas preexistentes o futuros. Generalmente estas soluciones tienen un menor nivel de prefabricación pero, en virtud de su adaptabilidad, se utilizan ampliamente en asociación con los sistemas constructivos tradicionales. Los sistemas prefabricados cerrados están asociados a la prefabricación pesada y consisten

TYPE OF BUILDING

traditional housing
rationalised housing
industrial building site processes
standard ready-built (reinforced concrete, steel, timber)
ready-built housing (timber panel system)
modular units / sanitary blocks (reinforced concrete, steel, timber)
mobile modular units (steel, timber)
automobiles

In questo caso l'edilizia razionalizzata, che non fa uso di processi industriali durante la fase di costruzione, ma è comunque disegnata in modo da sfruttare efficientemente componenti prodotti industrialmente, rappresenta il sistema con il livello più basso di prefabbricazione; la cellula abitativa modulare ("capsula"), d'altra parte, si colloca all'estremo opposto della scala, dal momento che non richiede quasi nessun tipo di lavoro in situ e la sua costruzione avviene interamente in fabbrica, in modo da limitare al minimo le operazioni necessarie nella fase di montaggio. Nel primo caso si parla in genere di prefabbricazione "leggera" o "per parti", mentre il secondo caso rappresenta un esempio di prefabbricazione "pesante" o "integrale".

Esistono sistemi prefabbricati aperti e sistemi prefabbricati chiusi. I primi si caratterizzano per l'uso di elementi compatibili con altre soluzioni disponibili sul mercato e rappresentano una soluzione flessibile e specifica che può essere applicata a diversi progetti, o che addirittura può essere complementata con altri sistemi, già esistenti o futuri. Generalmente tali soluzioni presentano un livello di prefabbricazione inferiore ma, in virtù della loro adattabilità, vengono utilizzate ampiamente in associazione con

LEVEL OF PREFABRICATION [%]

0 - 20
20 - 35
20 - 30
40 - 60
50 - 80
60 - 90
95 - 100
100

en elementos destinados a realizar una función particular dentro de un proyecto específico. Normalmente no son compatibles con otros sistemas.

Son aptos para resolver solo problemas a gran escala ya que requieren inversiones considerables (por eso se caracterizan por la ayuda o participación directa del estado) y son posibles solo bajo ciertas condiciones:

- un alto nivel de desarrollo industrial, que garantiza el nivel tecnológico necesario para la fabricación de la maquinaria;

- una programación masiva, adecuada para gestionar y controlar todos los aspectos del proceso proyectual, productivo y constructivo;

- "una situación ocupacional de pleno empleo que justifique la economía en mano de obra por medio de la mecanización".^[9]

Para concluir, cabe destacar que el mundo de la prefabricación no es estático sino que evoluciona rápidamente adaptándose al desarrollo de las tecnologías; por tanto, las definiciones dadas anteriormente pueden resultar muy rígidas si tenemos en cuenta las nuevas tendencias de la industria, cuyo objetivo es romper la asociación que existe entre proceso industrial y producción en serie (y por tanto repetitividad). El concepto de "mass customization",^[10] estrechamente relacionado con el universo de la fabricación digital^[11] y de la llamada industria 4.0,^[12] está empezando a ser aplicado a la construcción indu-

sistemi costruttivi di tipo tradizionale. I sistemi prefabbricati chiusi sono generalmente associati alla prefabbricazione pesante e consistono in elementi destinati a svolgere una funzione particolare in un progetto specifico. Di norma non sono compatibili con altri sistemi. Sono adatti a risolvere esclusivamente problemi di vaste proporzioni dato che richiedono investimenti considerevoli (per questo motivo sono caratterizzati dall'aiuto o dalla partecipazione diretta dello Stato) e sono possibili solo in presenza di determinate condizioni:

- un alto livello di sviluppo industriale, che garantisca il livello tecnologico necessario per la fabbricazione dei macchinari;

- una programmazione estensiva, adeguata a gestire e controllare tutti gli aspetti del processo progettuale, produttivo e costruttivo;

- un mercato del lavoro caratterizzato da "una situazione occupazionale di piena occupazione che giustifichi la riduzione della domanda di manodopera necessaria causata dalla meccanizzazione".^[9]

In conclusione, bisogna dire che il mondo della prefabbricazione non è statico ma si evolve rapidamente adattandosi agli sviluppi della tecnologia; per questo motivo, le definizioni fornite in precedenza possono risultare molto rigide se si prendono in considerazione le nuove tendenze dell'industria, che hanno come obiettivo rompere l'associazione che esiste tra processo industriale e produzione in serie (e quindi ripetizione). Il concetto di "mass customization"^[10] strettamente collegato con il mondo della fabbricazione digitale^[11] (fabbing) e della cosid-

trializada y a la prefabricación y ofrece una serie de oportunidades sin precedentes para el desarrollo de soluciones de este tipo.

Línea del tiempo

Para encontrar los primeros ejemplos de la prefabricación en la historia de la construcción hay que remontarse a la antigüedad.

A pesar de que existen evidencias arqueológicas de construcciones con estas características incluso alrededor del año 400000 B.C.,^[13] de hecho fueron los productos semiacabados -como los ladrillos utilizados por las civilizaciones mesopotámicas y egipcias- los primeros ejemplos notables, ya que poseen características que hacen que estas soluciones sigan utilizándose en la actualidad (e.g. la idea de hacer un elemento constructivo dimensionalmente estable, perfeccionarlo para que resista mejor a los agentes atmosféricos y producirlo en serie).

Otros componentes hechos por separado, transportados al sitio del proyecto ya terminados y ensamblados en situ son las columnas de los templos griegos y romanos, diseñados a través de rigurosos principios geométricos y utilizando el módulo como medida fundamental para determinar las proporciones relativas de las distintas partes, y los extraordinarios bloques de piedra finamente decorados utilizados en la construcción de las enormes catedrales góticas de la Edad Media.

Sin embargo, ninguno de estos ejemplos tiene todas las características comúnmente asociadas con la prefabricación. Se trata en su mayoría de materiales semiacabados y componentes fabricados fuera de la obra (o al pie de la misma) de forma artesanal, sin utilizar máquinas complejas.

Solo con el desarrollo industrial de las tecnologías de construcción en madera podemos empezar a hablar de sistemas prefabricados, ya que por primera vez al concepto de estandarización de las medidas se asocia la producción de elementos particulares, diseñados con una función específica, que trabajan en sinergia formando parte de un único sistema.

detta industria 4.0,^[12] sta iniziando ad essere applicato anche all'edilizia industrializzata e alla prefabbricazione ed offre una serie di opportunità senza precedenti per lo sviluppo di soluzioni di questo tipo.

Timeline

Per trovare i primi esempi di prefabbricazione nella storia della costruzione bisogna risalire all'antichità.

Sebbene esistano testimonianze archeologiche di strutture con queste caratteristiche già intorno all'anno 400000 a.C.,^[13] si può dire che i primi esempi notevoli di elementi prefabbricati sono i semilavorati -come i mattoni usati dalle civiltà mesopotamica ed egizia-, i quali hanno caratteristiche che fanno sì che tali soluzioni continuano ad essere utilizzate ancora oggi (ad esempio l'idea di realizzare un elemento costruttivo dimensionalmente stabile, perfezionandolo in modo che resista meglio agli agenti atmosferici e producendolo in serie).

Altri componenti edili realizzati separatamente, trasportati in cantiere già ultimati e assemblati in opera sono le colonne dei templi greci e romani, disegnate secondo ri-

Sin tomar en consideración sus antecedentes orientales, como la técnica Kiwari japonés que data aproximadamente de principios del siglo XVII A.D.,^[14] el primer método constructivo con estas características es el famoso "balloon frame", creado en los EEUU por George Washington Snow en 1832 y todavía ampliamente utilizado en América del Norte (junto con su sucesor, el "platform frame").^[15]

Con la llegada de la Revolución Industrial, el sector de la construcción descubre un nuevo material, el acero, que hasta entonces nunca se había utilizado a gran escala. Además de tener características estructurales excepcionales que abren camino hacia un mundo inexplorado de posibilidades compositivas, por su naturaleza íntimamente ligada a la industria es inmediatamente utilizado para la creación de sistemas prefabricados. Sin duda alguna, el advento del acero representa un hito decisivo en la historia de la industrialización de la construcción, verdadero momento crucial que marca el inicio de la modernidad en el mundo de la edificación.

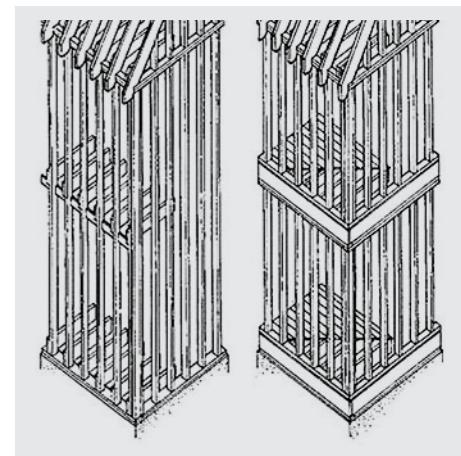
Los primeros edificios en adoptar sistemas de construcción prefabricados en acero son puramente utilitarios y aprovechan al máximo las capacidades del material y los beneficios ofrecidos por la industria. Es el caso de los numerosos puentes ferroviarios construidos en los primeros años de la industrialización en los países más avanzados del tiempo (Francia y Reino Unido), y también de los gigantescos

gorosi principi geometrici e servendosi del modulo come misura fondamentale per determinare le proporzioni relative delle diverse parti, e gli straordinari blocchi di pietra finemente decorati utilizzati nella costruzione delle grandi cattedrali gotiche del Medioevo. Tuttavia, nessuno di questi esempi ha tutte le caratteristiche comunemente associate alla prefabbricazione. Si tratta per lo più di semilavorati e componenti realizzati fuori opera (o ai piedi della stessa) a mano, senza l'utilizzo di macchine complesse.

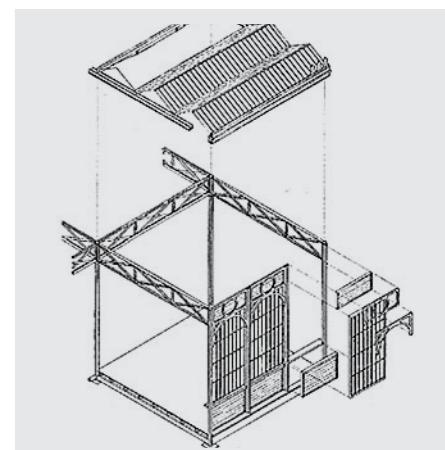
Solo con lo sviluppo industriale delle tecnologie costruttive in legno si può cominciare a parlare propriamente di sistemi prefabbricati, poiché per la prima volta al concetto di standardizzazione delle misure viene associata la produzione di elementi specifici, progettati per assolvere ad una determinata funzione, che lavorano in sinergia formando parte di un unico sistema.

Se non si considerano i suoi antecedenti orientali, come la tecnica giapponese Kiwari che risale all'incirca all'inizio del diciassettesimo secolo d.C.,^[14] il primo metodo di costruzione avente queste caratteristiche è il famoso "balloon frame", inventato negli USA da George Washington Snow nel 1832 e ancora ampiamente utilizzato in Nord America (insieme al suo successore, il "platform frame").^[15]

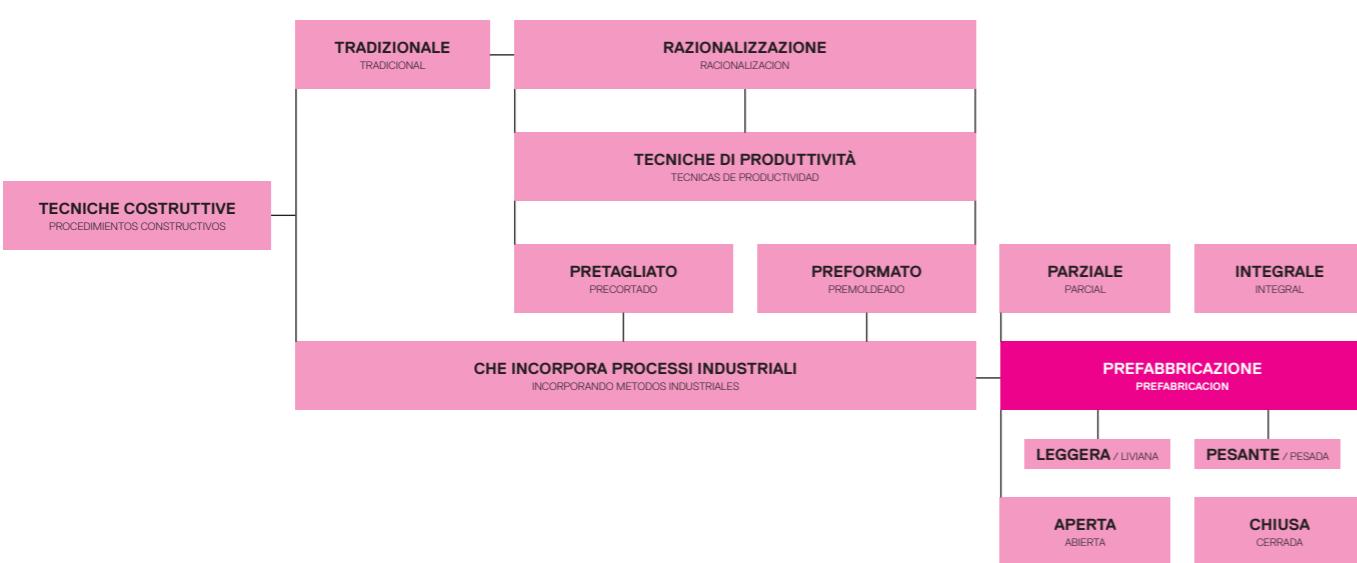
Con l'arrivo della Rivoluzione Industriale, il settore edile scopre un nuovo materiale, l'acciaio, che fino ad allora non era mai stato utilizzato su larga scala. Oltre ad avere eccezionali caratteristiche strutturali che aprono la strada ad un mondo inesplorato di possibilità compositive, a causa della sua natura strettamente legata all'industria viene subito utilizzato per la realizzazione di



A1



A2



A1 sistemas prefabricados en madera:

a) balloon frame
(george snow, 1832, estados unidos)

b) platform frame

A2 sistemas prefabricados en acero:

crystal palace
(joseph paxton, 1851, reino unido)

sistemi prefabbricati. L'avvento dell'acciaio rappresenta senza dubbio una tappa decisiva nella storia dell'industrializzazione edilizia, un vero e proprio momento di svolta che segna l'inizio della modernità nel mondo delle costruzioni.

I primi edifici ad adottare sistemi costruttivi prefabbricati in acciaio sono puramente utilitaristici e sfruttano appieno le capacità del materiale e i vantaggi offerti dall'industria. È il caso dei numerosi ponti ferroviari realizzati nei primi anni di industrializzazione nei paesi più avanzati dell'epoca (Francia e Regno Unito), e delle gigantesche serre dove per la prima volta l'acciaio viene associato al vetro, altro materiale la cui produzione massiva è stata resa possibile dall'avvento delle moderne tecnologie industriali, dando vita a un'associazione che rivoluzionerà completamente l'architettura.

L'edificio più emblematico di questo periodo, purtroppo andato perduto, è caratterizzato proprio dall'adozione di un sistema modulare prefabbricato in ghisa e vetro: il Crystal Palace, progettato da Joseph Paxton per la prima Esposizione Universale tenutasi nel 1851 a Londra. L'opera è di straordinaria importanza, non solo perché «costituisce un'autentica sintesi architettonica della Rivoluzione Industriale per il modo in cui utilizza ferro e vetro su larga scala, con una logica additiva modulare, servendosi della standardizzazione dei componenti tipica del nuovo sistema produttivo industriale»,^[16] ma anche perché rappresenta la prima struttura prefabbricata di tali proporzioni della storia, capace di essere eretta in soli quattro mesi e completamente smontabile (dopo la mostra, l'edificio fu disassemblato e trasferito in una nuova sede, dove rimase fino a la-

invernadero donde por primera vez se combina el acero con el vidrio, otro material cuya producción en masa solo fue posible gracias al advenimiento de las modernas tecnologías de producción, dando lugar a una asociación que revolucionará completamente la arquitectura.

El edificio más emblemático de esta época, lamentablemente desaparecido, se caracteriza precisamente por el uso de un sistema modular prefabricado en hierro fundido y vidrio: el Crystal Palace, diseñado por Joseph Paxton para la primera Exposición Universal, celebrada en 1851 en Londres. La obra es extraordinariamente importante, no solo porque "constituye una auténtica síntesis arquitectónica de la Revolución Industrial por cuánto utiliza el hierro y el vidrio a gran escala, con una lógica aditiva modular, realizando la estandarización de componentes propia del nuevo sistema productivo industrial",^[16] sino también porque representa la primera estructura prefabricada de tales proporciones en la historia, capaz de ser erigida en sólo cuatro meses y totalmente desmontable (luego de la exposición, el edificio fue desarmado y trasladado en un nuevo sitio, donde permaneció hasta su destrucción en un incendio en 1936).

En la primera parte del siglo XX los arquitectos del movimiento moderno se apropiaron de los conceptos de racionalización y producción en serie, considerados pilares fundamentales para la renovación de la disciplina.

En su influyente ensayo Hacia una arquitectura, Le Corbusier dedica un capítulo a las "casa en serie", en el que argumenta que:

"El problema de la casa es un problema de la época. El equilibrio de las sociedades depende actualmente de él.

El primer deber de la arquitectura, en una época de renovación, consiste en revisar los valores y los elementos constitutivos de la casa.

La serie se basa en el análisis y la exploración. La gran industria debe ocuparse de la edificación y establecer en serie los elementos de la casa.

Hay que crear el estado de espíritu de la serie".^[17]

sua distruzione causata da un incendio nel 1936).

Nella prima parte del Novecento, gli architetti del movimiento moderno fecero propri i concetti di razionalizzazione e produzione seriale, considerati pilastri fondamentali per il rinnovamento della disciplina. Nel suo influente saggio Verso un'Architettura, Le Corbusier dedica un capitolo alle "case in serie" nel quale sostiene che:

"Il problema della casa è un problema del nostro tempo. L'equilibrio della società oggi dipende da questo. L'architettura ha come primo compito, in un'epoca di rinnovamento, quello di operare la revisione dei valori, la revisione degli elementi costitutivi della casa.

La serie è basata sull'analisi e sulla sperimentazione. La grande industria deve occuparsi della costruzione e produrre in serie gli elementi della casa.

Occorre creare lo spirito della produzione in serie".^[17]

La controparte progettuale di questa affermazione è la Maison Dom-Ino, prototipo di un sistema strutturale modulare a pianta aperta in calcestruzzo armato pensato per la produzione in serie di abitazioni, da lui sviluppato nel 1915, e avente caratteristiche formali che consentono "totale indipendenza e riproducibilità di gli elementi".^[18]

A partire da questo momento nei principali paesi industrializzati iniziò lo sviluppo di un gran numero di sistemi prefabbricati per la realizzazione di abitazioni su larga scala. Tuttavia, è dopo la seconda guerra mondiale che l'uso di tali tecnologie ha raggiunto il suo apice, poiché costituiva il modo più efficiente per ricostruire in modo rapido ed economico intere città devastate dal conflitto.

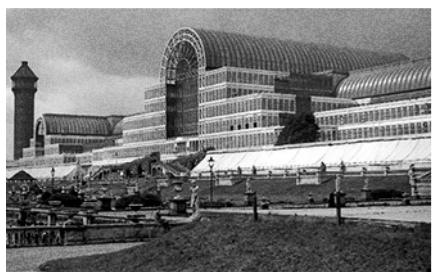
Una figura chiave nella storia della prefab-

La controparte proyectual de esta declaración es la Maison Dom-Ino, prototipo de sistema estructural modular de planta abierta en hormigón armado para la producción masiva de vivienda desarrollado por él en 1915, diseñado con características formales que permiten una "total independencia y reproducibilidad de los elementos".^[18]

A partir de este momento en los principales países industrializados empezó el desarrollo de un gran número de sistemas prefabricados para la fabricación de vivienda a gran escala. Sin embargo, fue después de la Segunda Guerra Mundial que el uso de tales tecnologías alcanzó su punto máximo, ya que era la forma más eficiente para reconstruir de forma rápida y económica ciudades enteras devastadas por el conflicto.

Una figura clave en la historia de la prefabricación fue sin duda el multifacético constructor francés Jean Prouvé, quien propuso soluciones innovadoras en diversos aspectos de la producción industrial a lo largo de su extensa carrera. En 1956 introdujo un prototipo de casa completamente prefabricada, la Maison des Jours Meilleurs, diseñada para ser construida por unos pocos hombres, con el uso de herramientas básicas y en muy poco tiempo.

A finales de la década de los '60, las consecuencias de la explosión demográfica y de la consecuente expansión descontrolada de las ciudades llevaron a los arquitectos a pensar en nuevas soluciones habitacionales. El objetivo era crear un sistema constructivo flexible que permitiera el crecimiento, tratando de reemplazar el concepto tradicional de vivienda con una enorme estructura espacial de alta densidad capaz de evolucionar, compuesta de células (capsulas) que tienen una función específica, como un organismo vivo. Esta idea es la base del proyecto Plug-In City, propuesto en 1964 por el grupo Archigram y, aunque nunca se construyó, capaz de generar debate en torno a numerosos temas, incluido el de la prefabricación. Dos ejemplos de sistemas compuestos por células tridimensionales son el gigantesco complejo de viviendas Habitat 67 en Montreal, diseñado por el arquitecto israelí-canadiense Moshe Safdie como un pabellón para la Exposición Universal del mismo año, y la Nakagin Capsule Tower de Kishō Kurokawa, situada en Tokio y completada en 1972.



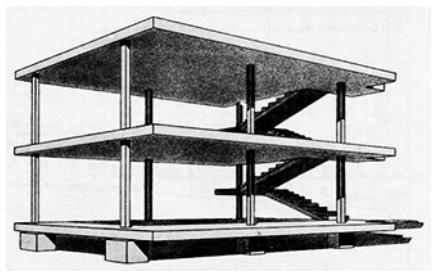
Crystal Palace - 1851



Maison des Jours Meilleurs - 1956



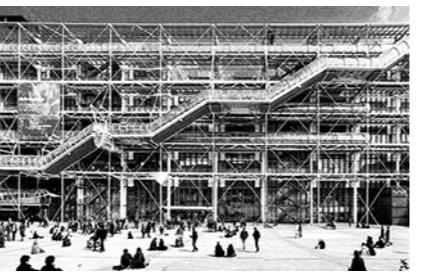
Nakagin Capsule Tower - 1972



Maison Dom-Ino - 1915



Habitat 67 - 1967



Centre Georges Pompidou - 1977

bricazione è stato senza dubbio il poliedrico costruttore francese Jean Prouvé, che nel corso della sua lunga carriera ha proposto soluzioni innovative legate a vari aspetti della produzione industriale. Nel 1956 presenta un prototipo di casa completamente prefabbricata, la Maison des Jours Meilleurs, progettata per essere costruita da pochi uomini, utilizzando strumenti di base e in brevissimo tempo.

Alla fine degli anni Sessanta, gli effetti dell'esplosione demografica e la conseguente espansione incontrollata delle città portarono gli architetti a riflettere su nuove

La estrategia proyectual adoptada por Renzo Piano y Richard Rogers para el Centre George Pompidou, inaugurado en París en 1977, es completamente diferente. Su peculiar estética high-tech no refleja una veleidad compositiva, sino más bien la voluntad de exhibir la estructura y el equipamiento técnico del edificio-máquina. La arquitectura deja de ser dominada por un solo sistema, ahora se configura como una colección de sistemas combinados para obtener la forma del edificio. La industria ya no entrega un sistema cerrado compuesto por capsulas, sino que se ocupa de producir diferentes componentes prefabricados (como la Gerberette, pieza metálica esencial para el funcionamiento estructural del edificio) que trabajan en sincronía y permiten mejorar la constructividad del edificio.^[19]

2022

soluzioni abitative. L'obiettivo era quello di creare un sistema costruttivo flessibile che consentisse la crescita, cercando di sostituire il tradizionale concetto di abitazione con quello di un'enorme struttura spaziale ad alta densità in grado di evolversi, composta da cellule (capsule) aventi una funzione specifica, come in un organismo vivente. Questa idea è alla base del progetto Plug-In City, proposto nel 1964 dal gruppo Archigram e che, nonostante non sia mai stato realizzato, fu capace di generare dibattito su molti temi, tra cui la prefabbricazione. Due esempi di sistemi costituiti da cellule tridimensionali sono il gigantesco complesso residenziale Habitat 67 a Montreal, progettato dall'architetto israelo-canadese Moshe Safdie come padiglione per l'Esposizione Universale dello stesso anno, e la Nakagin Capsule Tower di Kisho Kurokawa, ubicata a Tokyo e completata nel 1972.

Completamente diversa è la strategia progettuale adottata da Renzo Piano e Richard Rogers per il Centre George Pompidou, aperto a Parigi nel 1977. La sua peculiare estetica high-tech non è il riflesso di una sterile velleità compositiva, ma piuttosto del desiderio di esibire la struttura e gli impianti tecnici della macchina-edificio. L'architettura non è più dominata da un unico sistema, ma si configura come un insieme di sistemi combinati in modo tale da ad ottenere la forma dell'edificio. L'industria non fornisce più un sistema chiuso fatto di capsule, ma si occupa di produrre i diversi componenti prefabbricati che formano il sistema-edificio (come le Gerberette, elemento metallico essenziale per il funzionamento della struttura, realizzate ad hoc) che funzionano in sincronia e consentono di migliorare notevolmente la costruttività dell'edificio.^[19]

Note:

- [1] Aguirre, B., Cañas, N., Vergara, F. (2015). Sobre la Arquitectura Prefabricada en Chile 1960 - 1973. Revista Diseño Urbano & Paisaje - DU&P, Volumen XII N°29.
- [2] El nacimiento del concepto de industrialización generalmente se atribuye al período histórico llamado Primera Revolución Industrial, el proceso de transformación económica, social y tecnológica que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino de Gran Bretaña, que se extendió unas décadas después a gran parte de Europa occidental y América Anglosajona, y que concluyó entre 1820 y 1840.
- [3] Blachére, G. (1977). Tecnologías de la construcción industrializada. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.
- [4] Aguirre, B., Cañas, N., Vergara, F. (2015). Op. Cit.
- [5] Estandarización: "se refiere a la consideración de tamaños y formatos normalizados de componentes, sub-componentes y elementos, al uso de productos del mercado y al grado de piezas o partes especiales que deban fabricarse o construirse, como también al grado de repetición que estos tienen en el proyecto". In Rojas, M. (2019). Densificación y Constructividad en el Conjunto Inés de Suárez. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- [6] Modularización: "se refiere a la consideración de sistemas de unificación de tamaños y proporciones de los elementos que deban construirse en el proyecto, así como la repetición de medidas, materiales, procesos y unidades de tareas de construcción". In Rojas, M. (2019). Op Cit.
- [7] Duffau, A. (2010). Construcción industrializada para la vivienda social en Chile: análisis de su impacto potencial. Ciclo de Seminarios Académicos de Economía, Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile.
- [8] Aguirre, B., Cañas, N., Vergara, F. (2015). Op. Cit.
- [9] Aguirre, B., Cañas, N., Vergara, F. (2015). Op. Cit.
- [10] La "mass customization", o personalización masiva, es el proceso industrial de fabricación de bienes que, gracias a las nuevas tecnologías de fabricación digital y prototipado rápido, se modifican para satisfacer las necesidades específicas de un cliente. Combina la flexibilidad y personalización de los productos hechos a medida con los bajos costos unitarios asociados con la producción en serie. También se le llama "made-to-order" o "built-to-order", que significa "hecho a pedido".
- [11] La fabricación digital es un proceso productivo que combina la modelización tridimensional o el diseño asistido por computación (CAD) con la fabricación aditiva (e.g. impresión 3D) y sustractiva (e.g. fresado CNC).
- [12] El concepto de industria 4.0, o Cuarta Revolución Industrial, se utiliza para describir los cambios sustanciales que están afectando al mundo de las tecnologías industriales, y que supuestamente constituyen una nueva etapa de la evolución técnico-económica de la humanidad. Se basa en la idea de que la automatización y el uso de grandes cantidades de datos (big data), manejados por inteligencias artificiales, pueden permitir una gestión más eficiente de los recursos y una mejor organización de los medios de producción.
- [13] Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). Components and systems - Modular construction: Design structure new technologies. Detail, München, Germany.
- [14] Wadel, G., Avellaneda, J., Cuchí, A. (2010). La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. Informes De La Construcción, 62 (517), 37-51.
- [15] La principal diferencia entre "balloon frame" y "platform frame" reside en los elementos estructurales verticales, continuos en el primer caso (desde el suelo hasta el techo) e interrumpidos por la losa en el segundo (con una altura constante de un piso). Esta diferencia es la base de las desigualdades de comportamiento en caso de incendio, que hacen que el "platform frame" sea el preferido en la actualidad por ser más seguro.
- [16] López César, I. (2014). La aportación estructural del Crystal Palace de la Exposición Universal de Londres 1851. Rita, 2 (oct), 76-83.
- [17] Le Corbusier. (1978). Hacia una Arquitectura (2a. ed.). Apóstrofe, Barcelona, Spain.
- [18] Tafuri, M., Dal Co, F. (1992). Architettura contemporanea. Electa, Milano, Italy.
- [19] Rojas, M. (2019). Densificación y Constructividad en el Conjunto Inés de Suárez. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

capitolo 2

Sistemi prefabbricati

Sistemas prefabricados

Sistemi prefabbricati

Pur non essendo strettamente sinonimi, oggi con il termine "prefabbricazione nell'edilizia" si intende la produzione di edifici mediante tecniche industriali. La fabbricazione dei componenti viene effettuata in stabilimenti specializzati in condizioni ottimali, che consentono di ottenere un livello qualitativo costante e un grande volume di produzione.

In una certa misura, l'intero settore delle costruzioni utilizza componenti prefabbricati (porte e finestre, mattoni, pannelli di cartongesso, profilati in acciaio, ecc.): la quota di prodotti realizzati industrialmente negli edifici costruiti in modo convenzionale oggi tende a oscillare intorno al 50-60%.^[1] Esistono tuttavia differenze sostanziali tra una soluzione costruttiva tradizionale con elementi prefabbricati e un sistema prefabbricato.

I sistemi definiscono la relazione tra i singoli elementi all'interno di un principio organizzativo geometrico.^[2]

L'edilizia prefabbricata si avvale di componenti di produzione industriale progettati per funzionare in sinergia, contribuendo reciprocamente al funzionamento dell'edificio. Questi elementi possono essere di diverso tipo, a seconda del sistema utilizzato (chiuso, modulare, aperto, tradizionale).^[3,4,5,6]

Sistemas prefabricados

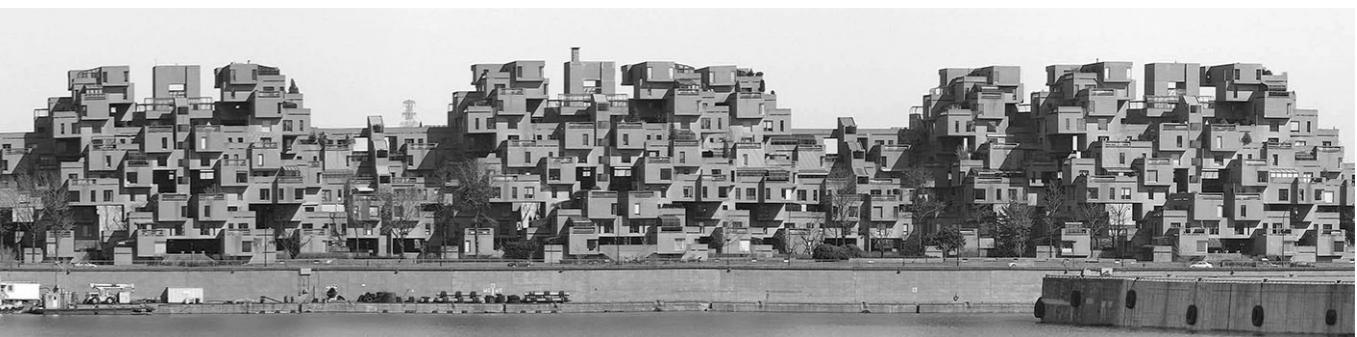
Aunque no son estrictamente sinónimos, hoy en día el término prefabricación de la construcción designa la producción de edificios mediante técnicas industriales. La manufactura de los componentes se lleva a cabo en fábricas especializadas en condiciones óptimas, que permiten obtener un nivel constante de calidad y un gran volumen de producción.

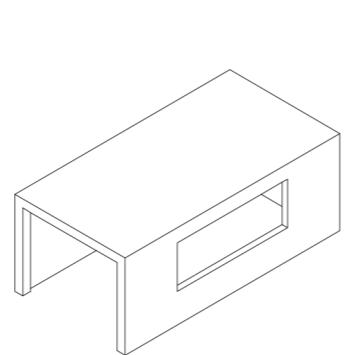
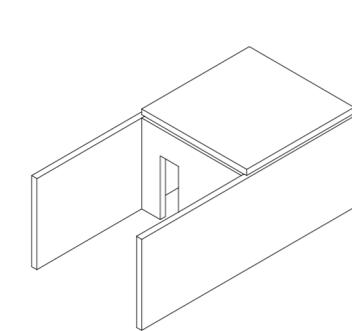
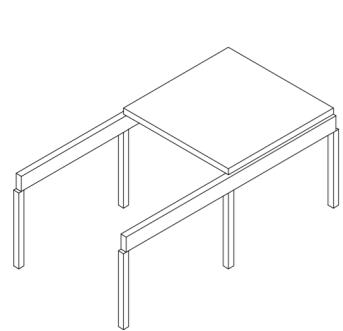
En cierta medida, todo el sector de la construcción utiliza componentes prefabricados (puertas y ventanas, ladrillos, placas de yeso-cartón, perfiles laminados de acero etc.): la proporción de productos creados industrialmente en edificios construidos convencionalmente hoy en día suele rondar el 50-60%.^[1] Sin embargo, hay diferencias sustanciales entre una solución constructiva tradicional con elementos prefabricados y un *sistema prefabricado*.

Los sistemas definen la relación entre los elementos individuales dentro de un principio organizativo geométrico.^[2]

La construcción prefabricada hace uso de componentes producidos industrialmente diseñados para encajar de manera recíproca, contribuyendo mutuamente al funcionamiento del edificio. Estos componentes pueden ser de diferentes tipos, dependiendo del sistema utilizado (cerrado^[3], modular^[4], abierto^[5], tradicional^[6]).

La prefabricación puede ser clasificada en función de las características morfológicas y funcionales de los elementos individuales que componen el sistema adoptado. Un edificio puede estar compuesto por elementos estructurales lineales (sistemas de marcos^[A1]), planos (sistemas de pa-





La prefabbricazione può essere classificata in base alle caratteristiche morfologiche e funzionali dei singoli elementi che costituiscono il sistema adottato. Un edificio può essere composto da elementi strutturali lineari (sistemi a telaio^[A1]), piani (sistemi a pannelli^[A2]) o spaziali (sistemi a cellule tridimensionali^[A3]), oppure integrare un sistema prefabbricato non strutturale, come una facciata continua o un elemento di chiusura verticale composto da lastre modulari. Questi metodi di costruzione sono spesso combinati in edilizia e raramente appaiono in forma isolata. La loro flessibilità è inversamente proporzionale al livello di prefabbricazione associato a ciascun sistema.

Un altro aspetto fondamentale è quello relativo al trasporto dei componenti dalla fabbrica al cantiere. La scelta di uno dei sistemi sopra descritti ed il suo relativo livello di prefabbricazione, infatti, in molti casi dipende dalla distanza che i materiali devono percorrere (non conviene, ad esempio, costruire con grandi pannelli prefabbricati in un luogo remoto, difficilmente accessibile da mezzi di trasporto pesanti, a meno che non sia così remoto da giustificare il trasporto in elicottero di un'unità completamente prefabbricata -come nel caso dei rifugi di montagna- per eliminare in toto i problemi logi-

neles^[A2] o espaciales (sistemas de células tridimensionales^[A3]), o integrar un sistema prefabricado no estructural, como un muro cortina o una fachada compuesta por placas modulares. Estos métodos de construcción se combinan con frecuencia en la industria y rara vez aparecen de forma aislada. Su flexibilidad es inversamente proporcional al nivel de prefabricación asociado a cada sistema.

Otro aspecto fundamental es el transporte de los componentes desde la fábrica hasta la obra. La elección de uno de los sistemas descritos anteriormente y su relativo nivel de prefabricación, de hecho, en muchos casos depende de la distancia que tiene que recorrer cada material (no es conveniente, por ejemplo, construir con paneles prefabricados de grandes dimensiones en un lugar alejado de difícil acceso por los camiones, a menos que no sea tan remoto como para justificar el transporte de una unidad completamente prefabricada por helicóptero -como en el caso de refugios de montaña- para eliminar los problemas relacionados con la construcción).

Cada tipo de elemento constructivo tiene un tamaño, peso y valor que determinan su rango potencial de transporte económico, indispensable para evaluar el sistema que hay que adoptar para un determinado proyecto.

Uno de los aspectos críticos de la mayoría de los sistemas prefabricados son las conexiones entre los elementos. La industrialización del proceso constructivo no permite realizar cambios y ajustes en obra, por lo que se requiere una precisión mucho mayor a la hora de producir las piezas (por esta razón, la fabricación en taller debe permitir to-

TYPE, WEIGHT AND VALUE OF BUILDING ELEMENT

heavy, raw building materials (prefabricated concrete elements)

middle weight, raw building materials (prefabricated steel elements)

light, highly refined building elements (external and internal walling)

completely finished elements (sanitary blocks, mobile homes)

ECONOMIC TRANSPORT RADIUS

up to approx. 100km

up to approx. 300km

up to approx. 600km

up to approx. 1000km

stici legati alla costruzione). Ogni tipologia di elemento costruttivo ha una dimensione, un peso e un valore che ne determinano il potenziale raggio di trasporto economico, fondamentale per valutare il sistema da adottare per un determinato progetto.

I sistemi prefabbricati possono inoltre essere definiti in base al materiale principale con cui sono realizzati. I sistemi strutturali possono essere prevalentemente in legno^[B1], calcestruzzo armato^[B2] o acciaio^[B3], mentre i moduli non strutturali utilizzano un'ampia gamma di materiali, in particolare vetro, alluminio e plastica.

Uno degli aspetti critici della maggior parte dei sistemi prefabbricati è rappresentato dalla connessione tra gli elementi. L'indu-

lerancias^[7] mucho menores). Las juntas sirven para absorber las discrepancias dimensionales en los componentes del edificio y deben cumplir con todos los requisitos de protección contra la humedad, térmica y acústica. Se dividen en juntas secas (por ejemplo clavos y tornillos) removibles, y juntas húmedas (por ejemplo, cemento y pegamentos) no removibles.

Finalmente, los sistemas prefabricados se pueden definir en base al material principal con el que están hechos. Los sistemas estructurales están hechos de madera^[B1], hormigón armado^[B2] o acero^[B3], mientras que los sistemas no estructurales utilizan una amplia gama de materiales, en particular vidrio, aluminio y plástico.

Sistemas de marcos

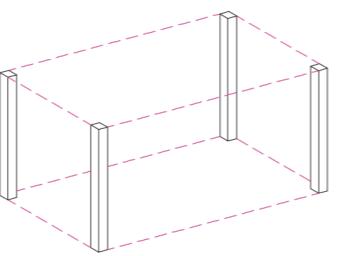
Los sistemas de marcos prefabricados están compuestos por elementos estructurales lineales, como vigas y pilas-



rializzazione del processo costruttivo non consente di apportare modifiche e aggiustamenti in loco, quindi è necessaria una precisione molto maggiore nella produzione delle parti (ragion per cui le industrie producono gli elementi rispettando tolleranze molto più ridotte rispetto a quelle che si hanno nell'edilizia tradizionale). I giunti servono ad assorbire le discrepanze dimensionali nei componenti edili e devono soddisfare tutti i requisiti di protezione dall'umidità, permeabilità al vapore ed isolamento termico e acustico. Si dividono in giunti a secco (es. chiodi, viti) rimovibili, e giunti umidi (es. cemento, resine, colle) non rimovibili.

Sistemi a telaio

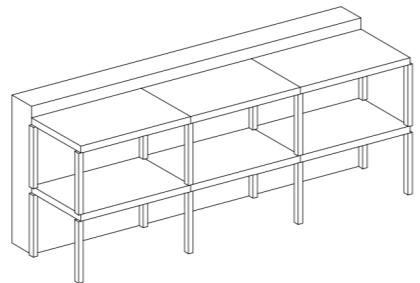
I sistemi prefabbricati a telaio sono costituiti da elementi strutturali lineari, come travi e pilastri. A differenza di altre soluzioni, hanno bisogno di accorgimenti specifici di carattere strutturale per resistere alle sollecitazioni orizzontali (vento e terremoti) poiché i pilastri trasferiscono il carico verticale al suolo ma non assorbono gli sforzi di taglio. Una possibile strategia prevede di rinforzare i punti di connessione tra i diversi elementi, in modo che il telaio sia indeformabile (telaio rigido). Questa opzione è generalmente la più costosa e complessa, poiché tutti gli sforzi sono concentrati sul punto più delicato, l'angolo. Un'altra possibilità è quella di utilizzare elementi di controventatura piani, come cavi diagonali (croci di sant'Andrea) o piastre rigide, o addirittura collegare la struttura a telaio ad un nucleo rigido, solitamente in calcestruzzo, che diventa responsabile del trasferimento degli sforzi orizzontali al suolo. In questo tipo di sistema è molto importante progettare con attenzione i giunti perché determinano l'aspetto dell'edificio.



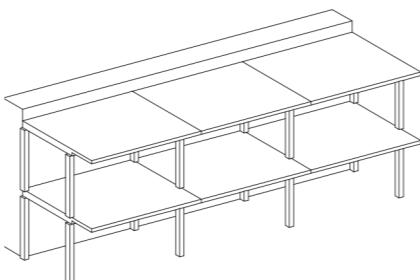
C1 - elementos estructurales lineales



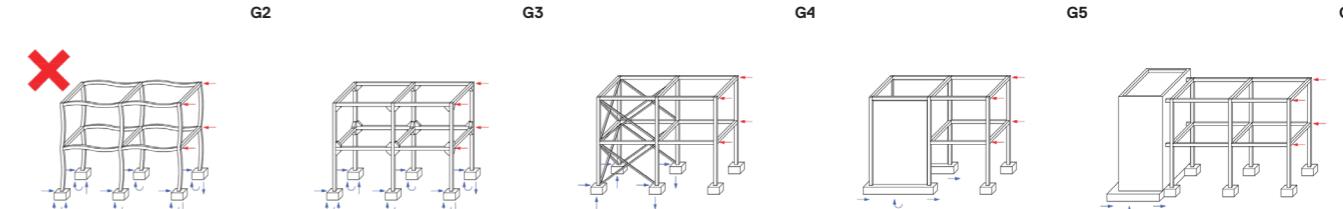
D1



E1 - sistema estructural de marcos



F1



G sistemas de arriostramiento

- 1) estructura sin arrostramiento
- 2) deformaciones estructura sin arrostramiento
- 3) marcos rígidos (elementos de esquina reforzados)
- 4) elementos diagonales de arriostramiento (cruces)
- 5) placas de pared rígidas
- 6) "core" estructural rígido

H ejemplo de sistema de marcos prefabricado en hormigón

mixed-use building in kassel / alexander reichel, munich

I ejemplo de sistema modular que integra elementos diagonales de arriostramiento (cruces) y placas de pared rígidas

house in shimogamo / waro kishi, kyoto

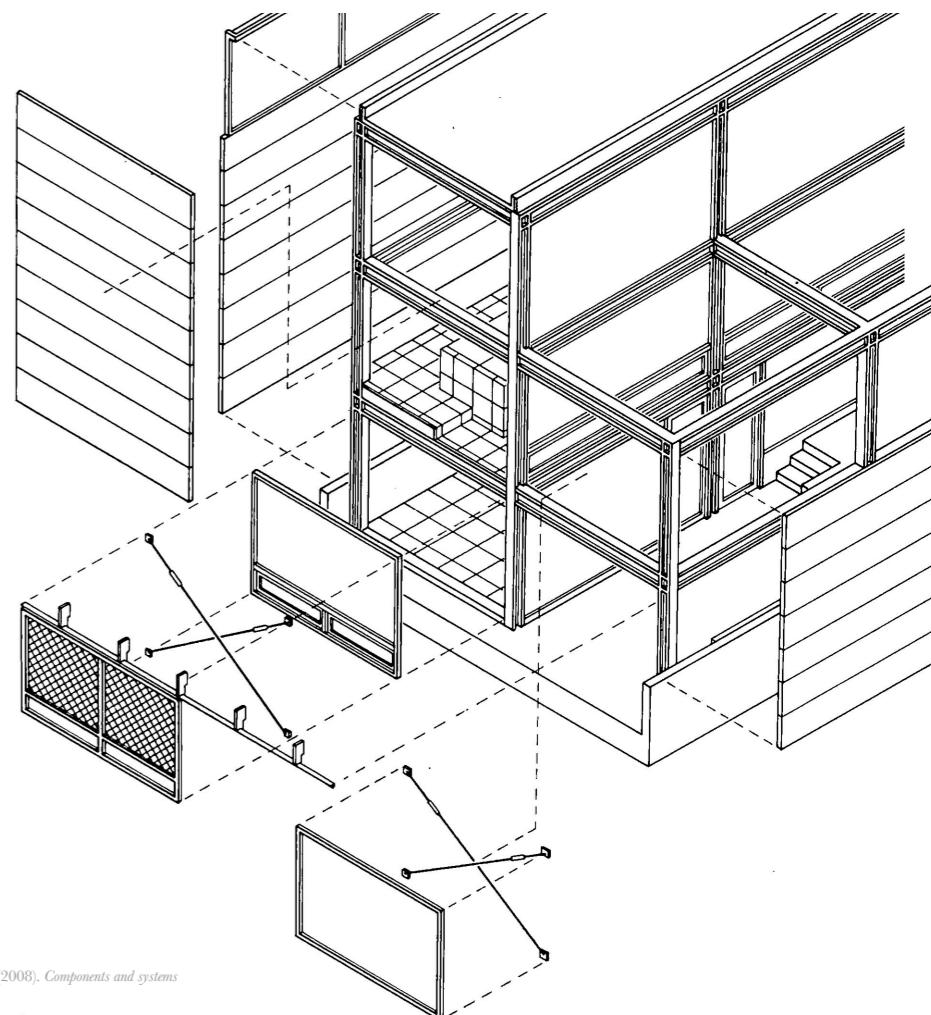


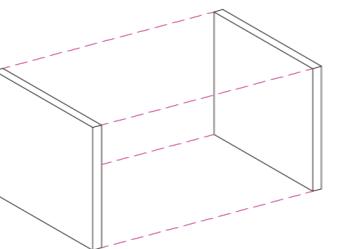
Immagine: scansione tratta da Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). *Components and systems*

Sistemi a pannelli

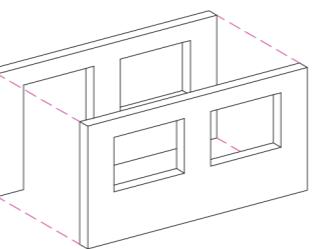
I sistemi prefabbricati a pannelli portanti sono costituiti da elementi strutturali piani (piastre), articolati nello spazio in modo da generare i diversi ambienti che compongono l'edificio e trasmettere al suolo carichi verticali e orizzontali. Possono essere classificati in base alla dimensione degli elementi o al loro orientamento.

Nei sistemi a piccoli pannelli^[1] gli elementi sono di dimensioni ridotte, generalmente intorno ai 60-120cm^[8] di larghezza. Ciò consente di assemblare il sistema facilmente utilizzando macchine semplici, semplificando il trasporto e garantendo una maggiore libertà compositiva. Tuttavia, a causa dell'elevato numero di giunzioni da realizzare, il montaggio richiede più tempo. Nei sistemi a grandi pannelli^{[2][3]} gli elementi sono di notevoli dimensioni, generalmente limitate dal mezzo di trasporto disponibile (o, se si utilizzano mezzi di trasporto eccezionali, dalle dimensioni dell'infrastruttura stradale che collega lo stabilimento produttivo con il cantiere). Nella maggior parte dei casi i pannelli misurano un massimo di 12m di larghezza (come un container ISO da 40 piedi) e 3,5m di altezza (corrispondente all'interpiano dell'edificio). I pannelli strutturali verticali possono essere disposti in maniera trasversale o longitudinale, con conseguenze sull'orientamento della struttura dei solai e sulle aperture in facciata.

In passato, sistemi di questo tipo in calcestruzzo erano ampiamente utilizzati per fornire una soluzione al problema del deficit abitativo mediante la costruzione in serie di complessi di edilizia residenziale pubblica multipiano, soprattutto nei paesi sotto l'in-



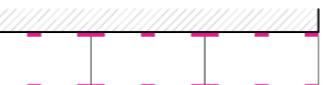
C2 - elementos estructurales planos transversales



C3 - elementos estructurales planos longitudinales



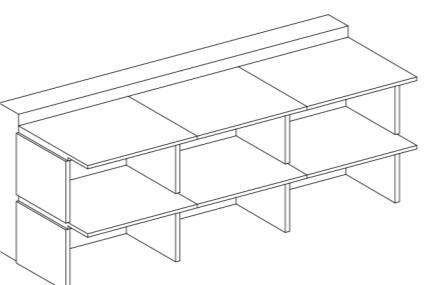
D2



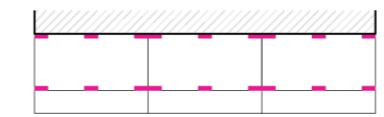
D3



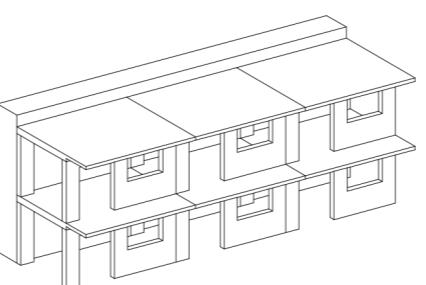
E2 - sistema estructural de paneles (transversales)



F2



E3 - sistema estructural de paneles (longitudinales)



F3

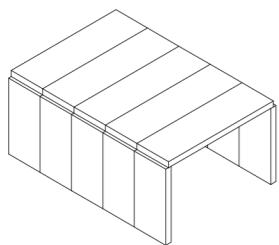
res. A diferencia de otras soluciones, requieren medidas específicas para resistir a las solicitudes horizontales (viento y sismo) ya que los pilares transmiten la carga vertical al suelo pero no absorben el esfuerzo cortante. Una posible estrategia es reforzar las conexiones entre los diferentes elementos, de manera que el marco sea indeformable (marcos rígidos). Esta opción es generalmente la más cara y compleja, ya que todo el esfuerzo se concentra en el punto más delicado, la esquina. Otra posibilidad es ocupar elementos planos de arostramiento, como diagonales (cruces de San Andrés) o placas rígidas, o incluso conectar la estructura a un núcleo rígido, generalmente de hormigón, que se encarga de transferir las fuerzas horizontales al suelo. Es muy importante diseñar con cuidado las juntas porque determinan el aspecto del edificio.

Sistemas de paneles

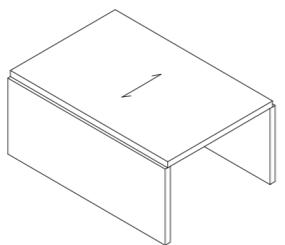
Los sistemas de paneles prefabricados están compuestos por elementos estructurales planos (muros y losas), articulados en el espacio con el fin de generar los diferentes ambientes que componen el edificio y transmitir las cargas verticales y horizontales al suelo. Se pueden clasificar según el tamaño de los elementos o su orientación.

En la construcción de pequeños paneles los elementos son de tamaño reducido, generalmente alrededor de 60-120 cm de ancho.^[8] Esto permite montar el sistema más fácilmente utilizando máquinas más sencillas, simplifica el transporte y permite una mayor libertad compositiva. Sin embargo, debido a la gran cantidad de conexiones a realizar, el montaje lleva más tiempo. En la construcción de grandes paneles los elementos son de tamaño considerable, generalmente limitado solo por los medios de transporte utilizados (o, si se utilizan sistemas de transporte excepcionales, por el tamaño de la infraestructura vial que conecta la fábrica con el sitio de construcción). En la mayoría de los casos miden un máximo de 12m de largo (como un container ISO de 40 pies) y 3,5 m de alto (la altura coincide con la del piso del edificio). En la construcción de pared transversal los paneles estructurales verticales están dispuestos en paralelo y los elementos de losa, más

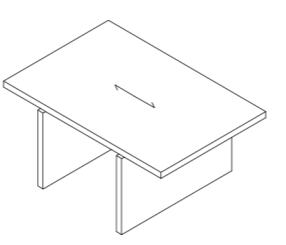
J1



J2



J3



fluenza sovietica. Oggi c'è un rinnovato interesse nei confronti della prefabbricazione ad elementi strutturali piani grazie al successo dei sistemi basati sulla tecnologia CLT, o "cross laminated timber" (legno lamellare a strati incrociati, anche commercialmente noto come X-LAM in Italia), che consentono la realizzazione di edifici, anche multipiano, composti da pannelli realizzati su misura in laboratorio ed assemblati molto rapidamente in loco. Le ragioni della diffusione di questa soluzione costruttiva sono legate ad aspetti di ecosostenibilità, resistenza al fuoco e rapidità esecutiva, unitamente al loro grande potenziale compositivo (l'utilizzo di tecnologie di fabbricazione digitale nel processo produttivo consente libertà formale).

grandes, se desarrollan longitudinalmente y apoyan sobre varios muros. En el pasado, los sistemas de este tipo en hormigón se utilizaron ampliamente para proporcionar una solución al problema de la vivienda mediante la construcción en serie de edificios, especialmente en los países bajo la influencia soviética. Hoy hay un renovado interés hacia la prefabricación por elementos planos gracias al éxito de los sistemas basados en la tecnología CLT, o "cross laminated timber" (madera laminada cruzada), que permiten la construcción de edificios (también en altura) compuestos por paneles en madera hechos a medida en taller y ensamblados muy rápidamente en obra. Las razones de la difusión de esta solución constructiva son la eco-sostenibilidad, la resistencia al fuego y la rapidez de ejecución, junto con su gran potencial compositivo (la implementación de tecnologías de fabricación digital en el proceso productivo permite una extraordinaria libertad formal).

J principios constructivos

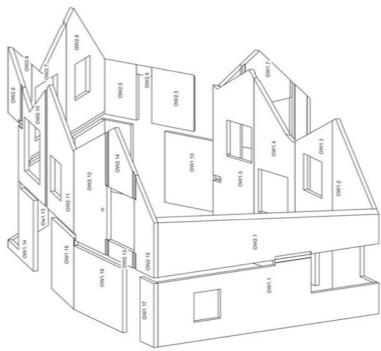
- 1) construcción de paneles pequeños (60-120cm)
- 2) construcción de paneles grandes (max 6m)
- 3) construcción de pared transversal

K ejemplo de sistema de paneles prefabricado en hormigón

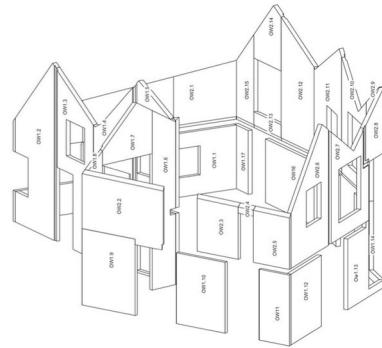
plattenbau (sistema de construcción con grandes paneles) / varios, república democrática alemana



L1



L2



L4



L ejemplo de sistema prefabricado de paneles en CLT (cross laminated timber)

hunsett mill / acme, norwich

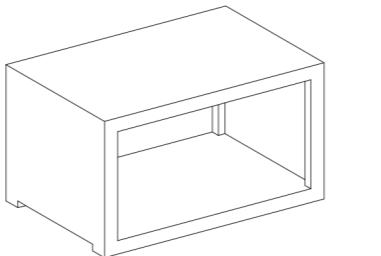
Sistemi a cellule tridimensionali

I sistemi prefabbricati a unità tridimensionali sono costituiti da elementi strutturali spaziali (cellule o capsule), che vengono prodotti interamente in fabbrica e arrivano in cantiere provvisti di tutte le finiture, pronti per essere collegati tra loro o ancorati ad una struttura portante.

È il metodo costruttivo che presenta il più alto livello di prefabbricazione e permette una maggiore riduzione dei tempi di realizzazione, ma è anche il più tecnologicamente complesso e quello che richiede l'utilizzo di macchinari più pesanti in fase di montaggio (necessari per manovrare i moduli).

Le dimensioni delle cellule dipendono generalmente dal veicolo utilizzato per il loro trasporto. Possono essere realizzate in qualsiasi tipo di forma e materiale (frequente è l'impiego di una vasta gamma di materiali innovativi e tecnologicamente avanzati).

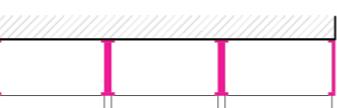
Pur rappresentando un esempio di prefabbricazione chiusa, questi sistemi contemplano un certo grado di espansibilità della proposta progettuale originaria, poiché possono essere pensati come sistemi flessibili, variabili e mobili: "un edificio con CT [cellule tridimensionali], concepito come un sistema, è flessibile nella misura in cui consente modifiche funzionali, dopo il completamento, senza variazioni nella posizione degli elementi. La variabilità implica cambiamenti di posizione [...] all'interno delle possibilità del sistema. La mobilità si riferisce alla sottrazione e aggiunta di CT all'interno del sistema [...] dopo un primo assemblaggio".^[9]



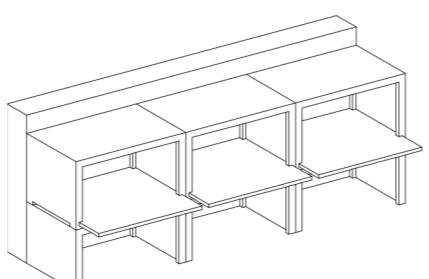
C4 - elementos estructurales espaciales



D4



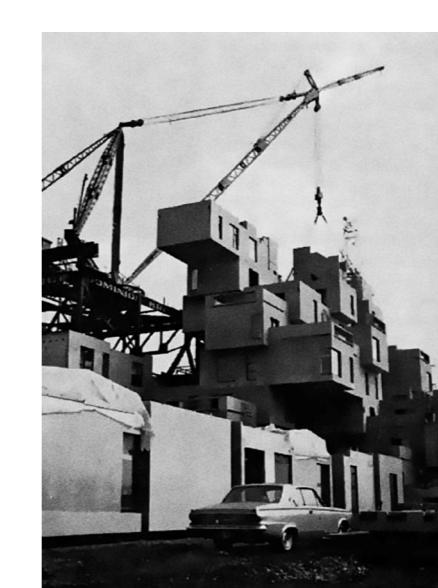
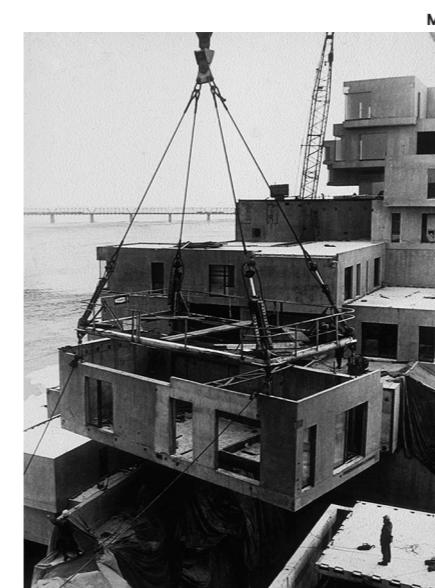
E4 - sistema estructural de células tridimensionales



F4

M ejemplo de sistema de células tridimensionales prefabricadas en hormigón

habitat 67 / moshe safdie, montreal



Sistemas de células tridimensionales

Los sistemas de células tridimensionales prefabricadas están compuestos por elementos estructurales espaciales, que se producen íntegramente en la fábrica y llegan al sitio de construcción con todas las terminaciones, listos para ser conectados entre sí o anclados a una estructura de soporte. Es el método constructivo que tiene el nivel de prefabricación más alto y que permite una mayor reducción de los tiempos de construcción, pero también el más complejo tecnológicamente y el que requiere las máquinas más pesadas durante el montaje (necesarias para levantar los módulos completos).

Las dimensiones de las células (también llamadas cápsulas) dependen del vehículo utilizado para su transporte. Se pueden fabricar en cualquier tipo de forma y material (es frecuente la adopción de materiales innovadores y tecnológicamente avanzados).

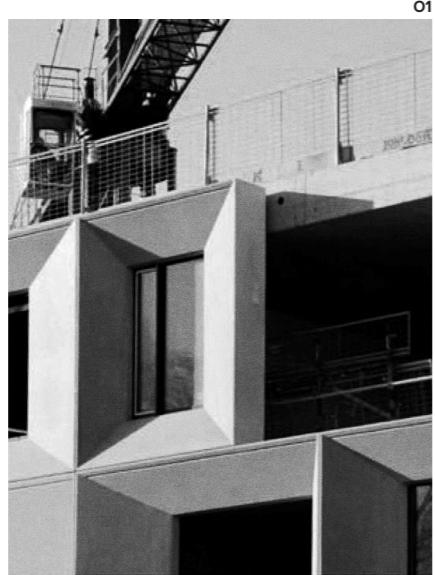
A pesar de ser ejemplos de prefabricación cerrada, estos sistemas permiten un cierto grado de evolución de la propuesta de diseño original, ya que pueden ser flexibles, variables y móviles: "un edificio con CT [células tridimensionales], concebido como sistema, es flexible en la medida que permite modificaciones funcionales, tras la realización, sin cambios de posición de los elementos. La variabilidad implica cambios de posición [...] según las posibilidades del sistema. La movilidad se refiere a la sustracción y adición de CT dentro del sistema [...] tras un primer montaje".^[9]

Sistemi non strutturali

In ultima analisi si osservano i sistemi prefabbricati non strutturali, ovvero quegli insiemi di elementi industriali modulari che non si occupano del trasferimento dei carichi dell'edificio al suolo. All'interno di questa categoria assumono particolare rilevanza quelli dedicati all'involucro edilizio, in particolare i sistemi di facciata (probabilmente la soluzione tecnologica prefabbricata più utilizzata in architettura), come il curtain wall (o facciata continua).

I sistemi di facciata si suddividono in sistemi modulari, completamente prefabbricati e direttamente ancorati alla struttura portante dell'edificio, e sistemi post-and-rail, costituiti da una sottostruttura (generalmente metallica) di montanti verticali e profili orizzontali che sostiene il pannelli.

Oltre a quelli impiegati per la realizzazione di pareti in acciaio e vetro, esistono in commercio moltissimi altri sistemi prefabbricati non strutturali: facciate ventilate, pannelli in alluminio (ad esempio ALUCOBOND®), lastre di policarbonato, ecc.



- N1 prefabricated facade
- N2 post-and-rail facade
- ejemplo de sistema prefabricado no estructural en hormigón

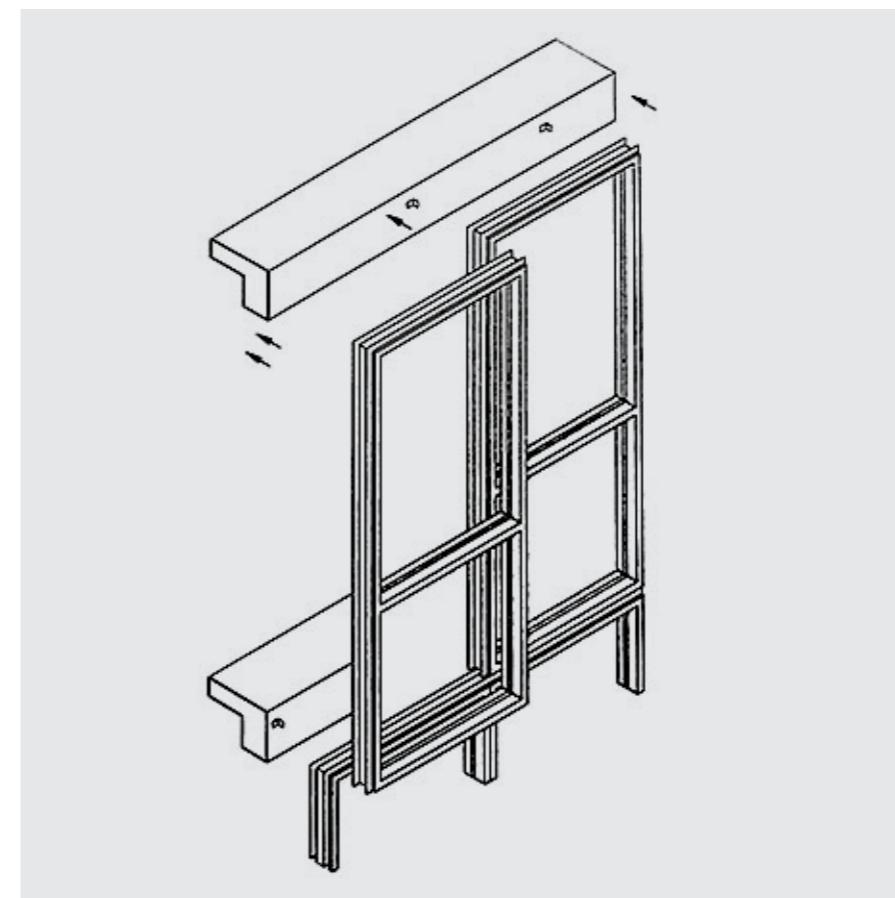
burntwood school / alford hall monaghan morris,
londres

Sistemas no estructurales

Finalmente están los sistemas prefabricados no estructurales, es decir los conjuntos de elementos industriales modulares que no se ocupan de transferir al suelo las cargas a las que está sometido el edificio. Dentro de esta categoría tienen especial importancia los que son dedicados a la envolvente del edificio, en particular los sistemas de fachada (probablemente la solución tecnológica prefabricada más utilizada en arquitectura), como el muro cortina (o *curtain wall*).

