Politecnico di Torino
Dipartimento di Architettura e Design

Politecnico di Torino

Laurea Magistrale in
Architettura Costruzione Città
aa. 2025/2026

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:
Analisi di casi studio europei e sperimentazione progettuale a Cambiano nell'ambito del Circular Design Polito Lab

Relatore
Prof. Guido Callegari

Correlatori
Prof. Riccardo Palma
Monteu Cotto Tiziano Uriel

Candidata
Elisabetta Tosini

ABSTRACT

IT

Negli ultimi decenni, l'economia circolare ha assunto un ruolo sempre più rilevante anche nel campo dell'architettura, promuovendo strategie orientate al riuso e alla riduzione degli impatti ambientali. In questo quadro, l'upcycling si configura come pratica centrale, capace di trasformare materiali e componenti dismessi
in nuove risorse ad alto valore aggiunto. Tale approccio risponde direttamente agli obiettivi del Green Deal Europeo, del Circular Economy Action Plan e di programmi strategici quali Horizon Europe (European Partnership Built4People), LIFE e il New European Bauhaus, mirati a incentivare la progettazione reversibile, la neutralità climatica e l'inclusione sociale nel settore delle costruzioni.

La presente tesi, dal titolo "*I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE: Analisi di casi studio europei e sperimentazione progettuale a Cambiano nell'ambito del Circular Design Polito Lab*", esplora criticamente il potenziale dei container marittimi dismessi come risorsa per l'architettura sostenibile. L'analisi muove dall'upcycling come approccio guida, da cui derivano i riferimenti al Design for Deconstruction e alla Cargotecture, intesi come strumenti progettuali complementari. L'obiettivo è ridurre il consumo di risorse primarie, contenere la produzione di rifiuti e delineare strategie replicabili nel contesto europeo. A tal fine, la ricerca indaga l'efficacia di tali modelli attraverso l'analisi di specifici contesti d'uso caratterizzati da un'elevata richiesta di flessibilità e velocità realizzativa: dalle residenze universitarie modulari alle soluzioni per la residenzialità temporanea ed emergenziale, fino ai servizi di prossimità e agli spazi di co-working. Lo studio dei casi studio selezionati mira a dimostrare come la standardizzazione del modulo container, se integrata con sistemi costruttivi reversibili, possa generare architetture di alta qualità spaziale, in grado di adattarsi dinamicamente alle trasformazioni del tessuto urbano.

La ricerca si articola attraverso una dialettica tra teoria e sperimentazione. L'elaborazione teorica prende avvio dall'analisi dei principi del Design for Deconstruction e dall'indagine di casi studio a scala europea. Parallelamente, la dimensione sperimentale è stata sviluppata all'interno del Circular Design Polito Lab del Politecnico di Torino a Cambiano. Questa attività si inserisce nel quadro del programma UROP (Undergraduate Research Opportunities Program), volto a coinvolgere attivamente gli studenti in progetti di ricerca, all'interno di un'infrastruttura finanziata

In recent decades, the circular economy has taken on an increasingly important role in the field of architecture as well, promoting strategies focused on reuse and the reduction of environmental impacts. In this context, upcycling emerges as a central practice, capable of transforming discarded materials and components into new resources with high added value. This approach directly aligns with the objectives of the European Green Deal, the Circular Economy Action Plan, and strategic programs such as Horizon Europe (European Partnership Built4People), LIFE, and the New European Bauhaus, which aim to promote reversible design, climate neutrality, and social inclusion in the construction sector.

This thesis, titled "*SHIPPING CONTAINERS FOR CIRCULAR ARCHITECTURE: Analysis of European Case Studies and Design Experimentation in Cambiano as Part of the Circular Design Polito Lab*", critically explores the potential of decommissioned shipping containers as a resource for sustainable architecture. The analysis takes upcycling as its guiding approach, from which references to Design for Deconstruction and Cargotecture derive, understood as complementary design tools. The goal is to reduce the consumption of primary resources, limit waste production, and outline strategies that can be replicated within the European context. To this end, the research investigates the effectiveness of these models by analyzing specific contexts of use characterized by a high demand for flexibility and speed of construction: from modular university housing to solutions for temporary and emergency housing, as well as community services and coworking spaces. The analysis of the selected case studies aims to demonstrate how the standardization of the container module, when integrated with reversible construction systems, can generate architecture of high spatial quality, capable of dynamically adapting to changes in the urban fabric.

The research is structured around a dialectic between theory and experimentation. The theoretical framework begins with an analysis of the principles of Design for Deconstruction and an examination of case studies on a European scale. At the same time, the experimental component was developed at the Circular Design Polito Lab of the Polytechnic University of Turin in Cambiano. This activity is part of the UROP (Undergraduate Research Opportunities Program), which aims to actively involve students in research projects within an

IT

dalla Regione Piemonte e cofinanziata dal Politecnico di Torino nell'ambito di INFRA +, programma finalizzato al potenziamento dei centri di ricerca e alla promozione di pratiche innovative di progettazione circolare.

L'obiettivo finale della tesi è definire un insieme di linee guida progettuali che fungano da supporto tecnico e offrano un metodo di indirizzo per il laboratorio di Cambiano. Il lavoro intende validare soluzioni di upcycling e processi costruttivi off-site capaci di trasformare i container in moduli replicabili, fornendo così uno strumento operativo per orientare le future fasi di progettazione e autocostruzione del centro di ricerca in un'ottica di architettura consapevole e circolare.

infrastructure funded by the Piedmont Region and co-funded by the Polytechnic University of Turin as part of INFRA+, a program aimed at strengthening research centers and promoting innovative circular design practices.

The ultimate goal of this thesis is to define a set of design guidelines that will serve as technical support and provide a framework for the Cambiano laboratory. The work aims to validate upcycling solutions and off-site construction processes capable of transforming shipping containers into replicable modules, thereby providing an operational tool to guide the future design and self-construction phases of the research center within a framework of conscious and circular architecture.

INDICE

ABSTRACT 4
ABBREVIAZIONI 10
INTRODUZIONE 12

PARTE 1 | ARCHITETTURA DELLA REVERSIBILITÀ: L'UPCYCLING SISTEMICO DEI MODULI ISO 16

1.1 La cornice del cambiamento: il contesto politico 21
1.2 La gerarchia estesa delle "R" nel nuovo paradigma 23
1.3 Upcycling DfA/DfD. Sinergie progettuali e sostenibilità 29
1.4 Introduzione al modulo ISO 33
1.4.1 Il problema del "One-way Flow" e il surplus globale 35
1.4.2 Ciclo di vita di un container 45
1.5 Il container nella fase 4 come semilavorato circolare 53

PARTE 2 | CIRCULAR DESIGN E RIFABBRICAZIONE: ANALISI COMPARATIVA DI ARCHITETTURE CONTAINER 62

2.1 Obbiettivi dell'analisi 67
2.2 Criteri di selezione: pertinenza e coerenza dei modelli rispetto agli obbiettivi della ricerca 69
2.3 Adattabilità futura, smontaggio e tipologia aggregativa 73
2.2.1 I casi studio: residenziale 78
2.2.1.1 Letture trasversali - settore residenziale 100
2.2.2 I casi studio: commericale / terziario 104
2.2.2.1 Letture trasversali - settore commerciale/terziario 138
2.2.3 I casi studio: istituzionali / servizi di prossimità 142

2.2.3.1 Letture trasversali: istituzionale / servizi di prossimità 160
2.4 Analisi conclusiva delle buone pratiche europee 164
2.5 L'obsolescenza logistica come risorsa circolare 171

PARTE 3 I SPERIMENTAZIONE A CAMBIANO 174
3.1 Roadmap 178
3.2 Inquadramento istituzionale e traiettoria di ricerca 181
3.3 Il contesto progettuale: obbiettivi, requisiti, esigenze territoriali, il sito 187
3.3.1 Primo scenario: progetto elaborato con il Gruppo UROP 191
3.3.1.1 Evidenze del primo scenario progettuale nel contetso di Cambiano 201
3.3.2 Progetto cHOMgenius 203
3.3.2.1 Quadro comparativo tra il modello CHOMgenius e lo scenario sperimentale per Cambiano 207
3.3.3 Sopralluogo presso il Consorzio Chierese per i Serviizi 209
3.4 Workshop studenti 211
3.4.1 Evidenze emerse dagli scenari del workshop analizzati 233
3.5 Sintesi della ricerca 235
3.5.1 Analisi 237

PROSPETTIVE 242
3.6 Il Circular Design Polito Lab come validazione dei principi di circolarità 245
3.6.1 Linee di indirizzo progettuali 249

BIBLIOGRAFIA / SITOGRAFIA 258

ABBREVIAZIONI

EC: Economia Circolare
DfF: Design for Deconstruction
DfA: Design for Adaptability
ISO: International Organization for Standardization
CEAP: Circular Economy Action Plan
BAMB: Building as Material Banks
NEB: New European Bauhaus

INTRODUZIONE

TEMA

Al centro della riflessione di questa tesi vi è il concetto di upcycling, inteso come processo mediante il quale materiali, componenti o prodotti dismessi vengono trasformati attraverso il progetto in oggetti o sistemi di maggiore valore, funzionale, estetico o simbolico. L'upcycling punta a conservare e migliorare le caratteristiche originarie del materiale, accentuandone l'utilità intrinseca. Contrariamente al riciclo tradizionale, che spesso riduce o limita le applicazioni dell'oggetto, tale approccio crea nuove opportunità progettuali.

CONTESTO

Oggigiorno, si parla molto dell'aggravamento delle crisi ambientali globali e una delle cause emergenti risulta essere il settore delle costruzioni. Una quota significativa delle emissioni di gas serra, dell'estrazione di materie prime e del consumo di energia nasce proprio dalla produzione edilizia; le costruzioni tradizionali contribuiscono in prima linea all'esaurimento delle risorse naturali e al degrado degli ecosistemi. Al contempo, impatti ambientali quali la deforestazione, l'inquinamento delle acque e la perdita di biodiversità, sono fenomeni diretti di azioni come l'estrazione mineraria e la produzione di materiali da costruzione.
Un ulteriore nodo critico, infatti, è rappresentato dai cosiddetti rifiuti da costruzione e demolizione (C&D) che ogni anno ammontano a milioni di tonnellate. La gestione di questi scarti edilizi prevede nella maggior parte dei casi l'arrivo in discarica o un riciclo che però non ne valorizza gli aspetti caratterizzanti.
Per ovviare a questa emergenza l'Unione Europea ha introdotto il Green Deal Europeo con la quale programma di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. In particolare, l'edilizia rappresenta uno dei settori a più alto impatto per un'economia circolare; la Commissione Europea adotta come asset del Green Deal, il Nuovo Piano d'Azione per l'Economia Circolare (CEAP) che contiene strategie e misure per il ciclo di vita dei prodotti, per la loro progettazione sostenibile, per la promozione dei processi circolari, indirizzi per un consumo consapevole e sostenibile. Il recupero di materiali e la progettazione orientata al disassemblaggio sono obbiettivi comuni anche di politiche quali la "Renovation Wave e il quadro "Level's". Quest'ultimo, in particolare, fornisce un linguaggio comune per valutare e riportare le prestazioni di sostenibilità degli edifici.
Per seguire quest'ambiziosa prospettiva occorre ripensare l'architettura adottando una progettazione sistemica: l'edificio deve essere visto come un oggetto capace di adattarsi nel tempo. Sono

ormai ben noti i limiti del ciclo lineare dell'approccio "take-make-waste", l'EC richiede modelli alternativi fondati sulla condivisione, sulla rigenerazione e sul riuso intelligente delle risorse.
Non è sufficiente rinnovare materiali e processi costruttivi o ridurre rifiuti, occorre pensare alla reversibilità degli interventi. Questo significa mirare alla conservazione del valore di materiali e componenti all'interno di un ciclo chiuso, sia esso in fase produttiva o in fase di realizzazione.
La sfida dell'architettura circolare richiede l'adozione di una gerarchia estesa, che partendo dalle 10R, integri nuove dimensioni progettuali introdotte dalla ricerca contemporanea: la ri-valutazione, la ri-progettazione e la ri-fabbricazione. La Rivalutazione rappresenta l'atto intellettuale e culturale necessario per operare il salto di paradigma: significa riconoscere un potenziale architettonico laddove il sistema lineare vede solo un rifiuto o un limite logistico. La Riprogettazione si traduce nella sfida tecnica di adattare le esigenze dell'abitare contemporaneo alla rigidità geometrica imposta dal componente recuperato. In ultimo, la Rifabbricazione eleva l'upcycling a una vera e propria logica industriale: è l'atto di trasformare l'oggetto dismesso in un organismo o componente edilizio complesso attraverso sistemi costruttivi a secco e lavorazioni off-site.
La circolarità nel progetto, inoltre, stimola lo sviluppo di nuove filiere economiche, comporta benefici di natura sociale, favorisce l'innovazione tecnologica e sensibilizza al riuso promuovendo associazioni tra la comunità e il territorio.
L'urgenza di un cambiamento è ancora maggiore se si pensa all'urbanizzazione accelerata, alla crescita demografica e ai cambiamenti climatici che si susseguono. La sostenibilità deve riguardare tutto l'iter progettuale: dalla fase di ideazione alla realizzazione fino alla dismissione degli edifici; i processi devono essere ripensati complessivamente con la circolarità come imperativo costante. Solo così si potranno coniugare l'innovazione e l'efficienza alla responsabilità ambientale.

OBBIETTIVI

Gli obbiettivi della tesi sono volti a far dialogare la scala europea con la sperimentazione locale. In prima istanza, la ricerca si pone l'obbiettivo di analizzare diversi casi studio e buone pratiche a livello europeo; questa parte di indagine è finalizzata a comprendere il contesto e le strategie che consentono oggi di sviluppare delle azioni circolari in edilizia. In seconda istanza, a partire dall'analisi di tali esperienze, la tesi intende mostrare quale contributo queste pratiche abbiano fornito all'interno del progetto di ricerca del Politecnico di Torino, al quale si è preso parte nell'ambito del programma UROP. Tale esperienza costituisce il percorso metodologico fondamentale attraverso cui la ricerca si propone di dimostrare la fattibilità tecnica dell'upcycling sistemico, verificando

la possibilità di integrare componenti di recupero eterogenei — come i serramenti e le finiture derivanti da processi di dismissione industriale — all'interno di strutture modulari prefabbricate.
In questa quadro, il DfD perde la sua connotazione di mero principio teorico per tradursi nella strategia guida adottata per l'ideazione iniziale del progetto concreto di Cambiano. Tale approccio diventa l'espressione tecnica che assicura la protezione del suolo e permettere il futuro riposizionamento o recupero dei componenti, minimizzando la produzione di rifiuti a fine vita.
Infine, la ricerca persegue la codificazione di una metodologia scalabile e trasferibile, capace di astrarre le evidenze identificate lungo il percorso UROP verso modelli funzionali replicabili a scala territoriale, promuovendo così un nuovo standard di edilizia sostenibile, flessibile e a basso impatto ambientale.

ESPERIENZA A FONDAMENTO DI TESI

La cornice teorica delineata trova un riscontro concreto nella sperimentazione condotta presso il Circular Design Polito Lab del Politecnico di Torino, situato nel sito di Cambiano. Il progetto nasce nel quadro della Convenzione ReLand, sottoscritta nel 2019 dal Comune di Cambiano, dal Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico e dall'Associazione Off Grid Italia. Tale iniziativa si inserisce nel più ampio contesto dell'Ecosistema Territoriale ECO3R (Riduzione, Riuso, Riciclo), attivato nel 2020 con il coinvolgimento di 19 comuni e del Consorzio Chierese Servizi, confermando il ruolo strategico del laboratorio come centro di innovazione per l'economia circolare a scala territoriale.
L'infrastruttura di ricerca, recentemente potenziata grazie ai finanziamenti regionali del programma INFRA+, ha l'obiettivo di esplorare e diffondere pratiche di progettazione circolare attraverso la prototipazione e lo sviluppo di modelli replicabili. In questo contesto, coerentemente con l'impostazione degli obiettivi, la partecipazione al programma UROP (Undergraduate Research Opportunities Program)[00] ha costituito il vero e proprio percorso operativo come principale dispositivo sperimentale della ricerca. Questa traiettoria ha permesso di calare l'indagine teorica all'interno di reali processi di innovazione applicata, offrendo l'opportunità di confrontarsi direttamente sul campo con le sfide della progettazione circolare.
In una logica di flessibilità e sostenibilità del settore edilizio, Cambiano rappresenta un'esperienza dove la ricerca incontra la messa in atto di soluzioni progettuali scalabili. Attraverso il Circular Design Polito Lab, l'architettura circolare si manifesta non solo come principio teorico, ma come pratica tangibile, capace di influenzare le future prospettive della professione e della ricerca accademica.

METODOLOGIA

La metodologia adottata nel presente lavoro di tesi si configura come un approccio di tipo esplorativo, volto a far dialogare costantemente l'indagine conoscitiva con la sperimentazione prati-

00
Politecnico di Torino. (s.d.). Undergraduate Research Opportunities Programme. < https://www.polito.it/didattica/polito/learning-experiences-in-research/undergraduate-research-opportunities-programme > [ultima consultazione Giugno 2026].

ca. L'iter metodologico si articola in fasi sequenziali e interconnesse, partendo da un solido inquadramento teorico basato sull'analisi della letteratura scientifica e delle principali politiche europee volte alla decarbonizzazione del settore edilizio.
A questa prima fase segue un'analisi comparativa di casi studio internazionali d'eccellenza, (come APROP Ciutat Vella e Upcycle House). Questa fase è risultata fondamentale per l'individuazione di soluzioni diverse ma ugualmente valide per la rivalutazione, riprogettazione e rifabbricazione all'interno del paradigma della costruzione modulare con container ISO.
Questo metodo così delineato, nato dallo studio dei casi europei, è stato poi applicato grazie al programma UROP. Questa esperienza mi ha permesso di testare e validare buona parte delle soluzioni estratte dal panorama europeo all'interno dello scenario sperimentale di Cambiano, finalizzando l'indagine all'integrazione sistematica dei materiali di scarto e alla verifica tecnica di soluzioni costruttive interamente a secco.

STRUTTURA

La tesi si compone di tre parti principali che riflettono il percorso metodologico della ricerca, muovendosi dall'inquadramento teorico alla verifica sul campo.
Nella prima parte viene affrontato il tema della rigenerazione materica attraverso un inquadramento nell'ambito delle politiche europee sulla decarbonizzazione. Vengono esplorati gli obiettivi e le strategie legati all'economia circolare – con un focus sul Green Deal Europeo e sul nuovo CEAP – definendo l'evoluzione della gerarchia delle "10R" e indagando le sinergie tra le pratiche di upcycling e i principi del DfD.
Nella seconda parte vengono illustrate le buone pratiche e i sistemi legati alla tematica affrontata. In particolar modo, verrà presentato un repertorio critico di modelli internazionali di cargotecture, selezionati per la loro pertinenza rispetto alla logica dell'iniziativa e all'innovazione tecnica. Attraverso l'analisi di questi casi studio — tra cui l'APROP Ciutat Vella e l'Upcycle House — e lo studio delle metodologie che consentono un cambio di rotta nel settore delle costruzioni, è possibile isolare e codificare le regole costruttive, spaziali e di reversibilità necessarie per trasformare il container da vettore logistico a semilavorato industriale.
Infine, la metodologia estratta dai casi europei trova riscontro nella terza parte. Dopo l'inquadramento teorico e l'analisi internazionale, viene descritta l'attività condotta presso il Circular Design Polito Lab. In questa fase finale, lo scenario sperimentale adotta le strategie del DfD prevedendo l'integrazione di componenti industriali di recupero, provenienti dall'azienda Roto Alba, all'interno di un sistema costruttivo modulare a secco, dimostrando la fattibilità tecnica di un'edilizia circolare capace di coniugare la sostenibilità ambientale con la flessibilità dell'abitare contemporaneo.

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

1.0

ARCHITETTURA DELLA REVERSIBILITÀ: UPCYCLING SISTEMICO DEI MODULI ISO

Premessa

L'industria e la società contemporanea sono largamente governate dalla **logica del consumo usa e getta**. Anche nel contesto architettonico vi è una **debole sistematizzazione** che lascia ampio spazio alla sperimentazione. Incoraggiato da un uso più consapevole e strategico delle risorse, l'approccio dell'upcycling si sviluppa come l'**antagonista di questo modello lineare**. I singoli progetti diventano promotori di un nuovo modello: attraverso l'adozione di concetti quali la **modularità**, la **durabilità**, la **reversibilità** e la **flessibilità**, le architetture vengono declinate alle più svariate applicazioni dei **principi del DfD**. Nasce l'architettura come organismo dinamico, capace di evolversi e accogliere nuove funzioni diverse nel tempo. In questo modo, non si teorizza solo la circolarità, ma la si traduce in una prassi costruttiva concreta in cui ogni materiale riceve una **seconda vita**.

Una declinazione tangibile di questo nuovo approccio basato sull'EC è rintracciabile nella cargotecture. Questa pratica prevede il reimpiego dei container marittimi a fine vita come elementi costruttivi destinati a nuove funzioni. Concepiti inizialmente come moduli logistici, i container vengono elevati a elementi architettonici valorizzandone per ognuno il **valore residuo**.

La cargotetcure trova le sue prime applicazioni in contesti emergenziali e in strutture abitative temporanee; grazie alla loro **robustezza** i moduli container garantiscono **standardizzazione e facilità di montaggio**. Successivamente il loro impiego si estende a vera e propria disciplina progettuale con la creazione di **ambienti flessibili e adattabili**, in grado di rispondere in modo puntuale a istanze di sostenibilità e inclusione sociale.

Infine, la cargoteture è punto di incontro di diverse strategie. Da un lato, i progetti applicano i principi del DfD e del DfA: si tratta di approcci che **supportano operativamente la gerarchia delle "R"** facilitando non solo il **riuso**, ma anche la **riparazione**, il **ricondizionamento** e la **futura reversibilità totale dell'opera**. Dall'altro lato, la riconversione dei container si inserisce nelle dinamiche dell'upcycling: sfruttando **assemblaggi a secco e connessioni meccaniche**, il container si riscatta come semilavorato rifabbricabile off-site. Inoltre, studi recenti sulla cargotecture evidenziano come questa pratica possa contribuire a creare **comunità resilienti**, stimolare la sperimentazione architettonica e promuovere **soluzioni scalabili** a livello urbano e sociale.

Commissione Europea. (mag 2021). Sito ufficiale della Commissione Europea. Unione Europea
Fonte: https://www.unioneeuropea.it/la-commissione-europea/

1.1 La cornice del cambiamento: il contesto politico

Il passaggio verso la circolarità è oggi accelerato e regolamentato da un complesso apparato di direttive della Commissione Europea, che hanno l'obiettivo di guidare la transizione del mercato unico verso la neutralità climatica. Il quadro di riferimento globale è il Green Deal Europeo[01] (2019), la strategia di crescita dell'Unione mirata a trasformare l'UE in una società giusta e prospera, con un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva. All'interno di questa visione, il settore delle costruzioni assume un ruolo centrale, essendo stato identificato come uno dei comparti a maggiore intensità di risorse e a più alto potenziale di risparmio di emissioni.

Parte fondamentale del Green Deal e il CEAP[02] adottato dalla Commissione Europea nel marzo 2020 per rendere l'economia più adatta a un futuro sostenibile. Questo nuovo piano individua l'edilizia e l'ambiente edificato come una delle "catene di valore dei prodotti chiave" che richiedono un'azione urgente. In particolare, mira a una progettazione e una produzione funzionali all'economia circolare, promuovendo misure che migliorino la durabilità, l'adattabilità e la riciclabilità degli edifici lungo tutto il loro ciclo di vita.

- far sì che i prodotti sostenibili diventino la norma nell'Unione
- responsabilizzare i consumatori
- incentrare l'attenzione sui settori che utilizzano più risorse e che hanno un elevato potenziale di circolarità
- ridurre i rifiuti[03]

Quindi l'obbiettivo europeo non si limita alla semplice gestione dei rifiuti (demolizione e smaltimento), ma a prevenire lo scarto. È in questo contesto che l'upcycling si inserisce.

Ci sono poi alcune politiche comunitarie che contribuiscono a tale ottica programmatoria. Per esempio, l'iniziativa BAMB[04] promuove il concetto di "edificio come deposito temporaneo di risorse". Come possiamo aumentare il valore dei materiali da costruzione? La risposta sta nella progettazione dinamica e flessibile. Creando edifici adattabili, li inseriamo in un'EC dove i materiali non perdono valore. Questo porterà a una riduzione degli sprechi e un consumo ridotto di risorse vergini. L'idea di fondo è assumere l'edificio come un contenitore temporaneo di materiali. In questo modo, ogni elemento — dal guscio esterno (il container) fino alle finiture — può essere smontato con facilità, spostato e recuperato in nuovi progetti. Questo approccio richiede l'adozione sistematica di tecnologie di assemblaggio a secco e connessioni meccaniche, che eliminino definitivamente il concetto di "fine vita" dell'edificio a favore di un

01 Commissione europea. (2019, 11 dicembre). Il Green Deal europeo (COM(2019) 640 final). EUR-Lex. [formato pdf].

02 Commissione europea. (2020, 11 marzo). Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare: Per un'Europa più pulita e più competitiva (COM(2020) 98 final). EUR-Lex. [formato pdf].

03 Commissione Europea. (2020, 11 marzo). Cambiare il nostro modo di produrre e consumare: un nuovo piano d'azione per l'economia circolare traccia la via verso un'economia pulita e competitiva < https://learning.radicalhr.it/wp-content/uploads/2023/10/ECONOMIA-CIRCOLARE-HR-8.pdf > [formato pdf]

04 Commissione europea. (2023). Gli edifici come banche dei materiali: integrare i passaporti dei materiali con il design reversibile degli edifici per ottimizzare le catene del valore industriali circolari. Iniziativa Città e Regioni Circolari. < https://circular-cities-and-regions.ec.europa.eu/support-materials/projects/buildings-material-banks-integrating-materials-passports-reversible > [ultima consultazione Marzo 2026].

"fine servizio", permettendo alla materia di rientrare nel ciclo produttivo senza perdita di prestazioni.

Queste ambizioni politiche trovano attuazione pratica e finanziaria nel programma quadro Horizon Europe[05] (2021-2027), dove l'architettura circolare trova una collocazione sistematica all'interno del Pilastro 2. (Sfide globali e competitività industriale europea). Nello specifico, la ricerca sfrutta le sinergie tra il Cluster 5 (Climate, Energy and Mobility) e il Cluster 6 (Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture and Environment). Il primo si focalizza sulla neutralità climatica attraverso l'efficientamento del patrimonio edilizio e l'integrazione di soluzioni energetiche rinnovabili[06]. Un elemento cardine di questo cluster è la partnership co-programmata Built4People (B4P)[07], che promuove un approccio "people-centric" e sostenibile. Superare il modello lineare "estrazione-costruzione-dismissione" per favorire una progettazione reversibile è obbiettivo di bandi, quali quelli del programma Build4People (in particolare quelli dedicati al DfA e al DfD). Come l'iniziativa BAMB, anche questi bandi vogliono favorire la creazione di edifici come banche di materiali, facilitando il riuso dei componenti di maggior valore e riducendo l'energia incorporata. Oltre alla progettazione, si punta anche sull'innovazione dei materiali stessi (Cluster 6)[08]. Attraverso la bioeconomia circolare l'Horizon Europe finanzia ricerche su materiali bio-based e rigenerativi (riciclo di fibre tessili, legno strutturale e materiali biocompositi).

Completa questo approccio l'iniziativa NEB[09] (2020), che funge da acceleratore culturale. Il NEB unisce gli obbiettivi del Green Deal alla bellezza e all'inclusione sociale. Si tratta di un'iniziativa che sposta l'attenzione dalla sola "efficienza energetica" (tecnica) alla "qualità dell'abitare" (progetto): sostenibilità, estetica e comunità sociale.

In questo scenario, l'architettura non è chiamata solo a ridurre il proprio impatto ambientale, ma a rigenerare il tessuto urbano e sociale attraverso progetti che siano al contempo ecologici, belli e accessibili. Per la presente ricerca, il NEB rappresenta il quadro metodologico entro cui l'upcycling dei container smette di essere una mera operazione di recupero industriale per trasformarsi in una strategia di rifunzionalizzazione adattiva, capace di offrire risposte flessibili alle nuove necessità abitative della città contemporanea.

05
Commissione europea. (2025, 14 maggio). Horizon Europe work programme 2025: 8. Climate, energy and mobility (Decisione C(2025) 2779). EUR-Lex. [formato pdf].

06
Commissione europea. (2025, 11 dicembre). Horizon Europe work programme 2026-2027: 8. Climate, energy and mobility (Decisione C(2025) 8493). EUR-Lex. [formato pdf].

07
Ivi, pp.188-198.

08
Commissione europea. (2025, 11 dicembre). Horizon Europe work programme 2026-2027: 9. Food, bioeconomy, natural resources, agriculture and environment (Decisione C(2025) 8493). EUR-Lex. [formato pdf].

09
Coujard, C., De Rosso, L., Yurchyshyna, A., Gandini, A., Garcia Cortes, V., Urra Uriarte, S., & Hunziker Keller, C. (2023, luglio). New European Bauhaus: A handbook. NEBULA Project. [formato pdf].

1.2 La gerarchia estesa delle “R” nel nuovo paradigma

L’architettura contemporanea sta attraversando una fase di profonda riconsiderazione dei propri processi produttivi e costruttivi. Per decenni, il **settore delle costruzioni** è stato il principale interprete del modello economico lineare, basato sulla sequenza take-make-waste (estrarre, produrre, smaltire). Tale approccio ha generato un impatto ambientale insostenibile: il settore è oggi responsabile di circa il 40% del consumo globale di energia, del 30% delle emissioni di gas serra[10] e di un terzo della produzione totale di rifiuti a livello mondiale[11]. In questo scenario di crisi climatica e scarsità di risorse, l’economia circolare non si configura più come una scelta opzionale, ma come un paradigma necessario per la sopravvivenza dell’ambiente antropizzato.

L’EC in architettura propone un sistema in cui il valore dei materiali, dei componenti e dei prodotti venga mantenuto il più a lungo possibile all’interno del ciclo economico. All’interno di questo quadro, l’upcycling (o riciclo creativo) emerge come la strategia più virtuosa. A differenza del riciclo tradizionale, che spesso comporta un processo di downcycling — ovvero la degradazione della materia verso utilizzi di scarso valore (si pensi al calcestruzzo demolito e trasformato in inerte stradale) — l’upcycling mira a trasformare materiali e componenti dismessi in nuovi sistemi di maggiore valore funzionale, estetico e prestazionale.

L’upcycling architettonico, dunque, non è una semplice operazione di “riuso”, ma una nobilitazione creativa. Esso richiede un salto culturale: il progettista non vede più il componente dismesso (come un container marittimo, un elemento strutturale o un infisso) come un rifiuto da gestire, ma come una “risorsa pre-lavorata” dotata di un’energia incorporata (embodied energy) che deve essere preservata. L’efficacia di questo approccio si misura nella sua capacità di inserirsi coerentemente all’interno della **gerarchia delle “R”** dell’economia circolare (Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover)[12]. L’upcycling si posiziona strategicamente nei livelli più alti di questa scala, ovvero quelli che garantiscono il minor dispendio energetico e la massima conservazione della forma e della funzione originale. Tuttavia, per rispondere pienamente alle sfide del settore edilizio, la ricerca contemporanea suggerisce l’adozione di una gerarchia estesa, che integri le dimensioni operative della Rivalutazione, della Riprogettazione e della Rifabbricazione[13].

La ricerca propone innanzitutto di mutare prospettiva rivalutando il “fine vita”

10
Parlamento Europeo e Consiglio dell’Unione Europea. (2024, 24 aprile). Direttiva (UE) 2024/1275 sulla prestazione energetica nell’edilizia (rifusione). Gazzetta ufficiale dell’Unione europea. < https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj > [ultima consultazione Aprile 2026].

11
Commissione europea. (s.d.). Rifiuti di costruzione e demolizione. Ambiente. < https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en > [ultima consultazione Marzo 2026].

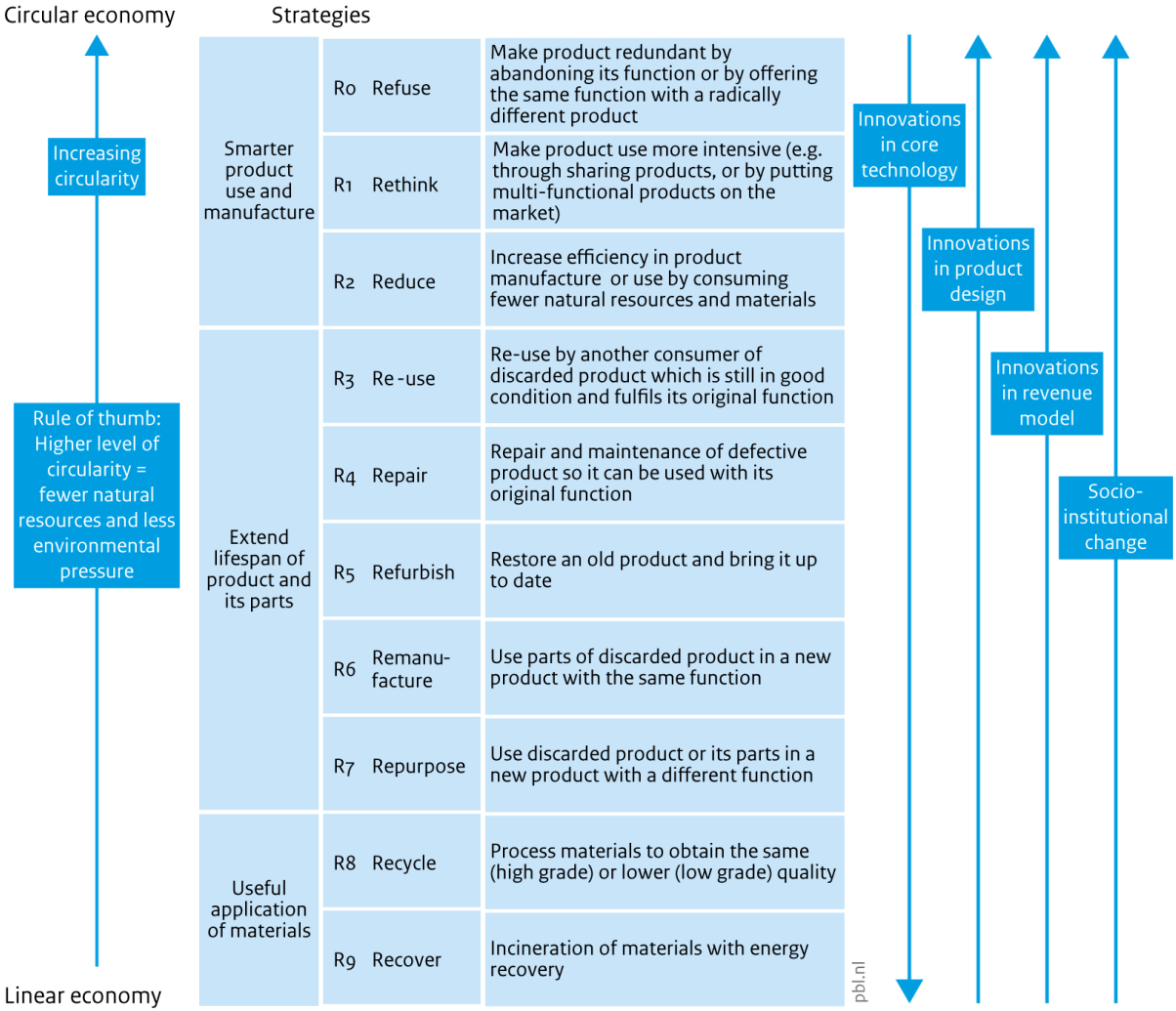
12
Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (gen 2017). Circular economy: Measuring innovation in the product chain (PBL Publication No. 2544). PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. [formato pdf].

13
Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (2025, 17 ottobre). Extraordinary Solutions For Smart Living: CHOMgenius Prototype Project. Circular Economy Through Design and Construction. Corso di Progetto di Architettura Off-site, Politecnico di Torino. Dipartimento DABC, Politecnico di Milano. [formato pdf].

di un oggetto. Un oggetto che giunge al termine della sua funzione, infatti, può essere riconsiderato dal punto di vista tecnico e culturale e ricominciare un nuovo ciclo. In questo senso, il container marittimo non è più un mero rifiuto metallico, ma una risorsa definita da caratteristiche precise: robustezza strutturale, modularità, standard e facilità di trasporto. Per produrre tale oggetto, è stata spesa dell'energia (energia grigia) che non va sprecata. Riconoscere questo capitale materiale e ambientale è dovere etico dell'architetto. Solo così il limite rappresentato tradizionalmente dallo scarto diventa risorsa per il progetto. Poi la ricerca consiglia di inserire una fase di riprogettazione, dove la creatività deve confrontarsi con i vincoli imposti da un manufatto esistente. La tabula rasa che si aveva con l'approccio tradizionale qui è sostituita da delle regole precise. Nel caso specifico del container occorre mediare tra comfort abitativo (luce, isolamento acustico-termico, spazi) e la rigidità del modulo metallico. È in questa fase che bisogna tener conto della reversibilità dell'intervento; questa si garantisce adottando sistemi e tecniche di montaggio a secco, pensate per futuri smontaggi e nuove configurazioni spaziali. Infine, la ricerca suggerisce un'ultima fase di rifabbricazione. Superato il contrasto tra la standardizzazione del modulo e le esigenze del contesto urbano, occorre adattare l'oggetto in ambiente controllato (off-site). Il container viene integrato da infissi, pacchetti isolanti e impianti assumendo così la definizione di "organismo abitativo" in quanto complesso, replicabile e performante. Questo approccio permette di ridurre i tempi di cantiere e minimizzare la produzione di rifiuti. Inoltre, grazie alla prefabbricazione, vengono garantiti standard qualitativi elevati, allineando l'upcycling agli obiettivi di industrializzazione sostenibile delle politiche europee. Attraverso le azioni di Rivalutare. Riprogettare e Rifabbricate[14], si supera la frammentarietà del riciclo tradizionale. Il ver valore aggiunto non è solo estetico, ma sta nella capacità di creare cicli chiusi e sistemi reversibili che trasformano l'edificio in una banca di materiali (modello Building as Material Bank).

14
Ibidem

(a destra)
Circularity strategies within the production chain, in order of priority
Fonte: Potting,op. cit.p.5


Circular economy
Strategies
Increasing circularity
Rule of thumb: Higher level of circularity = fewer natural resources and less environmental pressure
Linear economy
Smarter product use and manufacture
Extend lifespan of product and its parts
Useful application of materials
R0 Refuse
Make product redundant by abandoning its function or by offering the same function with a radically different product
R1 Rethink
Make product use more intensive (e.g. through sharing products, or by putting multi-functional products on the market)
R2 Reduce
Increase efficiency in product manufacture or use by consuming fewer natural resources and materials
R3 Re-use
Re-use by another consumer of discarded product which is still in good condition and fulfils its original function
R4 Repair
Repair and maintenance of defective product so it can be used with its original function
R5 Refurbish
Restore an old product and bring it up to date
R6 Remanu-facture
Use parts of discarded product in a new product with the same function
R7 Repurpose
Use discarded product or its parts in a new product with a different function
R8 Recycle
Process materials to obtain the same (high grade) or lower (low grade) quality
R9 Recover
Incineration of materials with energy recovery
Innovations in core technology
Innovations in product design
Innovations in revenue model
Socio-institutional change
pbl.nl

L'efficacia dell'upcycling in architettura non si misura esclusivamente nella quantità di materia sottratta alla discarica, ma nella capacità di generare tipologie edilizie innovative capaci di rispondere a esigenze urbane complesse e ai rigorosi target imposti dalle agende internazionali. La cargotecture, intesa in parte come l'evoluzione contemporanea delle pratiche di riuso navale ottocentesche, incarna questa transizione attraverso una serie di sperimentazioni europee che dimostrano la versatilità del modulo container come risposta concreta alle politiche dell'Unione.

In prima istanza, l'upcycling si manifesta come risposta alla necessità di flessibilità e velocità. Progetti di social housing come l'**Aprop Ciutat Vella** e l'**Aprop a Les Glòries a Barcellona**, insieme all'**Habitatge Jove a Caldes**, evidenziano come la standardizzazione permetta di rispondere a crisi abitative con un'efficienza che l'edilizia tradizionale non può garantire. Questi interventi rispondono agli obiettivi di inclusione del New European Bauhaus, dimostrando come la rapidità della rifabbricazione fornisca soluzioni dignitose in tempi ridotti. In questo solco si inserisce anche la **Portable Cabin di Pozna**, che declina il tema della flessibilità su scala privata e nomade. Qui, il container non è solo un guscio, ma un modulo pre-ingegnerizzato che facilita la reversibilità dell'intervento, in piena sintonia con i dettami del DfD.

Sul piano della riduzione dell'impatto ambientale, l'upcycling trova una sintesi compiuta nella **Upcycling House a Nyborg**. In questo caso, il container è integrato in una strategia sistematica di recupero che riduce le emissioni di CO_2 dell'86% rispetto a una costruzione standard. Tale progetto agisce come validazione dei target del Green Deal Europeo, provando che l'abbattimento dell'impronta carbonica è possibile solo attraverso la valorizzazione dell'energia incorporata nei componenti dismessi. L'upcycling di container ha valenza anche sociale per la sua capacità di attivare poli urbani o generare servizi di prossimità. Lo dimostrano progetti come il **Molenwest Square a Bruxelles**, il **Cafè Contajner a Praga** o l'area commerciale **Boxpark a Croydon**: i moduli metallici creano ampi spazi pubblici conviviali e incubatori di attività. Si tratta di interventi che rispecchiano in pieno gli obiettivi dei Cluster 5 e 6 di Horizon Europe, promuovendo una rigenerazione urbana "leggera" e che non consuma suolo. In casi studio come **Freitag Flagship Store di Zurigo** e nel complesso **BRLO Brwhouse a Berlino**, l'estetica del riuso diventa un vero e proprio tratto distintivo. Qui, la funzione produttiva e commerciale si fonde con il recupero indu-

striale, anticipando le linee guida del CEAP sulla durabilità dei materiali.
Infine, esempi come il Cruise Ship Terminal di Siviglia e l'Unionkul Stack I a Copenaghen, mettono in evidenza la grande specializzazione tecnica. Non soltanto questi progetti si misurano su grande scala, ma integrano sistemi tecnologici avanzati; i limiti del metallo vengono superati raggiungendo ottime prestazioni energetiche. La versatilità del sistema "box-in-box" è evidente nel Port Franc di Sion, mentre la comunicazione istituzionale e il servizio al territorio trovano spazio nel Centro Visitatori (La Maison Du Chantier) a Torino e nelle dotazioni funzionali come l'IJBZ Sanitary Facility. Anche il settore ricettivo viene rivoluzionato dalla serializzazione industriale dei moduli, come dimostrato dai casi del Tin Inn Hotel e del Dock Inn Hotel in Germania.

(sopra)
Nel 2023, i terminal del Porto di Amburgo hanno gestito un totale di 114,3 milioni di tonnellate di merci. < https://www.hafen-hamburg.de/en/press1/news/hamburger-hafen-behauptet-seine-position-unter-herausfordernden-bedingungen/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

1.3 Upcycling e DfD/DfA: sinergie progettuali e sostenibilità

L'attuazione concreta di questo paradigma non può tuttavia prescindere da una rigorosa base metodologica. Se l'upcycling rappresenta la finalità — ovvero la trasformazione dello scarto in risorsa ad alto valore — il DfD e il DfA costituiscono gli strumenti operativi indispensabili per garantirne la fattibilità tecnica ed economica su larga scala[15].
La buona riuscita dell'upcycling dei materiali dipende da quanto gli stessi a fine vita siano puliti, di qualità e facili da recuperare. Essendo il settore edilizio un contesto complesso, occorre seguire una metodologia. Il metodo prevede che le risorse siano preparate per la loro futura circolarità. Il riferimento principale è la norma ISO 20887:2020[16], la quale dice che l'edificio deve essere concepito per essere decostruito (non prevede quindi la demolizione). Solo così ogni componente e materiale può essere rimosso mantenendo la propria integrità e senza subire contaminazioni. Di fatto, lo si rende "Upcycling-Ready". La norma ISO[17] 20887:2020 definisce un quadro completo che include sia l'adattabilità funzionale che il recupero materiale, garantendo che i componenti siano smontati, riparati o riutilizzati con la minima perdita di valore, tempo e risorse.

STRATEGIE DI ADATTABILITÀ (Design for Adaptability - DfA)

Le strategie DfA mirano a prolungare la vita utile dell'asset (come il modulo container) rispondendo ai cambiamenti demografici, tecnologici o d'uso, minimizzando la necessità di nuove costruzioni.

- Versatilità: "capacità di adattarsi a diverse funzioni con modifiche minime del sistema". Per avere spazi e strutture che facilitino usi differenti, "è importante considerare le esigenze degli utenti destinatari". Ad esempio, creare spazi capaci di ospitare più funzioni può ridurre la superficie necessaria, i costi e l'uso di risorse. (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.2.2).
- Convertibilità: "capacità di adattarsi a cambiamenti sostanziali nelle esigenze degli utenti apportando modifiche. Per quanto riguarda gli edifici, la convertibilità è collegata alla versatilità, in quanto entrambi i principi implicano l'uso di spazi singoli per usi multipli. Tuttavia, la convertibilità si ottiene progettando lo spazio o l'allestimento in modo da facilitare modifiche interne minori, non strutturali (ad esempio, pareti divisorie, soffitti e finiture) o arredi, per adattarsi alle esigenze che cambiano, sia in modo poco frequente o irre-

15
Priyono, A., Ijomah, W., & Bititci, U. S. (2015). Strategic operations framework for disassembly in remanufacturing. Journal of Remanufacturing, 5(11), 1–15. [formato pdf].

16
International Organization for Standardization. (2020). Sustainability in buildings and civil engineering works — Design for disassembly and adaptability — Principles, requirements and guidance (ISO Standard No. 20887:2020). [formato pdf].

17
ISO (l'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione) è una federazione mondiale di enti nazionali di standardizzazione (organi membri ISO). Il lavoro di preparazione degli Standard Internazionali è normalmente svolto dai comitati tecnici ISO. Ogni organismo membro interessato a un argomento per il quale è stato istituito un comitato tecnico ha il diritto di essere rappresentato in quel comitato. Organizzazioni internazionali, governative e non governative, in contatto con l'ISO, partecipano anch'esse al lavoro. L'ISO collabora strettamente con la Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC) su tutte le questioni di standardizzazione elettrotecnica.

golare sia in un momento futuro.". Progettare gli spazi per usi differenti porta a un miglioramento della redditività, alla riduzione del bisogno di strutture aggiuntive, alla riduzione di risorse ed energia. (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.2.3).

- Espandibilità: "capacità di un progetto o la caratteristica di un sistema di accogliere un cambiamento sostanziale che supporti o faciliti l'aggiunta di nuovo spazio, funzioni, capacità e potenzialità", solitamente con aggiunte verticali (considerazioni sulle tolleranze) o orizzontali (spazio disponibile). (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.2.4).

STRATEGIE DI SMONTAGGIO (Design for Disassembly - DfD)

Le strategie DfD si concretizzano in precise scelte esecutive che mirano a preservare il valore dei componenti per l'Upcycling.

- Indipendenza e connessioni reversibili: l'adozione rigorosa di connessioni reversibili (come bulloni, viti, giunti meccanici) in sostituzione di saldature o colle irreversibili. Questo garantisce la indipendenza dei sistemi, consentendo la rimozione o l'aggiornamento di parti senza compromettere le prestazioni dei sistemi adiacenti. (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.3.3).
- Facilità di accesso a componenti e servizi: "permette a un materiale, componente o connettore di un assemblaggio, specialmente quelli con il ciclo di vita previsto più breve, di essere facilmente raggiunto, con danni minimi e senza influire sugli elementi adiacenti.". C'è una stretta relazione tra la facilità di accesso e l'indipendenza. Con una facile accessibilità si riducono i tempi di sostituzione e manutenzione. (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.3.2).
- Semplicità e standardizzazione: la semplicità "è la qualità di un insieme o di un sistema progettato per essere chiaro, facile da capire e in grado di soddisfare i requisiti di prestazione con la minima quantità di personalizzazione". Il numero degli elementi viene ridotto al minimo, e la probabilità di incappare in guasti o rotture è anch'essa limitata. La standardizzazione "riguarda l'uso di componenti, prodotti o processi comuni per soddisfare una moltitudine di requisiti.". Il trasporto e

lo stoccaggio spesso risultano più semplici se avvengono con elementi standardizzati. (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.3.6 e 5.3.7).

- Evitare trattamenti e finiture non necessari: "la scelta delle finiture può limitare le opzioni per il riutilizzo o il riciclaggio del substrato, soprattutto se contengono sostanze potenzialmente pericolose.". Ogni finitura per favorire lo smontaggio dovrebbe avere un obbiettivo specifico, ad esempio proteggere dal fuoco. (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.3.4).
- Supporto ai modelli di business dell'economia circolare: "Questo principio riguarda il supporto al mercato dei materiali e prodotti riutilizzati, ricondizionati, rigenerati e riciclati, sia ora che in futuro, a sostegno dei modelli di business dell'economia circolare.". (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, 2020, Clausola 5.3.5).
- Sicurezza dello smontaggio: garantire la disponibilità di informazioni accurate sui materiali e sulle procedure di assemblaggio/disassemblaggio per assicurare l'efficacia e la sicurezza del processo di de-costruzione[18].

La vera rottura con il modello lineare e il pieno raggiungimento della sostenibilità si realizzano nell'inscindibile sinergia tra upcycling e DfD/A. Il DfD/A funge da strumento metodologico e predittivo che assicura che il materiale sia di alta qualità e che il suo recupero sia economicamente fattibile. Per avere un progetto che miri a valorizzare e non al semplice fine vita, occorre progettare sin dalle prime fasi con il focus sulla valorizzazione.

L'incontro tra adattabilità e smontaggio favorisce lo sviluppo dell'architettura come "banca di materiali". In questo modo, non si riduce solo lo spreco di risorse e dei costi di smaltimento, ma si fornisce una maggiore resilienza e adattabilità al progetto. Inoltre, la valorizzazione degli elementi rafforza il messaggio etico ed estetico dell'opera.

18
Ibidem

1.4 Introduzione al modulo ISO

Il panorama del commercio mondiale contemporaneo è indissolubilmente legato alla standardizzazione dei flussi fisici, un processo culminato con l'avvento della containerizzazione. Come evidenziato dalla letteratura scientifica di settore, "l'uso dei container per il trasporto di merci è diventato indispensabile e un fattore cruciale per la globalizzazione, fornendo opportunità di trasporto economiche e sicure"[19]. Questo fenomeno affonda le sue radici nell'intuizione di Malcolm McLean del 1956 e nel successivo sforzo di codifica dell'International Organization for Standardization (ISO) che, a partire dal 1961, ha stabilito i parametri dimensionali e prestazionali (come la norma ISO R-668) necessari per rendere il modulo un'unità di misura universale. Sotto il profilo costruttivo, il container è un manufatto progettato per resistere a sollecitazioni estreme: il telaio portante, realizzato in acciaio Corten o SPA-H, garantisce una capacità di impilamento che, sebbene fissata dai requisiti minimi ISO a sei unità, può raggiungere nei modelli moderni le otto o nove unità, assicurando al contempo "una migliore protezione contro i danni al carico" grazie alla sua copertura in acciaio.