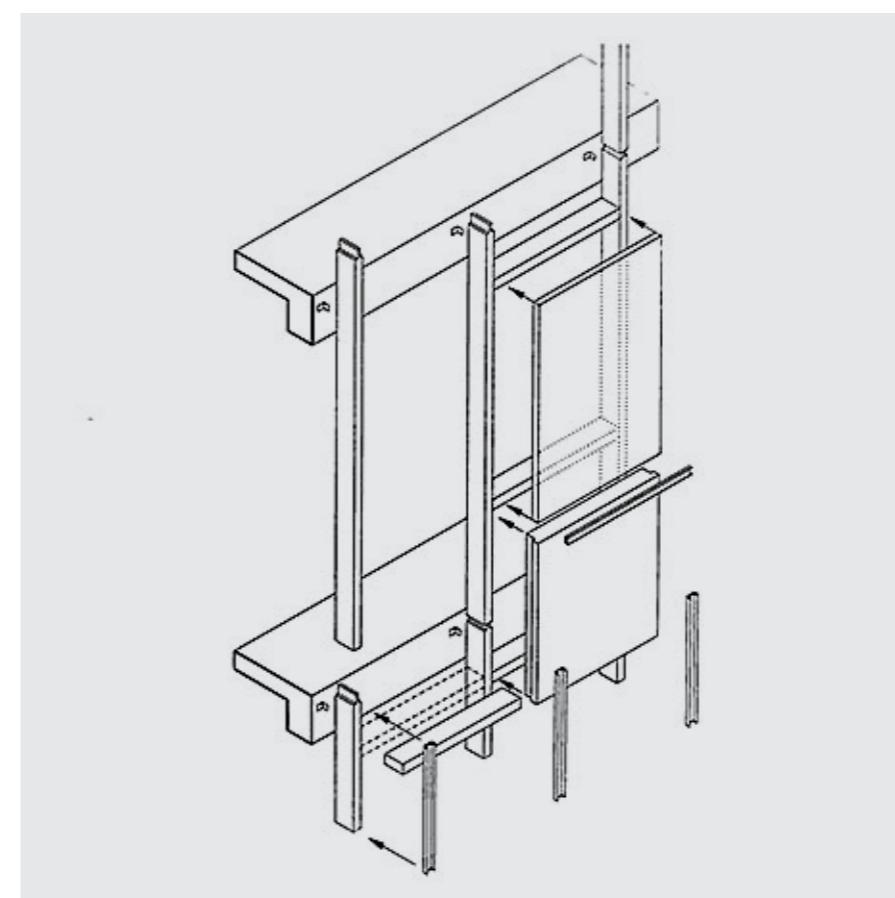
Los sistemas de fachada se dividen en sistemas modulares, completamente prefabricados y anclados directamente a la estructura portante del edificio, y sistemas post-and-rail, compuestos por una subestructura (generalmente metálica) de montantes verticales y perfiles horizontales, que soporta los paneles.

Además de las paredes de acero y vidrio, existen muchos sistemas prefabricados no estructurales: fachadas ventiladas, paneles de aluminio (alucobond), láminas de policarbonato, etc.



N1 prefabricated facade

Immagine: scansione tratta da Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). Components and systems



N2 post-and-rail facade

Immagine: scansione tratta da Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). Components and systems

Prefabbricazione in Cile - contesto storico

Mentre in Europa le tecnologie dell'edilizia industrializzata acquisirono grande importanza dopo la seconda guerra mondiale per la necessità di ricostruire a breve le città distrutte dalla guerra, in Cile gli inizi della prefabbricazione "risalgono al decennio degli anni '60, quando la ricerca di metodi di costruzione più rapidi ed economici si è resa necessaria per soddisfare una crescente domanda di spazi abitativi. Inizialmente questa ideologia costruttiva si concentrava su soluzioni in calcestruzzo armato ed era legata ad iniziative di carattere statale".^[10]

Tuttavia, a differenza del caso europeo, il basso livello di sviluppo dell'industria cileña non ha consentito l'applicazione su larga scala di sistemi costruttivi prefabbricati, che in termini strettamente numerici erano molto meno importanti dell'edilizia tradizionale per quanto riguarda il settore residenziale. In questa fase iniziale della sua diffusione, l'edilizia industrializzata in Cile consisteva principalmente in una serie di sistemi di prefabbricazione leggera applicati alla costruzione -mediante tecniche low-tech- di edifici leggeri a un piano (Sistemi CL-MET, Gama, Marchetti, Hellenit, Isolita, ecc.).^[11]

La prefabbricazione pesante fa la sua comparsa nello scenario locale dell'edilizia residenziale multipiano quando l'Unione Sovi-

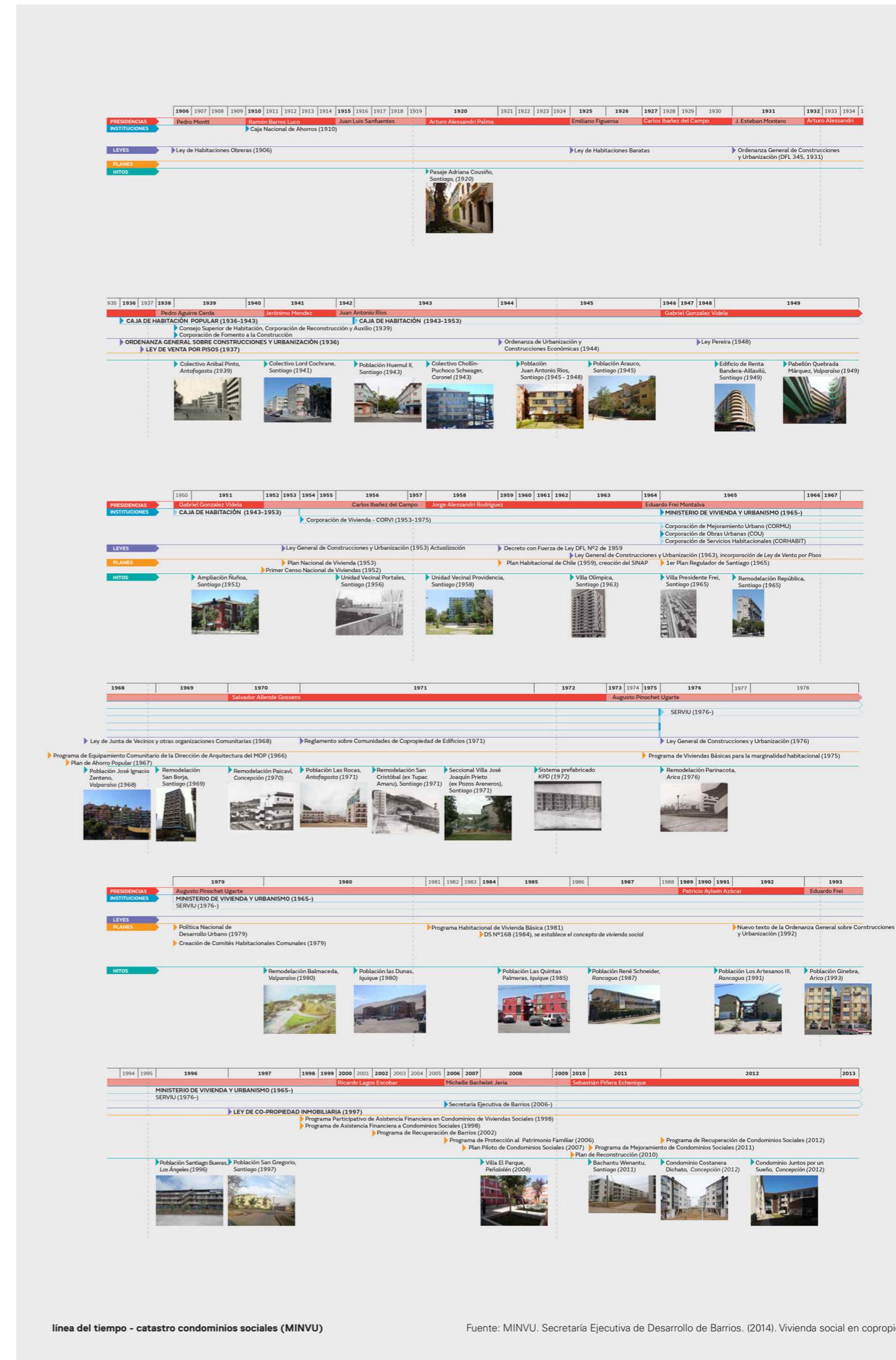
Antecedentes históricos

Mientras que en Europa las tecnologías de la construcción industrializada adquieren gran importancia a partir de la Segunda Guerra Mundial ante la necesidad de reconstruir en corto plazo las ciudades destruidas por el conflicto bélico, en Chile los inicios de la prefabricación "se remontan a la década del 60, cuando la búsqueda de métodos constructivos más rápidos y económicos se hacían necesarios con tal de poder cumplir con una demanda habitacional en crecimiento. Inicialmente esta ideología constructiva se enfocó en las soluciones de hormigón y estuvo vinculada a la labor del estado".^[10]

Sin embargo, a diferencia del caso europeo, el bajo nivel de desarrollo de la industria chilena no permitió la aplicación a gran escala de sistemas constructivos prefabricados, que en términos estrictamente numéricos eran mucho menos importantes que la construcción tradicional en cuanto a la construcción de vivienda.

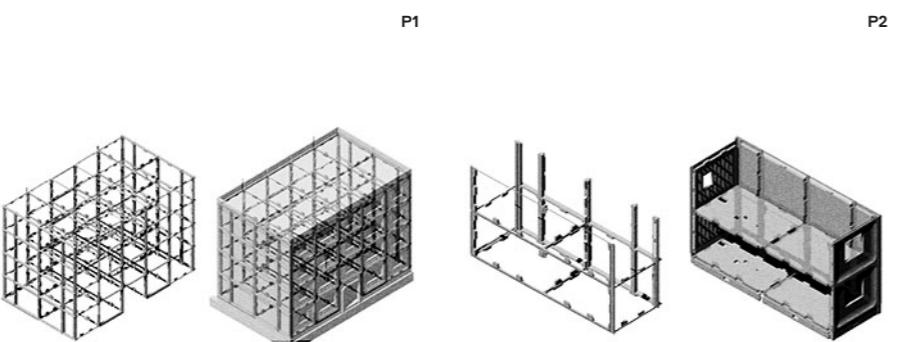
En esta fase inicial de su difusión, la construcción industrializada en Chile consistió principalmente en una serie de sistemas de prefabricación ligera aplicados a la producción -llevada a cabo con técnicas de construcción de bajo nivel tecnológico- de edificios ligeros de un piso (Sistema CL-MET, Gama, Marchetti, Hellenit, Isolita, entre otros).^[11]

La prefabricación pesada hace su aparición en el panorama local de la construcción en altura cuando la Unión Soviética dona a Chile una industria para la producción de paneles de hormigón armado en Quilpué en 1972 "para impulsar el programa de vivienda social del gobierno de la Unidad Popular".^[12] Es el sistema constructivo conocido como KPD



Línea del tiempo - catastro condominios sociales (MINVU)

Fuente: MINVU. Secretaría Ejecutiva de Desarrollo de Barrios. (2014). Vivienda social en copropiedad

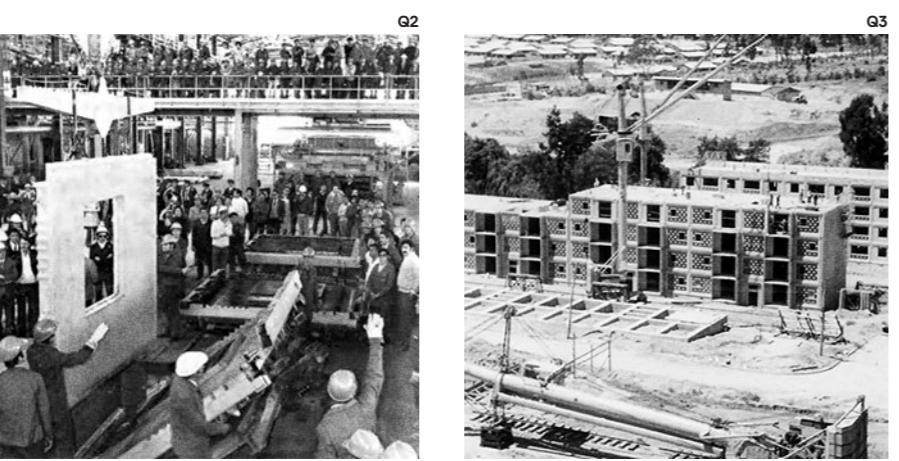


tica dona al Cile un'impianto industriale per la produzione di pannelli in calcestruzzo armato, costruito a Quilpué nel 1972 "per promuovere il programma di edilizia sociale del governo dell'Unità Popolare".^[12] È il sistema costruttivo noto come KPD (Krupno Panelnoye Domostroyenie, o "large construction panel") e, insieme alla sua versione modificata denominata VEP (Viviendas Económicas Prefabricadas, o "prefabricated economic housing"),^[13] costituisce il più avanzato esempio di industrializzazione dell'edilizia sociale multipiano in Cile (nonostante l'esiguo numero di edifici di questo tipo che sono stati costruiti).

In tempi più recenti, in seguito all'aumento del deficit abitativo quantitativo (causato dai disastri naturali e dal fenomeno mi-

(krupnopanelnoye domostroyenie, gran panel constructivo) y, junto a su versión modificada llamada VEP (viviendas económicas prefabricadas),^[13] constituye el ejemplo más importante de industrialización de la construcción viviendas sociales en altura en Chile (a pesar del reducido número de edificios de este tipo que se han logrado construir).

En tiempos más recientes, tras el aumento del déficit habitacional cuantitativo (debido a los desastres y al fenómeno migratorio) y cualitativo (por culpa de las políticas habitacionales neoliberales), la prefabricación ha sido utilizada en Chile principalmente para la construcción de módulos de emergencia o de carácter transitorio, "para dar una solución a las familias damnificadas ante catástrofes naturales o para la reubicación temporal de las familias postulantes a viviendas sociales definitivas".^[14]



Diagrammi costruttivi dei sistemi prefabbricati a pannelli portanti legati alla produzione abitativa cilena

Fuente: Enzo Vergara. "En Detalle: Especial / Sistema de panel prefabricado "KPD"" 25 jun 2014. Plataforma Arquitectura. Accedido el 6 Oct 2020

gratorio) e qualitativo (dovuto alle politiche economiche neoliberiste in ambito abitativo), la prefabbricazione è stata utilizzata in Cile principalmente per la realizzazione di moduli di emergenza o edifici di natura transitoria, "per fornire una soluzione alle famiglie colpite da calamità naturali o per il trasferimento temporaneo di famiglie che sono in attesa dell'assegnazione di una casa popolare definitiva".^[14]

Stato attuale e prospettive future

In Cile oggi esiste un'offerta di soluzioni prefabbricate che copre tutte le diverse tipologie di prefabbricazione, focalizzata in particolare sull'edilizia di emergenza (un esempio è costituito dalla cosiddetta "mediagua", un tipo di casa leggera prefabbricata costruita con pannelli di legno che può essere eretta in meno di un giorno), sui sistemi temporanei (utilizzati dal settore minerario) e sulle seconde case prefabbricate (come le "tiny cabins" e le "cápsulas" modulari dell'impresa locale Tecno Fast Chile).

Grazie alla pressione del mercato immobiliare e alla forte domanda nei confronti di queste tecnologie, il settore è in continua evoluzione ed è molto probabile che in futuro vengano proposte sempre più soluzioni costruttive prefabbricate, nel tentativo di trovare una soluzione ai problemi legati all'edilizia residenziale. L'ampia disponibilità di risorse naturali, in particolare del legno, rappresenta un fattore cruciale per lo sviluppo di queste tecnologie in Cile.

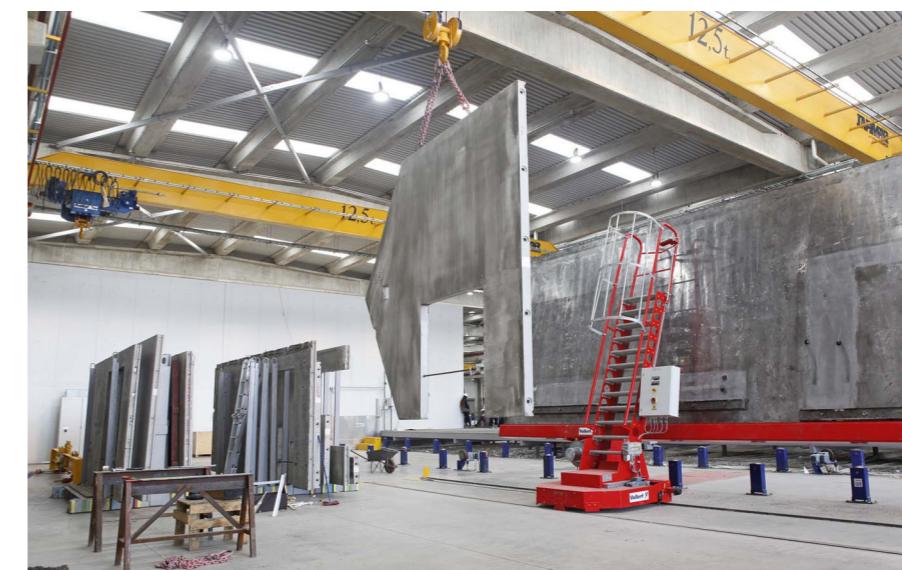
Estado actual y perspectivas futuras

En Chile hoy existe una oferta de soluciones prefabricadas que cubre todos los diferentes tipos de prefabricación, enfocada en particular en la vivienda de emergencia (por ejemplo la "mediagua", económica y rápida, en madera), los sistemas constructivos temporales (utilizadas por el sector minero) y las segundas casas prefabricadas (como los "tiny cabins" y las "cápsulas" modulares Tecno Fast).

Gracias a la presión del mercado inmobiliario y a la fuerte demanda de sistemas de este tipo, el sector está en constante evolución y en el futuro es muy probable que se ofrezcan cada vez más soluciones constructivas prefabricadas para buscar una solución a los problemas relacionados con la vivienda. La disponibilidad de recursos naturales, en particular madera, representa una oportunidad para el desarrollo de estas tecnologías.



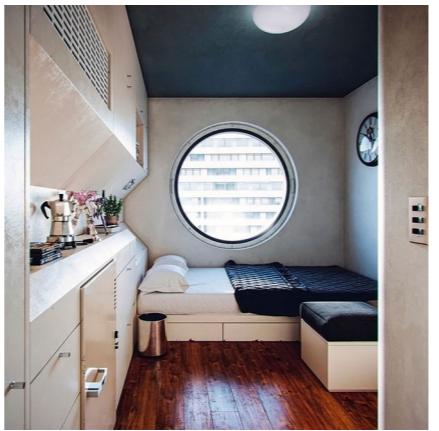
prefabricación en madera en Chile - E2E



prefabricación en hormigón armado en Chile - Baumax



prefabricación en acero en Chile - Tecno Fast



Sistema prefabbricato pesante: un esempio

La Nakagin Capsule Tower rappresenta uno degli esempi più emblematici di applicazione della prefabbricazione pesante nella costruzione di edifici residenziali multipiano. A livello concettuale, la torre è progettata secondo i principi del Movimento Metabolista,^[15] di cui l'architetto Kisho Kurokawa è stato uno dei fondatori.

Si tratta di un edificio formato da due nuclei centrali di servizio (che svolgono anche la funzione di "core" strutturali) in calcestruzzo armato, che ospitano la distribuzione verticale e gli impianti, e da 140 capsule indipendenti completamente prefabbricate, strutturalmente collegate ai nuclei (unicamente attraverso l'utilizzo di quattro bulloni ad alta tensione) e progettate per una facile

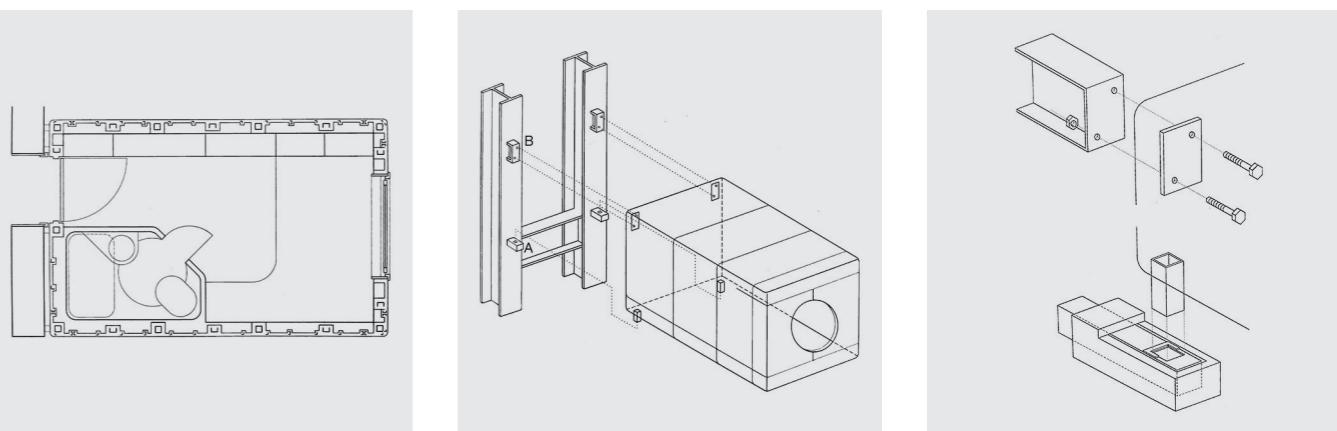
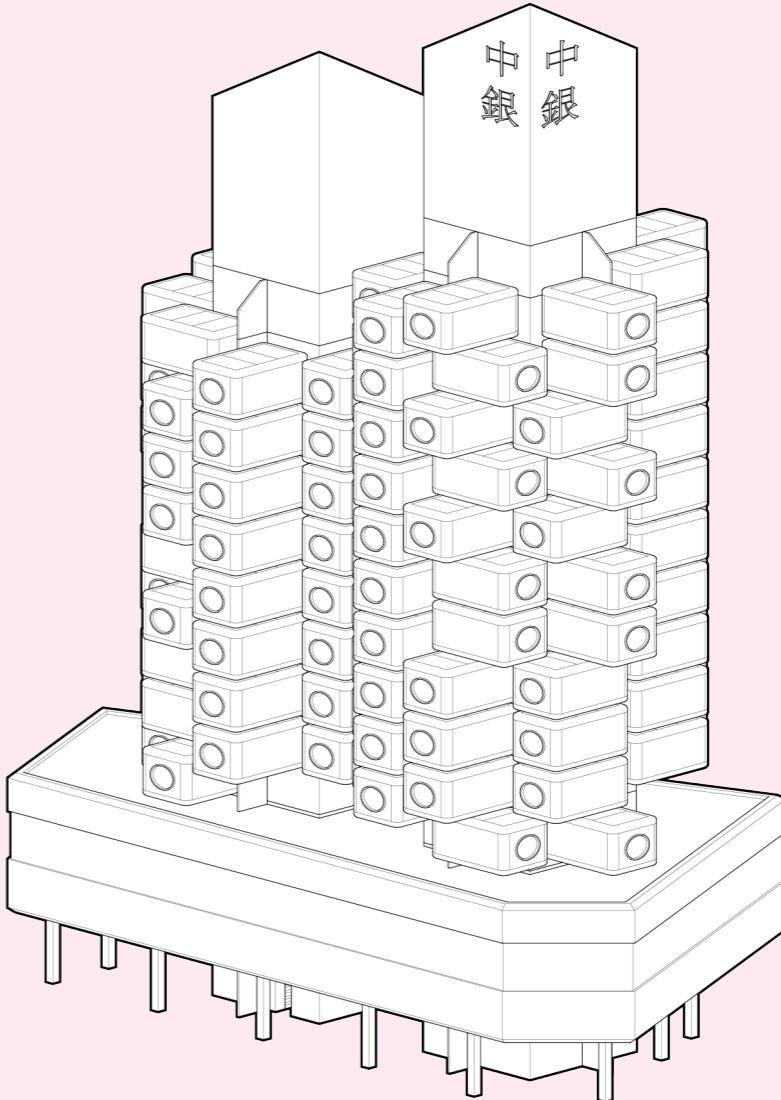
Nakagin Capsule Tower

Kisho Kurokawa

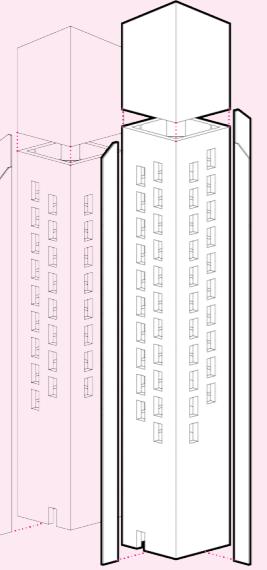
1972 - Tokio (Japón)

La Nakagin Capsule Tower representa uno de los casos más emblemáticos de aplicación de métodos de prefabricación pesada en la construcción de edificios de vivienda en altura. A nivel conceptual la torre está diseñada de acuerdo a los principios del Movimiento Metabolista,^[15] del cual el arquitecto Kisho Kurokawa fue uno de los fundadores. Es un edificio compuesto por dos núcleos de servicio centrales (que también cumplen la función de "cores" estructurales) de hormigón armado, que alojan a la distribución vertical y las instalaciones, y 140 "cápsulas" independientes, completamente prefabricadas, conectadas estructuralmente con los núcleos (por solo cuatro tornillos de alta tensión) y diseñadas para permitir un fácil reemplazo. Los módulos prefabricados "hicieron realidad el deseo del habitar «moderno» en la época de la utopía de la ciudad del

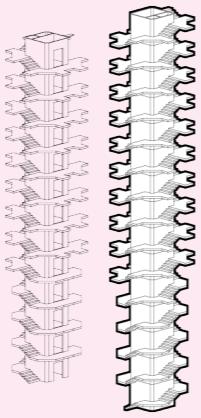
Nakagin Capsule Tower



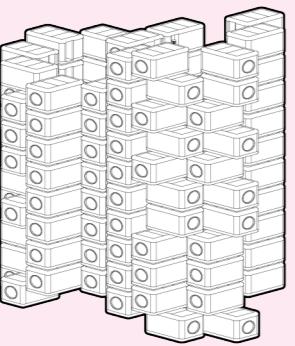
Fuente: Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). Components and systems - Modular construction: Design structure new technologies



núcleo de servicio central que también cumple la función de "core" estructural



distribución vertical

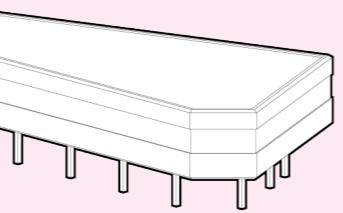


cápsulas

給水方式切換
屋上設備間設置
ルーバー替体用足場架
屋上ルーバー設置
強度耐候性

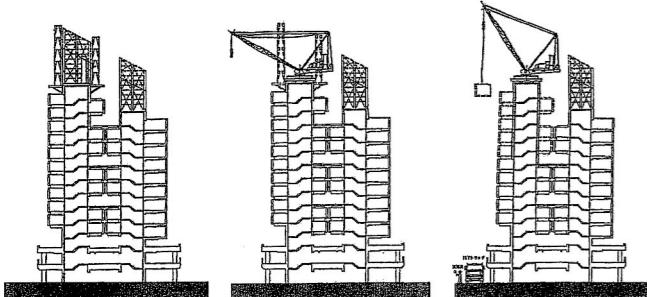
クレーン基礎構築・板体補強
ルーバー替体用足場架
S棟屋上にジブクレーンE-60設置

カプセルを上階より逐次取外す
設置メイン配管を上部より逐次取外す
修理カプセルをメーカーへ搬送



basamento

Fuente: elaboración propia



クレーン基礎構築・板体補強
ルーバー替体用足場架
S棟屋上にジブクレーンE-60設置

給水方式切換
屋上設備間設置
ルーバー替体用足場架
屋上ルーバー設置
強度耐候性

クレーン基礎構築・板体補強
ルーバー替体用足場架
S棟屋上にジブクレーンE-60設置

カプセルを上階より逐次取外す
設置メイン配管を上部より逐次取外す
修理カプセルをメーカーへ搬送

ジブクレーンE-60解体
屋上設備機器復旧
埋突器
ルーバー復旧用足場掛け・拆し
屋上ルーバー復旧

コブ脱りに外部品場、工事用リフトの設置
カプセル電気用フランジ・スナップ・収容
器具配管固定用ラバ付

外部足場脚
カプセル搬入・刃付
器具メイン配管込み
各カプセルへ配管接続

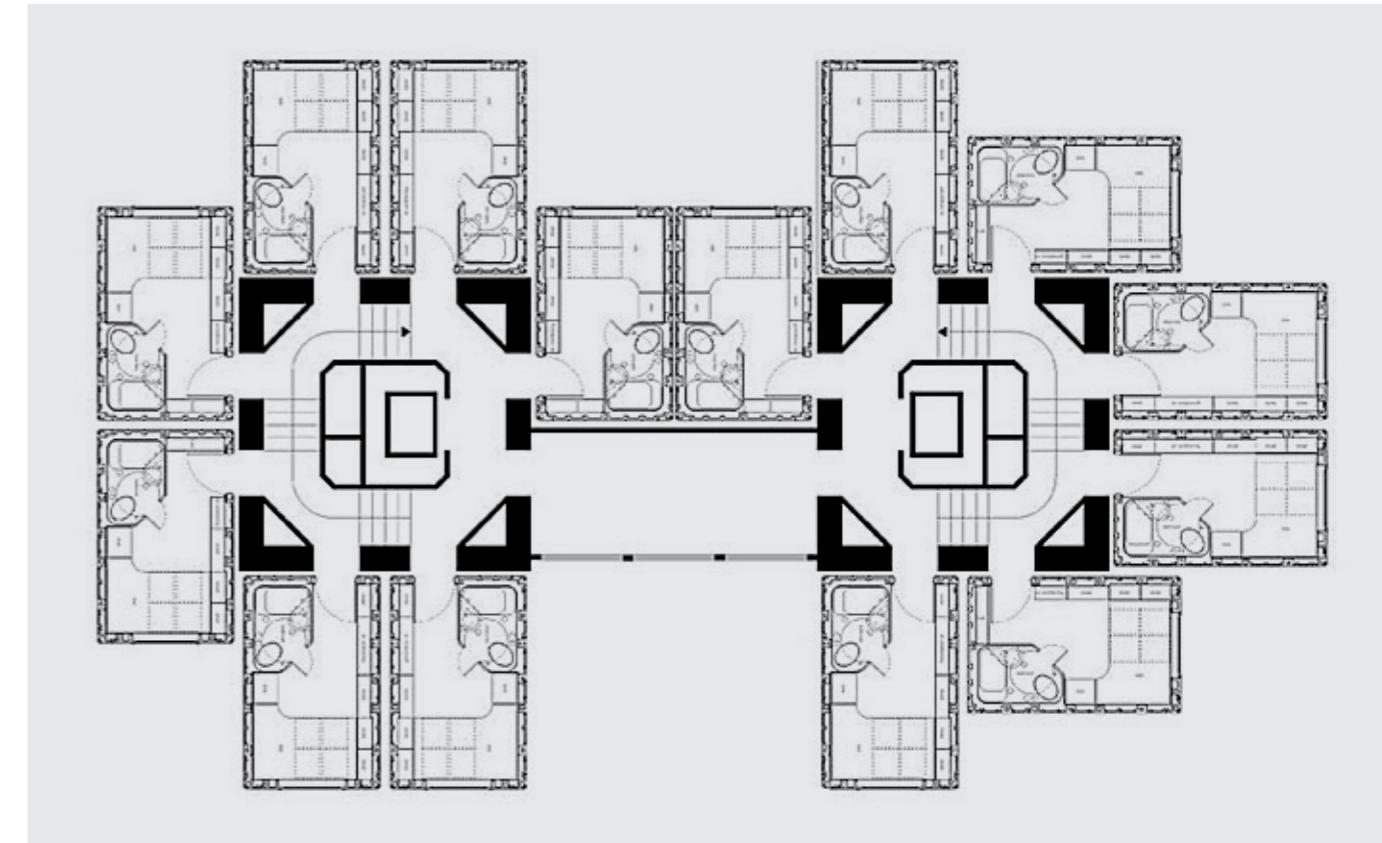
ジブクレーンE-60解体
屋上設備機器復旧
埋突器
ルーバー復旧用足場掛け・拆し
屋上ルーバー復旧

sostituzione. I moduli prefabbricati "hanno reso realtà il desiderio di vivere "moderno" nell'era dell'utopia della città del futuro", concretizzando per la prima volta l'idea metabolista di una "città-macchina mutevole e adattabile alla rapida obsolescenza della tecnologia contemporanea"^[16] Ogni capsula misura 2,3m x 3,8m x 2,1m ed è stata prodotta in uno stabilimento nella prefettura di Shiga, trasportata via camion (completamente preassemblata) e fissata al nucleo strutturale in calcestruzzo armato mediante una gru montata sul tetto dello stesso.

futuro", concretando por primera vez la idea *metabolista* de una "ciudad-máquina cambiante y adaptable a la rápida obsolescencia de la técnica contemporánea".^[16] Cada cápsula mide 2.3m x 3.8 m x 2.1m y fue manufacturada en una fábrica en la Prefectura de Shiga, transportada en camión al sitio (completamente pre-ensamblada) y empotrada al "core" utilizando una grúa montada en el techo del mismo núcleo.

PROCEDIMIENTO PARA REEMPLAZAR LAS CÁPSULAS

- 1 demolición de las estructuras superiores y de las instalaciones
- 2 montaje de la grúa en el techo de la torre
- 3 remoción de las cápsulas del núcleo de servicio central (respetando el inverso del orden de ensamblaje)
- 4 armado rápido de los andamios (usando la grúa) y reemplazo de los elementos de conexión entre el núcleo y las cápsulas
- 5 desmantelamiento de los andamios, instalación de las nuevas cápsulas y conexión con el núcleo de servicio central
- 6 desmantelamiento de la grúa y reconstrucción de las estructuras superiores





Sistema prefabbricato leggero: un esempio

La Maison des Jours Meilleurs, commissionata dall'Abbe Pierre^[1] a Jean Prouv dopo la tragedia dell'inverno del 1954 (in cui molti senzatetto persero la vita lungo le strade di Parigi per l'esposizione al freddo),  un'abitazione di emergenza di 57 metri quadrati progettata per rispondere con una soluzione costruttiva estremamente economica, veloce e semplice al problema del deficit abitativo.  in grado di essere assemblata in brevissimo tempo da pochi uomini con l'utilizzo di attrezzi semplici.

Il rivoluzionario sistema prefabbricato permette di assemblare l'edificio in solamente sette ore ed  composto da un elemento centrale che contiene i servizi e gli impianti (cucina e bagno), che compie anche un ruolo strutturale (sostenendo la trave principale su cui poggia direttamente il tetto), e un perimetro modulare composto da piccoli pannelli (larghi un metro, per facilitare il montaggio senza l'ausilio di macchinari pesanti) che assolvono alla duplice funzione di struttura e involucro.

L'edificio  molto importante per la storia dell'edilizia industrializzata perch propone soluzioni tecnologiche in anticipo rispetto ai tempi, come il modulo di servizio, riuscen-

Maison des Jours Meilleurs

Jean Prouv

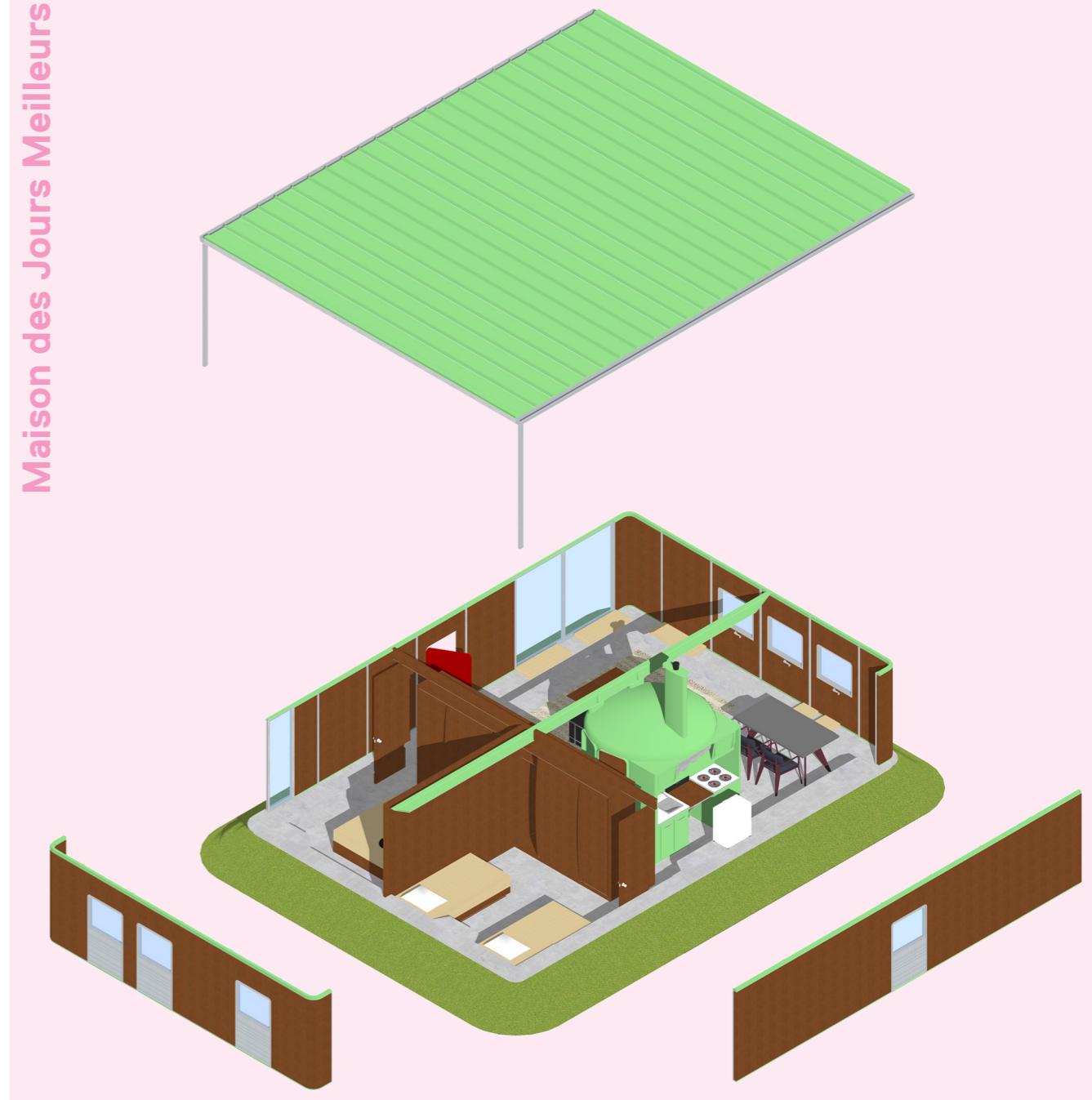
1956 - Paris (France)

La Maison des Jours Meilleurs, encargada por el Abbe Pierre^[17] a Jean Prouvé tras la tragedia del invierno de 1954 (el cual las personas sin hogar se estaban muriendo en las calles de París por exposición al frío), es una vivienda de emergencia de 57 metros cuadrados disenada para proporcionar una solución constructiva extremadamente barata, rápida y sencilla al problema del déficit habitacional, capaz de ser montada en un tiempo muy reducido por unos pocos hombres con el uso de herramientas simples.

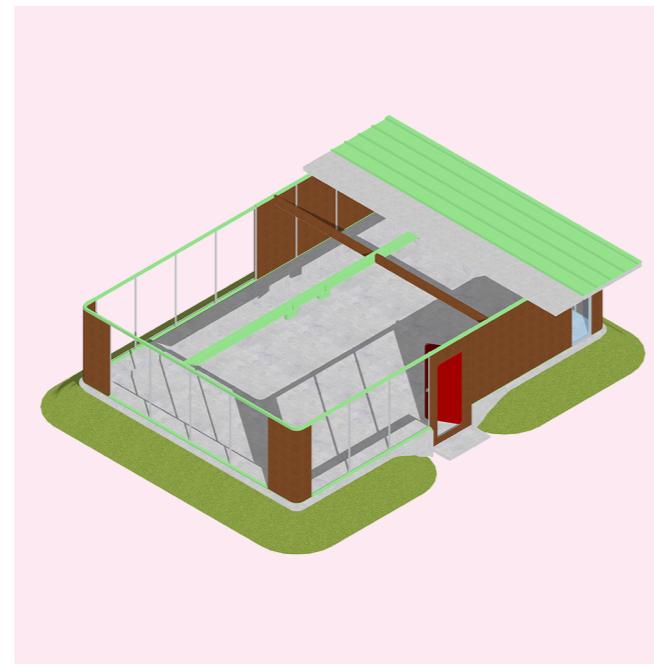
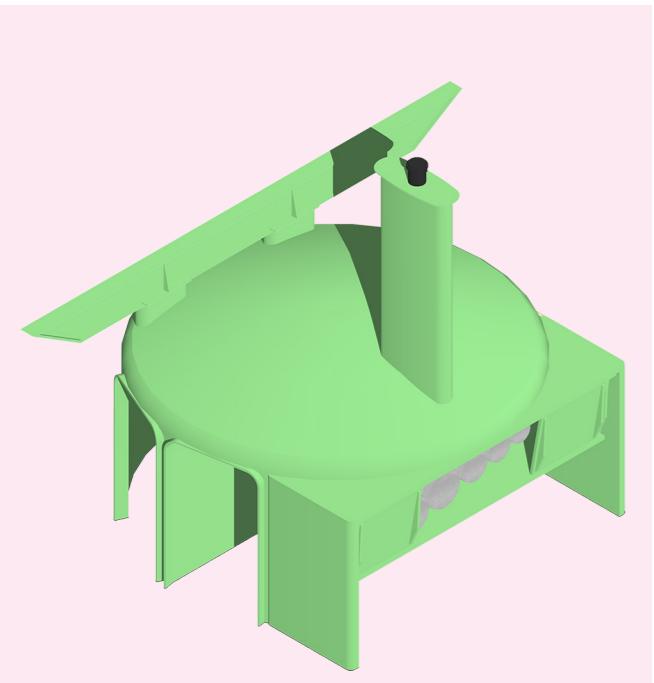
El revolucionario sistema prefabricado permite armar el edificio siete horas y se compone de un elemento central que contiene los servicios y las instalaciones (cocina y baño) y que además cumple un rol estructural (sosteniendo la viga principal sobre la cual se apoya directamente la cubierta), y de un perimetro modular compuesto por pequeños paneles (de un metro de ancho, para facilitar el montaje sin el uso de maquinaria pesada) que son al mismo tiempo estructura y envolvente.

El edificio es muy importante para la historia de la construcción industrializada porque propone soluciones tecnológicas adelantadas al tiempo, como el módulo húmedo de servicio, logrando al mismo tiempo resolver algunos de los problemas relacionados con la prefabricación, como el transporte de componentes de la industria al sitio y la necesidad de utilizar herramientas con un muy grande grado de complejidad.

Maison des Jours Meilleurs



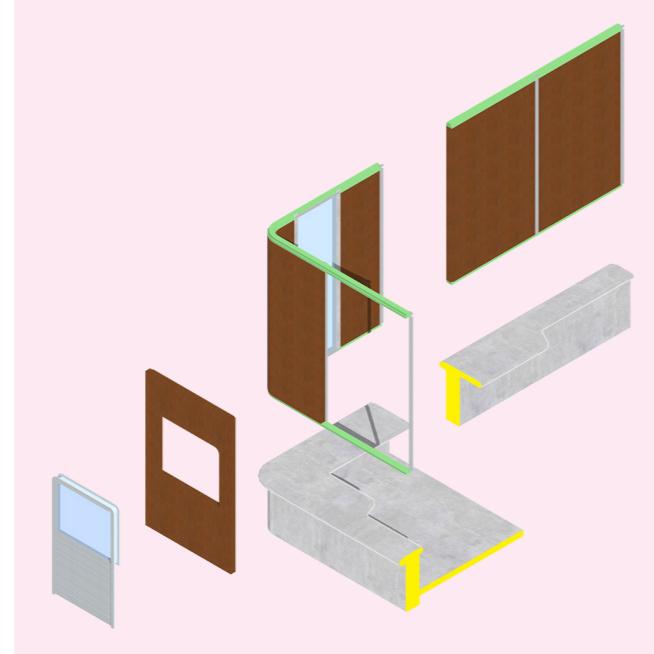
do a risolvere efficacemente alcune delle problematiche legate alla prefabbricazione, come il trasporto di componenti dall'industria al sito o la necessit di utilizzare strumenti complessi che richiedono una manodopera altamente qualificata.



estructura del edificio, basada en los muros perimetrales y en el elemento prefabricado



elemento prefabricado que contiene los servicios y las instalaciones



diseño modular de los paneles prefabricados de fachada



Fuente: exposición "Maison des Jours Meilleurs, 1956", Galerie Patrick Seguin, Paris, 2012/05

Note:

[1] Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). Components and systems - Modular construction: Design structure new technologies. Detail, München, Germany.

[2] La herramienta geométrica más común utilizada para la organización espacial de los elementos de un sistema es la cuadrícula.

Generalmente se asocia con el módulo y se puede utilizar para definir una red espacial de líneas dimensionales basadas en una generatriz, en la mayoría de los casos cuadrada o rectangular. Esto permite establecer una coordinación entre los componentes, que siempre están relacionados con el sistema general porque sus específicos puntos de referencia están determinados por el módulo. La cuadrícula es particularmente útil al diseñar la estructura, porque simplifica enormemente los cálculos y permite comprender mejor el comportamiento del edificio.

La cuadrícula puede ser de dos tipos:

- cuadrícula axial, si el elemento se coloca en la cuadrícula teniendo en cuenta su eje. No considera el grosor del elemento;
- cuadrícula modular, si el elemento se coloca en la cuadrícula teniendo en cuenta su reales dimensiones. Considera el grosor del elemento.

[3] En los sistemas cerrados todos los elementos prefabricados son creados por un solo productor. Cada parte trabaja en sinergia con las demás, cumpliendo una función específica dentro del todo. Los elementos de un sistema cerrado solo se pueden usar dentro de ese sistema en particular.

[4] En los sistemas modulares los elementos prefabricados se pueden combinar entre sí de diferentes formas, a pesar de ser un sistema cerrado, ya que los componentes no están diseñados para cumplir una sola función y respetan ciertas reglas geométricas y constructivas.

[5] En los sistemas abiertos los elementos prefabricados pueden ser creados por muchos productores. Las partes no están destinadas a un solo edificio o un solo rol, sino que se pueden combinar según sea necesario. Para asegurar la compatibilidad entre los elementos es necesario estandarizarlos.

[6] En los sistemas tradicionales los elementos prefabricados que más se utilizan son los que presentan un mayor grado de complejidad, como puertas y ventanas, o los denominados materiales semiacabados, como los ladrillos, las placas de yeso-cartón y los perfiles laminados de hacer, que representan el nivel más bajo de prefabricación.

[7] Las tolerancias describen posibles diferencias entre la dimensión nominal y real de un elemento de construcción.

[8] Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). Op. Cit.

[9] Huth, S. (1977). Construir con células tridimensionales: Análisis de un método constructivo. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.

[10] Domínguez, J. (2017). Módulo 1020: Evaluación e implementación de un sistema estructural prefabricado en CLT para densificación y ampliación de bloques CORVI en Concepción. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

[11] Aguirre, B., Cañas, N., Vergara, F. (2015). Sobre la Arquitectura Prefabricada en Chile 1960 - 1973. Revista Diseño Urbano & Paisaje - DU&P, Volumen XII N°29.

[12] Alonso, P., Palmarola, H. (2015). Trayectorias de un panel. ARQ n.90 (ago. 2015), p. 34-41.

[13] En 1975 la fábrica KPD, tras el Golpe de Estado, quedó en manos del Gobierno Militar y cambio su nombre en VEP. El sistema de paneles continuó a ser producido, con algunas modificaciones (como la adición de un gran techo inclinado), hasta el año 1979.

[14] Domínguez, J. (2017). Op. Cit.

[15] El Movimiento Metabolista es una corriente arquitectónica fundada en 1959 por un grupo de arquitectos japoneses unidos por Kenzo Tange, que planteó la hipótesis de un futuro de la arquitectura caracterizado por megaestructuras capaces de evolucionar en el tiempo adaptándose a las necesidades de los usuarios, con un crecimiento similar al orgánico. Fueron influidos por los diseños utópicos de las décadas de los sesenta, en particular por las ideas y dibujos de Archigram (Plug-in-City, Living Pod and Capsule Tower).

[16] Flores Soto, J. A. (2017). Nakagin Capsule Tower: La arquitectura convertida en signo. El Genio Maligno: revista de humanidades y ciencias sociales.

[17] Henri Grouès (1912-2007) fue un sacerdote católico francés y fundador del movimiento Emaús, una organización de lucha contra la exclusión y la pobreza.

capitolo 3

I blocchi CORVI 1010/1020

Los bloques CORVI 1010/1020

I blocchi CORVI 1010/1020

Questo capitolo tratta di due prototipi di condomini di edilizia sociale multipiano progettati alla fine degli anni '60 dalla Corporación de la Vivienda (CORVI): la tipologia 1010 -da 16 appartamenti con due camere da letto su quattro piani- progettata da Walterio González e Sergio Moreno, e la tipologia 1020 -da 16 appartamenti con tre camere da letto su quattro piani- di Jaime Perelman e Orlando Sepúlveda.^[1]

Il suo obiettivo è dimostrare, attraverso l'analisi della loro storia, caratteristiche costruttive e configurazione spaziale, che, sebbene non siano esempi di prefabbricazione in senso stretto, i blocchi 1010 e 1020 rappresentano l'origine dell'idea di industrializzazione dell'edilizia residenziale in Cile.

Edilizia razionalizzata

Tra il 1966 e il 1972 in Cile si costruirono i blocchi 1010 e 1020, originariamente progettati come soluzione di emergenza per ospitare le persone colpite dalle alluvioni dell'inverno del 1965 "nell'ambito dei laboratori di architettura sviluppati dalla CORVI aventi l'obiettivo di progettare prototipi standardizzati per la costruzione di massa di abitazioni residenziali".^[2]

I progettisti svilupparono un sistema costruttivo capace di consentire un uso ottimale dei materiali, senza fare ricorso a tecniche costruttive prefabbricate avanzate, poiché né l'industria cilena né l'apparato amministrativo statale erano preparati per un'operazione di tali dimensioni. Ciò permise di massimizzare la velocità di esecuzione in cantiere e di abbattere i costi di costru-

Los bloques CORVI 1010/1020

Este capítulo es sobre dos prototipos de condominios de viviendas sociales en altura diseñados a finales de los sesenta por la CORVI: el colectivo 1010 -de 16 viviendas de dos dormitorios en cuatro plantas- proyectado por Walterio González y Sergio Moreno, y el 1020 -de 16 departamentos de cuatro plantas y tres dormitorios- de Jaime Perelman y Orlando Sepúlveda.^[1]

Tiene el objetivo de demostrar, a través del análisis de su historia, características constructivas y configuración espacial, que, aunque no son ejemplos de prefabricación en sentido estricto, estos bloques representan el ancestro de la idea de industrialización de la vivienda en Chile.

Vivienda racionalizada

Entre 1966 y 1972, se construyeron en Chile los bloques 1010 y 1020, originalmente diseñados como una solución de emergencia para albergar a las personas afectadas por las inundaciones del invierno de 1965 "en el marco de los talleres de arquitectura desarrollados por la CORVI con el objetivo de diseñar prototipos de vivienda estandarizados para su construcción masiva".^[2]

Los diseñadores propusieron un sistema constructivo que permitiría un uso óptimo de los materiales, sin adoptar técnicas de construcción prefabricadas avanzadas, ya que ni la industria chilena ni el aparato administrativo estatal estaban preparados para una operación de estas dimensiones. Eso permitió maximizar la rapidez de ejecución y reducir los costos, haciendo de los colectivos "el aporte más representativo en la búsqueda por integrar al diseño las formas de producción y el uso racional de materiales".^[3]

Un modelo exitoso

Los bloques son el único ejemplo de una política de vivienda promocionada por el estado capaz de sobrevivir a los impresionantes cambios políticos de la primera parte de la década de los '70,^[4] llegando ad abarcar tres diferentes go-

zione, facendo di questi edifici "il contributo più rappresentativo nella ricerca dell'integrazione progettuale tra i metodi di produzione e l'uso razionale dei materiali".^[3]

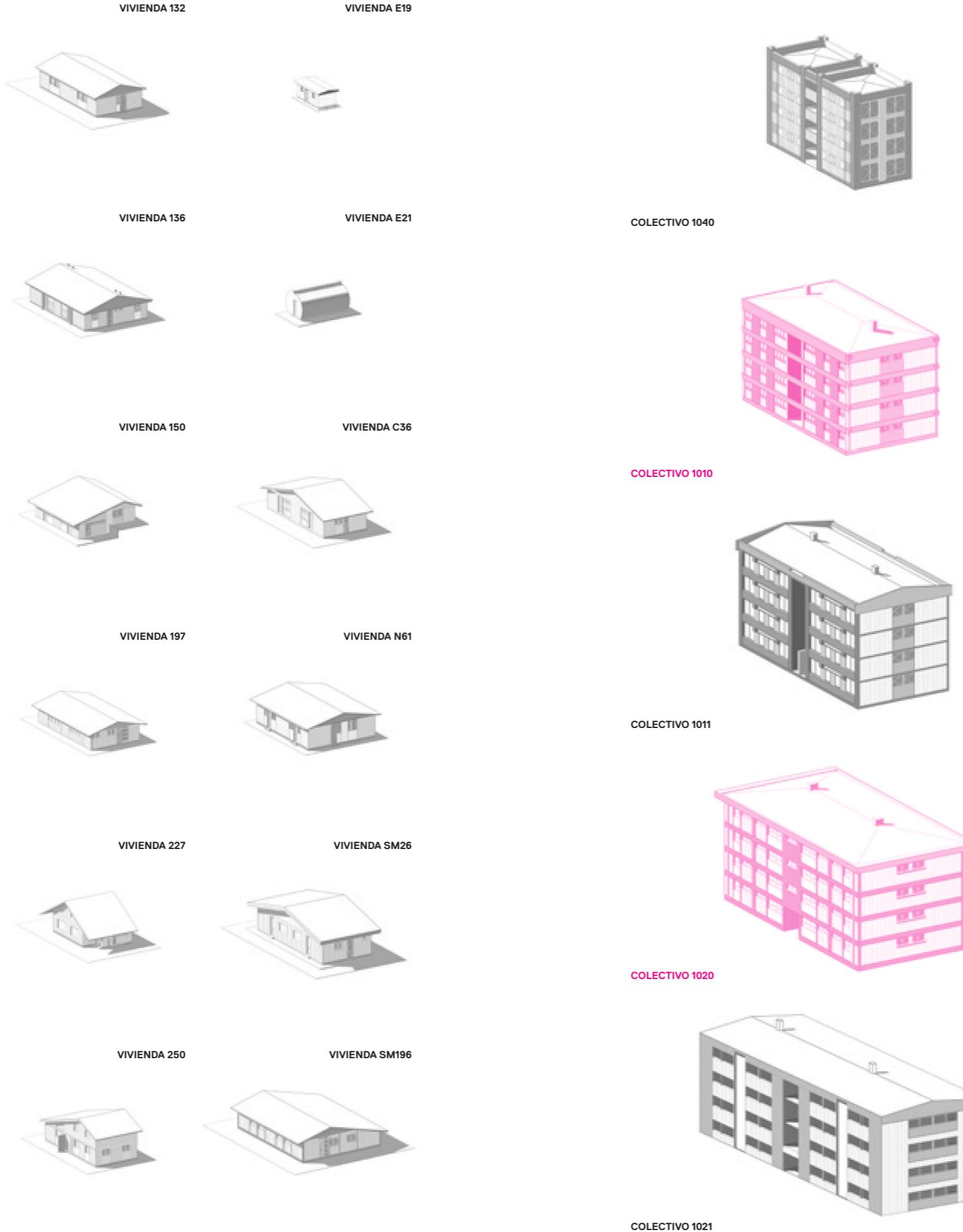
Un modello di successo

I blocchi sono l'unico esempio di una politica abitativa finanziata e promossa dallo stato in grado di sopravvivere agli impressionanti cambiamenti politici dei primi anni '70 cileni,^[4] tanto che la loro costruzione fu portata avanti durante tre diversi governi. Nonostante siano stati progettati in un contesto di emergenza e per la zona centrale del Cile, questi straordinari esempi di "edilizia razionalizzata" si sono rivelati così efficienti da essere riproposti in tutto il paese, da Arica a Punta Arenas.^[5]

L'adozione di un design unico privo di sostanziali adattamenti alle condizioni locali, sebbene si sia rivelato efficace in termini di produzione, è stato il vero limite di questa strategia per la produzione abitativa seriale: "sebbene fossero soluzioni razionali che dimostrarono la loro efficacia economica e costruttiva, il loro uso indiscriminato, ripetitivo e insistente ha formato numerosi quartieri privi di carattere in tutto il Paese".^[6]

Struttura

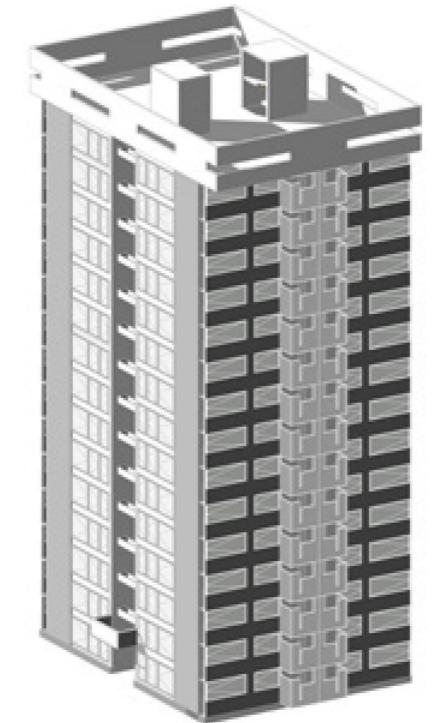
I blocchi 1010 e 1020 possono vantare una struttura di qualità straordinaria, cosa insolita negli edifici di edilizia residenziale pubblica. È costituita da setti in calcetruzzo armato ad alta resistenza (R28, 270kg/m³) disposti perpendicolarmente tra loro, da robusti soletti a piastra in calcestruzzo, privi di elementi di alleggerimento (su tutti i piani, compreso il tetto del quarto piano in modo tale da irri-

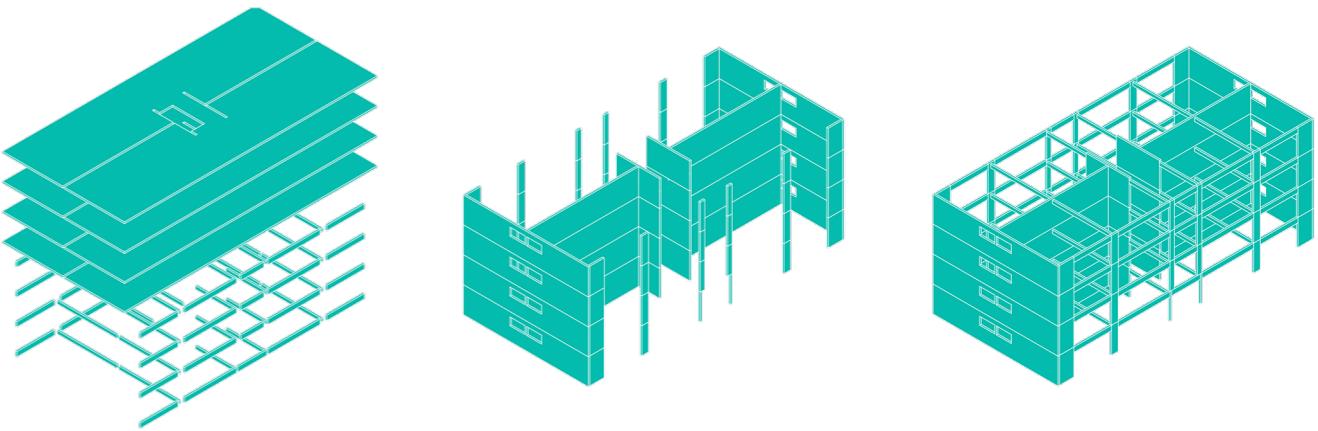


TIPOLOGIE ABITATIVE PROGETTATE DALLA CORVI
tra il 1966 e il 1971

desde noviembre de 1970 a fines de 1971
se contrataron:

9168 viviendas del bloque 1010
5503 viviendas del bloque 1020





elementos horizontales: losas y vigas

elementos verticales: muros y columnas

esqueleto estructural: marcos rígidos y muros

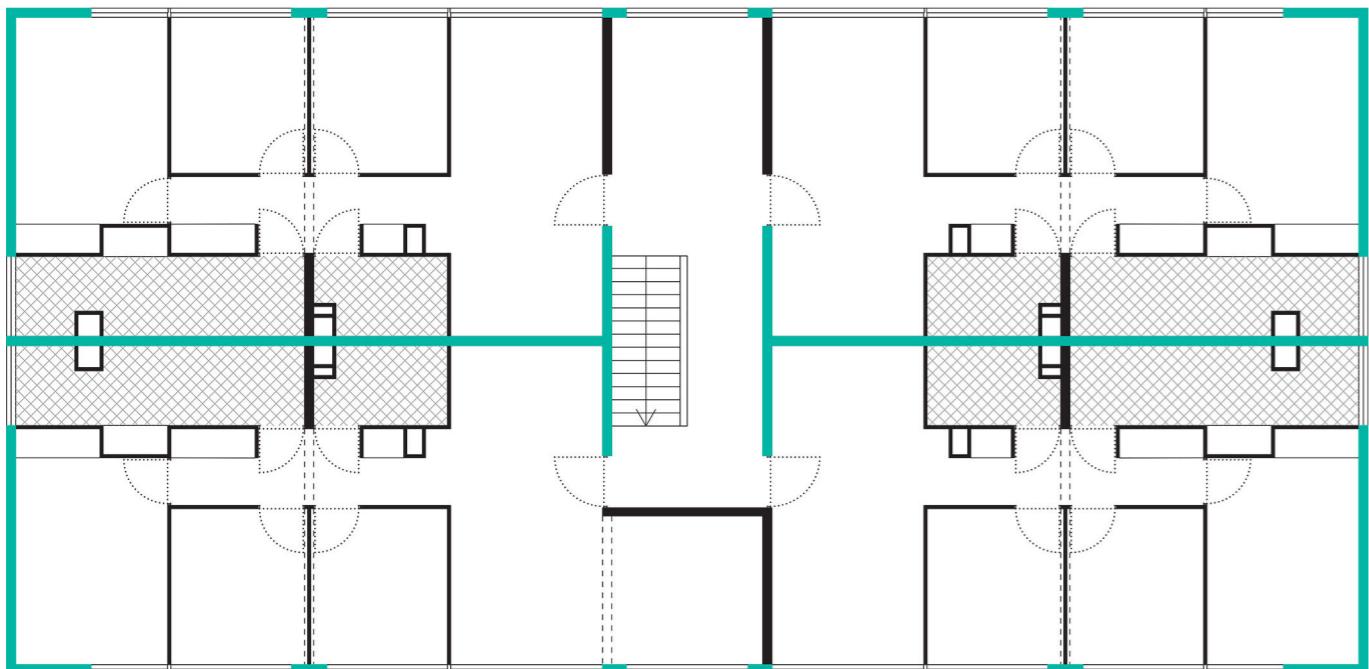
gidire l'intero blocco) e da telai a nodi rigidi sulle due facciate principali. Per le loro eccezionali caratteristiche costruttive, queste strutture costituiscono un'opportunità per la città: nonostante molte inizino ad essere funzionalmente obsolete (a causa della loro età) e abbiano bisogno di interventi di recupero, nella maggior parte dei casi il loro "scheletro" ha resistito perfettamente al tempo ed oggi si presenta in uno stato di conservazione migliore rispetto a quello degli edifici di edilizia residenziale pubblica costruiti negli anni successivi, quando le politiche abitative sono cambiate e lo Stato ha iniziato a produrre abitazioni con standard qualitativi inferiori, con il passaggio da un modello basato sul paradigma dello "stato benefattore" ad uno fondato sul principio dello "stato sussidiario" successivo al colpo di Stato dell'11 settembre 1973 ed alla salita al potere del dittatore Augusto Pinochet ai danni del presidente eletto, il socialista Salvador Allende. Per via delle sue caratteristiche uniche, la struttura dei blocchi si presta in maniera ottimale ad accogliere interventi di ampliamento, sia in facciata (lo schema a telaio permette di "svuotare" le pareti demolendo le tamponature in muratura senza compromettere la stabilità dell'edificio) che in altezza (secondo alcuni studi, la struttura è in grado di sostenere il sovraccarico di

biernos. A pesar de haber sido diseñados en un contexto de emergencia y para la zona central de Chile, estos extraordinarios ejemplos de "vivienda racionalizada" demostraron ser tan eficientes que se construyeron masivamente^[5] a lo largo de todo el país, de Arica a Punta Arenas.