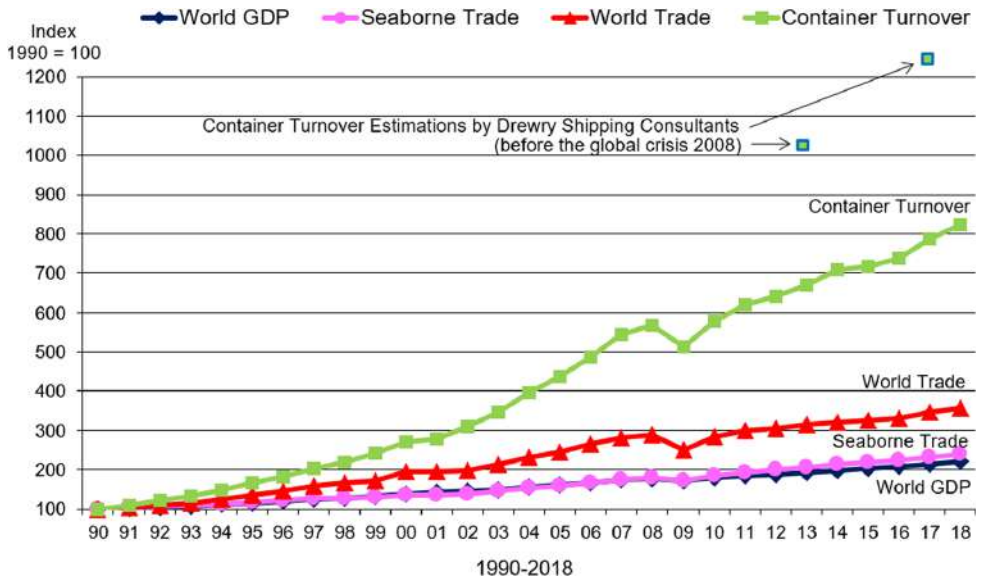
Tuttavia, l'efficienza di questa catena logistica non è immune da criticità strutturali. Nonostante una costante modernizzazione tecnologica, il modulo rimane esposto a rischi continui lungo la filiera e, "in linea di principio, un container viene messo fuori servizio quando viene riconosciuto un danno". La casistica dei danneggiamenti è estremamente eterogenea, spaziando da deformazioni minori a compromissioni "consistenti, gravi, che non permettono la continuazione del corretto utilizzo" logistico. In questo frangente, la gestione del modulo entra in una fase decisionale complessa dove la valutazione tecnica si intreccia con quella finanziaria: "oltre agli aspetti tecnici, deve essere deciso anche da una prospettiva economica se effettuare una riparazione", considerando variabili quali i costi di manutenzione, i rendimenti futuri e il prezzo di mercato dell'acciaio.

Il contesto attuale è ulteriormente complicato da fattori macroeconomici e tecnologici che influenzano la domanda di trasporto. Se da un lato il volume dei container è cresciuto costantemente dopo la crisi del 2009, dall'altro emergono minacce dirompenti come la Manifattura Additiva (3D printing), che secondo alcuni studiosi potrebbe minacciare fino al "37% delle operazioni di spedizione container", spingendo verso una localizzazione della produzione. A ciò

19 Hoffmann, N., Stahlbock, R., & Voß, S. (2020). Un modello decisionale sulla riparazione e manutenzione dei container di spedizione. Journal of Shipping and Trade, 5(1), 22. < https://doi.org/10.1186/s41072-020-00070-2 > [formato pdf].

si aggiunge la tendenza al reshoring post-pandemica, volta a rendere le catene di approvvigionamento più stabili e indipendenti. Questi mutamenti geopolitici e tecnologici alimentano un fenomeno di accumulo senza precedenti: con una flotta globale che supera i 70 milioni di TEU, si stima la presenza di circa “14 milioni di container ‘ex-servizio’” a livello mondiale. Questa enorme massa di moduli fuori mercato, pur avendo esaurito la propria funzione dinamica in mare, conserva un valore strutturale latente che eccede i requisiti dell’edilizia tradizionale[20].

20
Ibidem



(a destra)
Rotazione dei container, commercio mondiale, commercio marittimo e PIL mondiale 1990-2018 con una previsione di Drewry Shipping Consultants per la rotazione dei container dal 2012 al 2016 prima della crisi globale del 2008/2009; Fonti dei dati: Conferenza delle Nazioni Unite sul Commercio e lo Sviluppo (UNCTAD)-Segreteria (2019) e precedenti edizioni
Fonte: Hoffmann, Stahlbock, & Voß,op.cit.p.5

1.4.1 Il problema del “One-way Flow” e il surplus globale

Questa tendenza di flusso a senso unico è nota come “One-Way Flow”, un’inefficienza sistemica del trasporto merci globale che diventa il fondamento materiale per lo sviluppo cargotecture. Si tratta di una condizione connaturata alla configurazione stessa degli scambi commerciali transoceanici: i container viaggiano carichi dall’Asia ai mercati di consumo come l’Europa, ma lo squilibrio commerciale rende spesso il loro ritorno a vuoto non conveniente[21]. Da un punto di vista puramente economico, il costo di riposizionamento di un container vuoto verso i porti di origine può superare il costo di acquisto di una nuova unità in loco. Questa diseconomia logistica trasforma un bene durevole in un onere logistico e, di conseguenza, in un vasto surplus globale di unità End of Life (EOL), fortemente localizzato nei principali hub di importazione europei. È in questo surplus che l’architettura individua l’opportunità circolare[22].

L’attivazione di questo surplus in una filiera di riuso scalabile ed efficiente dipende principalmente dalla vicinanza ai porti come fattore chiave di fattibilità logistica ed economica. I principali attori e la catena del valore si concentrano in questi contesti:

- **Attori dell’offerta:** le compagnie di navigazione e le aziende di leasing sono i fornitori primari. Il loro ruolo è quello di decidere la dismissione dell’unità, un momento formalmente sancito dal ritiro dal servizio marittimo in base alla Convention for Safe Containers[23] (CSC, 1972) dell’IMO, che ne impone l’uscita dal traffico internazionale. Vendere il container come scarto locale attiva la filiera economica.
- **Attori della trasformazione:** la domanda avviene da parte di cantieri specializzati e progettisti cargotecture. Solitamente, la vicinanza ai depositi portuali facilita lo scambio economico: considerati la spesa più incisiva durante il recupero di container, i costi del trasporto interno sono minimizzati.
- **Attori abilitanti:** l’elemento container assume il dovuto valore grazie alla presenza di infrastrutture che ne certificano il nuovo status. Una volta svincolato dalle normative marittime IMO, il modulo entra ufficialmente nel settore edilizio. In seguito, per certificare con successo la sua durabilità e sicurezza strutturale per la nuova funzione, il modulo viene sottoposto a linee guida tecniche autorevoli; tra queste quelle della BSA (British Standards Authority) o quelle degli enti di normazione nazionali. Infine, piattaforme digitali

21 Kotnik Jure (2008). Container architecture (pp.16-17). Links Books.

22 Mehdi Najafi, Hossein Zolfagharinia, Pricing and quality setting strategy in maritime transportation: Considering empty repositioning and demand uncertainty, International Journal of Production Economics, Volume 240, 2021, 108245, ISSN 0925-5273, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108245. [ultima consultazione Aprile 2026].

23 Organizzazione marittima internazionale. (2014). Convenzione internazionale per i container sicuri (CSC), 1972 (Ed. 2014). IMO Publishing. < https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/containers-default.aspx > [ultima consultazione Febbraio 2026].

come Madaster e Opalis, sostengono il concetto di edificio come "banca di materiali": rendono ogni modulo edilizio tracciabile. Questa rete garantisce che la disponibilità logistica creata dal One-Way Flow si traduca in un'opportunità circolare economicamente e tecnicamente sostenibile.

Sebbene la vicinanza ai nodi portuali agevoli il reperimento e riduca i costi di trasporto[24], la cargotecture si è diffusa ben oltre i confini delle città costiere. La ragione risiede nella standardizzazione universale del modulo: essendo progettato per interfacciarsi con un sistema di trasporto intermodale globale (navi, treni, camion), il container può essere movimentato con estrema facilità ovunque esista un'infrastruttura stradale[25]. Questo lo rende il modulo ideale per l'edilizia off-site: l'unità può essere rifabbricata in officina e trasportata in sito già completata, riducendo drasticamente i tempi di cantiere e l'impatto ambientale locale.
La selezione dei casi studio oggetto di questa ricerca risponde alla necessità di indagare la flessibilità dell'upcycling, inteso come pilastro operativo dell'economia circolare. L'obiettivo non risiede nella mera catalogazione di interventi in cargotecture, bensì nella verifica di come un modulo industriale standardizzato possa declinare i principi della circolarità in risposte progettuali specifiche: dalla microscala della residenza temporanea ed emergenziale — volta a testare la velocità di risposta e il recupero di risorse tipici del Design for Adaptability — alla macroscala dei complessi residenziali universitari, dove la ripetizione del modulo sfida i limiti della densità urbana e delle prestazioni energetiche in un'ottica di ciclo di vita chiuso.
Passare dall'analisi di un intervento di agopuntura urbana in un centro storico denso alla scala dei servizi e degli spazi di co-working, permette di validare l'upcycling come una strategia trasversale. Questa varietà tipologica è fondamentale per dimostrare che la progettazione circolare, promossa dal New European Bauhaus, non è confinata a interventi di nicchia, ma rappresenta un metodo operativo capace di rigenerare il tessuto urbano europeo nella sua complessità, fornendo soluzioni tecniche e spaziali ad alto valore aggiunto per funzioni tanto pubbliche quanto private.

I principali HUB logistici europei, tra cui i 15 porti container più trafficati guidati da Rotterdam, Anversa-Bruges, Amburgo nel Northern Range e Valencia, Pireo nel Mediterraneo (identificati nella mappa), si configurano come il serbatoio primario di container EOL grazie al fe-

24
Tajani, F., Bologna, A., Cerullo, G., Doko, E., & Sica, F. (2025). Strategie di riutilizzo per gli obiettivi di ricostruzione della resilienza: uno studio di caso di un edificio pubblico italiano. Edifici, 15(20), 3683. https://doi.org/10.3390/buildings15203683 [formato pdf].

25
Kotnik J., op.cit. pp.10-11

(a destra)
Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras. (s.d.). Statistics. < https://www.apba.es/en/stats > [ultima consultazione Dicembre 2025]. (rielaborazione personale)

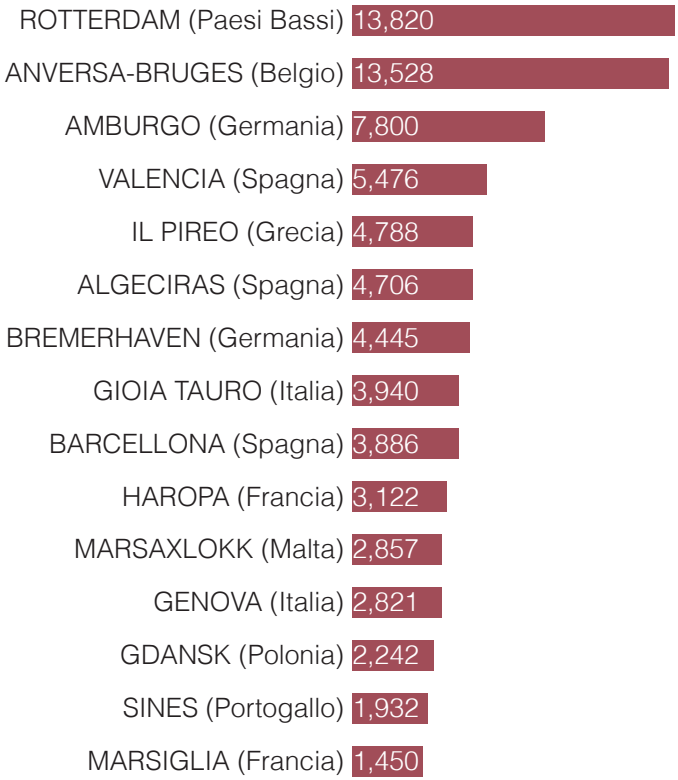
nomeno del One-Way Flow. Questi porti, che gestiscono complessivamente oltre 72 milioni di TEU (2023), sono nodi cruciali dove convergono i servizi deep-sea Asia–Europa e un vasto network di servizi feeder (navette verso porti minori). Questa combinazione genera una componente di container vuoti strutturalmente consistente che, a causa degli elevati costi di riposizionamento, viene trasformata in un surplus logistico locale piuttosto che essere rispedita alla fonte[26].

26
Kuehne & Nagel. (2024, 21 maggio). Container demand soars, but supply chain imbalance persists. myKN. < https://mykn.kuehne-nagel.com/news/article/container-demand-soars-but-supply-chain-imbal-16-May-2025 > [ultima consultazione Dicembre 2025].

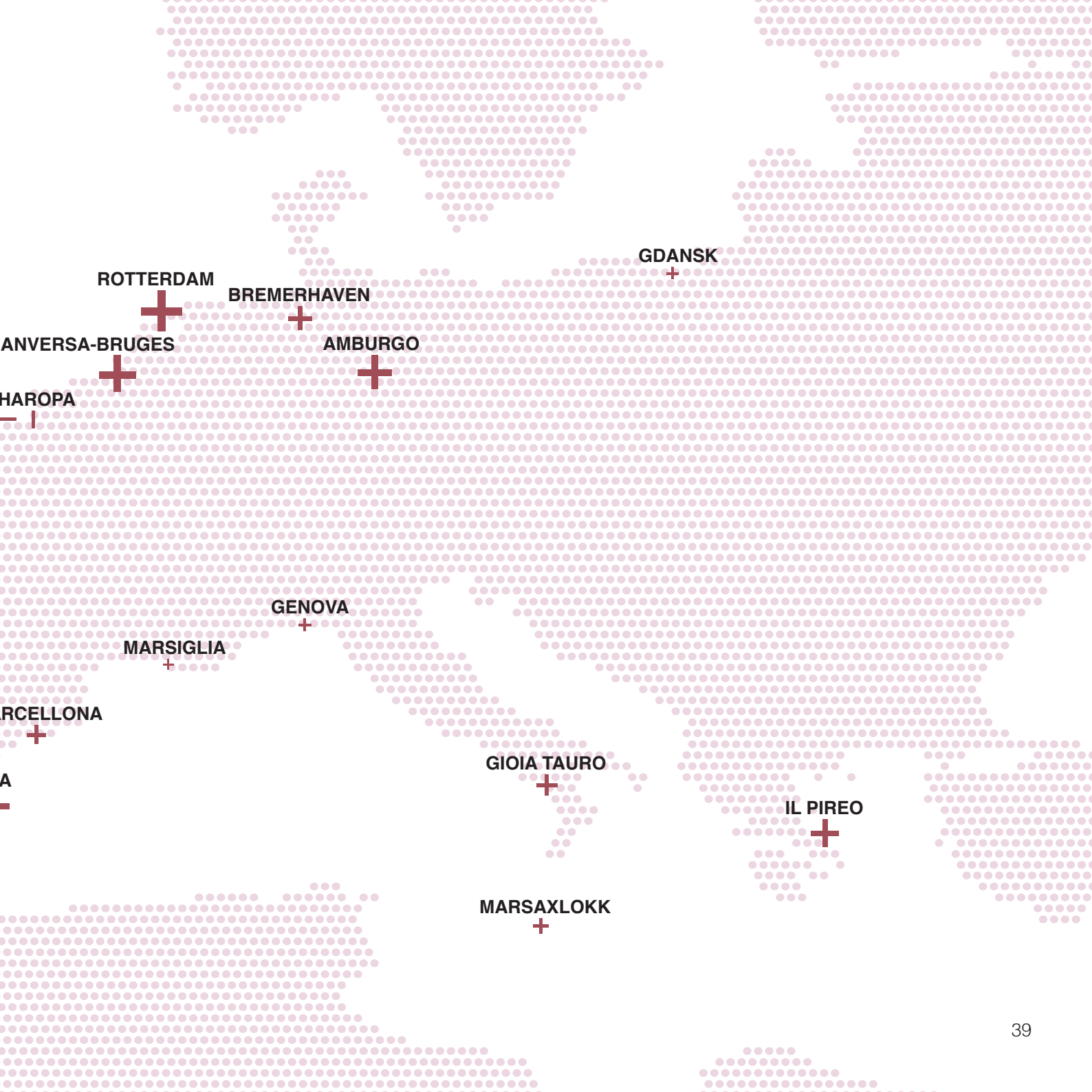
RIEP. DEL THROUGHPUT DELLE PORTE	ANNO 2024	ANNO 2025	FLUTTUAZIONE
NUMERO DI CONTAINER	219.980	209.357	-4,83%
CONTAINER EQUIVALENTI DA 20 PIEDI (TEUS)	372.092	356.403	-4,22%
TRANSITO INTERNAZIONALE	272.069	251.284	-7,64%
PIENO	241.350	220.054	-8,82%
VUOTO	30.719	31.230	1,66%
TRANSITO NAZIONALE	42.790	56.357	31,71%
PIENO	41.372	54.753	32,34%
VUOTO	1418	1604	13,12%
SCARICATO (IMPORTAZIONE)	31.711	25.643	-19,14%
PIENO	18.289	21.006	14,86%
VUOTO	13.422	4637	-65,45%
CARICATO (ESPORTAZIONE)	25.522	23.119	-9,42%
PIENO	13.193	15.185	15,1%
VUOTO	12.329	7934	-35,65%
NAVI CISTERNA	215	203	-5,58%
PORTACONTAINER	315	241	-23,49%
NAVI PASSEGGERI	1618	1621	0,19%
ALTRI	414	442	6,76%

PORTI CONTAINER PIÙ TRAFFICATI IN EUROPA

produzione totale di container in 1000 TEU (2024)



Fonte:
Notteboom, T., & Sauri, V. (2024). Top 15 European Union container ports in 2024. PortEconomics. < https://www.porteconomics.eu/top-15-europen-union-container-ports-in-2024/ > [ultima consultazione Dicembre 2025].


GDANSK
ROTTERDAM
BREMERHAVEN
ANVERSA-BRUGES
AMBURGO
HAROPA
GENOVA
MARSIGLIA
RCELLONA
A
GIOIA TAURO
IL PIREO
MARSAXLOKK

I principali nodi logistici, se si analizza la geografia portuale europea, non si configurano solo come gateway di scambio, ma come veri e propri bacini di accumulo per i container che giungono alla fine della loro funzione primaria.

Il **Porto di Rotterdam**, **nel Northem Range**, rappresenta ancora il centro del sistema logistico europeo, ricoprendo il ruolo di nodo strategico nonostante le complessità del quadro geopolitico. Secondo le fonti, il primo semestre del 2025, vede crescere il traffico di container in termini di TEU, sebbene il tonnellaggio complessivo delle merci abbia registrato una flessione del 4,1%: 2,7% di crescita, vengono raggiunti i **7 milioni di unità**. Interessante è la divergenza tra i volumi e il tonnellaggio: il peso dei container è diminuito dell'1,0% a fronte della crescita delle unità movimentate. Questo calo è dovuto a un sensibile aumento dei contenitori vuoti in uscita e di una contrazione del 5% dei box pieni destinati all'export.

"Negli ultimi mesi, come porto, siamo stati di fronte a incertezze economiche, investimenti in ritardo e interruzioni nelle catene di approvvigionamento. In questi tempi turbolenti, come porto, dobbiamo garantire che la sicurezza dell'approvvigionamento di energia, cibo e altri materiali essenziali in Europa rimanga garantita. È inoltre molto importante che l'industria portuale rimanga competitiva per non indebolire l'autonomia strategica dell'Europa."

Boudewijn Siemons, CEO della Port of Rotterdam Authority

Rotterdam è il principale bacino di stoccaggio e rotazione di unità "dormienti". Tale surplus di unità vuote, temporaneamente sottratte al traffico commerciale attivo, definisce il porto come il serbatoio primario di semilavorati architettonici pronti per essere intercettati dalla filiera dell'upcycling[27].

Accanto a Rotterdam, il **porto di Anversa-Bruges** conferma una solida resilienza operativa, consolidando la propria posizione competitiva nel range Amburgo–Le Havre nonostante le difficili condizioni di mercato. Nel primo semestre del 2024, lo scalo ha registrato una crescita significativa nella movimentazione di container raggiungendo un volume totale di **7,3 milioni di TEU**. Grazie a questo l'autorità portuale ha potuto incrementare la propria quota di mercato al 30,7% nel primo trimestre del 2024, con un aumento di 0,8 punti percentuali rispetto all'anno precedente. Questa ripresa è trainata dal recupero del transhipment e dalla logistica del freddo, con una crescita significativa nei settori farmaceutico e dei container refrigerati (reefers). L'alta rotazione di queste unità

27
Port of Rotterdam. (2025, 18 luglio). Throughput in the port of Rotterdam declines in first half year. < https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/throughput-port-rotterdam-declines-first-half-year > [ultima consultazione Novembre 2025].

crea una disponibilità costante di moduli che, conclusa la carriera marittima, diventano unità “ex-servizio”. Grazie ai flussi regolari e ai servizi di manutenzione presenti nel porto, Anversa-Bruges si conferma così una fonte strategica di materiali per la rifabbricazione architettonica e l’edilizia circolare[28].

Il quadro nordeuropeo è completato dal **Porto di Amburgo**, che nel 2023 vede ammontare il suo traffico di container a **7,7 milioni di TEU**, in diminuzione del 6,9%.

“Quando guardiamo allo sviluppo dei nostri dati di throughput, siamo allo stesso livello dei nostri concorrenti dell’Europa settentrionale e ci teniamo bene rispetto ad altri porti. Il declino è dovuto principalmente alla difficile situazione geopolitica ed economica che tutti noi stiamo affrontando.”

Axel Mattern, CEO di Port of Hamburg Marketing

Nonostante il calo dei volumi, Amburgo resta il principale porto ferroviario europeo, garantendo stabilità alle rotte verso l’Europa Centrale e Orientale. Questa fitta rete ferroviaria permette di spostare i container vuoti verso l’entroterra e i terminal inland, facilitando il loro recupero una volta terminato il ciclo logistico[29]. Agendo da porta d’accesso verso i distretti industriali, Amburgo assicura una distribuzione capillare di moduli ‘ex-servizio’ pronti per l’architettura circolare, portando queste risorse dal mare direttamente al cuore delle città.

Spostando l’attenzione sul Mediterraneo, si osserva una dinamica di crescita e trasformazione che rafforza il ruolo del container come potenziale “building component”[30].

In Spagna, sono tre le città che rappresentano il sistema portuale del paese: Algeciras, Valencia e Barcellona, che agisce come un serbatoio fondamentale di risorse per l’economia circolare.
Valencia, in particolare, ha consolidato la propria centralità registrando, nel primo semestre del 2025, **un incremento del 3,84% nel traffico complessivo**, trainato da una robusta ripresa degli scambi con partner strategici quali Cina, Stati Uniti, Algeria, India e Turchia. La vitalità di questo hub, capace di gestire flussi complessi nonostante le perturbazioni delle rotte globali, garantisce una stabilità non solo nei volumi di carico, ma anche nell’efficienza dei cicli di manutenzione e rotazione retroportuale. L’intenso traffico logistico garantisce che i container, una volta terminata la carriera marittima per motivi economici, possano essere recuperati come componenti edilizi[31]. L’efficienza di Valencia assicura così una fornitura costante di moduli

28
Hellenic Shipping News Worldwide. (2024, 18 luglio). Strong container traffic supports growth of Port of Antwerp-Bruges despite difficult market conditions. < https://www.hellenicshippingnews.com/strong-container-throughput-drives-port-of-antwerp-bruges-growth-despite-challenging-market-conditions/ > [ultima consultazione Novembre 2025].

29
Hafen Hamburg Marketing e.V. (2024, 27 febbraio). The Port of Hamburg maintains its position in challenging conditions.< https://www.hafen-hamburg.de/en/press1/news/hamburger-hafen-behauptet-seine-position-unter-herausfordernden-bedingungen/ > [ultima consultazione Novembre 2025].

30
Bertolini, M., & Guardigli, L. (2020). Upcycling shipping containers as building components: An environmental impact assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment, 25, 947-963. < https://doi.org/10.1007/s11367-020-01747-3 > [formato pdf].

31
Autorità Portuale di Valencia. (2025, luglio). Valenciaport riporta un aumento del 3,84 % del traffico di container nel primo semestre del 2025. Valenciaport. < https://en.portnews.ru/news/379654/ > [ultima consultazione Novembre 2025].

'ex-servizio' pronti per essere trasformati. Il porto non è più soltanto un nodo di transito, ma diventa un fornitore di preziose risorse per l'architettura sostenibile.

Il **Porto del Pireo** si è consolidato come uno degli hub principali del continente. Secondo quanto dichiarato dalla Piraeus Port Authority (PPA), questo porto del **Mediterraneo orientale** risulta essere il quinto scalo europeo per volumi di traffico. L'anno 2023 con 5,1 milioni di TEU movimentati, conferma la solidità del porto come nodo rilevante per le rotte globali. Il 2024 ha segnato il primo anno di flessione sensibile proseguita poi nel 2025. Le ragioni politiche favoriscono lo spostamento del baricentro logistico verso ovest (Valencia, Barcellona)[32].

In Italia, l'**hub di Gioia Tauro** si conferma un punto di riferimento strategico per il transhipment internazionale nel Mediterraneo. Secondo i dati del Bilancio di Sostenibilità 2023, presentato dall'Autorità di Sistema Portuale dei Mari Tirreno Meridionale e Ionio, lo scalo ha raggiunto una movimentazione record di circa **3,9 milioni di TEU**.

"In questi anni, nella nostra politica di governance, le strategie e le azioni posti in essere dall'Autorità portuale sono state basate sulla ricerca di soluzioni più idonee ed eco-sostenibili, per coniugare una sempre maggiore competitività degli scali e contestualmente una vivibilità delle città, sviluppo economico e tutela dell'ambiente."
Andrea Agostinelli[33]

Per l'architettura reversibile, questo dinamismo si traduce in una disponibilità costante di unità dismesse: l'elevato volume di traffico genera infatti un surplus di moduli che, una volta usciti dal ciclo operativo per ragioni economiche, possono essere recuperati e trasformati in semilavorati strutturali, seguendo i principi dell'economia circolare.

Nel bacino del Mar Baltico, la disponibilità di container è destinata a crescere grazie all'ampliamento del Baltic Hub di Danzica. Con il progetto T3 (Third Terminal), un investimento da 450 milioni di euro, lo scalo polacco punta a movimentare altri 1,5 milioni di TEU, portando la sua capacità complessiva a 4,5 milioni di TEU all'anno. Questa evoluzione infrastrutturale consolida Gdask come il principale gateway per i mercati dell'Europa Centrale e Orientale, potenziando non solo la connettività marittima ma anche le aree dedicate allo stoccaggio e alla gestione tecnica dei container[34].

Questa distribuzione geografica di eccedenze logistiche convalida la tesi secondo cui l'upcycling non è un'operazio-

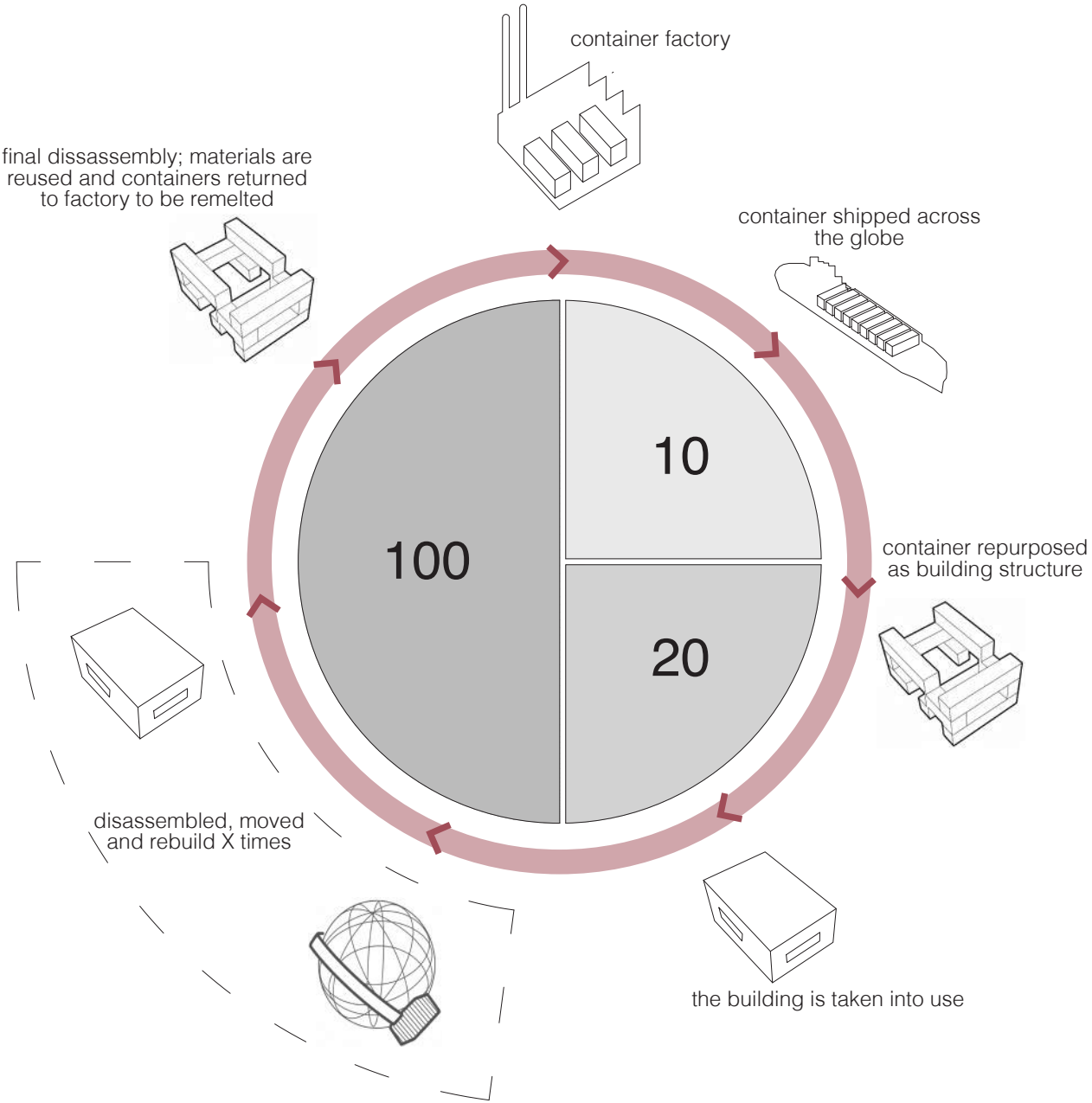
32
Shipmag. (2023, 24 luglio). Il Pireo tra Cina e Balcani. < https://focus.shipmag.it/2026/03/shipping-2026/il-pireo-tra-cina-e-balcani/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

33
Redazione. (2025, 7 gennaio). ADSP MTMI: Presentato il bilancio di sostenibilità 2023. Il Nautilus. < https://www.ilnautilus.it/authority/2025-01-07/adsp-mtmi-presentato-il-bilancio-di-sostenibilita-2023_154593/ > [ultima consultazione Novembre 2025].

34
Splash247. (2022, 29 novembre). Baltic Hub adds third terminal to Port of Gdansk. < https://splash247.com/baltic-hub-adding-third-terminal-at-gdansk-port/ > [ultima consultazione Novembre 2025].

ne di nicchia, ma una strategia basata su una risorsa reale e distribuita. Come evidenziato da Ginelli et al. (2021), la trasformazione di questi moduli attraverso “soluzioni tecnico-costruttive interamente a serraggio” permette di convertire il surplus portuale in “abitazioni OFFGRID” ad alte prestazioni[35].

35
Ginelli, op.cit.


container factory
container shipped across the globe
container repurposed as building structure
the building is taken into use
disassembled, moved and rebuild X times
final dissassembly; materials are reused and containers returned to factory to be remelted
100
10
20

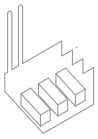
1.4.2 Ciclo di vita di un container

Il container marittimo attraversa un ciclo di vita articolato in tre fasi principali più una in ingresso (produzione): la fase di servizio (stimata mediamente tra i 10 e i 12 anni secondo Valtran, 2023)[36], la fase di obsolescenza tecnica (quando i costi di riparazione superano il valore residuo) e la fase di riuso o riciclo. Mentre la prima è regolata da standard internazionali (CSC/ISO), la transizione verso la dismissione (fase 3) apre a "strategie di riutilizzo per gli obiettivi di ricostruzione della resilienza", dove il valore funzionale del manufatto viene reinterpretato ben oltre il sistema marittimo[37]. Le analisi di Hoffmann et al. (2020)[38] e le linee guida dell'IMO indicano che la sicurezza e la durabilità del container dipendono da parametri misurabili e oggettivi, ma che il suo valore funzionale può essere reinterpretato al di fuori del sistema marittimo. In tale prospettiva, la dismissione non segna la fine del manufatto, bensì l'inizio di un nuovo ciclo di vita che l'architettura è chiamata a progettare e certificare.

36
Valtran. (2023). Quanto durano i container di spedizione? < https://valtran.com/blog/how-long-do-shipping-containers-last/ > [ultima consultazione Dicembre 2025].

37
Hoffmann et al., op.cit.

38
Tajani,. op.cit.



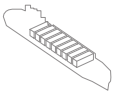
FASE 1. PRODUZIONE

Questa fase anticipa il tempo "utile" del container ed è cruciale perché determina le basi materiali, la qualità delle saldature, la geometria, gli spessori, i trattamenti superficiali e la certificazione iniziale. I fattori determinanti includono:

- **materiali e specifiche costruttive:** tipo d'acciaio (spessore, qualità, classe di corrosione), trattamenti anticorrosivi (primer, vernici protettive, rivestimenti), tipo di saldature e qualità di giunzione
- **componenti non strutturali:** il pavimento (tipicamente in doghe di legno, compensato marino, pannelli compositi), le giunture, le guarnizioni di porte, i meccanismi meccanici di chiusura
- **norme e certificazioni iniziali:** per uscire dalla fabbrica il container viene costruito secondo standard ISO / CSC e viene installata la Safety Approval Plate, che certifica conformità dimensionale e capacità strutturale. Nella fase di costruzione si devono rispettare tolleranze, procedure di collaudo, e prove di carico (stacking, racking) secondo gli standard
- **impronta ambientale iniziale:** in studi LCA (Life Cycle Assesment) relativi al container (o ai container adattati per abitazioni), la fase di produzione contribuisce significativamente all'impatto ambientale iniziale (emissioni, energia incorporata). Un lavoro che considera container ad uso abitativo segnala che la "fase di produzione + trasporto + montaggio"ha un carico ambientale alto rispetto

(a sinistra) Arcgency. (s.d.). STACK I.< https://arcgency.com/union-kul-stack-i > [ultima consultazione Dicembre 2025]. (rielaborazione personale)

alle fasi successive, specialmente mente se la vita utile è breve[39].
Questa fase, se ben eseguita, fornisce il "margine iniziale" di durabilità: spessori extra, protezione migliorata, giunzioni robuste possono tradursi in vita utile più lunga.



FASE 2. SERVIZIO

È la fase operativa, nonché la più gravosa per il container, soggetto a sollecitazioni, usura, degrado e danni. In questo periodo di servizio dei container si identificano alcuni meccanismi chiave:

a) USO LOGISTICO E TRASPORTO INTERMODALE

Durante il trasporto via nave, camion e treno, il container è soggetto a sollevamenti e movimentazioni, ovvero ad operazioni di carico/scarico che sottopongono determinati punti dell'elemento metallico a sforzi di trazione e flessione. Le operazioni che vengono svolte presso i porti o terminal, giovano sui container provocando agli stessi urti, impatti e collisioni; queste sono le cause che portano alla decisione di riparazione o ritiro. Inoltre, si considerano azioni esterne, le sollecitazioni dovute al rollio, beccheggio, spostamenti del carico, variazioni termiche, vento, corrosione marina che agiscono come fatica ciclica combinata alla corrosione. Hoffmann et al. (2020) collocano questi moti della nave nella categoria di fattori che influenzano l'integrità strutturale del container. I container possono anche subire sollecitazioni inaspettate che ne accelerano il deterioramento; tra queste la distribuzione errata dei carichi o errori nelle dichiarazioni dei pesi e delle masse che provocano sbilanciamenti.

b) MANUTENZIONE PERIODICA E RIPARAZIONI INTERMEDIE

La manutenzione serve a mantenere il container conforme alle norme internazionali di sicurezza, il che rende questa fase estremamente importante. Ogni unità, infatti, è sottoposta a ispezioni periodiche e controlli accurati ogni volta che entra in un terminal portuale o in un centro specializzato di Repair & Maintenance (R&M). Come evidenziato da Hoffmann et al. (2020) tali ispezioni avvengono mediante l'utilizzo di check list standardizzate, volte a individuare in modo sistematico eventuali difetti strutturali o funzionali. I tecnici addetti registrano le anomalie riscontrate – come deformazioni, corrosione, perdite di tenuta o danni meccanici – e, sulla base della loro gravità, determinano quali interventi di riparazione siano necessari per garantire la sicurezza e l'efficienza dell'unità in servizio[40].

39
Hamidul Islam, Guomin Zhang, Sujeeva Setunge, Muhammed A. Bhuiyan, Life cycle assessment of shipping container home: A sustainable construction, Energy and Buildings, Volume 128, 2016, Pages 673-685, ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.002. [formato pdf].

40
Hoffmann et al., op.cit.

Le riparazioni locali rappresentano l'azione più immediata e diffusa in questa fase: esse includono la sostituzione dei pannelli ammalorati, la risaldatura delle giunzioni deteriorate, la riparazione o la sostituzione dei sistemi di chiusura delle porte, nonché l'applicazione di trattamenti anticorrosivi e di rivestimenti protettivi superficiali. Questi interventi moderano in parte il degrado legato all'esposizione prolungata agli agenti atmosferici e alla salsedine. Mantenendo la sua idoneità al trasporto marittimo, la vita residua del container si prolunga. La fase di manutenzione prevede anche una valutazione economica atta a orientare le decisioni operative delle compagnie di leasing o delle società di gestione dei container. Sempre Hoffmann et al. (2020) propongono, a tal fine, un modello decisionale multicriterio che considera in modo integrato il costo delle riparazioni, la stima della vita residua della struttura, il rendimento economico atteso e il possibile valore di rivendita del container. Tale modello (validato su fonti diverse) consente di individuare il punto di equilibrio tra spesa di manutenzione e valore economico residuo, indicando quando sia opportuno procedere con un intervento di ripristino e quando, invece, risulti più vantaggioso ritirare l'unità dal servizio. La riparazione un container conviene soltanto se il vantaggio economico supera il costo della riparazione in termini di valore che si può ancora avere nel tempo. Se i costi sono troppo elevati, il container viene considerato economicamente obsoleto e destinato alla dismissione o al riuso in altri ambiti. Spesso, però, i moduli subiscono cicli continui di manutenzione che ne garantiscono un uso logistico prolungato. Il controllo garantisce che la struttura rimanga solida e sicura prima di un nuovo tragitto. Secondo Hoffmann et al. (2020), questo processo iterativo può essere rappresentato come una sequenza di decisioni ricorrenti, in cui il gestore valuta periodicamente la convenienza di ulteriori riparazioni rispetto al valore residuo e alla sicurezza complessiva del manufatto. Tale approccio dinamico permette di ottimizzare l'impiego delle risorse e di definire, in modo oggettivo, il momento in cui la manutenzione non è più sostenibile – segnando così la transizione dalla fase di servizio alla fase di obsolescenza tecnica del container[41].

c) DETERIORAMENTO ACCUMULATO E SOGLIA CRITICA

Con il trascorrere del tempo e il ripetersi dei cicli di utilizzo e manutenzione, ogni container marittimo subisce un progressivo accumulo di danni residui che ne riducono gradualmente la capacità strutturale complessiva. Anche se

41
Ibidem.

cità strutturale complessiva. Anche se gli interventi di riparazione riescono a prolungarne la vita utile, le sollecitazioni meccaniche e ambientali cui è costantemente sottoposto determinano fenomeni di deterioramento che, con il tempo, compromettono in modo irreversibile le prestazioni originarie dell'unità.

Tra i principali fattori di usura vi è la corrosione progressiva che interessa le superfici metalliche esterne e interne del container. Le parti più esposte risultano essere le pareti laterali, il tetto, i longheroni inferiori e le zone di contatto con il suolo o con altre strutture. La perdita graduale del materiale è dovuta all'esposizione continua all'ambiente marino: lo spessore della lamiera si riduce compromettendo la capacità portante del container. Tale fenomeno, se non adeguatamente contrastato da tratta-menti protettivi e manutenzioni periodiche, può condurre a perforazioni, infiltrazioni o deformazioni localizzate che mettono a rischio la tenuta complessiva del contenitore.

Un secondo processo di degrado rilevante è rappresentato dalla fatica dei materiali e dalla formazione di cricche nei punti saldati e nei giunti strutturali. Queste microfratture, inizialmente impercettibili, si propagano progressivamente a causa dell'alternarsi continuo di carichi e scarichi, dei movimenti navali e mente a causa dell'alternarsi continuo di carichi e scarichi, dei movimenti navali e delle vibrazioni meccaniche. Il vero pericolo si ha quando la fatica meccanica si combina con la corrosione (corrosion-fatigue). In questo caso le microlesioni si diffondono più velocemente, diminuendo la resistenza del materiale e aumentando il rischio di rottura improvvisa. A queste criticità si aggiungono deformazioni permanenti dovute a urti accidentali o sovraccarichi localizzati; questi ultimi possono provocare a loro volta flessioni, piegature o rotture localizzate in grado di alterare la geometria originaria del container. Tali modifiche non solo compromettono l'estetica e la funzionalità delle superfici, ma incidono direttamente sulla capacità del container di sopportare carichi di impilamento (stacking) e di resistere alle sollecitazioni trasversali (racking) generate durante il trasporto o la movimentazione. In presenza di deformazioni significative, l'unità può perdere l'allineamento con gli standard dimensionali e strutturali richiesti dalle normative internazionali (CSC e ISO), risultando quindi non idonea alla movimentazione intermodale[42].

Nel complesso, la combinazione di corrosione, fatica e deformazioni conduce a una riduzione progressiva della capacità residua del container. Quando la resistenza strutturale scende al di sotto

42
Ibidem.

dei limiti di sicurezza prescritti, oppure quando il degrado diventa talmente esteso da rendere antieconomiche ulteriori riparazioni, il container non può più garantire le prestazioni necessarie per continuare a operare in sicurezza nel trasporto marittimo. Raggiunto questo punto, il soggetto gestore fa una valutazione per determinare o meno il fine vita dell'unità container. In quest'ottica Hoffmann et al. (2020) hanno sviluppato un modello decisionale che identifica tre possibili scenari:

(1) la riparazione parziale: la durata di vita del container viene estesa tramite interventi circoscritti

(2) la riparazione totale: con a disposizione un budget maggiore, riporta il container a condizioni operative quasi pari a quelle originali

(3) il ritiro definitivo dal servizio: quando l'integrità statica non è più garantibile o vi è obsolescenza economica; il tentativo di recuperare l'unità metallica non è dunque giustificabile.

In quest'ultimo caso, l'unità viene dichiarata obsoleta e destinata alla dismissione dal sistema logistico marittimo. Questo momento segna la transizione verso la fase di obsolescenza tecnica, nella quale il container cessa di essere un bene funzionale al trasporto e diventa un manufatto potenzialmente riutilizzabile o riciclabile in altri ambiti[43].

43
Ibidem.

un manufatto potenzialmente riutilizzabile o riciclabile in altri ambiti[43].

FASE 3. OBSOLESCENZA TECNICA

La fase di obsolescenza tecnica coincide con il momento in cui i danni accumulati risultano "consistenti, gravi, che non permettono la continuazione del corretto utilizzo" del container (Hoffmann et al., 2020); il container non è più in grado di soddisfare le caratteristiche minime richieste per operare in sicurezza nel contesto marittimo, o quando non è più economicamente conveniente mantenerlo tale. Tra i criteri che ne determinano o meno un nuovo destino, vi sono:

— Il ritiro, ovvero quando i difetti strutturali superano le soglie CSC e quelle indicate dalle linee guida interpretative (perdita di sezione, perdita di integrità delle saldature, ecc), il container viene dichiarato fuori servizio;
— Quando un container non è più conforme ai requisiti di sicurezza, la piastra CSC (Safety Approval Plate) può essere ritirata o invalidata, impedendo l'uso nel trasporto internazionale;
— Decisione economica: si valuta se è ancora conveniente investire nella riparazione o se il container debba essere abbandonato al riciclo o al riuso in ambito non marittimo. Per

Hoffmann et al. la decisione è parte del modello multi-criterio, che tiene conto del valore residuo del container, del costo di ripristino, dei rendimenti futuri e del mercato residuo;

Danno irreversibile: si ha quando alcune parti strutturali, come i longheroni sono severamente corrotti, deformazioni permanenti gravi, saldature compromesse in zone critiche. In questi casi il container esce definitivamente dal servizio marittimo[44].

FASE 4. RIUSO O RICICLO

Ritirato dal servizio, il container raggiunge la fase conclusiva del suo ciclo di vita. A questo punto il modulo metallico può essere riutilizzato e avere una seconda vita, oppure riciclato e giungere in modo definitivo al fine vita della sua funzione logistica. Questa scelta incide profondamente sul bilancio sostenibile globale.

a) Riuso / Second Life

La prima opzione, il riuso, è una pratica ormai consolidata e largamente diffusa. Essa consente di estendere la vita del container, abbattendo l'energia grigia incorporata. Prima di tornare sul mercato, le unità ritirate vengono ricondizionate; si prevedono processi di sabbiatura, riparazione dei pannelli, trattamenti anticorrosivi e sostituzione del piano di calpestio. Sebbene i moduli non debbano affrontare le sollecitazioni viste nella fase di trasporto, per soddisfare altre funzioni devono superare una verifica strutturale. Diventa infatti indispensabile validare la capacità portante della scocca metallica rispetto ai nuovi carichi statici e alle sollecitazioni ambientali del sito di installazione. Grazie alla robustezza del telaio originale, un modulo dismesso può estendere la propria vita funzionale "fino a 25-30 anni o più" se impiegato in contesti architettonici[45].

Dal punto di vista ambientale, diversi studi (es. Upcycling Shipping Containers as Building Components, ResearchGate) evidenziano che il riuso edilizio dei container comporta notevoli vantaggi ecologici, riducendo l'impiego di nuovo acciaio, le emissioni di CO_2 e il consumo energetico. Le analisi sul ciclo di vita (LCA) condotte da Islam et.al. e ScienceDirect mostrano che un container può durare decenni. Ricondizionando il modulo si può avviare una seconda vita dello stesso, in campo architettonico o altro, con impatti ambientali sensibilmente inferiori rispetto all'approccio tradizionale.

b) Fine vita / Riciclo

Quando la struttura non è più idonea al riuso, il container viene demolito e riciclato. Attraverso uno smaltimento controllato si possono separare e riciclare le diverse parti. L'acciaio, in particolare, si

44 *Ibidem.*

45 Cargo Container. (2024). Quanto durano i container di spedizione? < https://valtran.com/blog/how-long-do-shipping-containers-last-2/ > [ultima consultazione Dicembre 2025].

può recuperare all'85%-90% come materia prima seconda.
Le operazioni di trasporto, taglio, fusione e rimozione di vernici o contaminanti generano però un impatto ambientale residuo, contabilizzato nei modelli LCA. Una volta completato il processo, il container esce definitivamente dal sistema logistico, anche se alcune parti strutturali possono essere riutilizzate in altri manufatti, prolungando ulteriormente il ciclo dei materiali[46].

46 Hoffmann et al., op.cit.

1.5 Il container nella fase 4 come semilavorato circolare

Nel paragrafo precedente, la ricerca evidenzia come il termine della funzione logistica coincida con l'ingresso del modulo nella Fase 4, ovvero quella della dismissione. L'approccio dell'economia circolare suggerisce un cambio di paradigma: mentre il modello lineare tradizionale vede nell'accumulo di unità vuote il principale limite del sistema logistico, la ricerca contemporanea propone di impiegare tali moduli direttamente come "building components"[47], elevandoli a componenti edilizi ad alto valore aggiunto. In questa prospettiva, il container non è più un semplice involucro dismesso, ma un **"semilavorato architettonico"** che conserva la propria integrità strutturale pur **necessitando di una radicale ibridazione tecnologica**. Come evidenziato nel progetto CHOMgenius (cap. 3.3.2), questa evoluzione richiede un sistema costituito da "soluzioni tecnico-costruttive interamente 'a serraggio'"[48], che permettano di superare la natura di "veicolo" per approdare a una "logica di completa smontabilità, riuso e riciclo".

Considerare il container come un semilavorato significa valorizzarne la struttura spaziale pre-configurata, abbattendo drasticamente l'energia incorporata rispetto alla fusione dello scarto ferroso. Tuttavia, per raggiungere lo stato di "spazio antropico", il modulo ISO deve essere integrato con stratigrafie isolanti e sistemi impiantistici avanzati. Tale processo è definito da Ginelli et al. (2021) come una ricerca di "abitazioni OFF-GRID a controllo domotizzato", dove l'integrazione di "plug and play modular building solutions" consente di gestire la complessità termodinamica e impiantistica in modo sistemico. Questa rifunzionalizzazione tecnica non è un'aggiunta superficiale, ma una necessità per garantire elevati standard prestazionali e una "sostenibilità economica, in rapporto alle elevate prestazioni energetiche offerte"[49].

Nei casi studio d'eccellenza, questa logica è portata all'estremo operativo. Nella Upcycling House di Lendager Arkitekter, il container funge da matrice che coordina flussi materici diversi, dimostrando che l'efficienza risiede nell'integrazione industriale. Analogamente, nel progetto APROP Ciutat Vella di Barcellona, la natura di semilavorato massimizza l'industrializzazione off-site, permettendo una posa in cantiere rapida e controllata. Infine, il caso di Unionkul Stack I a Copenaghen, curato da Arcgency, incarna perfettamente il principio del BAMB: qui, l'uso di componenti reversibili e involucri ad alte prestazioni assicura che l'ossatura metallica rimanga integra, pronta per essere smontata o riconfigurata, validando l'idea di un

47
Bertolini, op.cit.

48
Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (2021). CHOMGENIUS come esempio di smart shipping container building, tra economia circolare e innovazione. Ingegneria dell'Ambiente, 8(2), 147-166 < https://doi.org/10.32024/ida.v8i2.347 > [formato pdf].

49
Ibidem.

sistema edilizio che, come il prototipo CHOMgenius, punta alla “sicurezza antisismica e la sostenibilità economica” attraverso l’innovazione tecnologica applicata al modulo standard[50].

Per dare concretezza a questa visione del container come semilavorato tecnologico, le pagine che seguono presentano una breve analisi di tre interventi emblematici. Questa sezione anticipa i temi che saranno approfonditi nel capitolo dedicato ai casi studio, con l’obiettivo di mostrare come la teoria della circolarità si traduca in pratica costruttiva. Sulla base della documentazione disponibile, l’indagine si focalizzerà su tre aspetti chiave: l’identificazione degli attori coinvolti e dei fornitori di materiali, i metodi di modifica dei moduli e, infine, le soluzioni tecniche riguardanti stratigrafie, assemblaggio e dettagli di montaggio.

Aprop a Les Glòries, Barcellona (ES)

Il successo dell’intervento APROP a Les Glòries e Ciutat Vella si fonda su una sinergia sistemica tra attori pubblici e quadri normativi internazionali. L’**Ajuntament de Barcelona**, attraverso l’**IMHAB (Istituto Municipale della Casa e della Ristrutturazione)**, ha adottato la strategia della “vivienda táctica” (alloggio tattico), utilizzando suoli pubblici “in attesa di destinazione” per rispondere all’esclusione residenziale[51]. Tale modello ha ricevuto una definitiva validazione nel 2021 con il premio New European Bauhaus, venendo riconosciuto come benchmark per la transizione ecologica e l’inclusione sociale nelle città circolari[52].
Il progetto, coordinato da **Straddle3, Eulia Arkitektura e Yaiza Terré**, eleva il modulo ISO a organismo edilizio attraverso:

- l’impiego di **stratigrafie certificate** (lana minerale e cartongesso rinforzato Knauf) e pannelli in legno-cemento Viroc garantisce standard di comfort e sicurezza al fuoco conformi alle normative[53]
- l’uso di una **doppia pelle in policarbonato traslucido** ottimizza l’apporto luminoso e la resilienza termica dell’edificio
- la realizzazione tramite l’**impresa UTE Constècnia** - Eurocatalana ha sfruttato la produzione off-site per ridurre i tempi di cantiere a circa 26 settimane, prelevando i moduli direttamente dal Porto di Barcellona, nodo logistico che gestisce flussi costanti di volumi dismessi[54].

50
Ibidem.

51
RE-DWELL. (2024). Case study: APROP – Temporary social housing for people at risk of residential exclusion. RE-DWELL: Delivering good quality affordable housing in Europe. < https://www.re-dwell.eu/case-library/aprop-temporary-social-housing-for-people-at-risk-to-residential-exclusion > [ultima consultazione Aprile 2026].

52
Angrisano M, Gravagnuolo A, Bottero M and Fusco Girard L (2025) Towards the implementation of new European Bauhaus initiatives in circular cities programmes: analysis of best practices to identify investment sectors. Front. Built Environ. 11:1601770. doi: 10.3389/fbuil.2025.1601770

53
Institut Municipal de l’Habitatge i Rehabilitació de Barcelona. (2022). Memòria 2021. Ajuntament de Barcelona [formato pdf].

54
Calaf Constructora. (s.d.). APROP Glòries: Allotjaments Provisionals de Proximitat < https://calafconstructora.com/en/projects/aprop-glories/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

(immagini)
fasi della costruzione.
Fonte:
Juárez, D. (Straddle3), Beguiristain, J. (Eulia Arkitektura), & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el Barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile. [formato pdf].

Upcycling House, Nyborg (DK)

Il progetto della Upcycling House rappresenta un caso studio paradigmatico nel panorama della sperimentazione edilizia sostenibile. Sviluppato all'interno del **programma "Mini-CO2 Houses"**, l'intervento è stato promosso dalla **fondazione Realdania By & Byg**, la quale ha definito l'ambizioso obiettivo di dimostrare la fattibilità di una drastica riduzione dell'impronta di carbonio. Secondo i dati ufficiali di monitoraggio, il progetto ha dimostrato che "le emissioni di CO_2 della Upcycling House sono inferiori dell'86% rispetto a quelle di una casa di riferimento"[55], fornendo una solida validazione scientifica attraverso l'analisi LCA condotta dal Danish Building Research Institute (SBi) e dall'Università di Aalborg.

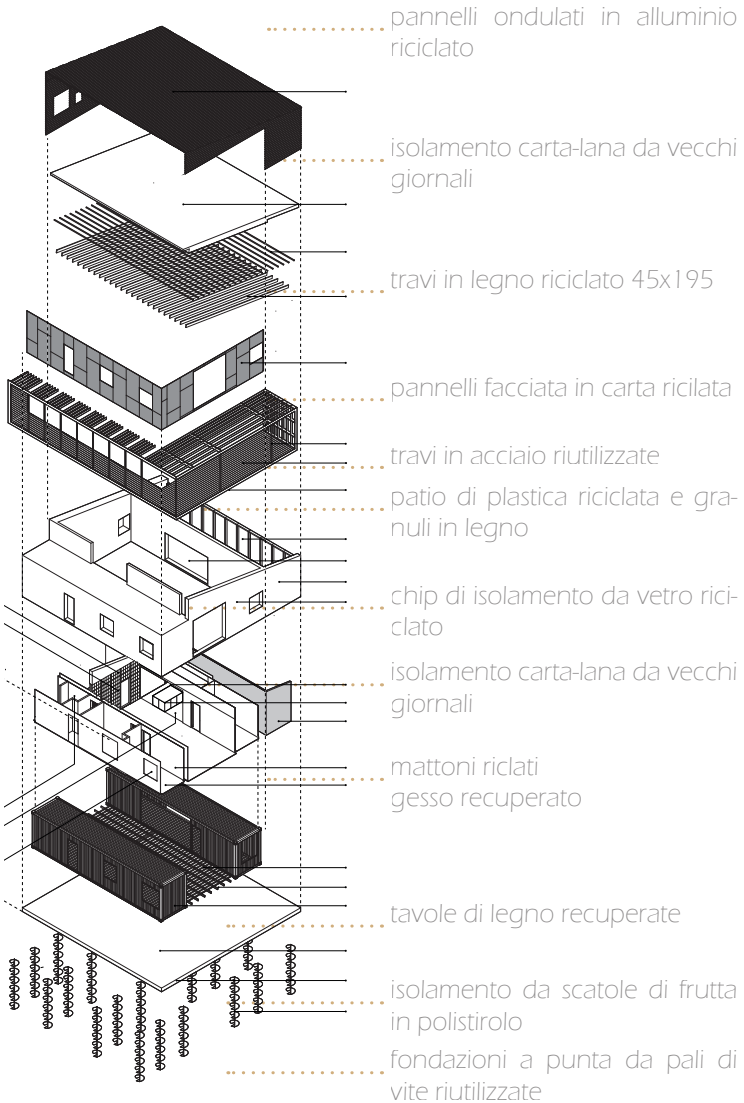
Il team **Lendager Group** ha aggregato componenti ad alto valore aggiunto:

- pannelli in carta riciclata ad alta pressione per la facciata e rivestimenti in alluminio derivante da lattine di bibite. Come sottolineato dai progettisti, l'obiettivo era dimostrare che "l'upcycling dei materiali non riguarda solo il riciclo; si tratta di scegliere materiali che abbiano un'impronta di carbonio inferiore fin dall'inizio"
- pavimentazioni in sughero riciclato e piastrelle in vetro recuperato. L'integrazione di questi materiali è stata resa possibile da Lendager Up, divisione specializzata nel "colmare il divario tra scarti e componenti edilizi", garantendo prodotti pronti per l'uso industriale[56].

55
Realdania By & Byg. (2014). Mini-CO2 Houses: The Upcycling House. Results and documentation. Realdania Publications [formato pdf].

56
Lendager Group. (s.d.). Upcycle House < https://lendager.com/project/upcycle-house/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

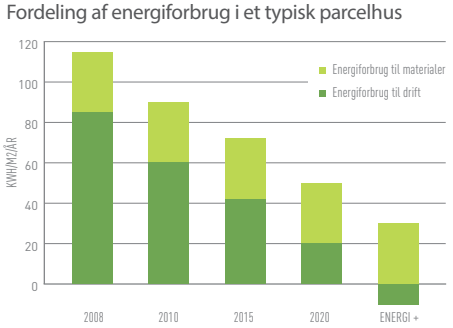
(a destra)
Immagini della costruzione.
Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.11,14. [formato pdf].



(a sinistra)
Esploso assonometrico. Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.21. [formato pdf].

(sopra)
Vista dell'interno. Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.4. [formato pdf].

”Se vogliamo riuscire a gestire i cambiamenti climatici, dobbiamo capire cosa può offrire l’edilizia nuova. Finora siamo stati bravi a gestire l’energia per il riscaldamento, ma questo potrebbe essere problematico, perché si rischia di dimenticare gli altri aspetti dell’edilizia, che emettono CO2, e che sono anch’essi importanti quando ci si concentra troppo su un parametro – e l’edilizia è un processo enormemente complesso. Qui le Mini-Case CO2 potrebbero forse rappresentare un contributo prezioso.”
Jørgen Søndermark, Realdania Byg[57]



(sopra)
Sviluppo e tempo nella distribuzione del consumo energetico tra materiali e gestione. La figura mostra che, mentre il consumo energetico per il riscaldamento degli alloggi è in costante diminuzione, il consumo energetico legato ai materiali da costruzione di cui è fatto l’edificio rimane costante. È prevedibile che le emissioni di CO2 seguiranno un andamento simile. Questa è la parte su cui si concentra questo progetto.
Fonte: Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.9. [formato pdf].

57
Esploso assonometrico. Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.8. [formato pdf].

(a destra)
Vista dell’interno. Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.9. [formato pdf].

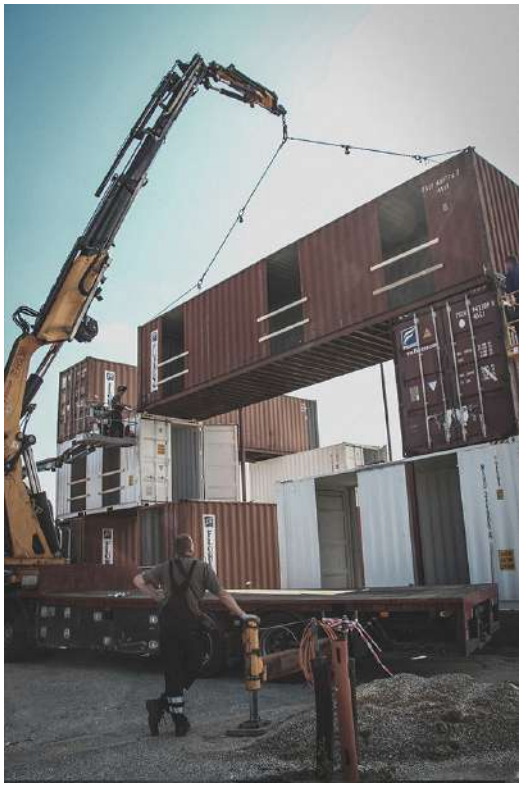
Unionkul Stack I, Copenaghen (DK)

Il progetto Unionkul Stack I, situato nel distretto di Nordhavn a Copenaghen, rappresenta un'applicazione avanzata del concetto di "edificio temporaneo" inteso come risorsa dinamica e reversibile. In questo scenario, **Unionkul A/S** ha operato in veste di committente e abilitatore strategico, scommettendo su un'architettura per uffici capace di rispondere alla transitorietà delle destinazioni d'uso urbane. Grazie alla collaborazione con **By og Havn (l'ente di gestione del porto di Copenaghen)**, il sito è stato trasformato in un laboratorio di sperimentazione dove la dismissione logistica dei moduli diventa l'incipit per una nuova valorizzazione economica. La sfida tecnica principale affrontata dallo studio Arcgency — trasformare una scatola metallica in uno spazio ad elevate prestazioni energetiche — è stata risolta attraverso una stretta sinergia con **Rockwool** e la consulenza di **Steensen Varming**.

Le criticità termiche dovute alla scocca metalliche vengono risolte adottando un rivestimento esterno continuo. La scelta risponde alla necessità di garantire costi contenuti in relazione ad alte prestazioni energetiche offerte. Dal punto di vista spaziale, l'uso di "vuoti" costituisce innovazione: gli intervalli tra i moduli vengono sfruttati per ricavare uffici open-space, pur limitando il numero di unità coinvolte. La stabilità di questa sovrapposizione è garantita dall'ingegneria strutturale di **Sloth Møller**, che ha implementato un sistema di fissaggio reversibile. Il progetto dimostra concretamente che l'architettura dei container può essere smontata in componenti e ricostruita altrove, mantenendo l'integrità delle risorse[58].

58 Arcgency. (2014, 21 ottobre). Made to be Moved / Arcgency. ArchDaily < https://www.archdaily.com/634691/made-to-be-moved-arcgency > [ultima consultazione Aprile 2026].

(a sinistra)
Edificio vicino al Porto di Copenaghen.
Fonte:
Arcgency, & Hjortshøj, R. (s.d.). Unionkul Stack I. Copenaghen, Danimarca. Divisare < https://divisare.com/projects/314666-arcgency-rasmus-hjortshoj-unionkul-stack-i-copenhagen-denmark > [formato pdf].

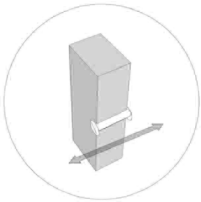


(sopra)
Arcgency. (s.d.). STACK I. < https://arcgency.com/union-kul-stack-i > [ultima consultazione Dicembre 2025]. (rielaborazione personale)

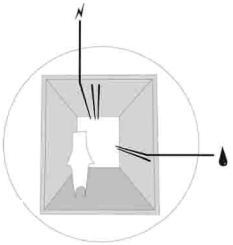
(a destra)
Arcgency. (s.d.). STACK I. < https://arcgency.com/union-kul-stack-i > [ultima consultazione Dicembre 2025]. (rielaborazione personale)

rivestimenti angolari utilizzati per velocizzare la struttura

magnetismo utilizzato per il montaggio

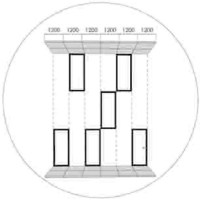


bulloni e dadi a strappo utilizzati per il fissaggio

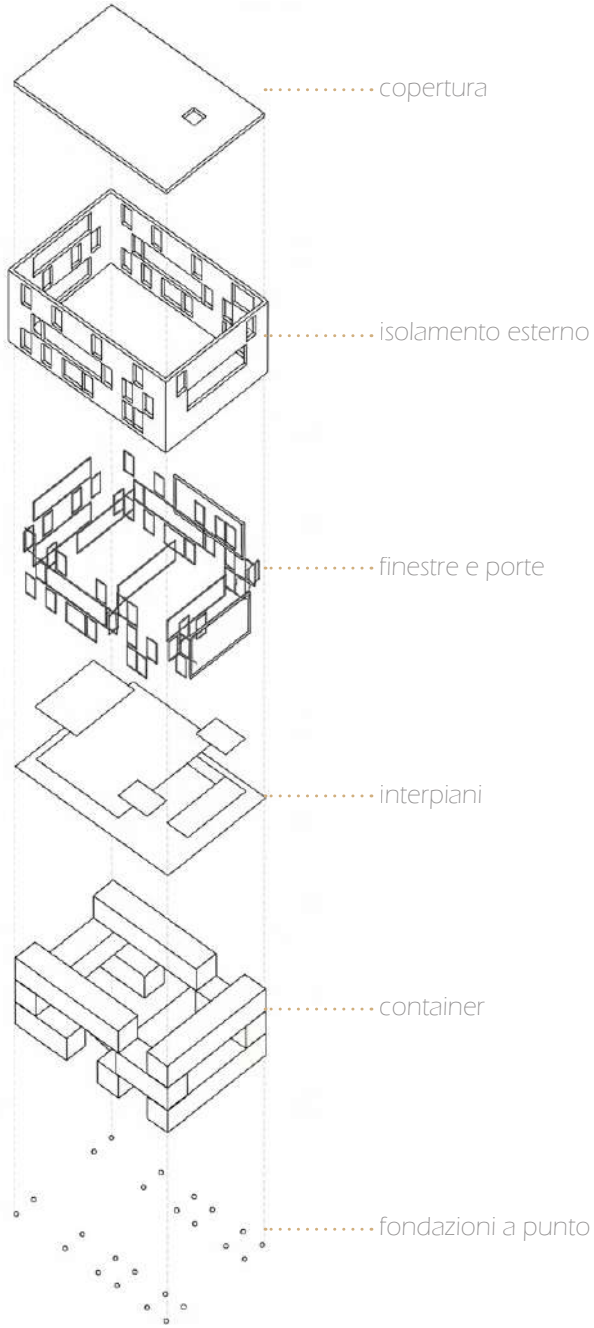


tutte le installazioni sono esposte

facciata realizzata per essere facilmente assemblata



tutti i componenti hanno misiure simili



(a sinistra)
Arcgency. (s.d.). STACK I. < https://arcgency.com/union-kul-stack-i > [ultima consultazione Dicembre 2025]. (rielaborazione personale)

(sopra)
Arcgency. (s.d.). STACK I. < https://arcgency.com/union-kul-stack-i > [ultima consultazione Dicembre 2025]. (rielaborazione personale)

Analisi di casi studio europei e sperimentazione progettuale
a Cambiano nell'ambito del Circular Design Polito Lab

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

2.0

CIRCULAR DESIGN E RIFABBRICAZIONE: ANALISI COMPARATIVA DI ARCHITETTURE CONTAINER

Premessa

Il progresso sociale e tecnologico agisce oggi come catalizzatore nel ridisegnare le modalità di fruizione e organizzazione dell'ambiente costruito, orientando il settore edilizio verso paradigmi di sostenibilità e flessibilità spaziale. In questa prospettiva, la **sinergia metodologica tra l'upcycling, il DfD e la cargotecture** non rappresenta più un mero esperimento formale, bensì una strategia rigorosa finalizzata alla transizione verso l'economia circolare. Attraverso l'applicazione della **gerarchia estesa delle "R"** il modulo container viene sottratto alla logica del consumo lineare per essere integrato in cicli produttivi chiusi, riducendo drasticamente l'impronta carbonica e il consumo di risorse primarie.

La diffusione di tali modelli architettonici non è dunque legata esclusivamente a una generica sensibilità culturale, ma trova una spinta determinante nell'allineamento strategico con i mandati istituzionali europei, quali il Green Deal e il CEAP. Queste politiche impongono l'adozione di soluzioni architettoniche resilienti e reversibili, capaci di operare come banche di materiali all'interno del tessuto urbano contemporaneo.

2.1 Obbiettivi dell'analisi

L'analisi critica dei casi studio di cargotecture si pone come obiettivo fondamentale la validazione pratica del paradigma dell'economia circolare applicato al settore delle costruzioni, configurandosi come un dispositivo di indagine architettonica volto a dimostrare come la nobilitazione creativa di componenti industriali dismessi possa rispondere alle sfide del nuovo quadro strategico europeo definito dal Green Deal Europeo e dal Nuovo Piano d'Azione per l'Economia Circolare (CEAP). In questo scenario, l'architettura dei container non è un mero esercizio di stile, ma un laboratorio empirico per testare la fattibilità delle strategie di upcycling e la loro replicabilità in contesti caratterizzati da elevata complessità tecnica e normativa.

Un obiettivo primario dell'analisi è comprendere la profonda relazione tra questi progetti e i principi dell'economia circolare, definita dalla Ellen MacArthur Foundation[59] come un sistema basato sulla riutilizzabilità di prodotti e componenti e sulla conservazione del capitale naturale. L'economia circolare possiede una capacità intrinseca di auto-rigenerarsi, poiché minimizza l'impiego di risorse materiali ed energetiche attraverso il recupero, configurandosi come una vera e propria economia rigenerativa. A fondamento di questa indagine risiede il pensiero sistemico[60], ovvero la capacità di comprendere come i diversi elementi progettuali, logistici e ambientali si influenzino reciprocamente all'interno del sistema-edificio. Tale approccio introduce il principio di retroazione, che deve essere integrato già nella fase di circular design per prevenire inefficienze produttive, scarti materici e perdite di valore. Analizzare i casi studio permette di verificare come questa visione sistemica venga applicata per trasformare il container da "rifiuto industriale" a risorsa architettonica attiva[61].

L'ampia diffusione dei container come modulo costruttivo è giustificata come abbiamo visto nei capitoli precedenti, da ragioni economiche e logistiche strutturali:

- lo squilibrio commerciale globale genera un flusso a senso unico di merci che viaggiano cariche dall'Asia verso i mercati di consumo europei
- riutilizzare il container esistente evita processi di fusione energivori e riduce drasticamente l'impronta carbonica del costruito
- la natura ISO standard del modulo garantisce una facilità di trasporto intermodale e un'attitudine logistica che lo rendono ideale per l'edilizia off-site e per sistemi costruttivi reversibili del costruito

59 Fondazione Ellen MacArthur. (s.d.). L'economia circolare: Definizione e modello spiegati. < https://www.ellenmacarthurfoundation.org/it/temi/economia-circolare/introduzione/panoramica > [ultima consultazione Marzo 2026].

60 A2A Life company. (s.d.). Economia circolare: Cos'è, schema, principi e vantaggi. < https://www.gruppoa2a.it/it/sostenibilita/nostra-transizione-ecologica/economia-circolare > [ultima consultazione Gennaio 2026].

61 Parlamento europeo. (24 mag 2023). Economia circolare: Definizione, importanza e vantaggi. < https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi > [ultima consultazione Marzo 2026]

Attraverso lo studio dei casi selezionati, la ricerca mira a validare l'efficacia dell'incontro tra le strategie di recupero e i protocolli metodologici di DfD e DfA. In piena coerenza con la norma ISO 20887:2020[62], si vuole dimostrare che il container, se correttamente riprogettato, può trasformarsi da passività ambientale a componente fondamentale di una "banca di materiali". Il seguente lavoro intende verificare come questi progetti si posizionino nei livelli più alti della gerarchia estesa delle 10R, garantendo che l'architettura rimanga una risorsa sempre disponibile per nuovi cicli di vita all'interno del tessuto urbano contemporaneo.

62
Ente Nazionale Italiano di Unificazione, op.cit.

"L'economia circolare è un sistema in cui i materiali non diventano mai rifiuti e la natura viene rigenerata. In un'economia circolare, prodotti e materiali vengono mantenuti in circolazione attraverso processi come manutenzione, riutilizzo, ricondizionamento, rimanifattura, riciclo e compostaggio. L'economia circolare affronta il cambiamento climatico e altre sfide globali, come la perdita di biodiversità, i rifiuti e l'inquinamento, disaccoppiando l'attività economica dal consumo di risorse finite."

FONTE: Fondazione Ellen MacArthur. (s.d.), op.cit.

2.2 Criteri di selezione: pertinenza e coerenza dei modelli rispetto agli obiettivi di ricerca

Nell'edilizia tradizionale, prevale ancora un paradigma costruttivo di tipo statico: la maggior parte degli edifici viene concepita come un manufatto permanente, destinato a occupare il suolo a tempo indeterminato. Tuttavia, questo approccio rivela la sua fragilità nel momento in cui le esigenze funzionali o sociali mutano: quando un edificio non risponde più alle necessità per cui è stato creato, viene solitamente demolito, alimentando un ciclo lineare "dalla culla alla tomba" (cradle-to-grave) che genera enormi volumi di macerie e un pesante inquinamento ambientale.

Per contrastare questa tendenza, i diciassette casi studio che ho selezionato adottano la filosofia del Design for Disassembly (DfD). Questo approccio può essere paragonato, per efficacia e logica, alla modularità dei LEGO[63]: proprio come con i celebri mattoncini è possibile assemblare un castello e, il giorno successivo, riconfigurarne gli elementi per dare vita a una struttura completamente diversa senza produrre scarti, così l'architettura container permette una gestione dinamica dello spazio. Sostituendo le saldature con bullonature meccaniche e preferendo sistemi costruttivi a secco al tradizionale getto in calcestruzzo, questi progetti trasformano il modulo ISO in un'unità funzionale resiliente.

Un altro motivo fondamentale è l'impatto sociale. Ho cercato progetti che non fossero solo "esercizi di stile", ma che rispondessero a bisogni reali e urgenze collettive. Alcuni dei casi scelti, come gli APROP di Barcellona, sono stati creati per dare una casa velocemente a chi non ce l'aveva. Questi edifici sono "laboratori" speciali perché spesso hanno dovuto sfidare le leggi normali sull'edilizia per poter essere realizzati in tempi record. Scegliere questi esempi mi ha permesso di dimostrare che il container è uno strumento potentissimo per le città: è veloce, costa meno ed è dignitoso. È la prova che l'architettura può essere solidale e amica del pianeta allo stesso tempo.

Infine, un pregiudizio ancora diffuso tende a relegare l'uso dei container nell'architettura a soluzioni puramente logistiche, come magazzini, o a strutture di emergenza dal carattere precario. Tuttavia, attraverso la ripartizione dei diciassette casi studio in tre macro-ambiti funzionali, ho voluto confutare questa visione limitata, dimostrando come il modulo ISO possieda una versatilità intrinseca capace di rispondere a sfide architettoniche complesse e permanenti.

– abitare (ambito residenziale): una struttura metallica può trasformar-

63
Kotnik Jure, op.cit., pp.14-15

si in un ambiente domestico accogliente e performante. Casi come la Upcycling House in Danimarca sono emblematici: dimostrano che, attraverso una corretta progettazione dei pacchetti isolanti e una gestione intelligente della fisica tecnica, è possibile garantire elevati standard di comfort termo-acustico e un'efficienza energetica superiore, sfatando il mito del container come spazio freddo e inospitale

– lavorare e divertirsi (ambito commerciale e terziario): il container assume una forte valenza iconica, diventando uno strumento di branding e di marketing territoriale. Progetti di rimento come il Freitag Flagship Store a Zurigo o il Boxpark di Londra testimoniano la capacità di queste strutture di agire come catalizzatori urbani. Grazie alla loro estetica industriale e alla facilità di installazione, questi interventi attivano processi di rigenerazione urbana in aree dismesse o in attesa di trasformazione, attirando flussi di persone e restituendo valore economico e sociale a zone precedentemente marginalizzate
– servire la comunità (ambito istituzionale): esperienze come la Maison du Chantier a Torino o il Cruise Ship Terminal di Siviglia spiegano come il modulo possa declinarsi in servizi collettivi fondamentali: scuole, centri medici o, come nel caso del Circular Design Polito Lab di Cambiano, laboratori di ricerca avanzata. Questa categoria sottolinea l'importanza della velocità di risposta alle esigenze della comunità, offrendo spazi pubblici sicuri, flessibili e tecnologicamente avanzati che possono evolvere nel tempo seguendo le necessità del territorio.

L'iter selettivo dei casi studio non si è limitato alla valutazione delle sole caratteristiche tecnico-prestazionali; a queste motivazioni si affianca, con eguale rilevanza, la logica strategica dell'iniziativa.

Si è inteso, infatti, privilegiare quei modelli in cui l'architettura non è un fine a sé stante, ma lo strumento operativo di un più ampio quadro programmatico volto ad applicare una distinta e coerente logica d'azione.

LOGICA DELL'INIZIATIVA

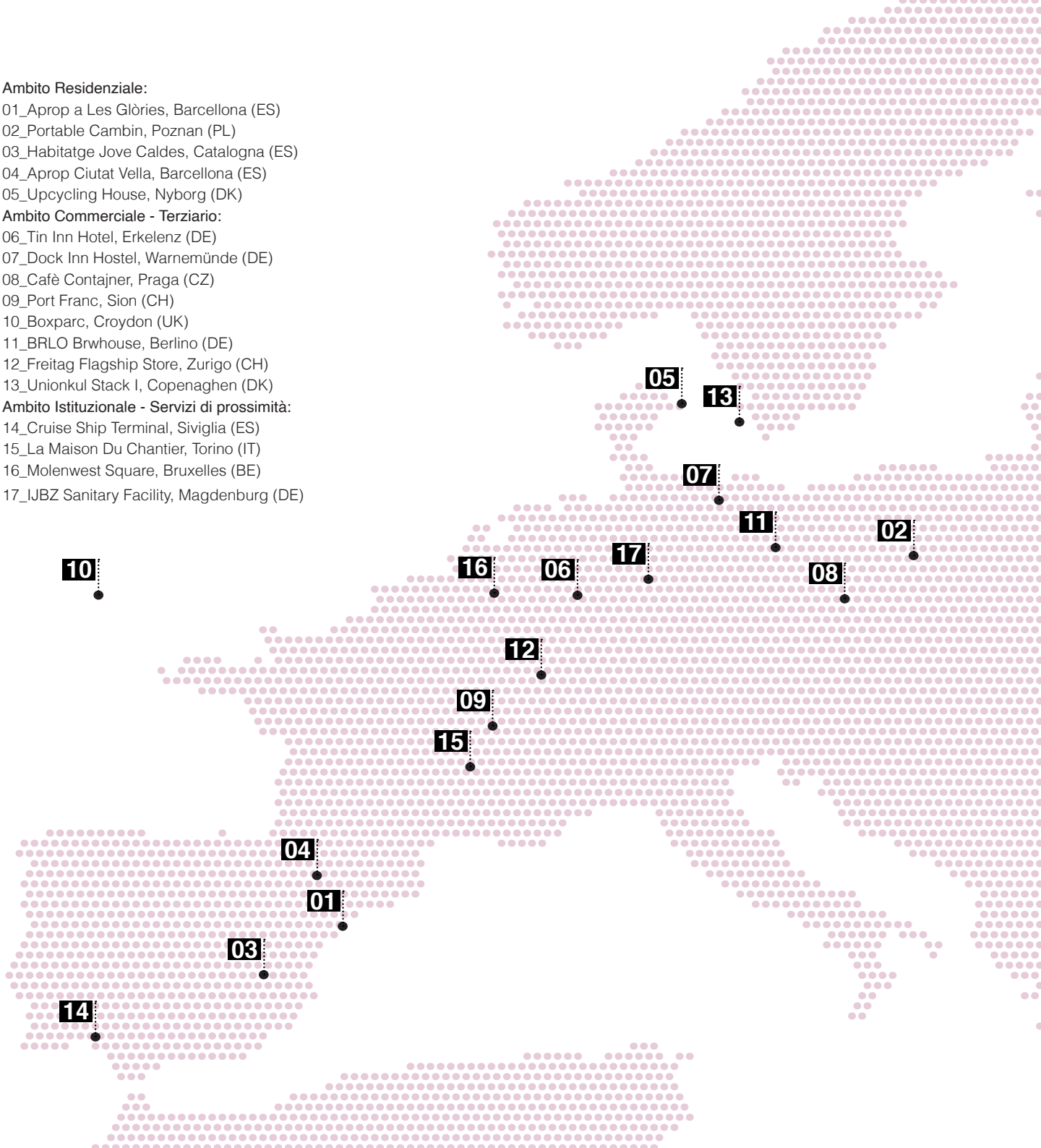
Questo criterio distingue la natura della committenza, un fattore che incide profondamente sugli obbiettivi di progetto, sui vincoli di budget e sui requisiti normativi; è fondamentale comprendere il contesto decisionale nella quale poi la cargotecture sorge.

Iniziativa pubblica-istituzionale: Questa tipologia di progetti è promossa da enti governativi o dalla municipalità. Spesso risponde in modo programmatorio per ovviare a urgenze sociali (esempio edilizia sociale) e promuove la sostenibilità come valore pubblico. Trattandosi di opere pubbliche devono sottostare a rigidi quadri normativi, requisiti di gara d'appalto e lunghi tempi decisionali. I progetti di questo tipo richiedono particolare durabilità; l'attenzione è posta alla gestione della manutenzione a lungo periodo. Per questo motivo il progetto adopera materiali resilienti e consolidamenti strutturali mirati.

Iniziativa privata: progetti promossi da sviluppatori o privati, che mirano alla massimizzazione di efficienza e funzionalità ponendo l'enfasi sulla velocità di costruzione e sul ritorno sull'investimento. Sono esempi che solitamente si caratterizzano per la loro innovazione formale che tendono a privilegiare l'aggregazione multipiano o a corte per ottimizzare la densità.

Iniziativa no-profit-sperimentale: progetti promossi da associazioni, centri di ricerca o privati, realizzati per testare nuovi concetti di sostenibilità, flessibilità, temporaneità o l'uso di materiali riciclati/innovativi.

Ambito Residenziale:
01_Aprop a Les Glòries, Barcellona (ES)
02_Portable Cambin, Poznan (PL)
03_Habitatge Jove Caldes, Catalogna (ES)
04_Aprop Ciutat Vella, Barcellona (ES)
05_Upcycling House, Nyborg (DK)
Ambito Commerciale - Terziario:
06_Tin Inn Hotel, Erkelenz (DE)
07_Dock Inn Hostel, Warnemünde (DE)
08_Cafè Contajner, Praga (CZ)
09_Port Franc, Sion (CH)
10_Boxparc, Croydon (UK)
11_BRLO Brwhouse, Berlino (DE)
12_Freitag Flagship Store, Zurigo (CH)
13_Unionkul Stack I, Copenaghen (DK)
Ambito Istituzionale - Servizi di prossimità:
14_Cruise Ship Terminal, Siviglia (ES)
15_La Maison Du Chantier, Torino (IT)
16_Molenwest Square, Bruxelles (BE)
17_IJBZ Sanitary Facility, Magdenburg (DE)



2.3 Adattabilità futura, smontaggio e tipologia aggregativa

Al fine di completare il quadro analitico e approfondire la fattibilità tecnica dei progetti selezionati, l'indagine non si limita alla classificazione tipologica, ma si estende a una valutazione operativa mirata a verificare la coerenza tra l'intento progettuale e i principi della circolarità. A tal fine, ogni caso studio viene sviscerato secondo due ulteriori dimensioni d'analisi fondamentali. Da un lato, gli esempi europei vengono indagati seguendo i dettami della norma internazionale ISO 20887:2020: smontabilità e smontaggio. Attraverso questa lente, si misura quanto la singola architettura sia reversibile e adattabile nell'accogliere nuove funzioni senza perdita di valore materico. Di fatto, il progetto viene assunto come "banca di materiali".

Dall'altro lato, si analizza la tipologia di aggregazione dei moduli. Nello specifico, l'analisi codifica le relazioni tra i container (giunti meccanici, qualità degli spazi interni, flussi, etc.). Da questo si può determinare un certo grado di scalabilità e replicabilità del caso studio di esempio, mettendo in luce la sua efficacia nel rispondere alle esigenze abitative in una prospettiva futura che richiede facile manutenzione e ricollocamento su un altro sito.

TIPOLOGIA DI AGGREGAZIONE

Nel design circolare, la validità della cargotetcure non si misura soltanto in termini di lavorazione e modifica del singolo modulo, ma nella sua capacità di rendersi aggregativo e scalabile. In generale, la configurazione spaziale e strutturale detta le condizioni operative, la complessità delle unioni e il successo di strategie per lo smontaggio (DfD). È evidente come un singolo modulo richieda risposte molto diverse da una realizzazione invece multipiano (esempio lo sviluppo in verticale o a torre). Da questa premessa deriva la scelta di associare i progetti a scale di complessità tecnico-funzionale differenti. La ricerca analizza dunque esempi che spaziano dall'accostamento orizzontale (lineare) che ottimizza le giunzioni laterali, alle soluzioni di sovrapposizione che mettono alla prova i limiti statici dell'acciaio. Quest'ultime, attraverso slittamenti volumetrici, presentano spesso terrazzi e disallineamenti.

Le tipologie aggregative possono riassumersi in (vedi schemi pag.76):

- singolo: Il punto di partenza è l'unità autonoma. In questa configurazione, il container mantiene intatta la sua natura di oggetto "Plug & Play". È la scelta ideale per funzioni che richiedono rapidità e indipendenza, come micro-laboratori. Dal punto di

vista della circolarità, il modulo singolo rappresenta il grado massimo di mobilità e il minimo impatto al suolo: una struttura che può essere depositata, utilizzata e rimossa in poche ore, lasciando il sito esattamente come è stato trovato

- **lineare:** l'affiancamento o lo slittamento dei moduli lungo un asse orizzontale permette di creare spazi ampi e flessibili, ideali per laboratori tecnici o gallerie espositive. In questa tipologia, ho approfondito il concetto di slittamento: il disallineamento dei container consente di generare zone filtro, ingressi protetti e aperture per l'apporto di luce naturale e per la ventilazione. Per avere queste aree aggiuntive, un po' di risulta, non occorre aggiungere nuovi moduli; si massimizza la resa spaziale riducendo al minimo l'impiego di materia prima.
- **a corte:** disporre i moduli lasciando un vuoto centrale, permette di attivare l'aspetto relazione. La "corte" non è solo un elemento distributivo, ma agisce come un polmone bioclimatico che favorisce la ventilazione naturale e protegge le attività collettive. Nelle ipotesi progettuali del Circular Design Polito Lab, questa tipologia diventa fondamentale per creare uno spazio sicuro per l'autocostruzione e il co-working.
- **multipiano:** La sovrapposizione verticale (stacking) risponde alla sfida del risparmio di suolo e della densificazione. Sfruttando la resistenza strutturale dei blocchi d'angolo (corner castings), i moduli possono essere impilati o messi a sbalzo. Questa strategia permette di creare terrazze, porticati e volumi dinamici che aumentano la superficie utile senza aumentare l'impronta a terra dell'edificio. È l'applicazione più complessa della modularità, dove l'architettura sfida la rigidità del metallo per generare spazi aperti verso l'alto.

ADATTABILITÀ FUTURA

L'obbiettivo primario del DfD/A è progettare asset costruiti che possano adattarsi a requisiti mutevoli o essere smontati per il riutilizzo o il riciclo, considerando le varie stratificazioni e i materiali costituenti (rif norma ISO 20887:2020[6]).

La cargotecture rappresenta intrinsecamente un'opportunità di DfD/A data la natura modulare e smontabile dei container. Tuttavia, l'efficacia di questa strategia circolare dipende dalle decisioni progettuali adottate sui singoli moduli e sulle loro connessioni.

Per garantire una valutazione analitica completa, la selezione dei casi studio valuterà l'applicazione esplicita dei seguenti principi DfD/A, che sono categorizzati in adattabilità (DfA) e smontaggio (DfD)[64]:

ADATTABILITÀ (Design for Adaptability - DfA):

I principi di DfA mirano a prolungare la vita utile dell'asset, accomodando cambiamenti nell'uso, nelle esigenze degli utenti o a causa di fattori esterni come i

64 Ente Nazionale Italiano di Unificazione, op.cit.

cambiamenti climatici. La selezione privilegerà progetti che dimostrino un'intenzione progettuale esplicita nel massimizzare:

- **Versatilità:** la capacità di un singolo container o un set di container di eseguire diverse funzioni o di gestire carichi di lavoro variabili con modifiche minime alla configurazione

- **Convertibilità:** orchestrazione di container che consente il redesign dinamico e l'adozione di un approccio microservizi dove i servizi possono essere sostituiti (scambiati) o aggiornati indipendentemente l'uno dall'altro

- **Espandibilità:** scalabilità orizzontale o verticale e l'aggiunta di nuovi microservizi interconnessi

SMONTAGGIO (Design for Disassembly - DfD):

I principi di DfD si concentrano sulle risorse materiali e sulla possibilità di recupero ottimale dei componenti. La selezione dei casi studio sarà orientata verso progetti che offrano un alto potenziale di recupero in fase di fine vita o ristrutturazione, in particolare per quanto riguarda:

- **Facilità di accesso a componenti e servizi:** permette di accedere a materiali, componenti o connettori con danni minimi all'assemblaggio adiacente e di ridurre i tempi di sostituzione

- **Indipendenza:** principio fondamentale dei servizi minimi: ogni servizio è autonomo

- **Connessioni reversibili:** utilizzo di dispositivi di bloccaggio o giunti a ponte per collegare i contenitori tra loro, garantendo che l'intera costruzione modulare possa essere smontata rapidamente senza l'uso di taglio o saldatura

- **Evitare trattamenti e finiture non necessari:** preferenza per l'acciaio Corten che sviluppa una patina protettiva intrinseca, o l'uso di vernici esterne facilmente rimovibili

- **Supporto ai modelli di business dell'economia circolare:** progettazione che sostiene il mercato per materiali e prodotti riutilizzati, rigenerati (refurbished) o riciclati

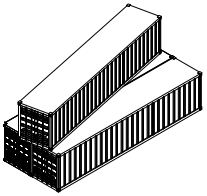
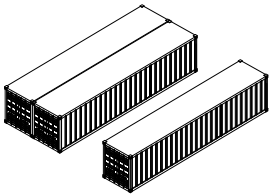
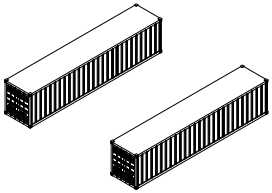
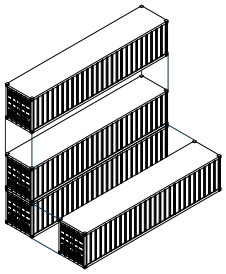
- **Semplicità:** uso di un numero limitato di tipi di materiali di costruzione per gli interni

- **Standardizzazione:** sfruttare la standardizzazione ISO delle dimensioni e degli angoli del contenitore, riducendo la necessità di elementi di connessione personalizzati

- **Sicurezza dello smontaggio:** è il risultato di una progettazione preventiva che facilita l'identificazione, la separazione e la gestione sicura di ogni singolo componente alla fine del suo utilizzo

(a destra)
Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

DISTRIBUZIONE TIPOLOGICA

		CLASSIFICA:	CASO STUDIO
SINGOLO		PORTABILITÀ AUTONOMIA DEL SEMILAVORATO MASSIMIZZA IL RIUSO	02_Portable Cabin 08_Cafè Contejner
LINEARE		CAPACITÀ DI DENSIFICAZIONE URBANA ATTRAVERSO RESISTENZA NODI MASSIMIZZA LA RIFABBRICAZIONE	10_Boxparc 16_Molenwest Square 17_IJBZ Sanitary Facility
A CORTE		CREAZIONE DI SPAZI TRA I MODULI MASSIMIZZA LA RIPROGETTAZIONE	05_Upcycling House 09_Port Franc 11_BRLO Brwhouse 13_Unionkul Stack I
MULTIPIANO		CONVIVENZA TRA IL SEMILAVORATO ISO E ALTRI SISTEMI DfD estremo	01_APROP a Les Glories 03_Habitatge Jove Caldes 04_APROP Ciutat Vella 06_Hotel TIN INN Erkelenz 07_Dock INN Hostel 12_Freitag Flagship Store 14_Cruise Ship Terminal 15_La Maison du Chantier

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

2.2.1

I CASI STUDIO: RESIDENZIALE

APROP Glòries. Alloggi di prossimità provvisoria, Barcellona
Fonte: https://calafconstructora.com/en/projects/aprop-glories/

APROP a Les Glories

01

L'edificio a impronta sociale APROP a Les Glories è sito nel quartiere di Sant Martí di Barcellona. L'edificio si sviluppa per sette piani sopra un porticato a livello stradale. Per ogni livello sono disposti 10 container da 40 piedi accostati tra loro per un totale di 77 unità. Per garantire la massima stabilità e compattezza statica, i moduli sono stati saldati tra loro in corrispondenza dei blocchi d'angolo. Questa configurazione è completata da un nucleo di accesso (scale e ascensori) realizzato con metodi costruttivi tradizionali, mentre il lato sud-est è caratterizzato da passerelle e balconi esterni[1]. L'integrazione di un **orto urbano** completa questo ecosistema, offrendo uno spazio verde produttivo gestito dai residenti che promuove la consapevolezza ambientale e la cura del bene comune[2].
Ci sono volute 12 settimane per redigere il progetto e 26 per eseguire i lavori, il che ci consente di avere 42 alloggi per famiglie vulnerabili in un tempo molto, molto breve.

Immagine ricavata da Google Earth

FUNZIONE D'USO:
Residenza sociale

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblica

Anno di progetto:
2022 - gen 2023
(6 mesi di costruzione)

Luogo:
Les Glòries, Barcellona, Spagna

Progettisti:
Straddle3, Eulia Arkitektura e Yaiza Terré

Azienda patner:
Calaf Constructora

Numero moduli:
77 container da 40 piedi

Costo:
euro 5.770.000

Superficie:
3.666 m^2

Vista del ballatoio di collegamento
Fonte: https://www.barcelona.cat/surveyfotografic/es/proyecto/aprop_glories.html

Obbiettivo: **affrontare l'emergenza abitativa e la gentrificazione** attraverso modelli di urbanismo tattico; **fornire alloggi temporanei di alta qualità** per fasce di popolazione vulnerabile, attivando lotti urbani temporaneamente in disuso in attesa di destinazioni definitive.

Iniziativa: **pubblico-istituzionale** a carattere sperimentale, volta a testare l'efficacia di soluzioni costruttive rapide, sostenibili ed economiche per l'edilizia sociale[3].

L'**Ajuntament de Barcelona** (pubblica amministrazione): ha creato il programma APROP.

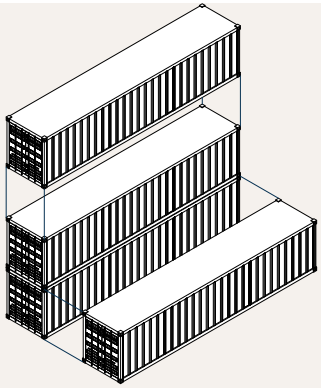
Progettisti: operano in edilizia comunitaria, esperti in sistemi a secco e autocostruzione[4].

Vista dei balconi
Fonte: https://calafconstructora.com/es/proyectos/aprop-glories/

"edificio come risorsa mobile"; l'Ajuntament può decidere di smontare l'intero blocco

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

I container sono stati aggregati in modo verticale e compatto su sette piani, ottimizzando l'uso del suolo in un lotto urbano ristretto. Per creare alloggi di **diverse metrature** (singoli o per famiglie), è stata effettuata la rimozione selettiva delle pareti laterali dei container, unita a rinforzi strutturali localizzati.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Orto urbano
Fonte: https://ajuntament.barcelona.cat/acciocomunitaria/es/noticia/se-inaugura-el-decimo-huerto-gestionado-por-personas-con-discapacidad-en-el-equipamiento-aprop-glorias_1239635

La **realizzazione dei moduli in** ambiente controllato ha permesso di minimizzare le interferenze con il tessuto urbano, riducendo gli imprevisti in cantiere e garantendo un monitoraggio della qualità superiore. Questo paradigma non si limita a velocizzare l'erogazione di soluzioni abitative urgenti, ma promuove la circolarità delle risorse abbattendo l'impronta ecologica del progetto.

Oltre alla **ventilazione naturale** e agli **arredi funzionali**, l'architettura include zone collettive esterne pensate per rafforzare il senso di comunità e l'indipendenza dei nuclei familiari[2].

1 gabarcelona. (2022, dicembre 16). APROP: Container-Flats to Tackle Barcelona's Housing Emergency. Blog of Guiding Architects Barcelona. Guiding Architects Barcelona. < https://www.gabarcelona.com/blog/aprop-container-flats-program/ > [ultima consultazione Novembre 2025].
2 APROP Glòries—CALAF Constructora. (2025, agosto 14). < https://calafconstructora.com/en/projects/aprop-glories/ > [ultima consultazione Novembre 2025].
3 Subils, I. (s.d.). APROP - Temporary Proximity Housing [Trascrizione di registrazione audio]. Radiomedia Arquitectura.
4 https://straddle3.net/en/quienes-somos
https://yaizaterre.com/

(a destra) Timelapse della costruzione
Fonte: https://calafconstructora.com/en/projects/aprop-glories/

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

sistema permette di riconfigurare gli spazi interni unendo o dividendo i moduli per rispondere alle variazioni demografiche degli utenti (famiglie o singoli)

attrezzature di movimentazione ordinarie

fondazioni

i nodi di aggancio tra i moduli e le connessioni alla fondazione superficiale sono facilmente accessibili

A↔B giunzioni meccaniche standardizzate

assemblaggio dei moduli

la facciata esterna (in policarbonato e isolante) è montata su una sottostruttura indipendente, permettendo di smontare lo "strato estetico" separatamente dal guscio strutturale dei container

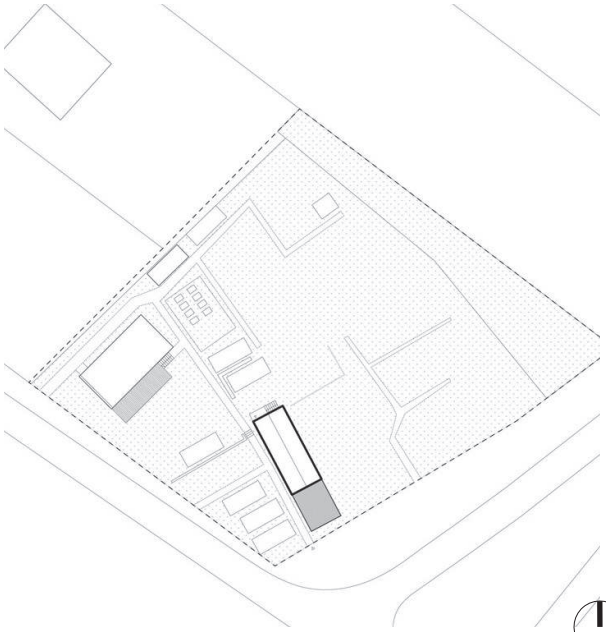
montaggio pannelli di facciata

Residenza Portable Cabin di Poznan
Fonte: https://www.archdaily.com/970129/portable-cabin-wiercinski-studio

PORTABLE CABIN

02

Il progetto Portable Cabin si configura come un'unità **abitativa e lavorativa** itinerante, composta dall'aggregazione di due moduli container ottimizzati per un utilizzo tutto l'anno. L'implementazione di una cabina portatile e di un luogo di lavoro remoto si è rivelata una grande risposta ai tempi attuali. Le unità sono state interamente allestite in officina, riducendo le operazioni in sito a una **singola giornata di assemblaggio** meccanico. Progettata per essere rilocata in contesti naturali eterogenei (dall'orto comunitario accanto al Parco Szelagowski a Pozna alla foresta, fino a piattaforme acquatiche), dimostra una reversibilità totale del sistema[1].



Planimetria generale
Fonte: https://www.archdaily.com/970129/portable-cabin-wiercinski-studio

FUNZIONE D'USO:
Residenziale-lavorativa

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata di tipo sperimentale

Anno di progetto:
2020

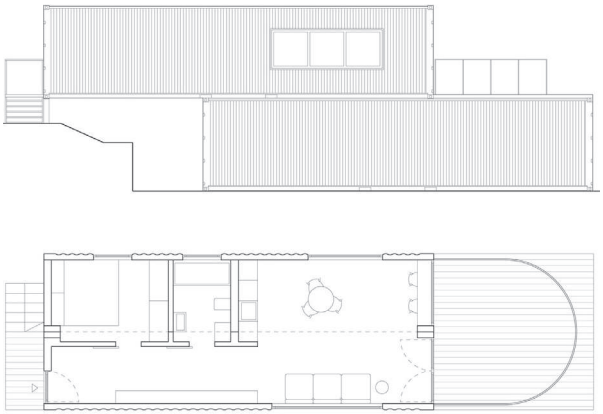
Luogo:
Poznan, Polonia

Progettisti:
Wiercinski-studio

Azienda patner:
Rako

Numero moduli:
2 container da 40 piedi

Superficie:
54.0 m^2



Pianta e sezione
Fonte: https://archello.com/project/portable-cabin

L'abitazione ufficio è collocata sul tetto di container precedentemente appoggiati, che fungono da spazio di stoccaggio per il giardino. Le unità principali sono state slittate di circa la metà della loro lunghezza a causa del terreno inclinato e delle viste; si crea una grande terrazza lato fiume e dall'altro lato si abbassa l'altezza necessaria per entrarci[1].

predisposto per l'aggiunta di un terzo modulo affiancato o sovrapposto

Obbiettivo: fornire una soluzione abitativa di alta qualità che possa essere posizionata in contesti naturali (in questo caso un giardino boscoso a Pozna) **senza richiedere fondazioni permanenti o scavi invasivi.**

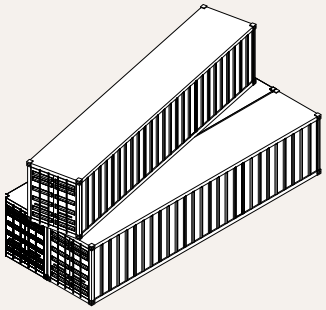
Iniziativa: nasce da una **committenza privata di tipo sperimentale**, guidata dal desiderio di creare uno **spazio ibrido tra ufficio e residenza temporanea che fosse completamente mobile.**

Questo progetto è l'emblema della riconversione funzionale. Il container viene "riproposto" non solo come casa, ma come spazio ibrido (ufficio/abitazione) capace di spostarsi seguendo la carriera o le esigenze dell'utente[1].