El uso de un diseño único con mínimas adaptaciones a las condiciones locales, aunque demostró ser efectivo en términos de producción, fue el verdadero límite de esta estrategia para la producción serializada de vivienda: "si bien se trató de soluciones racionales que probaron su eficacia económica y constructiva, su uso indiscriminado, repetitivo e insistente acabó por formar numerosos conjuntos fallos de carácter en todo el país".^[6]

Estructura

Los colectivos 1010 y 1020 cuentan con una estructura de extraordinaria calidad, lo cual es insólito en la vivienda social. Está formada por muros de hormigón armado de alta resistencia ($R28$, 270kg/m^3) dispuestos perpendicularmente, losas (en todo los pisos, incluyendo la cubierta del cuarto piso para rigidizar el bloque completo) y marcos rígidos en las dos fachadas principales. Debido a sus excepcionales atributos constructivos, esta estructura representa una oportunidad para la ciudad: a pesar de que muchos de estos edificios son funcionalmente obsoletos (debido a su antigüedad) y necesitan una intervención, en la mayoría de los casos el esqueleto resistió perfectamente al paso del tiempo y se encuentra hoy en un mejor estado de conservación que los edificios de viviendas sociales con-



bloque CORVI 1020 - planta piso tipo

dimensiones: 24,92m [largo] x 12,17m [ancho]



bloque CORVI 1020 - planta departamento tipo

Fuente: elaboración propia

un'estensione di fino a due piani costruita con materiali leggeri).^[7]

Materialità

Le partizioni interne sono realizzate con tei lai in legno e pannelli di cartongesso, mentre gli elementi non strutturali di chiusura verticale opaca sono lastre di cemento-amianto e muratura. Il design modulare delle piante è pensato in modo tale da sfruttare al 100% gli elementi prodotti industrialmente e i semilavorati, riducendo al minimo lo spreco di materiale e abbattendo i tempi di costruzione.^[8]

Le criticità legate alle tecnologie utilizzate sono prevalentemente la mancanza di coibentazione^[9] e l'inadeguatezza degli impianti, la cui sostituzione è difficoltosa in quanto posizionati all'interno dell'edificio, in corrispondenza dei cavedi tecnici.^[10]

struidos posteriormente, cuando las políticas habitacionales cambiaron y el estado comenzó a producir vivienda con estándares de calidad más bajos. Sus características la hacen especialmente adecuada para acoger intervenciones de ampliación, tanto en fachada (el sistema de marcos rígidos permite de "vaciar" las paredes derribando los muros de albañilería sin afectar la estabilidad del edificio) como en altura (la estructura es capaz de soportar la sobrecarga de una extensión de dos pisos construida en materiales livianos).^[7]

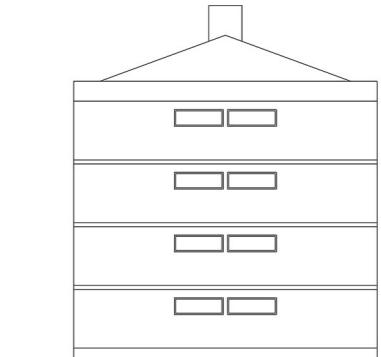
Materialidad

La tabiquería interior es de listones de madera y planchas de yeso-cartón, mientras que los elementos de cierre vertical no estructurales son placas de asbesto-cemento y albañilería. El diseño modular de la planta está concebido para ocupar al 100% los elementos industriales, minimizando el desperdicio de materiales y acelerando la construcción.^[8]

Los aspectos críticos ligados a las tecnologías utilizadas son la falta de aislamiento^[9] y la insuficiencia de las instalaciones, cuyo reemplazo es complicado porque se encuentran en el interior del edificio, en correspondencia con los *shafts* verticales.^[10]



bloque CORVI 1020 - elevación frontal



bloque CORVI 1020 - elevación lateral



ubicación de los conjuntos de bloques CORVI 1010 (gris) y 1020 (azul) en la RM

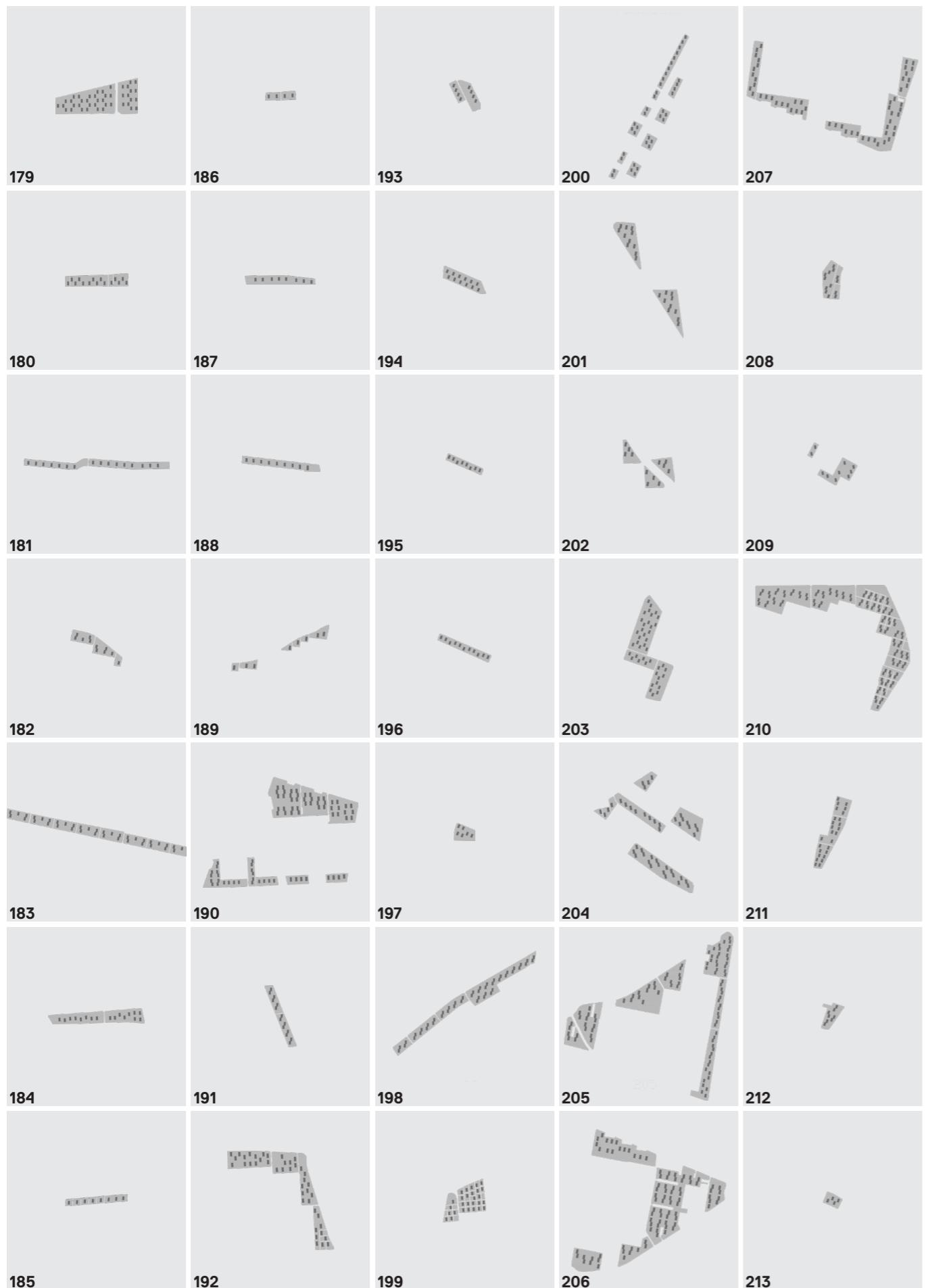
Fuente: elaboración propia



Configurazione spaziale

I complessi di blocchi CORVI 1010 e 1020 sono aggruppamenti di singoli edifici a pianta rettangolare, aventi un'impronta a terra rispettivamente di 220 mq e 300 mq, progettati per funzionare in maniera indipendente ed orientati sempre allo stesso modo, parallelamente all'asse nord-sud.

In alcuni casi più blocchi vengono accostati in modo da formare un'unità più ampia (composta da due o tre elementi), ma per ragioni di semplicità costruttiva viene utilizzato sempre il progetto originario, senza modifiche (i muri adiacenti non vengono uniti, ma semplicemente giustapposti). Questa sovrapposizione avviene comunque sempre solo sui lati corti degli edifici, costituiti quasi interamente da pareti portanti (fatta eccezione per le finestre della cucina poste al centro, che rimangono libere). L'unione di più blocchi genera problemi di esposizione, poiché si basa su principi di natura esclusivamente geometrico-formale e non tiene conto della disposizione degli appartamenti all'interno dell'edificio. Le unità fondamentali, che possono essere costituite da uno o più elementi, sono anche organizzate nello spazio per creare dei raggruppamenti, che possono essere suddivisi a seconda del principio compositivo adottato. esistono gruppi di blocchi isolati, in linea e "a corte".^[1] Le unità sono disposte sul sito come oggetti autonomi su una tabula rasa, secondo i principi urbanistici del movimento moderno e della "città giardino". Tuttavia, questa abbondanza di terreno libero "genera spazi piuttosto residuali tra i blocchi e non facilita l'incontro né lo svago",^[2] poiché "la necessità di produrre i complessi in serie, ricer-



#	TIPO	NOMBRE	COMUNA	DIRECCION
179	1010	Población Pudahuel Sector D y F	Pudahuel	San Pablo 8355, Pudahuel
180	1010	Población Pudahuel Sector E	Pudahuel	José Joaquín Pérez 8498, Pudahuel
181	1010	Santa Corina A	Pudahuel	El Cobre 8670, Pudahuel
182	1010	Santa Corina B	Pudahuel	Corona Sueca 8384, Pudahuel
183	1010	Santa Corina C	Pudahuel	Avenida General Oscar Bonilla 8465, Pudahuel
184	1010	Población El Montijo	Cerro Navia	La Capilla 8230, Cerro Navia
185	1010	Villa Nueva California	Cerro Navia	Comandante Callejas 8027, Cerro Navia
186	1010	El Resbalón	Cerro Navia	Nenúfar 7828, Cerro Navia
187	1010	Conjunto Cena	Cerro Navia	Fleming 7316, Cerro Navia
188	1010	Población Digna Rosa	Cerro Navia	Ampere 1705, Cerro Navia
189	1020	Villa Carrascal	Cerro Navia	Valdivia 6722, Cerro Navia
190	1010	Villa Mexico	Cerrillos	Veracruz 639, Cerrillos
191	1010	Villa General René Schneider	Conchalí	Los Abetos 5800, Conchalí
192	1020	Villa Presidente Ibáñez	Conchalí	Julio Montt Salamanca 2006, Conchalí
193	1010	Barrio Juanita Aguirre al oriente	Conchalí	Granada 5879, Conchalí
194	1010	Barrio Vespuco Norte	Conchalí	Juan Muñoz 4768, Conchalí
195	1010	Población Arquitecto O'Herens I	Conchalí	Calle G 1134, Conchalí
196	1010	Población Arquitecto O'Herens II	Recoleta	Calle G 1012, Recoleta
197	1010	Barrio Salzburgo borde Vespuco Norte	Recoleta	Juan Cristobal 4421, Recoleta
198	1010	Villa Canadá (en Villa Francia)	Estación Central	5 de abril 5103, Estación Central
199	1010	Villa Robert Kennedy	Estación Central	5 de abril 5060, Estación Central
200	1010	Villa O'Higgins	La Florida	Panguipulli 8088, La Florida
201	1020	Barrio Chacón Zamora	La Florida	La Florida 5866, La Florida
202	1020	Villa España	La Florida	La Florida 7076, La Florida
203	1010	Población Santa Olga	Lo Espejo	Pdte Adolfo López Mateo 1710, Lo Espejo
204	1020	Población Lo Sierra C (Atilio Mendoza)	Lo Espejo	Av. Américo Vespucio 39, Lo Espejo
205	1010	Población Jaime Eyzaguirre	Macul	Av. Américo Vespucio 1709, Macul
206	1020	Villa Los Jardines (ex Jaime Eyzaguirre)	Ñuñoa	Av. Grecia 5207, Ñuñoa
207	1020	Villa Frei Sector 4	Ñuñoa	Av. Américo Vespucio 1275, Ñuñoa
208	1010	Barrio Doctor Luis Bisquert	Ñuñoa	Los Tres Antonios 1056, Ñuñoa
209	1010	Población Dávila	Pedro Aguirre Cerda	Alhué 2640, Pedro Aguirre Cerda
210	1010	Villa Naciones Unidas	Peñalolén	Tobalaba 10125, Peñalolén
211	1010	Población Lo Hermida	Peñalolén	Tobalaba 11277, Peñalolén
212	1010	Barrio La Faena	Peñalolén	Tobalaba 10979, Peñalolén
213	1010	Villa Catamarca	Quinta Normal	Av. Carrascal 5854, Quinta Normal
214	1010	Villa Joaquín Edwards Bello	San Joaquín	Av. Departamental 240, San Joaquín
215	1010	La Legua Emergencia	San Joaquín	Av. Sta. Rosa 3320, San Joaquín
216	1010	Villa Lautaro	San Joaquín	Av. Departamental 350, A, San Joaquín
217	1010	Población La Bandera	San Ramón	Av. Ossa 1869, San Ramón
218	1020	Población Nonato Coo	Puente Alto	Domingo Tocornal 279, Puente Alto
219	1020	Gran Avenida / Lo Blanco	San Bernardo	Luis de Toledo 13438, SB
220	1020	Villa Santa María	San Bernardo	Gran Avenida Jose Miguel Carrera 14000, SB

cando la massima efficienza nell'uso del suolo comporta, in alcuni casi, l'assenza di una proposta di progetto complessiva che definisca con chiarezza gli spazi collettivi, un sistema che riesca ad assegnare una gerarchia agli spazi destinati al tempo libero e alla vita comunitaria, e allo stesso tempo non definisce dei limiti, tanto nello spazio tra i blocchi quanto nell'isolato nel suo insieme”^[13]

Blocchi isolati

Il tipo più semplice di articolazione spaziale, utilizzato in lotti irregolari o molto piccoli.

Blocchi in linea

Questa disposizione si trova nei complessi che circondano il tracciato dell'autostrada Américo Vespucio e svolgono una funzione di barriera/filtro tra la città e l'infrastruttura.

Blocchi che conformano spazi interiori

In questo caso le unità sono disposte spazialmente in modo da formare delle piazze o corti, che possono essere interne o aperte verso l'esterno. Questo tipo di conformazione genera alcuni problemi legati all'illuminazione naturale ed è caratterizzata dall'appropriazione dello spazio destinato all'uso pubblico da parte degli abitanti dei blocchi posti lungo il suo perimetro.

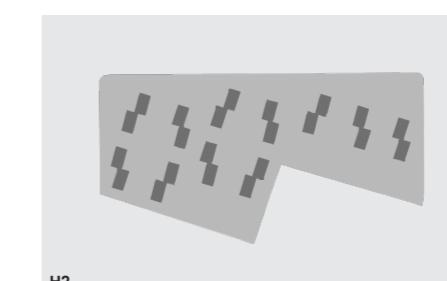
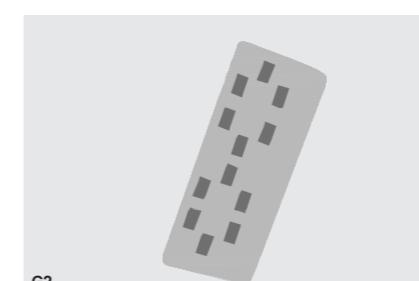
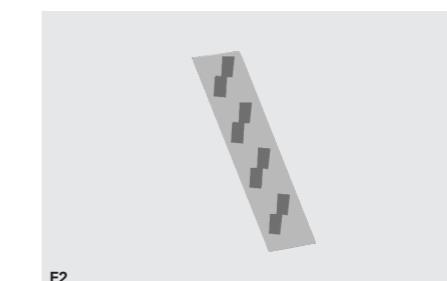
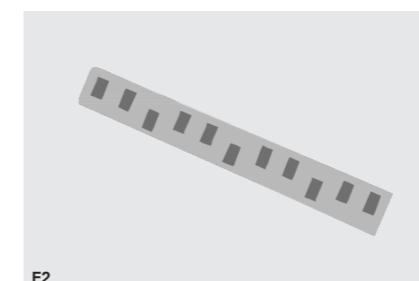
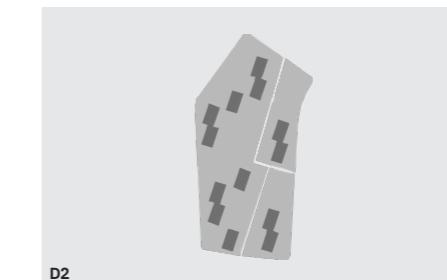
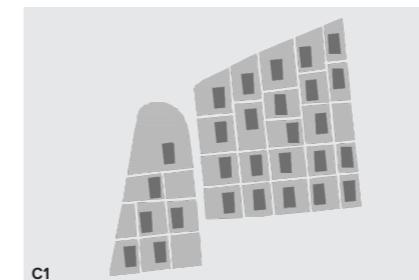
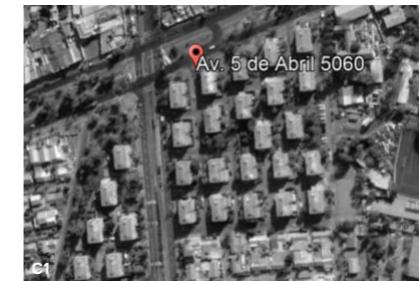
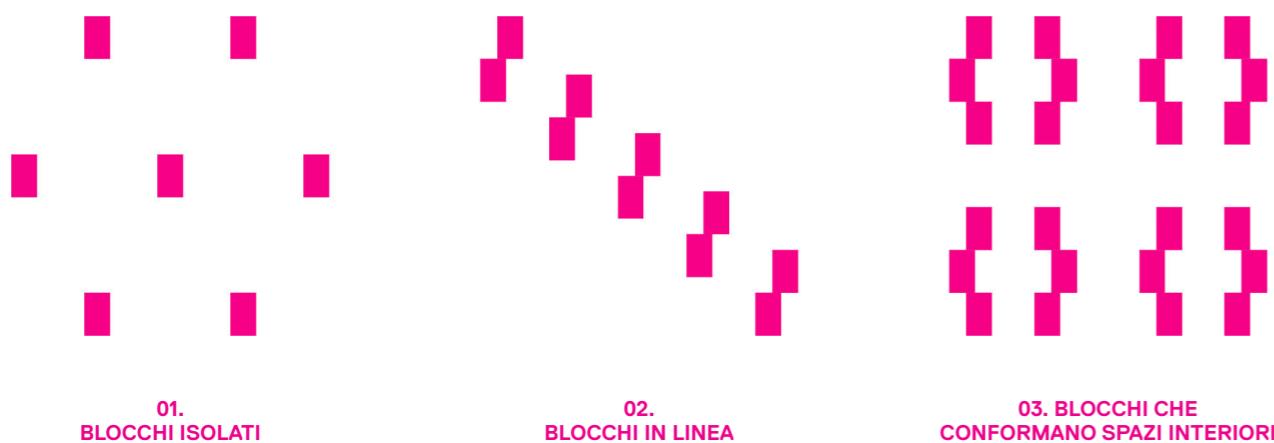
Configuración espacial

Los conjuntos CORVI 1010 y 1020 se componen de bloques de planta rectangular, respectivamente de 220m² y 300m², diseñados para funcionar de forma independiente y siempre orientados de la misma forma, paralelamente al eje norte-sur.

En algunos casos, varios bloques se colocan uno al lado del otro para formar una unidad más grande (compuesta por dos o tres elementos), pero por razones de eficiencia constructiva siempre se ocupa el proyecto original, sin modificaciones (las paredes adyacentes no se fusionan, sino que simplemente están yuxtapuestas). Esto ocurre exclusivamente en el lado más corto del edificio, compuesto casi en su totalidad por muros de carga (excepto por las ventanas de la cocina puestas al medio). La unión de varios bloques genera problemas de exposición, ya que sigue un principio exclusivamente formal y no toma en cuenta la disposición de los departamentos dentro del edificio.

Las unidades fundamentales, compuestas por uno o más elementos, también se organizan en el espacio para crear agrupaciones, que se dividen según el principio compositivo adoptado (hay conjuntos de bloques aislados, en línea y que conforman espacios interiores).^[11]

Las unidades están dispuestas en el sitio del proyecto como objetos autónomos en una tabula rasa, de acuerdo con los principios del movimiento moderno y de la ciudad jardín. Sin embargo esta abundancia de suelo libre “genera espacios que son más bien residuales entre bloques y no facilitan el encuentro ni el recreo”,^[12] porque “la necesidad de producir los conjuntos en serie, buscando la máxima eficiencia en el uso del suelo, impide que los bloques se articulen entre sí y se creen espacios interiores”^[13]



bloques aislados

- C - independientes
(Villa Robert Kennedy, Estación Central)

- D - pareados
(Barrio Doctor Luis Bisquert, Ñuñoa)

bloques en linea

- E - independientes
(Población Arquitecto O'Herens II, Recoleta)

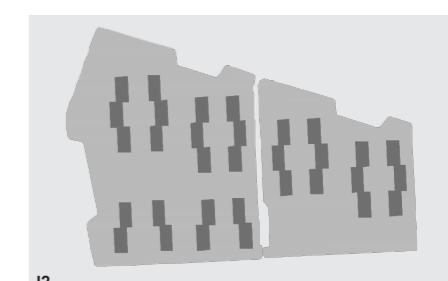
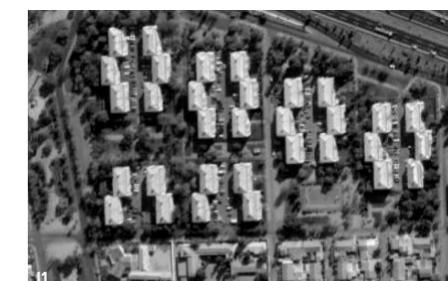
- F - pareados
(Villa General René Schneider, Conchali)

bloques que conforman espacios interiores

- G - independientes
(Población Santa Olga, Lo Espejo)

- H - pareados
(Villa Naciones Unidas, Peñalolén)

- I - triples
(Villa Mexico, Cerrillos)



ciencia en el uso del suelo genera, en algunos casos, la ausencia de una propuesta de conjunto que defina claramente las áreas colectivas, un ordenamiento que logre jerarquizar los espacios destinados a la recreación y a la vida en comunidad ni tampoco contribuye a la configuración de los límites, tanto del espacio entre bloques como de la manzana en su conjunto".^[13]

Bloques aislados

El tipo más simple de agrupación, utilizado en lotes irregulares o pequeños.



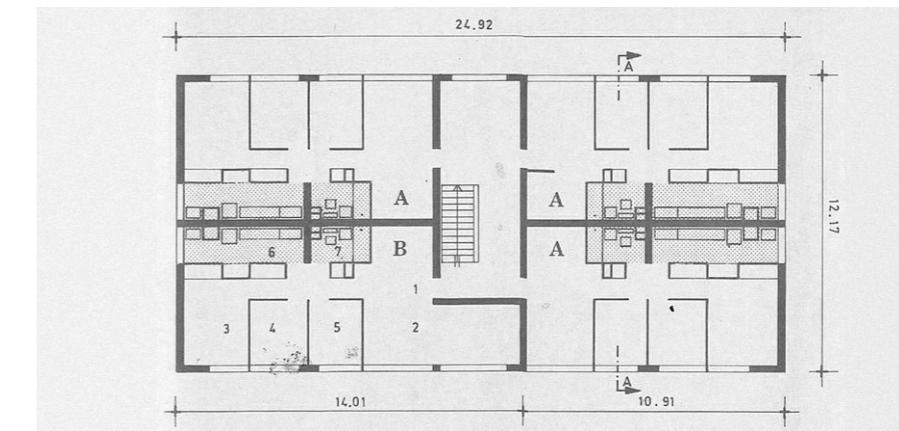
bloques dispuestos como barrera/filtro a lo largo del perímetro sur de la Villa Frei en Ñuñoa

Bloques en línea

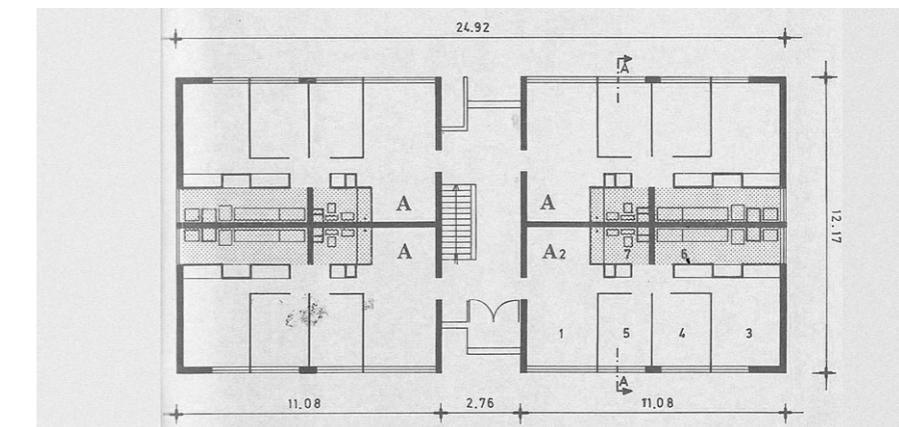
Esta disposición se encuentra en los conjuntos que rodean el trazado de la autopista Américo Vespucio y cumplen una función de barrera/filtro entre ciudad y infraestructura.

Bloques que conforman espacios interiores

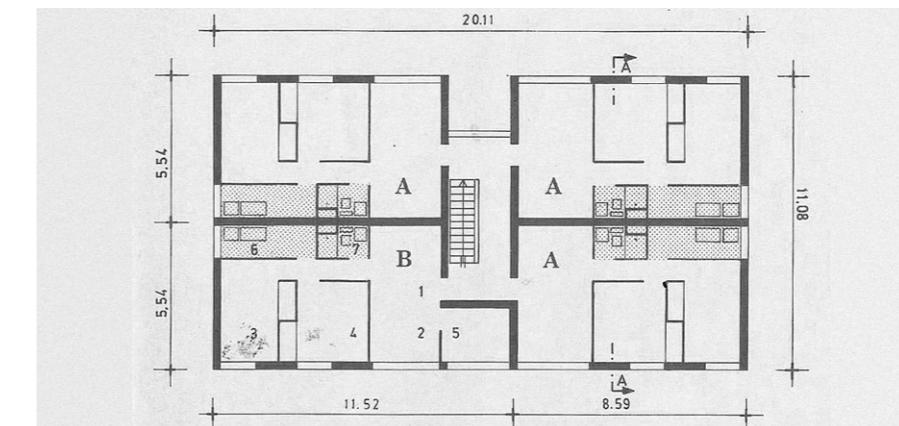
En este caso las unidades están dispuestas espacialmente para formar plazas, que pueden ser internas o abiertas hacia el exterior. Este tipo de conformación genera más problemas con respecto a la iluminación y está sujeto a fenómenos de apropiación del espacio de uso público.



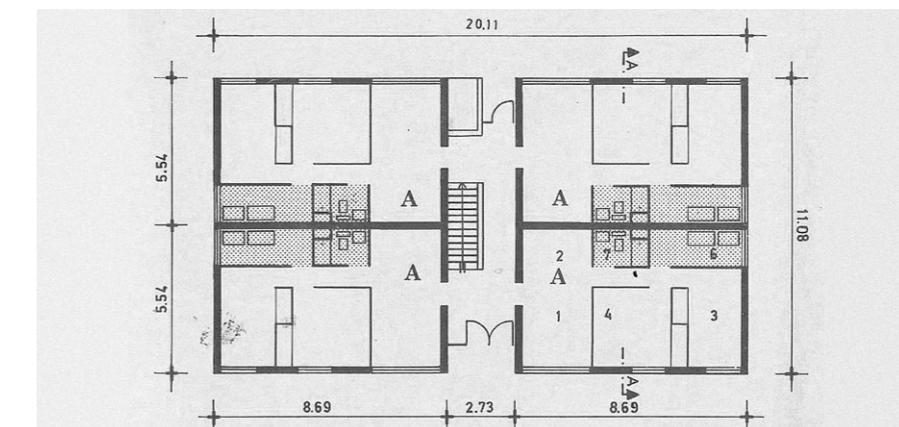
BLOQUE CORVI 1020 - planta piso tipo



BLOQUE CORVI 1020 - planta primer piso



BLOQUE CORVI 1010 - planta piso tipo



BLOQUE CORVI 1010 - planta primer piso

Fuente: MINVU

Note:

- [1] Arriagada, C. (2004). Chile: Un siglo de políticas en vivienda y barrio. MINVU, Santiago, Chile.
- [2] Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. Secretaría Ejecutiva de Desarrollo de Barrios. (2014). Vivienda social en copropiedad. MINVU, Santiago, Chile.
- [3] Bustos, M. (2014) La racionalización de la producción habitacional. La formación de las tipologías colectivas. En Vivienda social en copropiedad. MINVU, Santiago, Chile.
- [4] Su construcción comenzó bajo el mandato del presidente Eduardo Frei Montalva (1964- 1970), continuó durante el gobierno de Universidad Popular de Salvador Allende Gossens (1970-1973) y terminó bajo la dictadura de la junta militar presidida por Augusto Pinochet Ugarte (1973-1990).
- [5] Desde noviembre de 1970 a fines de 1971 se contrataron 9168 viviendas del bloque 1010 y 5503 del bloque 1020.
- [6] Fuentes, P. (2008). El desarrollo de la arquitectura moderna en Chile, 1929-1970: Apropiación, debate y producción arquitectónica. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, Spain.
- [7] Schmitt, C., Calderón, S., Carcamo, S., Sandoval, C., Chateau, F., Martínez, P. (2018). Structural feasibility of timber-structured vertical expansions for social housing buildings in Chile.
- [8] Domínguez, J. (2017). Módulo 1020: Evaluación e implementación de un sistema estructural prefabricado en CLT para densificación y ampliación de bloques CORVI en Concepción. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- [9] Bustamante, W., Schmitt, C., Bunster, V., Chateau F. (2018). Retrofitting strategies for social housing buildings in different climate conditions: The CORVI 1010-1020 block type in three Chilean cities. PLEA 2018, Hong Kong, HK.
- [10] Westermeyer, K. (2017). Envoltorio actualizable para el retrofit y extensión de vida útil de vivienda colectiva: Estrategia aplicada a los Bloques 1010 en Santiago de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- [11] Costas, M. (2017). 1010/1020: el espacio público entre el bloque y la ciudad. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile
- [12] Aravena, S., Rodríguez, A., Sugranyes, A. (2006). Los con techo: Un desafío para la política de vivienda social (2a ed.). Seminario "El Problema de Vivienda de los con techo: Lecciones de 25 Años de Política Neoliberal de Vivienda Social en Chile", Ediciones SUR, Santiago, Chile. In Westermeyer, K. (2017). Op. Cit.
- [13] Bustos, M. (2014). La Racionalización de la Producción Habitacional. La formación de las tipologías colectivas como resultado del marco normativo. MINVU, Santiago, Chile. In Westermeyer, K. (2017). Op. Cit.

capitolo 4

Prefabbricazione applicata al retrofit

Prefabricación aplicada a la rehabilitación

Prefabbricazione applicata al retrofit

Il tema centrale della tesi riguarda l'utilizzo di sistemi prefabbricati per la trasformazione di edifici esistenti. Questo capitolo tenta di spiegare le ragioni di questa argomentazione, rispondendo a tre domande fondamentali:

Perché intervenire nel costruito?

Perché utilizzare un sistema costruttivo prefabbricato?

Qual'è l'apporto della prefabbricazione alla riabilitazione dei condomini di edilizia residenziale pubblica multipiano?

Una storia di architettura trasformata

La storiografia contemporanea dell'architettura occidentale è colpevole di occuparsi in maniera predominante di edifici di nuova costruzione, dedicando pochissimo spazio agli esempi notevoli di trasformazioni, ampliamenti e rimodellamenti dell'esistente o addirittura evitando di affrontare la tematica come se fosse prerogativa di altre discipline, come la conservazione ed il restauro. Tale atteggiamento è però limitante e non rende giustizia a tutte quelle opere che, dia-

Prefabricación aplicada a la rehabilitación

El tema central de la tesis es el uso de sistemas prefabricados para la transformación de edificios preexistentes. Este capítulo intenta explicar las razones detrás de este argumento, respondiendo a tres preguntas fundamentales:

¿Por qué intervenir en lo construido?

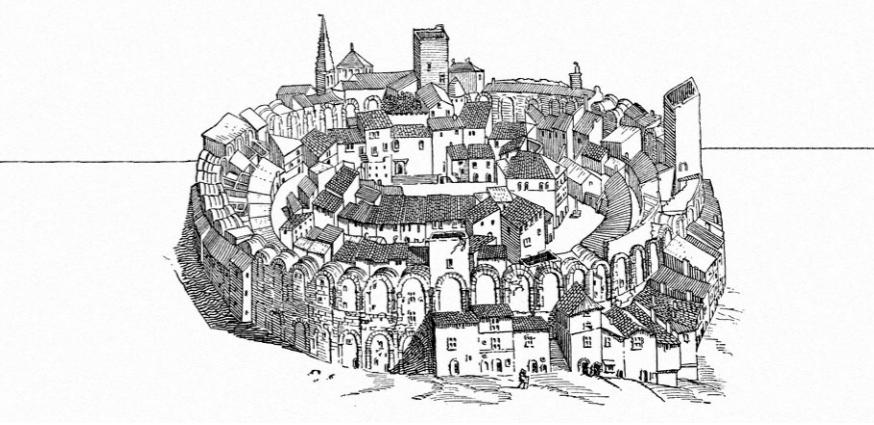
¿Por qué utilizar un sistema constructivo prefabricado?

¿Qué aporta la prefabricación en la rehabilitación de condominios de viviendas sociales en altura?

Una historia de la arquitectura transformada

La historiografía contemporánea de la arquitectura occidental tiene la culpa de ocuparse casi exclusivamente de los edificios de nueva construcción, dedicando muy poco espacio a los ejemplos de transformación, expansión y remodelación de lo existente o incluso evitando abordar la cuestión como si fuera una prerrogativa de otras disciplinas como la conservación y la restauración. Sin embargo, esta actitud es restrictiva y no hace justicia a todas aquellas obras que, si bien en diálogo con una preexistencia, constituyen aportes notables a la disciplina.

Hay una “historia B de la arquitectura” que reconoce el valor de construir en lo construido, sobre lo construido, con lo construido y para lo construido, liberándonos del rechazo instintivo e injustificado hacia la rehabilitación que



logando con una preesistencia, rappresentano contributi notevoli alla disciplina.

C'è una "storia B dell'architettura" che riconosce il valore del costruire nel costruito, sul costruito, il costruito e per il costruito, liberandoci dall'istintivo e ingiustificato rifiuto nei confronti della trasformazione dei manufatti edilizi preesistenti che il modernismo ci ha lasciato. Infatti, l'idea di sfruttare al meglio ciò che esiste è sempre stata presente nel mondo delle costruzioni, come dimostrano i numerosi esempi di quast'atteggiamento in ogni tempo e luogo del pianeta.

Lo scopo di questa limitata raccolta di esempi è quello di dimostrare che esistono infiniti modi di intervenire nell'ambiente costruito e che il rapporto con la preesistenza non costituisce un limite compositivo (al contrario, è solitamente sinonimo di una maggiore sensibilità verso il contesto urbano) né incide negativamente sul significato dell'opera di architettura. Si tratta di sedici progetti che, senza entrare nel merito del loro valore o esprimere alcun tipo di giudizio, forniscano una visione generale del fenomeno scava da vincoli geografici o temporali.

nos dejó el modernismo. De hecho, la idea de aprovechar al máximo lo existente siempre ha estado presente en el mundo de la construcción, como demuestran numerosos ejemplos alrededor de todo el planeta.

El propósito de esta limitada recopilación de antecedentes es demostrar que hay infinitas formas de intervenir en un entorno construido y que la relación con la preexistencia no constituye un límite compositivo (por el contrario, suele ser sinónimo de una mayor sensibilidad hacia el contexto urbano) ni afecta de forma negativa el valor o significado de la obra de arquitectura. Se trata de dieciséis proyectos que, sin entrar en el mérito de su real trascendencia o expresar algún tipo de juicio, proporcionan una visión general del fenómeno libre de limitaciones geográficas o temporales.



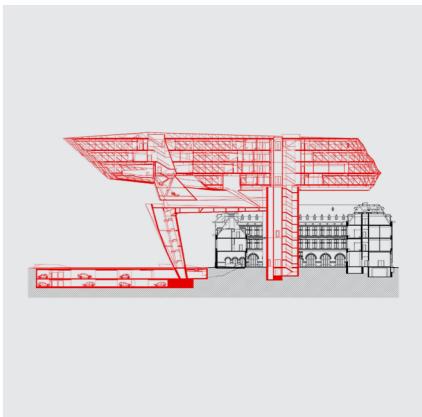
A1



C1



A2



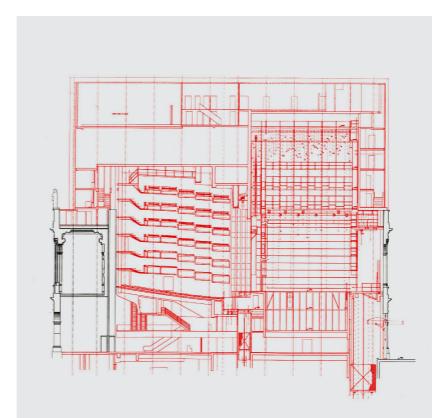
C2



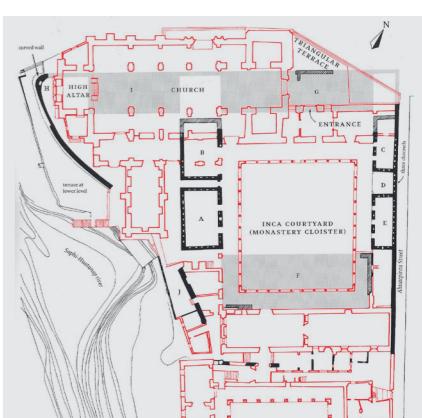
B1



D1



B2

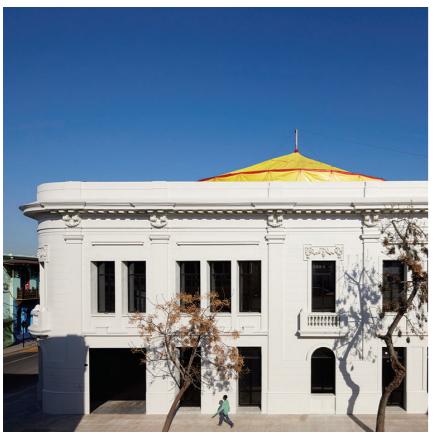


D2

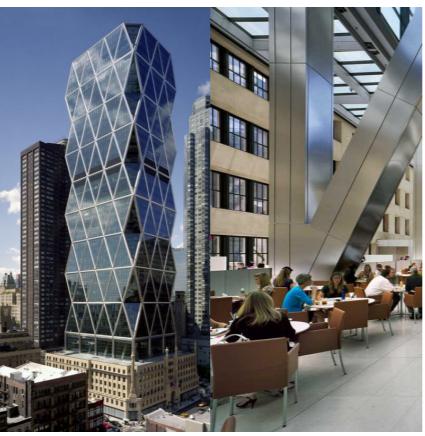
Fuente: elaboración propia

EJEMPLOS DE TRANSFORMACIÓN DE EDIFICIOS

- A** Bank of England | Londres, Reino Unido
- B** Opéra Nouvel | Lyon, Francia
- C** Oficinas portuarias | Amberes, Bélgica
- D** Coricancha | Cusco, Perú
- E** NAVE | Santiago, Chile
- F** Museo de Historia Militar | Dresden, Alemania
- G** Hearst tower | Nueva York, Estados Unidos
- H** Catedral de Santa María del Fiore | Florencia, Italia
- I** Anfiteatro romano | Florencia, Italia
- J** Rooftop Remodeling Falkestrasse | Viena, Austria
- K** Gasometer B | Viena, Austria
- L** Pantheon | Roma, Italia
- M** Garage Museum of Contemporary Art | Moscú, Rusia
- N** Elbphilharmonie | Hamburgo, Alemania
- O** British Museum | Londres, Reino Unido
- P** Expansión del Museo de Harvard | Boston, EEUU



E1



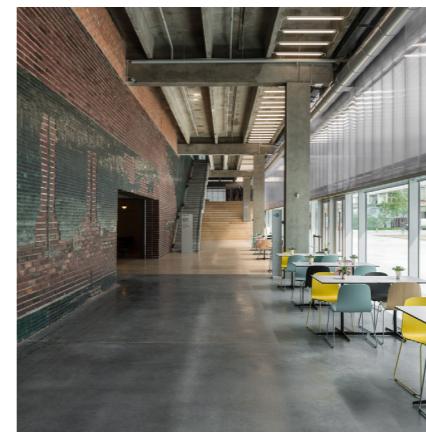
G1



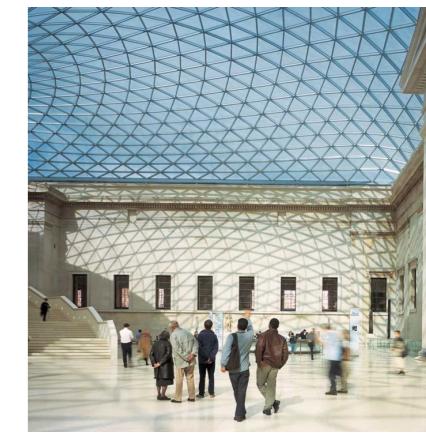
I1



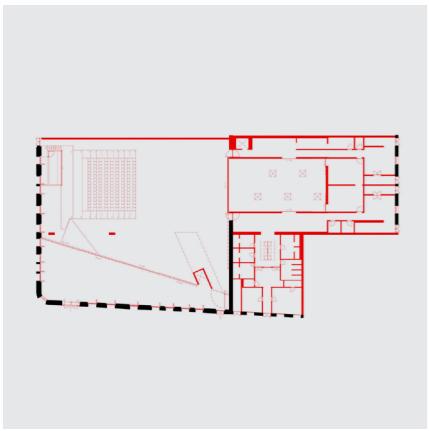
K1



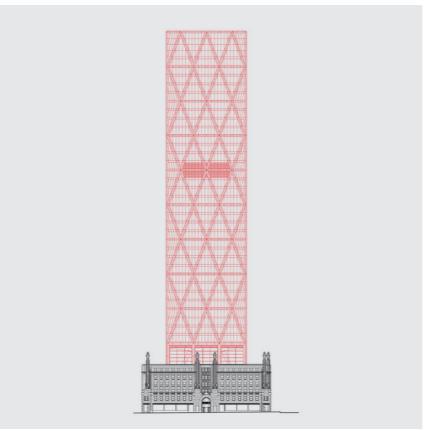
M1



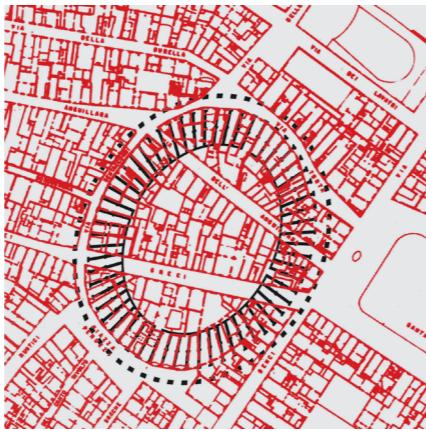
O1



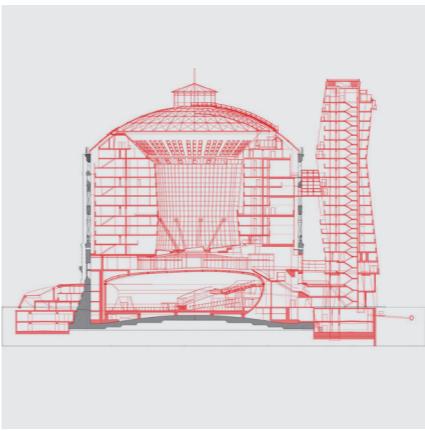
E2



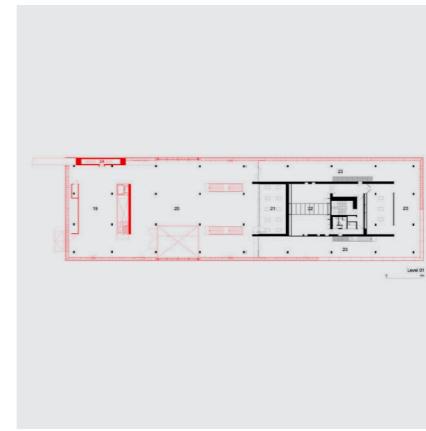
G2



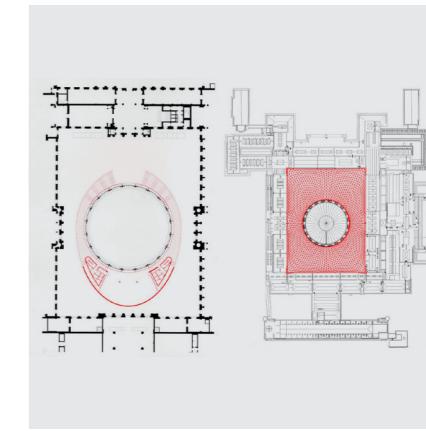
I2



K2



M2



O2



F1



H1



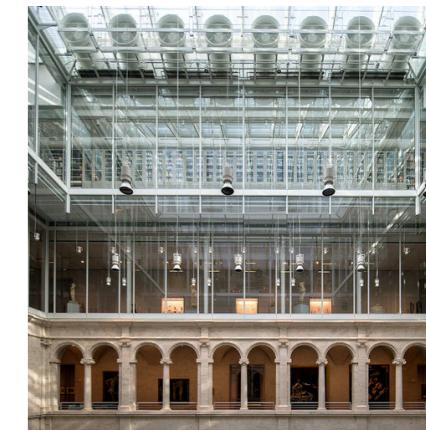
J1



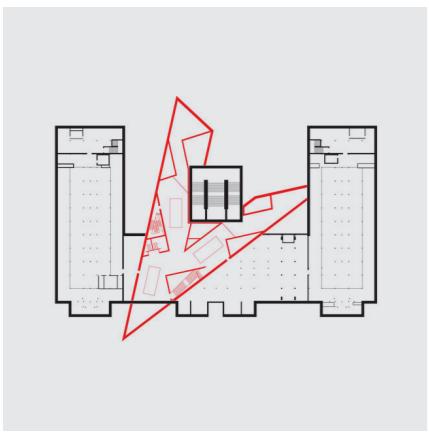
L1



N1



P1



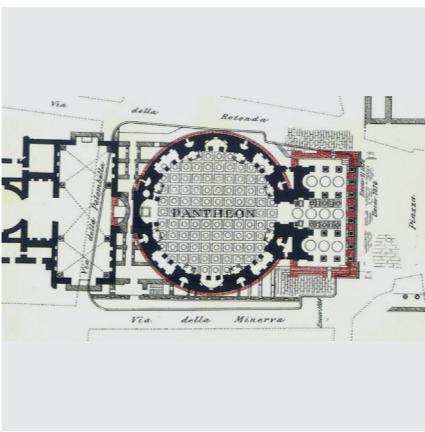
F2



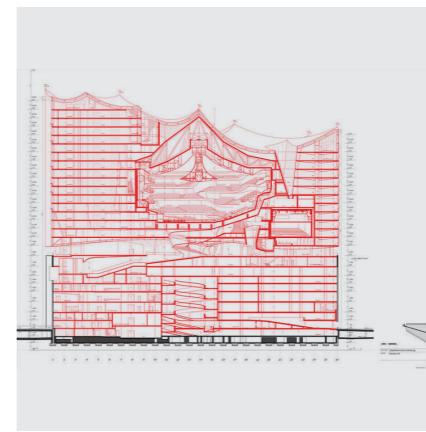
H2



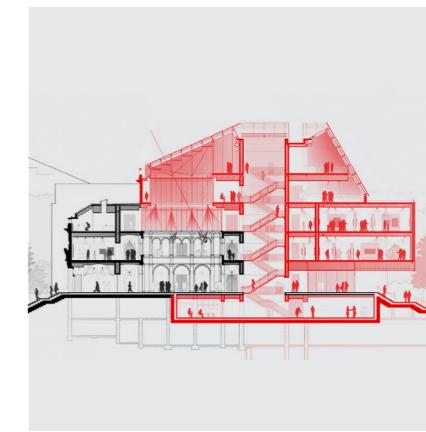
J2



L2



N2



P2

Fuente: elaboración propia

Sul tema della trasformazione e densificazione degli edifici esistenti si articola il lavoro dell'architetto francese Frédéric Druot relativo alle pubblicazioni PLUS e PLUS Paris (realizzate insieme allo studio Lacaton & Vassal), che ricercano una soluzione ai problemi legati ai quartieri di edilizia residenziale pubblica moderni in stato di degrado per mezzo della loro trasformazione.

Il principio fondamentale su cui si basa la metodologia Plus è che questi edifici, nonostante oggi si presentano in uno stato di conservazione pessimo e vengono considerati un problema, rappresentano un'opportunità da sfruttare per densificare la città e migliorare le condizioni di vita dei loro abitanti. L'approccio utilizzato è quello del "mai demolire, ma aggiungere, trasformare, riutilizzare",^[1] perché le gravi carenze di questi edifici possono essere risolte in modo molto più economico ed efficiente attraverso il retrofit energetico e impiantistico, secondo il principio dello "spendere meno per fare di più", permettendo al contempo di destinare le risorse all'ampliamento degli spazi esistenti, spesso inadeguati alle esigenze dell'abitare contemporaneo. Alcuni dei punti chiave di questa strategia, che ha l'obiettivo dichiarato di "fare di più e farlo meglio", sono i seguenti:

- Evitare i costi di demolizione;
- Utilizzare il budget in modo efficace, spendere meglio;
- Evitare lo spostamento degli occupanti;
- Non distruggere le fonti di reddito (perdita delle entrate del condominio relative agli affitti);
- Fare più appartamenti;

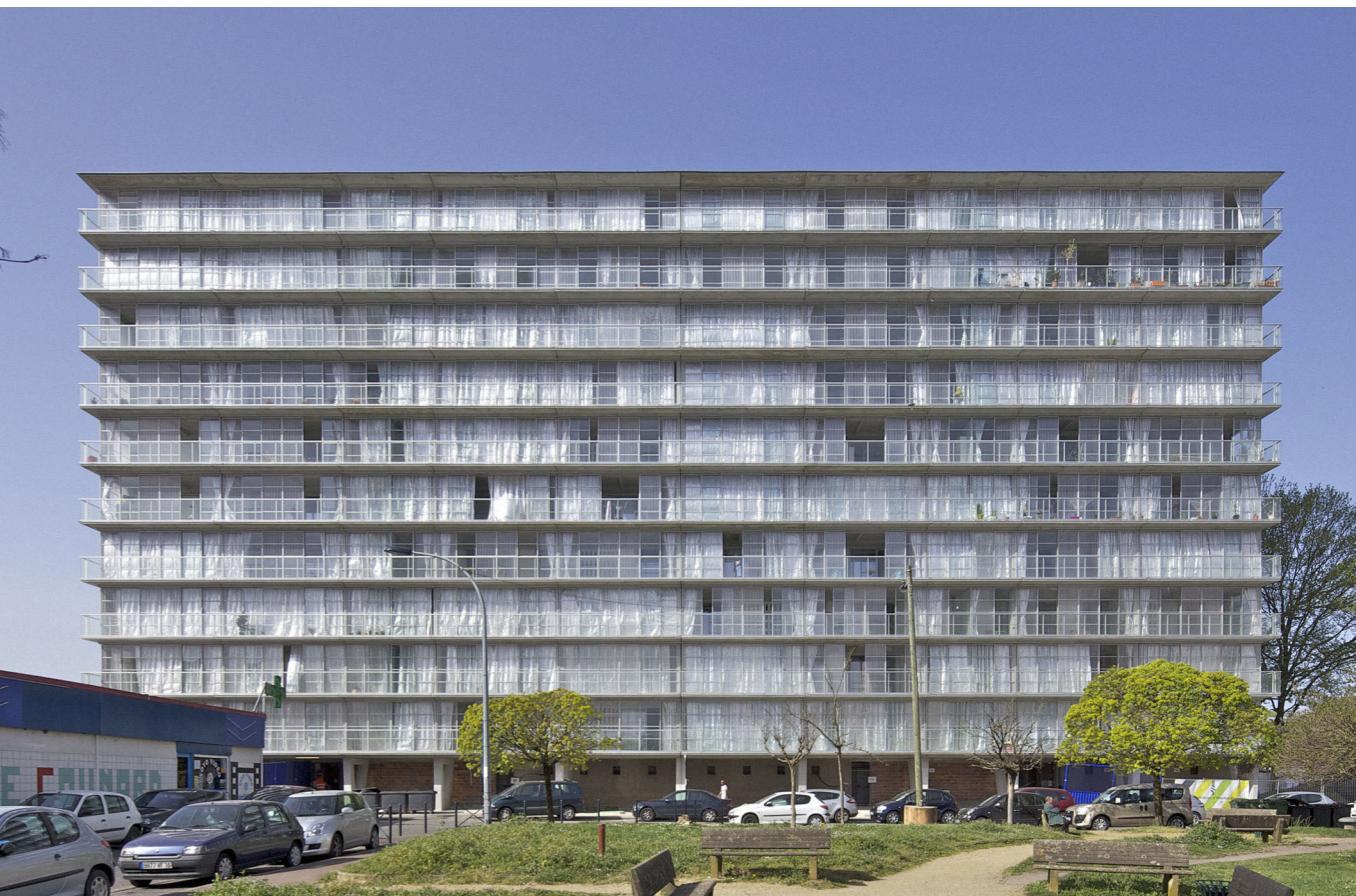
Sobre el tema de la transformación y densificación del construido trabaja el arquitecto francés Frédéric Druot (junto a la oficina Lacaton & Vassal) con su investigación "Plus", que tiene como objetivo proporcionar una solución a los problemas relacionados con los conjuntos modernos de vivienda colectiva a través de su recuperación.

El principio fundamental en el que se basa su trabajo es que estos edificios, a pesar de que hoy se encuentran en muy mal estado de conservación y se consideran un problema, representan una ocasión que hay que aprovechar para densificar la ciudad y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes. El enfoque utilizado es "no derribar nunca, no restar ni reemplazar nunca, sino añadir, transformar y reutilizar siempre",^[1] porque las graves deficiencias de estos edificios se pueden solucionar de una forma mucho más económica y eficiente mediante la rehabilitación, según el principio del "gastar menos para hacer más".

Algunos de los puntos clave de esta estrategia, que tiene el fin declarado de "hacer más y hacerlo mejor", son los siguientes:

- Evitar los costes de derribo;
- Utilizar un presupuesto de forma eficaz, gastar mejor;
- Evitar el traslado de los ocupantes;
- No destruir la fuente de ingresos (pérdida de ingresos de explotación por alquileres);
- Hacer más viviendas;
- Hacer viviendas duraderas y evolutivas;
- Generar otros canales de producción y construcción, osaturas exteriores, fachadas vidriadas, sistemas de ocultación, instalaciones eléctricas e informáticas diversas, ascensores.^[2]

Renunciar a la demolición de edificios obsoletos, además, conlleva enormes beneficios en términos medioambientales, de impacto y de eficiencia de la intervención, razones que hacen que el *retrofitting* sea sin duda la estrategia más indicada para abordar el problema del envejecimiento funcional de la vivienda.

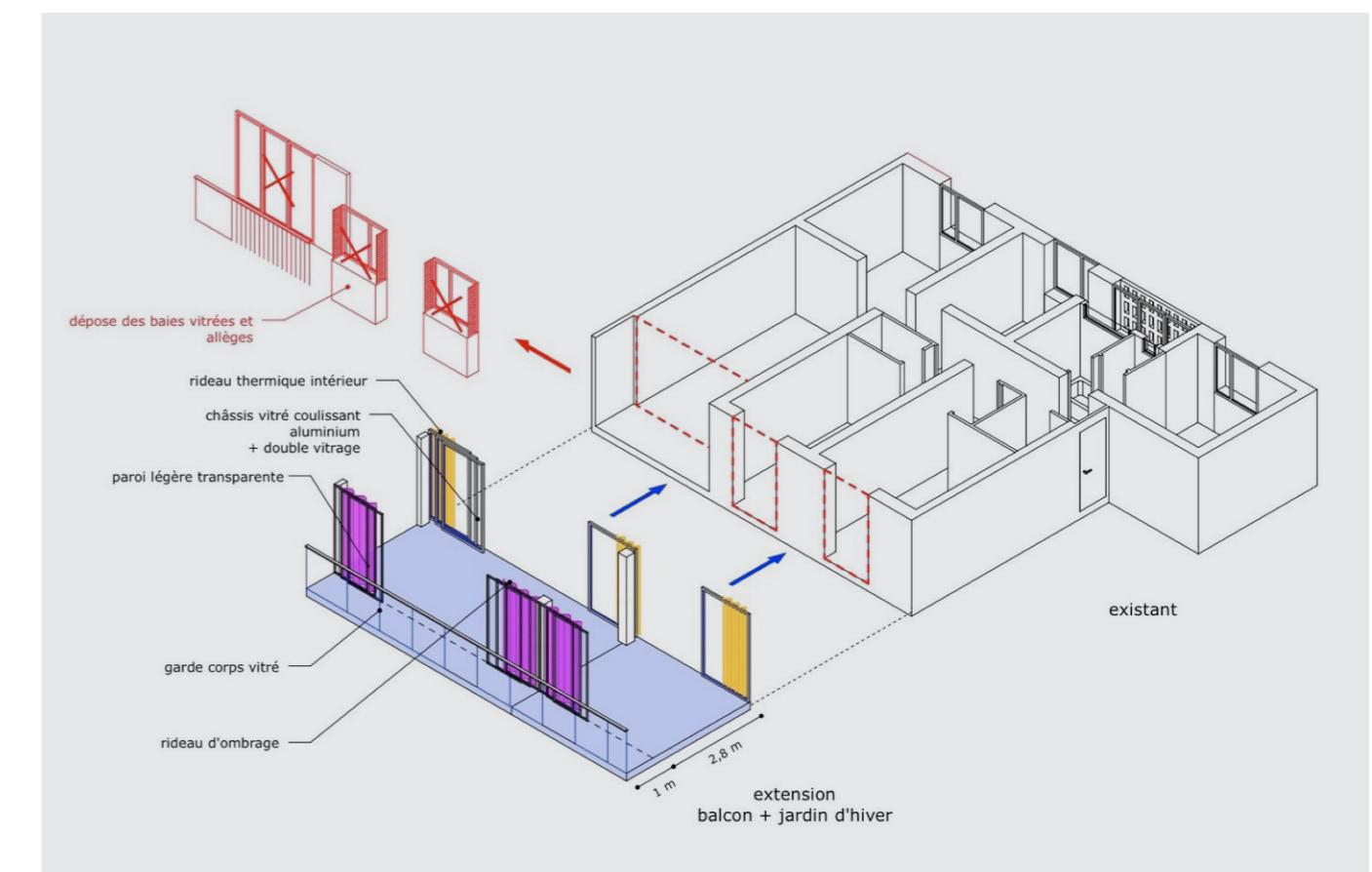
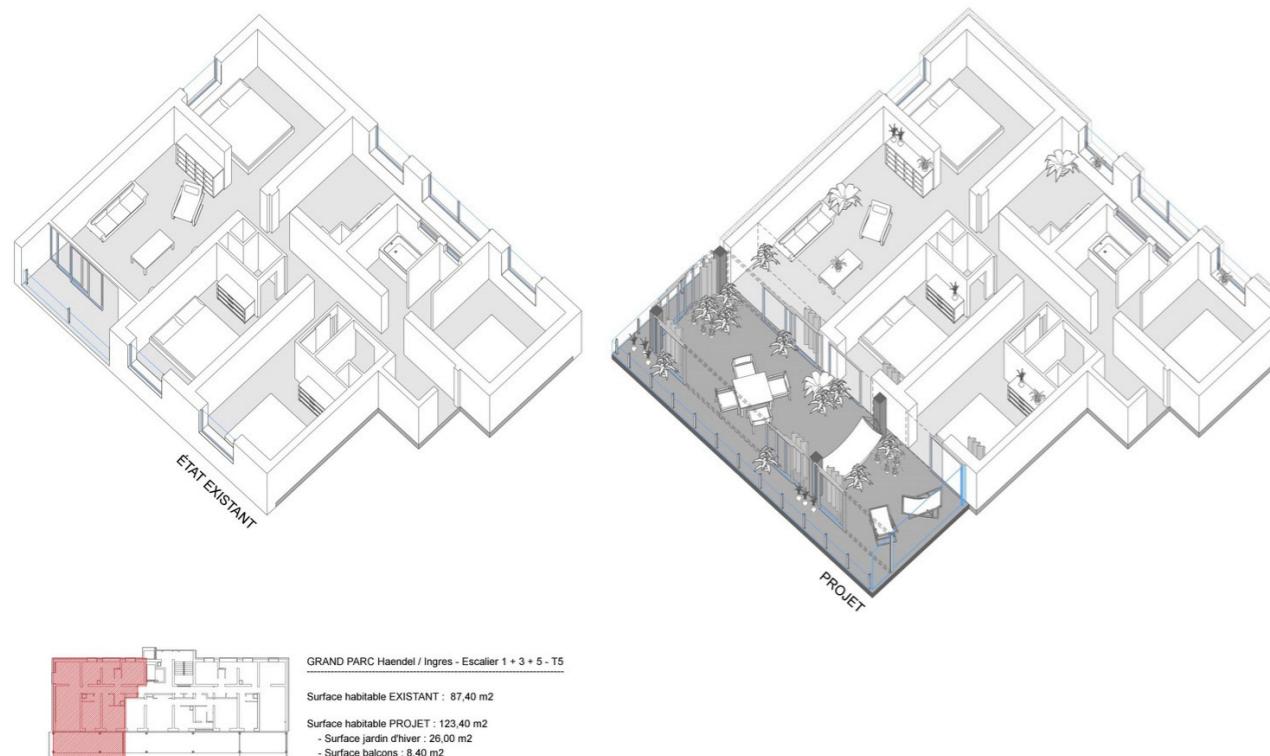
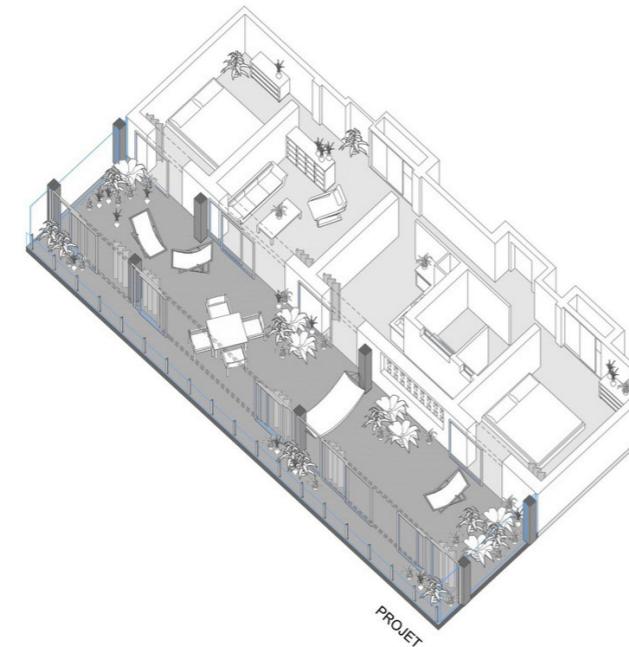
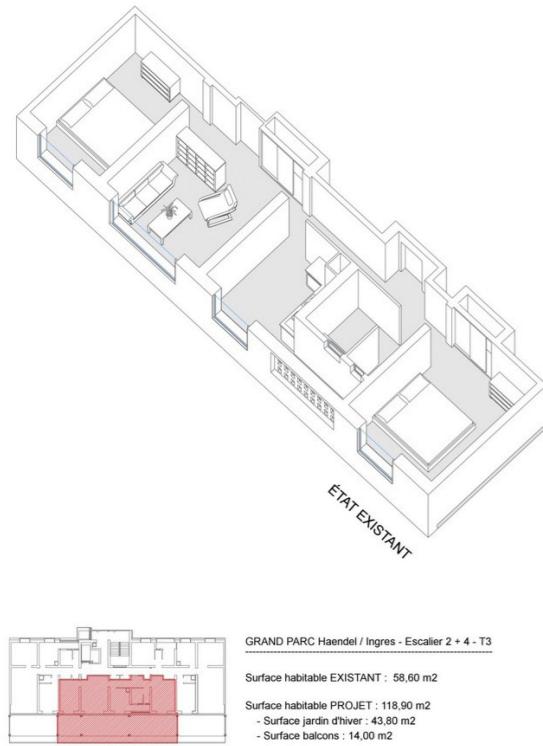


DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN



ANTES DE LA INTERVENCIÓN

Fuente: Druot, F., Lacaton, A., Vassal, J. (2016). Plus Paris.



Transformation de 530 logements, bâtiments G, H, I, quartier du Grand Parc (Bordeaux, France) - Lacaton & Vassal, Druot, Hutin

Fuente: "Transformación de 530 unidades habitacionales en Burdeos / Lacaton & Vassal + Frédéric Druot + Christophe Hutin", 14 abr 2020. Plataforma Arquitectura Chile. Accedido el 6 Oct 2020

- Rendere gli edifici durevoli ed evolutivi;
- Generare altri canali di produzione, osature esterne, facciate vetrate, sistemi di schermatura, installazioni elettriche e informatiche di diverso tipo, ascensori.^[2]

Rinunciare alla demolizione degli edifici obsoleti comporta anche enormi benefici in termini ambientali, di impatto e di efficienza dell'intervento, tutti fattori che contribuiscono a rendere il retrofitting senza dubbio la strategia più indicata per affrontare il problema dell'invecchiamento funzionale delle abitazioni.

Vantaggi e svantaggi della prefabbricazione

L'adozione di un sistema prefabbricato per la realizzazione di edifici residenziali comporta una serie di vantaggi e svantaggi che devono essere tenuti in considerazione al momento di effettuare la scelta della soluzione costruttiva da utilizzare. In questo paragrafo vengono analizzati alcuni degli argomenti più ricorrenti, anche se si deve tener conto del fatto che i vari sistemi hanno caratteristiche molto diverse e che per questo motivo non sempre le seguenti considerazioni sono valide.