Vista del terrazzo
Fonte: https://archello.com/project/portable-cabin

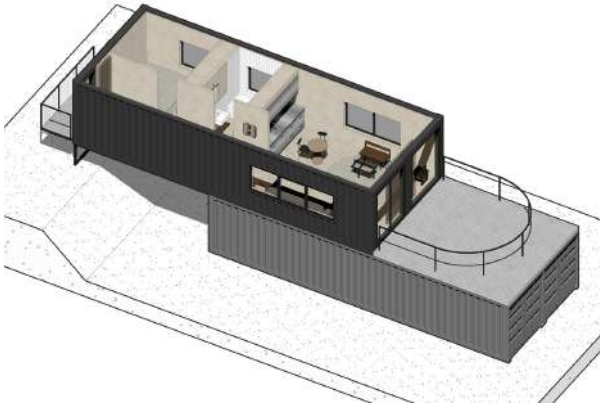
AGGREGAZIONE: SINGOLO

Dal punto di vista morfologico, l'edificio adotta una strategia di slittamento volumetrico: il modulo superiore è traslato di metà della sua lunghezza rispetto al basamento (costituito da container preesistenti con funzione di stoccaggio). Questa manipolazione geometrica risponde direttamente all'orografia del sito: da un lato genera uno sbalzo che funge da terrazza panoramica verso il fiume, dall'altro riduce la quota della soglia d'ingresso, facilitando l'accessibilità nonostante il terreno inclinato[1].



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

L'organizzazione del modulo abitativo riesce a condensare **in 54 m² tutte le funzioni primarie** (soggiorno, cucina, lavoro e zona notte), estendendo la percezione spaziale verso l'esterno grazie ai 24 m² di terrazza verde. All'interno, il calore del compensato di betulla contrasta con la natura industriale dei moduli, creando un'atmosfera accogliente e uniforme. Un dettaglio tecnico di rilievo è la gestione delle altezze: grazie all'impiego di pacchetti isolanti performanti ma sottili e a una sapiente integrazione degli elementi strutturali di giunzione, è stato possibile mantenere un'**altezza interna costante di 2,6 m**, celando i rinforzi necessari al collegamento dei due container. Completano la struttura delle scale esterne in acciaio progettate e da una caratteristica balaustra ad arco sulla terrazza[1]



Modello assonometrico
Fonte: https://www.archdaily.com/970129/portable-cabin-wiercinski-studio

1 Wiercinski-Studio. (2020). Portable Cabin. Archello.< https://archello.com/project/portable-cabin > [ultima consultazione Ottobre 2025].

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

l'ambiente interno libero da pilastri permette di riconfigurare la disposizione dei mobili

ambiente interno

i bulloni di giunzione e i punti di sollevamento sono mantenuti accessibili sotto il rivestimento amovibile

i due moduli sono uniti meccanicamente e possono essere separati in poche ore

il rivestimento esterno in lamiera verde e l'isolamento interno sono disaccoppiati dalla struttura portante del container

l'uso del legno compensato di betulla al naturale per gli interni riduce l'impiego di colle e vernici tossiche

A destra: immagini dell'interno
Fonte: https://www.archdaily.com/970129/portable-cabin-wiercinski-studio

ambiente interno

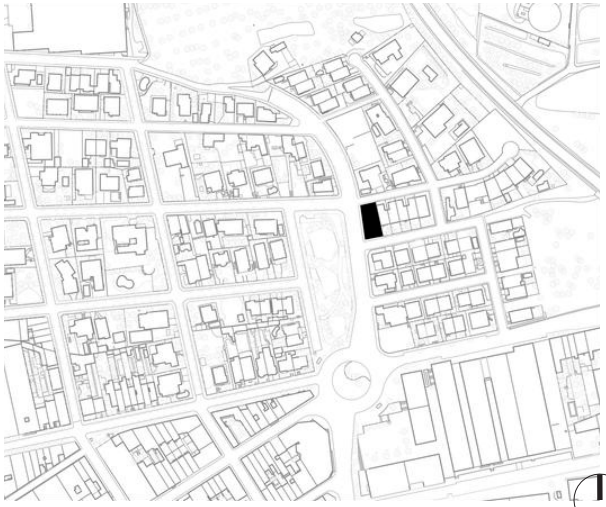
l'edificio è concepito come un "prodotto mobile" che mantiene un alto valore di rivendita sul mercato dell'usato

Residenza per giovani in Catalogna
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

HABITATGE JOVE CALDES

03

Il progetto si inserisce nell'edilizia sociale a prezzi accessibili. Si tratta di un complesso abitativo composto da otto unità destinate ai giovani. Situato nel quartiere ben consolidato, percorribile a piedi e ben attrezzato di Caldes de Montbui, questo edificio promuove un modello urbano e inclusivo. Promosso dal Consiglio Comunale combina l'innovazione tecnologica alla partecipazione dei cittadini. Tali soluzioni lo definiscono un ottimo modello da adottare per l'emergenza abitativa giovanile. I container sono utilizzati strategicamente come nuclei portanti verticali e pareti di servizio.
L'organismo edilizio, sviluppato su tre livelli, viene assemblato in meno di una settimana grazie all'impiego di giunti asciutti e reversibili. Questo approccio permette uno smantellamento selettivo dei moduli senza ricorrere a tecniche distruttive[1].



Planimetria generale
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

FUNZIONE D'USO:
Social housing

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblico-istituzionale

Anno di progetto:
2022-2023

Luogo:
Caldes de Montbui, Catalogna, Spagna

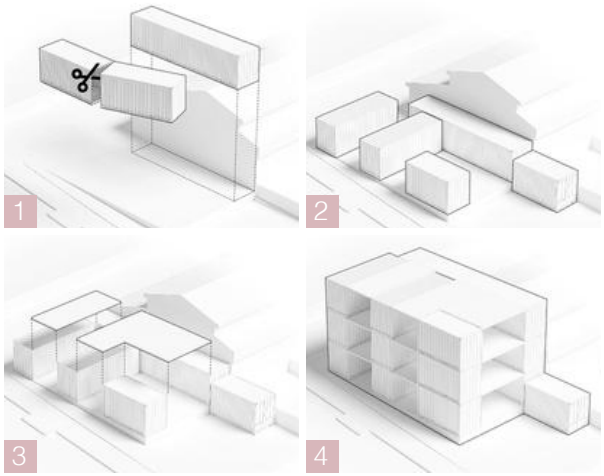
Progettisti:
Straddle3 e Eulia Arkitektura

Clienti:
Amministrazione comunale

Numero moduli:
16 container da 40 piedi

Superficie:
5000.0 m^2

Budget stimato:
euro 835.072,91



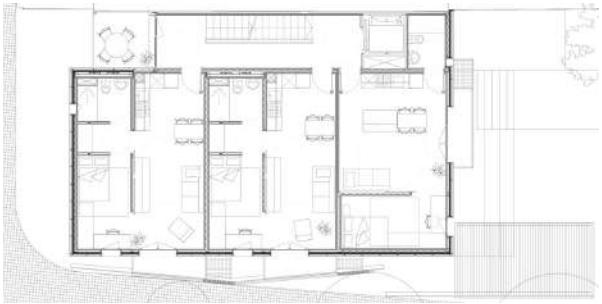
Schemi concept
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

Obbiettivo: **invertire il trend dei giovani nell'allontanarsi dal centro storico**, un fenomeno dovuto ai rincari sugli affitti. Inoltre, si vuole dimostrare come l'upcycling dei materiali non incida sulla qualità dell'architettura. Si mostra, al contrario, come lotti pubblici complessi e interstiziali, possano essere valorizzati.

Iniziativa: è di matrice **pubblico-istituzionale** (promossa dal Comune di Caldes de Montbui), promuove la sostenibilità integrata, riducendo l'energia grigia dell'edificio.

Il progetto è stato sviluppato nell'ambito della strategia municipale di social housing denominata ATRI, che promuove la realizzazione di abitazioni sostenibili e rapide per contrastare l'esclusione residenziale dei giovani[2].

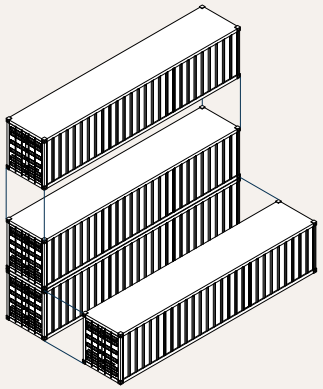
Pianta piano terra
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes



Pianta piano primo
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

I moduli sono aggregati in un blocco compatto di due piani (terra + 1). L'aggregazione segue una logica binaria: ogni appartamento è formato dall'unione di due container da 40 piedi, tagliati e accostati longitudinalmente. La distribuzione avviene tramite un ballatoio esterno e una scala metallica che enfatizzano l'estetica industriale. Gli impianti sono concentrati in cavedi verticali strategici per facilitare la manutenzione.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Dettaglio durante l'assemblaggio in sito
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

L'edificio si avvale di un sistema costruttivo che combina l'acciaio dei container a pannelli in legno lamellare incrociato (CLT). I moduli sono stati allestiti in officina con l'inserimento dei pacchetti isolanti, degli attacchi impiantistici e delle finiture. L'approccio off-site per l'allestimento ha consentito di ridurre i tempi di cantiere a pochi mesi. Anche i costi risultano ottimizzati determinando una risposta adeguata all'emergenza abitativa[1].

1 Straddle3. (2023). Habitatge Jove Caldes. < https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes > [ultima consultazione Febbraio 2026].
2 Straddle3. (2023). Habitatge Jove Caldes. < https://lacasadelaarquitectura.es/recurso/habitatge-jove-caldes---viviendas-para-jovenes-en/d733c10b-4ae9-4bff-80be-ce219e8e34c7 > [ultima consultazione Marzo 2026].

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

la rimozione della parete interna tra i due container accostati crea una pianta libera che permette agli inquilini di personalizzare la disposizione degli arredi e delle zone funzionali

in futuro, gli alloggi potrebbero essere uniti orizzontalmente per creare appartamenti più grandi per famiglie

sebbene il lotto attuale sia saturo, il sistema costruttivo è replicabile e scalabile su altri lotti pubblici

A↔B

le connessioni tra i moduli e il sistema di fondazione sono esclusivamente meccaniche e bullonate

il sistema di facciata ventilata (che protegge i container dal surriscaldamento) è disaccoppiato dalla struttura metallica, permettendo la sostituzione dei pannelli esterni senza intaccare la cellula abitativa

Facciata ventilata
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

gli interni utilizzano materiali naturali e a secco (legno, cartongesso), evitando colle permanenti

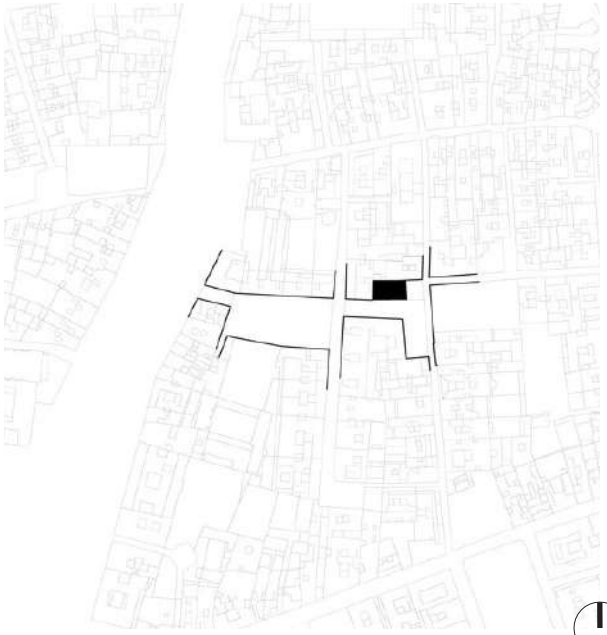
il comune vede l'edificio come un "banca di materiali"

Alloggi sociali di Barcellona
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/aprop-allotjaments-de-proximitat-a-ciutat-vella-barcelona

APROP CIUTAT VELLA

04

L'edificio APROP (acronimo di Proximity Temporary Affordable Housing) costituisce la **prima esperienza del nuovo programma municipale** per ovviare all'emergenza abitativa di quartiere. In particolare, il programma comunale mirava a occupare i lotti residui del tessuto cittadino. La volumetria sottoutilizzata originale viene ripensata grazie all'approccio modulare off-site; questo riduce gli impatti ambientali e i tempi di assemblaggio in sito. Oltre alla valenza ecologica, l'intervento ha una **forte componente sociale**: democratizza l'accesso alla casa in aree ad alta densità[1].



Planimetria generale
Fonte: https://www.archdaily.com/940066/aprop-ciutat-vella-emergency-housing-straddle3-plus-eulia-arkitektura-plus-yaiza-terre

FUNZIONE D'USO:
Alloggi sociali

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblico-istituzionale

Anno di progetto:
2019

Luogo:
Barcellona, Spagna

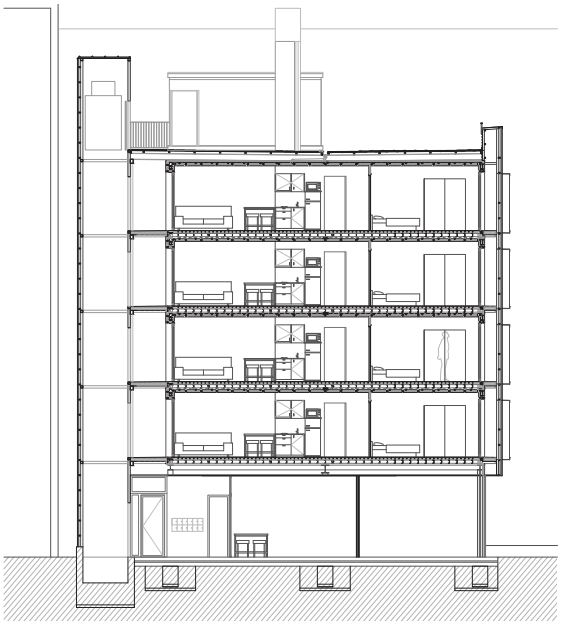
Progettisti:
Straddle3, Eulia Arkitektura e Yaiza Terré

Azienda patner:
Calaf Constructora

Numero moduli:
12 container da 40 piedi

Superficie:
816.0 m^2

COSTO:
euro 940.000

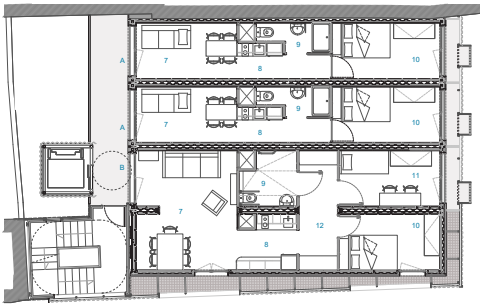


Sezione longitudinale
Fonte: Straddle3, Eulia Arkitektura, & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile.

Al piano terra ospita l'ampliamento di una struttura sanitaria vicina e, ai quattro piani superiori, contiene un totale di dodici alloggi, di cui otto con una camera da letto e quattro con due camere da letto[1].

Obbiettivo: nasce come risposta "tattica" e d'urgenza alla cronica carenza di alloggi sociali nel centro storico densamente edificato. La logica del progetto è quella del "diritto all'abitare immediato": utilizzare la velocità costruttiva della cargotecture per inserire alloggi di qualità in lotti urbani residuali e stretti, dove l'edilizia tradizionale sarebbe stata troppo lenta e invasiva.

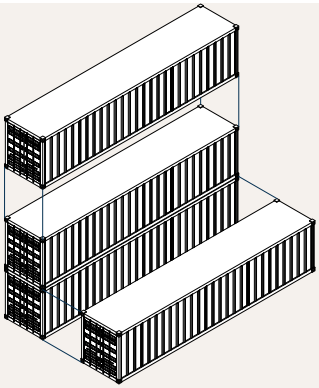
Iniziativa: è di natura pubblico-istituzionale (Ajuntament de Barcelona); si tratta di un'iniziativa etica e sperimentale, volta a dimostrare che la prefabbricazione pesante può convivere con il tessuto storico, offrendo una soluzione dignitosa e ad alte prestazioni energetiche[1].



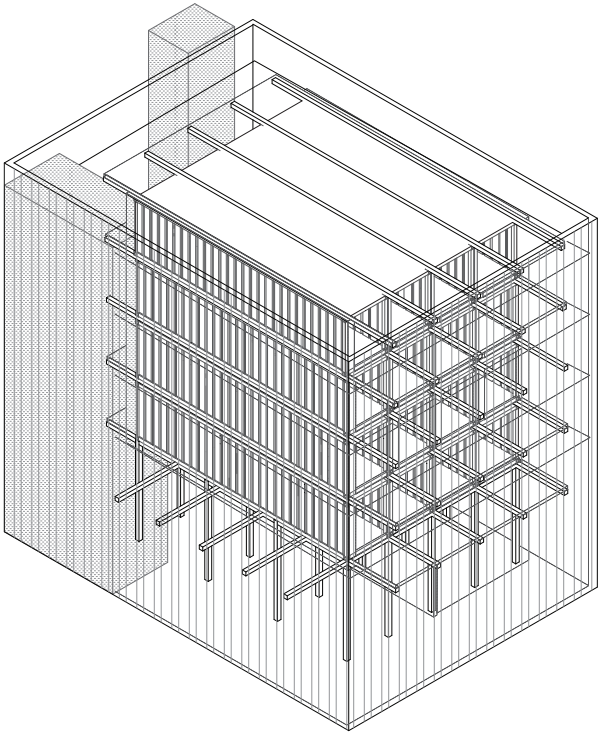
Pianta piano tipo
Fonte: Straddle3, Eulia Arkitektura, & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile.

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

I moduli sono aggregati secondo una logica verticale e compatta, sviluppandosi su un piano terra e quattro piani superiori. L'aggregazione è pensata per saturare un lotto tra due edifici esistenti. La circolazione verticale (scale ed ascensore) e i ballatoi d'accesso sono stati collocati esternamente alla facciata, appoggiati su una struttura metallica indipendente.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Vista assonometrica
Elaborato realizzato dal Gruppo UROP

La configurazione distributiva garantisce a ogni unità abitativa un doppio affaccio, condizione necessaria per attivare efficaci cicli di ventilazione naturale incrociata. Il fronte nord-ovest è rivolto verso la corte interna, spazio che ospita anche il nucleo dei collegamenti verticali. Sul lato sud-est, caratterizzato dalla densità del vicolo circostante, il prospetto adotta un linguaggio tradizionale: serramenti lignei a sviluppo verticale, ringhiere metalliche e tende 'Alicante'. Il prospetto sud-ovest presenta aperture di maggiori dimensioni[1].

1 Straddle3, Eulia Arkitektura, & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile. [formato pdf].

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

sistema costruttivo a secco permette di riconfigurare gli spazi interni degli alloggi (pareti mobili o arredi fissi) per adattarsi a diversi profili di utenza nel corso degli anni

Fase di assemblaggio in sito
Fonte: Straddle3, Eulia Arkitektura, & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile.

le facciate sono ventilate e il loro isolamento termico conferisce all'edificio le migliori caratteristiche energetiche

le pareti esterne sono state rivestite con un rivestimento traslucido in policarbonato. Durante il giorno, questa pelle luminosa e pulita aumenta la luminosità dell'alloggio riflettendo sottilmente l'ambiente circostante. Di notte, filtra la luce negli interni, migliorando così l'illuminazione stradale senza compromettere la privacy dei suoi abitanti

sebbene il lotto attuale sia saturo, il sistema costruttivo è replicabile e scalabile su altri lotti pubblici

la struttura può essere facilmente riconvertita

si preserva circa il 90% dell'investimento materico

Casa unifamiliare Upcycling House di Nyborg
Fonte: https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter

UPCYCLING HOUSE

05

Più che una semplice abitazione unifamiliare, la Upcycle House rappresenta un manifesto dell'architettura circolare. L'edificio esplora il potenziale dei materiali di scarto, trasformandoli in risorse costruttive di alta qualità per minimizzare le emissioni di CO_2. Il processo costruttivo inizia in officina, dove i container vengono trasformati: si realizzano le aperture per i serramenti e si predispongono gli impianti idrici ed elettrici per i servizi. L'ossatura portante dell'edificio è costituita da due container, che fungono da nucleo strutturale primario. L'intero involucro edilizio — comprensivo di pareti perimetrali e sistemi di copertura — è caratterizzato da un **rivestimento continuo in** alluminio riciclato[1].

Planimetria generale
Fonte: https://www.archiscene.net/housing/upcycle-house-lendager-architects/

FUNZIONE D'USO:
Casa unifamiliare

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblico-sperimentale

Anno di progetto:
2011-2013

Luogo:
Nyborg, Danimarca

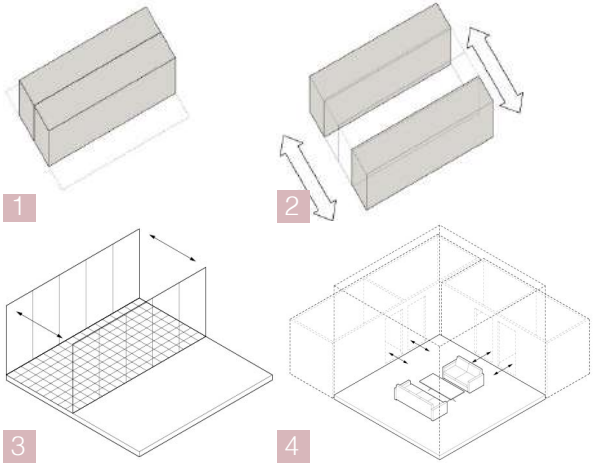
Progettisti:
Lendager Arkitekter

Azienda patner:
Realdania By & Byg

Numero moduli:
2 container da 40 piedi

Superficie:
140.0 m^2

Costo:
euro 160.000



Concept
Fonte: https://www.archiscene.net/housing/upcycle-house-lendager-architects/

Obbiettivo: **ridurre le emissioni di CO_2** legate alla costruzione di una casa unifamiliare dell'86% rispetto a una casa standard. La logica del progetto è quella della validazione scientifica dell'upcycling: dimostrare che l'utilizzo di materiali di scarto (container, carta, plastica, vetro) non è solo una scelta etica, ma una soluzione tecnicamente ed economicamente percorribile per il mercato residenziale di massa.

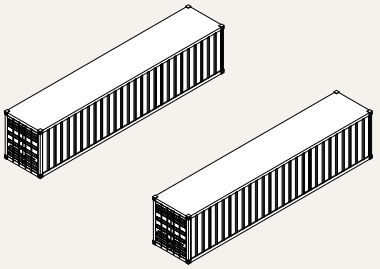
Iniziativa: è di natura **pubblico-sperimentale** promossa dalla fondazione Realdania[1].

Dettaglio fase costruttiva
Fonte: https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter

Pianta
Fonte: https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter

AGGREGAZIONE: A CORTE

Questa tipologia di aggregazione "a corte" permette di creare un volume abitativo molto più grande della somma dei due container, ottimizzando i costi strutturali. Sono state rimosse le pareti interne comuni – per raddoppiare la larghezza e creare un ambiente domestico spazioso.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Il progetto non si ferma alla scelta dei materiali. L'uso di tecniche passive, come il ricambio naturale dell'aria, pareti termiche realizzate con bottiglie di plastica recuperate e una serra per la produzione alimentare domestica, riduce drasticamente i consumi di energia. Al posto del cemento vengono usate fondamenta a vite, che limitano le emissioni e permettono di smontare la struttura in futuro.

Pareti con bottiglie di plastica riutilizzate
Fonte: https://lendager.com/project/upcycle-house/

Gli ambienti interni sono definiti da un'estetica calda e attuale, ottenuta grazie all'uso di **pannelli OSB** prodotti con scarti di legno, **pavimentazioni in sughero** derivanti dal riciclo di tappi di champagne e **piastrelle in vetro rigenerato**. Per massimizzare la sostenibilità, l'isolamento è stato realizzato con **lana di cellulosa** (carta) e **polistirene granulato**[1].

1 Lendager Group. (2013). Upcycle House. < https://lendager.com/project/upcycle-house/ > [ultima consultazione Febbraio 2026].

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

possibile aggiunta di moduli laterali

nodi tra i container e la struttura del tetto, così come i fissaggi dei pannelli di facciata (fatti di carta riciclata), sono stati progettati per essere ispezionabili e rimovibili

gli strati funzionali (struttura, isolamento, finitura) sono nettamente separati; ad esempio, il rivestimento esterno in alluminio riciclato e carta può essere rimosso senza danneggiare l'isolamento sottostante

assemblaggio

i pavimenti in sughero riciclato e i rivestimenti in OSB derivato da legno di scarto evitano finiture chimiche pesanti

ambiente interno

(a destra): immagini edificio.
Fonte: https://lendager.com/project/upcycle-house/

2.2.1.1 Letture trasversali - settore residenziale

L'analisi critica condotta sui cinque casi studio del settore residenziale rivela una profonda mutazione del concetto di "casa". L'abitazione non viene più interpretata come un manufatto statico e immutabile nel tempo, ma come un dispositivo spaziale reversibile, **un sistema dinamico** capace di negoziare la **frizione tra la rigidità del semilavorato industriale e** la fluidità delle mutevoli **necessità antropiche**. Questo sistema di istanze si articola lungo un asse complesso che congiunge l'urgenza sociale di matrice istituzionale alla sperimentazione tecnologica privata, definendo un campo d'azione in cui il modulo ISO cessa di essere un semplice limite dimensionale per farsi catalizzatore di resilienza urbana[65].

I progetti di carattere pubblico come gli APROP di Barcellona (01 e 04), rispondono a criticità sociali. Attraverso una logica fondata sulla rifabbricazione (R6) off-site, queste architetture offrono risposte concrete all'emergenza abitativa e allo spopolamento dei quartieri storici causato dalla gentrificazione. Sfruttando la prefabbricazione i cosiddetti "lotti in attesa" (nodi urbani interstiziali) diventano temporanee risorse abitative. Oltre a ridurre i tempi di cantiere, c'è una forte attenzione alla qualità dell'abitare e alla reversibilità dell'intervento. Adottando sapientemente i principi del DfD, l'edificio risulta smontabile raggiunto il termine della sua funzione temporanea. Il suolo così intatto verrà restituito alla municipalità, salvaguardando il valore residuo di ogni componente utilizzato.

Un differente filone della ricerca indaga la dimensione della mobilità itinerante con valenza professionale. Nel progetto della Portable Cabin di Poznan (02), i limiti della scocca metallica vengono valicati grazie a una mirata strategia di riparazione (R4). In particolare, viene inserito un endoscheletro interno. Gli stessi telai di rinforzo favoriscono l'apertura di ampie vetrate grazie al quale si istaura un vivace rapporto con l'esterno. Questi elementi non sono solo funzionali, ma nobilitano il modulo, garantendo la stabilità torsionale necessaria durante i frequenti cicli di sollevamento e trasporto, elevando di fatto il container a oggetto di design industriale nomade e flessibile.
Questa capacità del modulo di adattarsi a contesti e climi differenti trova un'ulteriore evoluzione nell'ibridazione materica volta alla sostenibilità radicale. Casi come la Upcycling House di Nyborg (05) e l'Habitatge Jove di Caldes (03) dimostrano come l'istanza della riduzione dell'impronta carbonica possa essere soddisfatta attraverso una sapiente "riparazione prestazionale". Qui, l'uso

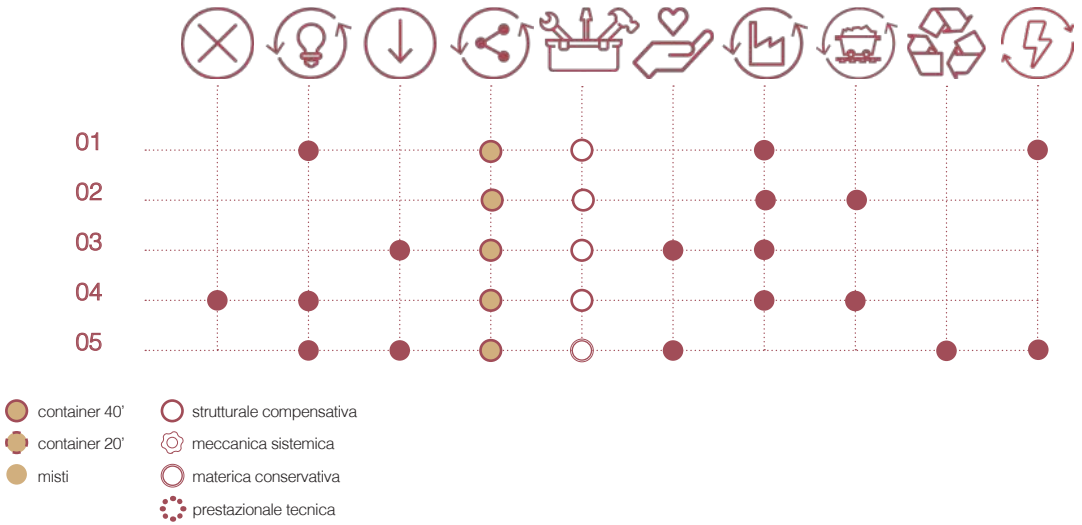
65
City of Ghent. (2018). REFILL: A journey through temporary use. URBACT [formato pdf].

del legno — sotto forma di telai esterni o pannelli in CLT — agisce come un dispositivo tecnologico fondamentale che, non solo riesce a risolvere i ponti termici e a migliorare l'isolamento, ma trasforma radicalmente la percezione spaziale dell'alloggio, sostituendo la brutalità dell'acciaio con un linguaggio domestico salubre, caldo e contemporaneo.

ISTANZE E STRATEGIE DI RISPOSTA

	INIZIATIVA	CRITICITÀ	OBBIETTIVO
01	PUBBLICA ISTITUZIONALE	EMERGENZA ABITATIVA GENTRIFICAZIONE	FORNIRE ALLOGGI TEMPORANEI DI ALTA QUALITÀ PER FASCE DI POPOLAZIONE VULNERABILE
02	PRIVATA SPERIMENTALE	CREARE SPAZIO IBRIDO TRA RESIDENZA E UFFICIO COMPLETAMENTE MOVIBILE	FORNIRE ABITAZIONE DI ALTA QUALITÀ NOMADE E REVERSIBILE
03	PUBBLICA ISTITUZIONALE	CONTRASTARE L'ESODO DEI GIOVANI DAL CENTRO STORICO	OFFRIRE MODELLO ABITATIVO ACCESSIBILE E CONTEMPORANEO
04	PUBBLICA ISTITUZIONALE	CARENZA DI ALLOGGI SOCIALI NEL CENTRO STORICO DENSAMENTE ABITATO	INSERIRE ALLOGGI DI ALTA QUALITÀ IN LOTTI URBANI RESIDUALI E STRETTI
05	PUBBLICA SPERIMENTALE	VALIDAZIONE SCIENTIFICA UPCYCLING	RIDURRE EMISSIONI DI CO_2

STRATEGIE



container 40'
container 20'
misti

strutturale compensativa
meccanica sistemica
materica conservativa
prestazionale tecnica

2.2.2

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

I CASI STUDIO: COMMERCIALE-TERZIARIO

Hotel TIN INN di Erkelenz
Fonte: https://www.containerwerk.com/projekte/hotel-wohnen-auf-zeit/tin-inn-hotel/

HOTEL TIN INN ERKELENZ

06

Il Tin Inn Hotel Erkelenz, inaugurato nel febbraio 2023, rappresenta il **primo prototipo di una catena alberghiera** tedesca fondata interamente sui principi della cargotecture e della sostenibilità (si ripensa l'hotel come servizio plug and play). Situato in un'area commerciale vicina al centro di Erkelenz, l'hotel funge da esempio reale di come l'upcycling di container marittimi possa essere applicato con successo al settore dell'ospitalità[1].

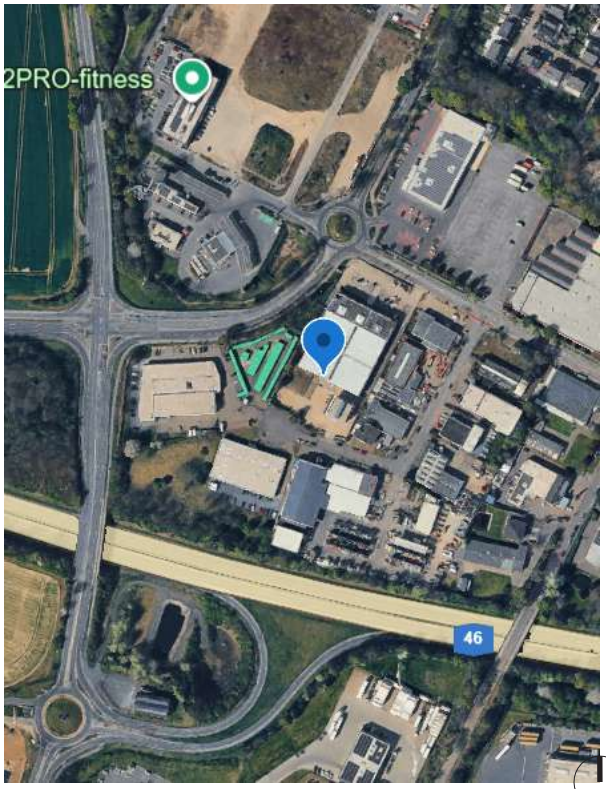


Immagine ricavata con Google Earth

FUNZIONE D'USO:
Turistico-ricettiva

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata

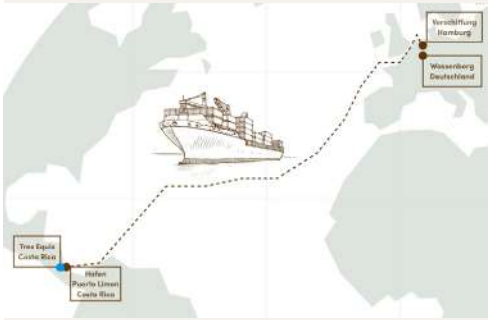
Anno di progetto:
2020 - feb 2023

Luogo:
Erkelenz, Germania

Progettisti:
TIN INN GmbH

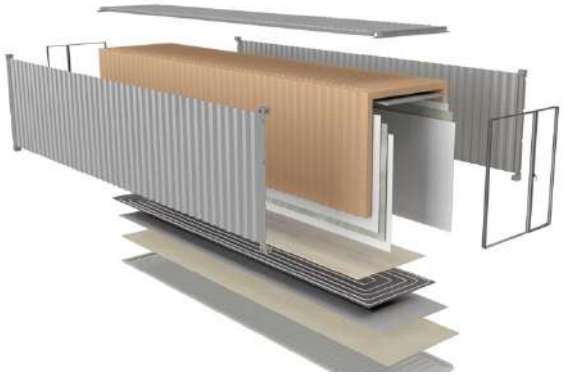
Azienda patner:
Containerwerk eins BmbH

Numero moduli:
15 container da 20 e 40 piedi



Obbiettivo: l'obiettivo primario è **offrire un'ospitalità sostenibile, funzionale e completamente digitalizzata**, ottimizzando il ritorno sull'investimento grazie a tempi di realizzazione estremamente ridotti (soli 3-4 mesi) e all'abbattimento dei costi operativi tramite l'automazione.

Iniziativa: nasce da una **visione imprenditoriale privata** (promossa dalla TIN INN Holding AG) finalizzata a rivoluzionare il settore del budget hospitality attraverso l'industrializzazione del processo edilizio[3].

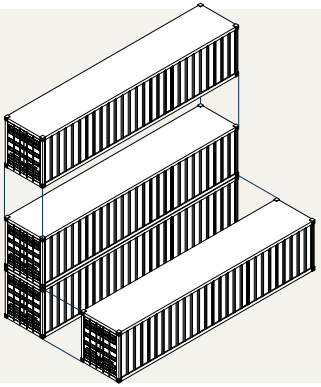


Esploso di un modulo
Fonte: TIN INN. (2023). TIN INN: The ideal micro building concept [formato pdf]

(a sinistra) Timelapse della costruzione
Fonte: https://www.containerwerk.com/projekte/hotel-wohnen-auf-zeit/tin-inn-hotel/

AGGREGAZIONE: LINEARE - MULTIPIANO

I container sono stati aggregati sia orizzontalmente che verticalmente su tre livelli, andando a comporre un corpo di fabbrica compatto che ottimizza la densità ricettiva del lotto. Questa configurazione modulare ha garantito la massima scalabilità del modello "Tin Inn", permettendo di distribuire le 20 unità abitative (singole e doppie) in modo estremamente efficiente.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Pianta tipo piano primo
Fonte: TIN INN. (2023). TIN INN: The ideal micro building concept [formato pdf]

Pianta tipo piano secondo
Fonte: TIN INN. (2023). TIN INN: The ideal micro building concept [formato pdf]

Coerentemente con i principi del DfD, l'hotel è stato prefabbricato off-site e assemblato in pochi giorni. La modularità dei container ISO permette non solo una rapida scalabilità (un hotel può essere completato in circa tre mesi), ma anche la totale reversibilità dell'opera, che può essere smontata e ricollocata in altri siti. Il complesso è constituito da 15 unità (5 per piano disposti su 3 piani fuori terra più i sistemi di servizio e distribuzione)[2].

Copertura
Fonte: https://www.containerwerk.com/projekte/hotel-wohnen-auf-zeit/tin-inn-hotel/

1 https://www.containerwerk.com/projekte/hotel-wohnen-auf-zeit/tin-inn-hotel/ [consultato a Gennaio 2026]
2 https://www.design-bestseller.de/blog/tin-inn-ueber-nachten-im-container/ [consultato a Gennaio 2026]
3 TIN INN. (2023). TIN INN: The ideal micro building concept [formato pdf]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

il frazionamento interno dei moduli consente di variare la configurazione tra camere singole e doppie senza intervenire sul guscio strutturale

Pianta piano terra
Fonte: TIN INN. (2023). TIN INN: The ideal micro building concept [formato pdf]

l'impiego di pareti interne a secco e di un'impiantistica centralizzata semplificata permette la futura trasformazione

i nodi di aggancio strutturale e le dorsali impiantistiche esterne sono stati progettati per essere facilmente ispezionabili e disaccoppiabili

separazione stratigrafica

A↔B

utilizzo di connessioni meccaniche e giunti bullonati

all'interno, l'impiego di materiali come il bambù e tessuti riciclati evita trattamenti superficiali permanenti, favorendo una separazione netta tra finitura e supporto strutturale

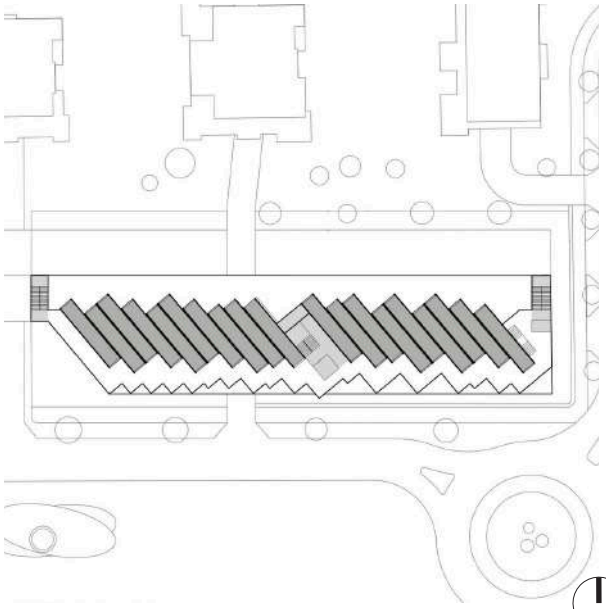
Il sistema di impilamento standardizzato ISO facilita l'aggiunta di nuovi livelli o ali laterali

Dock Inn Hostel di Warnemünde
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/

DOCK INN HOSTEL

07

Dock-Inn rappresenta il primo ostello di upcycling in Germania. Situato in prossimità del porto e al cantiere navale di Warnemünde è stato progettato da Kinzo nel 2017. L'architetto si è occupato di progettare gli interni, e una varietà di alloggi autoportanti grazie all'uso dei container. A differenza dei modelli alberghieri tradizionali, il Dock-Inn presenta camere doppie, dormitori per gruppi, spazi co-working e aree sociali: i moduli vengono sapientemente accostati, impilati e modificati per creare tali spazi anche a doppia altezza (la hall per esempio). Questa funzione ibrida richiede un'organizzazione spaziale complessa, dove il container non è solo una cellula isolata ma parte di un sistema sociale[1].



Planimetria generale
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-ho-

FUNZIONE D'USO:
Turistico-ricettiva

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata-commerciale

Anno di progetto:
2017

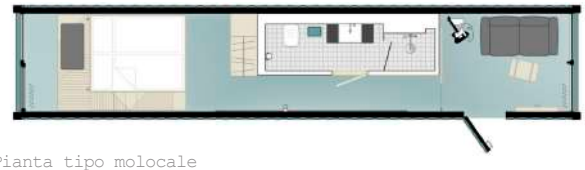
Luogo:
Warnemünde, Germania

Progettisti:
Holzer Kobler Architekturen (architettura) e Kinzo Architekten (interior design)

Azienda patner:
partner locali specializzati nella carpenteria metallica navale del porto di Rostock

Numero moduli:
64 container da 40 piedi

Superficie:
4500.0 m^2



Pianta tipo molocale
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/

Pianta tipo bilocale
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/

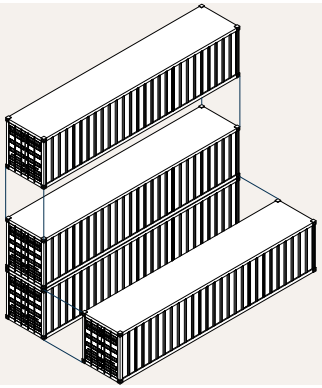
Obbiettivo: si tratta di un'**operazione di brand identity** circolare. L'obiettivo è attrarre un target giovane e consapevole, trasformando il container da scarto logistico a simbolo di uno stile di vita urbano e sostenibile. La logica del progetto è ridurre drasticamente l'uso del suolo; per far ciò vengono riutilizzati componenti industriali tipici del paesaggio locale, elevandone l'energia grigia.

Iniziativa: nasce da una volontà privata di creare il **primo ostello di design della Germania**. Gli stessi container utilizzati per la sua realizzazione dialogano con la vita di mare precedente, derivando dall'area cantieristica di Rostock-Warnemünde[2].

Immagini dell'interno
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/

AGGREGAZIONE:
MULTIPIANO con disallineamenti

L'aggregazione non è una semplice pila di moduli, ma una composizione dinamica che alterna accostamenti paralleli a sfalsamenti strategici per creare terrazze e ampi volumi interni a doppia o tripla altezza (come nella hall principale).



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Il design degli interni cattura il fascino grezzo dell'ambiente, l'aspetto industriale del porto si abbina in modo giocoso a una noncuranza urbana e a un'atmosfera marittima. Due contenitori marini saldati insieme creano dormitori da 8 letti con aree soggiorno e notte separate, oltre a due bagni e armadietti[1].

Immagine dell'interno, spazio comune
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/

La rimozione massiva delle pareti laterali e dei pavimenti in punti specifici ha permesso di fondere i moduli in macro-spazi fluidi. L'impiantistica è stata sapientemente celata in cavedi tecnici ricavati tra i moduli, seguendo una logica di prefabbricazione spinta che ha permesso di installare i blocchi bagno già completi all'interno delle unità prima del montaggio finale.

1 Kinzo. (s.d.). DOCK INN. https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/ [ultima consultazione Febbraio 2026]
2 Holzer Kobler Architekturen, & Kinzo. (2019, 12 luglio). Design Hostel. ArchDaily. https://www.archdaily.com/920874/design-hostel-holzer-kobler-architekturen-plus-kinzo-architekten [ultima consultazione Febbraio 2026]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

layout modulare che permette di riconfigurare facilmente la proporzione tra camere private e dormitori collettivi

Vista cellula
Fonte: https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/

struttura portante in acciaio e le pareti divisorie a secco consentono una futura trasformazione del complesso

la natura modulare del sistema costruttivo permette l'aggiunta di nuove ali o servizi sul tetto

i punti di fissaggio sono integrati nel design e facilmente raggiungibili

funge da asset immobiliare flessibile che può essere rivenduto come "prodotto architettonico finito"

il sistema di facciata e le sovrastrutture metalliche esterne sono disaccoppiati dai container

le superfici interne dei container sono state parzialmente lasciate a vista

facile logistica di smaltimento o ricollocamento, potendo utilizzare le infrastrutture portuali adiacenti per il trasporto dei moduli via mare o ferrovia

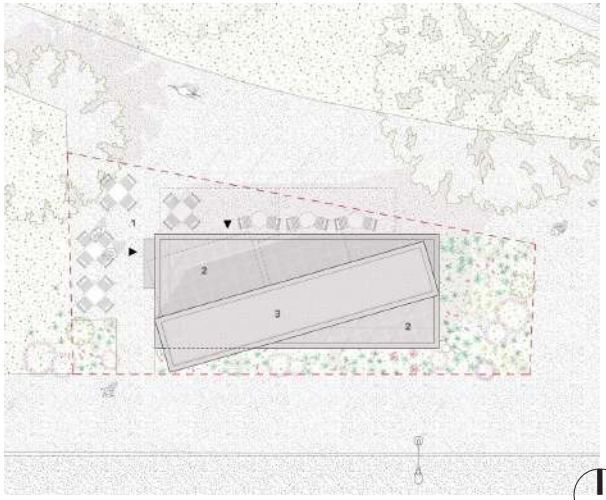
Cafè Contajner di Praga
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

CAFÈ KONTEJNER

08

L'edificio è situato nel cuore di Praga. Ospita una caffetteria con spazio espositivo al piano superiore. Questa doppia funzione richiede l'uso sapiente dei flussi e della luce. Mentre il piano terra è permeabile e si apre all'esterno per mezzo di generose aperture, il piano superiore sfrutta la linearità del container per creare un percorso visivo. Il modulo stesso costituisce una tenda ottica e acustica che mitiga l'ambiente al silenzio del parco.

Concepito per garantire continuità operativa in ogni stagione, l'ambiente integra sistemi tecnologici avanzati, dal riscaldamento radiante a pavimento a un efficiente impianto di condizionamento. La ventilazione meccanica è affidata a condotte spiro-pipe lasciate a vista; tali elementi, oltre ad assolvere alla funzione tecnica, fungono da componente architettonica centrale, consolidando il linguaggio estetico industriale degli interni[1].



Planimetria generale
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

FUNZIONE D'USO:
Caffetteria-galleria

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata di tipo sperimentale

Anno di progetto:
2021

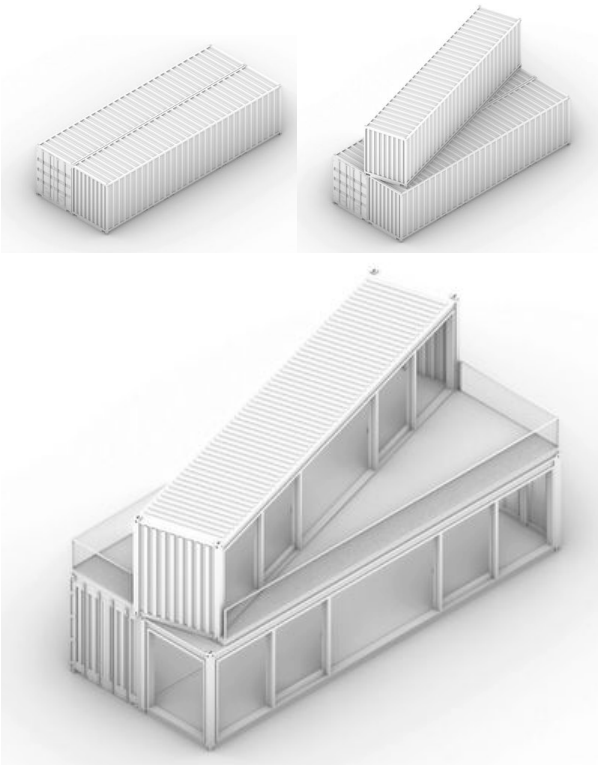
Luogo:
Praga, Repubblica Ceca

Progettisti:
Collarch

Clienti:
B&M Gastro s.r.o

Numero moduli:
3 container da 40 piedi

Superficie:
90.0 m^2



1.uso di container marittimi dismessi - 2.creazione di un piano aggiuntivo - 3.facciata aperta che connette l'interno con l'esterno

Concept di progetto
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

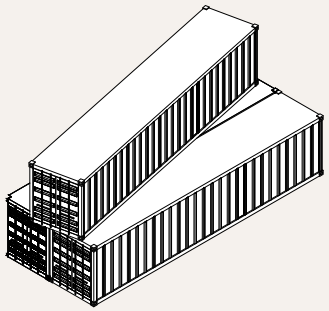
Obbiettivo: **attivare un lotto urbano in attesa** con un edificio temporaneo totalmente reversibile. Espressione genuina del quartiere industriale di Holešovice, l'edificio non impegna il suolo in modo definitivo.

Iniziativa: nasce da una **committenza privata con finalità di rigenerazione urbana temporanea**. Si tratta di un'operazione di placemaking dove il recupero di unità EOL funge da magnete sociale, trasformando un "non-luogo" in un punto di riferimento per la comunità creativa di Praga[1].

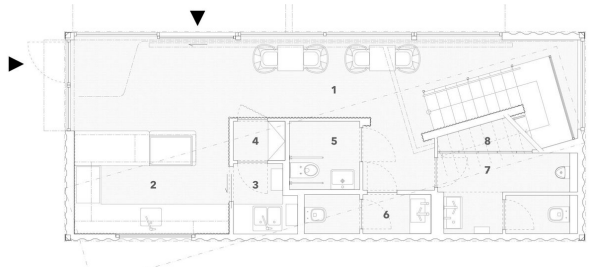
Elemento di collegamento tra i due livelli.
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

AGGREGAZIONE:
SINGOLO irregolare

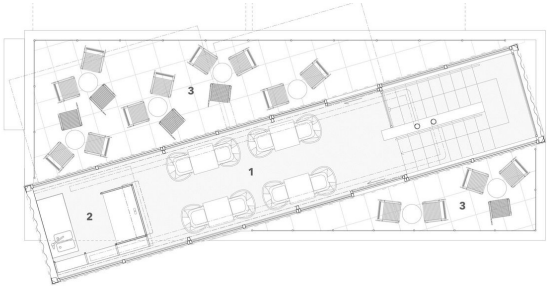
La struttura rompe la logica ortogonale del container attraverso la rotazione e lo sbalzo del modulo superiore. Questa scelta è fondamentale per generare un landmark iconico che, richiamando la lettera 'K', funge da osservatorio panoramico sul parco.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Pianta piano terra
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner



Pianta piano primo
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

L'irregolarità è inoltre funzionale alla sostenibilità contestuale, in quanto la massa sfalsata agisce da tenda acustica e ottica per proteggere l'area circostante, mentre lo sbalzo contribuisce all'ombreggiamento passivo delle vetrate sottostanti[1].