Riduzione dei tempi di costruzione

Il risparmio di tempo è uno dei vantaggi più frequentemente associati alla realizzazione di edifici prefabbricati e industrializzati. La produzione dei singoli elementi, infatti, avviene in un tempo molto più breve rispetto a quello necessario per realizzare l'opera in un cantiere di tipo tradizionale, poiché la lavorazione industriale permette di utilizzare i macchinari in modo più efficiente e di eseguire più operazioni in parallelo, riducendo

Ventajas y desventajas de la prefabricación

La adopción de un sistema prefabricado para la construcción de edificios de vivienda trae una serie de beneficios e inconvenientes que deben tenerse en cuenta al decidir qué solución utilizar. Este párrafo analiza algunos de los argumentos más recurrentes, aunque hay que tener en cuenta que los distintos sistemas tienen características muy diferentes entre ellos y que por esta razón las siguientes consideraciones no siempre son válidas.

Reducción del tiempo de construcción

El ahorro de tiempo es una de las ventajas más frecuentemente asociadas a la construcción de viviendas prefabricadas e industrializadas. De hecho, la producción de los elementos individuales se realiza mucho más rápidamente que en una obra tradicional, ya que la fabricación industrial permite utilizar las máquinas de forma más eficaz y realizar múltiples operaciones en paralelo, sin el riesgo de imprevistos relacionados con las condiciones climáticas y ambientales. Las únicas intervenciones necesarias en la fase de edificación son la preparación del sitio,^[3] las conexiones a las redes y las obras de urbanización, y el montaje de los componentes prefabricados, más o menos rápido según el nivel de prefabricación del sistema adoptado, pero en cualquier caso muy corto en comparación con los tiempos de una obra normal.

Un aspecto fundamental relacionado con la gestión del tiempo es la logística, es decir, la planificación y coordinación de las diferentes fases del proceso constructivo. El transporte de los componentes prefabricados desde la industria hasta el sitio (en el caso de un proceso industrial) desempeña un papel clave en la ejecución de este flujo de trabajo, por lo que muchas decisiones críticas de diseño se toman en función de esta variable (por ejemplo el tamaño de un panel prefabricado, que debe ser compatible con la capacidad del vehículo de transporte pesado disponible en un lugar específico).

Con respecto a la rehabilitación de los conjuntos de bloques CORVI en Santiago, cabe destacar que se encuentran



inoltre i rischi e gli imprevisti legati alle condizioni atmosferiche e ambientali. Le uniche operazioni che devono necessariamente avvenire "on-site" sono l'allestimento del cantiere,^[3] i lavori di allacciamento alle reti e le opere di urbanizzazione, oltre ovviamente al montaggio dei componenti prefabbricati, più o meno rapido a seconda del livello di prefabbricazione del sistema adottato, ma in ogni caso molto più veloce rispetto ai tempi di un cantiere tradizionale.

Un aspetto fondamentale legato alla gestione del tempo è quello relativo alla logistica, ovvero la pianificazione e il coordinamento delle diverse fasi del processo edilizio. Il trasporto dei componenti prefabbricati dalla fabbrica al sito, nel caso si scelga di utilizzare un processo industriale per la produzione de tali componenti, gioca un ruolo chiave nell'esecuzione del flusso di lavoro, pertanto molte scelte progettuali critiche vengono effettuate in funzione di questa variabile (ad esempio le dimensioni dei pannelli prefabbricati nel caso di un sistema basato su elementi prefabbricati piani, che devono essere compatibili con i mezzi di trasporto pesante disponibili e con l'infrastruttura stradale presente in una determinata località). Per quanto riguarda la riabilitazione dei complessi di blocchi CORVI a Santiago, va

todos en proximidad de la avenida Américo Vespucio, una vía de tamaño importante que recorre la ciudad en forma de anillo. Esto representa un punto a favor en cuanto a la industrialización, ya que permitiría ubicar la fábrica en cualquier lugar de la ciudad y transportar los componentes directamente al sitio del proyecto de manera rápida y eficiente.

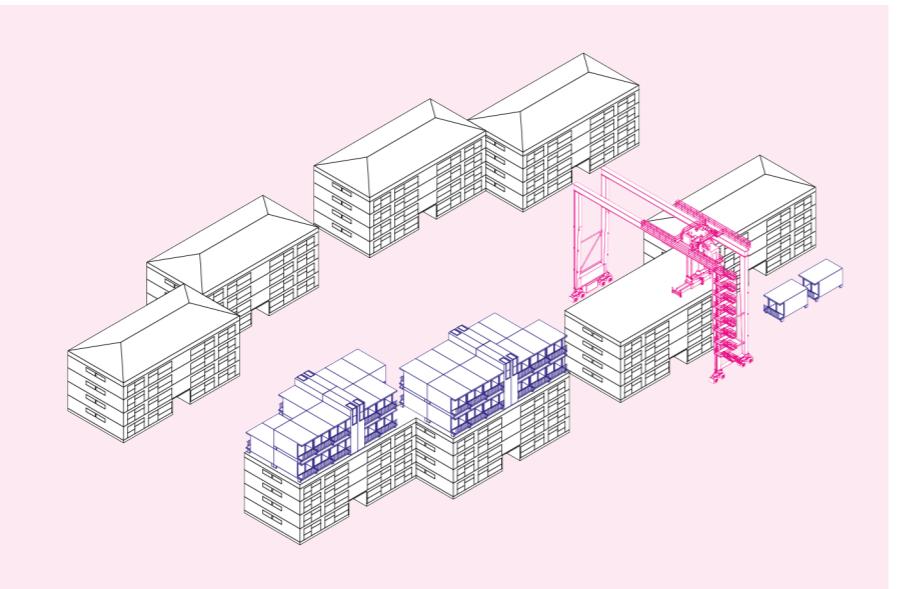
Reducción del impacto

Una solución constructiva prefabricada puede reducir el impacto de la intervención desde el punto de vista humano y ambiental.

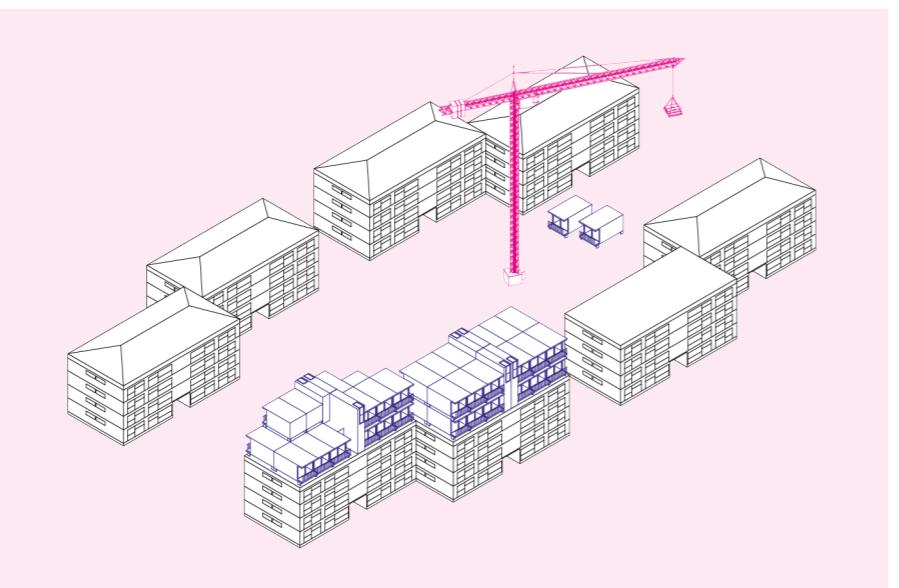
La mayor velocidad de construcción (o de ensamblaje de los componentes) en el sitio mismo de la obra determina una reducción considerable del estrés y malestar que afecta al usuario del edificio existente, “evitando la necesidad de que éste abandone su vivienda mientras se lleva a cabo la intervención”.^[4] Esto implica un considerable ahorro económico y una importante simplificación organizativa (eliminando la necesidad de buscar una solución de vivienda temporal para los residentes durante las obras), factores que influyen positivamente en la viabilidad de la intervención de retrofit.

A nivel de impacto ambiental, es necesario señalar que existen diferencias sustanciales en función del sistema utilizado. De hecho, dependiendo del material elegido y de cómo se organiza el proceso de construcción, pueden cambiar enormemente la huella de carbono asociada a la obra grue-

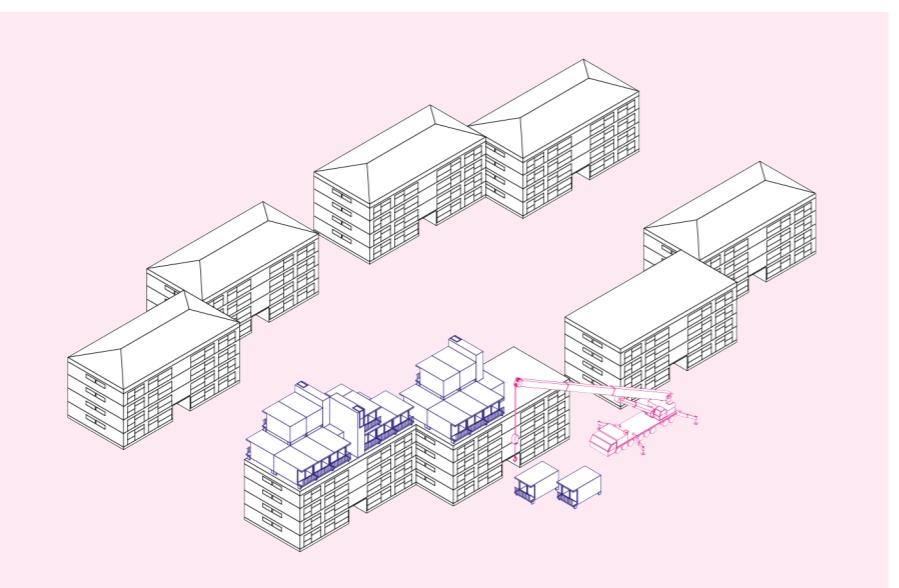
Ejemplo teórico de gestión del proceso constructivo para la extensión de bloques de vivienda en altura CORVI 1020.



uso de una grúa pórtico



uso de una grúa torre



uso de una grúa telescopica

Fuente: elaboración propia

notato che si trovano tutti in prossimità del tracciato dell'autostrada Américo Vespucio, la grande tangenziale a forma di anello che attraversa la città nella sua interezza. Ciò rappresenta un punto a favore per quanto concerne l'impiego di sistemi industrializzati, poiché consente di collocare lo stabilimento industriale produttivo in qualsiasi punto della città e di trasportare i componenti direttamente sul sito del progetto in modo rapido ed efficiente.

Riduzione dell'impatto

Una soluzione costruttiva prefabbricata può ridurre l'impatto dell'intervento dal punto di vista sociale, economico ed ambientale.

La maggior velocità di costruzione (o di montaggio dei componenti) nel cantiere determina una notevole riduzione dei disagi che gravano sugli utilizzatori dell'edificio esistente, "risparmiando loro l'obbligo di dover lasciare la propria abitazione durante il tempo necessario per effettuare l'intervento".^[4] Ciò comporta un risparmio economico e una notevole semplificazione organizzativa (dal momento che si elimina la necessità di ricercare una soluzione abitativa temporanea per i residenti durante i lavori), fattori che influenzano positivamente la fattibilità dell'intervento di riqualificazione.

A livello di impatto ambientale, è necessario sottolineare che esistono differenze sostanziali a seconda del sistema utilizzato. Infatti, in base al materiale scelto e al modo in cui è organizzato il processo di costruzione, la carbon footprint associata alla realizzazione dell'intervento e le conseguenze dirette sul contesto che circonda il progetto possono cambiare enormemente (un esempio è quello degli alberi: i macchinari impiegati per l'assemblaggio di elementi prefabbrica-

sa de la intervención y las consecuencias directas sobre el contexto que rodea el proyecto (por ejemplo los árboles).

Muchos conjuntos de bloques CORVI se caracterizan por una disposición espacial que sigue estrictos principios geométricos. Esto implica que en algunos casos sea posible utilizar maquinaria que permita industrializar completamente la fase de montaje, como por ejemplo la grúa pórtico. Sin embargo, no todas las soluciones son equivalentes en cuanto al respeto del entorno natural, razón por la cual algunas tecnologías solo se recomiendan cuando se construye desde cero en un contexto de tabula rasa. La elección del mejor método de construcción debe hacerse buscando el punto de equilibrio entre la velocidad de ejecución y la protección del ambiente.

Reducción del costo

Uno de los aspectos más importantes a la hora de elegir un sistema constructivo es sin duda su impacto económico. La implementación de procesos industriales en la construcción, cuando se dan todas las condiciones necesarias, implica numerosos beneficios que tienen importantes consecuencias en el costo final de la intervención, porque "La industrialización no puede existir si no es económicamente viable".^[5]

En primer lugar se reduce el coste de la mano de obra, en parte porque "la construcción tanto de viviendas industriales como de viviendas prefabricadas requiere un menor número de trabajadores"^[6] comparados con los necesarios para construir los mismos edificios con métodos tradicionales, y en parte porque se necesita menos mano de obra especializada, como los carpinteros, permitiendo bajar los salarios.

También es menor el costo de los insumos, ya que la producción en serie permite alcanzar una mayor escala de producción y de consecuencia reducir el precio de los materiales, que pueden ser adquiridos en grandes cantidades y de forma directa. Además, la racionalización del diseño (siempre presente en la construcción industrializada) im-

ti di grandi dimensioni non permettono di conservare la flora esistente sul sito)

Molti raggruppamenti di blocchi CORVI sono caratterizzati da una disposizione spaziale che segue rigorosi principi geometrici. Questo implica che in alcuni casi è possibile utilizzare macchinari che consentono di industrializzare completamente la fase di montaggio, come le gru a ponte. Tuttavia, non tutte le soluzioni sono equivalenti quando si tratta di rispettare le condizioni ambientali del sito, motivo per cui alcune tecnologie sono consigliate solo quando si costruisce da zero in un contesto di tabula rasa. La scelta del miglior metodo costruttivo va operata cercando il punto di equilibrio tra la velocità di esecuzione e la salvaguardia dell'ambiente.

Riduzione dei costi

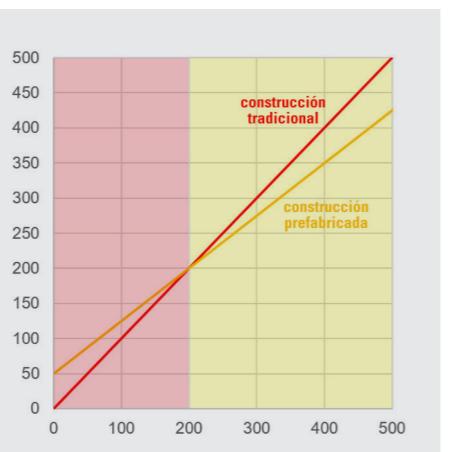
Uno degli aspetti più importanti nella scelta di un sistema costruttivo è senza dubbio il suo impatto sui costi dell'operazione immobiliare. L'implementazione di processi industriali in edilizia, quando tutte le condizioni necessarie sono soddisfatte, comporta numerosi benefici che hanno importanti conseguenze sul costo finale dell'intervento, perché partono dal presupposto che "l'industrializzazione non può esistere se non è economicamente sostenibile".^[5]

In primo luogo si riduce il costo della manodopera, in parte perché "la costruzione di edifici sia industrializzati che prefabbricati richiede meno lavoratori"^[6] rispetto a quelli necessari per costruire gli stessi edifici con metodi tradizionali, e in parte perché è necessaria meno manodopera altamente specializzata, come ad esempio i carpentieri, e quindi i salari sono solitamente più bassi.

CONSTRUCCIÓN CON MÉTODOS TRADICIONALES			
unidades	gasto inicial	gasto unidad	gasto total
1	0	1	1
10			10
100			100
1000			1000
10000			10000

CONSTRUCCIÓN CON MÉTODOS PREFABRICADOS			
unidades	gasto inicial	gasto unidad	gasto total
1	50	0,75	50,75
10			57,5
100			125
1000			800
10000			7550

A1



A2

REDUCCIÓN DEL COSTO

Eje x: cantidad unidades
Eje y: gasto total

El gráfico sirve para demostrar que la construcción prefabricada es más conveniente que la construcción tradicional solo cuando se aplica a un número considerable de intervenciones.

A diferencia del proceso tradicional, la prefabricación tiene un costo inicial considerable (por ejemplo, 50 veces el costo de construcción de una unidad utilizando métodos tradicionales), pero también un costo unitario menor (por ejemplo, 75% del costo de construcción de una unidad utilizando métodos tradicionales).

Esto significa que hay un punto (un cierto número de unidades, por ejemplo 200) antes del cual la construcción prefabricada es más cara que la construcción tradicional y después del cual se vuelve más rentable.

Anche il costo delle forniture è inferiore, poiché la produzione in serie rende possibili volumi di produzione molto maggiori e di conseguenza di ridurre il prezzo dei materiali, che possono essere acquistati in grandi quantità e in forma diretta, senza intermediari. Inoltre, la razionalizzazione della progettazione (sempre presente nell'edilizia industrializzata) implica un uso più efficiente delle risorse e una riduzione degli sprechi di materiale, che si traduce in un notevole risparmio (soprattutto in relazione agli interventi su grande scala) in termini monetari ed energetici.

Infine, un aspetto a volte trascurato è la riduzione dei costi di finanziamento, poiché ogni intervento di dimensioni tali da giustificare l'adozione di un sistema prefabbricato o industrializzato richiede l'impiego di capitali da prestito. Tempi di costruzione ridotti si traducono in una minore incidenza dei tassi di interesse passivi.

I blocchi CORVI hanno tutte le caratteristiche necessarie per rendere fattibile economicamente un intervento di retrofit effettuato utilizzando processi produttivi industriali. Sono tutti uguali, presentano un orientamento simile e hanno le stesse dimensioni, il che evita il problema di progettare soluzioni specifiche per rispondere alle differenze in termini di comportamento termico dei singoli appartamenti, e anche di scalare le tecnologie utilizzate e il progetto alla totalità della città di Santiago^[7] (ed eventualmente a tutto il Cile, poiché i blocchi hanno le stesse caratteristiche tecniche da Arica a Punta Arenas). L'applicazione di massa del sistema a tutti i raggruppamenti con caratteristiche analoghe (solo a Santiago i blocchi 1010 e 1020 sono circa 1143 unità, tutte costruite

plica un uso más eficiente de los recursos y permite reducir los desperdicios de materiales, lo cual se traduce en un ahorro considerable (especialmente en relación con las intervenciones de mayor escala) en términos monetarios, energéticos y ambientales.

Finalmente, un aspecto que a veces se pasa por alto es la reducción de los costos de financiamiento, puesto que cada intervención de una dimensión tal que justifique la adopción de un sistema prefabricado o industrializado requiere de algún tipo de crédito. La reducción de los tiempos de construcción resulta en un menor gasto de interés.

Los bloques CORVI tienen todas las características necesarias para que una intervención de retrofit masiva llevada a cabo utilizando procesos de producción industriales sea económicamente viable. Son todos iguales, tienen orientaciones muy parecidas y respetan las mismas dimensiones, lo que permite ahorrarse el problema de diseñar soluciones específicas para responder a las diferencias en términos de comportamiento térmico de los edificios, e incluso de escalar las tecnologías^[7] utilizadas y el proyecto a toda la ciudad de Santiago (y eventualmente a todo Chile, ya que los bloques tienen las mismas características técnicas de Arica a Punta Arenas). La aplicación masiva del sistema a todos los conjuntos con características análogas (solo en Santiago los colectivos 1010 y 1020 son unas 1143 unidades, y todos comparten los mismos dos diseños) permite amortizar la inversión inicial, necesaria para la compra de maquinaria y la planificación del complejo sistema de producción.

La construcción industrializada tiene ventajas económicas sobre la tradicional solo cuando se aplica a gran escala, de modo que los ahorros generados por el sistema constructivo superen el costo preliminar.

Aumento de la calidad constructiva

Los sistemas industrializados pretenden subvertir el binomio "mayor calidad = mayor costo", tradicionalmente presente en el mundo de la construcción; gracias a la fabricación masiva, de hecho, es posible obtener un producto

utilizzando gli stessi due progetti) consente di ammortizzare l'investimento iniziale, necessario per l'acquisto dei macchinari e la pianificazione del complesso sistema produttivo.

L'edilizia industrializzata presenta vantaggi economici rispetto all'edilizia tradizionale solo quando viene applicata su grande scala, in modo che i risparmi generati dal sistema costruttivo superino i costi preliminari.

Aumento della qualità costruttiva

I sistemi industrializzati mirano a sovvertire il binomio "maggior qualità = maggior costo", tradizionalmente presente nel mondo delle costruzioni; grazie alla produzione in serie, infatti, è possibile ottenere un prodotto finale con un costo inferiore e una qualità costruttiva superiore, perché "i processi di controllo della qualità nella costruzione prefabbricata sono più economici rispetto ai metodi di costruzione tradizionali, poiché sono centralizzati e applicati su unità prodotte in serie".^[8]

Questo aumento della qualità costruttiva è particolarmente visibile nelle finiture che, grazie alle minori tolleranze messe dal processo produttivo industriale (necessarie affinchè i diversi componenti del sistema prefabbricato siano compatibili tra loro) sono generalmente molto migliori di quelle che offre la costruzione tradizionale per un costo comparabile.

Il maggiore controllo del processo produttivo, le ridotte tolleranze e la maggiore importanza attribuita alla progettazione dei singoli elementi contribuiscono anche al miglioramento della "performace" dell'edificio, soprattutto in termini di prestazioni termiche ed energetiche. Gli elementi dell'involucro sono progettati sulla base

final con un costo menor y una calidad constructiva superior, porque "los procesos de control de calidad en la construcción prefabricada son más baratos que en los métodos de construcción tradicionales, ya que son centralizados y sobre unidades seriadas".^[8]

Este aumento de la calidad constructiva es especialmente visible en las terminaciones, que gracias a las menores tolerancias que permite el proceso de producción industrial (necesarias para que los diferentes componentes del sistema prefabricado sean compatibles entre sí) son generalmente mucho mejores que las que ofrece la construcción tradicional por un costo comparable.

El mayor control del proceso productivo, las tolerancias reducidas y la mayor importancia del diseño de los elementos individuales también contribuyen activamente al aumento de la performance del edificio, sobre todo en términos de rendimiento térmico y energético. Los elementos de la envolvente están proyectados en función del confort térmico requerido, incorporando las capas de aislamiento necesarias y permitiendo realizar simulaciones de su comportamiento mucho más precisas que las que se pueden hacer en un edificio tradicional. Las tolerancias mínimas y la atención prestada a la conexión de los elementos ayudan a pensar en soluciones para resolver los problemas asociados al aislamiento, como los puentes térmicos.

Flexibilidad, dinamicidad y variabilidad funcional

Una de las críticas que se hacen con frecuencia a los sistemas prefabricados es que son inflexibles, es decir no permiten modificaciones del proyecto. Sin embargo, aunque es innegable que "en la medida que exista un mayor número de componentes prefabricados en la construcción de una vivienda [...] se hace más necesario realizar un trabajo de planificación a priori con mucho mayor detalle y acuciosidad técnica, de manera que en la etapa de prefabricación queden bien definidos todos los detalles" porque "si existen detalles que quedan mal definidos en el trabajo de planificación previo, ello tendrá consecuencias negativas fabricación de la vivienda industrializada que serán difíciles de enfrentar posteriormente en la etapa de construcción

dei requisiti di comfort termo-igrometrico richiesti, incorporando gli strati isolanti necessari e consentendo simulazioni del loro comportamento molto più precise rispetto a quelle che possono essere eseguite su un edificio tradizionale. Le tolleranze minime e l'attenzione dedicata alle connessioni tra i diversi elementi contribuiscono attivamente a pensare con maggior cura alle soluzioni ed ai dettagli per risolvere i problemi legati all'isolamento, come i ponti termici.

Flessibilità, dinamica, variabilità funzionale

Una delle critiche che vengono rivolte con maggior frequenza ai sistemi prefabbricati è che sono poco flessibili, cioè non consentono modifiche al progetto. Tuttavia, sebbene sia innegabile che "nella misura in cui vi è un maggior numero di componenti prefabbricati nella costruzione di un edificio [...] diventa sempre più necessario compiere lo sforzo progettuale a priori con maggior dettaglio e accuratezza tecnica, in modo che in fase di prefabbricazione tutti i particolari siano ben definiti" perché "se ci sono dettagli poco approfonditi nelle fasi iniziali della progettazione, ciò avrà conseguenze negative per la realizzazione degli edifici industrializzati che saranno difficili da affrontare successivamente nella fase di costruzione",^[9] non è corretto dire che non esistono sistemi prefabbricati in grado di adattarsi ai cambiamenti. Infatti, se progettato in funzione dell'adattabilità, un edificio realizzato con componenti non specifici può permettere la crescita, il cambio di destinazione d'uso e l'aggiornamento tecnico in modo molto più semplice e immediato rispetto a una costruzione tradizionale.

Lo stesso sistema prefabbricato può essere

o instalación",^[9] es incorrecto decir que no existen sistemas prefabricados capaces de adaptarse a los cambios. De hecho, si se diseña tomando en cuenta la capacidad de adaptación, un proyecto realizado con componentes no específicos puede permitir el crecimiento, el cambio de uso y la actualización de una manera mucho más sencilla e inmediata que una construcción tradicional.

Un mismo sistema prefabricado puede servir para la realización de edificios nuevos y al mismo tiempo para la extensión (por arriba y por los lados) y el retrofit de una preexistencias. Esto se permite dentro de los límites del módulo, que constituye el único límite real a la libertad compositiva y a las modificaciones posteriores, y es necesario para garantizar la repetición de elementos y su consecuente producción en masa.

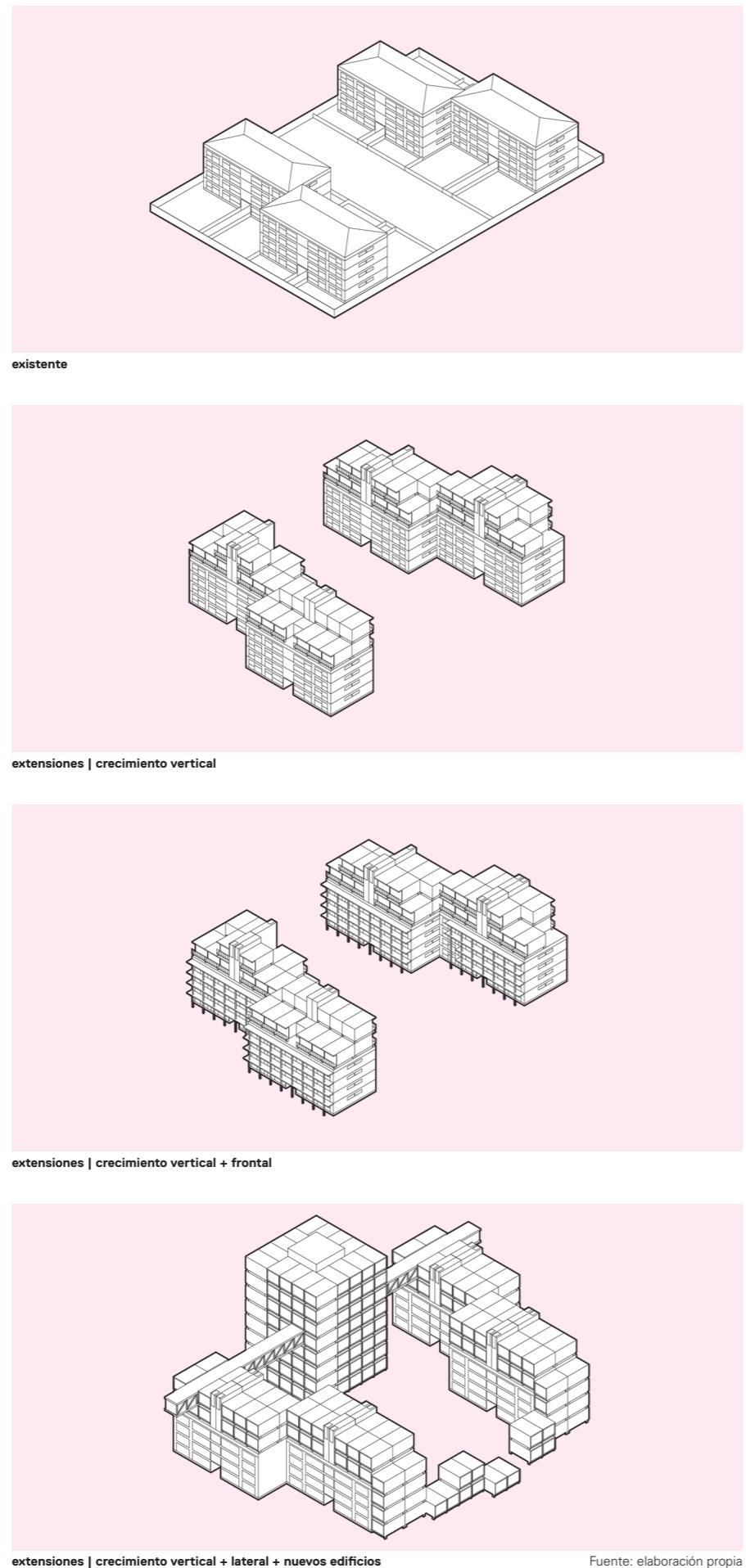
Una solución constructiva prefabricada puede decirse flexible cuando permite el cambio de uso de los componentes o módulos individuales, diseñados para acomodar diferentes funciones, o cuando tiene las características de un "sistema abierto"; en este caso, los elementos individuales que componen el sistema no están ligados a un rol específico y pueden ser utilizados -con las adaptaciones necesarias- en diferentes proyectos o en posteriores ampliaciones del edificio inicial.

La capacidad de crecimiento (o de evolución) de una estructura prefabricada no es sinónimo de menor desarrollo tecnológico (o de un nivel de prefabricación más bajo), sino que de la implementación en fase de desarrollo de la propuesta de ciertas medidas técnicas que permiten desarmar y montar los componentes de forma sencilla y económica.^[10] Sistemas que utilizan conexiones secas (típicas de las estructuras de acero o madera) son más adecuados cuando se busca una solución flexible y dinámica, ya que generalmente son reversibles y no específicas.^[11]

Re-uso de las estructuras temporales

Aunque la fase de construcción (o, más precisamente, de montaje) de un edificio prefabricado es mucho más corta

Ejemplo teórico de aplicación de diferentes propuestas de extensión de bloques de vivienda en altura CORVI 1020 a través del mismo sistema prefabricado.



Fuente: elaboración propia

utilizzato per la realizzazione di nuovi edifici e contemporaneamente per l'ampliamento (in alto e ai lati) ed il retrofit di quelli preesistenti. Ciò è consentito entro i limiti del modulo, che è l'unico vero ostacolo alla libertà compositiva e alle successive modifiche che l'edificio è in grado di sostenere, ed è sempre necessario per garantire la ripetitività degli elementi e la loro conseguente produttività in serie.

Una soluzione costruttiva prefabbricata si può dire flessibile quando consente il cambio d'uso dei singoli componenti o moduli individuali, pensati sin dal principio per accogliere diverse funzioni, oppure quando ha le caratteristiche di un "sistema aperto". In questo caso i singoli elementi che compongono il sistema non sono legati ad un ruolo specifico (monofunzionali) e possono essere utilizzati -con i necessari adeguamenti- in progetti diversi o in successivi ampliamenti dell'edificio iniziale.

La capacità di crescita (o di evoluzione) di una struttura prefabbricata non è sinonimo di minor sviluppo tecnologico (o di un minor livello di prefabbricazione), ma dell'implementazione in fase di progetto di alcuni accorgimenti tecnici che consentano lo smontaggio e il montaggio delle componenti in modo semplice ed economico.^[10] I sistemi che utilizzano connessioni a secco (tipicamente riscontrabili nelle strutture in acciaio o in legno) sono più indicati quando si cerca una soluzione flessibile e dinamica, poiché sono generalmente reversibili e aspecifici.^[11]

Riutilizzo di strutture temporanee

Sebbene la fase di costruzione (o, più preci-

que la de un edificio tradicional, siempre son necesarias estructuras provisorias que permitan la gestión logística de los elementos constructivos (o su producción, en el caso de sistemas prefabricados "a pie de obra").

Generalmente se construye un galpón cerca del sitio de construcción para almacenar los componentes que llegan desde la industria. Esto es necesario para garantizar un suministro constante de piezas a la obra, ya que el ritmo de producción de la fábrica no coincide con el de la edificación. De esta forma es posible organizar el transporte de los elementos de una forma mucho más eficiente, optimizando la gestión del espacio disponible en los camiones y minimizando el número de viajes necesarios.^[12]

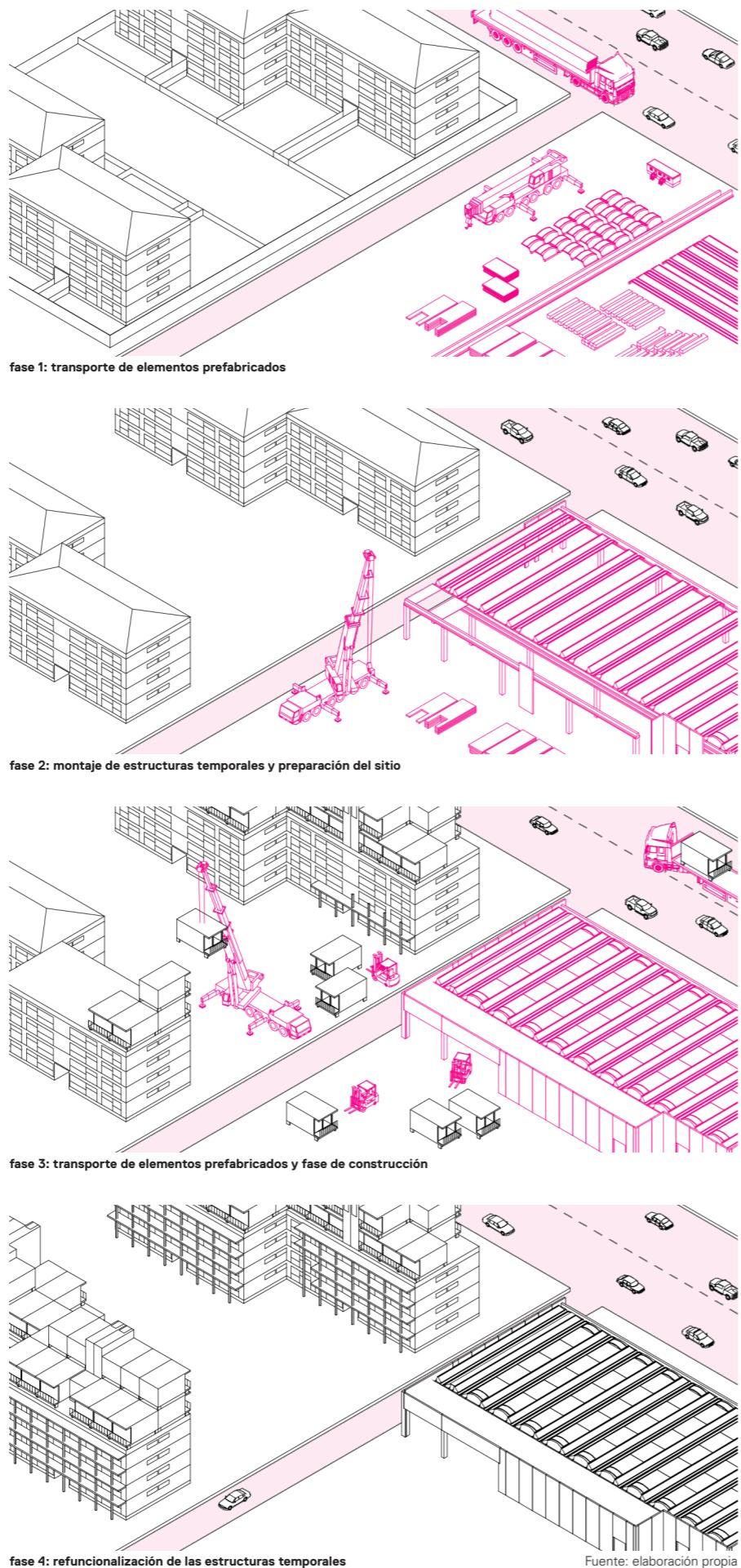
Estos grandes edificios temporales pueden a su vez construirse utilizando técnicas de producción industrial, e incluso emplear el mismo sistema prefabricado diseñado para la intervención principal. Una vez finalizada su función se pueden desmontar o reutilizar, convirtiéndose por ejemplo en espacios comunitarios, supermercados o silos de estacionamiento.

Capacidad de actualización de las instalaciones

Muchos sistemas prefabricados cuentan con un elemento que contiene en su interior la mayoría de las instalaciones, comúnmente llamado "unidad de servicio" o "módulo sanitario", que puede llegar al sitio completamente ensamblado, simplificando enormemente la construcción del edificio.

Una de las ventajas de esta solución es la posibilidad de actualizar o reemplazar de forma rápida y económica todos los sistemas y las instalaciones (zonas húmedas, redes eléctricas, etc.) cuando empiezan a ser antiguos y se vuelven inadecuados para las necesidades de los usuarios. La obsolescencia de los diferentes sistemas que componen un edificio, de hecho, no se manifiesta en el mismo período de tiempo: la estructura del edificio generalmente tiene una duración mucho mayor que sus equipamientos, pero no se adoptan soluciones que faciliten la sustitución de las piezas

Ejemplo teórico de gestión de las diferentes fases del proceso constructivo para la extensión de bloques de vivienda en altura CORVI 1020.



samente, la fase di montaggio) di un edificio prefabbricato sia molto più breve di quella di un edificio tradizionale, sono sempre necessarie strutture provvisorie per consentire la gestione logistica degli elementi costruttivi (o la loro produzione, nel caso di sistemi prefabbricati prodotti a pié d'opera).

Di solito viene costruito un magazzino vicino al cantiere per immagazzinare i componenti che arrivano dagli stabilimenti industriali. Ciò è necessario per garantire una fornitura costante di parti al cantiere, poiché la velocità di produzione della fabbrica non coincide con quella dell'edificio. In questo modo è possibile organizzare il trasporto degli elementi in modo molto più efficiente, ottimizzando la gestione dello spazio disponibile nei camion e riducendo al minimo il numero di viaggi richiesti.^[12]

Questi grandi edifici temporanei possono a loro volta essere realizzati con tecniche di produzione industriale, e anche utilizzare lo stesso sistema prefabbricato progettato per l'intervento principale. Una volta esaurita la loro funzione, possono essere smontati o riutilizzati, diventando, ad esempio, spazi comunitari, supermercati o silos di parcheggi.

Aggiornabilità degli impianti

Molti sistemi prefabbricati hanno un elemento che racchiude la maggior parte degli impianti, comunemente chiamato "unità di servizio" o "modulo sanitario," che può arrivare in cantiere completamente assemblato, semplificando notevolmente la costruzione dell'edificio.

Uno dei vantaggi di questa soluzione è la possibilità di aggiornare o sostituire in modo rapido ed economico tutti i principali

más sujetas al desgaste.

Es el caso de los bloques CORVI, los cuales fueron construidos en un período histórico en el que la construcción de vivienda subsidiada por el estado cumplió con estándares estructurales muy altos, que hacen que la estructura siga en excelentes condiciones después de más de 50 años, mientras que las instalaciones están severamente deterioradas y contribuyen a empeorar significativamente la calidad de vida de los habitantes, además de conllevar un coste considerable (por ejemplo en los gastos comunes del condominio).

Fin de vida

El fin de la vida útil de un edificio es un factor que no debe olvidarse, especialmente desde una perspectiva de sostenibilidad. El análisis de ciclo de vida -ACV- (Life Cycle Assessment -LCA- en inglés) permite evaluar el impacto ambiental de un producto durante todas las etapas de su existencia, y le da mucha importancia a aspectos como la reutilización, el reciclaje, la valorización y la eliminación/disposición de los residuos/desechos.

Los edificios fabricados con el uso de elementos prefabricados, especialmente cuando se trata de sistemas ligeros o en cualquier caso que ocupan conexiones "secas", son mucho más fáciles de demoler (o mejor dicho desarmar) que los tradicionales, y permiten recuperar la mayoría de los materiales de los que están fabricados o, en el peor de los casos, reciclarlos de forma mucho más eficiente y eficaz. Esto contribuye a la mejora de la huella ambiental del proyecto, que siempre debe tenerse en cuenta al elegir qué solución adoptar.

El sector de la construcción es responsable de una parte considerable de las emisiones contaminantes a nivel mundial, y aunque pueda parecer contradictorio, la adopción de un enfoque industrial para la construcción de vivienda podría ayudar a mejorar la situación, porque el impacto ambiental de la edificación se debe en gran parte a su muy baja eficiencia.

impianti (zone "umide" reti elettriche, ecc.) quando iniziano ad invecchiare e diventano inadatti alle esigenze degli utenti. L'obsolescenza degli impianti che compongono un edificio, infatti, non si manifesta nel medesimo istante: la struttura dell'edificio dura generalmente molto più a lungo dei suoi impianti, ma non si adottano quasi mai soluzioni che facilitino la sostituzione delle parti più soggette a usura per allungare la vita utile degli edifici.

È il caso dei blocchi CORVI, che vennero realizzati in un periodo storico in cui la costruzione di alloggi sovvenzionati dallo Stato rispettava standard strutturali molto elevati,

il che significa che lo "scheletro" di questi edifici è ancora oggi in ottime condizioni dopo oltre 50 anni, mentre gli impianti sono gravemente deteriorati e contribuiscono a peggiorare notevolmente la qualità della vita degli abitanti, oltre ad essere responsabili di una serie non indifferente di costi (ad esempio relativi alle spese comuni del condominio).

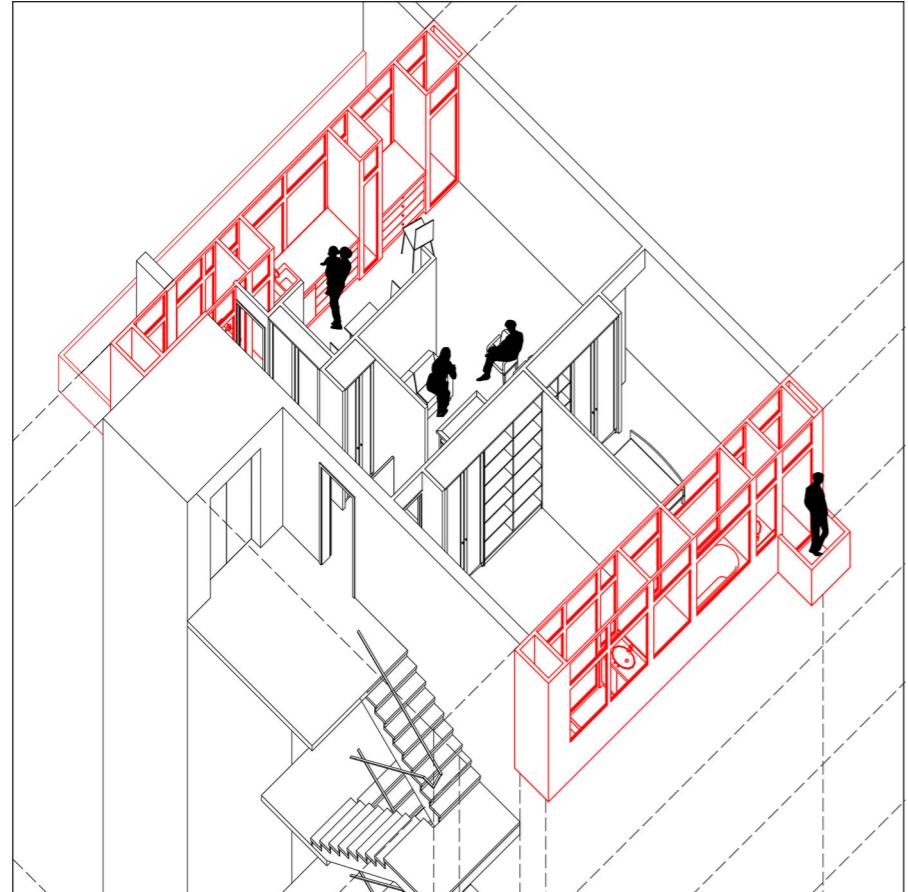
Fine vita

La fine della vita utile di un edificio è un fattore da non dimenticare, soprattutto in un'ottica di sostenibilità. L'analisi del ciclo

di vita (Life Cycle Assessment -LCA- in inglese) permette di valutare l'impatto ambientale di un prodotto durante tutte le fasi della sua esistenza, e dà grande importanza ad aspetti quali il riutilizzo, il riciclaggio, il recupero e l'eliminazione/smaltimento di residui/rifiuti.

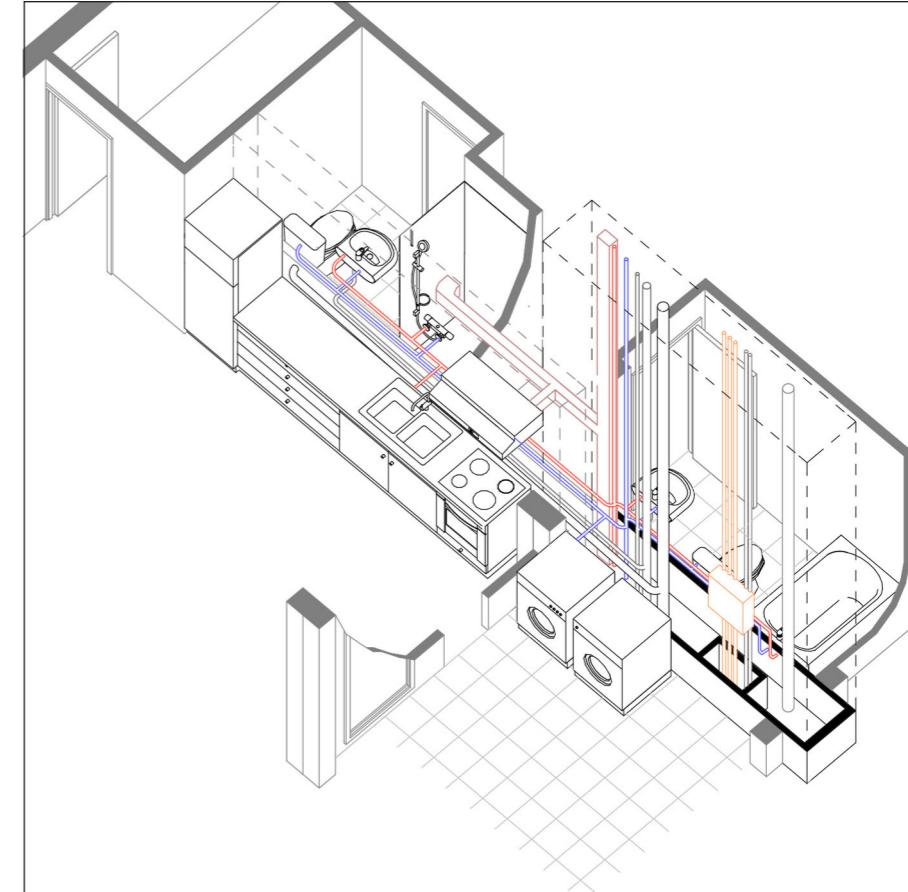
Gli edifici realizzati con l'utilizzo di elementi prefabbricati, specie quando si tratta di sistemi leggeri o comunque che si basano su elementi di giunzione "a secco", sono molto più facili da demolire (o meglio smontare) rispetto a quelli costruiti con tecniche tradizionali, e consentono il recupero della mag-

gior parte degli elementi che li compongono o, nel peggior dei casi, di riciclarli in modo molto più efficiente ed efficace. Ciò contribuisce al miglioramento dell'impronta ecologica del progetto, che deve essere sempre presa in considerazione nella scelta della soluzione da adottare. Il settore delle costruzioni è responsabile di una parte considerevole delle emissioni inquinanti a livello mondiale e, sebbene possa sembrare contraddittorio, l'adozione di un approccio industriale applicato al settore abitativo potrebbe aiutare a migliorare la situazione, perché l'impatto ambientale dell'edilizia è in gran parte dovuto alla sua bassa efficienza.



axonometria del "Domus Demain" de Yves Lion (1984)

Fuente: Karin Westermeyer Doppelmann (2017)



detalle del sistema de instalaciones ligadas a la envolvente

Fuente: Karin Westermeyer Doppelmann (2017)

Retrofit industrializzato

Per quanto riguarda il retrofit di edifici preesistenti, non ci sono molti esempi in letteratura di utilizzo di sistemi prefabbricati. Ciò non significa però che non siano adeguati, ma piuttosto che è molto difficile che un intervento sul costruito abbia tutte le caratteristiche necessarie affinché l'adozione di una soluzione di questo tipo sia praticabile. La trasformazione degli edifici, infatti, è generalmente un'operazione di tipo puntuale eseguita su singoli edifici o raggruppamenti di dimensioni contenute, che non giustificano l'impiego di tecniche avanzate di prefabbricazione.

I blocchi CORVI non solo soddisfano tutti i requisiti, ma a causa dell'enorme importanza che rivestono nella città di Santiago e delle loro caratteristiche progettuali,^[13] costituiscono un'opportunità perfetta per proporre l'applicazione su larga scala di un sistema prefabbricato per la ristrutturazione di complessi di edilizia residenziale pubblica multipiano.

In conclusione, la prefabbricazione può essere applicata alla riabilitazione e rappresenta un approccio che apporta numerosi benefici, purché siano soddisfatte le condizioni necessarie per l'impiego di questa tecnica costruttiva. In particolare, "risulta di particolare importanza il fatto di ridurre i tempi di cantiere, poiché trattandosi di riabilitazione di edifici esistenti e attualmente abitati, risulta ideale intervenire nel più breve tempo possibile"^[14] per ridurre al minimo lo stress sugli utenti e raggiungere l'obiettivo principale di questo tipo di operazione immobiliare, che è il miglioramento della qualità della vita degli abitanti.

Rehabilitación industrializada

En cuanto al retrofitting de edificios preexistentes, no hay muchos ejemplos en la literatura de uso de sistemas prefabricados. Sin embargo, eso no significa que no sean adecuados, sino que es muy difícil que una intervención sobre lo construido tenga todas las características necesarias para que la adopción de una solución de este tipo sea viable. La transformación de la vivienda, de hecho, en general se lleva a cabo en casos puntuales o en conjuntos de edificios de tamaño limitado.

Los colectivos CORVI no solo cumplen con todos los requisitos, sino que, debido a la enorme importancia que tienen en la ciudad de Santiago y a sus propias peculiaridades de diseño,^[13] constituyen una oportunidad perfecta para proponer una aplicación a gran escala de un sistema prefabricado para el reacondicionamiento de edificios de vivienda social en altura.

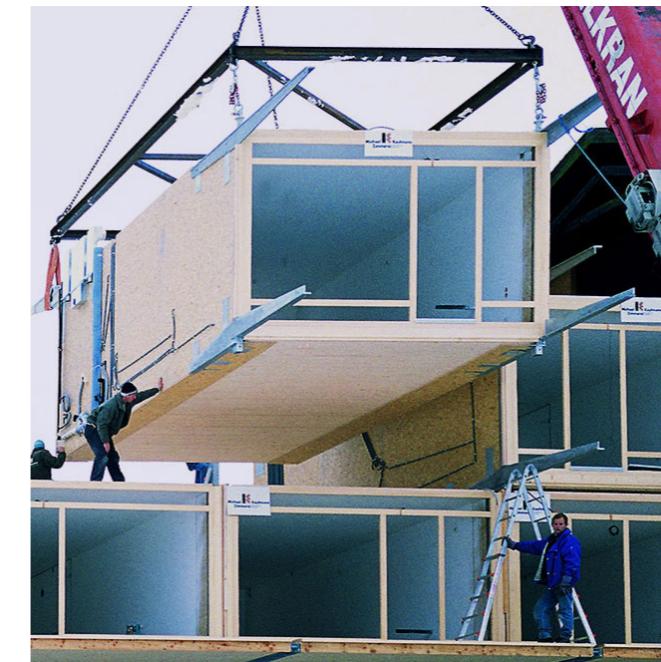
En conclusión, la prefabricación puede ser aplicada a la rehabilitación y representa una aproximación que trae numerosos beneficios, siempre que se den las condiciones necesarias para el uso de esta lógica constructiva. En particular "el hecho de disminuir los tiempos en obra es de especial importancia, ya que al ser la rehabilitación de un edificio existente y habitado actualmente, sería ideal intervenir en el menor tiempo posible"^[14] para minimizar el estrés de los usuarios y lograr el objetivo principal de la operación de transformación, que es la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

REHABILITACIÓN INDUSTRIALIZADA

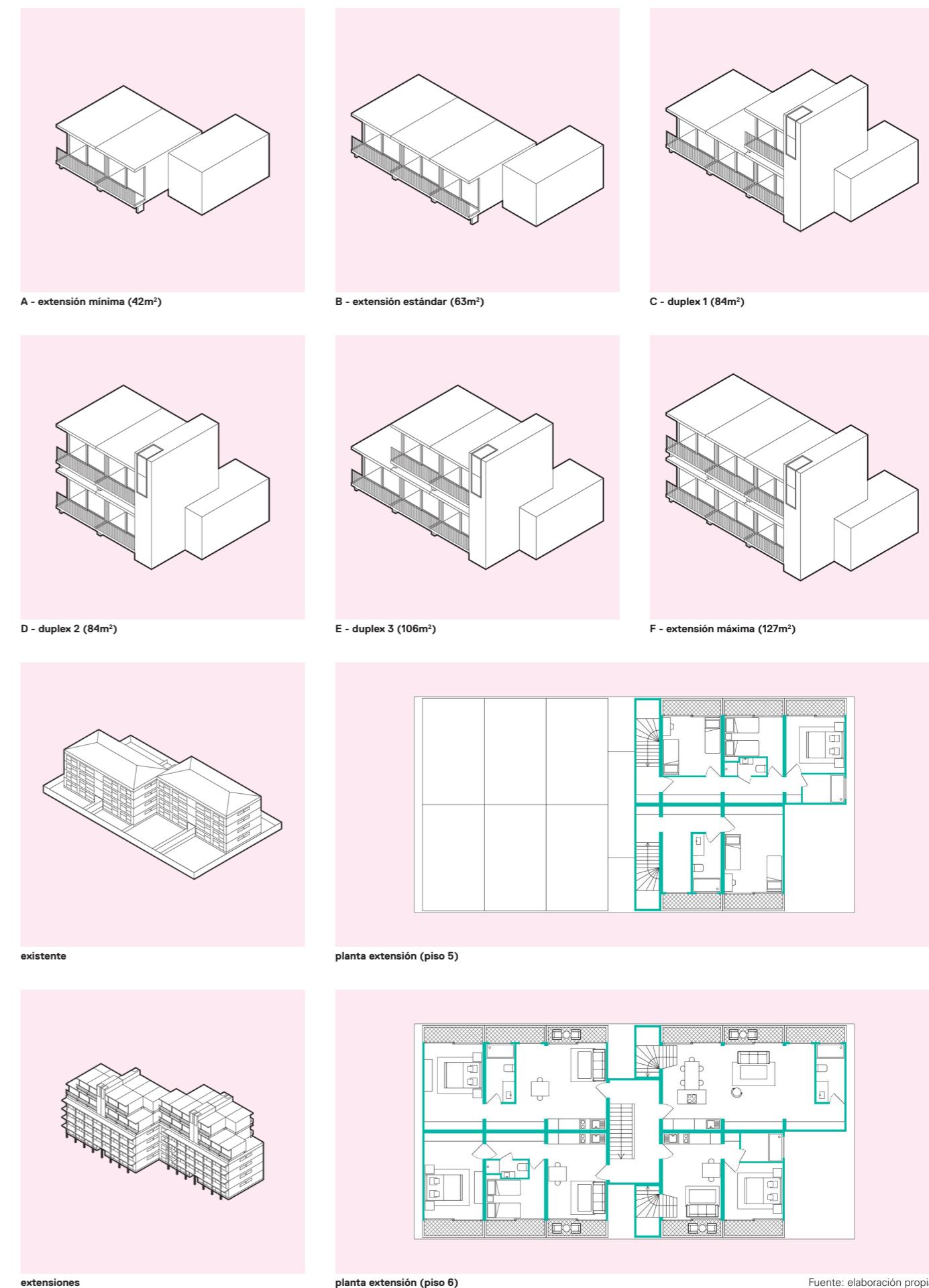
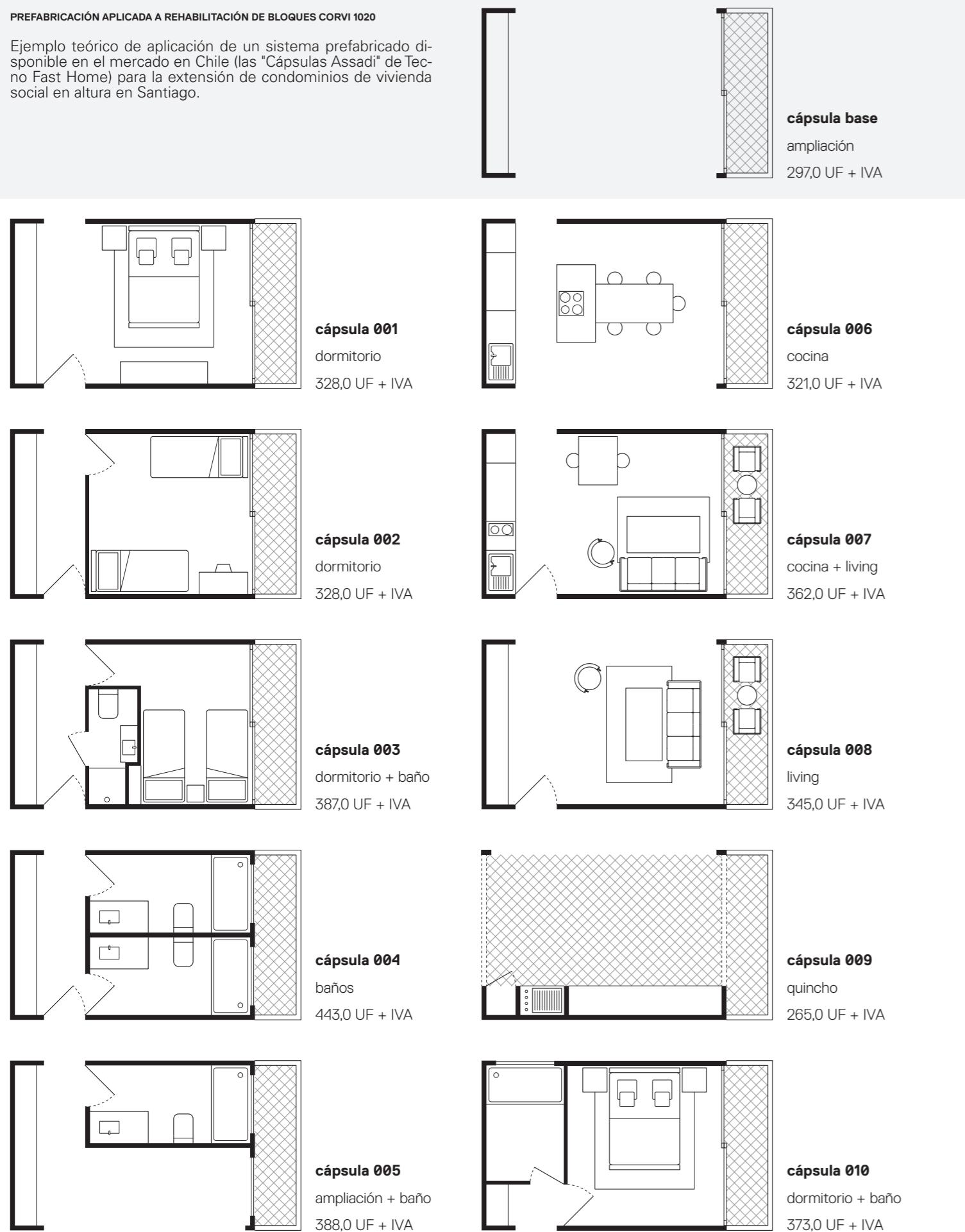
Ejemplo de intervención sobre un edificio existente que utiliza elementos tridimensionales prefabricados.

Hotel Extension in Bezau

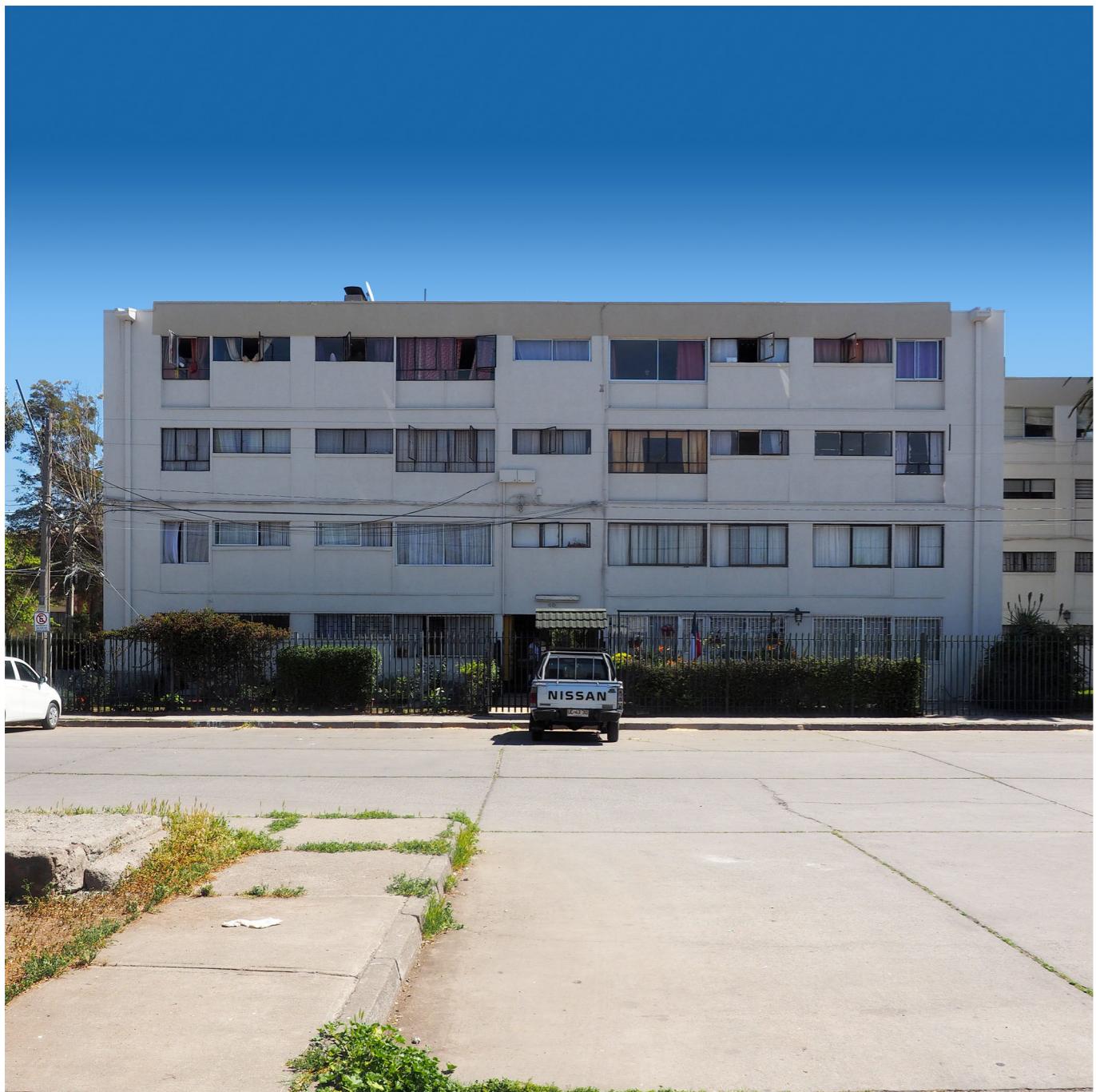
architects:	Kaufmann 96, Dornbirn
engineers:	Merz/Kaufmann & Partners, Dornbirn
client:	Kur und Sporthotel Post Susanne Kaufmann, Bezau
usage:	hotel
material:	timber
system:	room cell construction
ceiling height:	2,5 m
site area:	12.000 m ²
floor area:	420 m ²
total volume:	1200 m ³
cost:	€ 840.000 (gross)
year:	1998
construction:	5 weeks



Ejemplo teórico de aplicación de un sistema prefabricado disponible en el mercado en Chile (las "Cápsulas Assadi" de Tecno Fast Home) para la extensión de condominios de vivienda social en altura en Santiago.

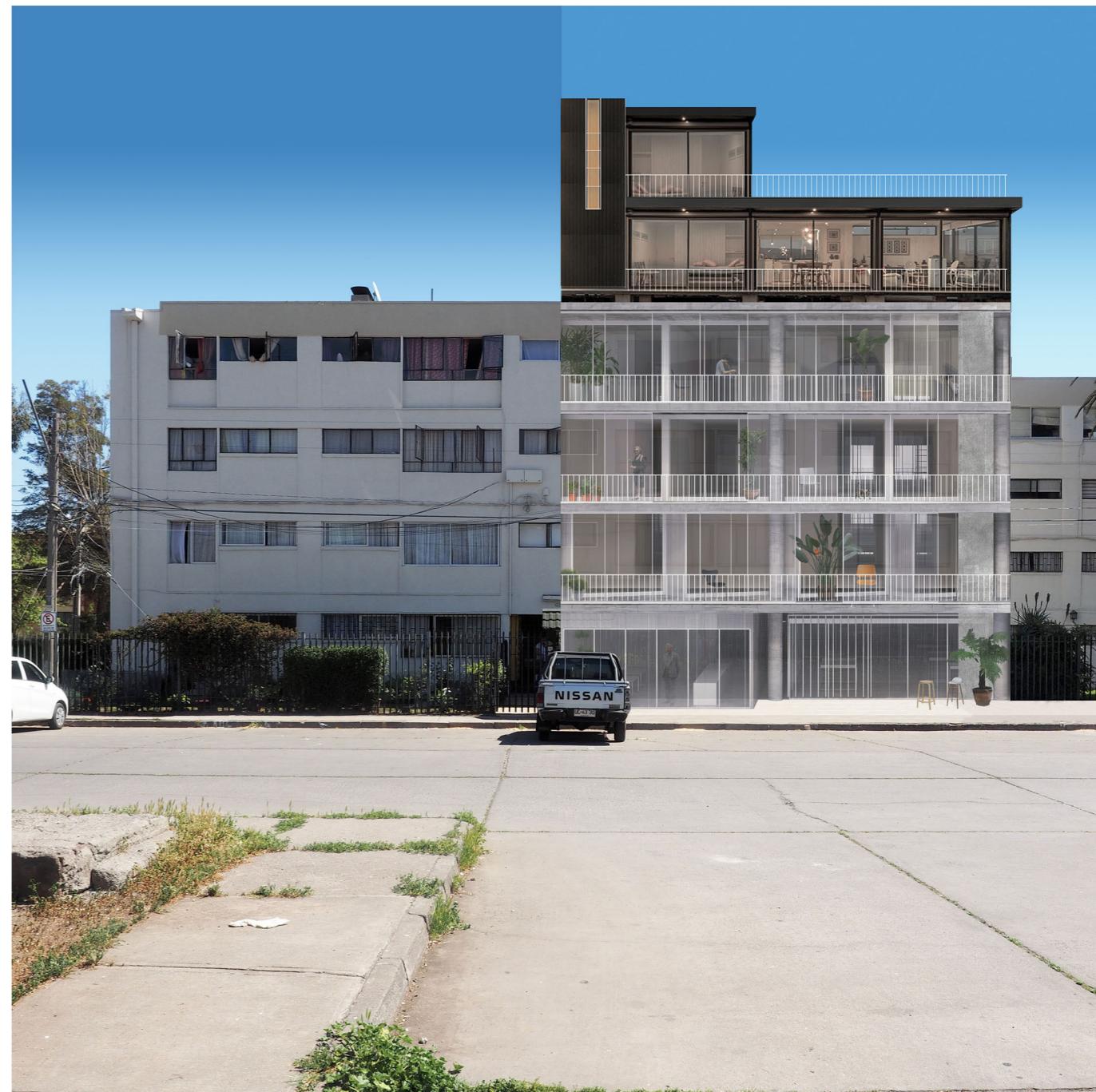


Fuente: elaboración propia



bloque CORVI 1020 - existente

© Giorgio Gandino



bloque CORVI 1020 - extensiones

Fuente: elaboración propia

Note:

- [1] Druot, F., Lacaton, A., Vassal, J. (2016). *Plus: La vivienda colectiva. Territorio de excepción*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.
- [2] Rojas, M. (2019). *Densificación y Constructividad en el Conjunto Inés de Suárez*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- [3] La preparación del área del proyecto puede ser un límite para la implementación de métodos de construcción prefabricados: en general se requiere maquinaria pesada para el transporte y montaje de los elementos, por lo que es necesario contar con un sitio libre de obstáculos y de fácil acceso.
- [4] Abarca, J. (2017). *Rehabilitación de mínimo impacto de bloques 1020 en Temuco*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- [5] Blachére, G. (1977). *Tecnologías de la construcción industrializada*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.
- [6] Duffau, A. (2010). *Construcción industrializada para la vivienda social en Chile: análisis de su impacto potencial*. Ciclo de Seminarios Académicos de Economía, Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile.
- [7] Por ejemplo utilizando la misma grúa - que podría diseñarse ad hoc - para el montaje de elementos prefabricados en diferentes proyectos, produciendo todos los componentes en una gran fábrica (idealmente ubicada cerca de la avenida Américo Vespucio, o pensando en soluciones de transporte específicas para mover las piezas de forma eficiente, justificadas por la gran cantidad de viajes a realizar).
- [8] Duffau, A. (2010). Op. Cit.
- [9] Duffau, A. (2010). Op. Cit.
- [10] El edificio Nakagin Capsule Tower, por ejemplo, a pesar del uso de tecnologías de prefabricación pesada, está diseñado para permitir la evolución y el crecimiento, como si fuera un organismo biológico.
- [11] Los mismos elementos utilizados en este tipo de juntas secas, como por ejemplo tornillos y tuercas, pueden considerarse componentes de un sistema prefabricado abierto, como casi todos los materiales de construcción en acero.
- [12] La organización logística relativa a la llegada de componentes prefabricados al edificio es de crucial importancia, especialmente cuando los elementos son de tamaño considerable y requieren servicios de transporte excepcional o incluso el cierre de las carreteras. La estructura del Centre Georges Pompidou, por ejemplo, se compone de elementos prefabricados hechos en Alemania, transportados primero en tren y luego, de noche, hasta el sitio de construcción en gigantescos convoyes de camiones, cruzando el centro de París. Fue necesario un increíble trabajo de coordinación, dada la excepcionalidad de los componentes prefabricados: las vigas miden 45 metros de largo y las gerberettes, unas piezas monolíticas de extraordinaria importancia para el funcionamiento estructural del edificio, pesan 10 toneladas cada una.
- [13] Los bloques 1010 y 1020 representan el nivel más alto alcanzado por el desarrollo de la "vivienda racionalizada" en altura en Chile, y por tanto tienen características proyectuales y un diseño modular perfectamente compatibles con el uso de tecnologías de prefabricación, a pesar de que fueron edificados utilizando técnicas tradicionales para responder a una necesidad urgente (en ese momento no existían la infraestructura industrial ni la organización logística necesarias para construir tal cantidad de edificios de forma prefabricada).
- [14] Domínguez, J. (2017). *Módulo 1020: Evaluación e implementación de un sistema estructural prefabricado en CLT para densificación y ampliación de bloques CORVI en Concepción*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

capitolo 5

Presentazione del caso studio

Presentación del caso de estudio

Presentazione del caso studio: Villa Los Jardines, Ñuñoa

Per applicare i concetti elaborati nei capitoli precedenti ad un contesto reale viene scelto un complesso di blocchi CORVI: il settore C della Población Jaime Eyzaguirre, noto anche con il nome di Villa Los Jardines, nel comune di Ñuñoa (una delle 43 unità amministrative che costituiscono l'area metropolitana di Santiago de Chile). Il sito preso in considerazione, la cui superficie totale è di quasi 140000m², è delimitato a nord da Avenida Grecia, a sud da via Rodrigo de Araya ed a ovest da via Alcalde Jorge Monckeberg. È costituito da 57 blocchi della tipologia 1020, per un totale di oltre 228 appartamenti e una superficie linda di pavimento di circa 68400m².

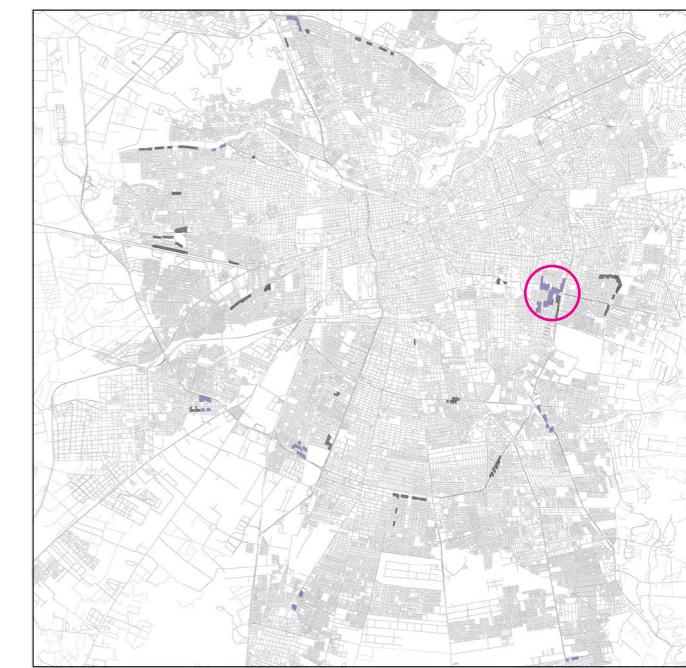
Si tratta di una parte di città dalle caratteristiche uniche, sia a livello morfologico che sociale. Forma parte (assieme ai restanti settori della Población Jaime Eyzaguirre situati a cavallo tra i comuni di Ñuñoa e Macul e al settore 4 della Villa Frei) del più grande raggruppamento di blocchi CORVI di Santiago, ed è uno dei pochi che si trovano nel settore nord-est della città, dove risiede la fascia di popolazione che appartiene al livello socio-economico più elevato.

Il suo nome si riferisce al fatto che si tratta di uno dei pochi complessi di questo tipo che è riuscito a concretizzare i principi della Città Giardino: d'accordo con le intenzioni dei progettisti e in linea con il pensiero urbanistico predominante nel panorama dell'architettura cilena della seconda metà del '900, infatti, gli edifici vennero distribuiti liberamente sullo spazio vuoto sulla base di principi compositivi esclusivamente geometrico-formali.^[1]

Presentación del caso de estudio: Villa Los Jardines, Ñuñoa

Para aplicar los conceptos elaboradas en los capítulos precedentes a un contexto real, se elige un conjunto de bloques CORVI 1020, en específico el sector C de la Población Jaime Eyzaguirre, también conocida como Villa Los Jardines, en la comuna de Ñuñoa. El sector tomado en consideración es el delimitado por Avenida Grecia al norte, y por las calles Rodrigo de Araya al sur y Alcalde Jorge Monckeberg a oeste. Se compone de 57 colectivos 1020, por un total de más de 228 departamentos y una superficie construida de ~68400m².

Es un conjunto con características únicas, tanto a nivel morfológico como social. Forma parte de una de las agrupaciones de bloques más grandes de Santiago y, al ser una de las pocas que están ubicadas en el sector nororiente de la ciudad, pudo mantenerse en un estado de conservación excelente. De hecho, su nombre se refiere a que es una de los pocos conjuntos de este tipo que ha logrado concretar la idea de la ciudad jardín. Sin embargo los edificios que lo forman tienen más de 50 años y comienzan a mostrar signos de obsolescencia funcional, razón por la que es recomendable proponer una intervención de rehabilitación.





Lo stato di conservazione del complesso, soprattutto se confrontato con quelli realizzati in quartieri più poveri o privi di opere di urbanizzazione adeguate, è molto buono. Tuttavia, gli edifici che lo compongono hanno più di 50 anni e iniziano a mostrare segni di obsolescenza funzionale, specialmente degli impianti, che rendono un intervento di riabilitazione necessario e urgente.

Storia della Población Jaime Eyzaguirre

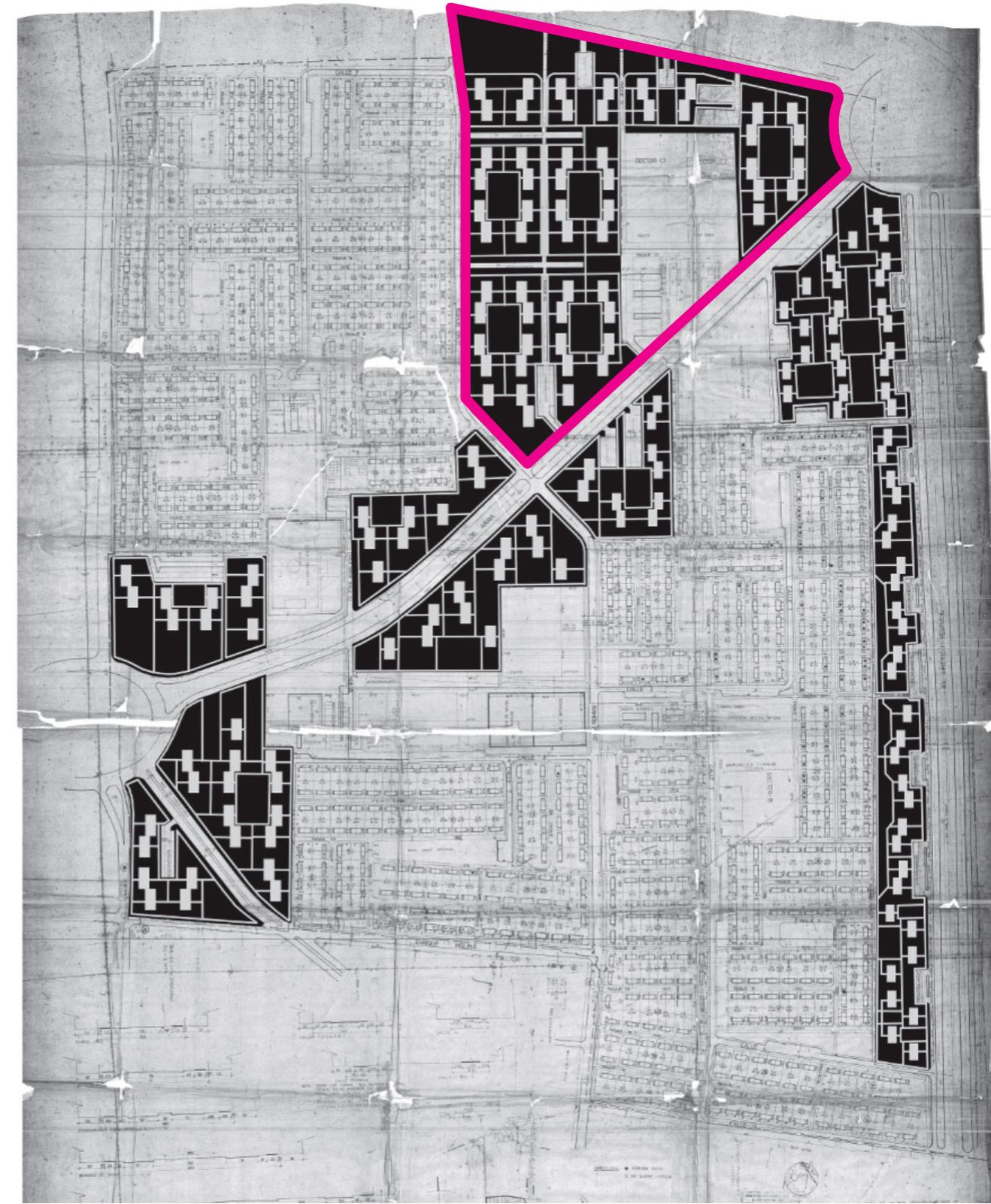
Negli anni '60 in Cile la politica pubblica diede priorità ad una serie di iniziative per fornire una soluzione abitativa alla grandissima quantità di persone senza una casa (chiamati "los sin techo") attraverso programmi orientati alla riduzione del deficit abitativo quantitativo come la "operación sitio", che consisteva nella concessione ai richiedenti di lotti di terreno dotati di urbanizzazione basica, spesso da completare in autocostruzione. In questo contesto, sotto il governo del Partito Democratico Cristiano presieduto da Eduardo Frei Montalva (durato dal 1964 al 1970), nasce tra il 1968 ed il 1969 la Población Jaime Eyzaguirre, su terreni appartenenti all'ex Chacra Valparaíso, un antico possedimento rurale coloniale. Sono gli anni immediatamente successivi alla creazione del "Ministerio de Vivienda y Urbanismo" (MINVU), nato per coordinare e migliorare l'operato delle diverse istituzioni legate all'edilizia e all'urbanismo: la "Corporación de la Vivienda" (CORVI), la "Corporación de Mejoramiento Urbano" (CORMU), la "Corporación de Servicios Habitacionales" (CORHABIT) e la "Corporación de Obras Urbanas" (COU).^[2] Nonostante la stragrande maggioranza delle operazioni contemplassero unicamente la consegna di un lotto urbanizzato (generalmente di

9x18m) agli abitanti, i quali erano tenuti a provvedere a loro spese alla costruzione degli edifici, in alcuni casi particolari fu lo stato stesso a realizzare le operazioni immobiliari, utilizzando i prototipi abitativi razionalizzati sviluppati dalla CORVI e destinando la maggior parte degli appartamenti agli impiegati del settore pubblico e ai militari che disponevano di risparmi sufficienti ad accedere ad un finanziamento. Questi complessi, composti in prevalenza da blocchi della tipologia 1010 e 1020, erano particolarmente apprezzati per le loro caratteristiche tecniche e urbane. Si trattava di edifici solidi, dotati di una ottima struttura in calcestruzzo armato (mentre la maggior parte delle case cilene erano in legno), multipiano e circondati da abbondante spazio aperto.

Originalmente collocata ai bordi della città e concepita come spazio di "filtro" tra i quartieri consolidati e l'autostrada che circonda Santiago (la grande "Avenida Circunvalación Américo Vespucio") oggi la sua posizione è diventata relativamente centrale a causa dell'espansione incontrollata della periferia. La sua popolazione continua ad essere in gran parte quella originaria.

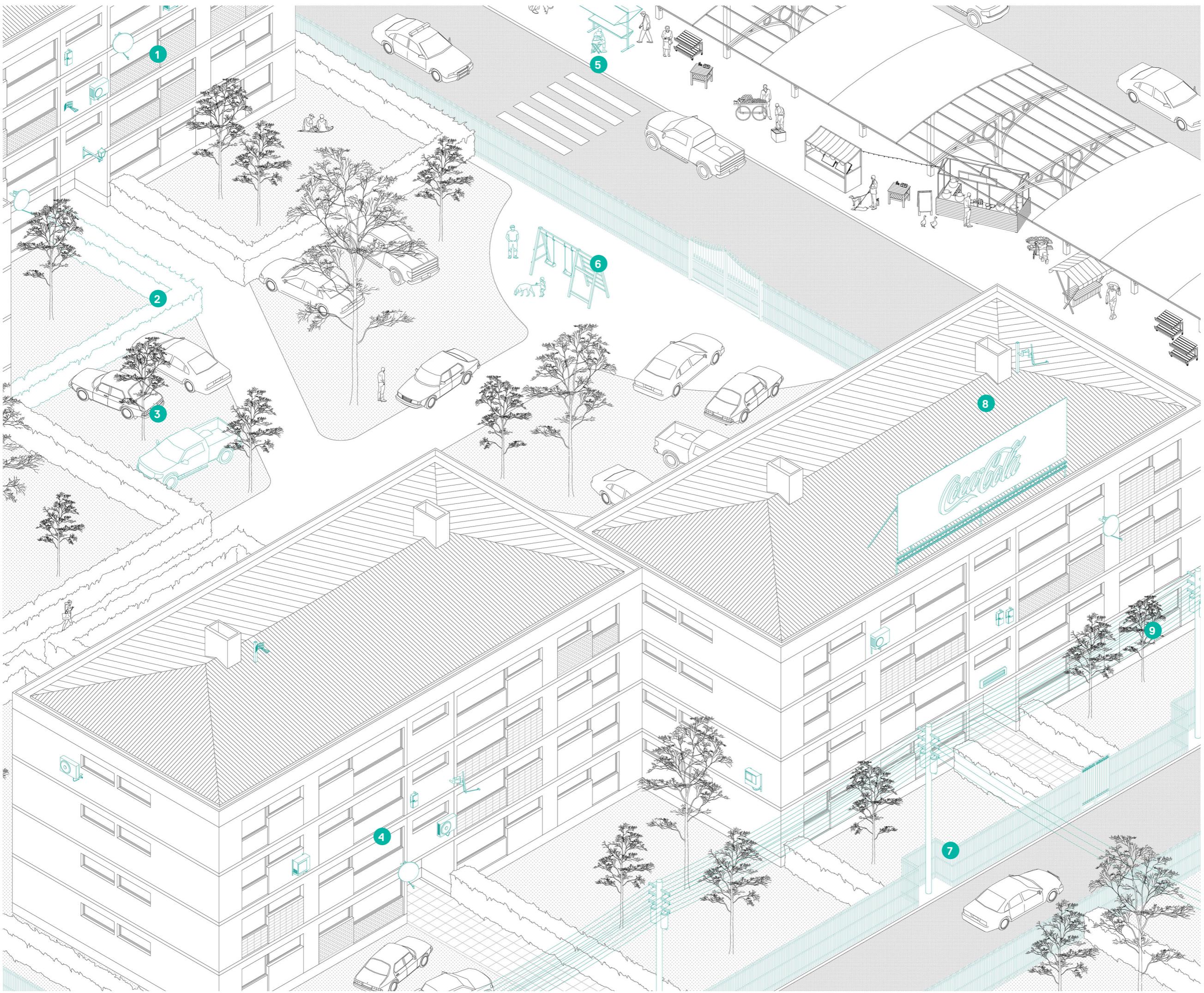
Caratteristiche e attributi

Il complesso occupa un sito di forma pressoché triangolare, "incuneato" tra due strade ad altissima percorrenza (i viali "Grecia" e "Rodrigo de Araya", che confluiscono nell'autostrada in corrispondenza della grande rotonda Grecia). Presenta una viabilità interna molto particolare: secondo i principi urbanistici della Città Giardino, infatti, il macro-isolato doveva essere "liberato" dal traffico veicolare, ed i flussi andavano separati e distinti in base alla loro importanza.



Settore C della Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa - Macul (caso studio)

Sector C de la Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa - Macul (caso de estudio)



- 1 estado de conservación no homogéneo
- 2 límites internos y apropiación de los espacios comunes
- 3 autos estacionadas en los patios internos
- 4 instalaciones electricas y otros aparatos
- 5 feria libre "maría celeste"
viernes 8.30-14.30, domingo 8.30-15
- 6 juegos para niños
- 7 rejas y barreras
- 8 letreros publicitarios
- 9 líneas electricas de superficie

Vennero pertanto previsti sei grandi piazzali asfaltati da utilizzare come parcheggi (chiamati "playas de estacionamiento"), nei quali idealmente gli abitanti avrebbero dovuto lasciare le autovetture per poi spostarsi all'interno dell'isolato utilizzando le strade pedonali minori, di dimensioni ridotte.

Nel cuore dell'isolato sono presenti alcuni edifici la cui costruzione è anteriore a quella dell'intervento promosso dalla CORVI: si tratta di fabbricati destinati ad ospitare attività religiose, una scuola, alcune attività commerciali ed un impianto sportivo, che rappresenta un elemento fortemente identitario per la comunità locale. La totalità dello spazio rimanente, se si esclude il bordo che si sviluppa lungo Avenida Grecia, è occupato dai 57 blocchi 1020 e dal suolo libero che li circonda. Questi sono prevalentemente accoppiati (ad eccezione dei tre blocchi singoli situati lungo il margine con via Rodrigo de Araya) e sono disposti in modo tale da conformare degli spazi interiori, dando luogo a sotto-raggruppamenti formati da quattro o otto unità.

Lungo Avenida Grecia è presente una struttura metallica, la quale ospita un grande mercato all'aria aperta ogni venerdì e domenica (la "feria libre María Celeste"). Sono inoltre presenti numerosi elementi di arredo urbano, chioschi e giochi per i bambini, finanziati in tempi recenti con i fondi dedicati al miglioramento urbano del programma "Quiero Mi Barrio" del MINVU.

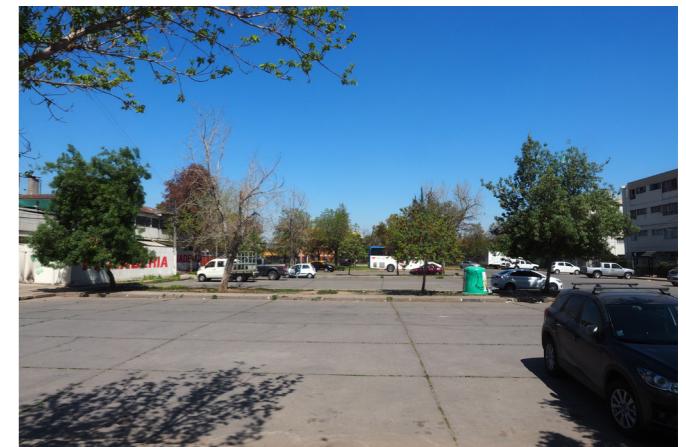
Stato di conservazione

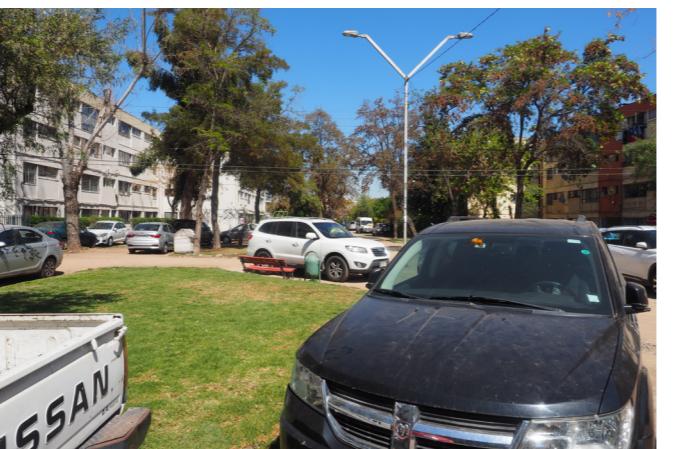
Lo stato di conservazione dei blocchi è disomogeneo, dato che alcuni sono stati oggetto di interventi di efficientamento energeti-

co intrapresi spontaneamente dagli abitanti e privi di coordinazione, mentre altri sono completamente originali e si presentano oggi in una condizione di maggior degrado estetico e funzionale. La maggior parte delle modifiche è comunque limitata alla sostituzione dei serramenti originali in acciaio e al ripristino degli intonaci e verniciatura delle facciate.

Più complesso è il tema del degrado dello spazio urbano. Una delle critiche al modello compositivo adottato è quella di generare spazi residuali, non ben definiti, che nella maggior parte dei casi vengono trascurati (anche per via del loro alto costo di mantenimento e della mancanza di chiarezza su chi debba farsene carico) e diventano "terra di nessuno".^[3] Nel caso della Villa Los Jardines, così chiamata per la bellezza dei suoi alberi e l'abbondanza di verde, la mancanza di una chiara definizione dei limiti tra spazio collettivo e privato ha generato fenomeni di appropriazione del suolo pubblico: le grandi aree inizialmente concepite per essere parchi a servizio della comunità sono state quasi interamente delimitate e frazionate da siepi, barriere e recinzioni, diventando cortili privati ad uso esclusivo degli abitanti degli appartamenti situati al piano terra. Si tratta di una particolarità di questo specifico quartiere (nella maggior parte dei complessi di blocchi CORVI lo spazio tra le diverse unità immobiliari è semi abbandonato, quasi sempre privo di vegetazione e occupato da estensioni irregolari autocostruite che ospitano spazi commerciali), probabilmente legata al fatto che i suoi abitanti disponevano dei mezzi economici necessari per occuparsi del suo mantenimento.

Un altro aspetto particolarmente proble-





■ spazio dedicato alle autovetture (da progetto)
□ spazio libero ad uso pubblico (da progetto)

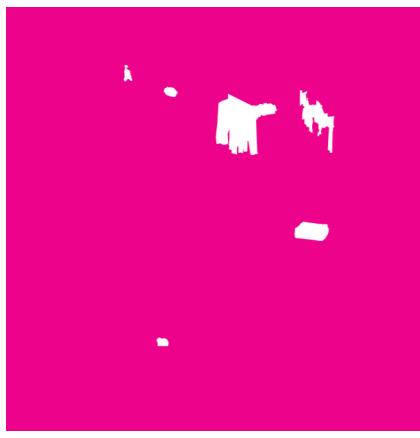


■ spazio occupato dalle autovetture (situazione attuale)
□ spazio libero ad uso pubblico (situazione attuale)

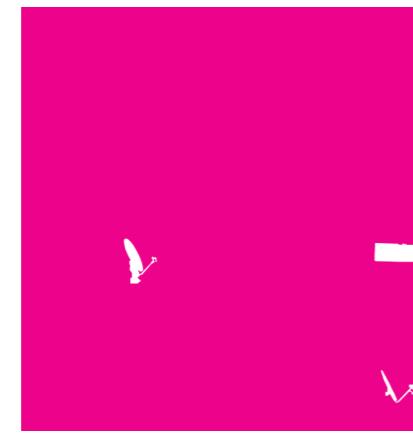
matico è quello relativo ai parcheggi e alla gestione del traffico veicolare, rivelatasi completamente inadatta alle esigenze degli utenti. I grandi piazzali che dovevano accogliere le automobili erano troppo lontani dalle abitazioni e troppo poco sicuri, per cui gli abitanti hanno iniziato a parcheggiare nello spazio interno definito dai raggruppamenti di quattro o otto blocchi, che è stato chiuso da delle recinzioni e il cui accesso è consentito solo agli abitanti dei blocchi circostanti e può essere controllato agevolmente. I percorsi pedonali sono pertanto stati interrotti o trasformati in strade veicolari, necessarie per raggiungere l'interno dell'isolato (che era stato concepito privo di automobili). Il risultato è che i piazzali asfaltati pensati per i veicoli sono oggi completamente deserti e ospitano la maggior parte delle attività pubbliche, risultando inadeguati, mentre il cuore del complesso, pensato per accogliere la vita comunitaria, si è trasformato in un immenso parcheggio delimitato da barriere, inaccessibile e privo di pubblica utilità.

La mancanza di dialogo e coordinazione a livello di quartiere ha molte altre conseguenze negative sulla qualità dello spazio urbano: alcuni esempi sono rappresentati dalle linee elettriche aeree, che non è stato possibile interrare in quanto lo spazio pubblico è stato suddiviso e non si riesce a trovare un'intesa tra i fruitori, o gli impianti elettrici, installati esternamente sulle facciate senza alcun rispetto dell'estetica dell'edificio, che descrivono efficacemente la mancanza di interesse da parte degli abitanti nei confronti delle altre unità immobiliari.

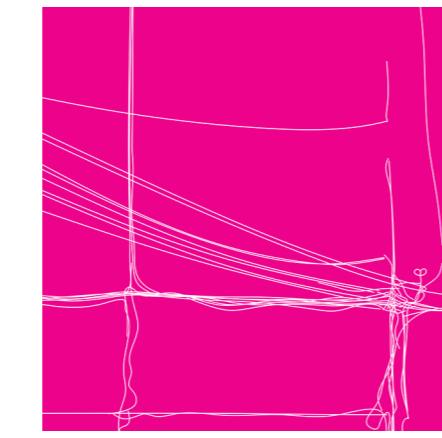
Infine, ci sono i problemi relativi agli appartamenti che compongono i blocchi. Disegnati con l'obiettivo di razionalizzare al



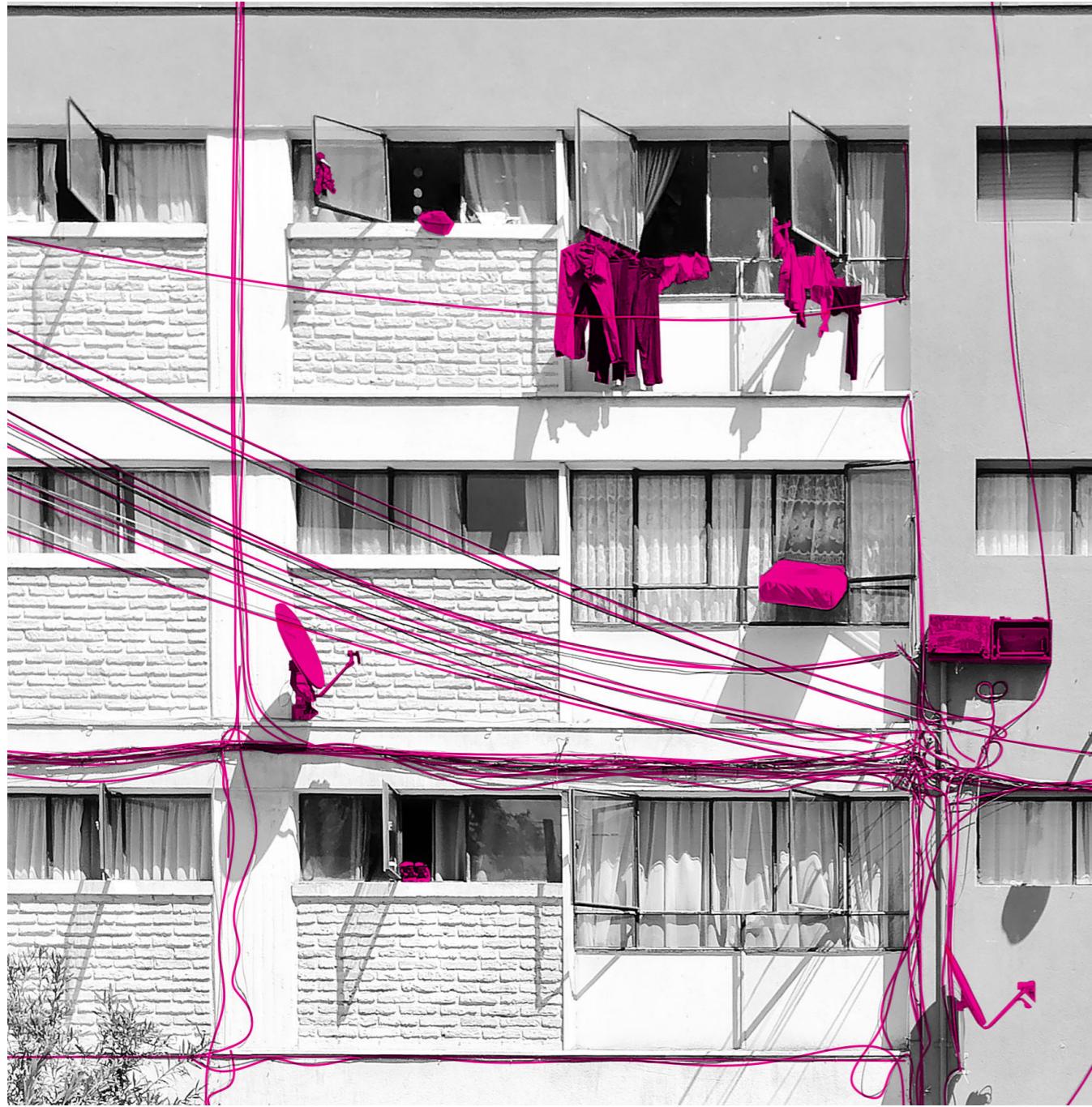
ropa colgada



instalaciones electricas



cables

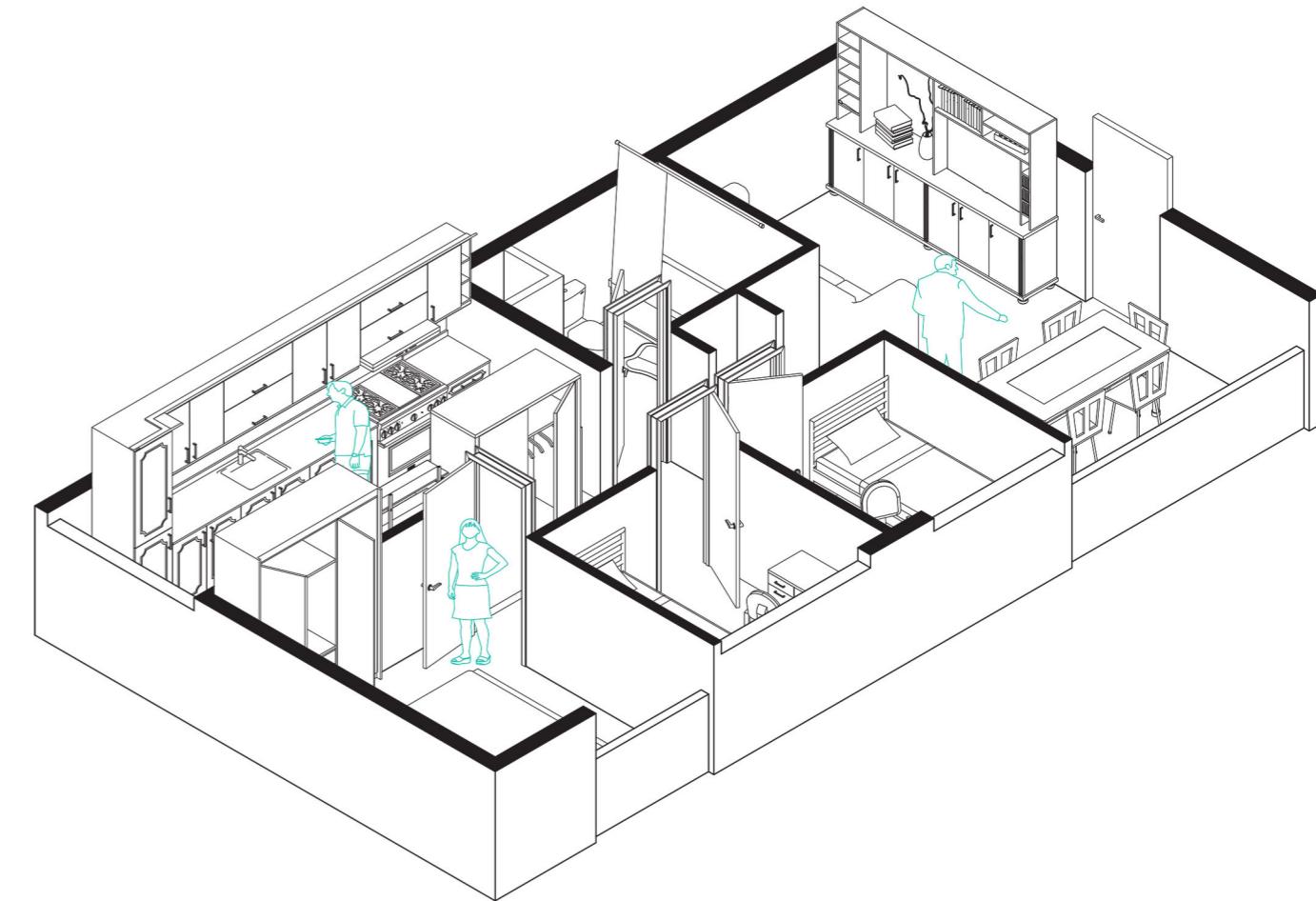


bloque CORVI 1020 - planta departamento tipo

Fuente: elaboración propia

massimo la costruzione ed ottimizzare l'utilizzo dei materiali, essi sono tutti uguali, indipendentemente dal loro orientamento. Le piante sono specchiate lungo entrambi gli assi dell'edificio, ed i cavedi tecnici sono collocati nella parte centrale. Uno dei difetti più evidenti è la mancanza di balconi o spazi dedicati a stendere il bucato, che viene pertanto posto ad asciugare fuori dalle finestre. Un altro, sicuramente meno visibile, è relativo alla difficoltà di sostituzione degli impianti, in particolare quelli idraulico e

igienico-sanitario, che a causa del loro posizionamento non possono essere aggiornati in maniera agevole.



bloque CORVI 1020 - isométrica

Fuente: elaboración propia



Blocco CORVI 1020 della Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa (caso studio)
Bloque CORVI 1020 de la Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa (caso de estudio)



Blocco CORVI 1010 della Población Jaime Eyzaguirre, Macul
Bloque CORVI 1010 de la Población Jaime Eyzaguirre, Macul

Note:

- [1] Costas, M., Torrent, H. (2018, march). 1010/1020: el espacio público entre el bloque y la ciudad. *Arteoficio* 14, 12-17.
- [2] Moyano, A.R. (1999). La vivienda social de la CORVI: Un otro patrimonio. *Revista INVI*, 14, 37.
- [3] Costas, M. (2017). 1010/1020: el espacio público entre el bloque y la ciudad. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

capitolo 6

Proposta progettuale

Proyecto

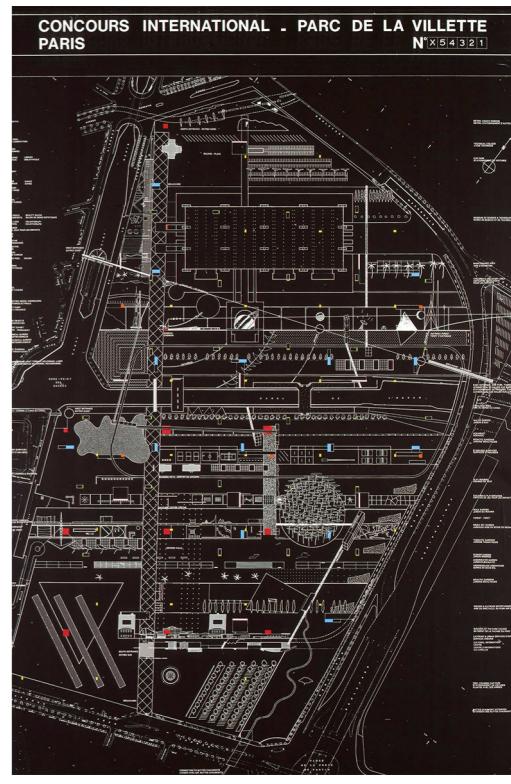
Principi progettuali

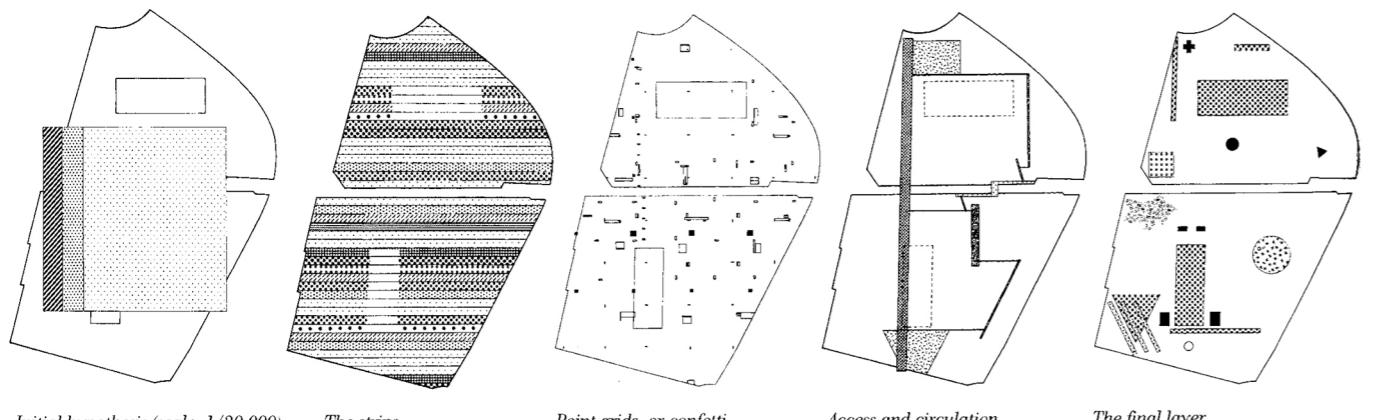
L'ultimo capitolo è dedicato alla formulazione di una proposta progettuale, intesa come strumento di verifica delle ipotesi che stanno alla base della ricerca.

Partendo dall'analisi del caso studio precedentemente illustrato, la Villa Los Jardines di Ñuñoa, si definisce una strategia di intervento basata sull'impiego di un sistema prefabbricato che permetta di incrementare le performance degli edifici preesistenti, migliorando al contempo la qualità architettonica e urbana del quartiere, densificando la città e risolvendo i problemi che interessano lo spazio pubblico.

Per lo sviluppo del progetto si è scelto di adottare un approccio multiscalare (dall'1:10 all'1:1000), basandosi sul principio del "construir la ciudad desde la vivienda" (costruire la città a partire dall'abitazione). Per permettere la realizzazione dell'intervento attraverso l'utilizzo di un sistema prefabbricato è stato definito un modulo, compatibile con la disposizione spaziale dei blocchi, sulla base del quale è stato disegnato sia il masterplan dell'intero isolato sia il dettaglio dei singoli elementi costruttivi.

La strategia adottata nella definizione dei principi progettuali è influenzata dalla celebre proposta dell'Office for Metropolitan Architecture di Rem Koolhaas per il concorso per il Parco della Villette di Parigi (1983), la cui novità "è quella di non aver disegnato un progetto ma di aver considerato il parco come un edificio smaterializzato e ridotto a programma, e di essere riusciti a visualizzare la progettazione performativa e operativa attraverso la rappresentazione di questa struttura programmatica anche sotto forma





Initial hypothesis (scale: 1/20,000) The strips Point grids, or confetti Access and circulation The final layer

© OMA

di diagrammi”^[1] In maniera analoga, il progetto alla scala urbana della Villa Los Jardines non si basa su un disegno preciso ma piuttosto su un insieme di operazioni, un catalogo di intenzioni.

Morfologia urbana

Dopo aver individuato le problematiche dell'area di progetto ed i requisiti necessari per poter applicare con successo le tecnologie dell'edilizia industrializzata al retrofit degli edifici preesistenti, si sviluppa un progetto di massima dell'intero isolato che tenga conto di tutte le criticità da risolvere e proponga una soluzione basata sull'utilizzo di un sistema prefabbricato.

La strategia generale su scala urbana dell'intervento può essere riassunta in quattro punti:

1. Circolazione:

Per risolvere il problema dell'occupazione della quasi totalità dello spazio originalmente ad uso pubblico da parte delle automobili, si agisce sul concetto stesso che sta alla base del problema. L'ideale della Città Giardino in Cile origina direttamente dai principi urbanistici del Movimento Moderno contenuti nella Carta di Atene,^[2] secon-

do cui lo spazio esterno non ha una funzione definita, ma rappresenta un'estensione dell'abitazione -autonoma rispetto alla strada- dedicata al tempo libero.^[3]

I blocchi CORVI furono pertanto distribuiti sul suolo sulla base di regole geometriche, senza curarsi degli allineamenti con gli edifici circostanti o le vie di comunicazione.

Dato che, come emerso in fase di studio del sito, l'idea di mantenere il traffico veicolare al di fuori dell'isolato e di concentrare i parcheggi in una serie di piazzali separati dalle strade si è rivelata fallimentare, viene proposta un nuovo sistema di circolazione con una gerarchia ben definita. In primo luogo il sito di progetto viene attraversato da tre nuove strade principali a doppio senso di circolazione^[A1], che “tagliano” orizzontalmente l'isolato, ai bordi delle quali vengono previste file di parcheggi per le persone che

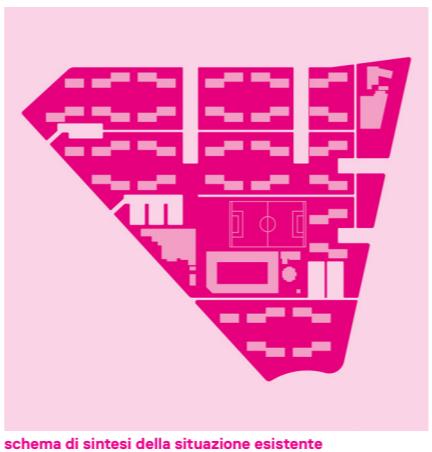
necessitano effettuare soste brevi all'interno del quartiere. A queste si aggiunge una serie di strade secondarie^[A2], a bassa intensità di traffico e a senso unico, disposte perpendicolarmente alle precedenti, in modo tale da facilitare il raggiungimento di ogni punto del complesso (e risolvendo così il problema dell'appropriazione dello spazio verde da parte delle automobili) ed incentivare la mobilità dolce (pedonale, ciclabile, smart).

Ciò permette di frammentare l'isolato, grandissimo ed in gran parte desolato, in diversi isolati più piccoli circondati da strade da percorrere a piedi e “angoli da svolgere”, come auspicato dall'antropologa statunitense Jane Jacobs nel suo rivoluzionario libro contro l'urbanistica moderna.^[4]

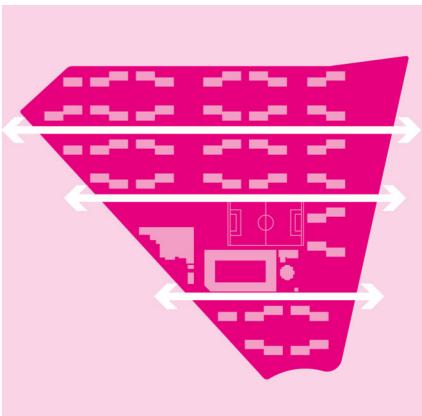
A questa maglia viaria si sovrappone un sistema di portici^[A3], realizzato sulla base del modulo del sistema prefabbricato, che ha la duplice funzione di stabilire dei percorsi pedonali protetti dal sole e dagli agenti atmosferici e di definire i confini tra spazi ad uso pubblico e privato. Infine vengono realizzati due grandi parcheggi interrati^[A4] in corrispondenza degli spazi privi di costruzioni, fornendo una soluzione al problema della mancanza di controllo e sicurezza che interessa i piazzali di superficie e garantendo una quantità di posti auto adeguata alle nuove esigenze del quartiere.

2. Densificazione:

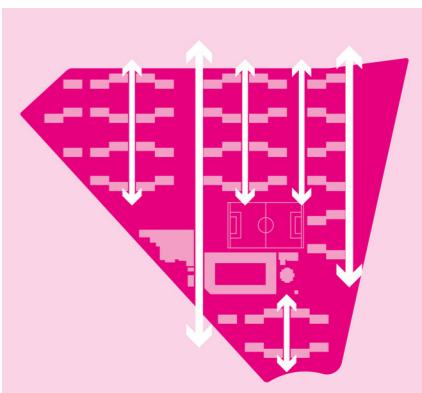
Come spiegato nei capitoli precedenti, i blocchi CORVI rappresentano un'opportunità per densificare la città e limitarne l'espansione incontrollata verso le periferie. L'area metropolitana di Santiago de Chile ospitava nel 2017 una popolazione di oltre 6 250 000 abitanti ed occupava una superficie di circa 840 km², e siccome le aziende ed i posti di



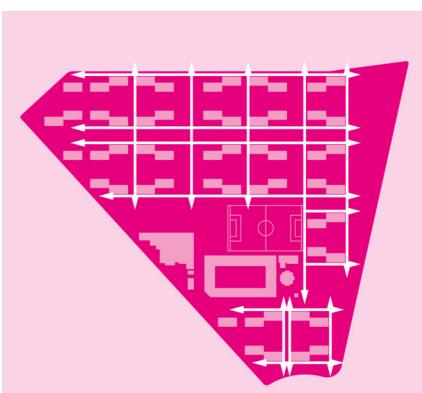
schema di sintesi della situazione esistente



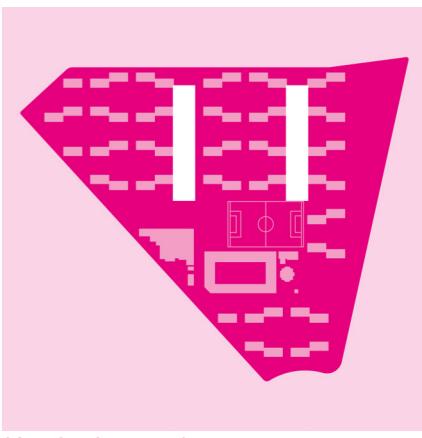
A1 circolazione primaria (doppio senso + parcheggi)



A2 circolazione secondaria (mobilità dolce)



A3 sistema di portici (percorsi pedonali + limiti)



A4 parcheggi sotterranei

lavoro sono concentrati nel centro, esistono serie problematiche legate al pendolarismo e alla mancanza di servizi nei quartieri esterni. La Villa Los Jardines è situata in una posizione privilegiata della città, nei pressi di uno degli snodi viari più strategici (la rotonda Grecia) e di una linea della metropolitana. Il suo coefficiente di occupazione del suolo è estremamente basso se confrontato con quello dei quartieri circostanti, poiché a Santiago i settori residenziali sono per lo più composti da edifici di un solo piano all'interno di piccoli lotti 9x18, quasi completamente occupati. L'intervento ha quindi come obiettivo non solo il retrofit dei blocchi CORVI, ma anche il loro ampliamento (per mezzo di estensioni modulari prefabbricate) e la costruzione di nuovi edifici basati sullo stesso sistema costruttivo. Il valore generato dalla vendita di questi nuovi spazi è destinato a finanziare l'operazione, che non sarebbe altrimenti realizzabile. Siccome la struttura dei blocchi è in grado di sopportare il peso di una sopraelevazione, il sistema prefabbricato viene inoltre impiegato per costruire sul costruito, utilizzando la eccezionale struttura delle tipologie CORVI 1020 per generare nuovo suolo urbano da destinare alla realizzazione di alloggi di edilizia residenziale pubblica (vivienda social).

I vantaggi di questa operazione sono molti:

- si costruiscono case popolari in un quartiere già consolidato e fornito di servizi, evitando la segregazione delle persone appartenenti ai gruppi socioeconomici più bassi in periferia, lo stigma negativo associato ai quartieri di edilizia sociale e gli ostacoli relativi all'accesso al lavoro, garantendo il "diritto alla città";^[5]

- si favorisce la "mixité" sociale ed il ricambio generazionale della popolazione del quartiere, ancora in gran parte costituita da coloro che vi si installarono negli anni '70;
- si promuove un modello di densificazione della città alternativo a quello predominante, che prevede la demolizione degli edifici esistenti e la loro sostituzione con enormi palazzi di 15-20 piani privi di qualsiasi attenzione allo spazio pubblico, basato invece sul rispetto del patrimonio costruito e sulla filosofia progettuale PLUS, fondata sul principio del "non demolire mai";^[6] ma migliorare l'esistente ed utilizzarlo al 100%.

3. Limiti:

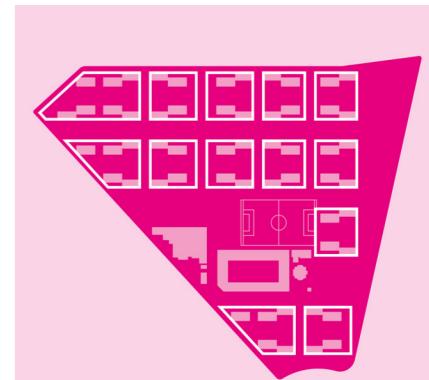
Per risolvere il problema dell'ambiguità tra spazio pubblico e privato, che genera i fenomeni di appropriazione ed esclusione e la costruzione di un numero impressionante di recinzioni, siepi e muri, l'intervento propone una serie di limiti chiari che definiscono spazi aventi caratteristiche distinte. La nuova rete stradale e il sistema di portici dividono lo spazio occupato dai blocchi in tredici raggruppamenti^[8], composti da quattro o più edifici. Lo spazio all'esterno di queste unità funzionali è di uso pubblico, sempre accessibile e gestito dal comune di Ñuñoa. Al loro interno, invece, lo spazio è ulteriormente suddiviso in due tipologie: il giardino frontale (*antejardín*)^[82] e il parco lineare^[83]. Il giardino frontale corrisponde alla porzione di spazio situata di fronte ai blocchi arretrati rispetto alla strada, ed è di uso esclusivo degli abitanti degli appartamenti situati al pianterreno che affacciano su di esso. Il parco lineare invece è situato nella parte centrale del raggruppamento, nello spazio generato dalla disposizione spaziale dei blocchi che oggi ospita le automobili ed è spesso chiuso da una recinzione. Una

volta risolto il problema della sicurezza dei parcheggi, è possibile ripensarlo come uno spazio privato ad uso pubblico, il cui accesso è libero durante il giorno ma può essere ristretto per ragioni di sicurezza.

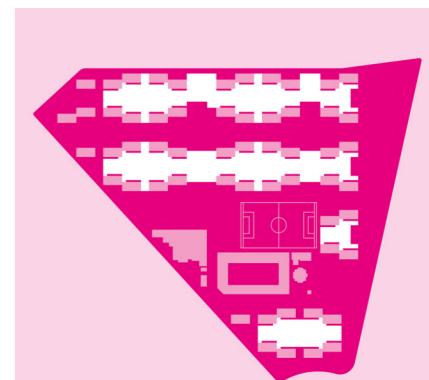
Il risultato di queste operazioni è la divisione del sito di progetto in una serie di fasce orizzontali di altezza variabile^[c1], che alternano usi pubblici e privati, spazi costruiti e liberi, interconnesse tra loro da una serie di griglie (rete stradale, rete dei portici) che vi si sovrapppongono. Tale ritmo viene interrotto da tre grandi spazi pubblici di aggregazione^[c2], vere e proprie piazze aperte pensate per accogliere la vita comunitaria, collocate lungo il perimetro dell'area d'intervento, punto di contatto formale-simbolico tra il quartiere ed il resto della città.

4. Massing:

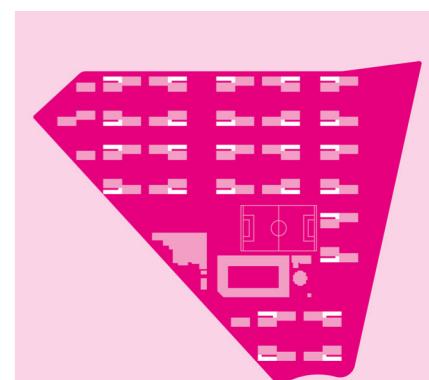
L'operazione successiva, di carattere concettuale, consiste nel posizionamento dei volumi delle estensioni e delle nuove costruzioni sul sito attraverso un approccio compositivo di tipo additivo. Mediante l'utilizzo di modelli fisici e virtuali si esplorano alcune possibili disposizioni e conformazioni del costruito e le loro implicazioni in termini morfologico-spaziali e costruttivi, per giungere alla formulazione di un'ipotesi



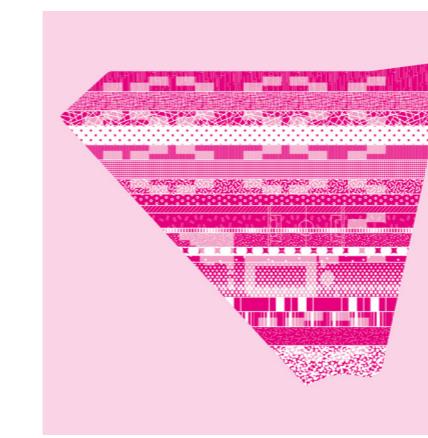
B1 raggruppamenti fondamentali (13)



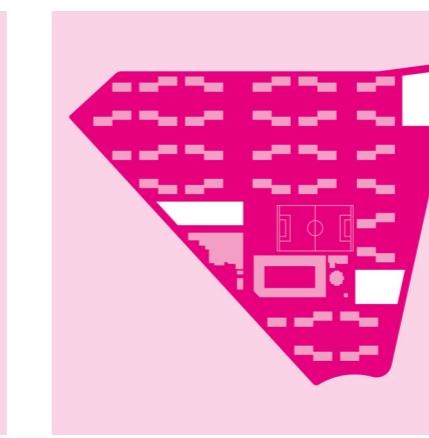
B2 sistema di parchi lineari



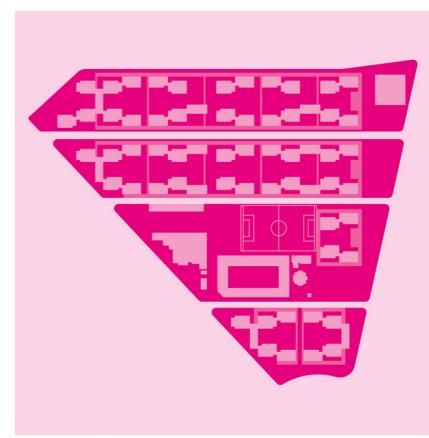
B3 "antejardines" o giardini frontali



C1 divisione del sito in fasce orizzontali omogenee



C2 piazze e spazi pubblici di aggregazione

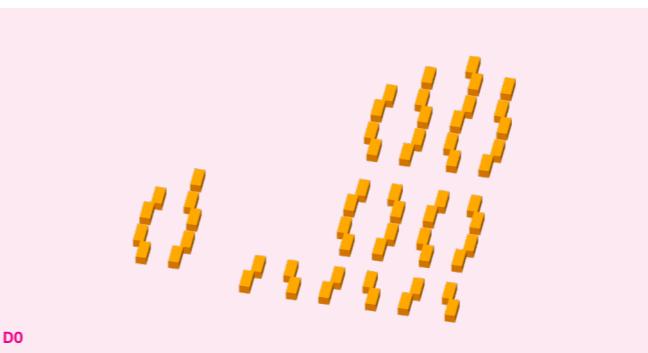


schemma di sintesi delle scelte di progetto

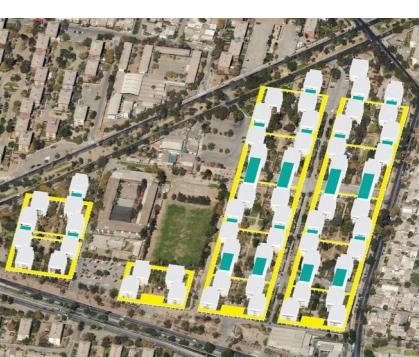
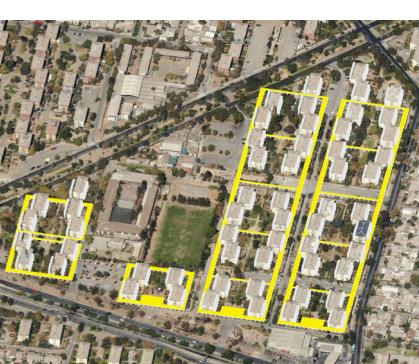
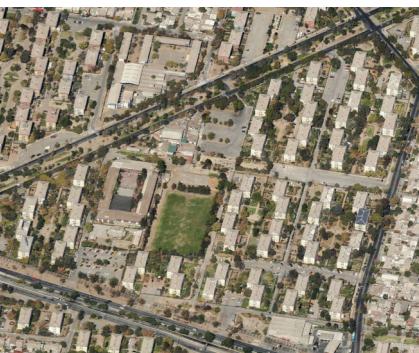
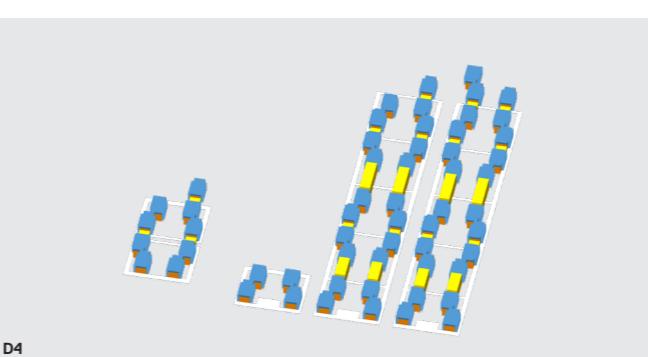
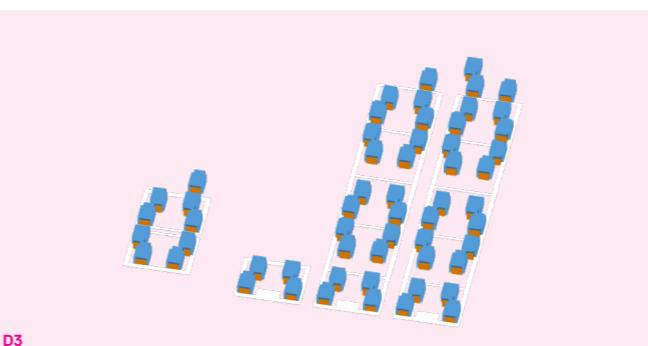
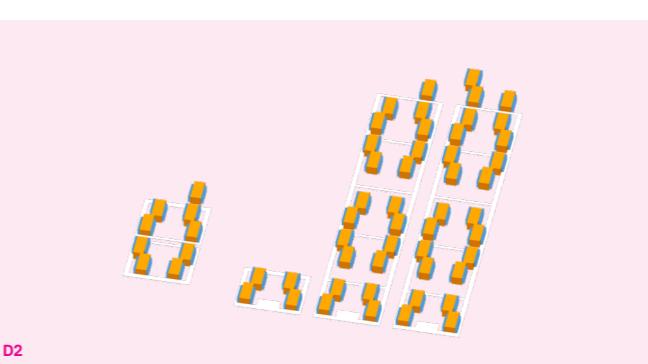
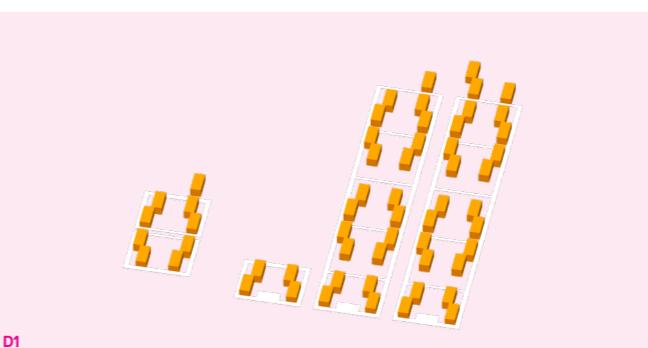


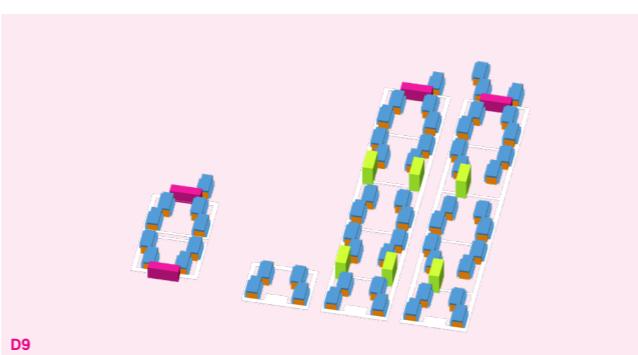
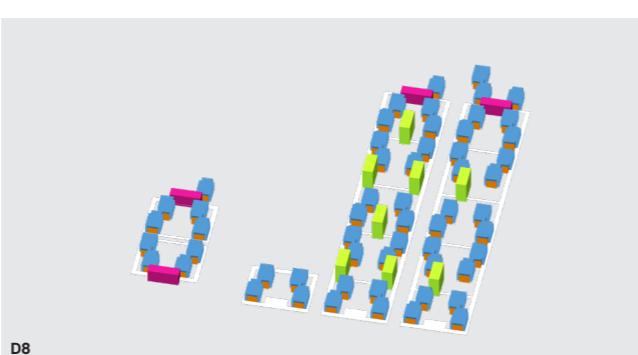
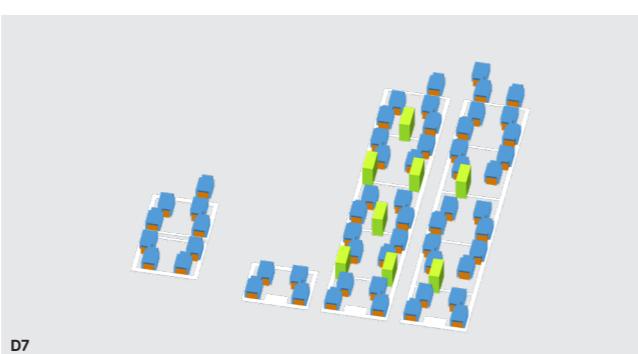
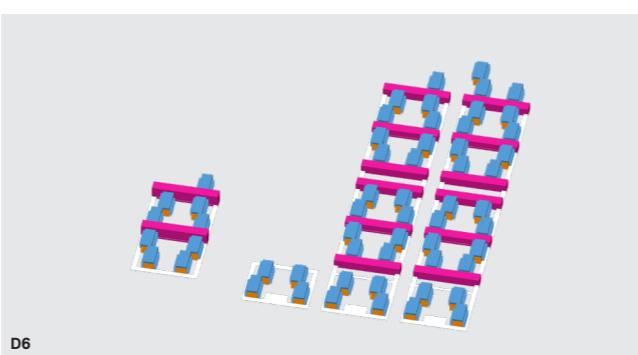
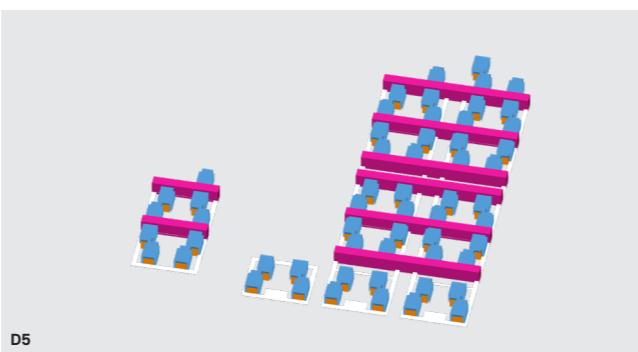
di progetto convincente. In primo luogo si inseriscono i portici^[D1], basati su un modulo prefabbricato di 5x5m, creando i raggruppamenti fondamentali, definendone i limiti e stabilendo un ritmo di base sul quale strutturare l'intervento. Successivamente si collocano i volumi relativi all'ampliamento dei blocchi CORVI 1020, prima le estensioni in facciata^[D2] basate su un modulo prefabbricato di 2,5x5m e poi le sopraelevazioni^[D3], concepite per essere realizzate con lo stesso sistema costruttivo opportunamente adattato. In seguito si procede alla determinazione sperimentale del posizionamento dei nuovi edifici, pensati per ospitare le funzioni che

non sono presenti nel settore (uffici, alloggi in affitto, servizi comunitari). Essi vengono collocati in modo tale da definire la forma urbana precedentemente teorizzata, dapprima negli spazi tra i blocchi^[D4] per creare le "fasce" orizzontali, poi in lunghe barre trasversali continue^[D5] o interrotte^[D6] per sottolineare la suddivisione del lotto in unità fondamentali. Infine, dopo aver sperimentato con diverse densità^{[D7][D8]}, si accetta una soluzione intermedia^[D9], caratterizzata da torri di altezza moderata (6 piani) nel cuore dell'isolato ed edifici a barra lungo il perimetro, in corrispondenza dei punti più complessi a livello morfologico.