Irregolarità geometriche che funge da tenda acustica.
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

1 https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner [ultima consultazione Giugno 2025].
2 video: https://www.youtube.com/watch?v=WZ0dvc2RBzU

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

lo spazio interno della galleria al primo piano, privo di pilastri, può essere rapidamente riconfigurato

il sistema di partizioni leggere e l'impiantistica a vista permettono di trasformare l'area

i nodi strutturali sono stati lasciati accessibili o protetti da elementi facilmente amovibili

A↔B connessioni meccaniche bullonate e twist-lock standard

la struttura a due piani offre due aree bar, bagni e un locale tecnico, rendendola un'unità commerciale autonoma e funzionale

l'originalità della lamiera viene esaltata. L'uso di ampie vetrate "apre" la struttura all'ambiente circostante, lasciando a vista la natura originale e "ammaccata" dei moduli

Dettagli lamiera, impianti
Fonte: https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner

il riutilizzo dei container non è solo economico, ma è parte integrante del racconto e dell'identità del brand del caffè (il logo a forma di 'K' di container impilati)

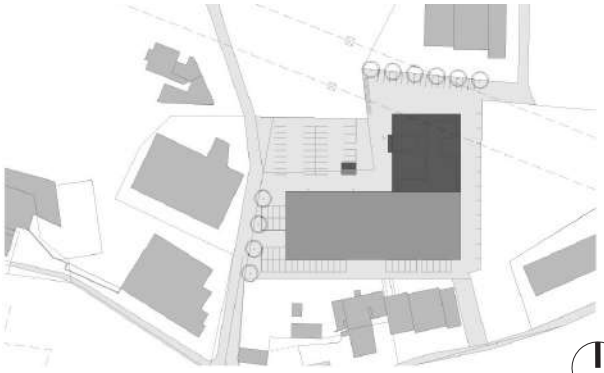
Port Franc di Sion
Fonte: https://www.sf-ar.ch/architect/port-franc-concert-hall-sion-509.html

PORT FRANC

09

Il centro di musica contemporanea Le Port Franc a Sion rappresenta un intervento esemplare di rifunzionalizzazione, **trasformando un volume industriale dismesso** in un'infrastruttura culturale d'avanguardia. Il riuso di container in questo progetto definisce un complesso di funzioni: una sala concerti da 400 posti, studi di registrazione, sale prova, uffici e aree bar. Il container non soltanto contribuisce a ridurre le tempistiche esecutive, ma si adopera come dispositivo per il confinamento dei rumori: la scocca metallica viene opportunatamente integrata con stratigrafie isolanti.

La collocazione strategica in zona industriale risolve alla radice le criticità legate alle emissioni sonore notturne, mentre la robustezza dei materiali garantisce longevità e sicurezza. In questo contesto, l'estetica del recupero diventa un vero manifesto architettonico, conferendo al polo un'identità visiva potente, coerente e alternativa[1].



Planimetria generale
Fonte: https://www.sf-ar.ch/architect/port-franc-concert-hall-sion-509.html

FUNZIONE D'USO:
Centro di musica contemporanea

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblico-istituzionale

Anno di progetto:
2014-2015

Luogo:
Sion, Svizzera

Progettisti:
Savioz fabrizzi Architects

Clienti:
Città di Sion

Numero moduli:
oltre 40 container da 20 e 40 piedi

Vista dell'esterno
Fonte: https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/

Sotto il profilo architettonico, la sfida è stata vinta attraverso la concezione di una 'città nella città': all'interno del grande hangar preesistente, i moduli definiscono una trama di strade interne e piazze coperte, elevando una funzione puramente tecnica a esperienza spaziale urbana stimolante per la comunità artistica[1].

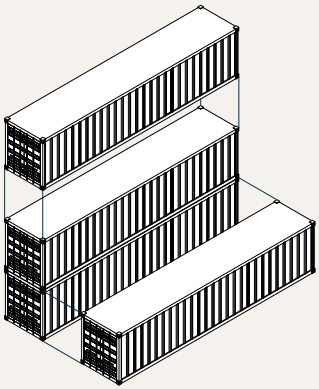
Obbiettivo: la logica del progetto risiede nel **riuso adattivo a più livelli**: non solo si recupera un edificio dismesso, ma si utilizzano container EOL per colonizzarne lo spazio interno. Questa scelta è dettata da una pragmatica efficienza economica e tecnica: i moduli offrono una soluzione immediata per creare volumi isolati acusticamente all'interno di un grande hangar, riducendo i costi di costruzione tradizionale e permettendo un cantiere "a secco" rapido e pulito

Iniziativa: è di natura **pubblico-istituzionale** (promossa dalla Città di Sion) e nasce dalla **necessità di dotare la comunità giovanile di un centro per la musica contemporanea** riqualificando **un ex magazzino militare/industriale**[1].

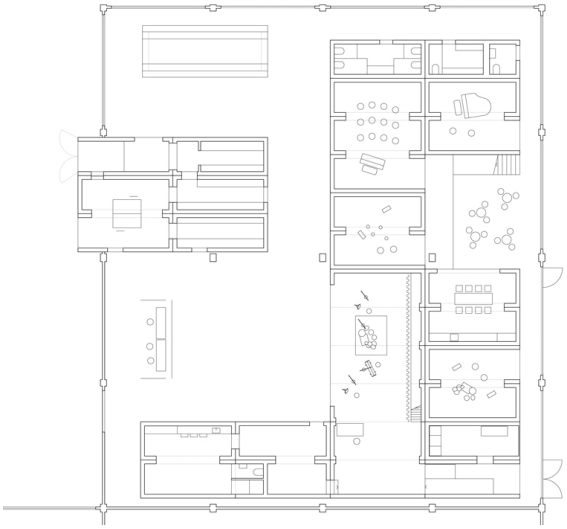
Vista dell'interno
Fonte: https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

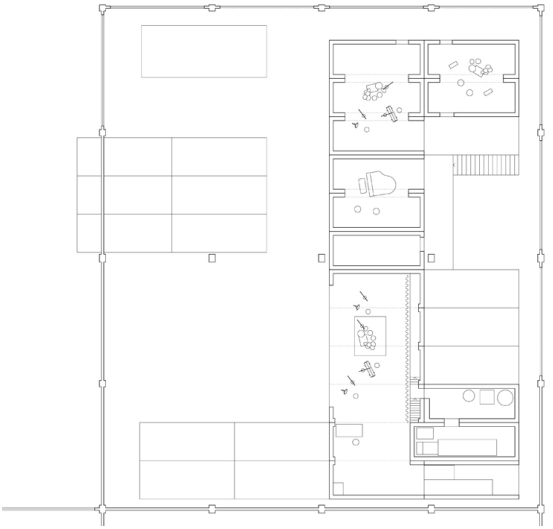
La scelta stata dettata dalla necessità di massimizzare lo spazio verticale e la superficie utile all'interno del volume limitato del capannone industriale esistente. L'impilamento ha consentito la creazione di diversi livelli (come passaggi al secondo piano, logge, camerini e sale prova separate), definendo in modo netto le diverse funzioni del centro musicale (sala concerti, bar, aree di supporto).



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Pianta del piano terra
Fonte: https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/



Pianta del piano tipo
Fonte: https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/

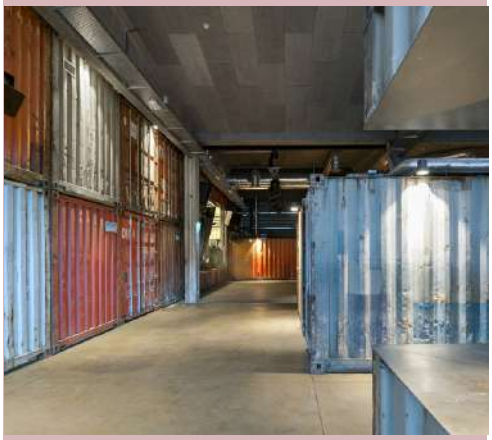
1 Savioz Fabrizzi Architectes. (s.d.). Le Port Franc. Architonic < https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/ > [ultima consultazionea Ottobre 2025]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

ogni container-sala prova può essere riorganizzato internamente con trattamenti acustici differenti per ospitare generi musicali diversi

poiché i moduli non sono esposti agli agenti atmosferici, la loro trasformazione in uffici o laboratori creativi è estremamente semplice

la superficie residua all'interno dell'hangar permette l'aggiunta di ulteriori moduli



Spazio interno
Fonte: https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/

i punti di fissaggio meccanico sono facilmente raggiungibili dai camminamenti interni

A↔B il sistema è totalmente reversibile

l'uso di unità standard facilita la movimentazione interna tramite carrelli elevatori e transpallet pesanti

l'originalità dei container è spesso mantenuta

il Port Franc rappresenta un modello di "immobile flessibile"

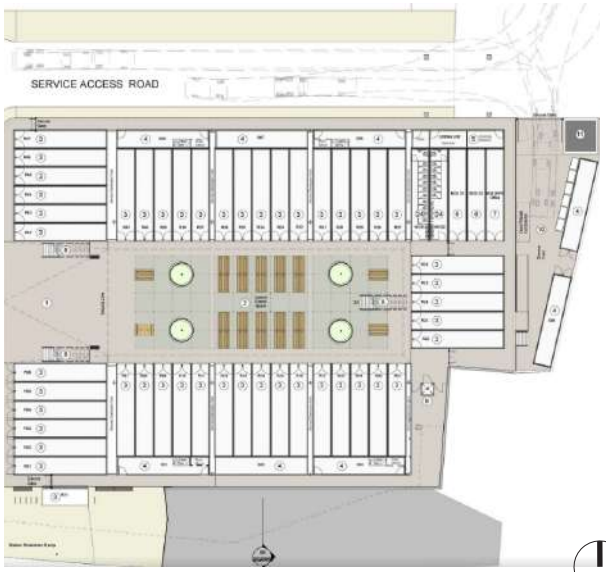
Boxparc di Croydon
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

BOXPARC

10

L'intervento si inserisce all'interno del settore del retail e della ristorazione (food & beverage). Lo schema distributivo prevede al piano terra i negozi più piccoli e al piano superiore le aree ristoro. Queste ultime si completano con un'ampia terrazza comune. La funzione in questo progetto ha un ruolo rilevante, in quanto articola lo spazio esibendolo come galleria commerciale all'aperto.

La sfida tecnica è stata la standardizzazione degli impianti per permettere il rapido turnover dei tenant (affittuari), mantenendo un'identità estetica coerente e industriale. Il cortile centrale, sormontato da un'ampia copertura in acciaio, non solo protegge dalle intemperie, ma trasforma l'aggregazione in un'unica e coerente piazza pubblica e arena per eventi (un'area da 2.000 persone)[1].



Planimetria generale
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

FUNZIONE D'USO:
Mercato alimentare

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata

Anno di progetto:
2016

Luogo:
Croydon, Regno Unito

Progettisti:
Studio BDP

Azienda patner:
Boxpark Ltd

Numero moduli:
96 container vari

Superficie:
2622.0 m^2

Vista dell'interno
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

Obbiettivo: **trasformare un lotto urbano temporaneamente inutilizzato** (precedentemente occupato dai binari ferroviari della stazione di Shoreditch High Street) in un polo di attrazione per il retail e lo street food.

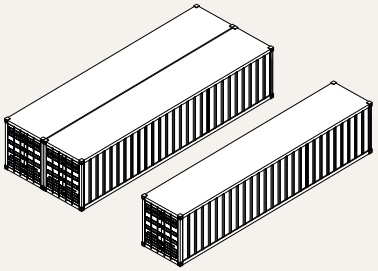
Iniziativa: è di natura privata-commerciale. Il progetto risponde alla volontà di avere una soluzione temporanea in cui la vendita al dettaglio viene distribuita su spazi flessibili e pronti a diverse declinazioni di funzione. Boxparc presenta una struttura pensata per essere smontata totalmente e ricollocata altrove al termine della concessione del suolo[1].

Vista dell'esterno
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

Vista dell'esterno
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

La scelta di impilare 96 container su due piani massimizza la densità commerciale in un lotto urbano (un'efficace versatilità), fornendo allo stesso tempo due livelli di accesso e visibilità per i 42 punti vendita.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Concept
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

I container sono organizzati in due lunghe file contrapposte che creano una “strada interna” pedonale al piano terra. L’aggregazione è estremamente razionale e ortogonale. Per connettere le unità e permettere l’accesso pubblico, è stata rimossa la testata di ogni container, mentre i moduli del piano superiore sono stati leggermente sfalsati per creare corridoi di distribuzione e balconate. Questa configurazione massimizza l’efficienza spaziale e la visibilità delle vetrine, integrando gli impianti in canali tecnici che corrono lungo il perimetro superiore dei container, facilitando gli allacciamenti-plug-and-play per i nuovi negozi[1].

Vista spazio tra i moduli
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

1 BDP. (s.d.). Boxpark Croydon < https://www.bdp.com/en/projects/boxpark-croydon/ > [ultima consultazione Novembre 2025]
2 **video**: https://www.youtube.com/watch?v=iOZ57SK0JOA

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

ogni modulo commerciale può essere riallestito internamente in pochi giorni grazie a finiture a secco e arredi modulari

la linearità dell’aggregazione consente di unire due o più moduli rimuovendo le pareti laterali

il sistema è intrinsecamente scalabile; il modello Boxpark è stato infatti replicato in altri siti (Wembley) aggiungendo o riducendo il numero di moduli in base alla superficie del lotto disponibile

i connettori strutturali e i punti di giunzione impiantistica sono stati mantenuti accessibili

A↔B

ogni container è collegato meccanicamente e l’intera struttura poggia su fondamenta superficiali

l’estetica originale dei container neri è mantenuta con trattamenti protettivi standard, minimizzando l’uso di rivestimenti chimici complessi

Boxpark supporta il modello di “architettura come servizio” e asset mobile

Vista dell’esterno
Fonte: https://www.bdp.com/uk/projects/boxpark-croydon

Brwhouse di Berlino
Fonte: https://graftlab.com/en/projects/brlo-brwhouse

BRLO BRWHOUSE

11

Il complesso integra sotto lo stesso tetto (o meglio, negli stessi moduli) un birrificio artigianale, un ristorante, un bar, spazi per eventi e uffici amministrativi. Questa **varietà funzionale** impone requisiti tecnici divergenti: da un lato, la necessità di carichi pesanti e impermeabilizzazione per i serbatoi di fermentazione del birrificio; dall'altro, la ricerca di un comfort acustico e termico per i clienti del ristorante. Il modulo container risulta qui essere una risorsa versatile, capace di adattarsi alle diverse esigenze anche in termini di macchinari da ospitare (cisterne e impianti di ventilazione). A questo proposito gli impianti necessari alla produzione di birra o per i sistemi di filtraggio vengono sapientemente integrati orizzontalmente tra i container. In caso di trasferimento, i moduli e le loro addizioni impiantistiche possono essere rapidamente disaccoppiati[1].

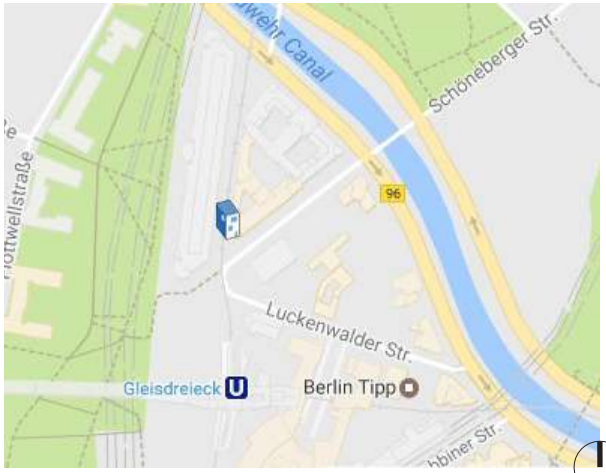


Immagine Google Maps
Fonte: https://www.archdaily.com/870209/brlo-brwhouse-graft-gesellschaft-von-architekten

FUNZIONE D'USO:
Commerciale, ricreativa, produttiva

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata

Anno di progetto:
2016

Luogo:
Berlino, Germania

Progettisti:
Graft Architects

Clienti:
Braukunst Berlin GmbH

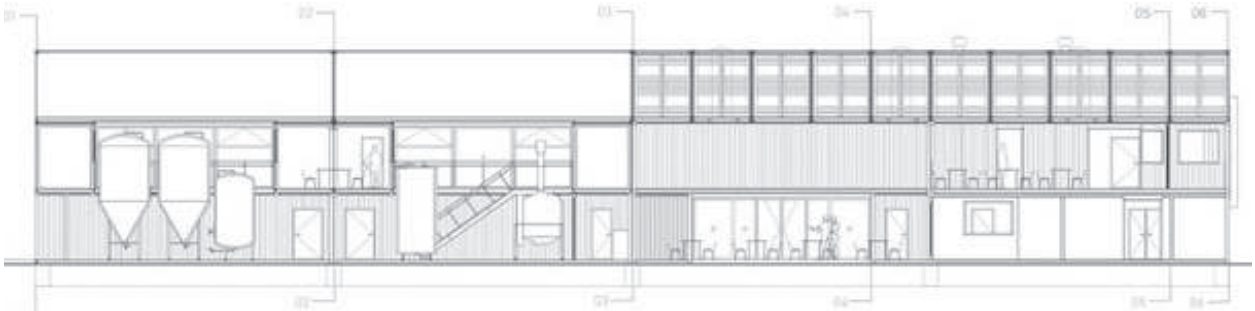
Numero moduli:
oltre 30 container da 40 piedi

Superficie:
600.0 m^2

Edificio nel contesto
Fonte https://graftlab.com/en/projects/brlo-brwhouse

Le pareti esterne sono rivestite uniformemente con una finitura scura che maschera la natura dei singoli container, facendoli apparire come un unico organismo architettonico[2].

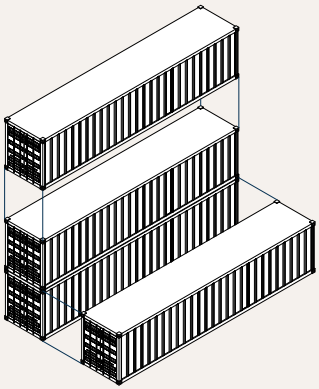
Obbiettivo: creare una "casa della birra" che fosse mobile e temporanea. La logica è quella dell'**asset mobile**: l'intero birrificio è concepito come una struttura "prendi e porta via" che può essere smontata e rimontata in una nuova location se il terreno dovesse cambiare destinazione d'uso (edificio come macchinario). Questo approccio riduce il rischio di investimento immobiliare e sposa i valori di innovazione e sostenibilità del brand.
Iniziativa: nasce da una **visione privata-imprenditoriale** (il brand di birra BRLO). La scelta della cargotecture è stata dettata dalla posizione strategica nel Parco Gleisdreieck, **un'area urbana soggetta a trasformazioni e con contratti di locazione a termine**[1].



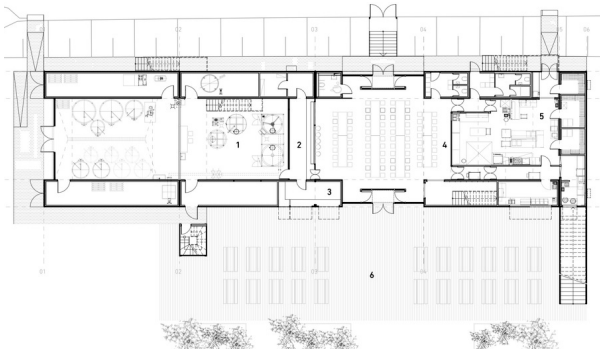
Sezione longitudinale
Fonte: https://www.archdaily.com/870209/brlo-brwhouse-graft-gesellschaft-von-architekten

AGGREGAZIONE:
MULTIPIANO con irregolarità

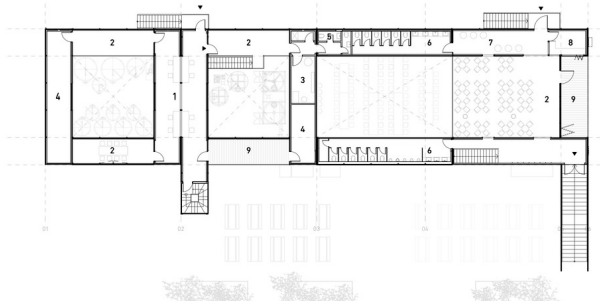
I moduli sono aggregati in un volume compatto e scultoreo disposto su tre livelli. L'aggregazione segue una logica a "blocchi funzionali": i container sono impilati per creare una grande sala centrale a doppia altezza (ottenuta rimuovendo i soffitti e i pavimenti dei moduli centrali) che funge da cuore pulsante del progetto.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Pianta del piano terra
Fonte https://www.archdaily.com/870209/brlo-brwhouse-graft-gesellschaft-von-architekten



Pianta del piano primo
Fonte https://www.archdaily.com/870209/brlo-brwhouse-graft-gesellschaft-von-architekten

Vista dello spazio intercluso tra i moduli.
Fonte https://graftlab.com/en/projects/brlo-brwhouse

1 Graft Architects. (2017, 24 luglio). BRLO BRWHOUSE. ArchDaily. < https://www.archdaily.com/876357/brlo-brwhouse-graft-architects > [ultima consultazione Ottobre 2025]
2 GRAFT. (s.d.). BRLO Brwhouse < https://graftlab.com/projects/brlo-brwhouse > [ultima consultazione Ottobre 2025]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

la struttura interna è progettata per consentire il riposizionamento dei serbatoi o la riconfigurazione dell'area bar senza alterare la maglia strutturale

qualora la produzione di birra dovesse cessare, le aree produttive possono essere facilmente convertite in ulteriori spazi retail o laboratori artigianali

la natura modulare permette di aggiungere nuove "ali" al birrificio

i punti di giunzione sono stati mappati e mantenuti ispezionabili, riducendo i tempi di smontaggio previsti a poche settimane

BRLO è progettato come un kit di montaggio; ogni container è fissato con giunti bullonati

l'acciaio dei container è protetto da una vernice resistente ma semplice, che non compromette la possibilità di rifondere o rifabbricare il materiale a fine vita

il valore dell'edificio non è nel terreno, ma nell'hardware (i container e gli impianti) che rimane di proprietà dell'azienda indipendentemente dalla location

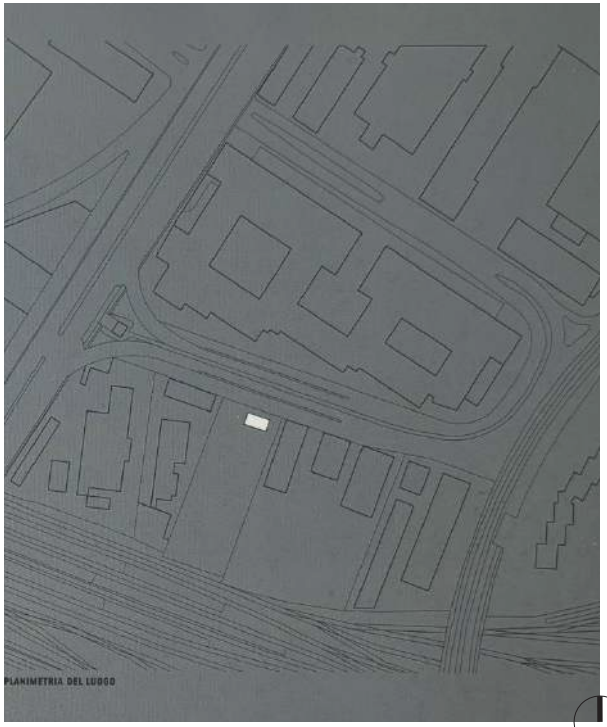
Vista dell'esterno
Fonte: https://www.archdaily.com/870209/brlo-brwhouse-graft-gesellschaft-von-architekten

Freitag Shop di Zurigo
Fonte: https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/

FREITAG FLAGSHIP STORE

12

Il Freitag Flagship Store (noto come Freitag Tower) è un edificio commerciale iconico, composto da 19 container marittimi riciclati impilati verticalmente, raggiungendo i 26 metri di altezza. È stato concepito come la manifestazione fisica della filosofia del marchio Freitag (riutilizzo di teloni di camion) e un landmark urbano stabile. Si sviluppa su quattro livelli di vendita, mentre i piani superiori della torre sono dedicati allo stoccaggio e, sulla sommità, a una terrazza panoramica aperta al pubblico[1].



Planimetria generale
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.91). Links Books

FUNZIONE D'USO:
Negozio

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata-commerciale

Anno di progetto:
2005

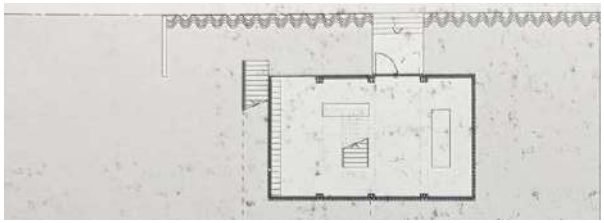
Luogo:
Zurigo, Svizzera

Progettisti:
Spillmann Echsle Architekten AG

Clienti:
Freitag Lab A. G.

Numero moduli:
19 container da 20 piedi

Vista della fase di assemblaggio
Fonte: https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/

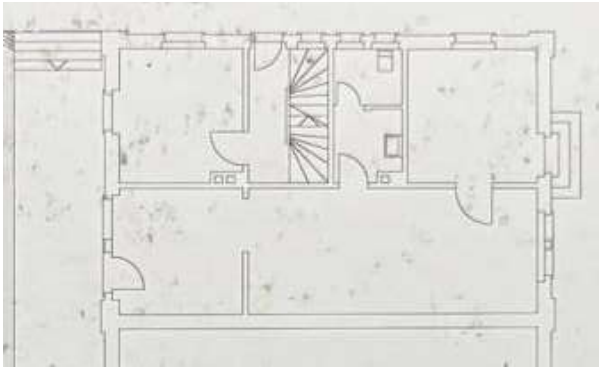


Pianta piano terra
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.91). Links Books

Lo spazio è una sequenza di "cubi" distinti collegati da scale esterne o interne. All'interno il singolo container è valorizzato da tagli e aperture che bilanciano la ristrettezza del modulo e garantiscono l'illuminazione[2].

Obbiettivo: necessità del brand Freitag di avere una sede che rispecchiasse visivamente i propri valori di economia circolare e riuso. Poiché le borse Freitag sono fatte di materiali recuperati, il negozio doveva rispettare la medesima logica. È per valenza e coerenza identitaria che questa sede commerciale è stata realizzata con unità logistiche rifunzionalizzate.

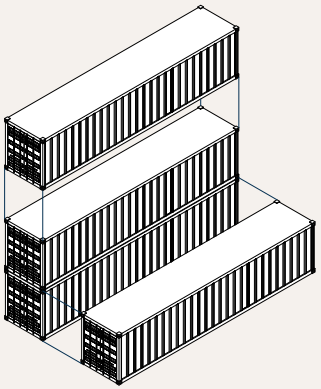
Iniziativa: è di natura privata-commerciale. Si è voluto creare una torre iconica impilando i container tra loro affinché lo stesso edificio funga da punto di riferimento urbano. Posto infatti nella zona industriale e ferroviaria di Zurigo celebra il carattere logistico del sito[1].



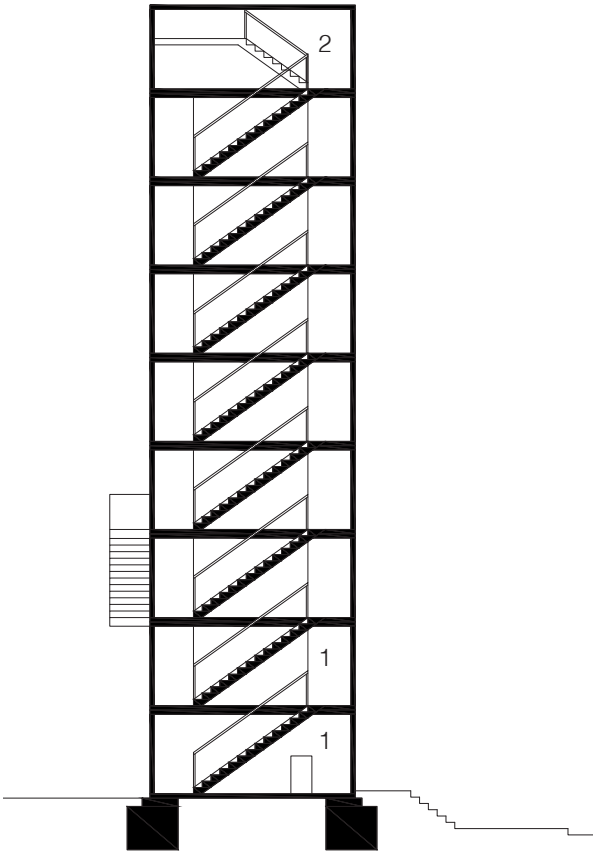
Pianta piano primo
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.91). Links Books

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO a torre

La sovrapposizione di container nasce qui da un'esigenza filosofica: il negozio di borse in tessuti riciclati deve rispecchiare in modo radicale e riconoscibile il carattere upcycled del marchio Freitag. L'edificio funge da manifesto della sostenibilità, un punto di riferimento iconico (landmark) per la città.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



1 commercio-esposizione - 2 piattaforma panoramica pubblica

Sezione longitudinale
Rielaborazione a cura della candidata
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.92). Links Books

1 Kotnik Jure (2008). Container architecture. Links, pp.91-91 < https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/ > [ultima consultazione Maggio 2025]
2 BBZ Landschaftsarchitekten. (s.d.). Freitag Flagship Store, Zürich < https://bbz.ch/en/projects/freitag-flagship-store-zurich/ > [ultima consultazione Maggio 2025]
3 spillmann echsle architekten ag. (s.d.). Flagship Store Freitag. Architizer < https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/ > [ultima consultazione Maggio 2025]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

gli interni sono minimalisti e basati su scaffalature modulari che possono essere riorganizzate senza toccare la struttura portante

sebbene sia un'icona del retail, la struttura interna potrebbe essere convertita in un osservatorio urbano con minimi adeguamenti impiantistici

la natura modulare ha permesso, in fase di progetto, di definire l'altezza della torre

i nodi strutturali critici sono stati mantenuti ispezionabili per garantire la sicurezza

A↔B connessioni totalmente reversibili

la ruggine e i loghi originali delle compagnie di spedizione sono stati preservati, evitando verniciature chimiche

Freitag utilizza l'edificio come un asset di marketing vivente, dimostrando che il valore del materiale (acciaio) e della struttura può superare quello di una costruzione tradizionale in cemento

Vista dell'interno
Fonte: https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/

Unionkul Stack I di Copenaghen
Fonte: https://arcgency.com/unionkul-stack-i

UNIONKUL STACK I

13

Il progetto Unionkul Stack I, concepito dallo studio Arcgency, rappresenta una delle sperimentazioni più avanzate di architettura modulare terziaria di Nordhavnen, a Copenaghen. L'edificio è situato nella zona portuale del distretto. Quest'area è in fase di rigenerazione per diventare un quartiere cittadino: residenze, uffici, società creative e start-up. In questo caso la nuova architettura ospita uffici. La luce naturale entra grazie a generose aperture, la struttura dei container definisce gli spazi più chiusi (quali sale riunioni e servizi), mentre gli spazi intermedi costituiscono i passaggi e le aree di lavoro. L'ambiente risulta quindi essere dinamico e arioso.

Nonostante la natura metallica dell'involucro, il comfort interno è garantito da soluzioni tecnologiche di alto profilo.

Immagine ricavata con Google Earth

FUNZIONE D'USO:
Uffici - Co working

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Privata

Anno di progetto:
2015

Luogo:
Nordhavnen, Copenaghen, Danimarca

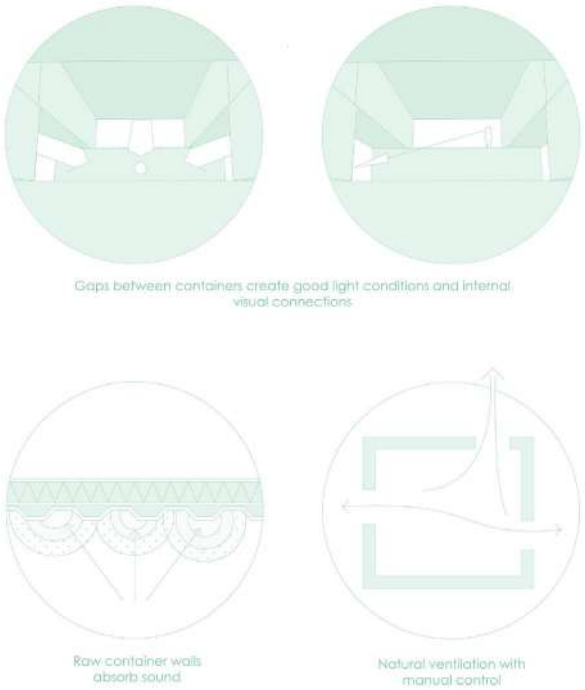
Progettisti:
Arcgency

Azienda patner:
Unionkul Development

Numero moduli:
5 container da 40 piedi

Superficie:
660.0 m^2

Costo:
euro 800/mq



Dettagli del concept progettuale
Fonte: https://arcgency.com/unionkul-stack-i

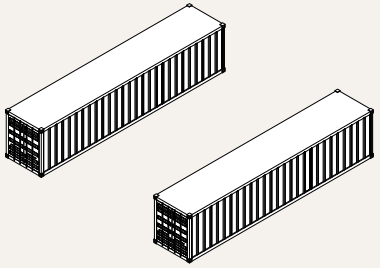
Le pareti interne sono rivestite con pannelli isolanti spessi, mantenendo però a vista la texture grezza e ondulata del container in punti strategici per preservarne l'identità visiva[2].

Obbiettivo: rispondere alla domanda di spazi di lavoro flessibili in un'area portuale in rapida trasformazione (Nordhavn). Il progetto vuole dimostrare come anche elementi semplici e industriali quali i container usati possano diventare uffici confortevoli. L'estetica appaga la vista così come gli standard di comfort che sono elevati. Inoltre, l'edificio è stato pensato per occupare il sito temporaneamente; in un secondo momento il complesso potrà essere spostato e adattato seguendo la crescita urbanistica della zona. Attraverso l'upcycling si minimizza l'energia grigia.
Iniziativa: è di natura privata-commerciale[1].

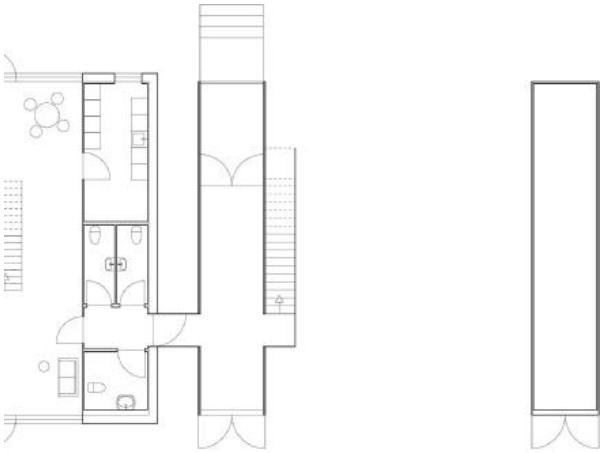
Vista dell'esterno
Fonte: https://arcgency.com/unionkul-stack-i

AGGREGAZIONE: A CORTE

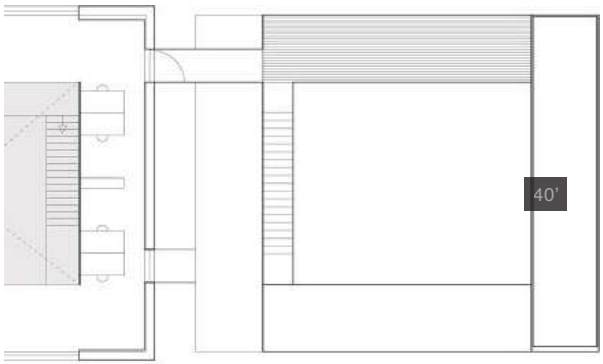
La motivazione per l'aggregazione a corte aperta risiede nell'ottimizzazione degli spazi di lavoro flessibili, utilizzando la corte centrale come open space primario massimizzando così l'ingresso di luce naturale. Diverse tipologie spaziali: spazi all'interno dei container e spazi creati tra i container, come aree comuni e di circolazione.



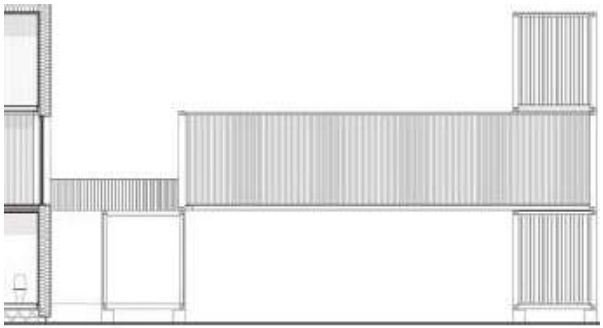
(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Pianta piano primo
Fonte: https://arcgency.com/unionkul-stack-i



Pianta piano secondo
Fonte: https://arcgency.com/unionkul-stack-i



Prospetto
Fonte: https://arcgency.com/unionkul-stack-i

1 Arcgency. (2015). Unionkul Stack I < https://arcgency.com/unionkul-stack-i > [ultima consultazione Gennaio 2026]
2 Arcgency. (s.d.). Unionkul Stack I. Divisare < https://divisare.com/projects/330366-arcgency-rasmus-hjortshoj-unionkul-stack-i > [ultima consultazione Gennaio 2026]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

le pareti interne non strutturali possono essere rimosse o riposizionate per cambiare la dimensione degli uffici in base al numero di dipendenti

Viste dell'interno
Fonti: https://arcgency.com/unionkul-stack-i

il sistema impiantistico a vista e la maglia strutturale flessibile permettono di convertirlo in futuro

la struttura è concepita come un sistema aperto; la predisposizione dei collegamenti strutturali sul tetto consente l'aggiunta di un ulteriore piano di moduli senza compromettere la stabilità del complesso

i nodi strutturali critici sono stati lasciati accessibili dietro pannelli ispezionabili

A↔B ogni connessione tra container e tra container e fondazione è meccanica

lo strato di isolamento esterno è progettato come una "pelle" indipendente

all'interno, le pareti dei container sono state lasciate grezze o dipinte con vernici all'acqua, riducendo l'uso di cartongesso e colle permanenti

Arcgency ha progettato l'edificio come un "Material Bank"; il valore residuo dell'acciaio e dei componenti modulari è garantito dalla facilità di recupero integrale degli stessi

2.2.2.1 Letture trasversali - settore commerciale/terziario

L'indagine condotta sulla seconda sezione, dedicata all'ambito commerciale e terziario, rivela come il modulo ISO trascenda la dimensione dell'abitare minimo per farsi **dispositivo identitario e infrastruttura** reversibile. In questo scenario, il concetto di "spazio di servizio" evolve in un sistema architettonico capace di negoziare i vincoli morfologici del semilavorato con le dinamiche della scalabilità economica e della comunicazione del brand. Nelle iniziative di matrice privata legate all'ospitalità e al retail, la risposta progettuale è orientata alla risoluzione di criticità legate alla standardizzazione e alla velocità di ritorno sull'investimento, come dimostrato nel caso del Tin Inn Hotel (06), dove l'istanza di un'ospitalità automatizzata e replicabile viene soddisfatta attraverso una rifabbricazione industriale estrema che integra una riparazione strutturale pre-calcolata per una produzione in serie. Diversamente, nel Dock Inn Hostel (07), l'obiettivo si sposta sulla creazione di un hub sociale di grande scala, in cui il superamento delle resistenze intrinseche del modulo avviene tramite esoscheletri pesanti in acciaio capaci di liberare ampie superfici comuni, trasformando il container da singola cella a componente di un organismo architettonico collettivo e complesso.

L'indagine evidenzia inoltre come il container diventi strumento di narrazione urbana attraverso l'impatto visivo e la rotazione volumetrica, risolvendo la dicotomia tra estetica radicale e stabilità strutturale. Nel Cafè Contajner (08) e nel BRLO Brwhouse (11), l'esigenza di un'identità industriale coerente con la proposta commerciale richiede strategie di rinforzo dei nodi e dei basamenti capaci di sopportare sbalzi audaci o i carichi pesanti derivanti dai processi produttivi interni della birreria. Allo stesso modo, il Boxpark (10) e il Port Franc (09) dimostrano l'efficacia dell'aggregazione a cluster per la creazione di distretti culturali e commerciali; in questi contesti, la risposta progettuale punta sulla manutenibilità meccanica e sulla reversibilità del sistema, permettendo all'asset di adattarsi o essere totalmente rimosso al variare delle condizioni di mercato attra verso protocolli di DfD che garantiscono la tutela del valore residuo dei materiali.

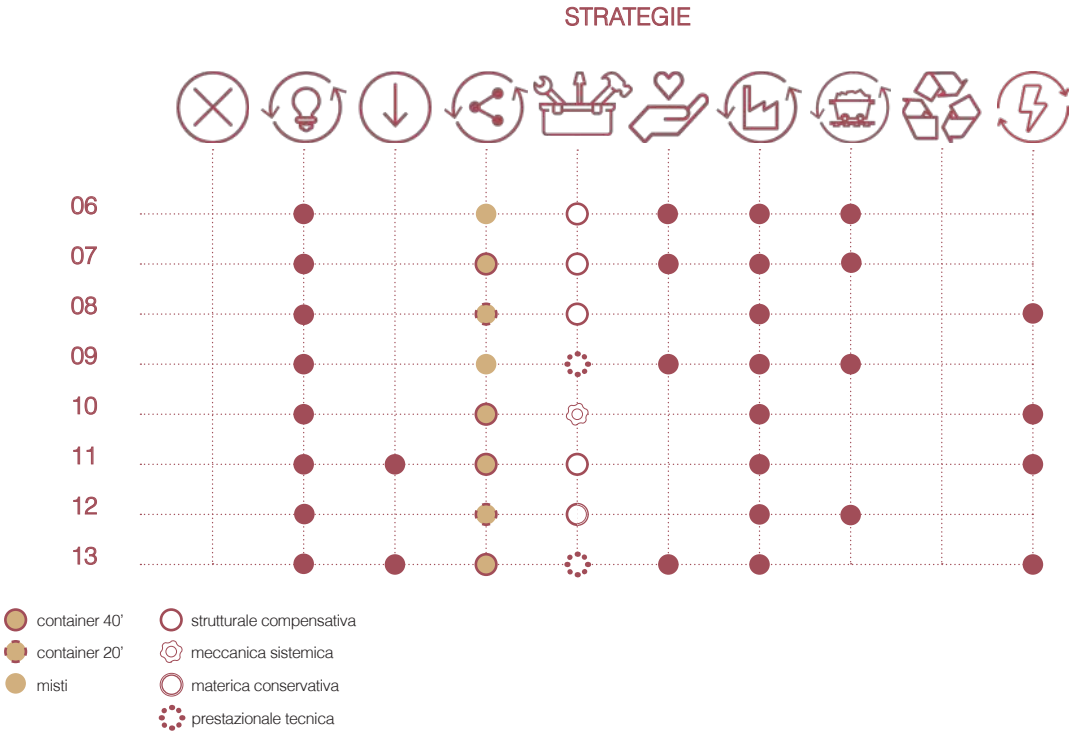
La sperimentazione raggiunge la sua massima espressione nel Freitag Flagship Store (12) e in Unionkul Stack I (13), dove la sfida tecnica eleva il modulo a icona di sostenibilità e innovazione terziaria. Nel primo caso, l'esigenza etica del brand si traduce in una riparazione strutturale che compensa carichi verticali massicci dovuti all'impilamento di

nove livelli, mentre nel secondo l'incompatibilità termofisica dell'acciaio viene risolta attraverso tagli termici di precisione e l'integrazione di ampie vetrate performanti.

Questi otto casi studio confermano che nel settore terziario il container non è solo un involucro economico di ripiego, ma un vettore di innovazione spaziale che utilizza la riparazione tecnologica e l'assemblaggio a secco per garantire la resilienza dell'investimento e la durabilità dell'asset nel tempo, validando la trasformazione definitiva della scocca logistica in un prodotto architettonico di pregio.

ISTANZE E STRATEGIE DI RISPOSTA

	INIZIATIVA	CRITICITÀ	OBBIETTIVO
06	PRIVATA IMPRENDITORIALE	CARENZA DELL'OFFERTA RICETTIVA DI QUALITÀ IN CITTÀ MEDIE O POLI INDUSTRIALI	RIVOLUZIONARE IL SETTORE DEI BUDGET HOSPITALITY
07	PRIVATA COMMERCIALE	GESTIONE DEL COMFORT TERMICO E ACUSTICO	ATTRARRE UN TARGET GIOVANE E CONSAPEVOLE; OPERAZIONE DI BRAND IDENTITY CIRCOLARE
08	PRIVATA SPERIMENTALE	DIMENSIONE RIDOTTA DEL CONTAINER ISO DA 20'	ATTIVARE UN LOTTO URBANO IN ATTESA DI SVILUPPO PERMANENTE
09	PUBBLICA ISTITUZIONALE	ISOLAMENTO ACUSTICO E CREARE UN AMBIENTE PROTETTO DAL RUMORE ESTERNO	DOTARE LA COMUNITÀ GIOVANILE DI UN CENTRO PER LA MUSICA CONTEMPORANEA IN EX MAGAZZINI INDUSTRIALI
10	PRIVATA COMMERCIALE	GESTIONE DEL COMFORT TERMICO E SICUREZZA ANTINCENDIO	TRASFORMARE UN LOTTO URBANO TEMPORANEAMENTE INUTILIZZATO
11	PRIVATA IMPRENDITORIALE	CRITICITÀ DI TIPO TECNICO - STRUTTURALE	CREARE UNA "CASA DELLA BIRRA" CHE FOSSE MOBILE/TRASPORTABILE
12	PRIVATA COMMERCIALE	SITO: UN'AREA INDUSTRIALE STRETTA TRA ASSI FERROVIARI E STRADALI	AVERE UNA SEDE CHE RISPECCHIASSE VISIVAMENTE I PROPRI VALORI DI ECONOMIA CIRCOLARE
13	PRIVATA COMMERCIALE	RIGIDO CLIMA DANESE	RISPONDERE ALLA DOMANDA DI SPAZI DI LAVORO FLESSIBILI IN UN'AREA PORTUALE IN RAPIDA TRASFORMAZIONE


STRATEGIE
06
07
08
09
10
11
12
13
container 40'
container 20'
misti
strutturale compensativa
meccanica sistemica
materica conservativa
prestazionale tecnica

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

2.2.3

I CASI STUDIO:
SERVIZI DI PROSSIMITÀ

Cruise Ship Terminal di Siviglia
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

CRUISE SHIP TERMINAL

14

La funzione da terminal crocieristico modella il progetto imponendo requisiti di sicurezza stringenti e la **necessità di gestire flussi di utenza elevati in spazi ampi e fluidi**. A differenza del micro-residenziale, qui la sfida architettonica è stata superare il limite dimensionale del singolo container per generare grandi luci e volumi comuni. Essendo il terminal luogo di accoglienza per il pubblico, l'illuminazione e la ventilazione sono stati due aspetti importanti per il progetto. In particolare, per garantire la giusta illuminazione e un ambiente comune ventilato adeguatamente, sono state **rimosse parti selettive** di ciascun container. Il modulo metallico adattato si trasforma in telaio strutturale, capace di sostenere una copertura sovrastante[1].

Planimetria generale
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

FUNZIONE D'USO:
Terminal portuale

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblica

Anno di progetto:
2013 - ampliato nel 2016

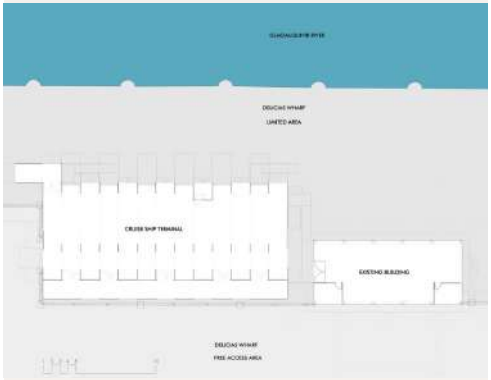
Luogo:
Siviglia, Spagna

Progettisti:
Hombre de Piedra e Buró4

Ipresa costruttrice:
Construcciones Cabello

Numero moduli:
23 container da 40 piedi

Superficie:
1096.0 m^2

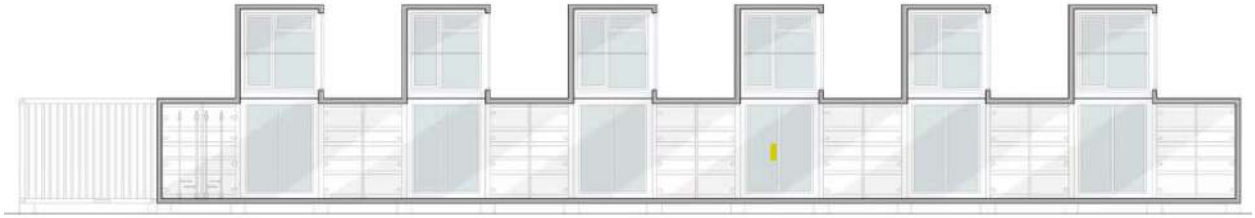


Planimetria dell'edificio
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

Vista della spazialità interna
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

Obbiettivo: dotare il porto di una struttura ricettiva per croceristi. Tale edificio doveva essere contemporaneamente flessibile e architettonicamente qualitativo. Inoltre, grande attenzione è stata posta all'aspetto bioclimatico; grazie a un design intelligente e passivo la struttura è in grado di far fronte al caldo estremo di Siviglia.

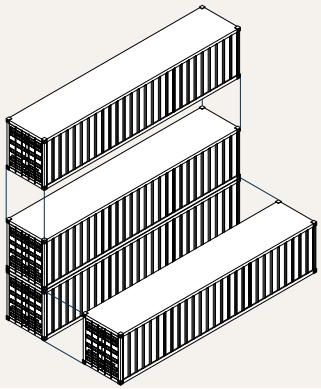
Iniziativa: nasce da una **committenza pubblico-istituzionale** (Autorità Portuale di Siviglia); si vuole dimostrare come **un'opera pubblica** possa rispondere a logiche di economia circolare, riducendo drasticamente l'impronta di carbonio[1].



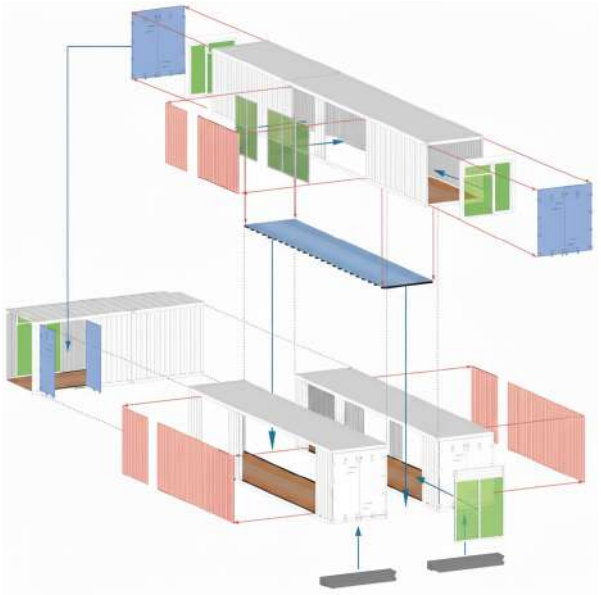
Sezione trasversale
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

I container sono stati aggregati secondo una logica di accostamento parallelo e sfalsato, alternando i container a spazi vuoti che fungono da corridoi di luce e ventilazione. Questa tipologia di aggregazione a "pettine" ha permesso di dilatare lo spazio interno ben oltre il perimetro fisico dei moduli stessi.