VOLUMI BLOCCHI 1020





0 - stato di fatto



1 - portici



2 - portici ed estensioni orizzontali (in facciata)



3 - portici, estensioni orizzontali (in facciata) e soprelevazioni

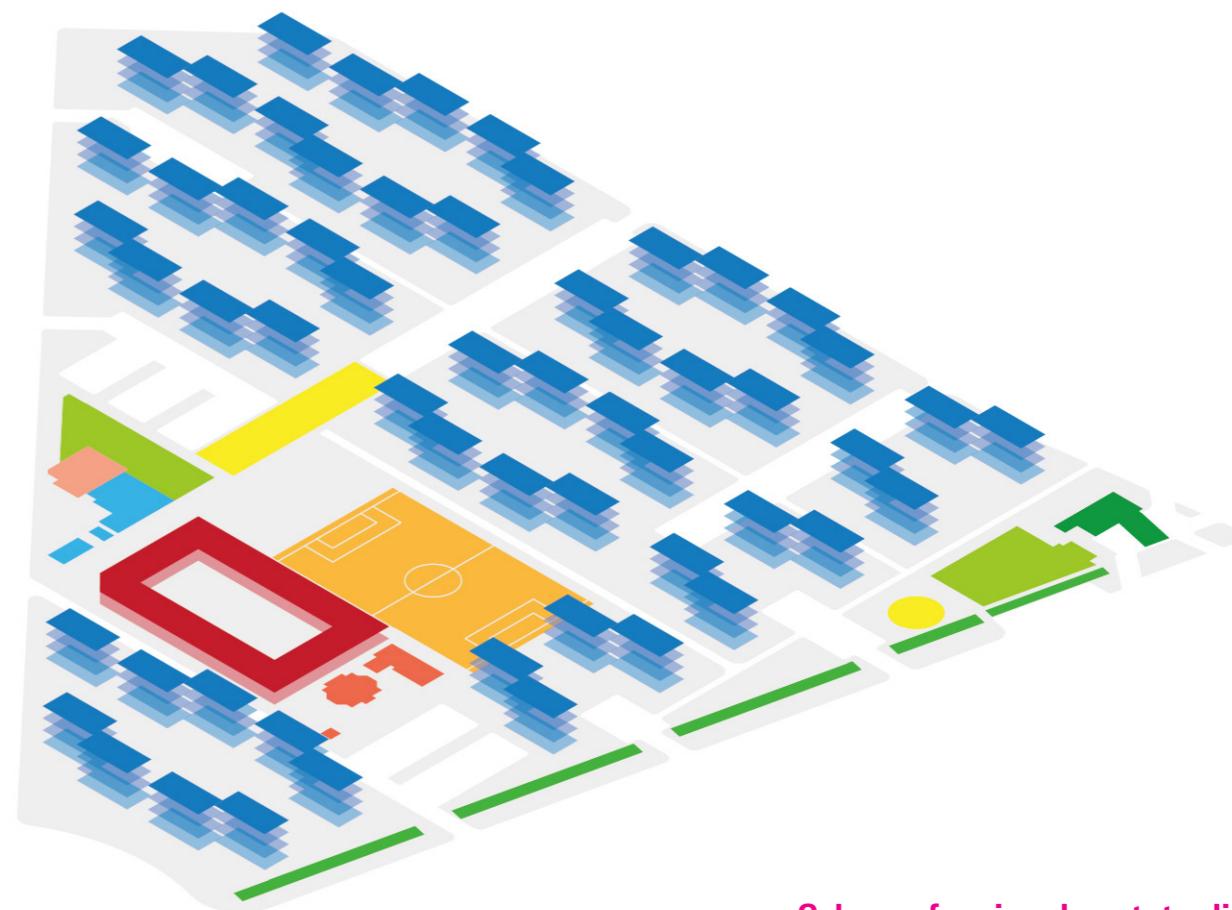
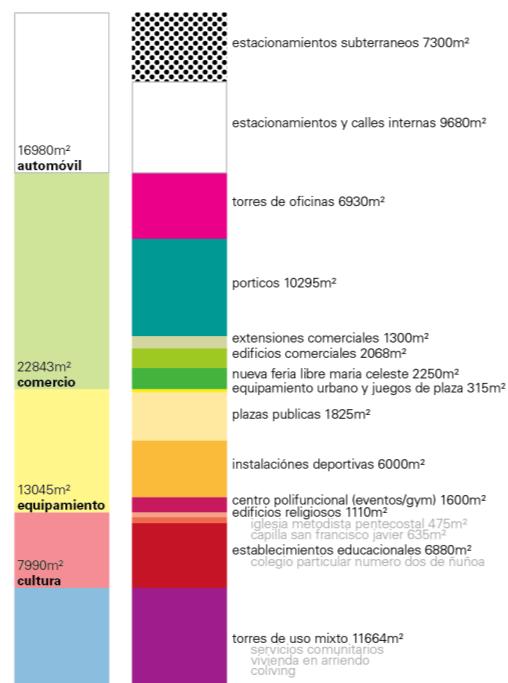


4 - portici, estensioni, soprelevazioni, barre e torri

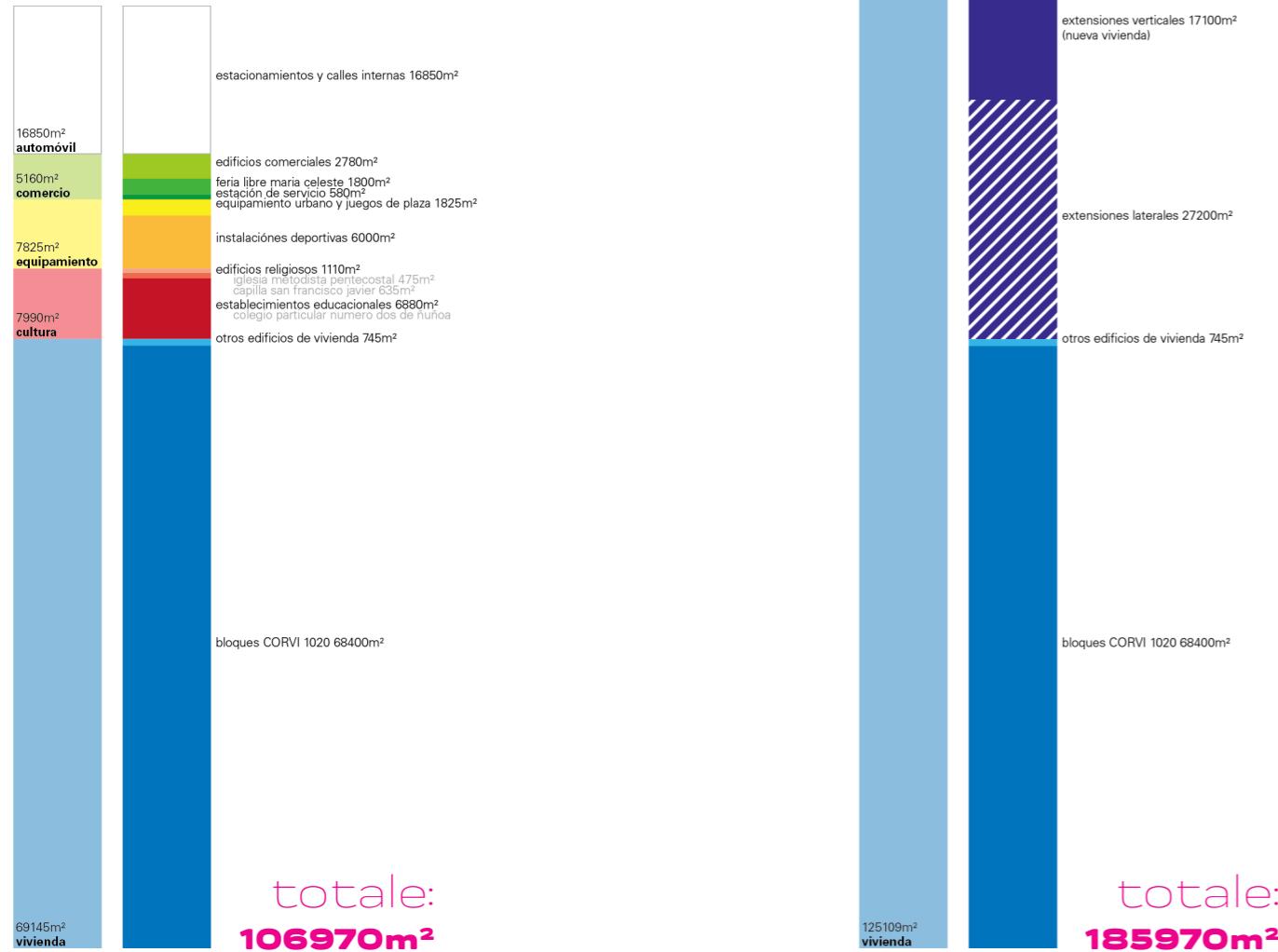
Programma funzionale

L'obiettivo principale dell'intervento è quello di densificare la città sfruttando l'urbanizzazione esistente per realizzare un nuovo intervento di housing sociale, migliorando al contempo la qualità architettonica e urbana degli edifici esistenti. Viene pertanto destinata all'incirca la stessa superficie all'estensione degli edifici esistenti e alla realizzazione di nuovi alloggi di edilizia residenziale pubblica, sia tradizionali che innovativi (in affitto, coliving). A questi spazi si aggiungono quelli pensati per ospitare uffici, attività commerciali e servizi per la comunità, che fanno sì che il quartiere disponga di un adeguato mix di funzioni e sia sempre abitato.

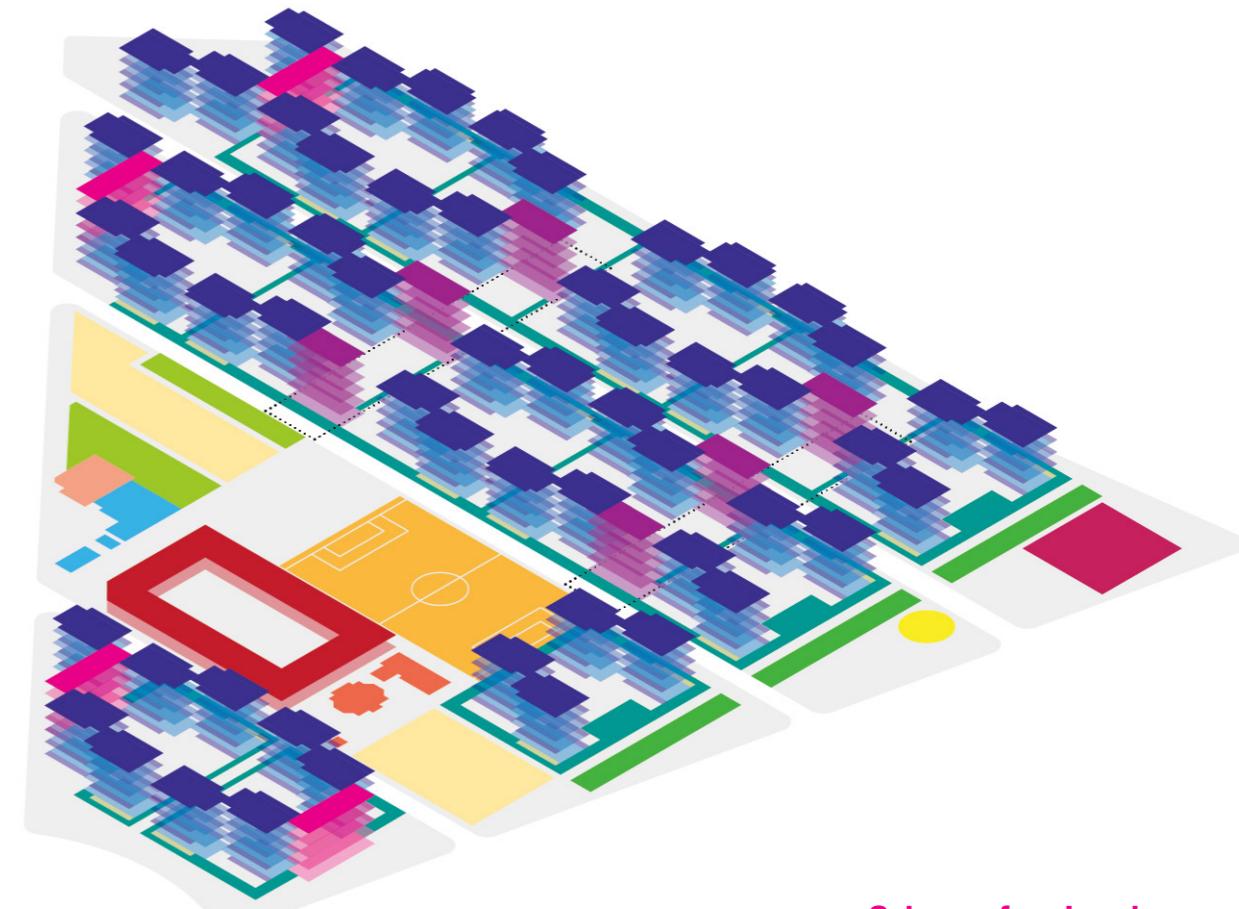
Mix funzionale - progetto



Mix funzionale - stato di fatto



Schema funzionale - stato di fatto

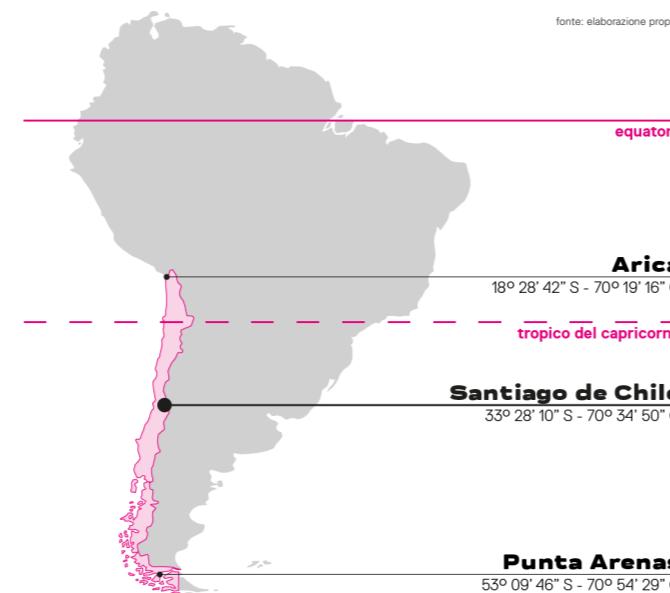


Schema funzionale - progetto

Analisi caratteristiche climatiche del sito

Dal momento che i blocchi CORVI sono stati costruiti in città aventi caratteristiche climatiche molto diverse tra loro ("da Arica a Punta Arenas", situate rispettivamente nell'estremo nord e nell'estremo sud del paese) senza differenze sostanziali, è molto importante prima di proporne la trasformazione analizzare il contesto climatico di riferimento in cui si trova il sito specifico su cui si interviene. I dati utilizzati sono stati reperiti in parte da fonti dirette (forniti dalla stazione meteorologica automatica dell'osservatorio dell'Aeródromo Eulogio Sánchez, situato in prossimità dell'area di progetto) ed in parte da fonti indirette (tesi e pubblicazioni contenenti analisi climatiche di siti analoghi). Nello specifico sono stati utilizzati, ove necessario, i valori relativi a un sito aventi caratteristiche comparabili (raggruppamento di blocchi CORVI accoppiati, disposti lungo l'asse nord-sud, localizzato nell'area metropolitana di Santiago de Chile) contenuti nella pubblicazione "Rehabilitación de vivienda social de la CORVI en Chile: Tipologías 1010 y 1020"^[9] di Natalia Bustamante Gutierrez.

Il centro geometrico della Villa Los Jardines si trova ad un'altitudine di 587m sul livello del mare, una latitudine di 33° 28' 10" S e una longitudine di 70° 34' 50" O (coordinate determinate con il software Google Earth Pro), nell'emisfero sud (australe) e ovest (occidentale). Con rispetto alla classificazione climatica stabilita dalla normativa cilena ufficiale NCh1079 del 2008 ("Arquitectura y construcción. Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico")^[8] appartiene alla zona climatica Central Interior, caratterizza-



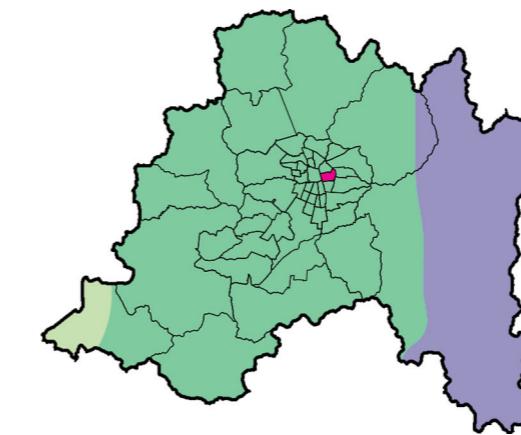
ta da un "clima mediterraneo e temperature temperate, con piogge e gelate che aumentano man mano che si procede verso il sud e una fluttuazione di temperatura giornaliera moderata che aumenta verso est, unita ad un soleggiamento estivo intenso, soprattutto verso nord-ovest".^[9] Fa inoltre parte della zona termica 3, che comprende le località con una differenza positiva giornaliera tra la temperatura di 15° (fissata convenzionalmente) e la temperatura media esterna compresa tra i 750 e 1000 gradi giorno.

Il clima della regione presenta un'oscillazione giornaliera delle temperature piuttosto alta. D'estate (da dicembre a febbraio) la differenza tra il giorno e la notte è di circa 17°C, mentre d'inverno (da giugno a agosto) la variazione diminuisce a circa 11°C. Anche la radiazione solare è alta nel periodo estivo e bassa nel periodo invernale con un valore annuale medio di circa 5793 MJ/m², mentre

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	22.2	21.8	20.3	16.7	12.8	9.8	9	10.4	12.2	14.9	18	20.5
Temperatura min. (°C)	17	16.9	15.5	11.6	7.4	4.4	3.7	5.1	6.7	9.5	12.2	15.1
Temperatura máx. (°C)	28.7	28.3	26.6	22.7	18.7	15.9	15.1	16.4	18	20.6	23.9	26.9
Precipitación (mm)	3	5	9	29	65	105	87	84	62	44	17	7
Humedad(%)	52%	52%	53%	55%	59%	61%	62%	64%	66%	65%	58%	53%
Días lluviosos (días)	1	1	1	3	4	5	5	6	6	5	2	1
Horas de sol (horas)	12.3	11.5	10.7	9.5	8.6	8.1	8.0	8.3	8.5	9.6	11.3	12.3

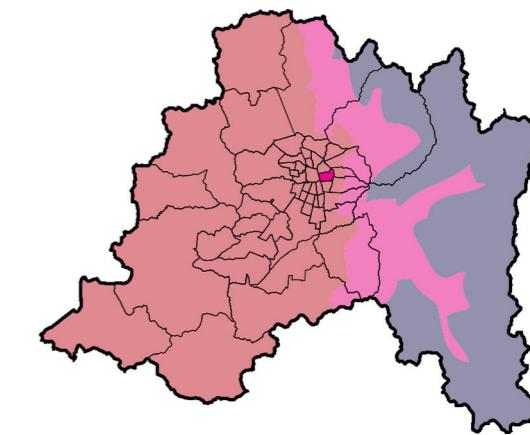
tabella climatica relativa alla città di Santiago de Chile

fonte: climate-data.org



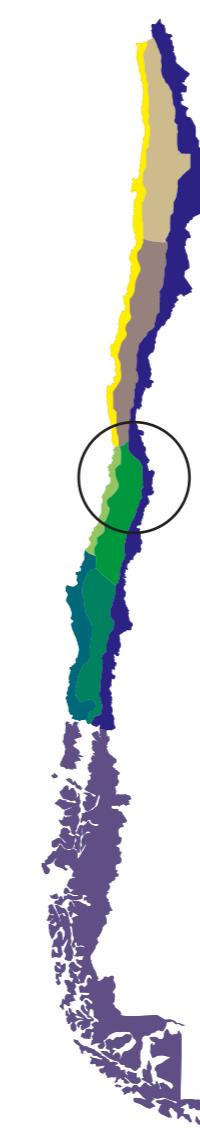
Suddivisione in zone climatiche di Cile e regione di Santiago

Zonificación climático habitacional secondo la normativa cilena NCh1079-2008



Suddivisione in zone termiche di Cile e regione di Santiago

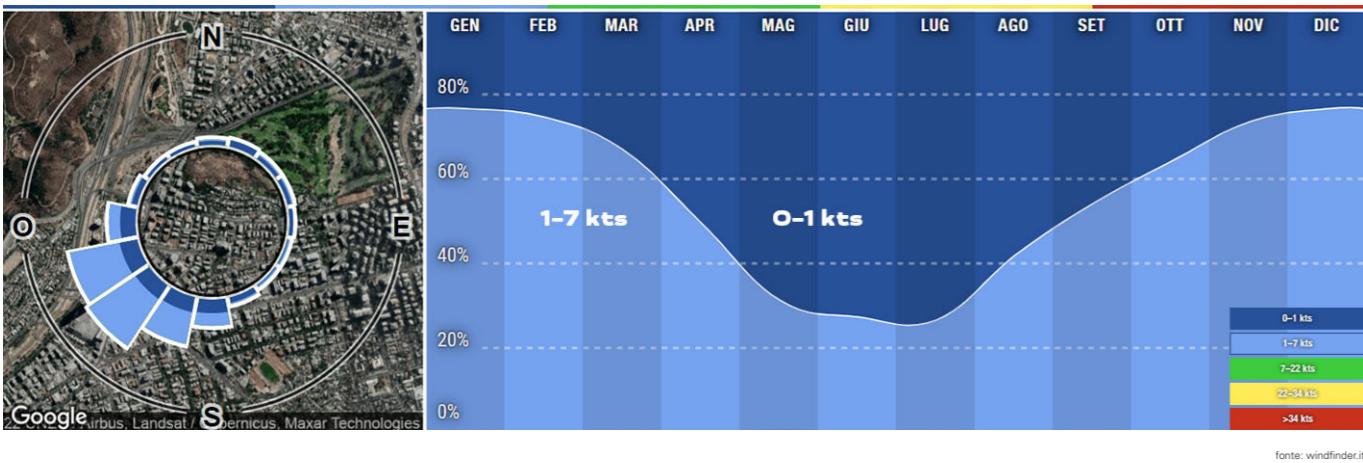
Zonificación climático habitacional secondo la normativa cilena NCh1079-2008



- NORTE LITORAL
- NORTE DESERTICA
- NORTE VALLES TRANSVERSALES
- CENTRAL LITORAL
- CENTRAL INTERIOR
- SUR INTERIOR
- SUR LITORAL
- SUR EXTREMO
- ANDINA



- ZONA 1
- ZONA 2
- ZONA 3
- ZONA 4
- ZONA 5
- ZONA 6
- ZONA 7



l'umidità relativa è bassa d'estate e aumenta nei mesi invernali, fluttuando dal 52% a gennaio al 62% a luglio.

Le precipitazioni sono quasi sempre esigue e sono per lo più concentrate nella stagione invernale, durante la quale risultano essere moderate.

La distribuzione annua del vento mostra una prevalenza dal quadrante sud-ovest ed un'intensità moderata nel periodo estivo e quasi nulla per tutto resto dell'anno, con una velocità media di circa 12,9 km/m (7kts). La nuvolosità media annua è bassa, con valori mensili medi massimi di 5 okta (poco più di metà del cielo è coperto dalle nuvole) nelle prime ore del giorno nella stagione invernale.

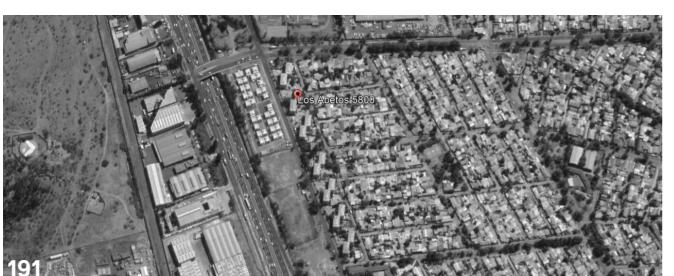
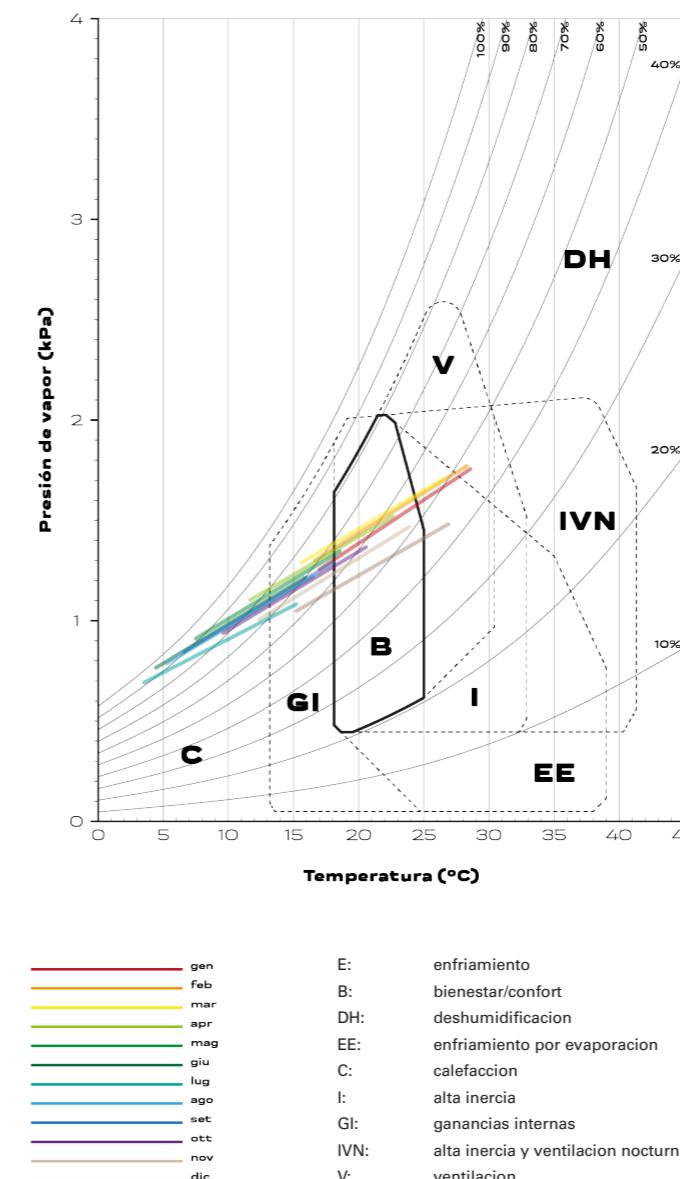


Santiago	radiazione solare giornaliera orizzontale	temperatura dell'aria
MESE	kWh/m ² /d	°C
gennaio	6.53	20.0
febbraio	5.72	19.9
marzo	4.38	17.6
aprile	2.60	14.2
maggio	1.74	11.1
giugno	1.28	8.5
luglio	1.41	8.1
agosto	2.32	9.5
settembre	3.34	11.5
ottobre	4.85	14.5
novembre	5.87	17.3
dicembre	6.70	19.9

Amunátegui, P. (2017)

Diagramma psicrometrico-bioclimatico di Givoni per Santiago

rielaborazione propria basata su Bustamante, N. (2019) - pag. 162



COMPARABLE

Condominio Social Eusebio Lillo (Villa General René Schneider)
Santiago (Conchalí) - #191
1972
Blocchi CORVI 1010
Latitudine: 33°27'25" S
Longitudine: 70°38'54" O
Altitudine: 507m s.l.m.

Bustamante, N. (2019)

SITO DI PROGETTO

Villa Los Jardines (Población Jaime Eyzaguirre)
Santiago (Ñuñoa) - #206
1969
Blocchi CORVI 1020
Latitudine: 33°28'10" S
Longitudine: 70°34'50" O
Altitudine: 587m s.l.m.



Valori raccomandati di trasmittanza termica per zona climatica

secondo la normativa cilena NCh1079-2008

Anexo E
(Informativo)

Valores recomendados de transmitancia térmica

E.1 Valores recomendados

Tabla E.1 - Valores máximos recomendados de transmitancia térmica U de la envolvente, $W/(m^2 \times K)$

Zona	Elementos opacos verticales (muros)	Techumbre opaca	Piso ventilado	Elementos vidriados verticales
1 NL	2,00	0,80	3,0	5,8
2 ND	0,50	0,40	0,7	3,0
3 NVT	0,80	0,60	1,2	3,0
4 CL	0,80	0,60	1,2	3,0
5 CI	0,60	0,50	0,8	3,0
6 SL	0,60	0,40	0,8	3,0
7 SI	0,50	0,30	0,7	3,0
8 SE	0,40	0,25	0,5	2,4
9 An	0,30	0,25	0,4	2,4

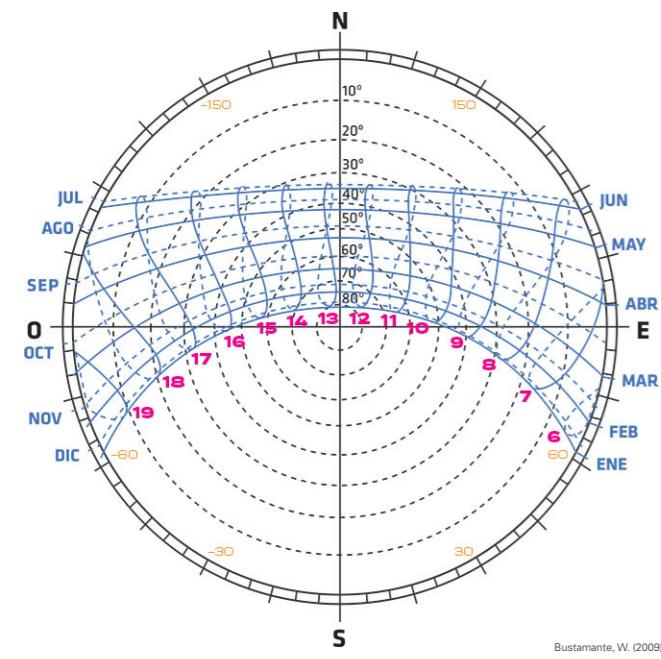
Calcolo del soleggiamento

Con l'aiuto della carta solare per la regione di Santiago de Chile contenuta nella "Guida alla progettazione per l'efficienza energetica nell'edilizia sociale" del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) si procede al calcolo del soleggiamento (misura dell'angolo di altezza solare, dell'angolo azimutale solare e della lunghezza delle ombre proiettate da un blocco CORVI 1020) in corrispondenza del solstizio d'inverno (21 giugno nell'emisfero australe), momento dell'anno in cui l'altezza solare è minima, e del solstizio d'estate (21 dicembre nell'emisfero australe), quando il sole raggiunge l'altezza massima possibile sull'orizzonte a mezzogiorno. Il calcolo è stato effettuato in due diverse fasce orarie, le 10 del mattino e le 4 del pomeriggio, in modo tale da osservare gli effetti della radiazione solare incidente sugli edifici dei diversi momenti della giornata. Va notato che la conformazione

geometrica originale dei raggruppamenti di blocchi non tiene conto della traiettoria del sole, e sebbene l'esposizione degli appartamenti (in prevalenza ad est o ad ovest) ne garantisca l'illuminazione, essi vengono colpiti dalla radiazione solare in maniera molto diversa tra loro ed esistono differenze sostanziali nella quantità di energia solare che riescono ad accumulare (anche in considerazione del fatto che la stratigrafia degli elementi di chiusura è uniforme in tutto l'edificio, non esistono differenze ad esempio tra le pareti esposte a nord e quelle esposte a sud). Dall'analisi delle immagini termiche all'infrarosso scattate il 28 novembre 2016 alle ore 20:00 su un edificio analogo emerge chiaramente un problema: il surriscaldamento della facciata ovest nella stagione estiva. Le misurazioni restituiscono un valore medio della temperatura superficiale interna dei muri perimetrali di circa 30°C in un appartamento esposto ad est e di circa 42°C in un appartamento esposto ad ovest.^[10]

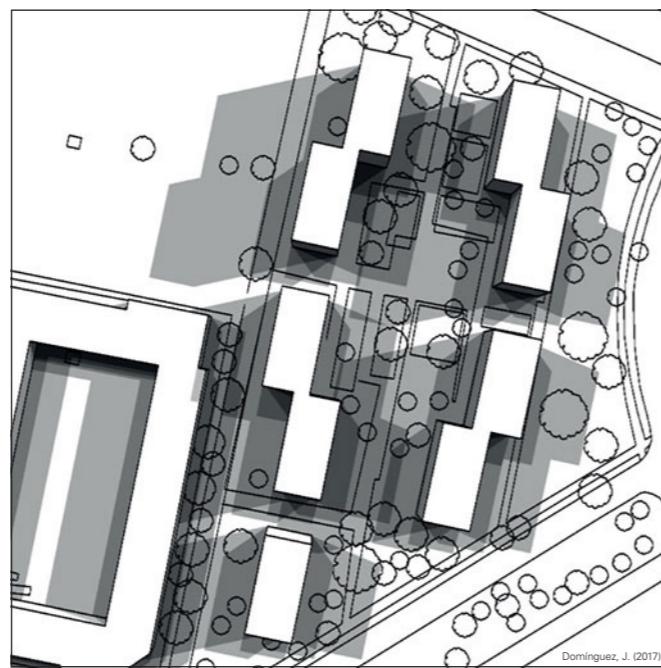
Carta solare per la regione di Santiago de Chile

Coordinadas geográficas: 33°27' S; 70°42' W
Ángulo de inclinación sol 21 junio, 12.00 hrs: 33,2°
Ángulo de inclinación sol 21 diciembre, 12.00 hrs: 80°
Cielo de diseño nublado (modelo CIE): 8.500 lux



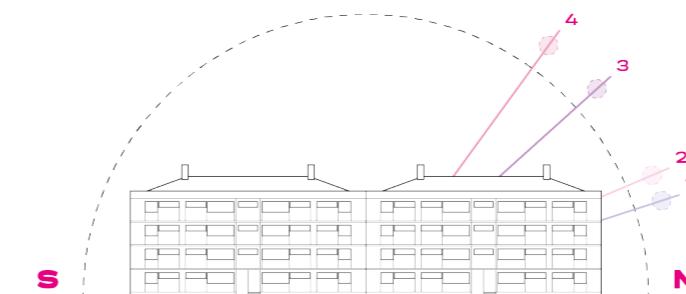
Sovraposizione delle ombre agli equinozi (Villa Los Jardines)

settembre e marzo, ore 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00



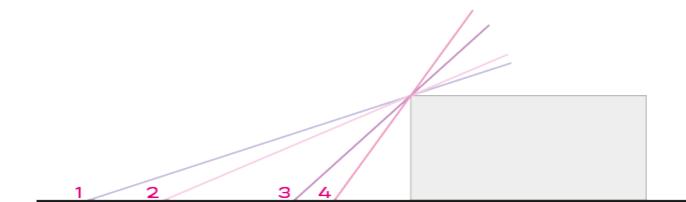
Angolo di altezza solare

1.	SOLSTIZIO D'INVERNO (21 giugno)	h. 16:00	18°
2.	SOLSTIZIO D'INVERNO (21 giugno)	h. 10:00	23°
3.	SOLSTIZIO D'ESTATE (21 dicembre)	h. 16:00	42°
4.	SOLSTIZIO D'ESTATE (21 dicembre)	h. 10:00	54°



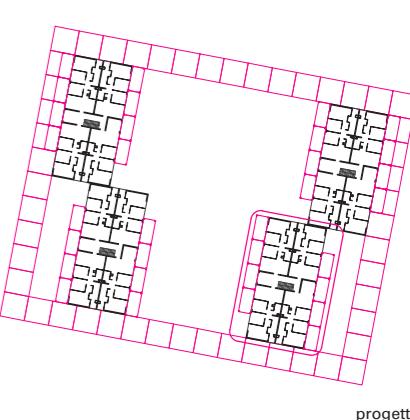
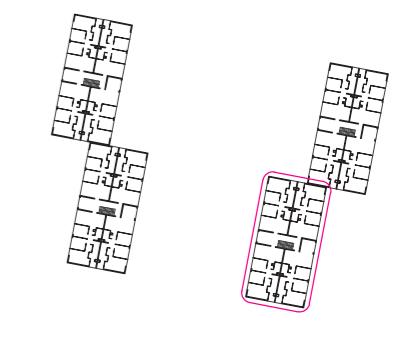
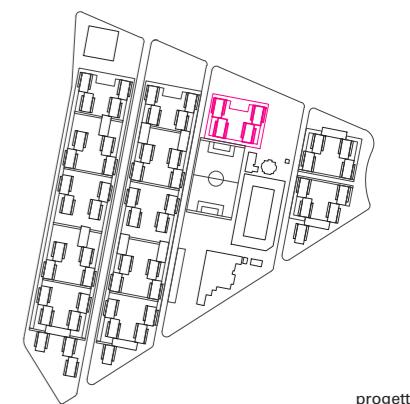
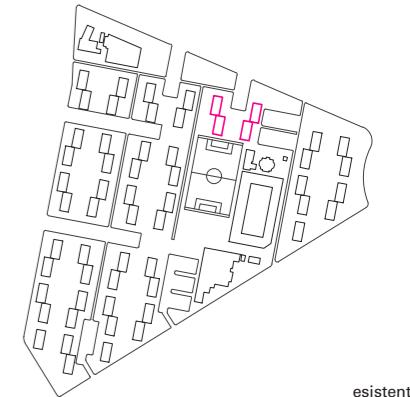
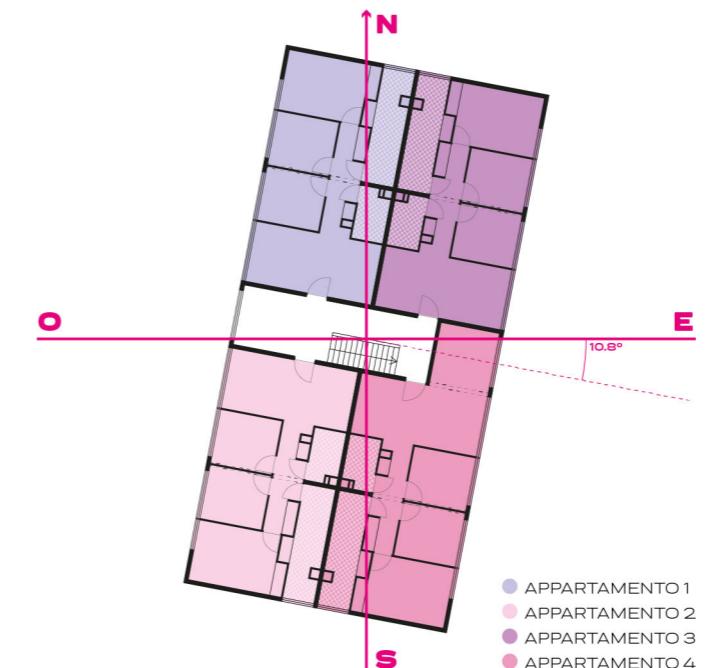
Lunghezza delle ombre proiettate da un blocco CORVI 1020

1.	SOLSTIZIO D'INVERNO (21 giugno)	h. 16:00	34.5m
2.	SOLSTIZIO D'INVERNO (21 giugno)	h. 10:00	26.4m
3.	SOLSTIZIO D'ESTATE (21 dicembre)	h. 16:00	12.4m
4.	SOLSTIZIO D'ESTATE (21 dicembre)	h. 10:00	8.2m



Orientamento dei blocchi CORVI 1020 della Villa Los Jardines

asse principale ruotato di 10.8° in senso orario rispetto alla direzione sud-nord



SOLSTIZIO D'INVERNO

ore 10:00 21 giugno

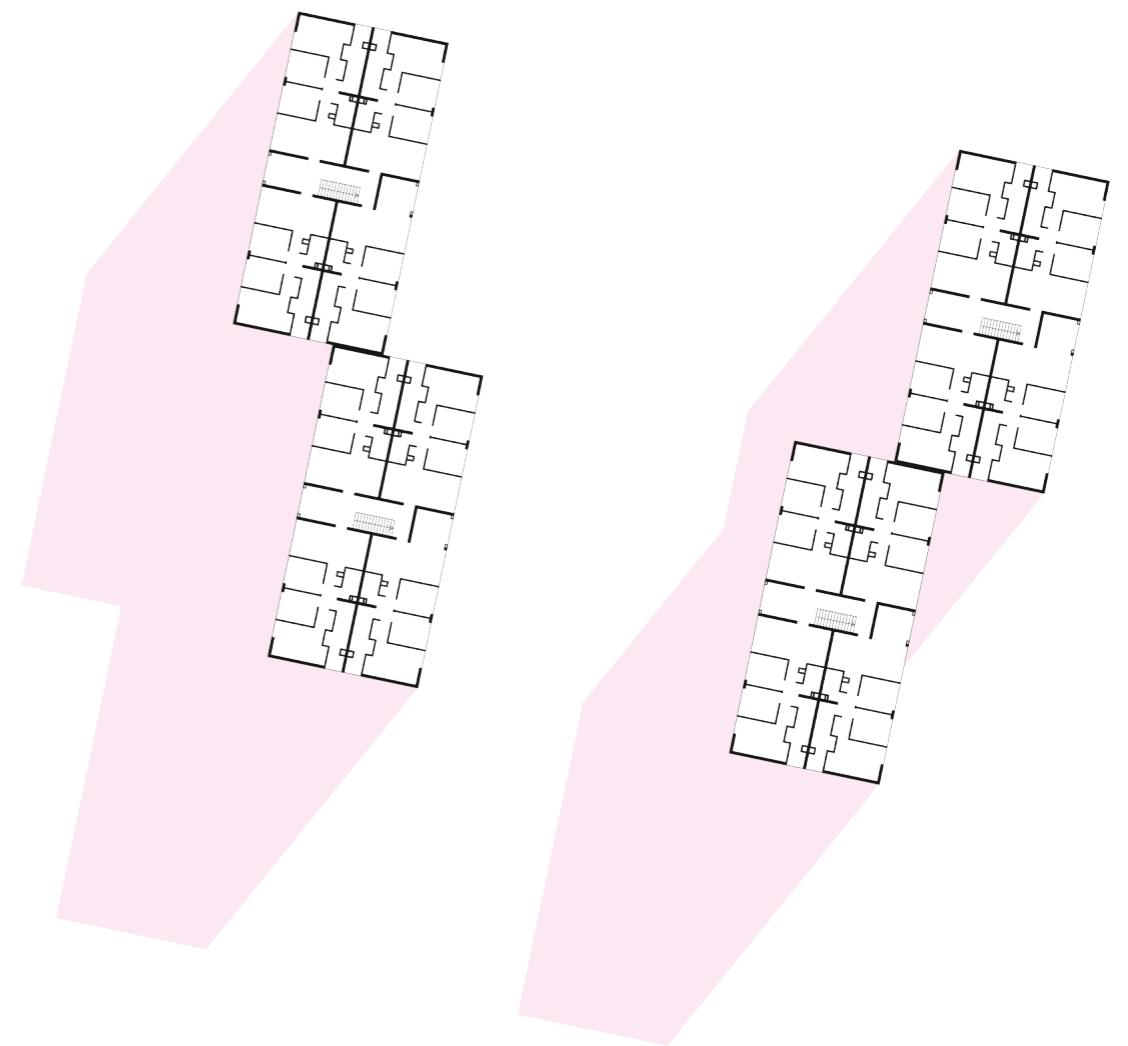
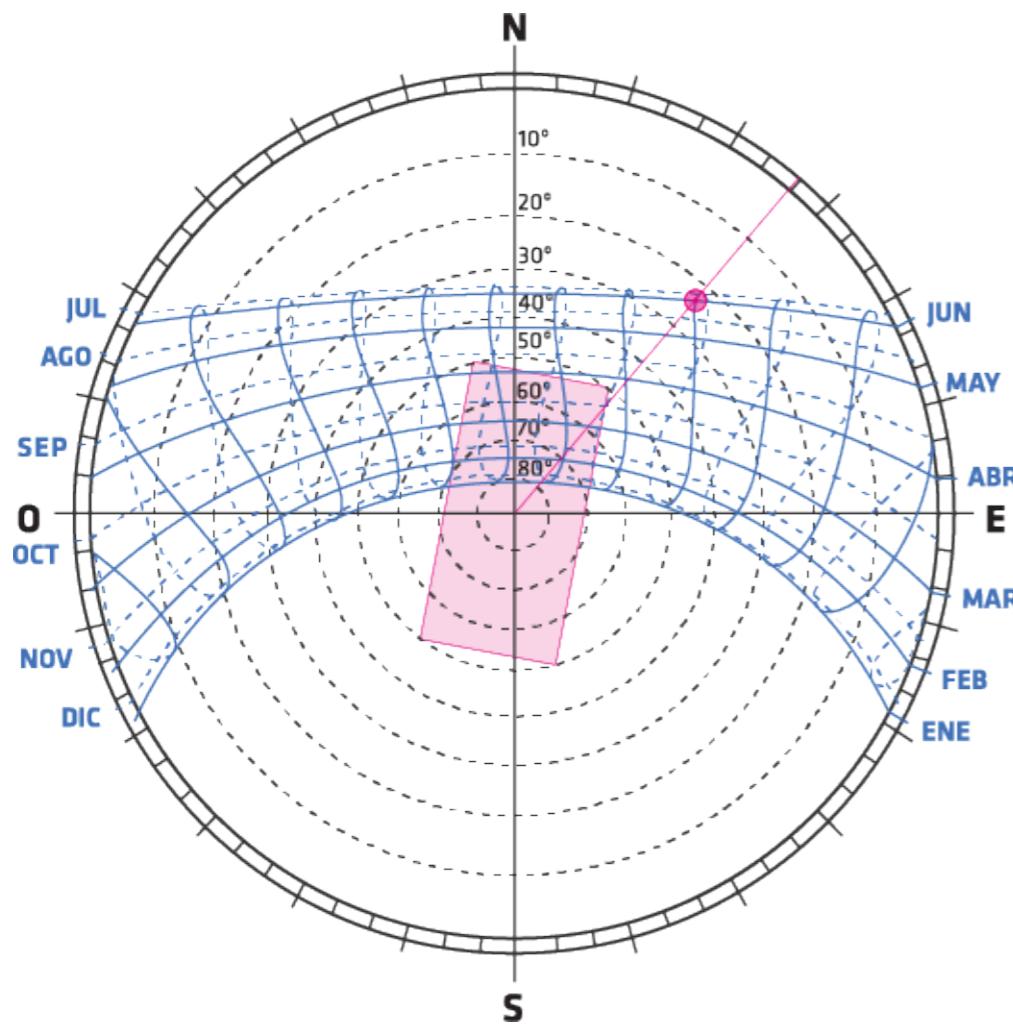
angolo di altezza solare:

23°

angolo azimutale solare:

141°

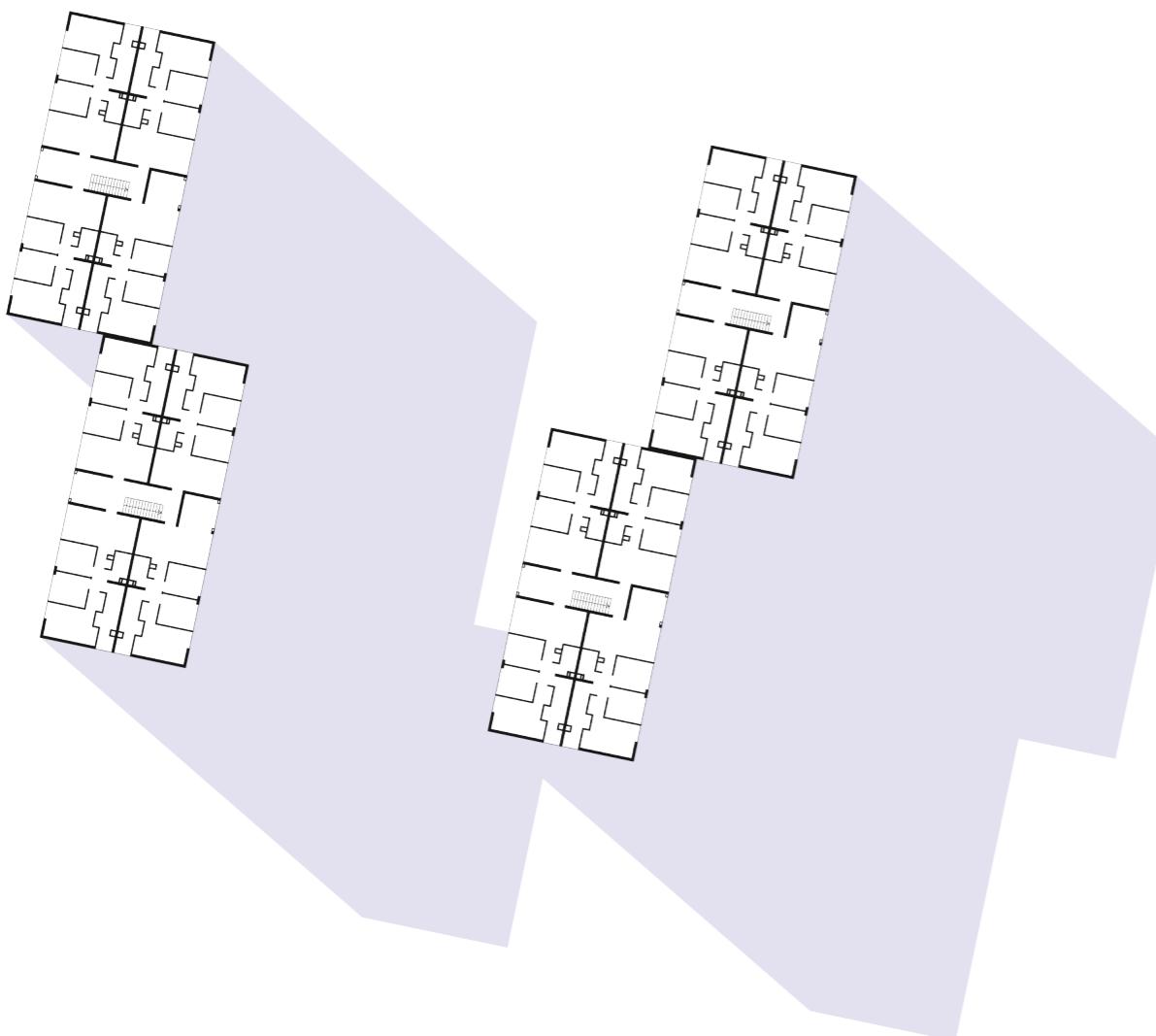
lunghezza delle ombre proiettate:
26,4m



SOLSTIZIO D'INVERNO

ore 16:00

21 giugno



angolo di altezza solare:

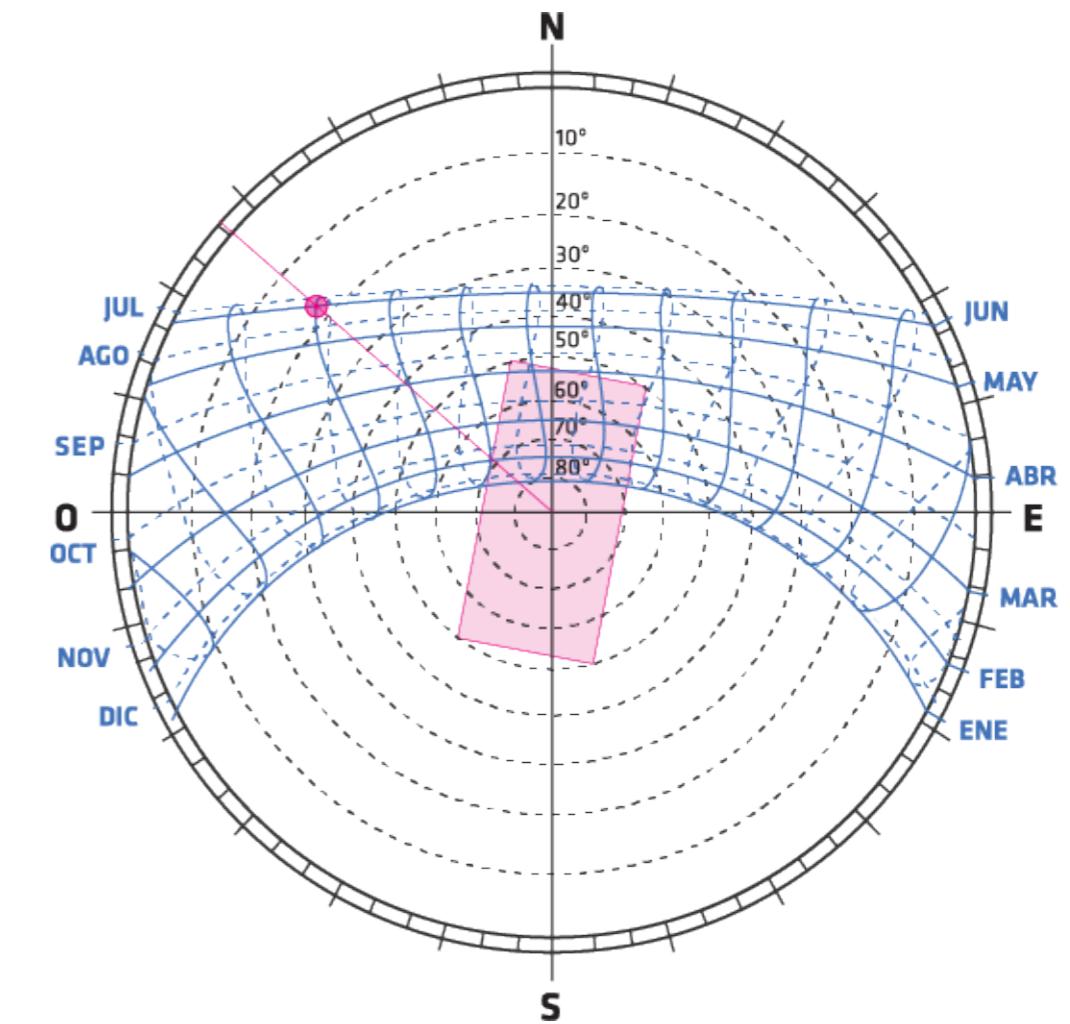
18°

angolo azimutale solare:

-131°

lunghezza delle ombre proiettate:

34,5m



SOLSTIZIO D'ESTATE

ore 10:00 21 dicembre

angolo di altezza solare:

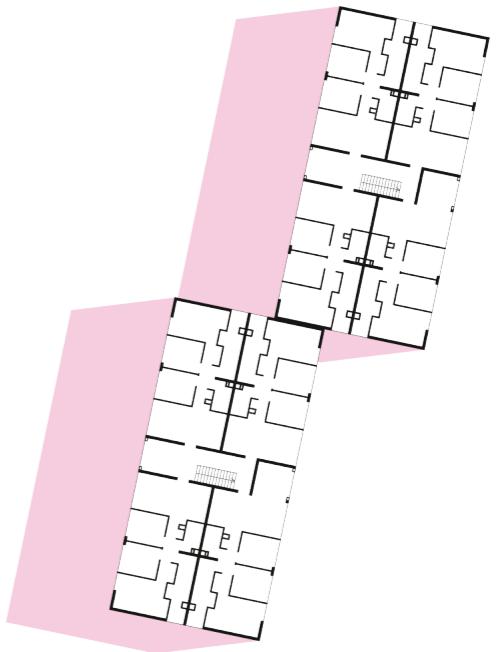
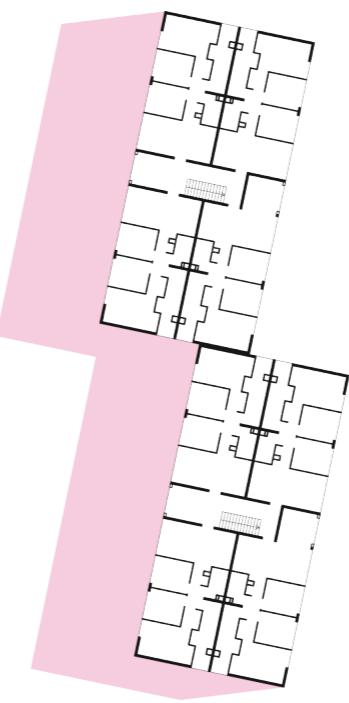
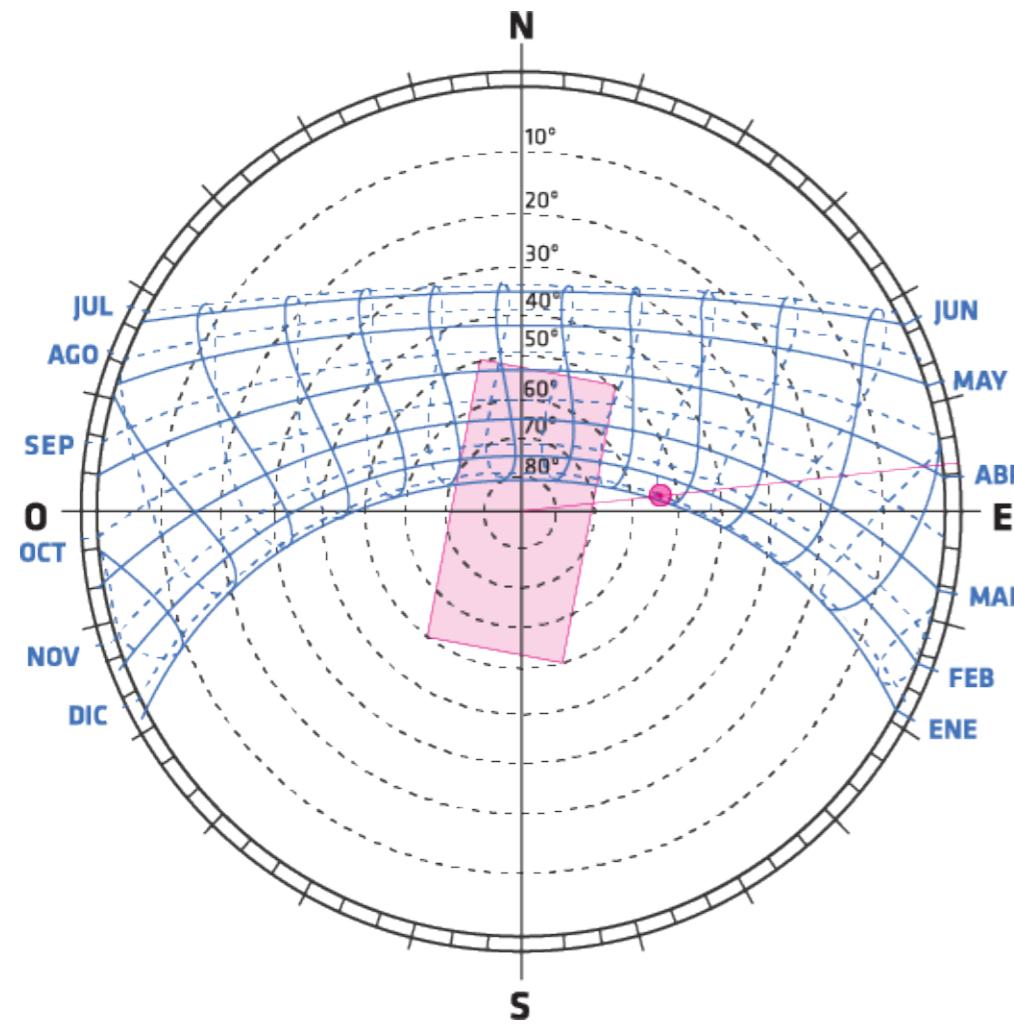
54°

angolo azimutale solare:

97°

lunghezza delle ombre proiettate:

8,2m



SOLSTIZIO D'ESTATE

ore 16:00 21 dicembre

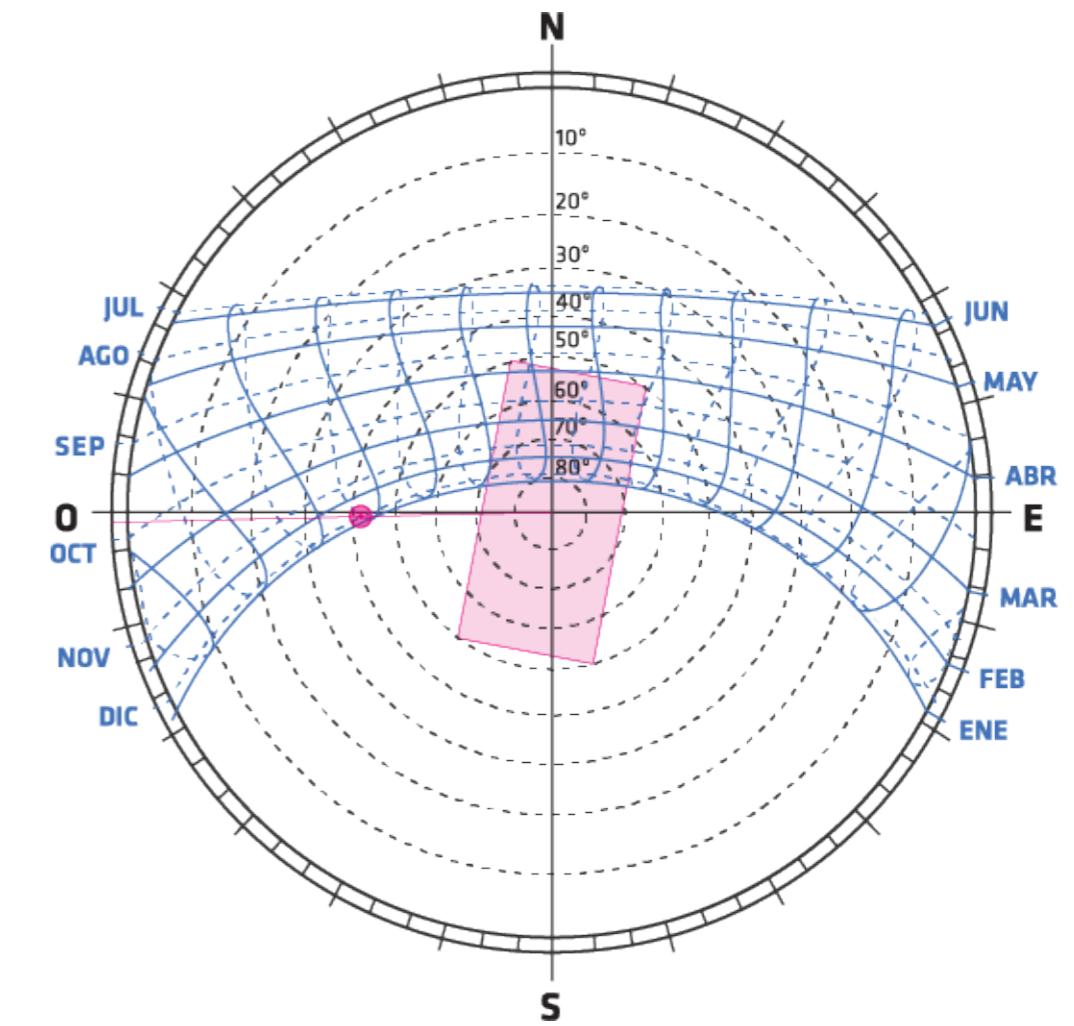
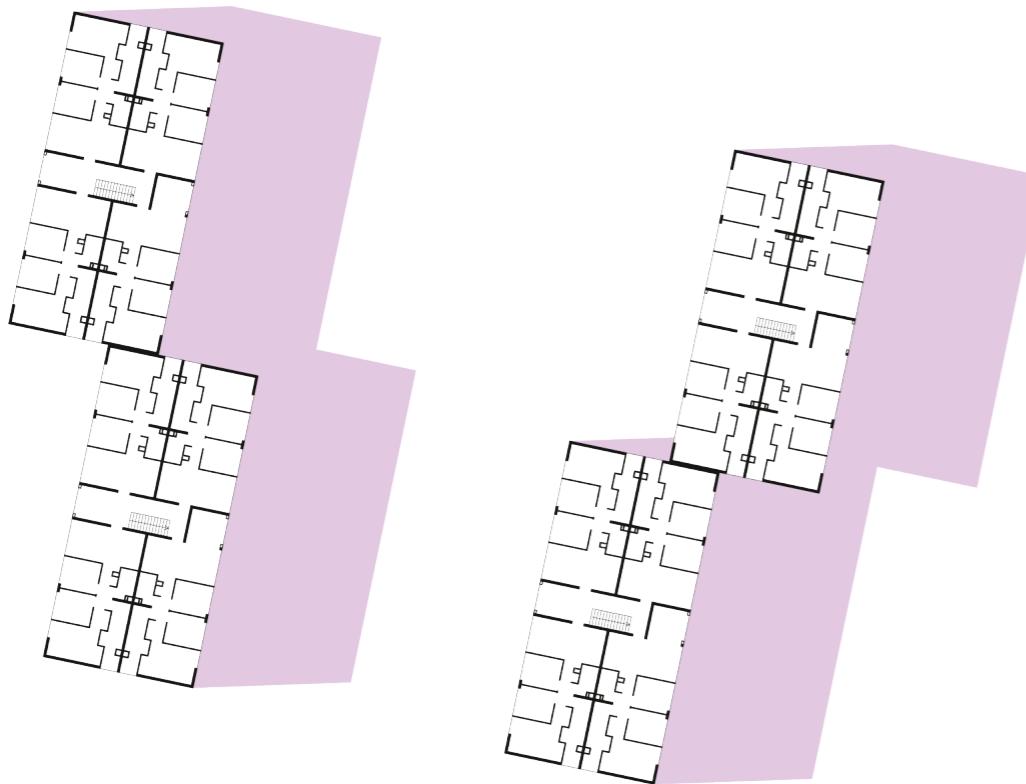
angolo di altezza solare:

42°

angolo azimutale solare:

-88°

lunghezza delle ombre proiettate:
12,4m



Strategia bioclimatica

Dopo aver brevemente analizzato le caratteristiche climatiche del sito si può concludere che gli edifici che compongono la Villa Los Jardines presentano serie problematiche a livello di comfort ambientale (in particolare relative al benessere termo-igrometrico) in buona parte legate ad aspetti progettuali. Questo capitolo, senza entrare nel merito del calcolo delle prestazioni energetiche e ambientali, propone una serie di strategie finalizzate alla realizzazione di un progetto che sia "una sintesi tra istanze funzionali, simbolico formali, tecnologico produttive e ambientali".^[13]

Dal momento che, come emerge dallo studio delle temperature medie stagionali, il periodo maggiormente problematico è quello invernale, si sceglie di intervenire sull'esistente attraverso l'aggiunta di un nuovo volume, addossato alle facciate est ed ovest, che operi secondo i principi di funzionamento della **serra termica passiva a guadagno diretto**, ovvero generando un guadagno termico all'interno dello spazio abitato. L'adozione di tale soluzione consente pertanto di realizzare un'estensione dei blocchi CORVI 1020 che sia al contempo uno spazio abitabile ed uno strumento tecnologico "che riduce gli scambi termici tra l'edi-

ficio e l'esterno, diminuendo le dispersioni d'inverno e i guadagni d'estate".^[12]

Il posizionamento della serra non è ottimale, dato che "spazi vetrati posti sui fronti est o ovest possono essere considerati spazi tampone e non serre bioclimatiche poiché il loro contributo al riscaldamento della casa è da considerarsi trascurabile", ma costituisce comunque una strategia progettuale vantaggiosa "in quanto riduce le dispersioni attraverso detti affacci".^[13]

La strategia bioclimatica adottata per il periodo invernale prevede, oltre allo spazio "buffer" della serra, delle pesanti tende isolanti poste sul lato interno del serramento esterno, il quale è regolabile (scorrevole) e presenta un vetro singolo altamente trasparente per permettere l'ingresso della maggior parte della radiazione solare. La separazione tra serra e interno è a sua volta regolabile per mezzo di un serramento pieghevole, ma in questo caso gli elementi di chiusura verticale opachi sono coibentati e il serramento interno è dotato di vetrocamera. In questo modo nel periodo diurno la radiazione diretta è libera di irraggiare le masse termiche (accumulo a pavimento) generando l'effetto serra, senza venire ostacolata dalla vegetazione (a foglia caduca) o dalla profondità dei balconi (dal momento che l'angolo di altezza solare è minimo nel

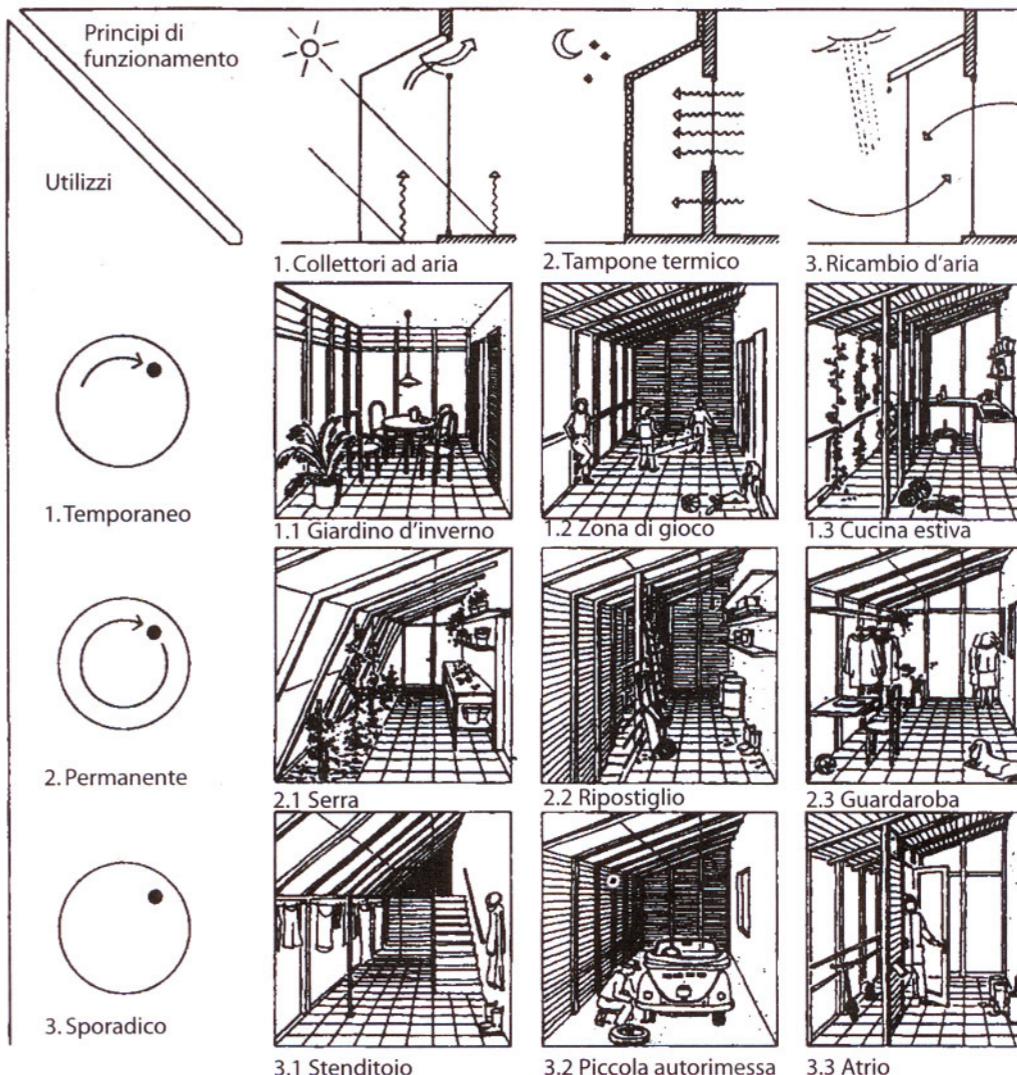
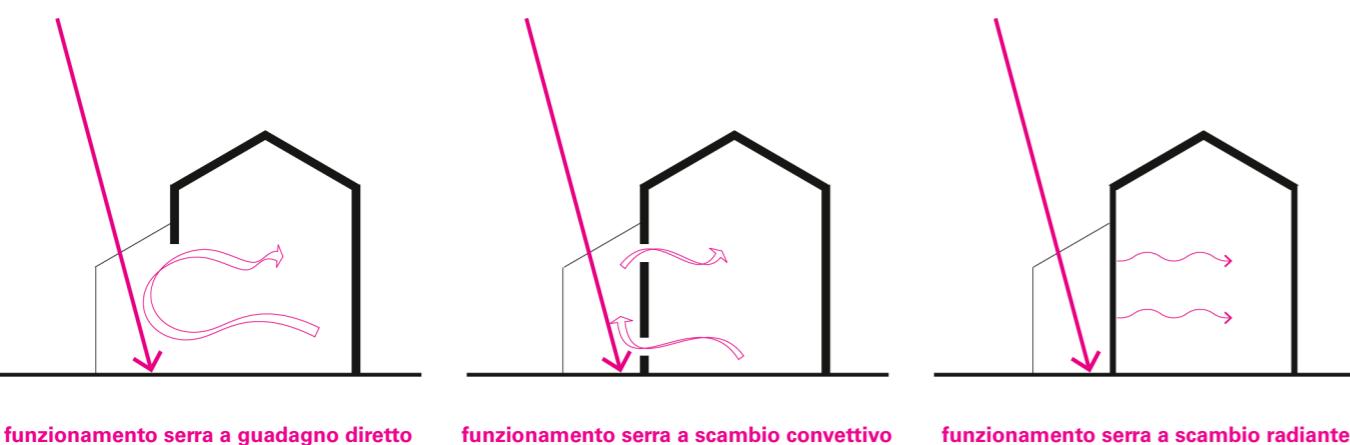


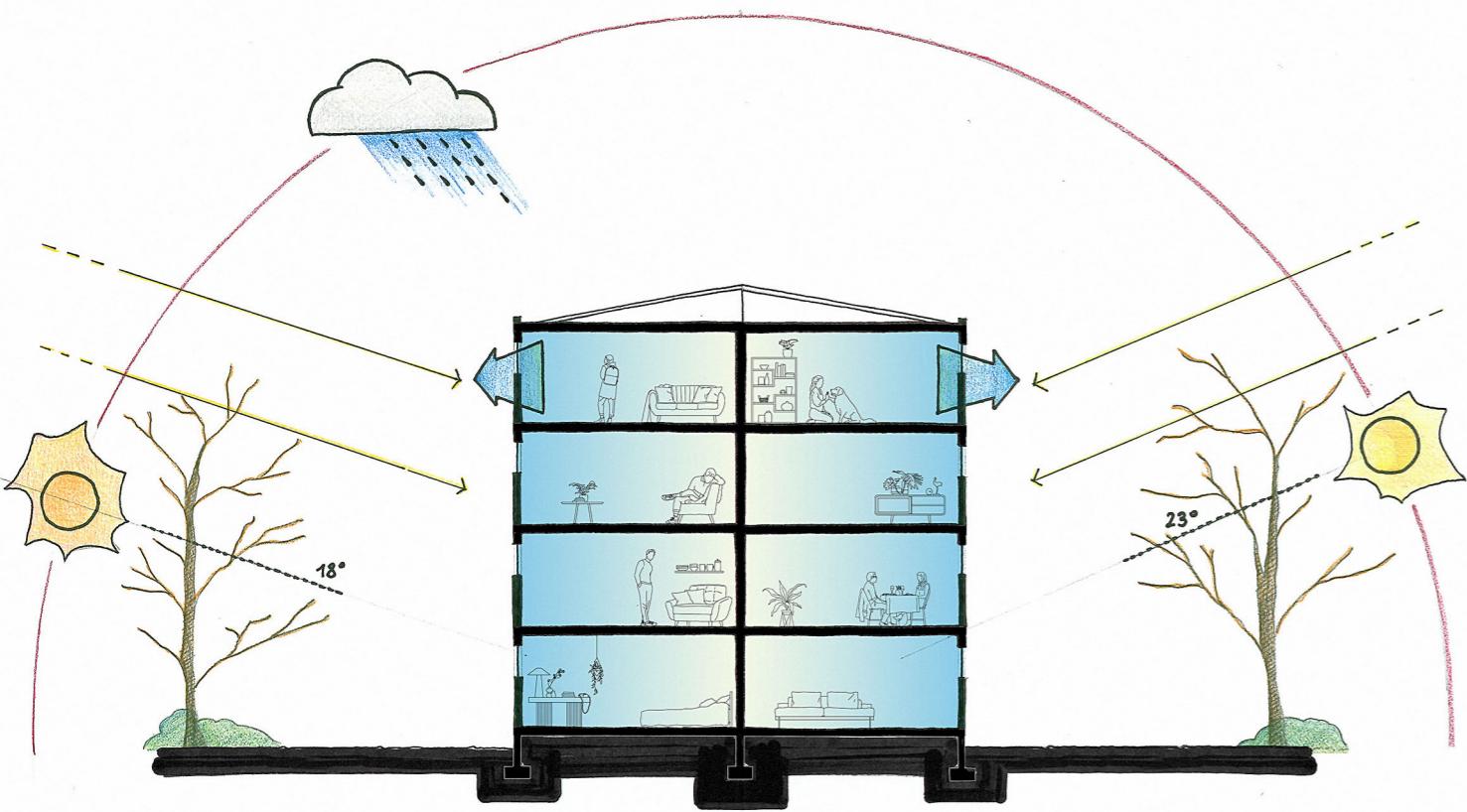
Immagine: scansione modificata tratta da Zappone, C. (2005). *La serra solare*. Eseilibri, Napoli, Italia

periodo invernale). Nel periodo notturno le dispersioni della serra verso l'esterno vengono minimizzate attraverso l'uso delle tende isolanti, che consentono di mantenere il più possibile l'energia termica accumulata durante il giorno.

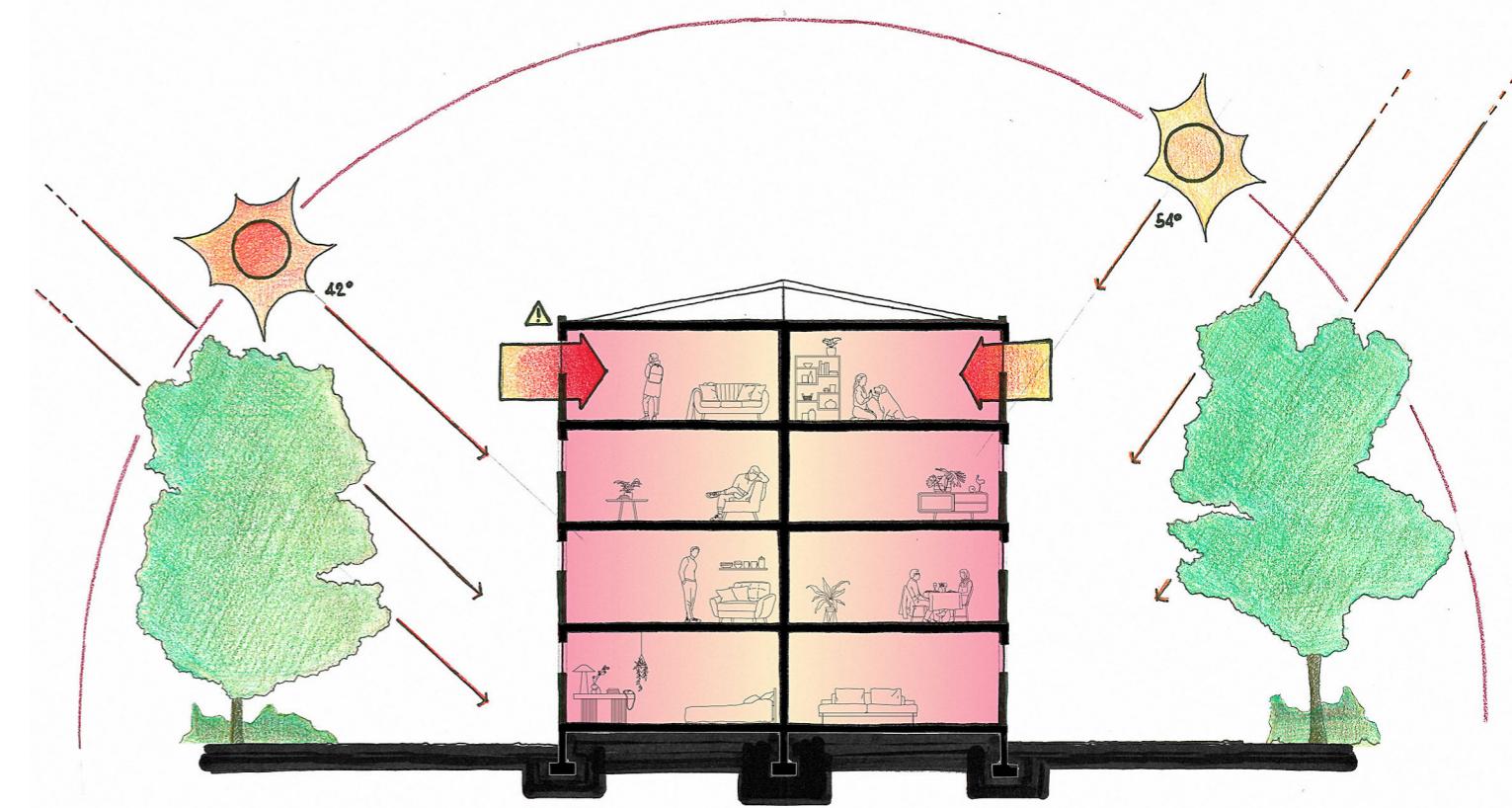
Durante il periodo estivo diurno si pone il problema del controllo della radiazione diretta. Solitamente si tende a sconsigliare il posizionamento di una serra lungo le facciate est o ovest, dal momento che "se non opportunamente schermate tali superfici vetrate sono la causa di forte sovrariscaldamento estivo".^[14] Viene pertanto studiato un sistema di schermature esterne mobili ad elementi verticali in bambù che, unitamente

all'azione di ostruzione del sole fornita della vegetazione, contribuisce a filtrare efficacemente la radiazione incidente. I serramenti, sia esterni che interni, sono inoltre completamente apribili e i balconi aggettanti contribuiscono a regolare l'afflusso dell'energia solare comportandosi come schermature orizzontali fisse (dal momento che l'angolo di altezza solare è massimo nella stagione estiva). Nel periodo notturno si cerca di massimizzare il flusso d'aria attraverso la serra per garantire la massima dispersione energetica, dotando la serra di aperture opportunamente calibrate per generare un moto d'aria ascendente che espelle il calore alla sommità della serra (camino solare).

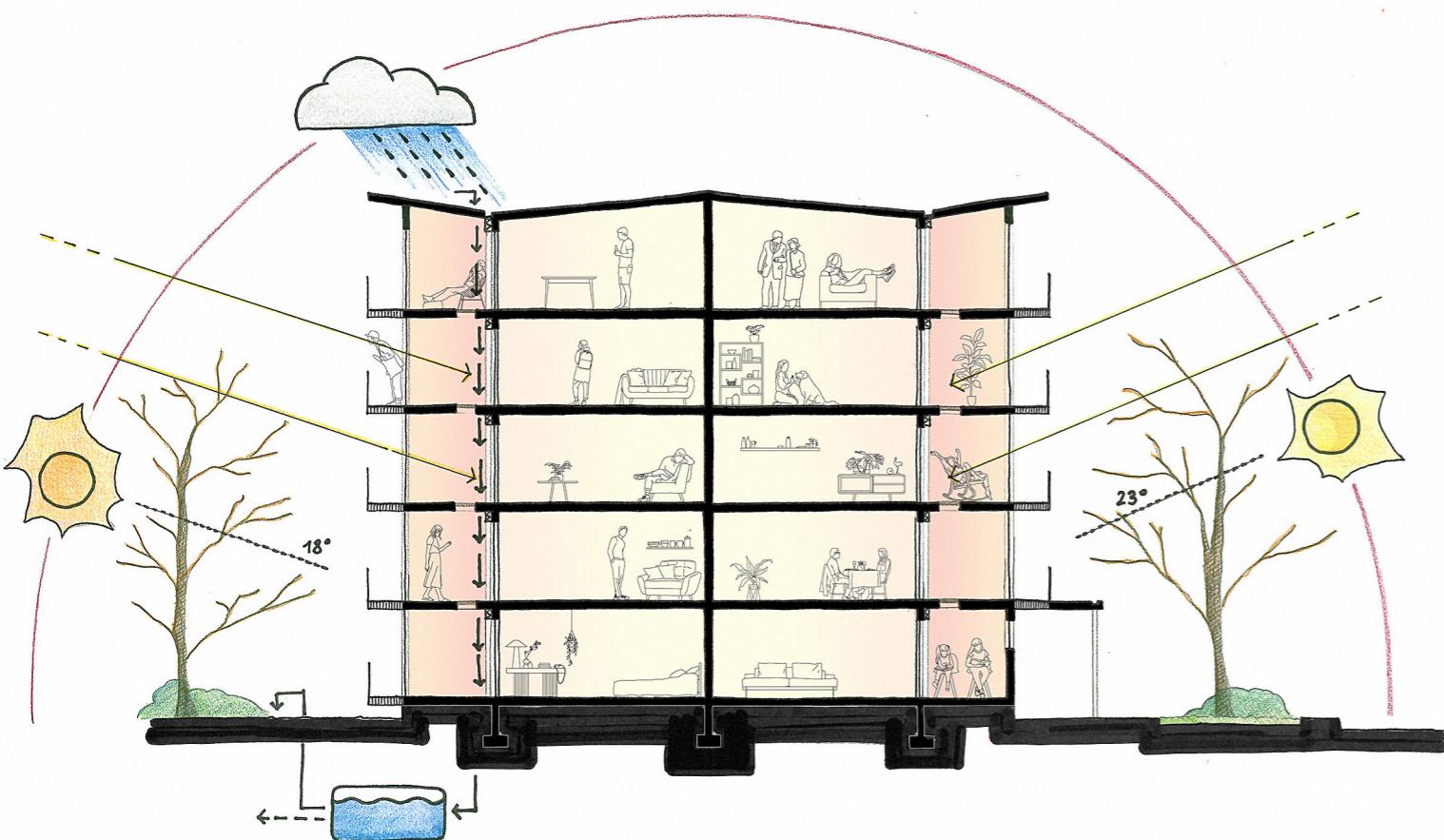
FUNZIONAMENTO INVERNALE - ESISTENTE



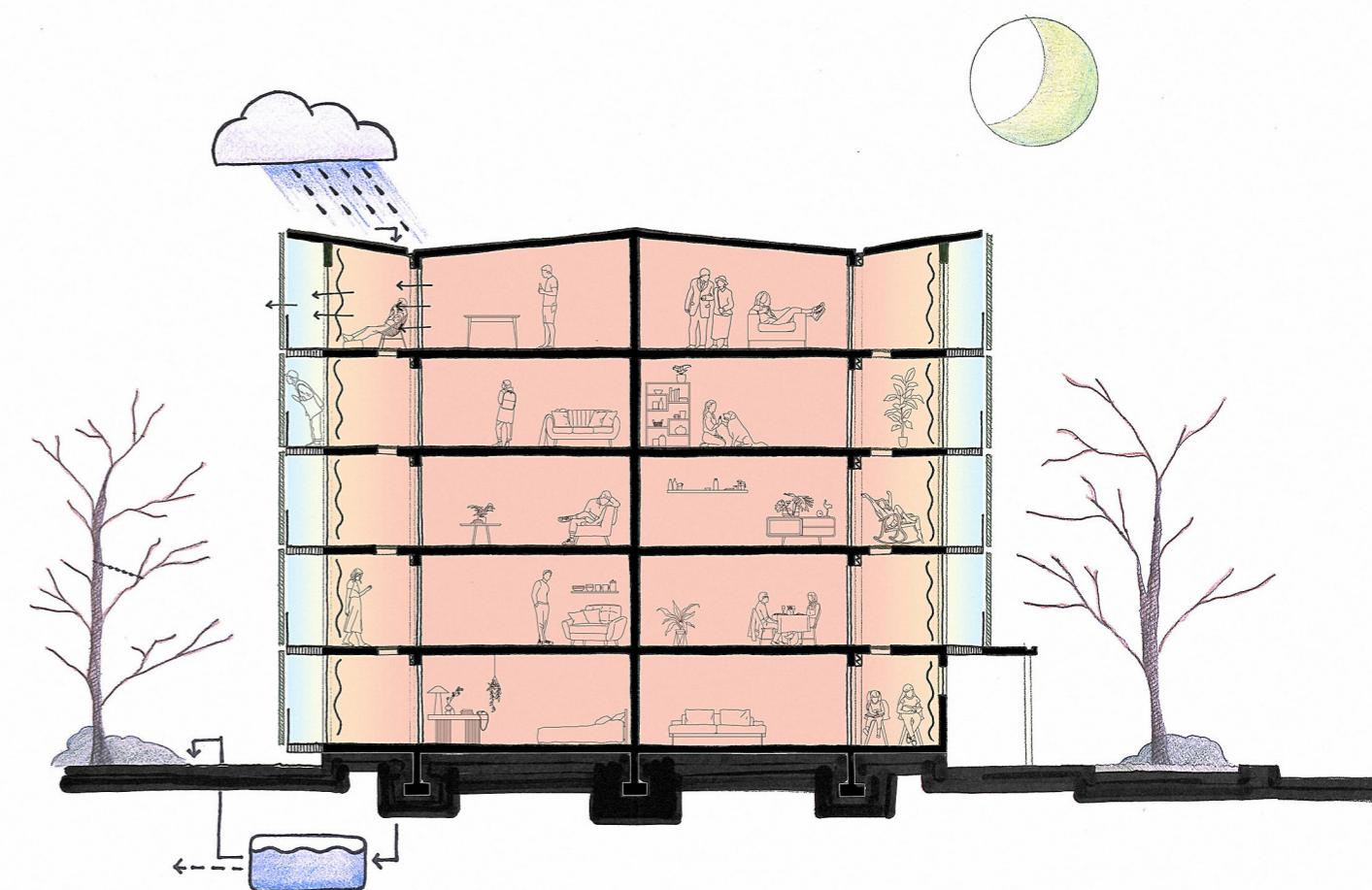
FUNZIONAMENTO ESTIVO - ESISTENTE



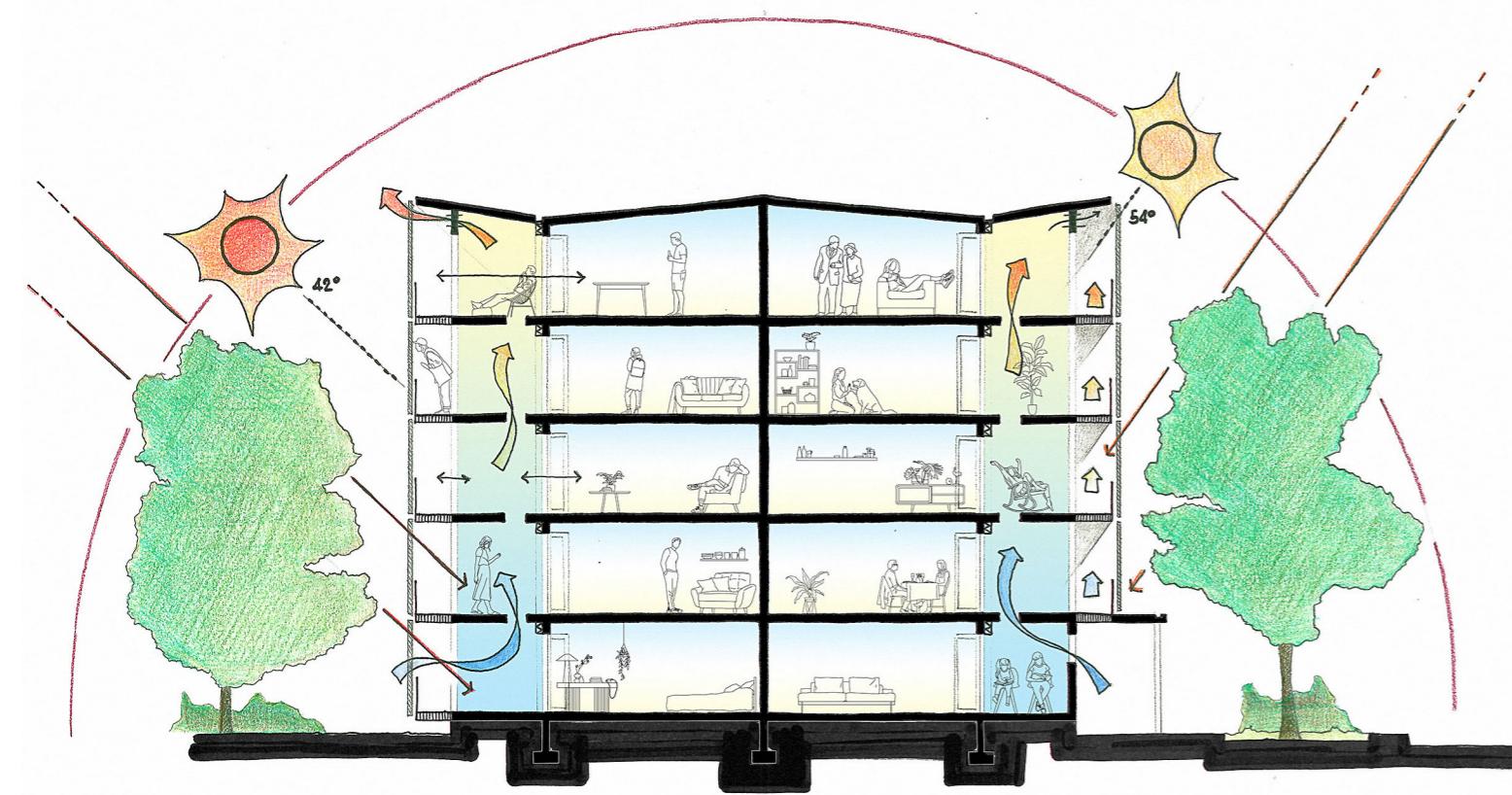
FUNZIONAMENTO INVERNALE DIURNO



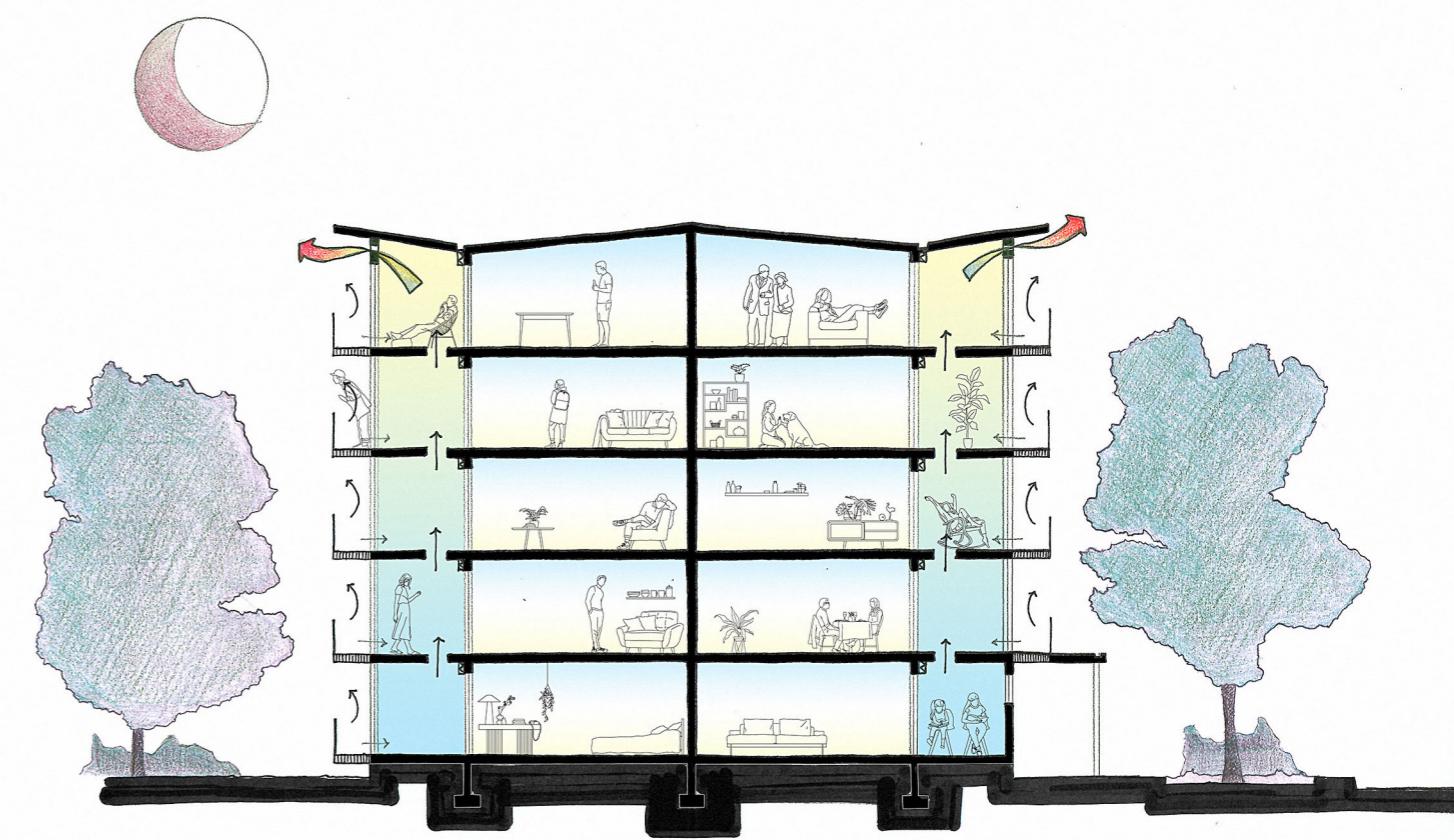
FUNZIONAMENTO INVERNALE NOTTURNO



FUNZIONAMENTO ESTIVO DIURNO



FUNZIONAMENTO ESTIVO NOTTURNO

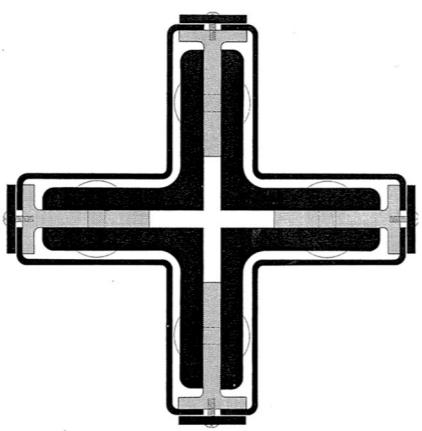




chareau



chareau

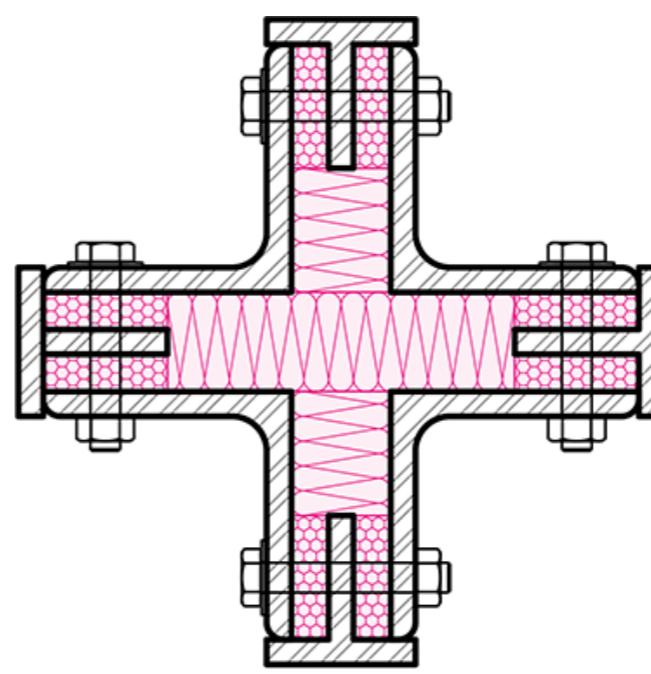
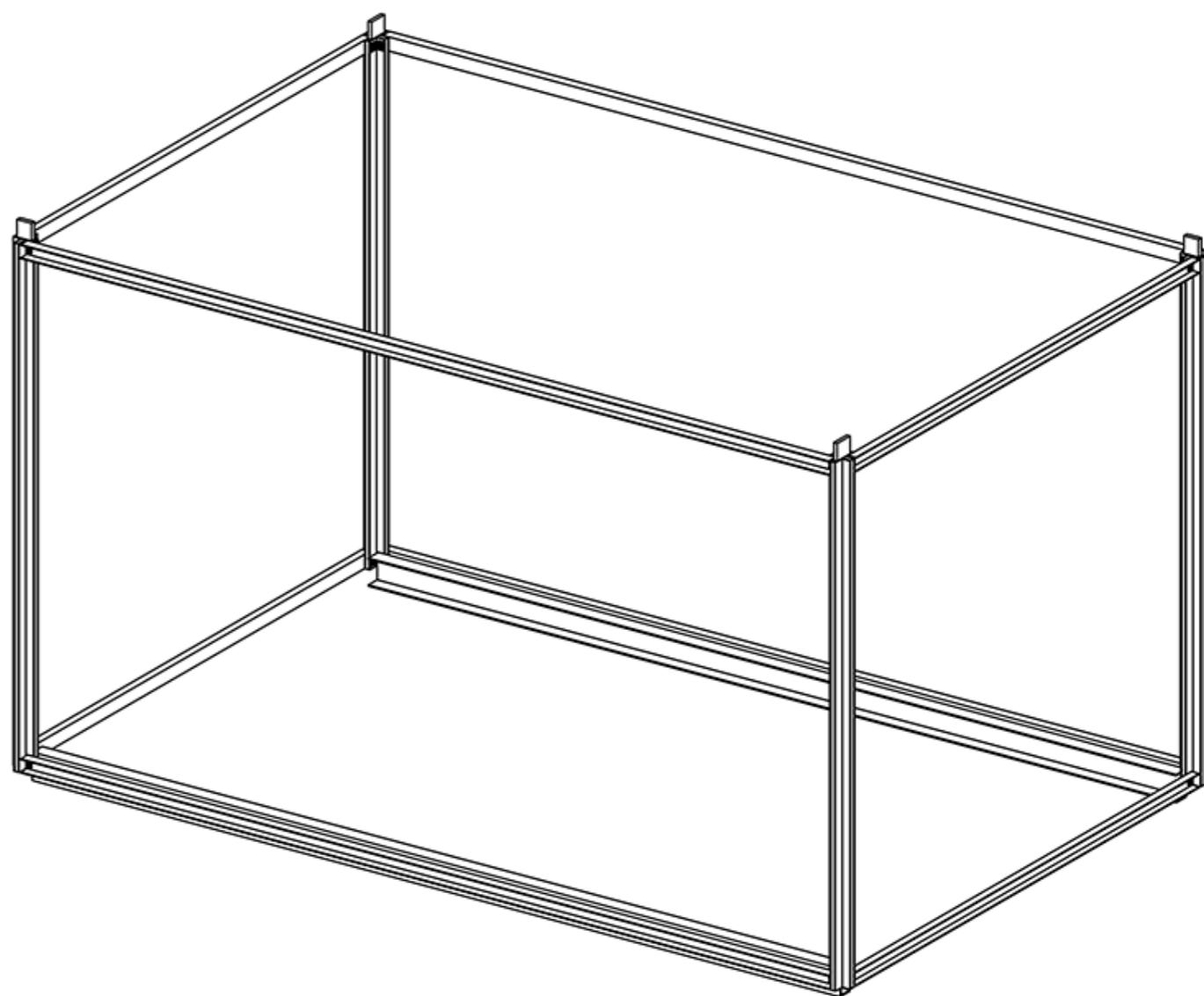
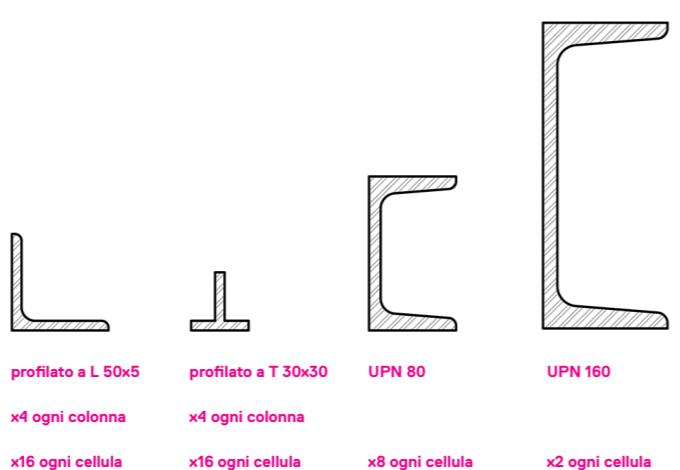
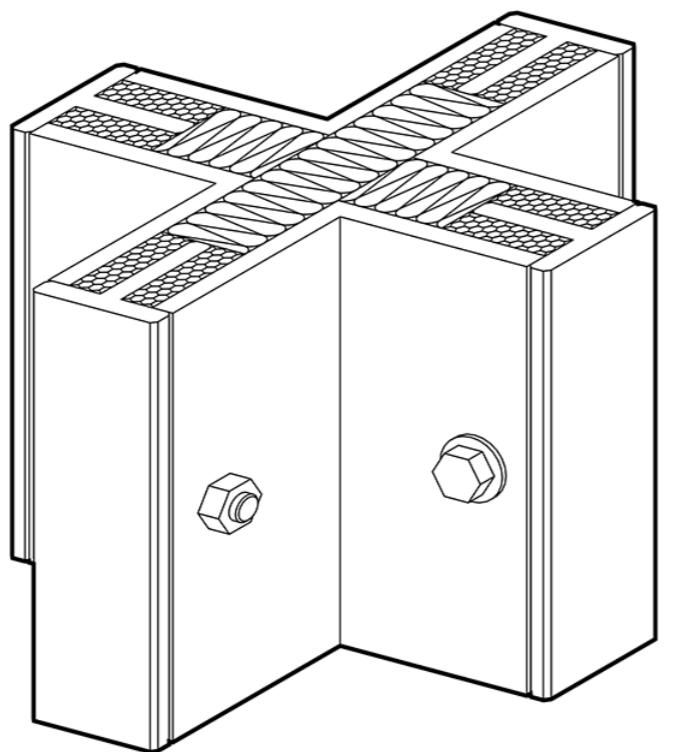


chareau

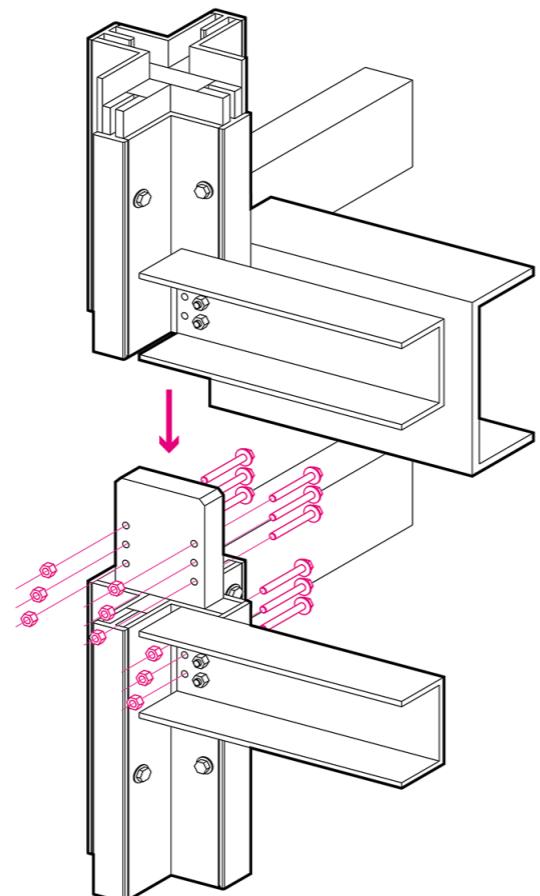
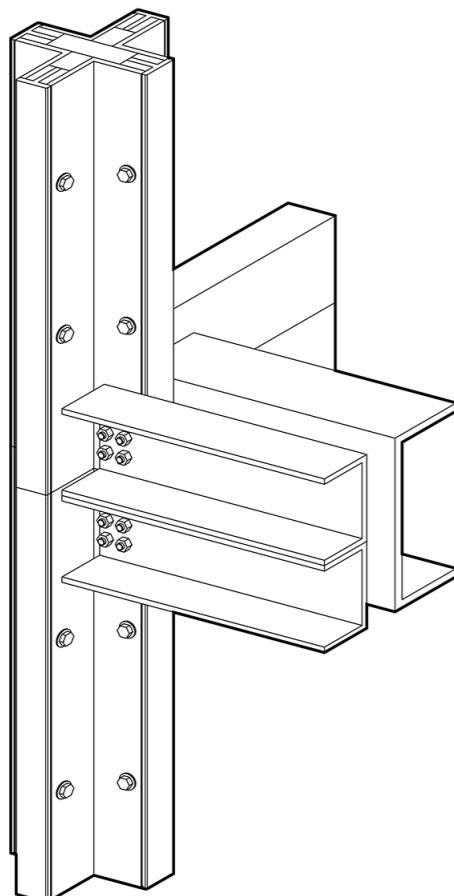
Processo costruttivo

Le ultime considerazioni progettuali sono relative al sistema strutturale prefabbricato impiegato per l'intervento di estensione e miglioramento dei blocchi CORVI 1020 della Villa Los Jardines e alla sua realizzazione. Sebbene disponga del know-how e dell'esperienza necessaria per sviluppare un sistema pesante ad hoc, l'industria cilena non è in questo momento pronta a sostenerne la produzione su larga scala (che richiede sempre di grandi investimenti pubblici o di un quadro normativo favorevole). Si propone pertanto un sistema prefabbricato leggero, il cui scheletro strutturale sia realizzato interamente con i profili laminati a caldo standard in acciaio che il settore produttivo è capace di offrire sul mercato.

Rifacendosi ad alcuni archetipi dell'architettura "industriale" del primo modernismo, come le colonne in acciaio nudo rivestite di bachelite della Maison de verre di Pierre Chareau (1931) o i pilastri cromati del padiglione tedesco all'Esposizione Universale di Barcellona di Mies van der Rohe (1929), viene progettato un elemento architettonico verticale portante a sezione cruciforme composto da quattro profili a L da 50x50mm ed altrettanti profili a T da 30x30mm, imbul-

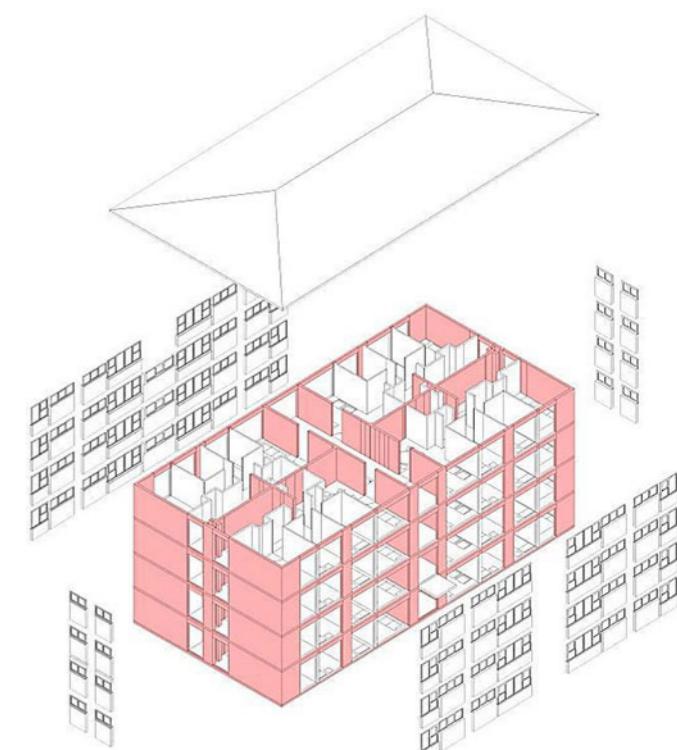


ionato in modo tale permetterne lo smontaggio ed il riuso degli elementi e riempito con pannelli di materiale isolante o assi di legno (a seconda dei requisiti prestazionali). Queste colonne, di altezza variabile ed estendibili in altezza attraverso semplici connessioni a secco, vengono unite a gruppi di 4 da profili **UPN 160** e **UPN 80** dando origine all'unità spaziale tridimensionale fondamentale del progetto (lo scheletro della "cellula"), avente dimensioni in pianta di 2,5x5m o 5x5m a seconda dell'impiego. A questo modulo strutturale vengono abbinate gli elementi di controventatura (non approfonditi in questa sede) e di chiusura oriz-



zontale e verticale, anch'essi prefabbricati e ancorati alla struttura mediante connessioni a secco. Infine, più cellule tridimensionali vengono affiancate e sovrapposte creando una struttura leggera a telaio in acciaio, che trasferisce le sollecitazioni causate dai carichi orizzontali (da vento e sismico) alla struttura in calcestruzzo armato a setti portanti dell'edificio preesistente al quale è ancorata, svuotata dai muri di tamponamento in laterizio e lastre di fibrocemento.

Questo sistema prefabbrica ibrido offre la stessa libertà compositiva e formale di un sistema a telaio, ma è in grado di raggiungere un livello di prefabbricazione superiore: i singoli elementi lineari che lo compongono possono infatti essere preassemblati in un laboratorio diventando elementi piani (che solitamente definiscono i sistemi a pannelli), i quali a loro volta sono pensati per poter essere messi insieme in modo da costituire una cellula tridimensionale autosufficiente. Di fatto la fase di cantiere avviene in maniera analoga a quella di un intervento che fa uso di un sistema prefabbricato pesante basato su "capsule", con tutti i benefici in termini di velocità d'esecuzione che ciò comporta: una gru mobile solleva la cellula preassemblata, la quale viene fissata a secco alle altre capsule o ai supporti predisposti sull'edificio preesistente, sul core strutturale o sul terreno. La differenza sta nel fatto che in un sistema ibrido il trasporto degli elementi prefabbricati può essere ottimizzato in funzione della distanza da percorrere. Con lo stesso mezzo di trasporto possono infatti essere spostate, ad esempio, due cellule prefabbricate complete, una quantità di pannelli preassemblati sufficiente alla realizzazione di cinque cellule, oppure il numero di elementi lineari necessario per montarne otto.

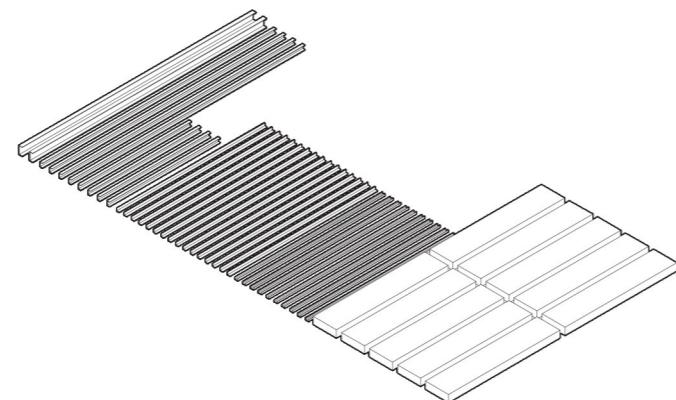


Ciò risulta particolarmente interessante se si considera che i blocchi CORVI sono localizzati in siti la cui accessibilità varia notevolmente e che l'adozione di un sistema prefabbricato per il loro retrofit è giustificata solo nella misura in cui può essere utilizzato su un numero elevato di interventi. Oltre ad essere adeguato per la maggior parte dei raggruppamenti di edifici, collocati lungo l'anello perimetrale di Santiago e facilmente raggiungibili con il trasporto pesante, un sistema di questo tipo semplificherebbe anche il raggiungimento dei blocchi situati nelle aree più remote del territorio cileno rendendo necessario il minor numero possibile di viaggi, con un impatto positivo sui costi economici, energetici ed ambientali. Nel caso specifico di Santiago le cellule prefabbricate possono arrivare sul sito pronte per essere installate oppure, come nel caso della Villa Los Jardines, nei raggruppamenti più grandi può essere previsto uno spazio all'interno del sito per l'assemblaggio delle unità tridimensionali.

FASE 1

Gli elementi lineari che compongono il sistema prefabbricato vengono prodotti industrialmente. Le colonne vengono assemblate e si realizzano tutti i fori ed i raccordi necessari per il montaggio dei moduli.

Il livello di prefabbricazione in questa fase è molto basso. Nell'immagine sono rappresentati gli elementi necessari per la realizzazione di un modulo.

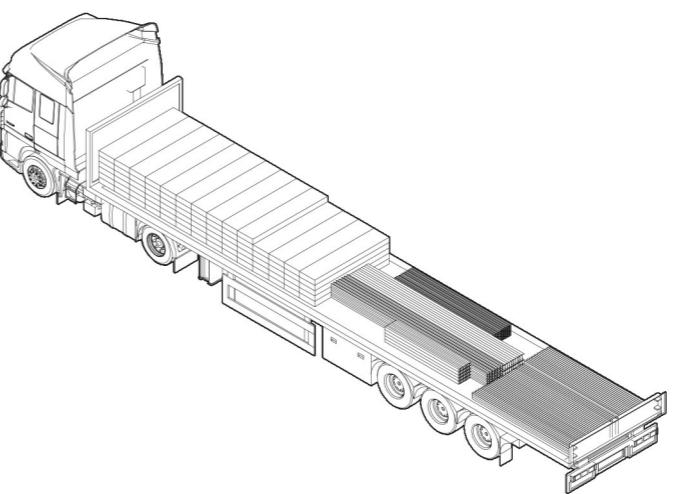


01 /// elementos lineales

FASE 2

Trasporto degli elementi lineari dall'industria al sito di progetto, oppure ad un laboratorio di dimensioni intermedie nel quale si procede all'assemblaggio dei moduli prefabbricati.

In questa fase il trasporto è molto efficiente, nell'immagine sono rappresentati gli elementi necessari per la realizzazione di 8 moduli.

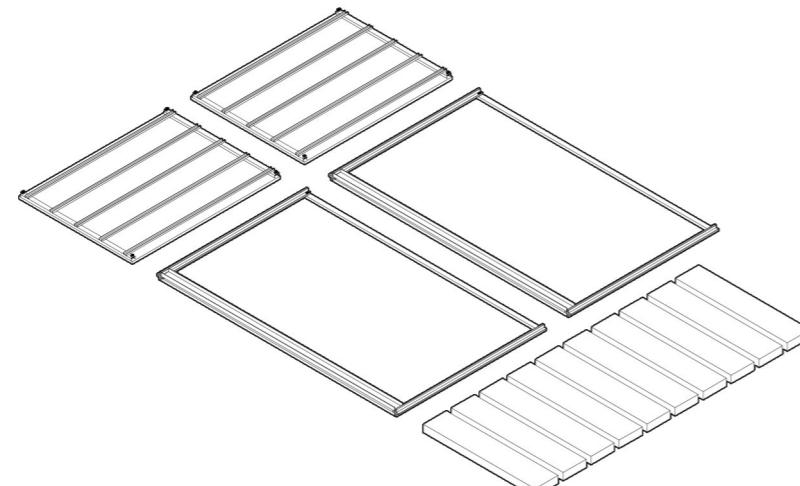


02 /// transporte industria - taller

FASE 3

Gli elementi lineari vengono uniti creando gli elementi piani fondamentali del sistema. Questa fase può essere saltata o realizzata direttamente all'interno dell'industria, a seconda delle necessità legate al trasporto dei materiali.

Nell'immagine sono rappresentati i pannelli che compongono un modulo.

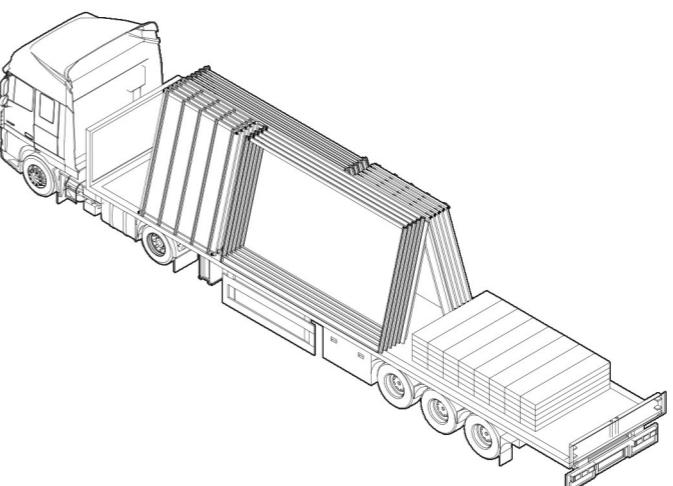


03 /// elementos planos

FASE 4

Trasporto degli elementi piani dall'industria o dal laboratorio al sito di progetto, dove si procede all'assemblaggio dei moduli prefabbricati.

In questa fase il trasporto continua ad essere efficiente, nell'immagine sono rappresentati i pannelli necessari per la realizzazione di 5 moduli.

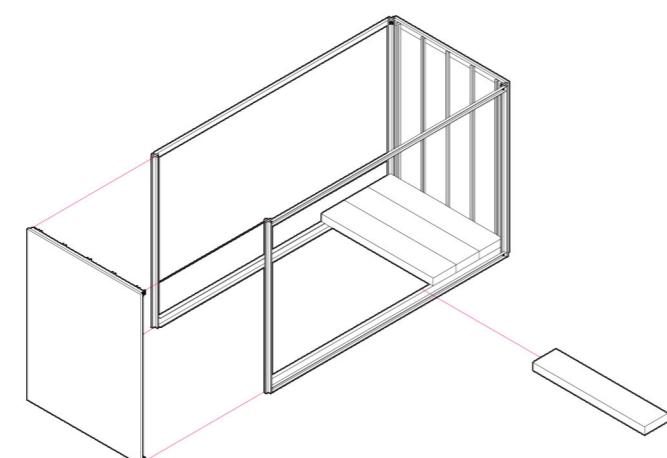


04 /// transporte taller - obra

FASE 5

Gli elementi piani vengono assemblati in celle tridimensionali, pronte per essere installate.

Nell'immagine è rappresentato un modulo.

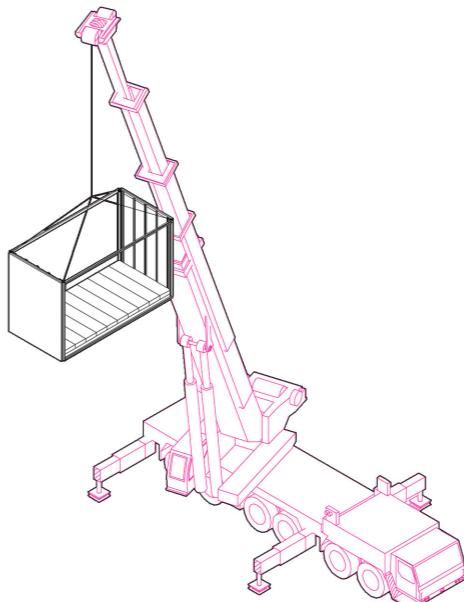


05 /// elementos espaciales

FASE 6

Le celle tridimensionali vengono trasportate all'interno del cantiere mediante l'utilizzo di gru mobili o altri sistemi.

I moduli possono anche essere assemblati direttamente dall'industria o dal laboratorio, ma in questo caso non è possibile trasportarne più di due alla volta.