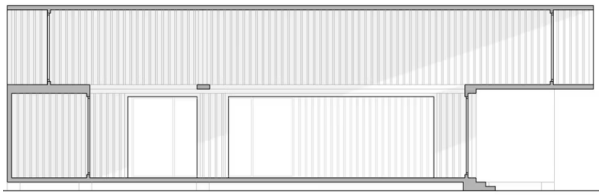
(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Rimossi Spostati Aggiunti

Esploso assonometrico
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

La scelta tecnologica è dettata da una necessità logistica e strategica: la struttura sorge **in una zona portuale soggetta a possibili riconfigurazioni future**, rendendo indispensabile un'architettura reversibile, mobile e rapidamente assemblabile[2].



Sezione longitudinale
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

1 Hombre de Piedra Architects. (s.d.). Terminal Navi da Crociera di Siviglia Fase 2. Archello < https://archello.com/it/project/seville-cruise-terminal-phase-2 >[ultima consultazione Settembre 2025]
2 Ortigia Real Estate. (s.d.). Container - Cruise Ship Terminal < https://www.ortigiarealestate.it/it/container-cruise-ship-terminal/ > [consultato a Settembre 2025]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

configurazione open space

sistema costruttivo a secco consente di isolare o unire i moduli in base alle necessità stagionali

layout a pettine predisposto per l'aggiunta di ulteriori container

nodi strutturali e gli innesti impiantistici sono stati lasciati parzialmente a vista o protetti da pannelli ispezionabili

A↔B

connessioni tra i moduli e la fondazione sono realizzate tramite giunti meccanici bullonati

la separazione tra la struttura dei container e la sovracopertura bioclimatica permette di smontare il tetto indipendentemente dai moduli

riuso dei container con la loro patina originale

la natura "mobile" del terminal supporta un modello di business in cui l'edificio è un asset temporaneo che non svaluta il terreno

fase di smontaggio gestita con i mezzi di sollevamento standard già presenti nell'hub portuale

Fase di assemblaggio in situ
Fonte: https://archello.com/project/seville-cruise-ship-terminal-phase-2

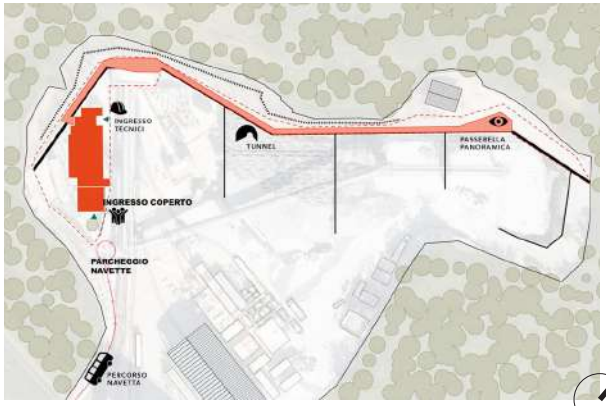
Centro visitatori La Maddalena di Torino
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier

LA MAISON DU CHANTIER

per il Tunnel La Maddalena

15

L'edificio costituisce un centro visitatori e rientra nel settore terziario come servizio di prossimità. Numerose sono le funzioni ospitate all'interno: aree espositive, sale conferenze e uffici per l'accoglienza di studenti, tecnici e cittadini. Per questo la flessibilità rappresenta un requisito fondamentale, così come la comunicazione visiva. Questo centro funge infatti da punto di osservatorio sul cantiere sottostante. Il dialogo con il paesaggio alpino circostante è definito sia dagli interni raffinati che dalla mitigazione dell'aspetto stesso del container. Essendo una struttura temporanea, l'assemblaggio è totalmente reversibile; ciò permette di ricollocare l'edificio altrove una volta terminati i lavori per il nuovo tunnel.
Si tratta di un'architettura "di servizio" che eleva lo standard del cantiere tradizionale a laboratorio di comunicazione sostenibile[1].



Planimetria generale
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier

FUNZIONE D'USO:
Centro visitatori

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblica-istituzionale

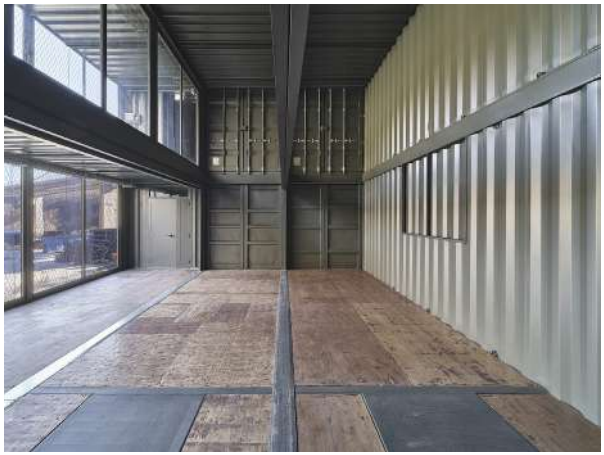
Anno di progetto:
gen 2022

Luogo:
Chiomonte, Torino, Italia

Progettisti:
collaborazione con PlaC + ACC Naturale Architettura

Ipresa costruttrice:
Realizzato attraverso sistemi di prefabbricazione modulare coordinati da TELT

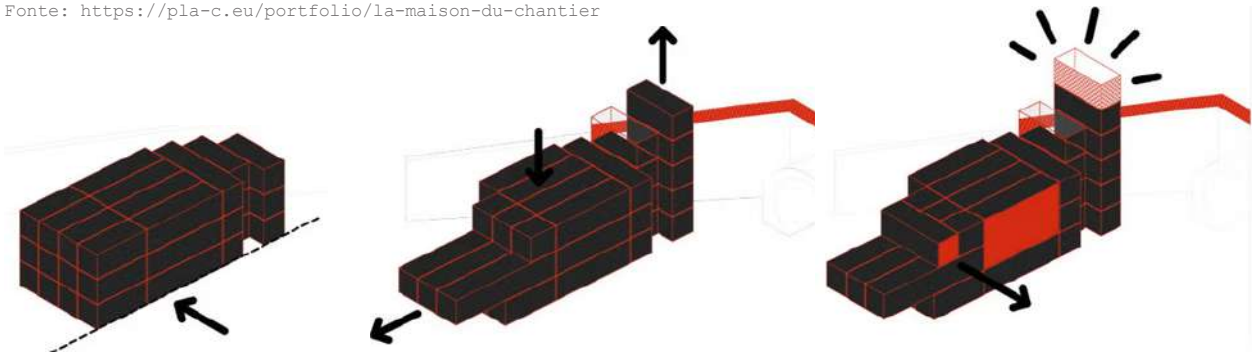
Numero moduli:
27 container



Vista dell'interno
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier

Obbiettivo: necessità di creare un **punto di informazione e accoglienza che racconti l'evoluzione del cantiere** della variante della Maddalena. La logica del progetto è quella della **trasparenza** e della **divulgazione**: trasformare un'area tecnica di cantiere in uno spazio pubblico accessibile.
Iniziativa: è di natura **pubblico-istituzionale** (promossa da TELT)[1].

Al primo piano, la sala conferenze è il cuore dell'edificio e lo spazio più dinamico e flessibile, progettato per funzionare in parallelo con la sala canteleverd, rendendo l'uso variabile in base alle esigenze specifiche[2].

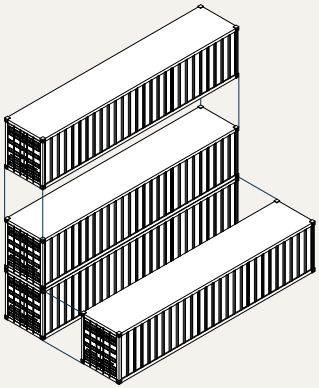


Concept di progetto
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier

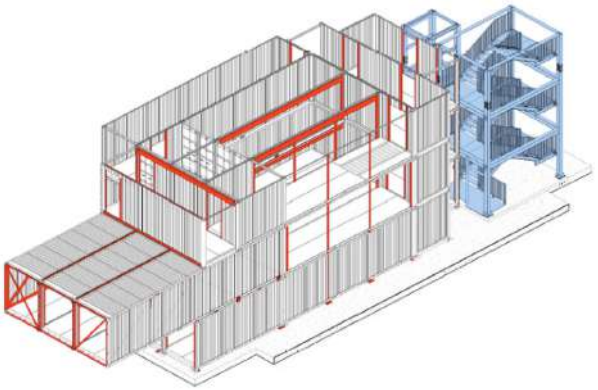
1.il volume si adatta all'area (sfalsamento) - 2.modulazione delle funzioni - 3.il volume si svuota e si completa (canocchiale e lanterna countdown)

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

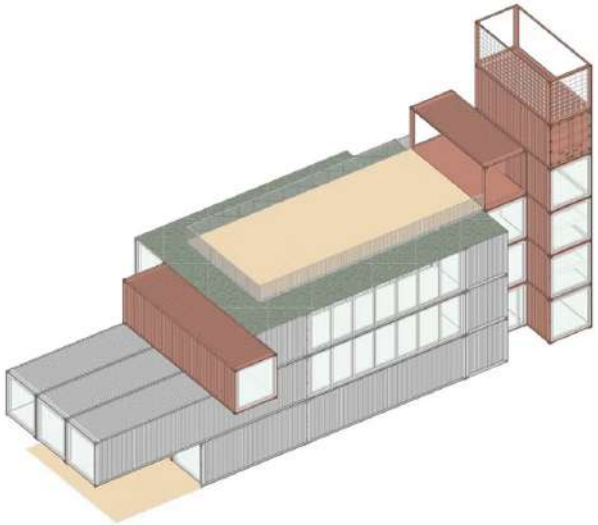
I moduli sono aggregati secondo una logica lineare e asimmetrica, disposti su due livelli per assecondare l'orografia del terreno. L'aggregazione crea una volumetria articolata che alterna pieni e vuoti, dove i container non sono semplicemente impilati ma traslati per generare terrazze panoramiche e sbalzi.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Modello assonometrico della struttura
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier



Modello assonometrico
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier

1 PLA-C. (s.d.). La Maison du Chantier < https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier > [ultima consultazione Gennaio 2026]
2 Acc Naturale Architettura. (s.d.). La Maison du Chantier < http://www.accnaturale.it/portfolio-item/la-maison-du-chantier/ > [ultima consultazione Gennaio 2026]

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

spazi espositivi interni facilmente riconfigurabili

la struttura è predisposta per cambiare funzione nel tempo

la logica modulare permette l'aggiunta di ulteriori unità

i punti di ancoraggio tra i container e i basamenti sono stati progettati per essere ispezionabili

A↔B connessioni meccaniche (bullonature e twist-locks), escludendo saldature in opera

il sistema di rivestimento in lamiera stirata e legno è montato su una sottostruttura indipendente dai container

molte superfici strutturali del container sono state mantenute a vista o trattate con finiture a basso impatto

il progetto incarna il modello di "infrastruttura temporanea come servizio"; TELT non investe in un edificio statico ma in un sistema di moduli che mantengono un alto valore residuo per futuri utilizzi

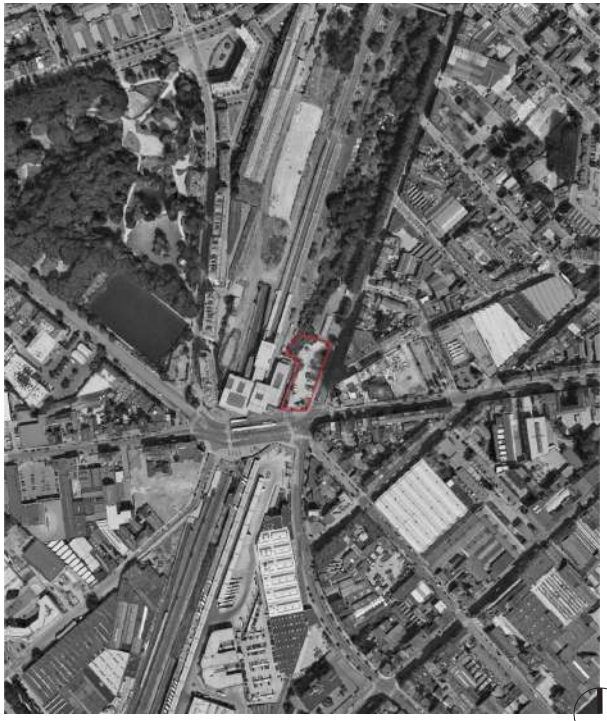
Fase di assemblaggio in situ
Fonte: https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier

Molenwest Square di Bruxelles
Fonte: http://www.1010au.net/projects/molenwest-square

MOLENWEST SQUARE

16

L'edificio, vincitore del Brussels Architecture Prize 2021, category Public Space, ospita un centro polifunzionale per la comunità. Le funzioni all'interno spaziano da una FabLab, una ciclo-officina, uffici, spazi per il doposcuola e spogliatoi per i campi sportivi adiacenti. La sfida architettonica è stata quella di creare un ambiente accogliente in un contesto asfalto-metallico; ciò è stato ottenuto integrando i container con una grande copertura traslucida comune e arredi urbani in legno che mitigano l'estetica industriale[1].



Ortofoto dell'area in cui si inserisce il progetto
Fonte: http://www.1010au.net/projects/molenwest-square

FUNZIONE D'USO:
Hub sociale

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblica-istituzionale

Anno di progetto:
2020

Luogo:
Bruxelles, Belgio

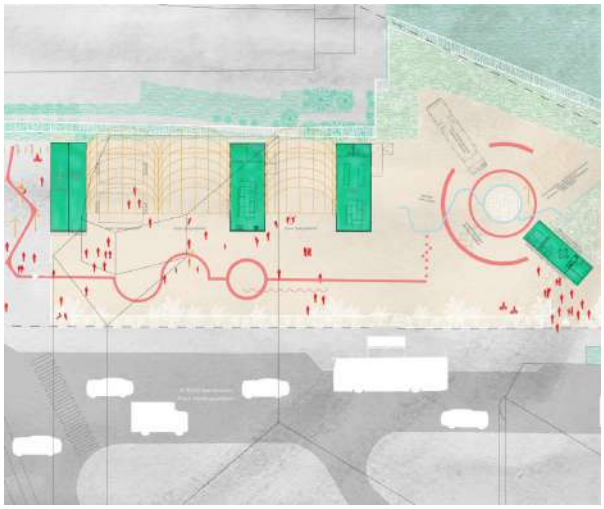
Progettisti:
1010 Architecture & Urbanism

Azienda patner:
SAU-MSI e associazioni locali

Numero moduli:
6 container da 40 piedi

Superficie:
545.0 m^2

Budget:
euro 418.073



Planimetria generale
Fonte: https://brusselsarchitectureprize.be/en/project/molenwest-square/

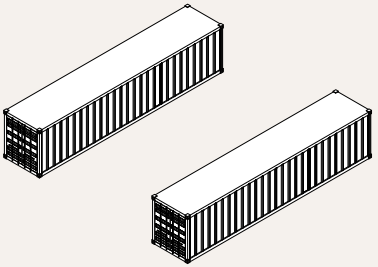
Obbiettivo: **rigenerare in modo temporaneo un lotto industriale dismesso.** Il lotto, proprietà delle ferrovie (SNCB) è tuttora in attesa di uno sviluppo urbanistico permanente. Il progetto è guidato dalla logica di fornire infrastrutture immediate per una delle aree più densamente popolate e sotto servite della città.

Iniziativa: è di **matrice pubblico-istituzionale**. Il progetto è stato promosso dalla Regione di Bruxelles-Capitale e gestita dalla SAU. Sono stati impiegati container non soltanto per l'impatto ambientale e per la funzione temporanea, ma la versatilità che questi elementi garantiscono; vi era l'esigenza di avere spazi collettivi e flessibili quali laboratori, spazi associativi e per lo sport[2].

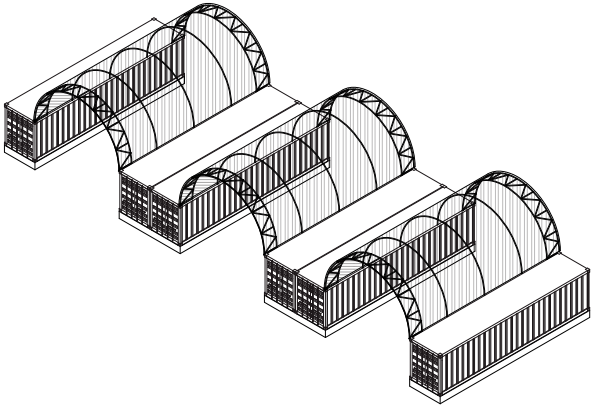
(a sinistra)
Immagini dell'architettura nel contesto.
Fonte: https://brusselsarchitectureprize.be/en/project/molenwest-square/

AGGREGAZIONE: A CORTE

Per questa struttura vengono utilizzati un totale di sei container disposti in modo tale da avere spazi intermedi tra loro. Il connubio tra la resistenza dei container e la leggerezza dei tubi innocenti utilizzati per le coperture degli spazi filtro, fa di questa architettura un vero e proprio manifesto dell'EC. Non soltanto massimizza il riuso di materiali ma risulta completamente smontabile e riutilizzabile.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Vista assonometrica
Elaborato realizzato dal Gruppo UROP

Struttura a tubi innocenti tra moduli.
Fonte: https://brusselsarchitectureprize.be/en/project/molenwest-square/

1 JZH & Partners. (s.d.). MolenWest > https://jzh.be/projets/molenwest/ > [consultato a Maggio 2025]
2 1010 a+u, & JZH & Partners. (2021). MolenWest Square. Brussels Architecture Prize < https://brusselsarchitectureprize.be/en/project/molenwest-square/ > [consultato a Gennaio 2026]
3 **video:** https://www.youtube.com/watch?v=j0edq8hwr-0k&t=31s

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

la disposizione “sparsa” dei moduli permette di cambiare la destinazione d’uso di ogni singolo container

lo spazio può evolvere rapidamente da laboratorio artigianale a sala per eventi o mercato coperto

il layout orizzontale facilita l’inserimento di nuovi moduli nel perimetro

i punti di giunzione strutturale sono esterni e protetti da semplici carter amovibili

A↔B interamente costruito a secco

Planimetria generale
Fonte: https://www.jzh.be/molenwest/

la copertura traslucida, i container e le pedane in legno sono sistemi tecnicamente indipendent

la finitura originale dei container è stata mantenuta o trattata con vernici a basso impatto

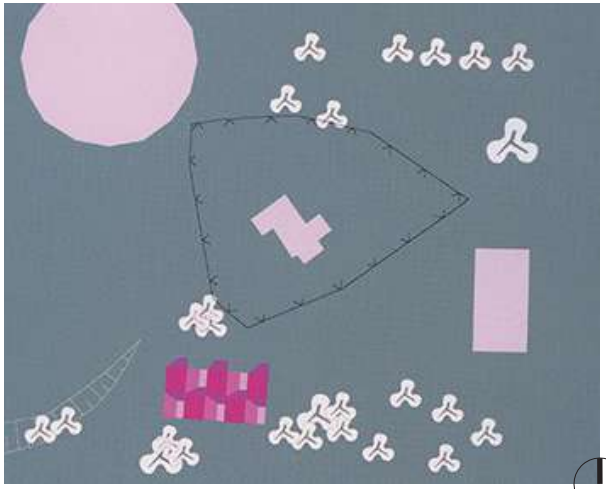
Molenwest incarna il concetto di “infrastruttura circolare temporanea”: l’investimento pubblico non è un “costo affondato” nel terreno, ma un set di strumenti prefabbricati pronti per essere reimpiegati in altre zone della città

IJBZ Sanitary Facility di Magdeburg
Fonte: https://divisare.com/projects/132360-aff-internationales-jugend-und-begegnungszentrum-barlebersee

IJBZ SANITARY FACILITY

17

Il IJBZ Sanitary Facility è un modulo di servizi igienici pubblici, temporanei e smontabili, realizzato interamente con container marittimi riciclati. La struttura è composta da più moduli accostati e sovrapposti per ospitare gli spazi necessari (servizi igienici per uomini, donne e disabili) e garantire alti standard igienici e di comfort. Il progetto risponde all'esigenza di avere una struttura di servizio come supporto funzionale. Situata in un'area urbana in trasformazione, tale architettura funge da servizio per eventi temporanei. Attraverso colori e motivi decorativi, i bambini sono in grado di orientarsi all'interno della struttura. Anche le finiture interne comunicano attraverso particolari accorgimenti sensoriali. Seppur molto essenziale nel suo insieme, l'edificio si integra perfettamente con il paesaggio grazie alla scelta di rivestire gli esterni con il legno[1].



Planimetria del sito
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.76). Links Books

FUNZIONE D'USO:
Installazione sanitaria

LOGICA DELL'INIZIATIVA:
Pubblica-no profit

Anno di progetto:
2002

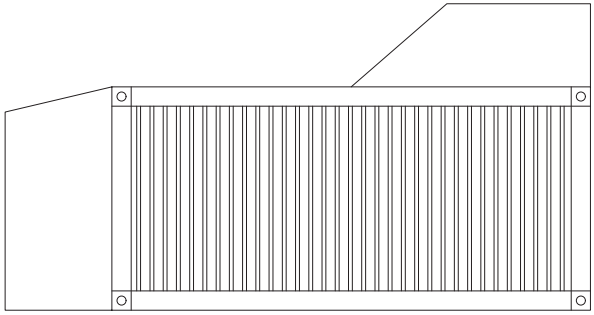
Luogo:
Barleber See, Magdenburg, Germania

Progettisti:
Aff Architekten

Clienti:
Youth Office

Numero moduli:
5 container da 20 piedi

Immagine esterno dell'edificio.
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.75). Links Books



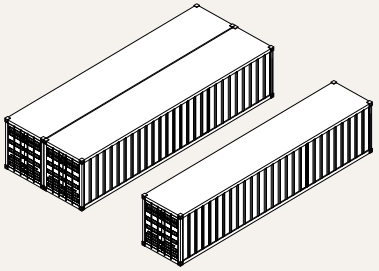
Prospetto laterale
Rielaborazione a cura della candidata
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.76). Links Books

Obbiettivo: **fornire servizi igienici dignitosi, moderni e sicuri per centri giovanili interculturali.** L'infrastruttura di servizio supporta gli eventi sociali. Il container essendo tridimensionalmente un volume chiuso, garantisce privacy. In questo contesto di aggregazione temporanea, lo scopo principale è quello di assicurare durabilità della struttura, la quale deve resistere a un uso intensivo del pubblico. Inoltre, in base alle esigenze del centro IJBZ, la struttura deve essere facilmente ricollocabile.
Iniziativa: è di matrice **pubblico-istituzionale / no-profit**[2].

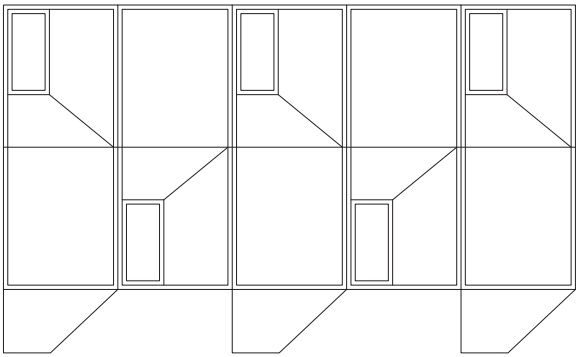
Immagine esterno dell'edificio.
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.77). Links Books

AGGREGAZIONE: LINEARE

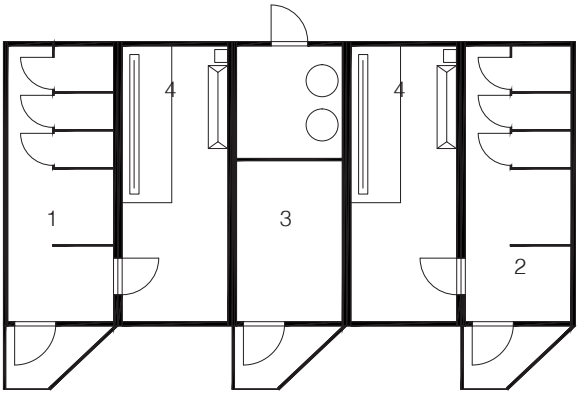
I container sono stati accostati per creare un blocco di servizi igienici che separasse in modo efficiente le funzioni (spogliatoi, docce, WC) e rispettasse i flussi di utenza. Questa scelta ha garantito la scalabilità del progetto. Per connettere le unità, è stata necessaria la rimozione selettiva delle pareti laterali interne, unita a un attento studio dell'integrazione degli impianti idraulici.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Pianta della copertura
Rielaborazione a cura della candidata
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.76). Links Books



1 servizio igienico femminile - 2 servizio igienico maschile - 3 servizio igienico disabili - 4 locali annessi ai servizi igienici

Pianta del piano terra
Rielaborazione a cura della candidata
Fonte: Kotnik Jure (2008). Container architecture (p.76). Links Books

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

la configurazione interna può essere modificata sostituendo i moduli sanitari grazie a sistemi di fissaggio universali

in caso di emergenza climatica o sociale, i moduli possono essere convertiti in stazioni di primo soccorso o punti di distribuzione acqua con modifiche tecniche minime

il sistema è totalmente “add-on”: è possibile aggiungere moduli identici in serie per rispondere a un aumento improvviso dell’utenza nel centro giovanile

i cavedi tecnici sono accessibili tramite portelloni esterni lucchettabili

ogni modulo è un’unità autonoma; i collegamenti idraulici ed elettrici sono di tipo “quick-coupling” (innesto rapido)

l’impianto idraulico è montato su una struttura interna separata dal guscio in acciaio

design semplice

1 Kotnik, J. (2008). Container architecture. Links Books, pp.74-77
2 AFF Architekten. (s.d.). Internationales Jugend- und Begegnungszentrum Barleber See. Divisare < https://divisare.com/projects/232446-aff-architekten-hans-christian-schink-internationales-jugend-und-begegnungszentrum-barleber-see > [ultima consultazione Maggio 2025]

2.2.3.1 Letture trasversali - settore istituzionale e serivizi di prossimità

L'analisi della terza e ultima sezione, dedicata all'ambito istituzionale e ai servizi di prossimità, delinea il ruolo del modulo ISO quale infrastruttura pubblica "leggera" e dispositivo tattico per la gestione del territorio. In questo contesto, il sistema di istanze si sposta verso la dimensione della pubblica utilità, della trasparenza amministrativa e della resilienza sociale, dove l'architettura modulare agisce come uno strumento reversibile capace di negoziare i vincoli morfologici del semilavorato con la **necessità di attivare servizi immediati** in contesti urbani o infrastrutturali complessi. La risposta progettuale in ambito pubblico non mira esclusivamente alla permanenza, ma alla creazione di presidi flessibili che possano essere rimossi o ricollocati, garantendo la totale restituzione del suolo e la minimizzazione dell'impatto ambientale su aree sensibili o in attesa di trasformazione.

L'indagine evidenzia come il container possa assolvere a funzioni di alta rappresentanza e logistica complessa, come dimostrato nel Cruise Ship Terminal di Siviglia (14). Qui, l'esigenza di una stazione marittima flessibile e di rapida esecuzione viene soddisfatta attraverso una disposizione modulare alternata; la strategia di riparazione strutturale non avviene tramite l'aggiunta di elementi esterni, ma attraverso la logica compositiva stessa, dove i moduli chiusi "riparano" il vuoto delle ampie vetrate agendo come travi Vierendeel su scala architettonica. In maniera analoga, La Maison du Chantier di Torino (15) assume il container come strumento di comunicazione istituzionale legato al cantiere TELT. La fase di riparazione e adattamento dei moduli impiegati è fondamentale per rendere l'intervento reversibile. Trasparente verso il territorio, l'edificio presenta dunque un assemblaggio bullonato e a secco, il quale assicura che una volta smontata la struttura non rimangano sedimenti materici.

Il caso studio del Molenwest Square di Bruxelles assume invece il container come rigeneratore urbano. In particolare, la struttura serve la comunità avendo un grande impatto sociale. Sottoponendo il container a interventi di riparazione minimali volti a preservarne l'integrità strutturale, il complesso assume una configurazione spaziale aperta; gli spazi interstiziali tra i moduli contribuiscono a attivare la socialità della piazza pubblica adiacente. La capacità tecnica è portata all'estremo nel caso studio della IJBZ Sanitary Facility di Magdeburgo (17): qui la scocca metallica si associa alla funzione di servizi igienico sanitari. La sfida è stata proprio quella di ripara-

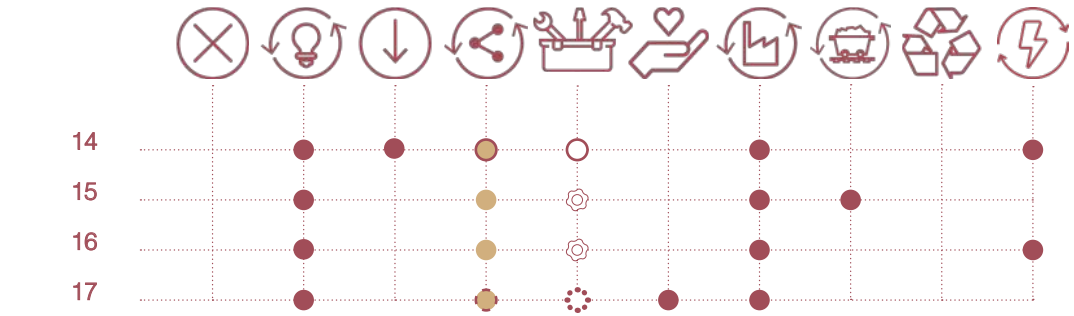
re e adattare il container affinché potesse asservire alle necessità termofisiche richieste. A tal fine, in questo progetto sono state impiegate flange sigillate e sistemi di ventilazione forzata.

Questi ultimi esempi internazionali sono la conferma di cargotecture come banche di materiali e non soltanto come strategia circolare. Ma non si tratta solo dei materiali impiegati; l'uso di container risponde al fine di avere un'architettura che sia itinerante, servizievole per la città senza gravare sui costi e tempi. Grazie ad apposite riparazioni tecniche, queste infrastrutture di prossimità mantengono standard prestazionali elevati. La qualità architettonica trova dialogo con una rigorosa applicazione dei principi del DfD. Il container si afferma così come uno strumento d'elezione per una governance urbana dinamica, capace di rispondere alle istanze dei cittadini attraverso architetture reversibili che trasformano il limite industriale in una risorsa strategica per il bene comune.

ISTANZE E STRATEGIE DI RISPOSTA

	INIZIATIVA	CRITICITÀ	OBBIETTIVO
14	PUBBLICO ISTITUZIONALE	CLIMA ESTREMO (CALORE INTENSO)	DOTARE IL PORTO DI UNA STRUTTURA RICETTIVA PER CROCERISTI
15	PUBBLICO ISTITUZIONALE	OPERARE IN UN CONTETSO OROGRAFICO COMPLESSO (Val di Susa)	CREARE UN PUNTO DI INFORMAZIONE E ACCOGLIENZA CHE RACCONTI L'EVOLUZIONE DEL CANTIERE
16	PUBBLICO ISTITUZIONALE	NATURA TEMPORANEA DELL'OCCUPAZIONE	RIGENERARE TEMPORANEAMENTE UN LOTTO INDUSTRIALE DISMESSO DI PROPRIETÀ DELLE FERROVIE
17	PUBBLICO ISTITUZIONALE	GESTIONE DEGLI IMPIANTI IDRAULICI	ESIGENZA DI FORNIRE SERVIZI-IGIENICI DIGNITOSI, MODERNI E SICURI PER CENTRI GIOVANILI INTERCULTURALI

STRATEGIE



container 40'
container 20'
misti

strutturale compensativa
meccanica sistemica
materica conservativa
prestazionale tecnica

2.4 Analisi conclusiva delle buone pratihe europee

La tabella che segue assume il framework europeo delle 10R come chiave di lettura. Al fine di superare un approccio puramente descrittivo, i concetti di adattabilità e smontaggio vengono indagati come gli strumenti operativi attraverso cui l'architettura concretizza la circolarità.

Caso studio	Distribuzione volumetrica	Obbiettivo
01 i.p-i	7 piani 77 unità da 40'	Fornire alloggi temporanei
02 i.pr-sp	1 piano 2 unità da 40'	Fornire abitazione/ufficio itinerante
03 i.p-i	3 piani 16 unità da 40'	Modello abitativo accessibile e contemporaneo
04 i.p-i	4 piani 12 unità da 40'	Capacità di inserimento in lotti residuali densi
05 i.p-sp	1 piano 2 unità da 40'	Ridurre emissioni di CO_2
06 i.pr-im	3 piani 15 unità da 20'-40'	Rivoluzionare il settore dei budget hospitaly
07 i.pr-co	5 piani 64 unità da 40'	Attrarre un target giovanile e consapevole
08 i.pr-sp	2 piani 3 unità da 40'	Attivare un lotto urbano in attesa di sviluppo permanente

LEGENDA

i.p-i | iniziativa pubblica istituzionale

i.p-sp | iniziativa pubblica sperimentale

i.pr-sp | iniziativa privata sperimentale

i.pr-im | iniziativa privata imprenditoriale

i.pr-co | iniziativa privata commerciale

Temporanea

Permanente

Sperimentale

Tipo di architettura	Principali scelte e soluzioni adottate	Il significato circolare
	Prefabbricazione: ingegneria modulare avanzata Realizzazione moduli in ambiente controllato Facciata esterna montata su sottostruttura indipendente	standardizzazione e semplicità **R1 (Rethink) - R2 (Reduce)**
	Ottimizzazione del layout e trasportabilità Allestimento moduli in ambiente controllato Pacchetti isolanti sottili Sapiente integrazione degli elementi strutturali Legno compensato di betulla per gli interni Scale esterne in acciaio	versatilità e convertibilità **R1 (Rethink) - R7 (Repurpose)**
	Moduli condizionati in officina Impiego di giunti asciutti e reversibili Pannelli in legno lamellare incrociato (CLT) Facciata ventilata	indipendenza e connessioni reversibili **R2 (Reduce) - R3 (Reuse)**
	Prefabbricazione modulare off site Doppio affaccio per ogni unità abitativa Facciate ventilate	supporto ai modelli di business dell'economia circolare **R1 (Rethink)**
	Materiali di scarto come risorse costruttive Rivestimento continuo in alluminio riciclato Uso di tecniche passive Strati funzionali nettamente separabili	evitare trattamenti e finiture non necessari **R8 (Recycle) - R9 (Recover)**
	Modulo stanza standardizzato e replicabile Frazionamento interno riconfigurabile Impiantistica centralizzata Separazione stratigrafica All'interno materiali come bambù e tessuti riciclati	standardizzazione ed espandibilità **R1 (Rethink) - R5 (Refurbish)**
	Uso di sbalzi Ibridazione di più funzioni Fascino grezzo Rimozione massiva di pareti e pavimenti Impiantistica in cavedi tra i container	semplicità strutturale **R2 (Reduce) - R5 (Refurbish) - R7 (Repurpose)**
	Isolamento interno continuo e grandi vetrate Sistemi tecnologici avanzati Irregolarità geometrica funzionale al contesto	convertibilità e versatilità **R1 (Rethink) - R7 (Repurpose)**

Caso studio	Distribuzione spaziale	Obbiettivo
09 i.p-i	più livelli 40+ unità da 20'-40'	Centro per la musica contemporanea in ex magazzini industriali
10 i.pr-co	due livelli 96 unità varie	Trasformare lotto urbano temporaneamente inutilizzato
11 i.pr-im	più livelli 30+ unità da 40'	Creare una casa mobile della birra
12 i.pr-co	9 piani 19 unità da 20'	Sede che rispecchiasse visivamente i propri valori di economia circolare
13 i.pr-co	3 piani 5 unità da 40'	Spazi di lavoro flessibili
14 i.p-i	2 piani 23 unità da 40'	Dotare il porto di struttura ricettiva per croceristi
15 i.p-i	più livelli 27 unità	Creare un punto di accoglienza narrativo del cantiere
16 i.p-i	1 piano 6 unità da 40'	Rigenerazione temporanea di un lotto industriale dismesso
17 i.p-i	1 piano 5 unità da 20'	Fornire servizi igienici sicuri, dignitosi e moderni

LEGENDA

i.p-i | iniziativa pubblica istituzionale

i.p-sp | iniziativa pubblica sperimentale

i.pr-sp | iniziativa privata sperimentale

i.pr-im | iniziativa privata imprenditoriale

i.pr-co | iniziativa privata commerciale

Temporanea

Permanente

Sperimentale

Tipo di architettura	Principali scelte e soluzioni adottate	Il significato circolare
	Collocazione in zona industriale ovvia alle emissioni sonore notture: inserimento moduli in hangar esistente Moduli non esposti ad agenti atmosferici	indipendenza e sicurezza dello smontaggio **R2 (Reduce) - R3 (Re-use)**
	Standardizzazione degli impianti Copertura in acciaio Corridoi di distribuzione e balconate	supporto ai modelli di business dell'economia circolare **R1 (Rethink)**
	Integralmente rimuovibile Ibridazione di più funzioni Impiantistica produttiva integrata orizzontalmente	connessioni reversibili e sicurezza dello smontaggio **R2 (Reduce)**
	Rinforzo strutturale dei nodi Scaffalature modulari Edificio come asset di market vivente	standardizzazione e sicurezza dello smontaggio **R3 (Re-use) - R7 (Repurpose)**
	Sistema impiantistico a vista (facile conversione) Spessi pannelli isolanti ma pareti internamente lasicate a vista; pelle esterna indipendente Edificio come Material Bank Uso di corte e passerelle per massimizzare lo spazio	indipendenza e facilità di accesso a componenti e servizi **R1 (Rethink)**
	Uso di "vuoti" Rimozione selettiva delle pareti laterali Tetto smontabile separatamente rispetto ai moduli (sovracopertura bioclimatica)	versatilità e sfruttamento geometrico **R2 (Reduce) - R3 (Re-use)**
	Sottostruttura indipendete per il rivestimento Molte superfici lasciate a vista Integrazione di scarti da cantieri precedenti	evitare trattamenti non necessari **R6 (Remanufacture) - R7 (Repurpose) - R9 (Recover)**
	Flessibilità funzionale Grande copertura traslucida comune e arredi urbani in legno Sistemi indipendenti	indipendenza e semplicità costruttiva **R1 (Rethink) - R2 (Reduce)**
	Modulo prefabbricato che concentra gli scarichi Rivestimento esterno in legno Sistema totalemnte "add-on"	facilità di accesso a componenti e servizi ed espandibilità **R4 (Repair) - R5 (Refurbish)**

Analisi di casi studio europei e sperimentazione progettuale
a Cambiano nell'ambito del Circular Design Polito Lab

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

«Dicono che la forma segue la funzione, ma con un container la forma è fissa e questo può essere un po' una sfida.»

Joel Egan (co-fondatore HyBrid Architecture, da Off-Grid, 2010)

2.5 L'obsolescenza logistica come risorsa circolare

La valutazione della vita utile dei container marittimi rappresenta un tema di crescente interesse tanto per l'industria logistica quanto per la ricerca architettonica, che sempre più frequentemente individua in questi moduli industriali una risorsa sostenibile per il riuso costruttivo. La letteratura scientifica e tecnica concorda nel ritenere che la durata di un container non sia definibile con un valore assoluto, quanto piuttosto l'esito di diversi fattori: agenti ambientali, sollecitazioni meccaniche, regimi manutentivi e vincoli normativi.

Lo studio sul ciclo di vita sviluppato da Hoffmann et al. (2020) quantifica in un intervallo compreso tra i 10 e i 15 anni la vita utile standard di un'unità in servizio marittimo. Ci sono tuttavia differenze legate all'intensità d'impiego, alla qualità delle manutenzioni e al tipo di rotte percorse. Il grado prestazionale è definito principalmente dalla corrosione del rivestimento metallico e dalla fatica strutturale in corrispondenza dei nodi saldati. Questi fenomeni minacciano la stabilità del modulo nel caso in cui questo sia impilato (stacking) con altri o subisca spinte torsionali (racking). Il passaggio dallo stato di "modulo riparabile" a quello di rifiuto, secondo Hoffmann et al. (2020), avviene quando l'onere dei ripristini supera il valore residuo stimato del bene. Tale concetto di "fine vita economica" precede spesso il vero e proprio collasso strutturale, indicando che molti container vengono ritirati dal servizio non tanto per pericolo imminente di cedimento, quanto per **inefficienza gestionale**. Ciò significa che una parte significativa del parco mondiale di container dismessi conserva ancora un potenziale residuo di integrità strutturale, elemento di grande interesse per la filiera del riuso architettonico[66].

Le fonti divulgative e tecniche di settore confermano tale quadro. Secondo i rapporti pubblicati da Valtran[67], azienda specializzata nella fornitura e nel ricondizionamento di container, la vita utile complessiva di un container **può estendersi fino a 25 o addirittura 30 anni**, se sottoposto a regolare manutenzione e se impiegato in contesti non marittimi. L'esposizione diretta all'ambiente salino e all'umidità, insieme alle sollecitazioni meccaniche ripetute, costituisce il principale acceleratore del degrado: **i container utilizzati in rotte oceaniche o in porti tropicali** subiscono infatti una corrosione molto più intensa rispetto a quelli destinati a usi terrestri o logistici interni. Per Valtran, la pianificazione di interventi ciclici può prolungare significamnete la longevità del manufatto. In particolare, bisogna periodicamente verniciare, sostituire il piano di calpestio

66 Hoffmann et al., op.cit.

67 Valtra . op.cit

in compensato e ispezionare le saldature. In condizioni favorevoli, un container può resistere per decenni senza subire fenomeni di degradazione. È questo il quadro che permette al container di configurarsi idoneo a successive rifunzionalizzazioni architettoniche.

La componente normativa gioca un ruolo fondamentale nel determinare il momento di "fine servizio" di un container. L'International Maritime Organization (IMO), attraverso la Convention for Safe Containers (CSC, 1972)[68], stabilisce i requisiti minimi di sicurezza e le procedure di ispezione per i container utilizzati nel trasporto internazionale. La Convenzione, tuttora in vigore, prescrive che ogni container conforme sia munito di una Safety Approval Plate, recante i dati identificativi e le specifiche tecniche, e che venga sottoposto a controlli periodici secondo due modalità alternative: il Periodic Examination Scheme (PES), che prevede ispezioni a intervalli regolari non superiori a trenta mesi, e l'Approved Continuous Examination Program (ACEP), gestito dalle compagnie certificate (International Maritime Organization [IMO]). Qualora un container presenti difetti strutturali tali da compromettere la sicurezza, l'autorità competente o il gestore certificato deve ritirare la piastra di approvazione, dichiarando l'unità non più idonea al servizio marittimo.

Le Interpretations and Guidelines pubblicate dal Bulgarian Shipowners Association[69] forniscono un importante complemento tecnico alla CSC, definendo in modo operativo quali difetti debbano essere considerati "serious structural deficiencies". Tra i difetti più critici vi sono il danneggiamento dei blocchi d'angolo (corner castings), deformazioni eccessive dei longheroni, corrosione della scocca metallica, perdita di continuità delle saldature in punti strutturali. La sicurezza statica di un container dipende principalmente dall'integrità dei suoi elementi primari (tetto, telaio, pareti e pavimento). Questa sicurezza strutturale viene meno anche solo per un piccolo cedimento localizzato; se diminuisce la resistenza al carico verticale o alle sollecitazioni laterali, può manifestarsi il collasso prima latente. Di conseguenza, un container che presenti tali difetti è da considerarsi fuori servizio anche se, da un punto di vista macroscopico, mantiene ancora una forma apparentemente integra.

La normativa CSC, tuttavia, si limita a regolare la sicurezza nel trasporto marittimo, senza pronunciarsi sul destino successivo del container. Una volta dichiarato non idoneo al servizio internazionale, l'unità può essere alienata, de-

68
International Maritime Organization. (1972). International Convention for Safe Containers (CSC) < https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-Safe-Containers-(CSC).aspx > [ultima consultazione Febbraio 2026].

69
International Maritime Organization. (2008). International Convention for Safe Containers (CSC), 1972: Interpretations and guidelines [formato pdf].

molita o – sempre più frequentemente – ricondizionata per usi alternativi. In questo contesto si apre la prospettiva del **riuso architettonico**, che trova proprio nella **robustezza residua** del contenitore e nella standardizzazione dimensionale (ISO series 668 e 1496) le condizioni ideali per un impiego edilizio. La possibilità di destinare i container dismessi a funzioni abitative, commerciali o espositive non solo riduce l'impatto ambientale legato allo smaltimento dell'acciaio, ma valorizza anche una risorsa già esistente, allineandosi ai principi dell'economia circolare.

Un aspetto importante da considerare è la diversa declinazione che può assumere **l'espressione di "fine vita"**. All'interno del quadro internazionale sancito dalla Convenzione CCS, il fine vita coincide con il momento in cui il container non soddisfa più le condizioni minime di sicurezza per il trasporto. Invece, in ambito architettonico, si parla di second life o second use per indicare il recupero funzionale di materiali e strutture altrimenti destinati al rifiuto (vedi capitolo 00). In questa prospettiva il container può essere assunto come semilavorato industriale, capace di affrontare cicli d'uso successivi. Questo approccio accomuna i suoi obbiettivi a quelli promossi dalle istituzioni europee: incoraggia la contrazione di rifiuti siderurgici e incoraggia il riuso per conservare il valore di ciascuna risorsa.

Dal punto di vista ambientale ed economico, il riutilizzo dei container fuori servizio comporta vantaggi significativi. Un'unità standard da 20 piedi contiene circa 2.000–2.500 kg di **acciaio corten**. Se si scegliesse di rifondere tale materiale di avrebbe un elevato dispendio di energia. Anche l'emissione di CO2 risulterebbe alta, stimata in circa 1,5–2 tonnellate per unità. Al contrario, se il container viene riutilizzato in maniera diretta, si valorizzerebbe tale risorsa edilizia. Il riuso del container (cargotecture) è esemplificativo dell'upcycling, in quando la materia non subisce degrado ma un'elevazione del suo stato prestazionale. Sebbene nessuna delle fonti normative analizzate si esprima esplicitamente in chiave architettonica, la loro analisi consente di individuare una soglia tecnica chiara tra "fine vita marittima" e "inizio di una nuova funzione terrestre"[70].

70
World Steel Association. (s.d.). Valutazione del ciclo di vita nell'industria siderurgica < https://worldsteel.org/it/steel-topics/life-cycle-thinking/ > [ultima consultazione Maggio 2026].

Analisi di casi studio europei e sperimentazione progettuale
a Cambiano nell'ambito del Circular Design Polito Lab

3.0

SPERIMENTAZIONE A CAMBIANO

Premessa

Il presente lavoro di tesi trova la sua sintesi operativa nella partecipazione diretta, in qualità di studentessa, al **programma UROP ((Undergraduate Research Opportunities Program)** del Politecnico di Torino. L'esperienza di ricerca, concepita per affiancare gli studenti di Laurea Magistrale, mi ha inserito in un gruppo di lavoro guidato da docenti e ricercatori. Partecipando a questo percorso, ho potuto consolidare l'approccio critico nel campo della ricerca universitaria. Le sfide progettuali emerse, hanno sottolineato l'importanza del confronto diretto con il territorio. Nello specifico, sotto il coordinamento del professore Guido Callegari, ho collaborato al progetto Circular Design Polito Lab; il mio contributo alla ricerca si è improntato sui principi della circolarità applicati al sito sperimentale di Cambiano. Inizialmente, come membro del gruppo UROP, ho contribuito all'elaborazione di uno scenario progettuale condiviso, verificando la compatibilità tecnica tra container marittimi dismessi e componenti di recupero edilizio. L'interesse verso i risultati raggiunti e la volontà di focalizzare ulteriormente il mio contributo mi hanno spinto a elaborare una ricerca di tesi dedicata. Tale approfondimento si inserisce in una fase cruciale per il progetto di Cambiano, recentemente finanziato nell'ambito del **progetto INFRA+3**. La tesi si configura quindi come uno strumento per esplorare le strategie di economia circolare a livello europeo, al fine di definire linee di indirizzo progettuale concrete, maturate all'interno del gruppo di ricerca DAD (Dipartimento di Architettura e Design). Il capitolo ripercorre le tappe dell'esperienza, partendo dall'inquadramento territoriale di Cambiano e dal confronto con l'amministrazione comunale. Lo scenario progettuale elaborato nel gruppo UROP ha rappresentato il punto di partenza per l'**attività di tutoraggio** nel corso di "Progetto di architettura off-site", dove ho contribuito a definire gli indirizzi guida e partecipato alle revisioni critiche degli studenti.

Un'altra tappa importante della ricerca è stata la visita al **cHOMgenius di Milano** che evidenzia una differenza sostanziale con Cambiano: il prototipo cargotecture milanese mira a una reversibilità totale dei suoi componenti industriali nuovi e performanti, mentre Cambiano accetta la sfida dell'upcycling recuperando e nobilitando materiali esistenti. Questo recupero di componenti edilizi nasce dalla collaborazione e dal supporto della sede **Vico S.r.l.**, che ha permesso di presentare lo scenario progettuale ai tecnici competenti e rappresentanti istituzionali rendendo chiare le dinamiche del decomissioning sul campo.

Infine, l'indagine presso il **CCS di Chieri**, con particolare approfondimento del **laboratorio ECO3R**, ha consentito di incorniciare il progetto di Cambiano, non soltanto come manufatto accademico, ma come nodo di una rete sociale e territoriale fondata sulla rigenerazione e riparazione delle risorse.

3.1 Roadmap delle attività svolte nell'ambito della tesi

2025

Sopralluogo area di progetto a Cambiano e incontro con il sindaco Carlo Vergnano
OBBIETTIVO:
verifica in sito della fattibilità nel recupero di materiali e validazione tecnica in sede amministrativa comunale

9 MAGGIO

Visita al progetto "cHOMgenius. Prototype System and SharedProject. Soluzioni straordinarie per l'abitare intelligente" realizzato dal politecnico di Milano a Busnago (MB)
OBBIETTIVO:
analizzare dal vivo un prototipo realizzato con logiche diverse ma ugualmente reversibile

25 SETTEMBRE

8 APRILE

Avvio svolgimento attività UROP - Circular Design Polito Lab

9 LUGLIO

Sopralluogo presso Vico s.r.l. a Cairo Montenotte (SA) patner progetto Circular design Polito Lab;
OBBIETTIVO:
presentazione primo scenario progettuale Circular Design Polito Lab

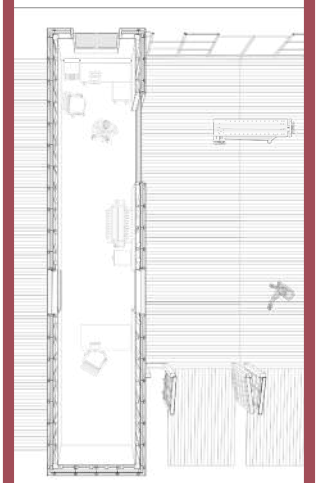
Timeline: relazione tra le tipologie d'intervento previste con la loro durata temporale.

22 OTTOBRE

Sopralluogo presso CCS e Repair Cafè a Chieri
OBBIETTIVO:
osservare come vengono gestiti, selezionati e avviati al riciclo i materiali scartati, per integrare queste logiche nella progettazione circolare del Lab

Termine svolgimento attività UROP - Circular Design Polito Lab

25 OTTOBRE



3 NOVEMBRE

Inizio partecipazione al workshop con gli studenti del corso di “Progetto di architettura off-site” del Politecnico di Torino nel ruolo di tutor
FINALITÀ:
ricerca operativa e progettazione condivisa: comparazione con gli scenari degli studenti

2026

17 FEBBRAIO

Termine partecipazione al workshop con gli studenti del corso di “Progetto di architettura off-site” del Politecnico di Torino

3.2 Inquadramento istituzionale e traiettoria di ricerca

La sperimentazione condotta presso il sito di Cambiano (TO) costituisce l'esito operativo del Circular Design Polito Lab, infrastruttura di ricerca concernente al Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino. Tale laboratorio si inserisce in una traiettoria strategica pluriennale dedicata all'indagine del progetto architettonico come catalizzatore della transizione ecologica. La base programmatica dell'intervento risiede nella **Convenzione ReLand**, "sottoscritta nel 2019 tra il Comune di Cambiano, il Politecnico di Torino e l'Associazione Off Grid Italia"[71]. Questo accordo ha permesso di avviare una collaborazione interdisciplinare con lo scopo di promuovere il riuso attraverso la realizzazione di un polo pilota.

Più ampiamente, l'iniziativa si colloca nel quadro dell'Ecosistema Territoriale per la Riduzione, il Riuso e il Riciclo (ECO3R). ECO3R è stato attivato nel 2020 con il coinvolgimento di 19 comuni, il Consorzio Chierese Servizi70 e il Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino. Questo quadro territoriale ha funto da coordinatore per la gestione consapevole delle risorse. Ed è proprio grazie a questo sistema che nasce l'idea dell'Hub sulla Circolarità". Si tratta di un polo operativo strategico pensato sia per la didattica, sia per validare nuove soluzioni a seguito della ricerca. L'inserimento del progetto all'interno del CIST (Centro Interdisciplinare per lo Sviluppo Territoriale) nell'ambito del bando "Infra+" promosso dalla Regione Piemonte, ne decreta il suo valore scientifico in qualità di ricerca a livello regionale. Economicamente l'iniziativa è sostenuta dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) e dai finanziamenti messi a disposizione dall'Ateneo[73].

La triade operativa

Il progetto Circular Design Polito Lab adotta i principi dell'EC, in particolare adotta la gerarchia estesa delle "10R" (Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover)[74].
Questo approccio vede il superamento del limitato riciclo tradizionale, inaugurando una metodologia capace di orientare le scelte progettuali verso la massima conservazione del valore del materiale[75].
Per operare questa scala di strategie circolari nel settore cargotecture, la ricerca ai fini del laboratorio mette in atto una triade d'azione specifica: **Rivalutare, Riprogettare e Rifabbricare**. Tenendo conto dei più ampi dettami dei programmi quadro europei, l'obbiettivo principale è lo sviluppo di un'architettura che funga

71
Politecnico di Torino. (2024, 21 marzo). Il Circular Design Polito Lab a Cambiano. Una infrastruttura per la didattica innovativa. < https://www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/appuntamenti/news?id=25408 > [ultima consultazione Aprile 2026].

72
Consorzio Chierese Servizi. (2020). ECO3R: Ecosistema Territoriale per la Riduzione, il Riuso e il Riciclo. < https://www.ccs.to.it/home/Eco3R > [ultima consultazione Dicembre 2025].

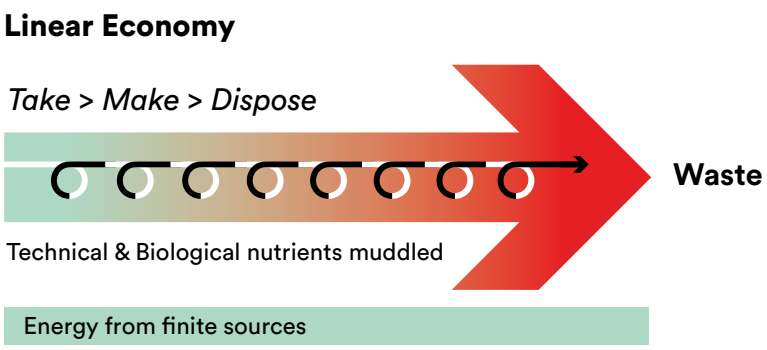
73
Politecnico di Torino. (2025, 9 luglio). Circular Design Polito Lab - Incontro 09_07_2025 - Presentazione. Dipartimento di Architettura e Design (DAD). < https://www.canva.com/design/DAGrrQyVdr8/kyVadYaa-1T0XFrWzsVf0-g/edit >

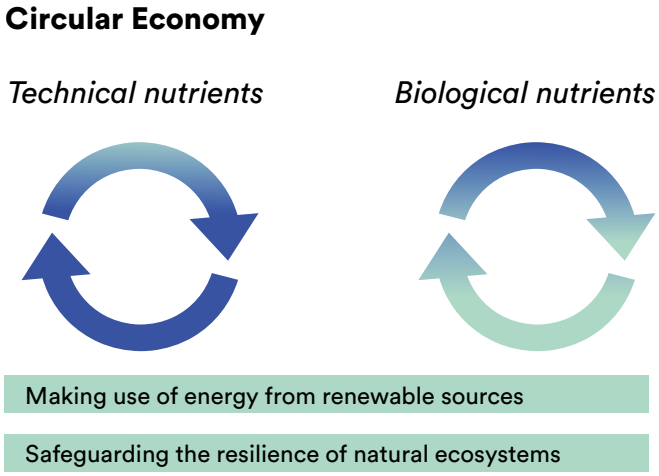
74
Potting, José & Hekkert, M.P. & Worrell, Ernst & Hanemaaijer, Aldert. (2017). Circular Economy: Measuring innovation in the product chain. [formato pdf].

75
Cramer, J. (2022, marzo). Building a Circular Future: Ten Takeaways for Global Changemakers (Amsterdam Economic Board/ Holland Circular Hotspot). Amsterdam Economic Board. [formato pdf].

da prototipo sperimentale che mette in atto strategie circolari integrate. Questa sperimentazione si fonda su due pilastri operativi:

- **l'upcycling di container marittimi dismessi:** trasformazione di unità di carico standardizzate in moduli abitativi di alta qualità
- **il riuso di materiali e componenti da demolizione:** integrazione di elementi strutturali e finiture derivanti da edifici giunti al termine del loro servizio.





(a destra)
After Ellen MacArthur Foundation, 2013.
Fonte: Cramer, Ivi, p. 16 [formato pdf].

A questo proposito, è importante distinguere tra "progettare con il riuso" e "progettare per il riuso". La prima espressione significa integrare con componenti second-hand, mentre la seconda apre a un cambio di paradigma. Progettare per il riuso significa porre l'attenzione alla vita futura dell'oggetto. L'applicazione sapiente dei criteri di DfD e DfA, in conformità alla norma ISO 20887:2020, permette di concepire il manufatto come un sistema reversibile di risorse. Non a caso questa pianificazione progettuale permette di ridurre notevolmente i carichi ambientali di settore: il prelievo spinto di materie prime viene sostituito da un prezioso stock di materiali esistenti.

Definizione del riuso e validazione scientifica: il framework FCRBE

Il concetto di riuso adottato per il sito di Cambiano si fonda sul principio di preservare l'integrità degli elementi edilizi. Anziché demolire, il progetto impiega le risorse allo stato di fatto, adattandole talvolta a funzioni differenti. Questa scelta metodologica esclude categoricamente il reprocessing — ovvero la trasformazione industriale pesante — per evitare l'alterazione della natura materica dei componenti e l'ulteriore dispendio di risorse.

Facendo riferimento ai protocolli del progetto europeo FCRBE (2022)[76], il riuso è validato come la strategia più efficace per abbattere l'energia incorporata (embodied energy), ovvero il capitale energetico già investito per l'estrazione, la produzione e il trasporto dei materiali originali. La scelta di riusare le risorse a disposizione previene la produzione di rifiuti. Il riuso segue precisi requisiti normativi che condizionano il diminuire della CO_2. Le analisi LCA sul ciclo di vita dimostrano infatti che l'impatto ambientale di un componente riutilizzato può essere da 2 a 12 volte inferiore rispetto a un equivalente nuovo.

Operativamente, la ricerca per Cambiano si avvale della metodologia del reclamation audit. Questo audit di recupero si configura come una mera catalogazione che viene fatta su edifici destinati alla demolizione: vengono identificati materiali ad alto potenziale di riutilizzo. L'esito dell'audit è un abaco tecnico che elenca sistematicamente ogni risorsa identificata. Per tale identificazione si inseriscono dettagli riguardanti:

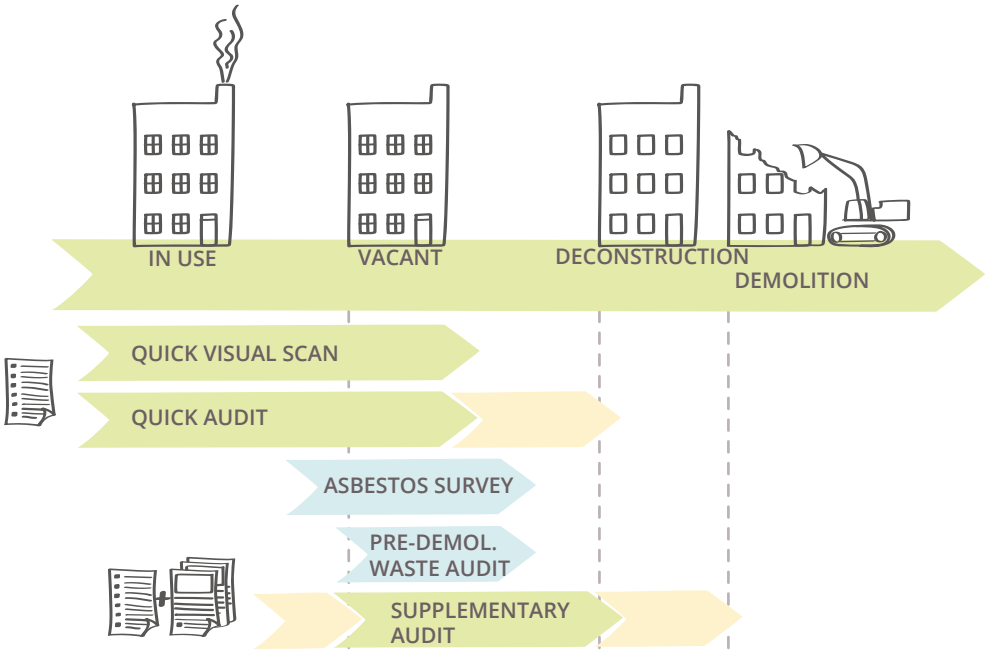
- le caratteristiche fisiche e tecniche (dimensioni, quantità, prestazioni residue);
- lo stato di conservazione e le condizioni d'uso;
- la valutazione dei benefici ambientali
- le linee guida per lo smontaggio selettivo, indicando alle imprese quali elementi richiedono una rimozione accurata per evitarne il danneggiamento.

76
Smeyers, T., Deweerdt, M., & Mertens, M. (2022). The reclamation audit: A guide to creating an inventory before demolition of potentially reusable construction products (Reuse Toolkit). Interreg North-West Europe FCRBE. [formato pdf].

Come teorizzato da **Smeyers, Deweerdt e Mertens** (2022), l'efficacia del riuso dipende dalla capacità dell'auditor di agire tempestivamente in situ. L'anticipazione è fondamentale: avviare l'audit il prima possibile, spesso in combinazione con le verifiche sui rifiuti pre-demolizione, permette di pianificare le fasi di de-costruzione in modo efficiente.
Questo minuzioso lavoro di catalogazione crea una vera **"carta d'identità"** per ogni materiale, spesso raccolta in una **scheda dell'element**o dedicata.

Tale documentazione serve come strumento decisionale per discutere la destinazione finale dei prodotti e facilita l'incontro tra l'offerta di risorse dismesse e la domanda della nuova progettazione. In questo modo, l'edificio non è più visto come una massa statica da demolire, ma come una **"miniera urbana"** capace di fornire componenti pregiati — come strutture metalliche e infissi — pronti per una seconda vita[77].

77
Smeyers, op.cit.



(a destra)
Actual reclamation operations.
Fonte: Smeyers, op. cit., p.21

Diverse fasi determinano le operazioni di recupero. Il livello di integrazione determina la sequenza di smontaggio degli elementi, i quali possono essere recuperati anche dopo la demolizione. Le operazioni di recupero iniziano con una fase pre-demolitiva durante la quale vengono rimossi gli elementi facili da smontare o che si possono spostare (lavagne, armadi). Concluso questo primo step, il cantiere passa alla fase di smantellamento. Lo smantellamento si serve di attrezzature più pesanti e consente la rimozione di tutti quegli elementi che non hanno valenza strutturale come finestre o pareti divisorie. Soltanto la fase ultima di demolizione prevede la decostruzione selettiva di elementi portanti come travi. Per massimizzare la valorizzazione, in attesa del permesso di demolizione, il proprietario può procedere con le prime due fasi, previa verifica della bonifica[78].

Attualmente, nel Nord-Ovest dell'Europa, la gestione dei materiali da costruzione segue ancora un modello prevalentemente lineare: solo l'1% degli elementi viene infatti riutilizzato. Nonostante l'enorme potenziale di moltissimi componenti, la maggior parte di essi finisce ancora oggi distrutta, fusa o smaltita, causando un forte impatto ambientale e una netta perdita economica dovuta alla distruzione di oggetti che conservano un alto valore intrinseco.
Il progetto FCRBE (Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements) interviene per invertire questa tendenza. Il suo obbiettivo è di incrementare del 50% la quota di materiali da costruzione recuperati entro il 2032. L'intervento si concentra sulla metà settentrionale di Francia, Belgio e Regno Unito e in misura minore, i Paesi Bassi, l'Irlanda, il resto della Francia e il Lussemburgo. Qui esistono già migliaia di piccole e medie imprese (PMI) specializzate nella decostruzione selettiva e nella fornitura di componenti di seconda mano. Sebbene si tartti di realtà atte a risparmiare risorse preziose, esse affrontano sfide significative in termini di visibilità, accesso a progetti su larga scala e integrazione nelle pratiche edilizie contemporanee.
In questo contesto, l'espansione del mercato del riuso — supportata da directory professionali come Opalis o Salvoweb — diventa una leva strategica. Le operazioni necessarie per mantenere un elemento in circolazione (come lo smontaggio selettivo, la pulizia, la selezione e lo stoccaggio) sono infatti attività ad alta intensità di lavoro che richiedono competenze specifiche. Rafforzare questa filiera non solo permette di creare nuovi posti di lavoro sul territorio, ma consente soprattutto di preservare il valore culturale e il patrimonio materiale incorporato negli edifici esistenti, trasformando quello che ieri era considerato un rifiuto in una risorsa preziosa per l'architettura di domani[79].

Gruppo UROP: applicazione del framework FCRBE nel contesto di Cambiano

La selezione dei componenti prende avvio dall'acquisizione del reclamation audit redatto dai dottorandi di ricerca Alessandro Barra e Tiziano Uriel Monteu Cotto[80]. Questo documento, concepito come un inventario di recupero redatto al fine di identificare gli elementi edilizi

78
Smeyers, op.cit., pp.20-21

79
Interreg North-West Europe. (2022). FCRBE - Facilitare la circolazione degli elementi edilizi recuperati nell'Europa nordoccidentale. < https://vb.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

80
Alessandro Barra: Dottorando in Design E Tecnologia. Persone, Ambiente, Sistemi , 39o ciclo (2023-2026)
Dipartimento di Architettura e Design (DAD)
Tiziano Uriel Monteu Cotto: Dottorando in Design E Tecnologia. Persone, Ambiente, Sistemi , 39o ciclo (2023-2026)
Dipartimento di Architettura e Design (DAD)
Docente a contratto e/o collaboratore didattico
Dipartimento di Architettura e Design (DAD)

RECLAMATION INVENTORY

PRIMARY INFORMATION

Identification			Picture	Quantity		Dimensions				Mass		Total			Location in situ	Condition	Remark(s)	Reclamation phase	suggested destination	(add title if useful - ex. feedback reclamation dealer)
ID number	Element group	Element name		amt.	unity	width	length	hight	unity	amt.	unity	total surface	total volume	total mass				phase for collection on site	actor/site	

Template 2.

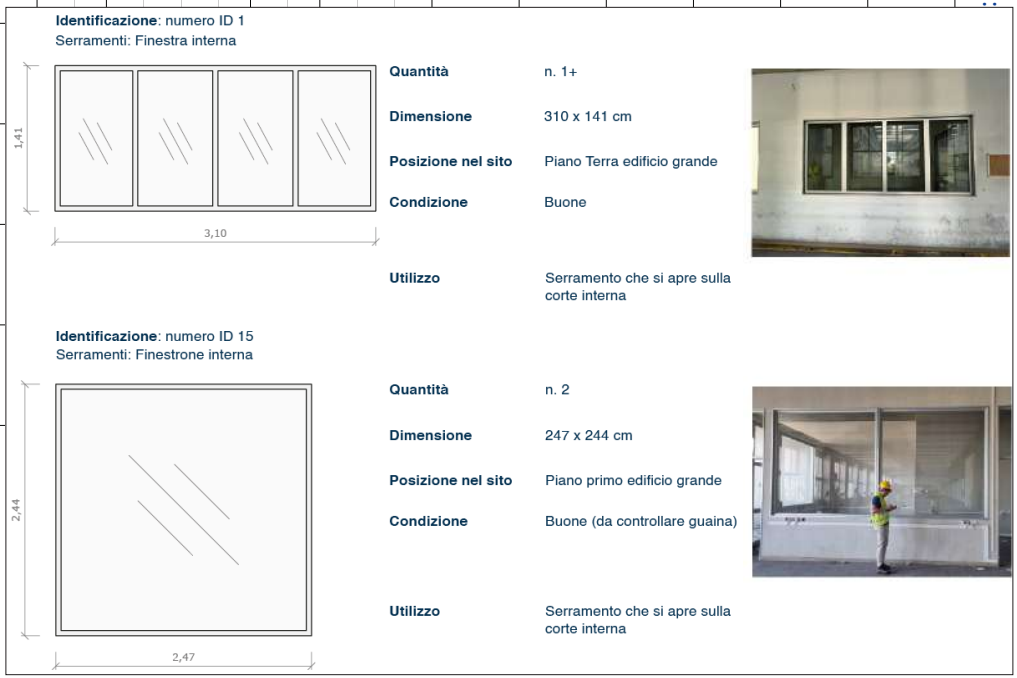


Fig.1

Fig.2

Fig.1.
Esempio di template del reclamation audit fornito dal team di ricerca dottorale per l'identificazione dei materiali con alto potenziale di riutilizzo.
Fonte: Smeyers,op. cit., p.67
Fig.2
Estratto di scheda tecnica elaborata dal gruppo UROP: integrazione tra i dati dell'audit e rielaborazione grafica CAD per la definizione grafica delle dimensioni dei componenti.

e i materiali ad alto potenziale di riutilizzo, ha fornito i dati di primari necessari alla fase successiva. In qualità di membro del gruppo UROP ho collaborato alla rielaborazione di tali informazioni sistematiche per creare schede tecniche di dettaglio per ciascun elemento. In queste schede, l'identificativo univoco e l'immagine fotografica estratti dall'audit originale sono stati integrati da un disegno CAD 2D prodotto dal nostro gruppo, volto a descrivere con precisione le dimensioni e le geometrie di ciascun componente affinché li si potessero considerare inseribili all'interno dello scenario progettuale per il Circular Design Polito Lab.

3.3 Il contesto progettuale: obbiettivi, requisiti, esigenze territoriali, il sito

Gli obbiettivi

Il progetto per Cambiano non mira alla semplice costruzione modulare per mezzo di container. Il Circular Design Polito Lab vuole dimostrare che è possibile fare architettura di alta qualità partendo da ciò che già esiste. La sfida del progetto sta nel convertire lo smantellamento edilizio in una strategia di reperimento materico. Grazie ai dati dell'audit, il materiale di recupero diventa il motore della progettazione: il risultato è un sistema basato sulla reversibilità totale, dove ogni componente viene nobilitato anziché sprecato.

In questa direzione l'esigenza principale è quella di dimostrare l'efficacia di un **nuovo modello di produzione architettonica:**

- **occorre massimizzare il riuso dei materiali**: seguendo le linee guida del FCRBE, un obbiettivo è quello di valorizzare i componenti preservandone l'energia incorporata ed evitando la produzione di nuovi rifiuti
- in secondo luogo, **bisogna superare il concetto di "tabula rasa"**, progettando un'architettura che si adatta alle risorse disponibili; gli elementi di recupero si trasformano da vincoli materici a variabili attive del progetto
- infine, **serve esaltare l'upcycling**, promuovendo l'uso di componenti dismessi (moduli ISO e materiali derivanti dal sito Roto Alba), che senza ricorrere a reprocessing, vengono considerati nelle loro prestazioni più alte

I requisiti

Il progetto per operare coerentemente agli obbiettivi deve rispondere a precisi requisiti metodologici:

- il progetto **deve essere reversibile**. A differenza del modello cHOMgenius di Milano che analizzerò nel paragrafo 3.4 il quale vede l'impiego di materiali e componenti vergini, Cambiano nasce con l'esigenza di coniugare la totale smontabilità dell'architettura con l'impiego di componenti di recupero
- per questo motivo è fondamentale **identificare tempestivamente le caratteristiche tecniche e il potenziale di decostruction dei componenti** in situ, per creare una "carta d'identità" del materiale, nonche definire il reclamation audit
- il progetto deve inoltre **far coesistere materiali eterogenei** come container e infissi recuperati, garantendo che la loro unione favorisca la funzionalità estetica e tecnica dell'architettura
- infine, c'è una forte **volontà a collaborare con la filiera locale**: operare una sinergia con realtà come Vico

S.r.l. per trasformare il decomissioning industriale in una fornitura costante per l'edilizia

Le esigenze territoriali

Il Circular Design polito Lab deve anche rispondere alle necessità del luogo su cui sorge:

- deve **minimizzare l'impatto logistico** creando legami con PMI locali e approvvigionandosi da banche di materiali territoriali come l'edificio di Roto Alba
- deve **dialogare con l'amministrazione Comunale** di cambiano per garantire che il progetto abbia un impatto positivo e duraturo sul tessuto urbano
- deve definirsi come **nodo di aggregazione sociale**

Sopralluogo area di progetto a Cambiano e incontro con il sindaco Carlo Vergnano

La fase di ricerca e sperimentazione ha avuto inizio con l'inquadramento territoriale. In particolare, è stato svolto un primo sopralluogo conoscitivo presso il sito di Cambiano nella giornata del 9 maggio 2025. Il sopralluogo ha rappresentato un momento cruciale per passare dall'analisi delle cartografie catastali che riportano le varie reti (acquedotto, fognatura, Enel, Gas) alla percezione del reale contesto in via di trasformazione. Insieme al gruppo di ricerca, abbiamo potuto constatare la valenza strategica dell'area, legata soprattutto alla sua vicinanza con la stazione ferroviaria e al sedime del futuro polo ospedaliero. In questa sede, abbiamo inoltre avuto un confronto diretto con l'amministrazione comunale, e in particolare con il sindaco di cambiano Carlo Vergnano; l'incontro ha permesso di allineare gli obbiettivi della ricerca con la visione e le necessità della comunità locale.

9 MAGGIO 2025

Il sito

Lo scenario progettuale per il Circular Design Polito Lab vede un'area complessiva d'intervento di 8.023 m^2, secondo la variante parziale del Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) del Comune di Cambiano[81]. Situato a sud ovest del territorio comunale, il lotto si trova in prossimità della stazione ferroviaria Cambiano-Santena, 7 minuti di percorrenza a piedi. L'area è anche nei pressi del sito sulla quale sorgerà il nuovo ospedale dell'ASL TO5 che sostituirà l'attività degli attuali ospedali Santa Croce di Moncalieri, Maggiore di Chieri e San Lorenzo di Carmagnola, servendo una popolazione di circa 310.000 abitanti[82]. Il lotto, delimitato da via Cavaglia e via Triberti rispettivamente a nord e sud, funge da cerniera tra il nucleo storico di Cambiano caratterizzato da tracce di edificio rurale di epoca romana[83] e le nuove aree di espansione funzionale contemporanee. C'è una forte volontà di innescare una funzione innovativa – il Circular Design Polito Lab – dietro la scelta del sito; una porzione di territorio che si trasforma in un polo di attrazione per la comunità, non solo locale, ma anche per il mondo universitario. La posizione strategica, oltre a costituire un vantaggio in termini logistici (ben connesso al sistema stradale e infrastrutturale), si configura come nodo intermodale ad alto potenziale di sostenibilità: potrà nascere facilmente un collegamento tra il laboratorio di ricerca e sistema di trasporto pubblico metropolitano.

(a sinistra)
Estratto planimetrico del sito - progetto Circular Design Polito Lab
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab:
Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini.

81
Comune di Cambiano. (2024). Variante parziale n. 16 al Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC). < https://sportello.comune.cambiano.to.it/variante-strutturale-n-2-al-prgc/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

82
ASL TO5. (n.d.). Azienda Sanitaria Locale di Chieri, Carmagnola, Moncalieri e Nichelino. < https://www.aslto5.piemonte.it/it/notizia/nuovo-ospedale%20ospedale%2003 > [ultima consultazione Aprile 2026].

83
Comune di Cambiano. (n.d.). Cenni storici. < https://comune.cambiano.to.it/vivere-il-comune/il-territorio/cenni-storici/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

(a sinistra)
Veduta aerea del sito di intervento a Cambiano.
Fonte: Frame estratto da riprese drone a cura di Carlos Lopo.

(a destra)
Individuazione aerea del sito di intervento a Cambiano.
Fonte: Frame estratto da riprese drone a cura di Carlos Lopo.

3.3.1 Primo scenario: progetto elaborato con il Gruppo UROP

Fase analitica

Lo sviluppo del progetto è stato preceduto da una fase analitica rigorosa, concepita come presupposto necessario, volta a mappare lo stato dell'arte della cargotecture a livello internazionale. L'indagine si è concentrata sull'analisi critica di casi studio prevalentemente europei – in parte già indagati nel capitolo precedente – scelti per la loro capacità di declinare il riuso dei container marittimi in programmi funzionali diversi. L'analisi ha spaziato dalla gestione dell'emergenza abitativa con residenze temporanee come nel caso APROP di Barcellona, all'efficienza degli spazi terziari come quelli di co-working dell'Unionkul Stack I a Copenaghen, fino a interventi di rigenerazione urbana in cui il container funge da catalizzatore di nuove centralità.

L'obiettivo dell'analisi non è stato puramente descrittivo, ma finalizzato alla costruzione di un abaco di soluzioni strategiche coerenti con le sfide territoriali e alla normativa vigente del sito di Cambiano. Nello specifico, la ricerca ha approfondito:

- Il tipo d'iniziativa in relazione ai singoli obbiettivi
- Le logiche di aggregazione modulare e la flessibilità degli spazi distributivi;
- Le soluzioni di isolamento termo-acustico necessarie per superare i limiti intrinseci della cellula metallica e garantire il comfort interno;
- I dettagli costruttivi come quello dell'attacco a terra ove presenti dati progettuali, volti a garantire la reversibilità e la minima interferenza con il suolo;
- L'integrazione di materiali di recupero e bio-based come componenti che contribuiscono alla performance complessiva.

Questo processo conoscitivo contribuisce alla definizione finale di linee guida progettuali che traducono il linguaggio industriale del container in un'architettura contemporanea, sostenibile e pronta alla circolarità.

Sopralluogo presso Vico s.r.l. a Cairo Montenotte (SA)

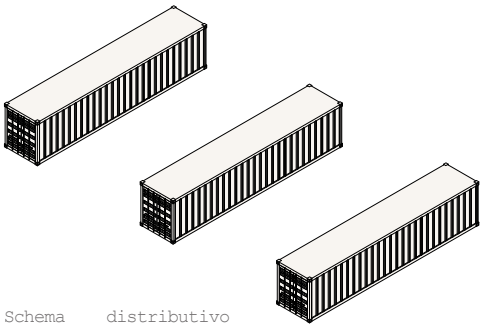
Parallelamente alla ricerca degli esempi europei più significativi, il percorso UROP ha previsto un momento di confronto con l'azienda Vico S.r.l., realtà industriale esperta nel **settore del decommissioning** (smaltimento di componenti industriali). Questo sopralluogo tecnico presso la sede di Cairo Montenotte in provincia di Savona ha rappresentato un'occasione fondamentale per prendere visione e toccare con mano, sia i container ISO, sia i materiali stoccati. In particolare, Vico S.r.l. permette il recupero

a chilometro zero di componenti edilizi provenienti dalla demolizione di un edificio della Roto Alba. Il reclamation audit, fornito al gruppo UROP preliminarmente, permette di considerare un gran numero di elementi come una vera e propria banca di materiali. Durante il sopralluogo buona parte dei componenti, anche non richiesti, erano già stati messi da parte per il progetto, un segno di forte impegno da parte dell'azienda nei confronti della sperimentazione. Componenti come serramenti, recinzioni metalliche o semplici arredi come lavagne e lampade, entrano a far parte di uno scenario progettuale che non li considera come un limite, ma un'opportunità per rendere il progetto unico e reversibile.
In questa occasione, infatti, in qualità di gruppo UROP, abbiamo presentato il primo scenario progettuale elaborato per il sito di Cambiano. L'idea, sviluppata sotto la costante supervisione del professore e dei dottorandi, è stata sottoposta a una revisione critica volta, più che a verificarne la fattibilità tecnica e logistica, a dare indicazioni utili ai fini di un supporto significativo e un risultato ottimale. Questo prezioso scambio sinergico permette di concretizzare le prime scelte progettuali in un primo scenario.

Il concept architettonico e la configurazione spaziale

Fase 1: Il nucleo funzionale UROP (tipologia a corte)

Il concept volumetrico del Circular Design Polito Lab nasce dall'esigenza di avere uno spazio flessibile per le attività previste. La configurazione dello spazio si fonda sulla disposizione parallela di tre moduli container da 40 piedi (12,19 x 2,44 x 2,89m), distanziati tra loro in modo da generare due volumi centrali protetti. Tali "spazi di risulta" tra i moduli vengono trasformati rispettivamente in un'**aree multifunzionali** (una pensata per essere coperta), destinate ad accogliere attività di workshop, seminari e lezioni all'aperto, massimizzando la superficie utile senza aumentare il numero di involucri strutturali.



Schema distributivo tipologico del primo scenario progettuale elaborato dal gruppo UROP Circular Design Polito Lab
Fonte: Elaborazione dell'autrice

La distribuzione interna è stata invece concepita per rispondere alla duplice anima del polo:

- nucleo operativo (area laboratoriale): due dei moduli sono stati rifunzionalizzati per ospitare le attrezzature di ricerca e le postazioni di lavoro tecnico, diventando il nucleo operativo della sperimentazione;
- nucleo logistico (area uffici): il terzo modulo agisce come presidio amministrativo e di coordinamento

Il Circular Design Polito Lab non viene concepito come un manufatto architettonico finito, ma come un **sistema a crescita incrementale** che risponde ai criteri di versatilità e convertibilità definiti dalla norma ISO 20887:2020. La scalabilità modulare vuole essere concepita per permettere al laboratorio di evolvere in sincronia con le risorse finanziarie disponibili e con le necessità della ricerca, garantendo che ogni stadio di sviluppo sia funzionalmente completo ma strutturalmente aperto pronto alla riconfigurazione. La vera sfida tecnica del progetto risiede nella sintesi materica tra il guscio metallico del container e i componenti derivanti dal reclamation audit del sito Roto Alba. L'integrazione di questi flussi non è stata intesa come una mera addizione estetica, ma come una rifabbricazione sistematica volta a migliorare le performance complessive dell'edificio.

Fig.3
Estratto del dettaglio tecnologico della stratigrafia.
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab: Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini.

L'idea progettuale: dettagli

Dal punto di vista tecnico, una scelta progettuale determinante riguarda la gestione del pacchetto di isolamento. Al fine di salvaguardare l'altezza utile interna — limite intrinseco dei moduli ISO — si è optato per un sistema di isolamento termico esterno.

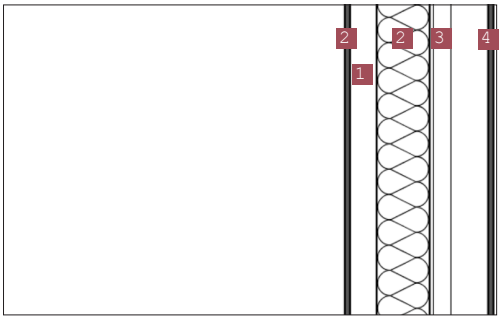
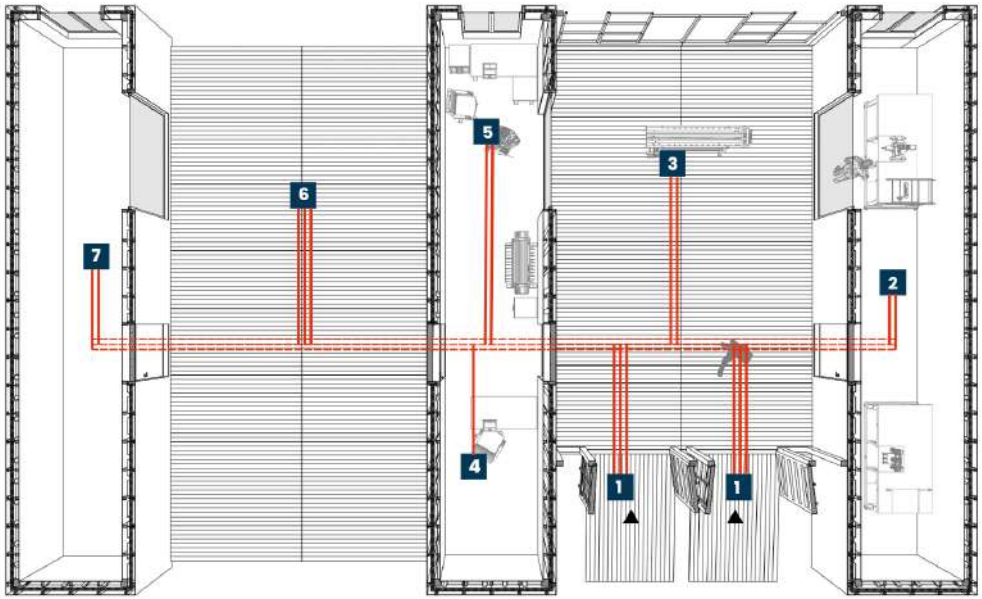


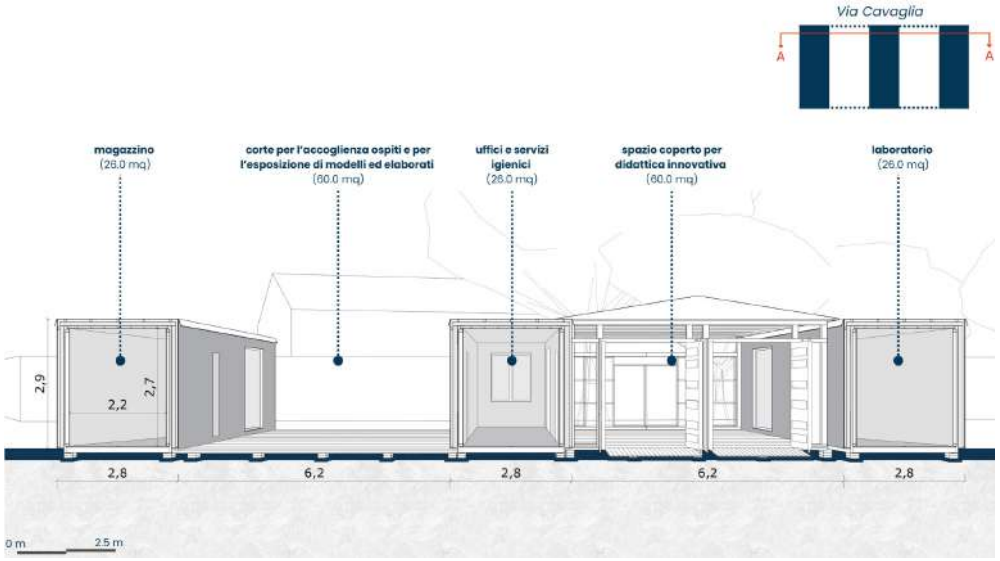
Fig.3

LEGENDA
1. Telaio parete ventilata 5 cm
2. Rivestimento esterno parete ventilata 1 cm
3. Isolante esterno 10 cm
4. Container marittimo fornito dall'azienda Vico Srl
5. Rivestimento interno 1 cm

Come evidenziato dalla sezione prospettica e dalla pianta dei flussi (vedi immagini a seguito), i tre moduli disposti in parallelo con un interasse di 6,2 metri consentono di avere dei volumi di risulta che raddoppiano la superficie utile complessiva senza aggiungere nuovi moduli o involucri strutturali pesanti.



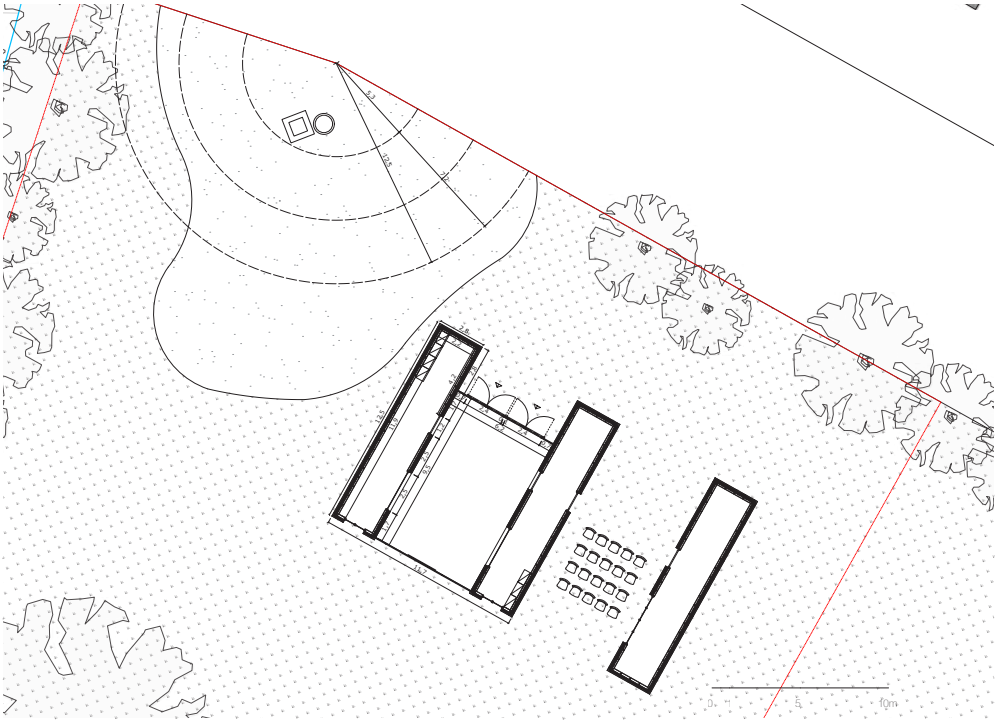
(a sinistra)
Flussi e disposizione interna - progetto Circular Design Polito Lab
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab:
Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini.



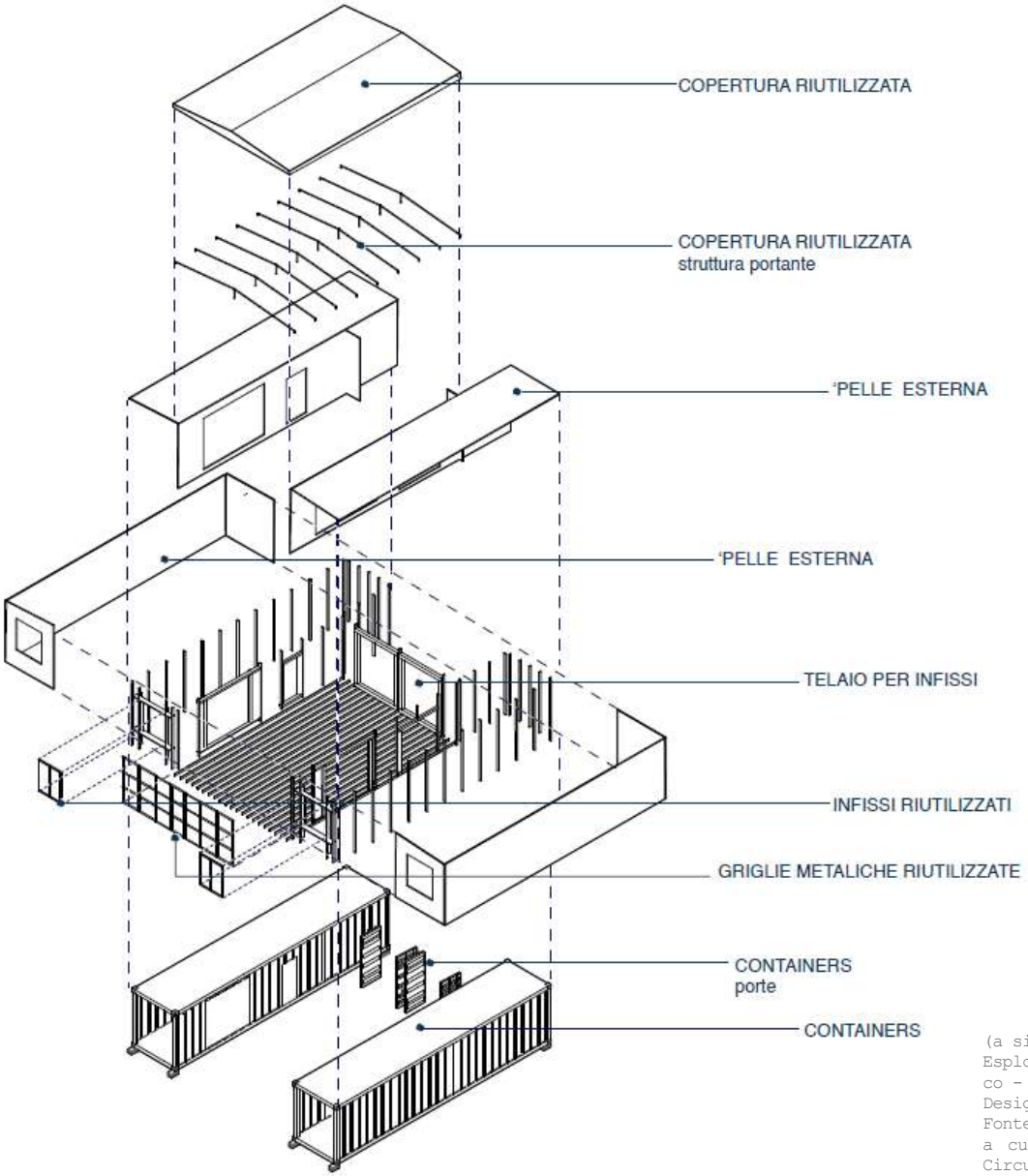
(a sinistra)
Funzioni previste - progetto Circular Design Polito Lab
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab:
Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini.

In legenda dell'elaborato della pianta prospettica dei flussi, vi si trovano le funzioni dei vari ambienti e come si relazionano tra loro in questa prima fase di ideazione. Innanzitutto, va specificato che nessun ambiente è davvero delimitato eccetto per i servizi igienici, che con una superficie 7.0mq vengono inseriti a completa autonomia del polo. Nello stesso modulo centrale vengono pensati gli uffici con una superficie di 19.0mq. Un secondo modulo si inserisce l'area magazzino/deposito; questa è pensata per avere un accesso diretto allo spazio di manovra che caratterizza la zona di accesso principale. L'ultimo modulo ospita invece il laboratorio di circa 26.0mq.

La "pelle esterna" e i telai per gli infissi sono stati modellati per accogliere gli infissi riutilizzati e le griglie metalliche recuperate. Una copertura leggera anch'essa indicata nel reclamation audit è stata posizionata a protezione di uno dei due spazi di risulta.

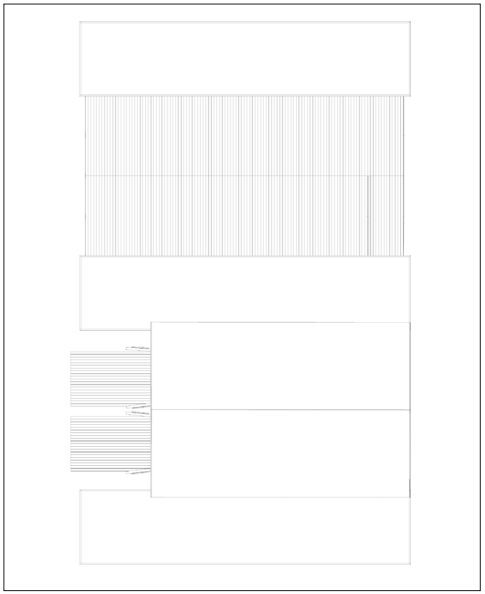


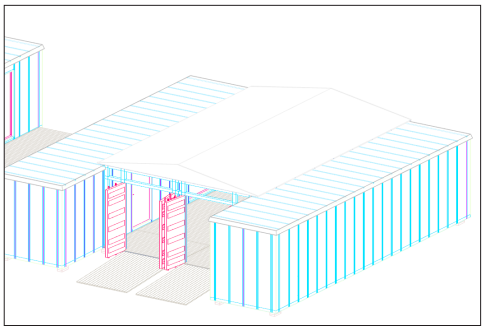
(a sinistra)
Posizionamento sul sito di progetto dell'edificio - progetto Circular Design Polito Lab
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab:
Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini.



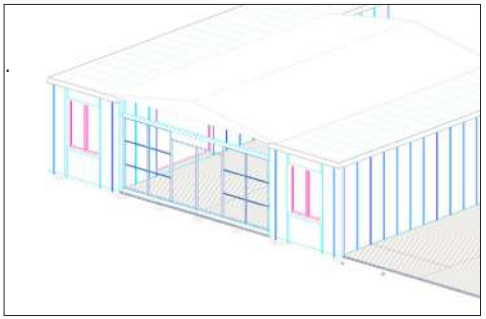
(a sinistra)
Esploso assonometrico - progetto Circular Design Polito Lab
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab:
Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini

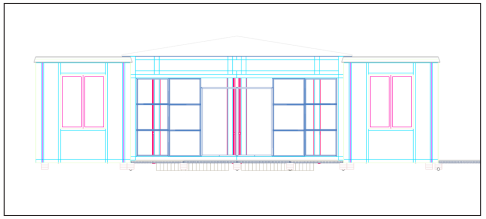
L'esploso assonometrico nella pagina precedente mostra la sintesi finale tra il sistema predefinito dei moduli container e la flessibilità dei componenti derivanti dal reclamation audit. Si tratta di un assemblaggio controllato dove viene massimizzata la vita utile dei componenti esistenti. In particolare, nell'elaborato UROP si può identificare l'impiego di una copertura telata di dimensioni 6.5 x 8.5 m. Questo elemento, originariamente utilizzato per spazi industriali, viene rifunzionalizzato come sistema di copertura per una delle due corti creatasi tra i container, nello specifico lo spazio tra il modulo laboratorio e quello amministrativo.



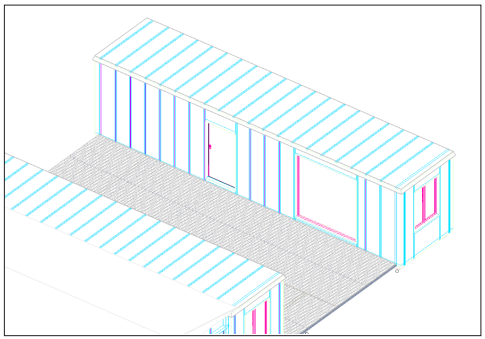


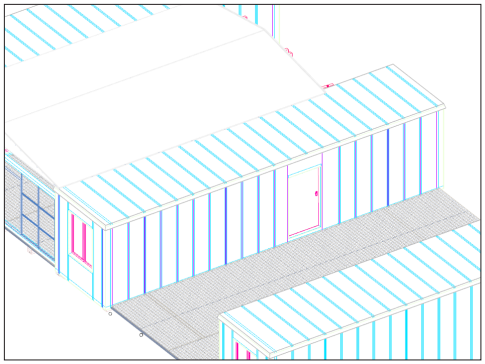
Delle griglie metalliche di diverse dimensioni vengono utilizzate per delimitare la stessa corte protetta, garantendo sicurezza, ma anche permeabilità visiva senza ricorrere a nuove partizioni massive.





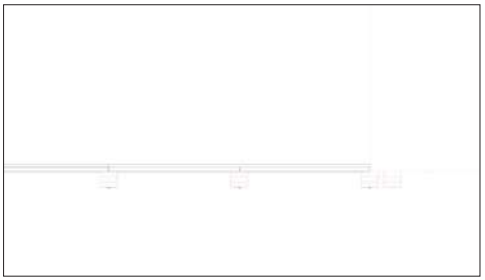
I fori praticati nella lamiera dei container sono dimensionati esattamente sulle geometrie dei serramenti di recupero.

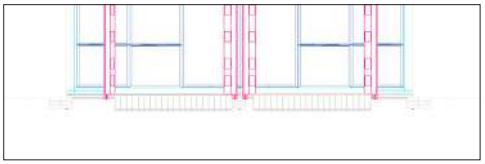




Infine, vengono nobilitati anche i componenti per lo spazio interno ai container. Armadiature e tavoli provenienti dall'edificio Roto Alba permettono un allestimento a costo zero e coerente alla logica del riuso.

Rimanendo nella logica della reversibilità, anche le fondazioni seguono questo principio determinando il minimo impatto sul suolo. Le fondazioni, discostandosi dalle pratiche edilizie tradizionali che prevedono l'uso di getti in calcestruzzo permanenti, sono progettate per essere realizzate interamente a secco, eliminando l'uso di acqua, colle o schiume.





Ogni componente dell'attacco a terra è smontabile e riutilizzabile, garantendo che il sito possa essere riportato alle condizioni originali una volta rimosso l'edificio.

Fase 2: Consolidamento e scenari futuri

Parte del mio contributo personale alla ricerca riguarda la definizione degli scenari di consolidamento della Fase 2, analizzando come l'innesto di nuovi moduli possa trasformare l'assetto a corte iniziale in organismi più complessi, ispirati ai casi studio europei precedentemente analizzati. L'obbiettivo in questa fase, non è stato definire una semplice addizione volumetrica, ma indicare possibili evoluzioni sistemiche dell'architettura. Questa volontà di creare organismi architettonici complessi deriva dalla critica dei casi studio europei analizzati nel capitolo 2 della tesi, dai quali sono state estrapolate delle logiche di aggregazione capaci di rispondere a programmi funzionali più densi.

Questi ipotetici scenari di sviluppo futuro sono allineati ai criteri adattabilità e reversibilità definiti dalla norma ISO di riferimento, interpretando così l'architettura come un sistema aperto. La reversibilità totale dell'intervento è garantita dal principio derivante dal prototipo cHOMgenius: assemblaggio a secco e connessioni meccaniche. Questo approccio progettuale permette di controllare le fasi di espansione senza predisporre demolizioni. Inoltre, viene gestita al meglio l'energia incorporata, così come l'emissione di CO2 legata alle successive operazioni di cantiere.

Sono state individuate due direttrici di espansione:

1. Espansione per affiancamento (tipologia lineare): ispirandosi a modelli come Molenwest (Belgio), questa direttrice prevede l'aggiunta di uno o più moduli disposti parallelamente alle unità del nucleo iniziale.