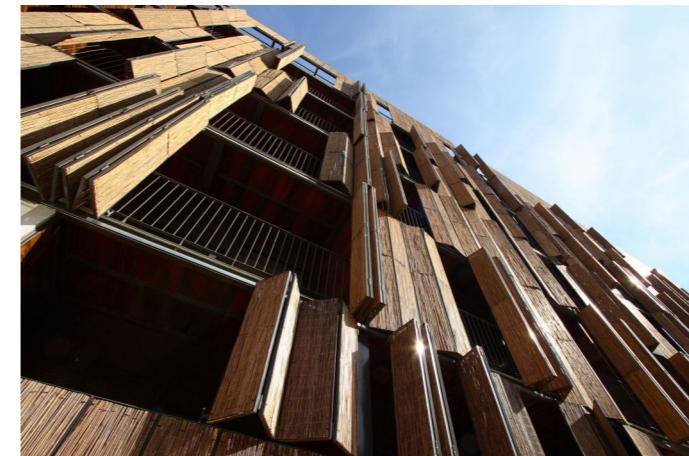
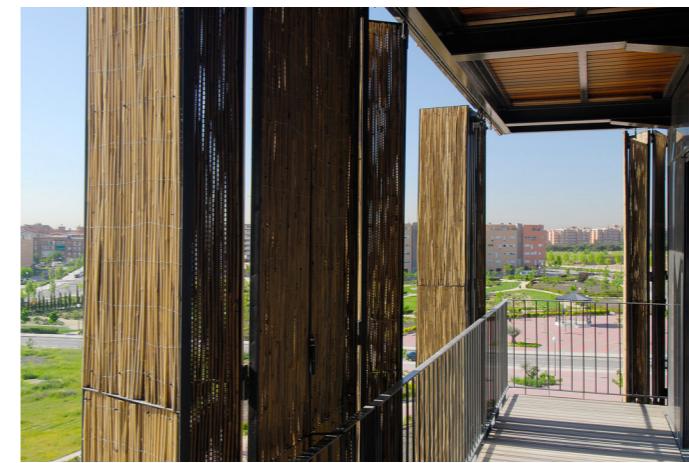
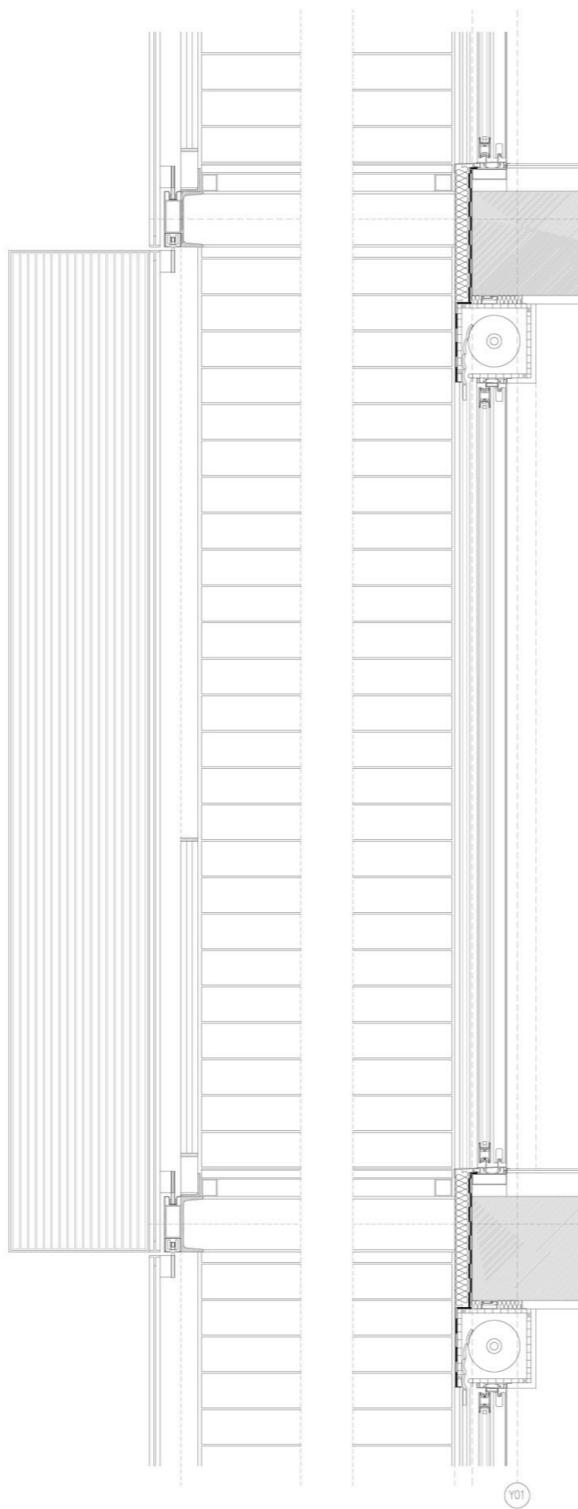
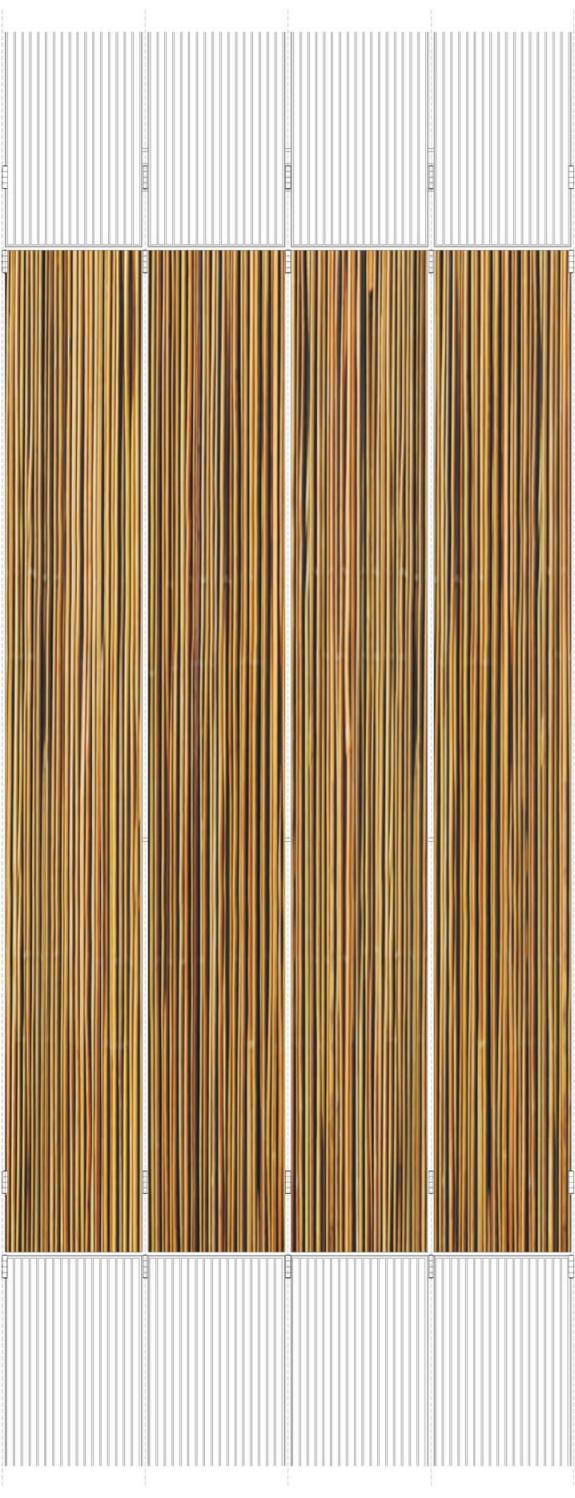
06 /// ensambleaje



Utilizzo di un sistema prefabbricato per l'estensione di un edificio esistente mediante una serra bioclimatica
Progetto di trasformazione di 530 unità abitative a Bordeaux / Lacaton & Vassal + Frédéric Druot + Christophe Hutin



Particolare della serra (visibili le tende interne isolanti per il controllo della temperatura)
Progetto di trasformazione di 530 unità abitative a Bordeaux / Lacaton & Vassal + Frédéric Druot + Christophe Hutin



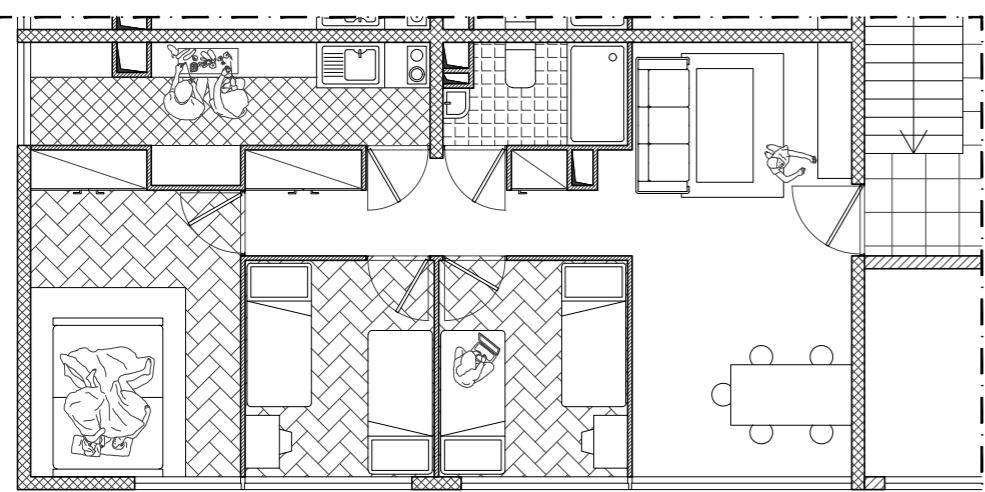
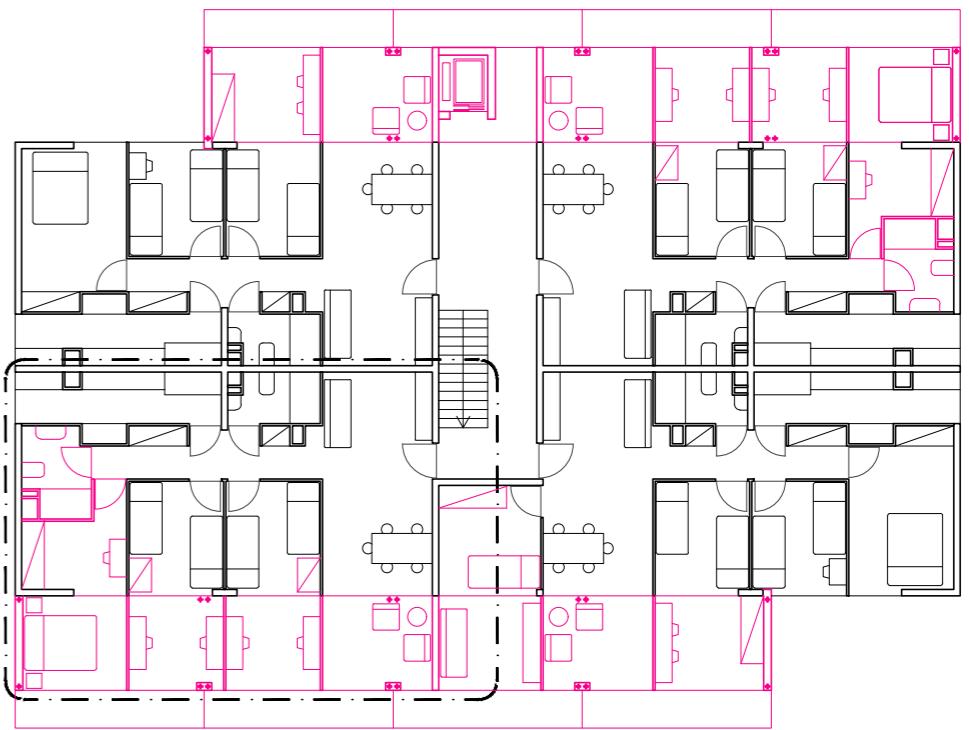
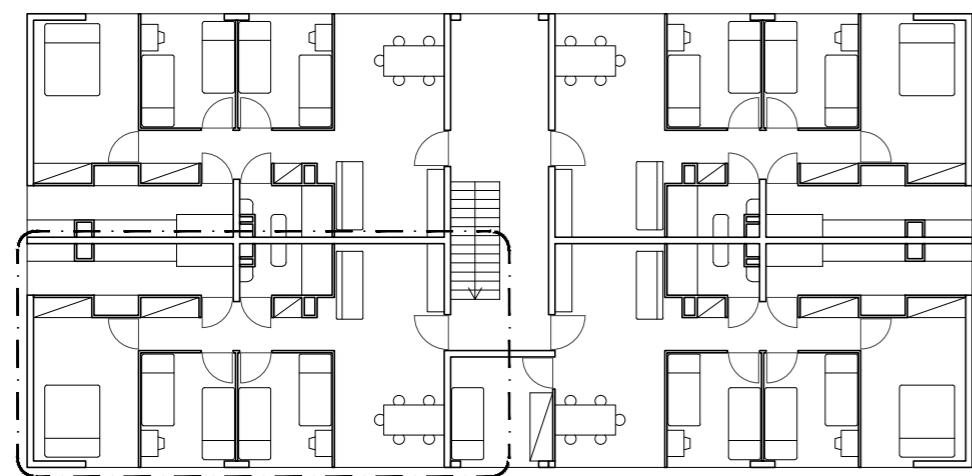
Dettaglio del sistema di schermatura - incannicciato di bambù su telaio in acciaio prieghevole

Carabanchel Housing, Madrid / Foreign Office Architects (2007)

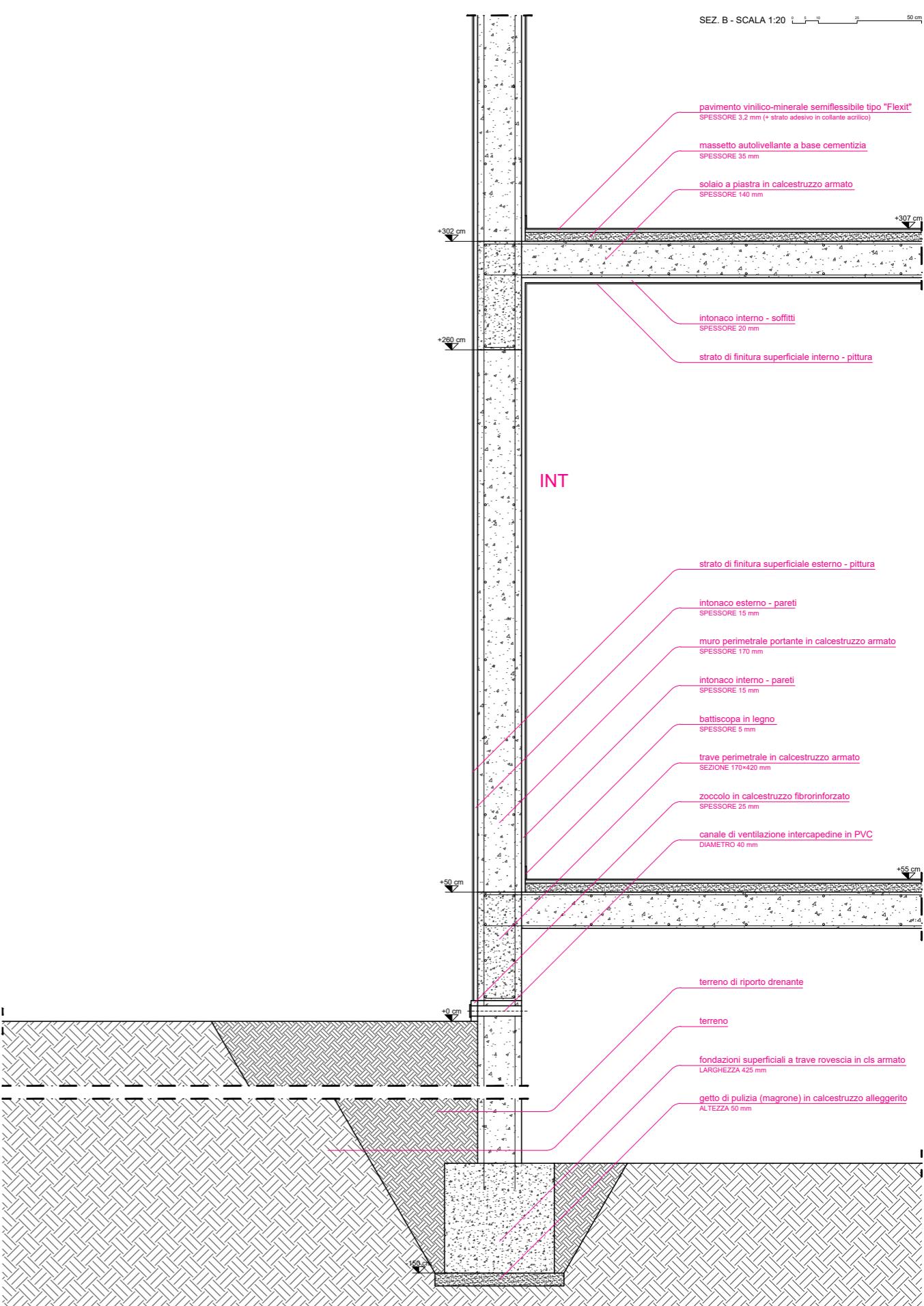
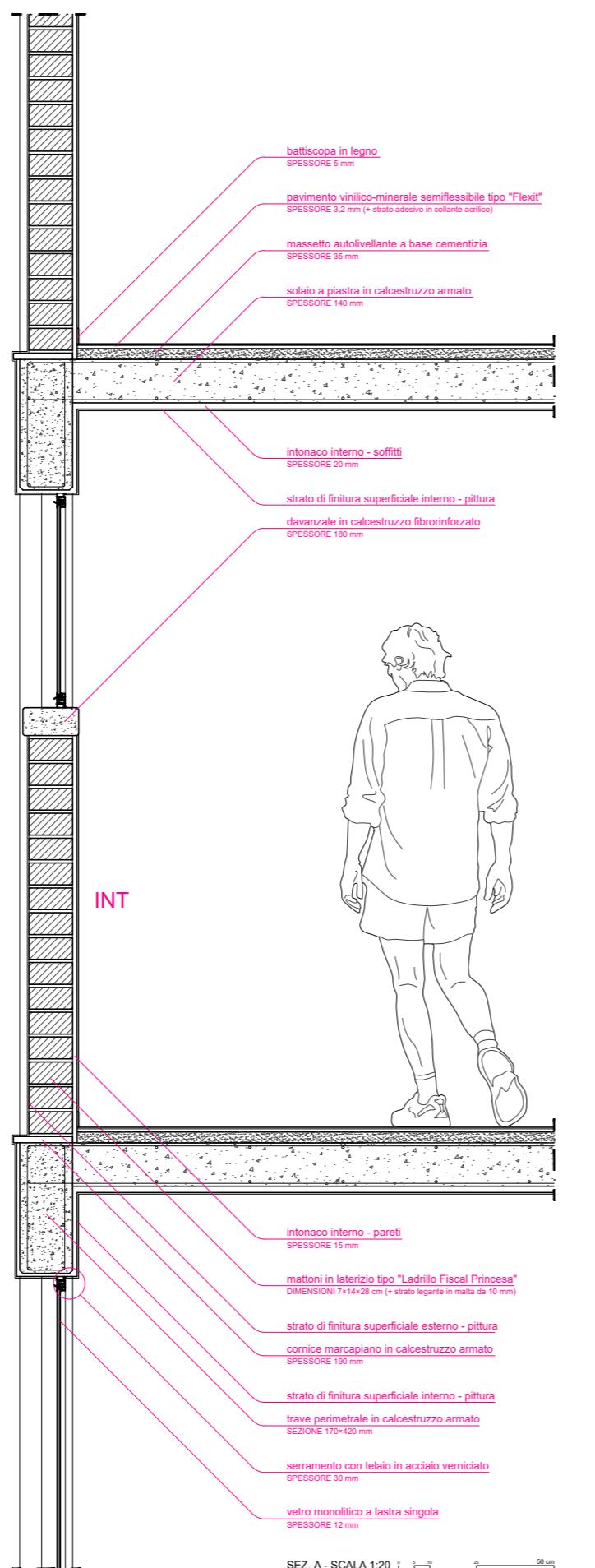
Fotografie del sistema di schermatura per il controllo della radiazione solare incidente

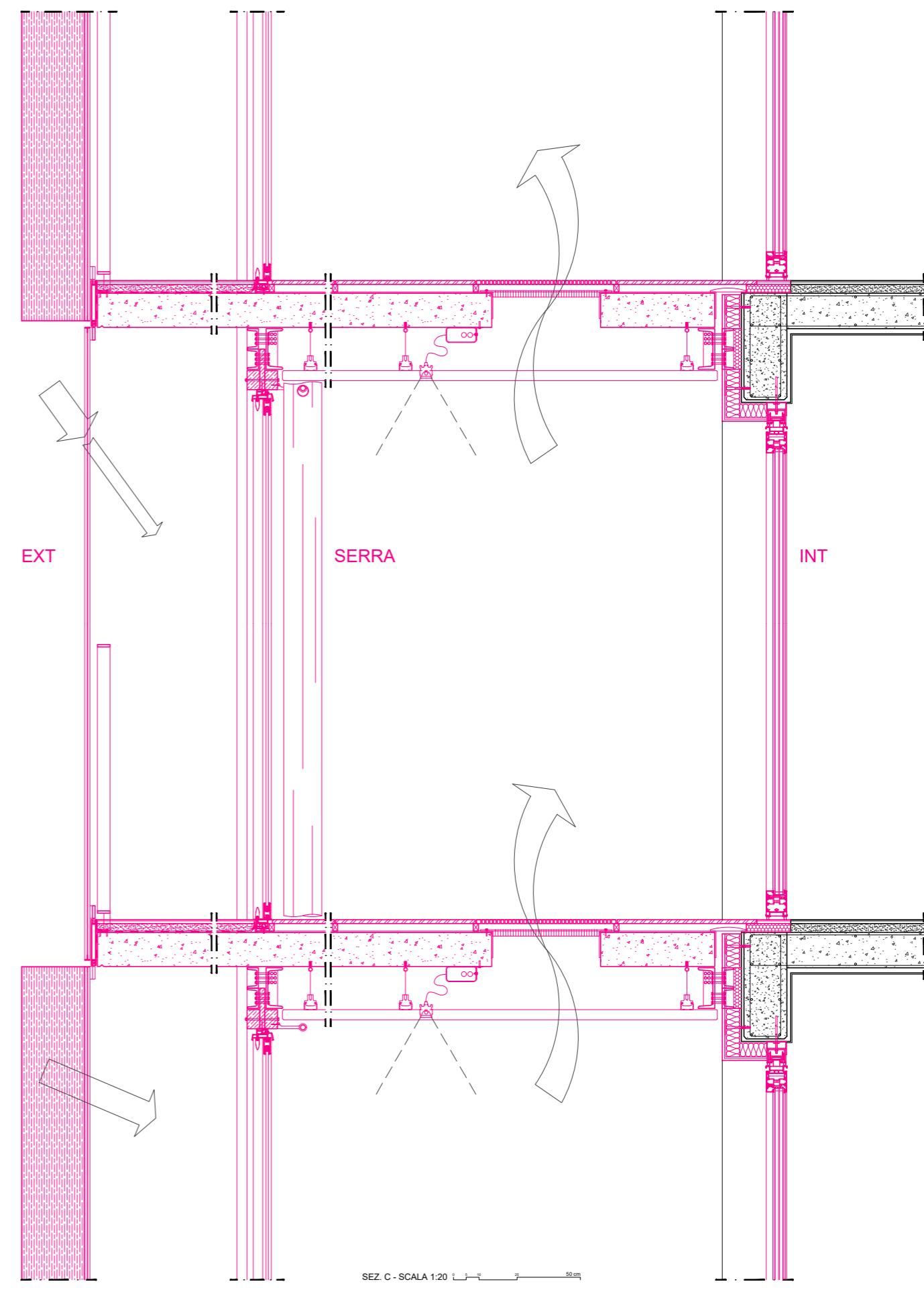
Carabanchel Housing, Madrid / Foreign Office Architects (2007)

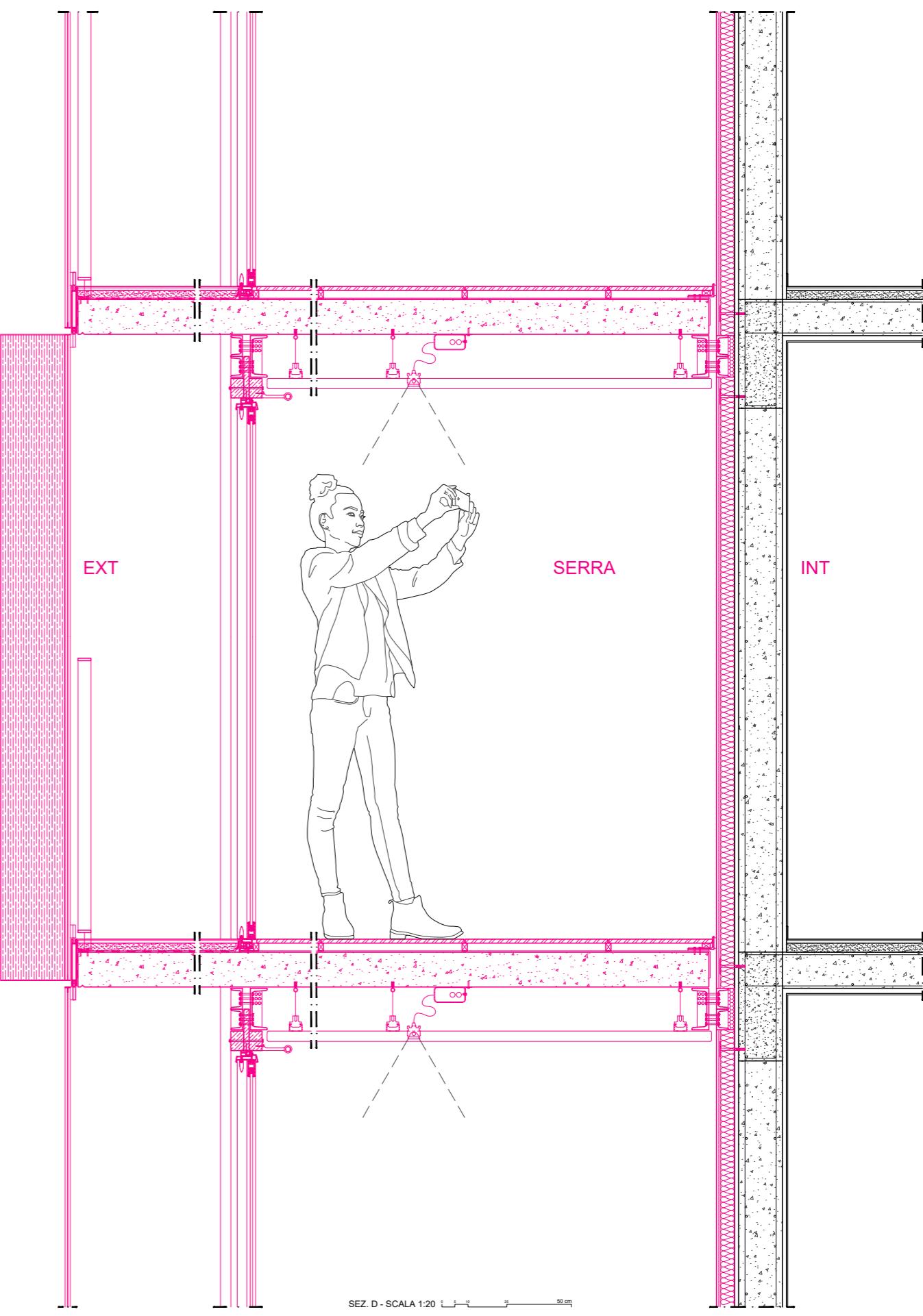
PIANTE



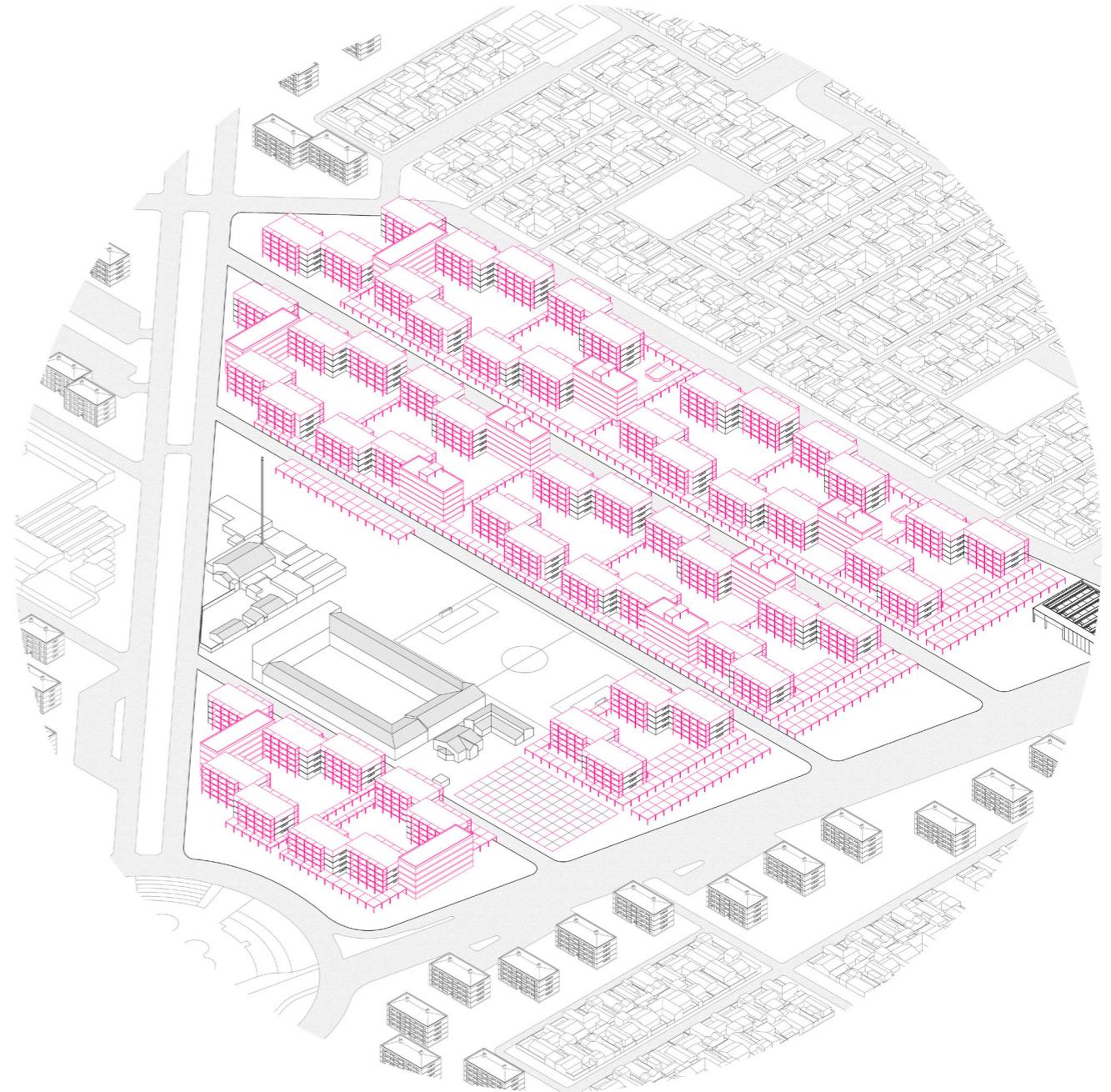
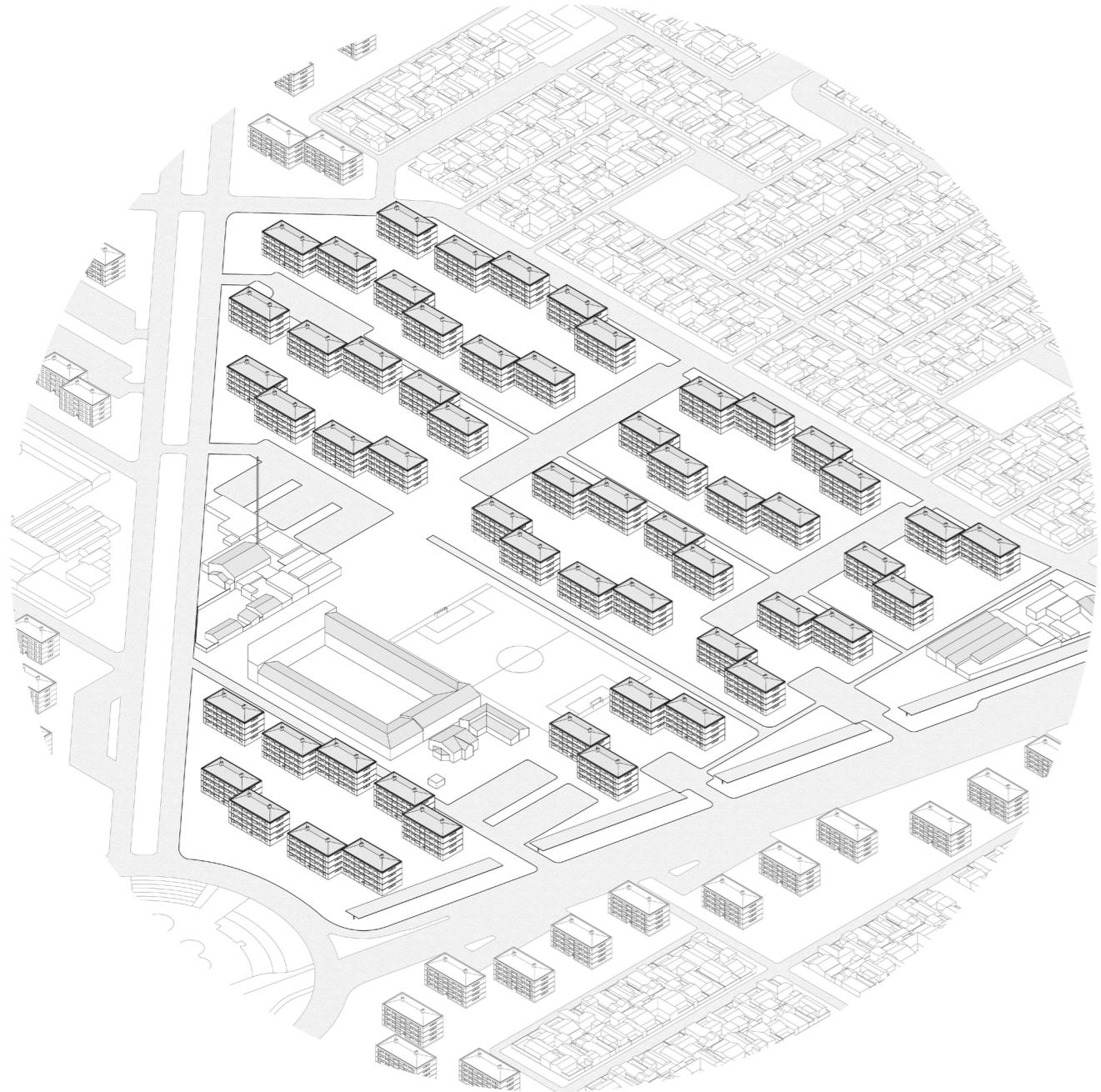
SEZIONI TECNOLOGICHE

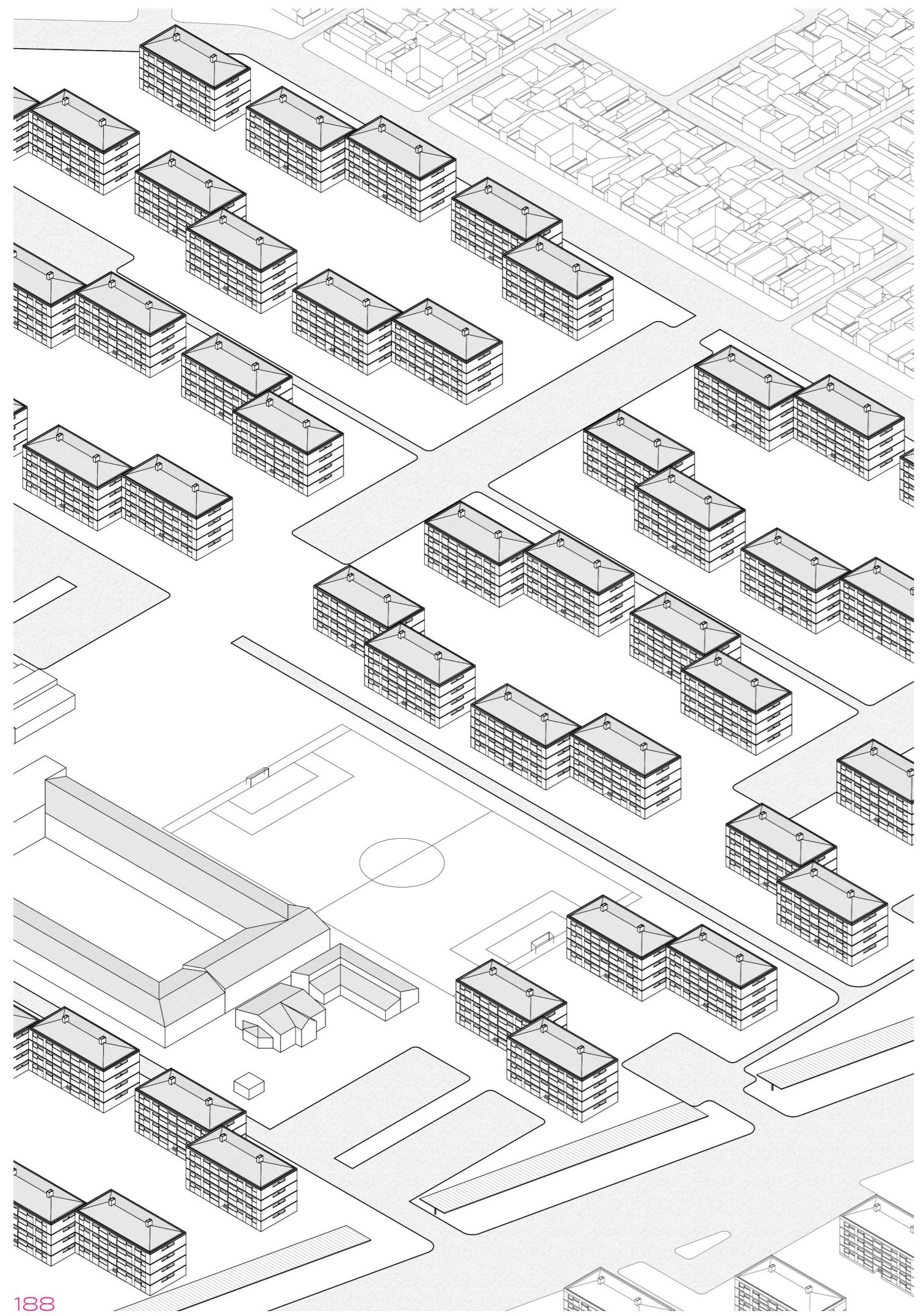




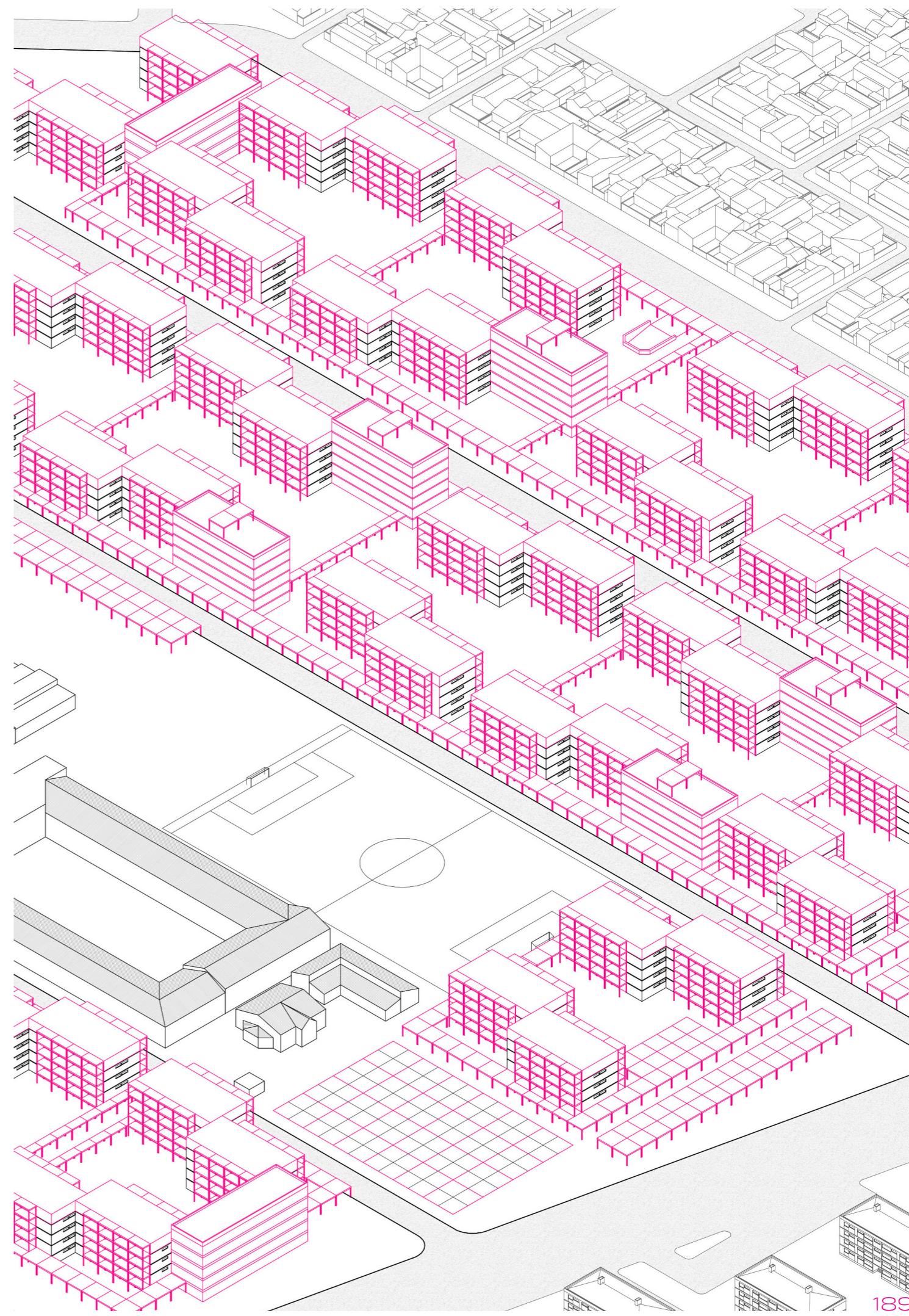


VISTA ASSONOMETRICA D'INSIEME





188



189



190



191

Note:

- [1] Repishti, F. (2015). Parc de la Villette. Layers. Lotus International, 156, 44-51.
- [2] Corbusier, L., Eardley, A. (1973). The Athens Charter. Grossman Publishers, New York, USA.
- [3] Mumford, E., Frampton, K. (2000). The CIAM Discourse On Urbanism, 1928-1960. MIT Press, Cambridge, USA.
- [4] Jacobs, J. (2000). Vita e morte delle grandi città. Saggio sulle metropoli americane. Einaudi, Torino, Italia.
- [5] Lefebvre, H. (1967). Le droit à la ville. L'Homme et la société, 6, 29-35.
- [6] Druot, F., Lacaton, A., Vassal, J. (2007). Plus : La vivienda colectiva. Territorio de excepción. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.
- [7] Bustamante, N. (2019). Rehabilitación de vivienda social de la CORVI en Chile. Editorial Académica Española, Beau Bassin, Mauritius.
- [8] Instituto Nacional de Normalización. (2008). NCh1079-2008 - Arquitectura y construcción. Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico. INN, Santiago, Chile.
- [9] Bustamante, W. (2009). Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) & Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), Santiago, Chile.
- [10] Bustamante, N. (2019). Op. Cit.
- [11] Zappone, C. (2005). La serra solare. Esselibri, Napoli, Italia.
- [12] Zappone, C. (2005). Op. Cit.
- [13] Zappone, C. (2005). Op. Cit.
- [14] Zappone, C. (2005). Op. Cit.

CONCLUSIONI (ITA)

L'esperienza di Doppia Laurea svolta a Santiago da febbraio 2019 a ottobre 2020 mi ha permesso di entrare in contatto con una realtà completamente diversa da quella a cui ero stato preparato nel corso del mio percorso formativo di architetto europeo e mi ha fornito gli strumenti per comprendere alcune dinamiche proprie alla produzione dell'architettura che ignoravo. La stesura dell'elaborato finale, iniziata in concomitanza con lo scoppio delle proteste in Cile del 2019-2020 e portata avanti durante la pandemia di COVID-19, ha costituito un momento di forte apprendimento e contemporaneamente di seria difficoltà, a causa della particolare condizione in cui mi sono trovato.

Dalla ricerca condotta è emerso che, sebbene abbia un impatto potenziale eccezionale sul mondo delle costruzioni, la riabilitazione dei condomini di housing sociale multipiano attraverso l'impiego di sistemi costruttivi prefabbricati non è una tematica al centro del dibattito architettonico. Infatti, nonostante la prefabbricazione sia un argomento ampiamente trattato, essa viene prevalentemente associata agli edifici di nuova realizzazione e non agli interventi sull'esistente, mentre il concetto di retrofit viene per lo più approfondito dal punto di vista energetico e performativo.

Adottando una modalità di svolgimento mista la tesi propone una riflessione teorica e progettuale intorno al tema della prefabbricazione applicata al retrofit dell'edilizia sociale, giungendo alla conclusione che essa costituisce una strategia altamente efficiente per il miglioramento dei complessi di blocchi CORVI 1010/1020 in Cile.

CONCLUSIONES (ESP)

Esta investigación contribuye a problematizar el tema de la rehabilitación de los condominios de viviendas sociales en altura mediante sistemas constructivos prefabricados, que, a pesar de tener un impacto potencial excepcional en el mundo de la construcción, no está en el centro del debate sobre la vivienda.

Mediante el estudio de referentes y el análisis de las diferentes soluciones disponibles en el mercado, se establecen los criterios a considerar a la hora de evaluar la viabilidad de una operación de este tipo.

También se afirma que los bloques CORVI 1010 y 1020, por sus características específicas, están sustancialmente sub-aprovechados y constituyen una oportunidad extraordinaria para densificar la ciudad y repensarla desde una perspectiva de flexibilidad y eficiencia.

Finalmente, se formula una propuesta de proyecto aplicada a un contexto real, la Villa Los Jardines, para probar la eficacia de un sistema industrializado modular para el retrofitting de los colectivos CORVI 1020, confirmando que la adopción de estas soluciones permite reducir el tiempo y el impacto de la intervención y es económicamente ventajoso siempre que se pueda escalar a una cantidad considerable de elementos.

PLUS

Druot, F., Lacaton, A., Vassal, J. (2007). *Plus : La vivienda colectiva. Territorio de excepción*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.

Lacaton, A., Vassal, J., Puente, M., Puyuelo, A. (2006). *Lacaton & Vassal*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.

VIVIENDA SOCIAL

Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. Secretaría Ejecutiva de Desarrollo de Barrios. (2014). *Vivienda social en copropiedad*. MINVU, Santiago, Chile.

Arriagada, C. (2004). *Chile: Un siglo de políticas en vivienda y barrio*. MINVU, Santiago, Chile.

Bravo, H., Martínez, C. (1993). *Chile: 50 años de vivienda social, 1943-1993*. Universidad de Valparaíso, Facultad de Arquitectura, Valparaíso, Chile.

Fernández, S. (2018) *La vivienda popular en Chile urbano (1881-1930). Un estado de la cuestión interdisciplinario*. Historia, vol. 1, n. 51, pp. 227-251

Pía, M., Sabatini, F., Fulgueiras, M., Innocenti, D. (2014) *Disyuntivas en la Política Habitacional Chilena*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge, USA.

Bustos-Peñaflor, M. (2020). *Desafíos para enfrentar el deterioro de una producción cuantitativa. Vivienda social en copropiedad en Chile*. Bitácora Urbano-territorial, 30(3), 247-261

Moreno-Crossley, J.C., United Nations Human Settlements Programme. (2015). *Déficit habitacional en América Latina y el Caribe : Una herramienta para el diagnóstico y el desarrollo de políticas efectivas en vivienda y hábitat*. United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, Kenya.

Sepúlveda Ocampo, R. (2000). *Política habitacional chilena. ¿Un instrumento para abordar la construcción de un hábitat integral?* Boletín INVI 15, 41, 51-62.

BLOCCHI CORVI 1010/1020

Corporación de la Vivienda. (1972). *Típología de viviendas racionalizadas 1966-1972*. Corporación de la Vivienda y Universidad de Chile, Valparaíso, Chile.

Fuentes, P. (2008). *El desarrollo de la arquitectura moderna en Chile, 1929-1970: Apropiación, debate y producción arquitectónica*. PhD Thesis, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, Spain.

Vigouroux, O. (2008). *Los edificios 1010 y 1020: revitalización y mejoramiento del paisaje residencial*. Master Thesis, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile.

Costas, M. (2017). *1010/1020: el espacio público entre el bloque y la ciudad*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Domínguez, J. (2017). *Módulo 1020: Evaluación e implementación de un sistema estructural prefabricado en CLT para densificación y ampliación de bloques CORVI en Concepción*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Sagüés, I. (2017). *El agua, el paisaje y la arquitectura en el conjunto Chinchorro Norte en Arica*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Raposo, A. (2001). *Espacio urbano e ideología. El paradigma de la Corporación de la Vivienda en la arquitectura habitacional chilena 1953-1976*. LOM Ediciones, Santiago, Chile.

Costas, M., Torrent, H. (2018). *1010/1020: el espacio público entre el bloque y la ciudad*. Arteoficio 14, 12-17.

Abarca, J. (2017). *Rehabilitación de mínimo impacto de bloques 1020 en Temuco*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Westermeyer, K. (2017). *Envolvente actualizable para el retrofit y extensión de vida útil de vivienda colectiva: Estrategia aplicada a los Bloques 1010 en Santiago de Chile*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Fernández, M. (2017). *Integración de sistemas solares activos para la generación y ahorro energético en la rehabilitación de bloques 1010 en la Villa Naciones Unidas*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Amunátegui, P. (2017). *Habitar el clima extremo sur: Espacios intermedios como reguladores medioambientales*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Iñiguez, P. (2017). *Adaptación de vivienda en altura a un clima costero*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Quevedo, S. (2017). *Límites y mediaciones de colectivos 1020*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Galaz, V. (2017). *Densificación y re-estructuración de Bloques CORVI 1010 en Hualpén, Concepción*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Larraín P. (2017). *Del suelo a la cubierta: Tratamiento de la quinta fachada como nueva corteza*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Alvarado, N. (2018). *La villa Frei como palimpsesto urbano: Parcelación, Urbanización y Edificación como estrategias de redefinición del espacio público-común*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Bonomo, U. (2017). *Estándares, repetición y diferencias: Héctor Valdés Phillips, los bloques 1010 y 1020 y su modificación lo largo de Chile*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Moyano, A.R. (1999). *La vivienda social de la CORVI: Un otro patrimonio*. Revista INVI, 14, 37.

Bustamante, N. (2019). *Rehabilitación de vivienda social de la CORVI en Chile*. Editorial Académica Española, Beau Bassin, Mauritius.

PREFABBRICAZIONE

Neira S., Arias S., Campusano B., (1971). *Construcción industrializada de viviendas*. MINVU, Centro Chileno de Productividad en la Construcción, Santiago, Chile.

Staib, G., Dörrhöfer, A., Rosenthal, M. (2008). *Components and systems - Modular construction : Design structure new technologies*. Detail, Münchhen, Germany.

Ubillia, M. (2003). *Vivienda prefabricada: Sistema de prefabricación que se origina en la vivienda crítica*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Assadi, F., Sato, A. (2006). *Matriz de emparejamiento: Reprogramación en la arquitectura de la vivienda*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Koncz, T. (1968). *Manual de la construcción prefabricada*. Blume, Madrid, Spain.

Meyer-Bohe, W. (1964). *Prefabricación*. Blume, Madrid, Spain.

Bravo, L., (1971). *Aspectos generales y definiciones de conceptos de la construcción industrializada de viviendas*. MINVU, Centro Chileno de Productividad en la Construcción, Santiago, Chile.

Bravo, L., Jacob, S., Pontificia Universidad Católica de Chile. (1974). *Calificación de viviendas industrializadas 1962-1973*. Pontificia Universidad Católica de Chile - Departamento de Urbanismo y Vivienda, Santiago, Chile.

Seminar on Prefabrication of Houses for Latin America, Naciones Unidas. (1972). *Report*. United Nations, New York, USA.

Seminario Latinoamericano sobre Prefabricación aplicada a la Construcción de Viviendas de Interés Social. (1972). *Memorias*. Instituto de Crédito Territorial, Bogotá, Colombia.

Bergdoll, B., Christensen, P., Broadhurst, R., Museum of Modern Art. (2008). *Home delivery: Fabricating the modern dwelling*. Museum of Modern Art, New York, USA.

Blachère, G. (1977). *Tecnologías de la construcción industrializada*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.

Bender, R. (1976). *Una visión de la construcción industrializada*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.

Huth, S. (1977). *Construir con células tridimensionales: Análisis de un método constructivo*. Gustavo Gili, Barcelona, Spain.

STORIA DELL'ARCHITETTURA

Corbusier, L., Nicolin, P., Cerri, P. (2003). *Verso una architettura*. Longanesi, Milano, Italia.

Aravena, A., Iacobelli, A. (2016). *Elemental: Manual de Vivienda Incremental y Diseño Participativo*. Hatje Cantz, Ostfildern, Germany.

Cook, P. (1999). *Archigram*. Princeton Architectural Press, New York, USA.

Guilleux, A. (1997). *Kishō Kurokawa: Architecte le metabolisme 1960-1975*. Centre Georges Pompidou, Paris, France.

Prouvé, J. (2017). *Jean Prouvé: Architect for better days*. François-Luc Giraldeau, Montreal, Canada.

Mumford, E., Frampton, K. (2000). *The CIAM Discourse On Urbanism, 1928-1960*. MIT Press, Cambridge, USA.

Repishti, F. (2015). *Parc de la Villette*. Layers. Lotus International, 156, 44-51.

Jacobs, J. (2000). *Vita e morte delle grandi città. Saggio sulle metropoli americane*. Einaudi, Torino, Italia.

Corbusier, L., Eardley, A. (1973). *The Athens Charter*. Grossman Publishers, New York, USA.

Lefebvre, H. (1967). *Le droit à la ville*. L'Homme et la société, 6, 29-35.

Mainoli, A., Mancuso, S., Cucinella, M., Mainoli, A. (2020). *Building green futures*. Forma, Firenze, Italia.

ASPETTI STRUTTURALI E COSTRUTTIVI

Schmitt, C. (2012). *Expanding Opportunities for Mid-Rise Buildings in Chile Through the Application of Timber Panel Systems*. PhD Thesis, Uni-

versity of British Columbia, Vancouver, Canada.

Schmitt, C., Calderón, S., Carcamo, S., Sandoval, C., Chateau, F., Martínez, P. (2018). *Structural feasibility of timber-structured vertical expansions for social housing buildings in Chile*.

Loyola, M., Goldsack, L. (2010). *Constructividad y Arquitectura*. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Rojas, M. (2019). *Densificación y Constructividad en el Conjunto Inés de Suárez*. Master Thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Jaksch, S., Franke, A., Österreicher, D., Treberspurg, M. (2016). *A systematic approach to sustainable urban densification using prefabricated timber-based attic extension modules*. Energy Procedia, 96, 638-649.

Pittau, F., Malighetti, L. E., Iannaccone, G., Masera, G. (2017). *Prefabrication as large-scale efficient strategy for the energy retrofit of the housing stock: An Italian case study*. Procedia Engineering, 180, 1160-1169.

Boeri, A., Gabrielli, L., Longo, D. (2011). *Evaluation and feasibility study of retrofitting interventions on social housing in Italy*. Procedia Engineering, 21, 1161-1168.

Scuderi, G. (2016). *Adaptive Exoskeleton for the integrated retrofit of Social Housing buildings*. PhD Thesis, University of Trento, Trento, Italia.

PROGETTAZIONE AMBIENTALE

Givoni, B. (1969). *Man, climate and architecture*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

Tucci, F., Dierna, S. (2006). *Involucro ben temperato: efficienza energetica ed ecologica in architettura attraverso la pelle degli edifici con 50 casi di studio*. Alinea, Firenze, Italia.

Grossi, M. (2008). *Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato: principi e archetipi bioclimatici, criteri progettuali, metodi di calcolo, esempi progettuali*. Maggioli, Santarcangelo di Romagna, Italia.

Benedetti, C. (2013). *Risanare l'esistente soluzioni per il comfort e l'efficienza energetica*. Bolzano University Press, Bolzano, Italia.

Bastiani, A. (2017). *Riqualificazione Energetica Del Patrimonio Contemporaneo: Il Complesso Garden Palace a Torino*. Master Thesis, Politecnico di Torino, Torino, Italia.

Bustamante, W. (2009). *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) & Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), Santiago, Chile.

Instituto Nacional de Normalización. (2008). *NCh1079-2008 - Arquitectura y construcción. Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico*. INN, Santiago, Chile.

Zappone, C. (2005). *La serra solare*. Esselibri, Napoli, Italia.

Trascrizione dell'intervista realizzata dalla studentessa Josefina Domínguez Moure a uno dei principali progettisti dei blocchi CORVI 1020, l'architetto cileno Orlando Sepúlveda (15/10/2016)

Transcripción de la entrevista realizada por la estudiante Josefina Domínguez Moure a uno de los proyectistas principales de los bloques CORVI 1020, el arquitecto chileno Orlando Sepúlveda (15/10/2016)

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Para la proyección de estos bloques tengo entendido que les pidieron un diseño eficiente en el uso de sus materiales, de modo de reducir las pérdidas e aminorar los costos en la construcción. En su entrevista leí que muchos materiales se usaron en su medida de fabricación ¿Qué tan efectivo resultó la construcción en términos materiales v/s el espacio resultante de éste?

Cuando se dijo que se estudiara el proyecto aprovechando el 100% de los materiales apostados por el abastecimiento general del país, o sea las industrias, se exigió elaborar el anteproyecto arquitectónico y empezamos por rubro, de partidas, por ejemplo los pavimentos. Nosotros pensamos usar baldosas de tal tamaño, tipo. En cada caso si el dimensionamiento de la planimetría arquitectónica no calzaba con alguno, teníamos que ajustar la medida del anteproyecto de modo que calzara con los materiales que estaban en uso en esa época. Los materiales más importantes que se consideraron fueron el pavimento, los materiales con los que se confeccionó la tabiquería interior, el tabique de volcanita. Los listones de madera y las planchas de yeso cartón. Eso exigió un chequeo no solo del diseño, sino que también de la cubicación. Se distribuyeron los tabiques para que se utilizaran en su 100%. No había ninguna pérdida. También se consideró con menor incidencia, las puertas y ventanas. Se compaginó los largos de los perfiles de acero y tamaños de los vidrios. En la participación de las especialidades les pedimos a los proyectistas usar el largo de fabricación de sus instalaciones, los perfiles de PVC, siempre y cuando no afectara a la comodidad del usuario en el ámbito espacial. En el anteproyecto hubo un análisis para definir la organicidad del edificio. Los departamentos se decidieron que tuvieran una modalidad de acoplamiento entre ellos para compartir el máximo de los deslíndes de cada uno. Por eso son alargados y el lado mayor colinda con el vecino por el otro lado. Y a su vez la concentración de las instalaciones al interior. En el caso del techo, el calculista recomendó hacer una losa en el último piso, y sobre esto estaba la cubierta. Se le exigió al calculista que el uso de fierro para el hormigón armado usara este mismo criterio, el de la utilización de todo el material sin pérdidas.

¿Podría especificar qué materiales y medidas se usaron? Si no, ¿Dónde podría conseguirlo?

Esas medidas estaban dibujadas en los planos de detalles constructivos. Deberían estar en el archivo del SERVIU. Entrada por calle Serrano.

VARIABLE CLIMÁTICA

Ya que los bloques que se replicaron a lo largo del país, entiendo que se intentaron considerar variables materiales en distintas zonas climáticas, tales como el uso de maderas nativas del sur para las ventanas, o estucos para la protección exterior, o el tamaño de los closet según la cantidad de ropa necesaria. ¿Qué fue determinando estas variables? (como se abordó el tema climático, con qué criterios) ¿Qué variables se usaron para climas como los de Antofagasta y Concepción?

No se consideraron realmente variables climáticas, la idea original eran para la zona central del país, que era donde había una gran demanda. Pero con la primera propuesta las empresas constructoras quedaron tan impresionados por la racionalización de materiales que en la CChC se terminó discutiendo para que se extendiera en otras zonas de Chile. Se presionó con argumentos económicos y financieros a la CORVI para que se extendiera a otras ciudades.

Se consideraron pequeñas operaciones como la inclinación de las aguas, o el cambio de perfiles de acero a perfiles de madera, pequeñas aperturas para generar ventilación, pero el bloque no aguantaba mucha flexibilidad ya que estaba completamente racionalizado con todos los tipos de materiales. Fueron adecuaciones más que criterios que consideraron la variable climática, ya que el bloque estaba muy ajustado. Por ejemplo en el sur los bloques se mojaban por dentro debido a la condensación, como no tenía condensación.

Dentro de las recomendaciones que establecieron como arquitectos, los bloques no debían distanciarse a menos de 15 metros entre ellos. Esta "recomendación" ¿Se cumplió en la mayoría de los casos? ¿Por qué se estableció esa medida?

Hubo criterios arquitectónicos de distanciamiento pero no de 15 metros. Lo que se consideró fue cuidar la privacidad entre bloques. No hubo ninguna normativa, simplemente criterios. Otra consideración fue el asoleamiento entre ellos, no se debían dar sombras entre ellos.

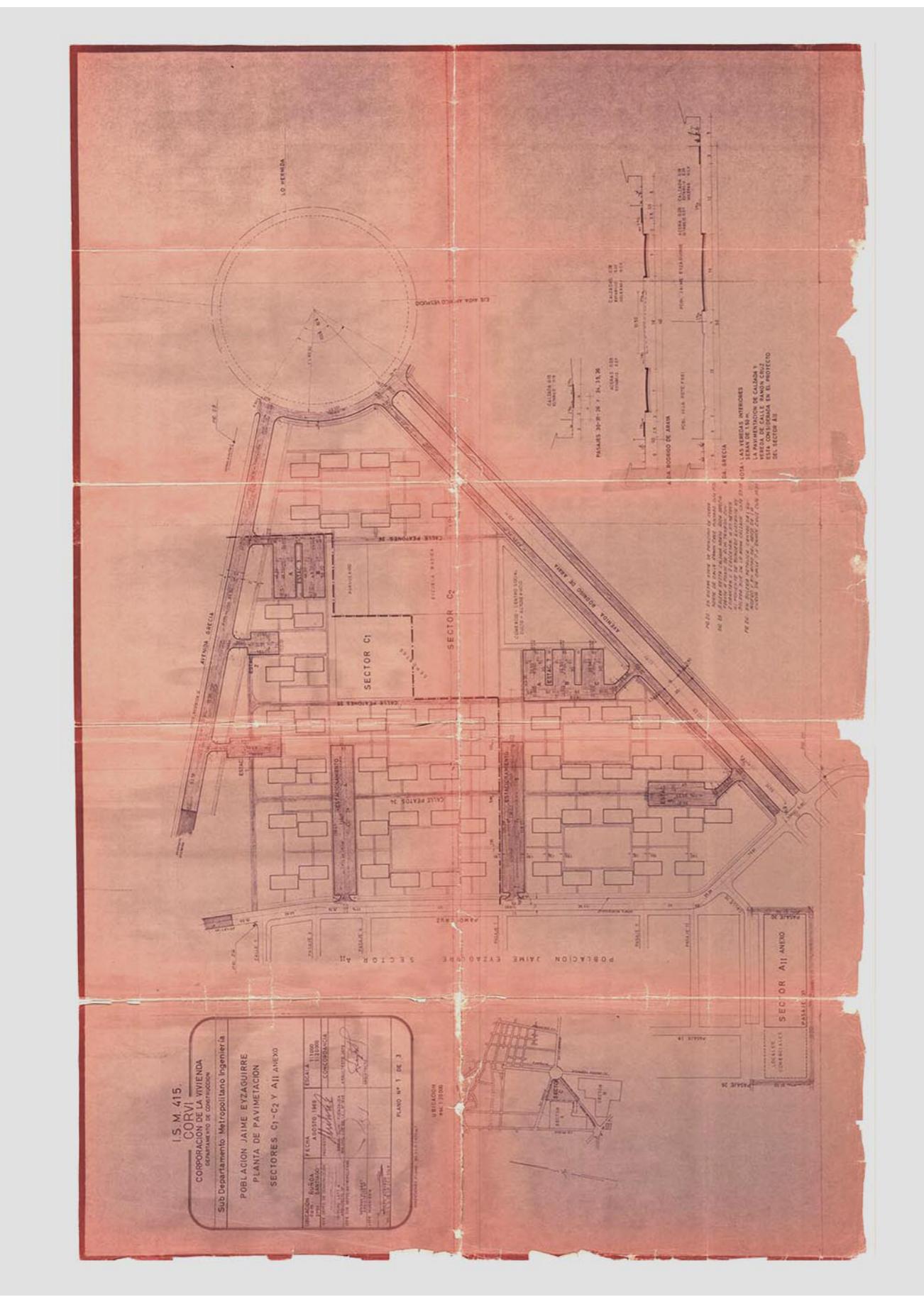
USO EN EL TIEMPO

Tengo entendido que los antepechos de los bloques estaban construidos con asbesto-cemento y se han cambiado en la mayoría de sus departamentos debido a su mala calidad y porque podía ser un peligro. ¿Qué otro tipo de cambios han sufrido los departamentos?

Nunca hubo acciones estatales mientras yo trabajé en la CORVI y posteriormente el SERVIU para reacondicionar estos departamentos, si han sufrido cambios, han sido desde los propietarios, y la verdad no hay conocimiento suficiente de parte de ellos para generar reales cambios beneficiosos para el acondicionamiento de los departamentos.

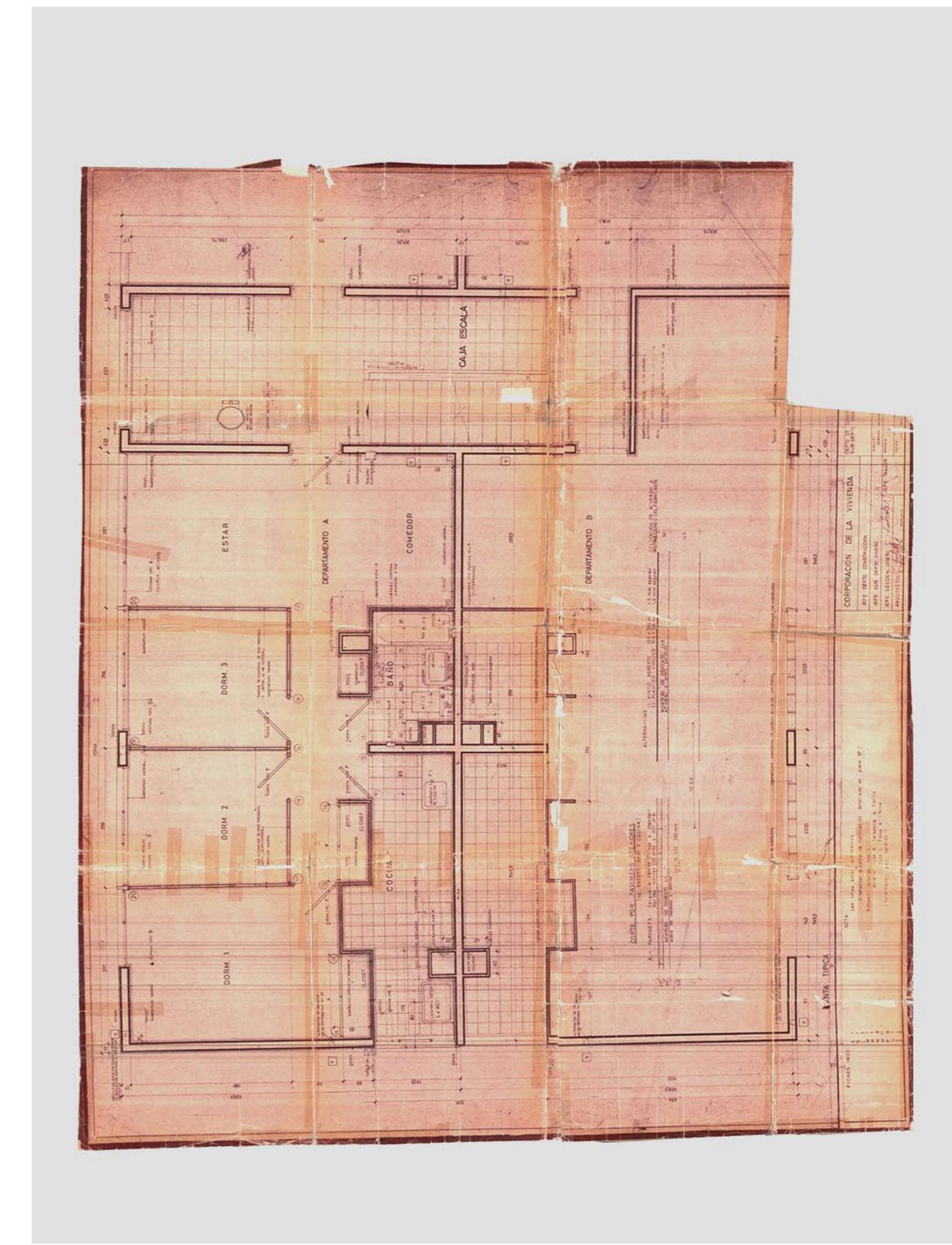
Uno de los grandes problemas en los departamentos es que no tienen terrazas en donde secar la ropa, o tener contacto con el espacio público. En el ámbito del diseño, proyectaron alguna vez estos bloques en conjunto del espacio urbano en donde se planteara esta relación como problemática?

En esa época los mandatos que llegaban venían con una cantidad de viviendas y con equipamientos. La CORVI no tenía establecido nada, dependía de cada proyecto y cada lugar. El bloque se pensó como unidad. No se sabía cuánto se repetiría ni cómo. Nosotros no nos quedamos satisfechos con la individualidad del bloque, sin embargo fue tarea de la CORMU trabajar estos espacios inter-bloques. En esa época CORVI tenía compromiso con dos estratos socio económico. Un estrato de nivel obrero a través de los imponentes del Servicio de Seguro Social y el otro estrato de nivel de empleados eran imponentes de la Caja de Previsión, y ahí estaban todas las Cajas, de empleados, profesores, fuerzas armadas, etc. Entonces se dijo que había que hacer dos tipologías.



Progetto d'insieme originale della Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa (Villa Los Jardines) - 1969

Planos de conjunto originales de la Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa (Villa Los Jardines) - 1969



Piante originali di un prototipo abitativo CORVI 1020 della Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa - 1969

Planos originales un colectivo CORVI 1020 de la Población Jaime Eyzaguirre, Ñuñoa - 1969