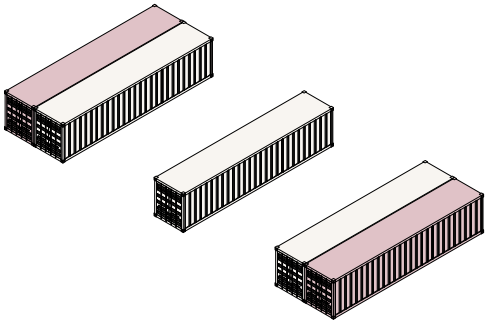


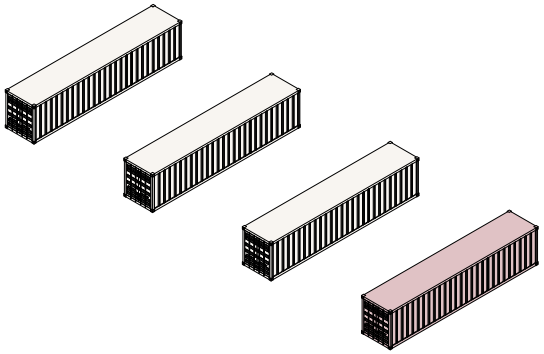
Fig.4

La saturazione avviene a seconda dell'effettiva disponibilità di suolo e delle risorse finanziarie. Potenziare la superficie utile del nucleo operativo e della corte centrale, trasformando il Lab in una piastra tecnologica continua. Questo approccio permette di mantenere una configurazione fluida dei flussi, ideale per attività di workshop che richiedono ampi spazi orizzontali interconnessi.

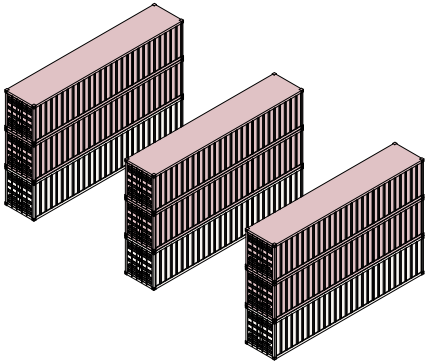
2. Densificazione verticale (tipologia multipiano): questa direttrice esplora la sovrapposizione dei moduli per aumentare la volumetria senza consumare ulteriore suolo vergine.

Fig.4
Espansione per affiancamento - schema distributivo tipologico di possibile scenario futuro
Fonte: Elaborazione dell'autrice

Lo sviluppo in altezza sfrutta la resistenza strutturale intrinseca dei corner castings, concepiti nativamente per assorbire carichi di impilamento particolarmente gravosi. La disposizione dei moduli con aggetti e volumi a sbalzo favorisce la creazione di camminamenti protetti, porticati e terrazze al livello superiore. Questi spazi ricavati dalla distribuzione dei container permettono di gestire al meglio le diverse funzioni. Le aree laboratoriali solitamente provviste di attrezzature pesanti, vengono poste al piano terra, mentre gli uffici possono essere predisposti al livello superiore.



Replicare il sistema originale – schema distributivo tipologico di possibile scenario futuro
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Densificazione verticale – schema distributivo tipologico di possibile scenario futuro
Fonte: Elaborazione dell'autrice

3. **Replicare il sistema originale (tipologia a corte):** prevedere una strategia di incremento modulare seriale in modo il sistema a corte non viene stravolto, ma replicato attraverso l'aggiunta di un sin-

3.3.1.1 Evidenze del primo scenario progettuale nel contesto di Cambiano

Il primo scenario progettuale, elaborato collettivamente all'interno del programma UROP, fornisce, seppur in una forma embrionale, un modello architettonico che vede compatibilità tecnica e materica tra i moduli ISO dismessi e i componenti provenienti dallo smaltimento industriale. Essendo parte iniziale di un percorso di progettazione in corso d'opera, non si può ancora parlare di alta qualità. Tuttavia, questa prima sperimentazione che converte la logica della demolizione in una strategia attiva di reperimento materico, costituisce a tutti gli effetti un esempio di buone pratiche.

Sfruttamento geometrico degli spazi di risulta

Per prima cosa, la stessa configurazione planimetrica è un punto di forza dello scenario. La planimetria prevede la disposizione parallela di tre moduli container da 40 piedi, posizionati a un interasse di 6,2 metri. Questa soluzione geometrica permette di raddoppiare la superficie utile complessiva del polo senza dover aggiungere nuove unità o involucri pesanti. Gli intervalli tra i container sono infatti pensati come corti e aree multifunzionali, qualora protette, ideali per workshop e la didattica all'aperto.

Articolazione del layout funzionale

Lo scenario ha chiarito la suddivisione ottimale degli spazi per rispondere alla duplice anima del polo. Due moduli vengono rifunzionalizzati per creare il nucleo operativo, nonché l'area prettamente laboratoriale che ospita idealmente le attrezzature per la ricerca e le postazioni di lavoro. Il terzo modulo rappresenta invece lo spazio amministrativo e di coordinamento.

Integrazione dell'isolamento esterno

Per salvaguardare l'altezza utile interna e superare i limiti intrinseci dell'unità metallica, il primo scenario ha validato la scelta di un pacchetto di isolamento termico posizionato interamente all'esterno della scocca metallica.

Progettazione per una crescita incrementale

Si evince, inoltre, che il laboratorio sia concepito per essere un manufatto a crescita incrementale, ovvero, come un sistema strutturalmente aperto capace di evolvere nel tempo (attraverso una pianificazione in Fase 1 e Fase 2) adattandosi con le necessità della ricerca e con le risorse finanziarie disponibili.

Altri aspetti emersi riguardano invece il contesto stesso all'interno della quale sorgerà il polo di ricerca. Cambiano non è un sedime isolato, ma un nodo territoriale ricco di specificità istituzionali, logistiche e industriali che favoriscono il sorgere di architetture, come il Circular Design Polio Lab, circolari.

La vicinanza a una "banca di materiali" locale

Grazie ai materiali derivanti dalla demolizione dell'edificio Roto Alba si ha l'opportunità di approvvigionamento a chilometro zero. Questo flusso di scarto locale mette a disposizione del progetto serramenti, infissi, griglie e arredi, riducendo drasticamente l'impatto ambientale legato ai trasporti.

La presenza di un ecosistema normativo e di governance preesistente

Il nuovo polo di ricerca si muove all'interno della Convenzione ReLand (sottoscritta nel 2019 tra Comune di Cambiano, Politecnico di Torino e Associazione Off Grid Italia) e si inserisce nel quadro programmatico dell'Ecosistema Territoriale ECO3R (attivato nel 2020 con il coinvolgimento di 19 comuni della zona). Questa rete amministrativa collaudata facilita il dialogo con gli enti locali.

Il Consorzio Chierese Servizi (CCS) e il Repair Cafè.

La presenza del CCS di Chieri (rif. paragrafo 3.3.3), che gestisce il bacino dei rifiuti locale, e l'attivazione del "laboratorio del riutilizzo" sul modello dei Repair Cafè europei, offrono un partner strategico permanente. Il progetto può così attingere in modo sicuro a materiali post-consumo e componenti metallici di provenienza e qualità tracciate, reinserendoli nel ciclo edilizio tramite processi di rifabbricazione.

Decommissioning di settore e sinergie industriali

La collaborazione diretta con la sede di Vico S.r.l. (realtà partner del laboratorio esperta nello smaltimento di componenti industriali e decommissioning) consente di interfacciare il progetto con i tecnici competenti e con una fornitura costante di componenti pesanti e moduli ISO post-marittimi.

3.3.2 Progetto cHOMgenius

(a destra)
In visita a Milano.
Fonte: Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (17 ottobre 2025). Extraordinary Solutions For Smart Living cHOMgenius Prototype Project ABCOFFLabHARDCirceDC. Circular Economy Through Design and Construction, p.10 [formato pdf].

25 SETTEMBRE 2025

Visita al progetto "cHOMgenius. Prototype System and SharedProject. Soluzioni straordinarie per l'abitare intelligente" realizzato dal politecnico di Milano a Busnago (MB)

Un altro tassello importante per l'esperienza UROP è stato il confronto diretto con il prototipo milanese "cHOMgenius. Prototype-System and SharedProject, presentato dai ricercatori Elisabetta Ginelli, Gianluca Pozzi e Giulia Vignati durante una lezione del corso di Progetto di Architettura off-site[84].

Mentre il Circular Design Polito Lab di Cambiano fonda la sua identità sull'upcycling e sul recupero di componenti da demolizione tramite il reclamation audit (R9-Recover, R3-Reuse), cHOMgenius si focalizza su un'innovazione sistemica che mira alla costruzione di un "sistema costruttivo modulare" industrializzato (R1-Rethink). Lo scopo è la sperimentazione di "soluzioni progettuali, tecniche costruttive, strutturali ed impiantistiche per abitazioni OFFGRID a controllo domotizzato", in cui l'efficienza è garantita da "tools digitali informatizzati con relativi strumenti di verifica e monitoraggio".

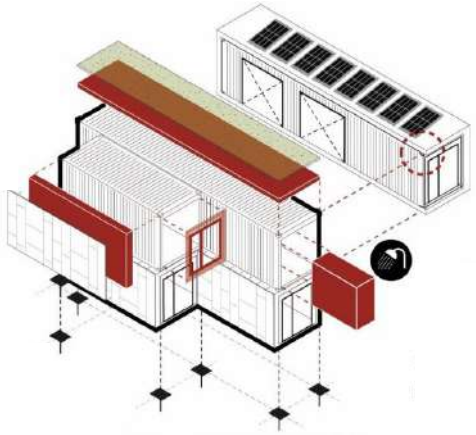
Il sopralluogo presso il prototipo cHOMgenius ha permesso di comprendere meglio le sfide logistiche e costruttive che ne derivano dall'approccio cargotecture industriale. Il modello è stato inserito in un contesto spaziale particolarmente complesso, uno spazio di risulta lungo e stretto che ha imposto riflessioni profonde sulla movimentazione dei moduli.

84
Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (2025, 17 ottobre). Extraordinary Solutions For Smart Living: CHOMgenius Prototype Project. Circular Economy Through Design and Construction [Slide di presentazione]. Corso di Progetto di Architettura Off-site, Politecnico di Torino.

La collaborazione con un'azienda di metalli permette di risolvere questa criticità. Non solo, l'azienda stessa sperimenta tecnologie di settore (metalmeccanico) nell'edilizia cargotetcure; vengono usate connessioni esclusivamente meccaniche che permettono alla struttura la totale reversibilità. Su questo comune denominatore la ricerca individua due diverse declinazioni: se il caso studio di Cambiano sperimenta l'impiego di materiali di recupero, l'esperienza di Milano punta su componenti industriali ad alte prestazioni. Quindi, il principio di disassemblaggio è comune a entrambe le sperimentazioni: ogni componente è recuperabile senza danneggiamento. Questo è possibile grazie a giunti meccanici, bullonature e sistemi di incastro che eliminano le forme tradizionali quali saldatura o l'uso di leganti (malte e calcestruzzi). Questa autonomia degli elementi ne garantisce il reimpiego in cicli successivi (R6-Remanufacture) e la riduzione di risorse vergini (R8-Recycle).

L'ingegnerizzazione del sistema costruttivo segue i dettami della stratigrafia a secco, mirando a garantire l'indipendenza sistemica e la totale ispezionabilità dei componenti. La scocca metallica costituisce il primo layer portante alla quale si applicano altri layers: i pacchetti isolanti, gli infissi e le reti impiantistiche. L'autonomia degli elementi facilita le operazioni di manutenzione, consentendo di intervenire puntualmente qualora si verificasse un difetto; in questo modo il sistema supporta le strategie di riparazione (R4-Repair) e di riqualificazione (R5-Refurbish) della cellula edilizia.

Allo stesso modo, l'assemblaggio a secco rende il modulo riconfigurabile, versatile ed espandibile in base alle esigenze dell'utente. È un'architettura "On-demand": il fruitore può scegliere il livello di performance e la dotazione tecnologica, sapendo che ogni "plug" (componente inserito) può essere sostituito o aggiornato senza intaccare il resto della struttura.



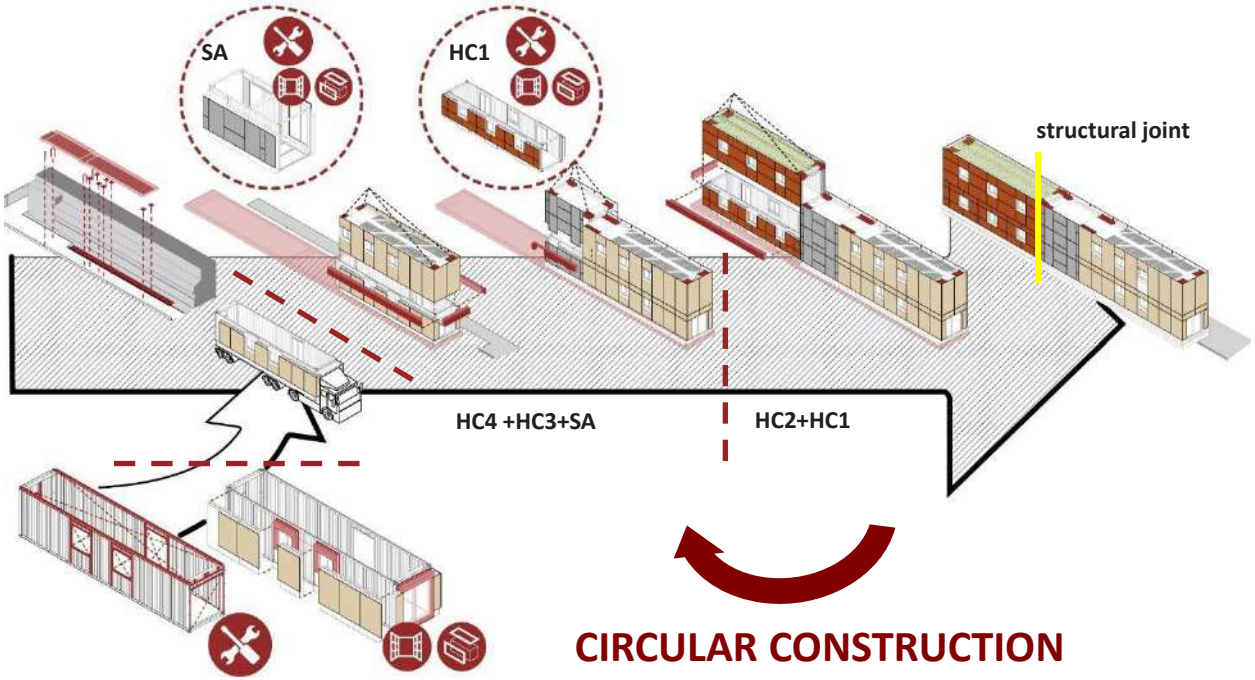
(a sinistra)
Le sceltedi contesto-culturale, Economia Circolare.
Fonte: Ginelli, Pozzi & Vignati (17 ottobre 2025), op.cit., p.4

(a destra)
Inserimento dei moduli in sito.
Fonte: Ginelli, Pozzi & Vignati, op.cit., p.24

Se la prassi costruttiva tradizionale prevede l'utilizzo di platee in calcestruzzo permanenti, il prototipo cHOMgenius estende il principio della reversibilità anche all'attacco a terra, adottando sistemi che minimizzano l'impatto sul suolo. Questa sensibilità alla circolarità trova riscontro anche nell'impiantistica; gli impianti sono infatti autosufficienti, *OFF-GRID a controllo domotizzato*, gestiti da applicativi digitali che monitorano i consumi. Significa che anche la componente tecnologica è un "modulo" reversibile e aggiornabile, coerente con una logica di "avanzata manutenibilità" e sostenibilità economica.

Le prestazioni ambientali del prototipo milanese offrono un metro di paragone fondamentale per la sperimentazione di Cambiano. Le analisi condotte su cHOMgenius riportano infatti una "riduzione del 51% delle emissioni di CO_2 e del 37% di energia incorporata" per la sola struttura portante rispetto alle tecniche tradizionali. In conclusione, mentre Cambiano accetta la sfida dell'incertezza tipica del materiale di recupero, cHOMgenius dimostra come la «industrializzazione e tecnologia a secco» possa elevare il modulo industriale a sistema abitativo evoluto, smart e a impatto ridotto, definendo un nuovo standard per l'edilizia off-site contemporanea.

(sopra)
Industrializzazione e tecnologia a secco.
Fonte: Ginelli, Pozzi & Vignati (17 ottobre 2025), op.cit., p.3



(sopra)
Design for Circularity.
Fonte: Ginelli, Pozzi & Vignati (17 ottobre 2025), op.cit., p.18

3.3.2.1 Quadro comparativo tra il modello CHOMgenius e lo scenario sperimentale per Cambiano

Il confronto diretto tra il modello di Milano (CHOMgenius) e quello di Cambiano (Circular Design Polito Lab) permette di evidenziare due risposte diverse all'interno del medesimo paradigma della reversibilità totale. Attraverso la tabella che segue, vengono schematizzati i punti di divergenza strategica tra l'approccio orientato al prototipo industriale ad alta tecnologia e la visione orientata alla 'banca di materiali' e alla rigenerazione territoriale

Milano vs Cambiano	
Logica di progetto	
Logica dell'officina meccanica con minime tolleranze;	Logica della banca di materiali: Adattamento di componenti esistenti e upcycling;
Obbiettivo in termini energetici	
Sistemi OFFGRID complessi e monitoraggio digitale;	Soluzioni passive e integrazione impiantistica essenziale;
Strategia materica	
Uso di materiali industriali innovativi e componenti nuovi ad alta efficienza;	Reclamation Audit: integrazione di materiali di recupero;
Orizzonte temporale	
Prototipo industriale per l'abitare permanente ad alta tecnologia;	Laboratorio sperimentale reversibile e incrementale (Fase 1 e Fase 2);
Rapporto con il sito	
Struttura autosufficiente, replicabile in diversi contesti urbani (indipendente dal luogo).	Struttura connessa ai flussi di scarto e ai servizi del territorio.

3.3.3 Sopralluogo presso il Consorzio Chierese per i Servizi

22 OTTOBRE 2025

Sopralluogo presso CCS e Repair Cafè a Chieri

Infine, l'esperienza UROP approda nell'ambito territoriale per mezzo di una visita presso il Consorzio Chierese per i Servizi (CCS) che gestisce la raccolta e il trattamento dei rifiuti per il bacino chierese. Mentre il progetto di Milano mostra l'eccellenza dell'industrializzazione, la visita a Chieri porta l'attenzione su una vera e propria "miniera materiale urbana". Il CCS di Chieri, non è soltanto un gestore di rifiuti, ma attraverso ECO3R diventa un partner strategico per l'approvvigionamento di materie terze.

Il progetto ECO3R (acronimo di Economia, Ecologia ed Etica + R3), vuole trasformare la semplice declinazione di centro di raccolta in un vero e proprio "hub di risorse". In questa visione, la gestione del fine vita diventa una strategia di attivazione urbana e di rigenerazione: il rifiuto perde la sua connotazione di scarto logistico e si configura come materia prima seconda per il territorio. La sinergia tra il CCS e il gruppo di ricerca è finalizzata proprio a intercettare tali risorse, di cui sono note la qualità e la provenienza. Il centro di recupero mette a disposizione apparecchiature elettriche, componenti metallici e altri oggetti che, previo un processo di rifabbricazione, possono essere reintrodotti nel ciclo edilizio in totale sicurezza.

Un primo passo del Consorzio di Chieri è stato la realizzazione di un "laboratorio del riutilizzo" che permette di studiare e sperimentare il modo migliore per favorire il riciclo di alcune significative categorie di beni normalmente destinati invece al recupero o addirittura allo smaltimento.

«Grazie alla collaborazione con la Cooperativa Frassati, il nostro intento è fornire, tramite i "volontari riparatori", competenze adeguate ai cittadini per riparare oggetti. Il modello è quello dei Repair Cafè, sviluppatisi in diversi paesi europei già dal 2009. Siamo uno tra i primi consorzi a farsi promotore di un'iniziativa così importante. Il laboratorio ha anche uno scopo sociale: coinvolgere soggetti fragili, favorendo percorsi di inclusione con attività lavorative e donare a chi si trova in difficoltà gli oggetti riparati»

Davide Pavan, direttore del Consorzio Chierese per i Servizi[85].

(a destra)
Laboratorio del riutilizzo presso il CCS di CHieri.
Fonte: Fotografia realizzata da Veronica Grosso

85 Consorzio Chierese per i Servizi. (n.d.). Progetto ECO3R. < https://www.ccs.to.it/home/Eco3R > [ultima consultazione Aprile 2026].

3.4 Workshop studenti

Il programma UROP ha funto da incubatore per un workshop didattico-sperimentale, avviato all'interno del corso Progetto di Architettura off-site tenuto dai docenti Guido Callegari e Paolo Simeone in collaborazione con i dottorandi di A. Barra e T. Monteu. Il workshop ha preso avvio a partire da una **presentazione frontale** curata dal mio gruppo di ricerca UROP, durante la quale abbiamo condiviso parte dei risultati della nostra analisi teorica e dei sopralluoghi. Questo momento di sintesi è stato importante per stabilire un quadro di indirizzi progettuali e regole comuni. Gli studenti hanno così potuto procedere nell'elaborazione di scenari.

Ogni gruppo di studenti ha elaborato uno scenario adottando e rielaborando le strategie di casi studio europei analizzati nella fase di avviamento. I lavori in buona parte sono riusciti a ibridare la conoscenza sui casi studio con le regole progettuali fornitogli. I risultati sono una serie di scenari, che incrementati dai riferimenti internazionali, fondono la concretezza materica del territorio per lo più piemontese con una progettazione che punta alla smontabilità.

Le regole

Ai partecipanti è stato richiesto lo sviluppo di una proposta per un'architettura manifesto, destinata a ospitare le attività di ricerca e formazione del "Circular Design Polito Lab". L'obiettivo primario risiedeva nella dimostrazione tangibile della fattibilità di un'opera complessa basata esclusivamente su logiche di recupero e upcycling. Ispirandosi a riferimenti internazionali di eccellenza, come l'Upcycle House di Lendager Arkitekter o l'esperienza del progetto cHOMgenius del Politecnico di Milano, la sfida progettuale è stata dettata da alcune regole fondamentali finalizzate alla massima implementazione delle strategie 10R[86].

- L'idea architettonica doveva configurarsi come una *Building as Material Bank*, declinando tale concetto attraverso il riuso di container marittimi dismessi da 40 piedi. L'ossatura metallica necessitava di dialogare con un repertorio di materiali recuperati sul territorio locale tramite reclamation audit, quali infissi e strutture lignee. Il programma funzionale prevedeva una spiccata flessibilità spaziale, orientata all'inserimento — in una prima fase — di spazi laboratoriali, aree di deposito e zone destinate al co-working e allo studio. Un'attenzione particolare è stata richiesta per la relazione con lo spazio esterno, inteso come naturale estensione delle attività di autocostruzione e montaggio di mock-up in scala reale.

86
Callegari, G., & Simeone, P. (2025). Dossier Portfolio: Linee di indirizzo progettuale per una architettura circolare a Cambiano sede del Circular Design Polito Lab. Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design (DAD) [formato pdf].

- Utilizzo il più possibile di sistemi di assemblaggio meccanico a secco per garantire la totale disassemblabilità dell'opera e l'adattabilità funzionale dei suoi componenti nel lungo periodo.

Inoltre, per rispondere a necessità tecniche e finanziarie, il progetto è stato articolato secondo una strategia temporale a due fasi[87], volta a testare la capacità della struttura di evolvere senza produrre scarti:

Fase 1: la realizzazione di un primo modulo funzionale mediante l'aggregazione di tre container da 40 piedi (12m x 2,40m x 2,90m). Agli studenti è stato chiesto di massimizzare la superficie utile attraverso strategie di articolazione geometrica; ad esempio, applicando slittamenti planimetrici per creare spazi filtro o distanziandoli i moduli per generare volumi interstiziali. Già in questa prima configurazione, il progetto doveva integrare i componenti derivanti dal decommissioning territoriale

Fase 2: delinea poi un ampliamento programmato mediante l'aggiunta di un massimo di ulteriori sette moduli. Questo incremento volumetrico è finalizzato a espandere la capacità di ogni spazio nell'ospitare le diverse funzioni. Questa fase ha imposto una riflessione critica sulla gestione delle altezze interne e sulla creazione di spazi non vincolati esclusivamente dalle dimensioni standardizzate dei container.

I confronti al tavolo

Parte del mio contributo diretto all'interno del workshop è stato la partecipazione attiva alle sessioni di revisione. Per aiutare gli studenti del corso a sviluppare un'idea di progetto, non soltanto volumetrica, ma attenta alla spazialità, alla distribuzione e ai principi di circolarità e reversibilità, ho cercato di fornire loro un supporto costante tramite le conoscenze che avevo acquisito durante l'esperienza UROP. Le loro proposte di progetto dovevano rispecchiare un modello che fosse smontabile e rimontabile altrove senza perdita di valore.

87
Ibidem.

Criteri di scelta e selezione degli elaborati

Alla fine del workshop, dei numerosi lavori prodotti, ho selezionato i quattro scenari che meglio hanno interpretato la sfida della circolarità applicata al sito di Cambiano. La mia scelta è stata dettata dai seguenti criteri:

- Approccio scalabile: la valutazione ha premiato i gruppi che hanno saputo porre in modo preciso l'attenzione alla tecnologia a secco e al serraggio meccanico; l'assemblaggio coerente con la reversibilità permette di decretare una completa disassemblabilità dell'architettura a fine vita, in linea con i principi dei DfD.

- Framework delle 10R: un parametro discriminante è stato la corretta interpretazione, da parte di ogni gruppo, della gerarchia estesa della circolarità. Per rispondere al meglio alle esigenze di un laboratorio di ricerca contemporaneo, va data priorità a strategie di recupero ad alto valore aggiunto come il riuso e la rifabbricazione dei componenti, superando la logica del mero riciclo materico.
- Originalità nell'aggregazione spaziale: ho analizzato come i moduli sono stati aggregati tra loro, premiando la capacità di generare configurazioni ripetibili e inedite, in grado di definire spazi didattici flessibili.
- Valorizzazione del recupero: la valutazione qualitativa delle proposte progettuali ha assunto come criterio cardine la sintesi estetica e funzionale nell'integrare le risorse provenienti dal reclamation audit. Gli elaborati selezionati si sono distinti per aver superato la mera logica del riciclo: i progetti hanno infatti convertito serramenti, grigliati metallici e sistemi di arredo dismessi in veri e propri dispositivi architettonici caratterizzanti.

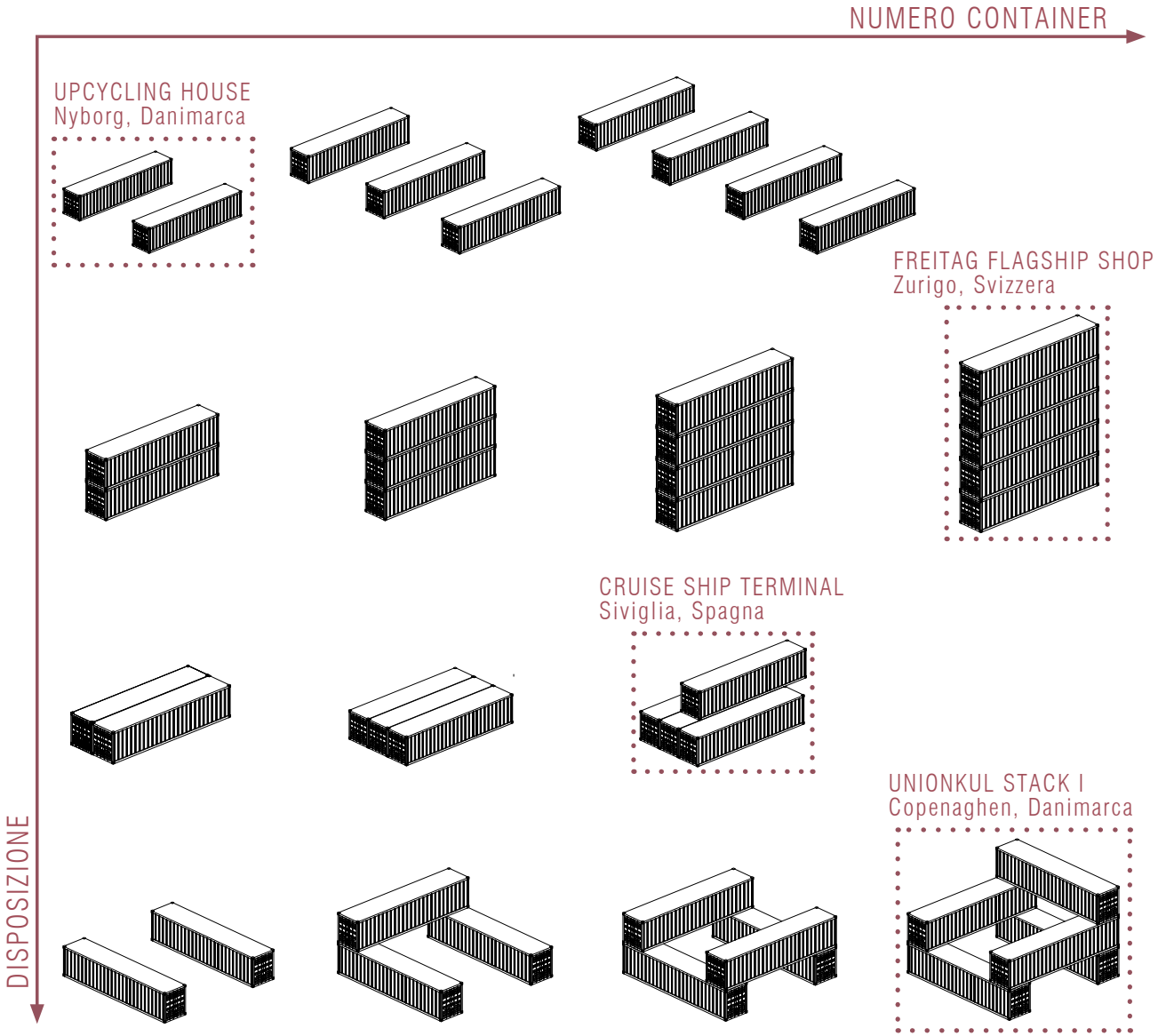
Scenari

Dall'analisi dei casi studio del capitolo precedente (parte 2) è emerso come l'accostamento, la disposizione e il numero dei container a disposizione possano generare diversi scenari progettuali possibili.

Lo schema elaborato evidenzia infatti che, attraverso l'assemblaggio di due, fino a un numero non definito di container marittimi, è possibile ottenere una grande varietà di configurazioni spaziali e architettoniche.

La natura modulare dei container consente un'elevata flessibilità compositiva: disponendoli in linea o ad angolo, ruotandoli su differenti assi o sovrapponendoli su più livelli, si possono creare soluzioni diversificate in termini di distribuzione interna, relazione con l'esterno e volumetria complessiva.

GLI SCENARI


NUMERO CONTAINER
DISPOSIZIONE
UPCYCLING HOUSE
Nyborg, Danimarca
FREITAG FLAGSHIP SHOP
Zurigo, Svizzera
CRUISE SHIP TERMINAL
Siviglia, Spagna
UNIONKUL STACK I
Copenaghen, Danimarca

(a sinistra)
Schematizzazione diagrammi degli scenari di assemblaggio dei container
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab: Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini

(a sinistra)
Vista dell'edificio nel contesto di Cambiano. Elaborazione a cura del Gruppo 7 (Breda Nicola, Romanello Stefania)

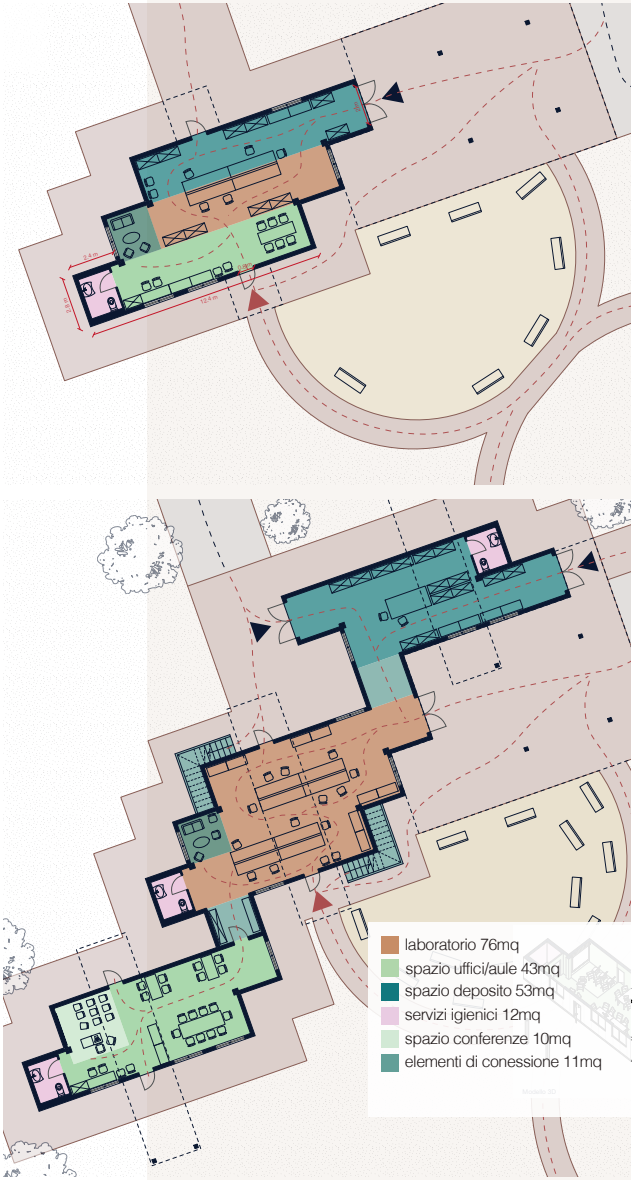
(a destra)
ArchDaily. (2024, 15 febbraio). ELEMENTAL progetta un progetto abitativo prefabbricato per la ricostruzione a Viña del Mar, Cile. < https://www.archdaily.com/1027269/elemental-designs-prefabricated-housing-project-for-reconstruction-in-vina-del-mar-chile > [ultima consultazione Aprile 2026].

2.4²

Il nome stesso del progetto, 2.4² evoca la matrice dimensionale e modulare che ne governa l'intero sviluppo: una **griglia geometrica** basata su una maglia regolare 2,4x2,4 (misure rintracciabili se si divide la lunghezza di un container da 40' per la sua larghezza). Tale rigore geometrico facilita l'assemblaggio rapido in cantiere tramite tecniche off-site.

Pequeños Condominios, Viña del Mar, Cile. Il progetto nasce in risposta al devastante incendio che nel febbraio 2024 ha colpito Viña del Mar, distruggendo oltre 5.500 abitazioni. Di fronte alla lentezza della ricostruzione statale, il Comune ha promosso un'iniziativa locale collaborando con lo studio ELEMENTAL (Alejandro Aravena) e l'azienda ETERNA per fornire una soluzione abitativa rapida, permanente e di alta qualità sociale. Mentre la produzione in officina richiede 60 giorni, il montaggio in loco dei moduli avviene in un solo giorno. La struttura utilizza telai in acciaio zincato e solai compositi, mentre l'involucro esterno è rifinito con pannelli in legno prefabbricati e verniciati. Grazie a connessioni meccaniche si ha l'85% in meno di rifiuti e il 90% in meno di consumo d'acqua[88].

Entrambi i lavori prevedono una Fase 1 (nucleo iniziale) e una Fase 2 di espansione. Nel progetto cileno, questa è vista come un'ipotesi di ampliamento replicabile.
Entrambi esplorano la sovrapposizione dei moduli per aumentare la superficie senza consumare ulteriore suolo.



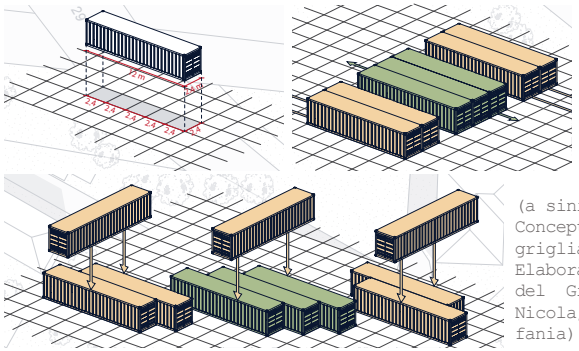
88
Breda, N., & Romanello, S. (2026). Offsite: una risposta innovativa, circolare, sostenibile. Circular Design PoliTo Lab - 2.42 [Portfolio accademico]. Politecnico di Torino.

(a destra)
Estratto planimetrico della fase 1 e 2. Elaborazione a cura del Gruppo 7 (Breda Nicola, Romanello Stefania)

L'APPROCCIO BANK MATERIAL

NOME PRODOTTO /SISTEMA	AZIENDA PRODUTTRICE	DISTANZA DAL SITO DI PROGETTO	UTILIZZO PREVISTO	STRATEGIA DI CIRCOLARITÀ PERSEGUITA
ID15-serramenti	cantiere ex Roto Alba	64 km	Finestre (2+1)	
ID14-serramenti	cantiere ex Roto Alba	64 km	Porte interne opache (8)	
ID19-serramenti	cantiere ex Roto Alba	64 km	Porte interne vetrate (4)	
ID6-arredi	cantiere ex Roto Alba	64 km	Lavagna (1+1)	
ID8-arredi	cantiere ex Roto Alba	64 km	Armadietto (4)	
ID20-arredi	cantiere ex Roto Alba	64 km	Lampada neon quadrata (50)	
Isolante termico	casa isolata (TO)	22 km	Isolante in cellulosa	
Lastre metalliche	Starmet (TO)	46 km	Rivestimento esterno Copertura spazio esterno Parapetti	
Elementi metallici	Starmet (TO)	46 km	Copertura calpestabile	
Legno	Nord Legnami S.r.l. (TO)	24 km	Pavimentazione Rivestimento interno Strutture leggere	
Guaina impermeabile	Torino Bitumi (TO)	20 km	Guaina impermeabile	
Serramenti	Serramenti Lucio (TO)	23 km	Porte esterne	
Elementi di risalita	Italfaber (TO)	43 km	Scale	

LOGICA DI ASSEMBLAGGIO DEL SEMILAVORATO

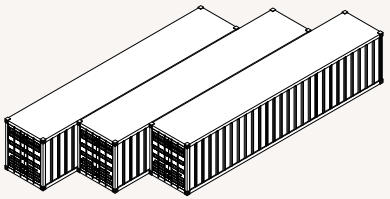


(a sinistra)
Concept modulare su griglia
Elaborazione a cura del Gruppo 7 (Breda Nicola, Romanello Stefania)

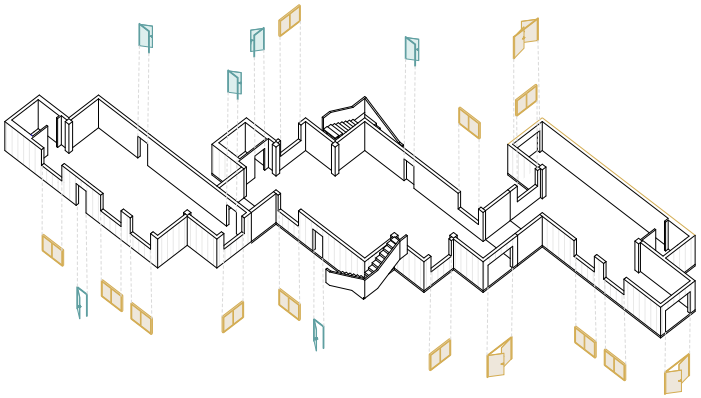
I moduli vengono appoggiati e spostati strategicamente per creare spazi specifici o orientamenti particolari. Successivamente, vengono aggiunti i moduli del livello superiore, sovrapponendosi a quelli sottostanti secondo la logica della griglia predefinita. Questo "disallineamento controllato" permette di generare spazi filtro, zone di sosta e vuoti di connessione che favoriscono l'osmosi funzionale tra i diversi ambiti.

AGGREGAZIONE: LINEARE

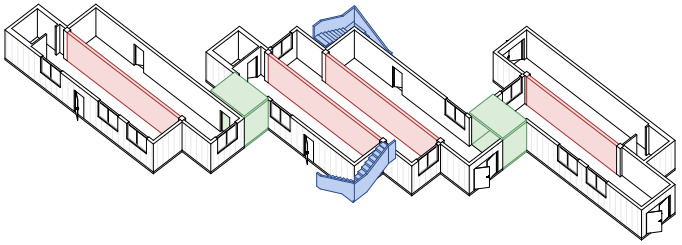
Facendo riferimento alle tipologie di aggregazione viste nel capitolo dei casi studio europei, potremmo assumere questa degli studenti come un'aggregazione di tipo **lineare con disallineamenti**.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Schemi di aperture e componenti
Elaborazione a cura del Gruppo 7 (Breda Nicola, Romanello Stefania)



Schemi di aperture e componenti
Elaborazione a cura del Gruppo 7 (Breda Nicola, Romanello Stefania)

elementi di risalita
parti rimosse dei container
spazi di collegamento con materiali di scarto
componenti recuperati dal cantiere Ex-Roto Alba
componenti ex-novo

STRATIGRAFIE

INVOLUCRO
Pavimentazione interna in listelli di legno 100mm
Rivestimento interno in listelli di legno 30mm
lamiera metallica container 26mm
Rinforzo strutturale con assi di legno 100mm
Isolante termico di cellulosa riciclata 50-150mm
Guaina impermeabile di TPO 2mm
Rivestimento metallico Zintek 20mm

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

ASPETTI POSITIVI

Gli estratti planimetrici illustrano chiaramente come lo stesso spazio possa essere riconfigurato per conferenze o ricerca senza alterare l'involucro.

La traslazione dei moduli crea zone filtro che favoriscono l'interazione tra diverse utenze, trasformando la coesistenza in osmosi funzionale.

L'aumento di superficie a seconda della configurazione dimostra un'adattabilità strategica alla variazione della domanda di spazio nel tempo.

CRITICITÀ

La sottomisura di 2,4 metri può risultare penalizzante per funzioni che richiedono grandi luci libere, come sale conferenze affollate, dove la ripetizione dei ritti strutturali potrebbe frammentare eccessivamente lo spazio.

Un abaco di componenti così vasto implica una catena di approvvigionamento e manutenzione molto diversificata che potrebbe complicare la gestione operativa del fabbricato nel lungo periodo.

La varietà di configurazioni possibili richiede una segnaletica e una gestione dei flussi molto precisa per evitare che la versatilità si traduca in disorientamento all'interno di un sistema a griglia ripetuta.

La scelta di traslare i moduli per creare dinamismo volumetrico aumenta la superficie di involucro esposta.

(a sinistra)
Vista del fronte principale dell'edificio.
Elaborazione a cura del Gruppo 11 (Gulino Morena, Napoleone Martina)

(a destra)
Arcgency. (n.d.). Unionkul Stack I. < https://arcgency.com/unionkul-stack-i > [ultima consuktazione Aprile 2026].

MATTER LOOP

Il gruppo 11 prevede un nucleo iniziale che vede i 3 moduli creare uno spazio centrale destinato al co-working, privo di copertura. I volumi protetti dei moduli sono adibiti ad aule, uffici, laboratori e servizi. Con l'ampliamento si raggiungono due livelli che utilizzano lo sfalsamento dei moduli per articolare i volumi e generare terrazze o **coperture naturali**. Lo slittamento dei moduli tra il Livello 0 e il Livello 1 permette di generare terrazze aggettanti e zone filtro protette da coperture leggere in teloni industriali, favorendo un'osmosi costante tra interno ed esterno.

Made to be Moved, studio danese Arcgency
Realizzato a Copenhagen nel 2015, l'edificio è un ufficio sperimentale situato nel quartiere portuale di Nordhavnen. La sua filosofia risiede nella capacità di essere smontato e rimontato altrove, riducendo drasticamente gli sprechi legati al ciclo di vita edilizio[89].

Entrambi i lavori utilizzano container da 40' e sono configurati come edifici multipiano, sfruttando la capacità portante dei container impilati.
La destinazione d'uso principale per entrambi prevede spazi di co-working o attività collettive.

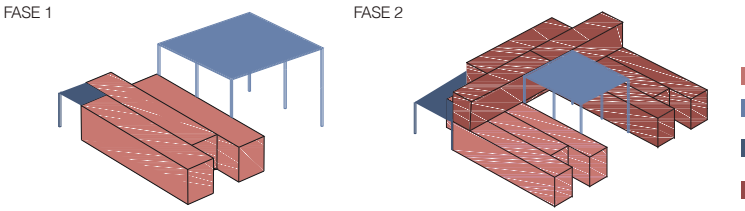
89
Gulino, M., & Napoleone, M. (2026). Made to be moved / Arcgency. From module to space: Architettura circolare con containers (Tav. 01) [Portfolio accademico]. Politecnico di Torino.

(a destra)
Estratto planimetrico della fase 2, primo e secondo livello.
Elaborazione a cura del Gruppo 11 (Gulino Morena, Napoleone Martina)

L'APPROCCIO BANK MATERIAL

NOME PRODOTTO /SISTEMA	AZIENDA PRODUTTRICE	DISTANZA DAL SITO DI PROGETTO	UTILIZZO PREVISTO	STRATEGIA DI CIRCOLARITÀ PERSEGUITA
ID2-fondazioni su viti	Encorp	74 km	Fondazioni su viti a terra	
ID3-telaio di appoggio metallico	Marcegaglia	31 km	Telai di appoggio	
ID4-isolante di lana di roccia	Rockwool spa	160 km	lana di roccia	
ID5-guaina impermeabile	Torino bitumi srl	25 km	guaina impermeabile	
ID6-pavimentazione	Turin Carta	37 km	pavimento autobloccante riciclato ("PA.RI.EK")	
ID6-rivestimento esterno: lamiera	Sandrini Metalli	270 km	lamiera riciclata preverniciata	
ID8,ID9,ID10,ID13-Serramenti	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Porte interne opache 90x210cm Finestre interne 310x141cm Porte interne vetrate 80x200cm Finestrone 247x244cm	
ID12-Serramenti	Subito	340 km	Finestre 229x254cm Porta fin. doppio vetro 248x91cm	
ID15-Impianti	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Fancoli 20x99x56cm	
ID16-Plastica tecnica riciclata	Decplast	21 km	plastica tecnica riciclata	
ID17-Legno di recupero	Wood Recycling	25 km	legno di recupero	
ID18-Tessuti tecnici dismessi	Technofabric S.p.a.	60 km	Tessuti tecnici dismessi	
ID19-Acciaio riciclato	Marcegaglia	31 km	Tubi e profilati	

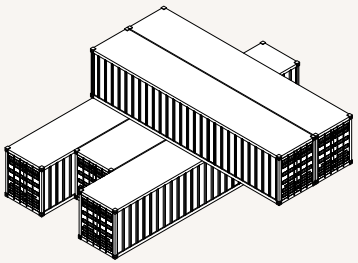
LOGICA DI ASSEMBLAGGIO DEL SEMILAVORATO



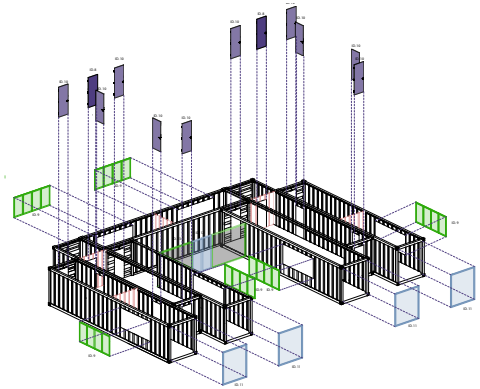
(a sinistra) Concept modulare su griglia
Elaborazione a cura del Gruppo 11 (Gulino Morena, Napoleone Martina)

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

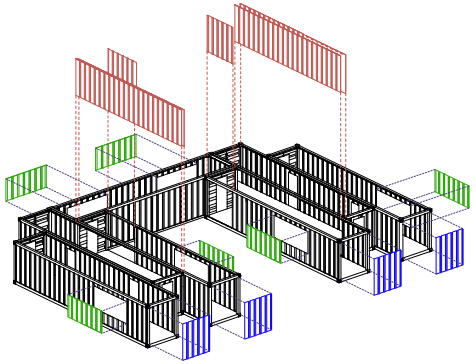
Facendo riferimento alle tipologie di aggregazione viste nel capitolo dei casi studio europei, potremmo assumere questa degli studenti come un'aggregazione di tipo **multipiano con disallineamenti**.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



(a sinistra)
Elementi aggiunti
Elaborazione a cura del Gruppo 11 (Gulino Morena, Napoleone Martina)



(a sinistra)
Elementi rimossi
Elaborazione a cura del Gruppo 11 (Gulino Morena, Napoleone Martina)

STRATIGRAFIE

SOLAIO DI COPERTURA
Rivestimento esterno pannello 20mm
Camera di ventilazione 20mm
Sottostruttura metallica di supporto 15mm
Impermeabilizzante su misura
Isolante termico 120x10x60cm
Lamiera container a vista

SOLAIO DI CALPESTIO
Pavimentazione interna 30mm
Pannello du supporto 15mm
Lamiera inferiore container
Isolante termico 120x10x60cm
Impermeabilizzante su misura
Telaio di appoggio metallico 15mm
Fondazioni a vite

PARETE ESTERNA
Rivestimento esterno pannello 20mm
Camera di ventilazione 20mm
Sottostruttura metallica di supporto 15mm
Impermeabilizzante su misura
Isolante termico 120x10x60cm
Lamiera container a vista

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

ASPETTI POSITIVI

L'ampliamento della fase 2 che raddoppia la capacità funzionale non compromette l'integrità del layout originario.

L'uso dei teloni industriali riciclati per le coperture non è solo una scelta ecologica, ma conferisce all'edificio un'identità visiva forte e coerente con la filosofia del laboratorio.

Lo spazio centrale destinato al co-working favorisce un'integrazione fluida tra le attività di laboratorio e quelle relazionali. Favorisce inoltre la ventilazione naturale.

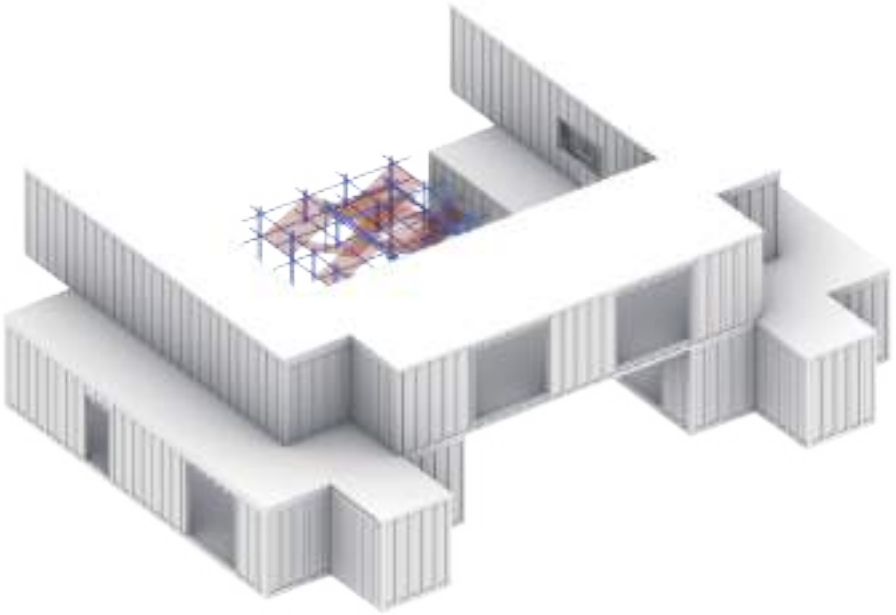
L'aumento di superficie che segue una logica di "crescita organica" modulare coerente con le necessità del tempo.

CRITICITÀ

L'arricchimento delle aree esterne con tettoie in teloni industriali e terrazze aggettanti, richiede una gestione dei flussi e degli accessi molto curata per evitare disorientamento.

Le terrazze aumentano significativamente la superficie di involucro esposta agli agenti atmosferici.

L'abaco dei materiali così ampio necessita di un protocollo operativo rigoroso per mantenere l'efficienza del fabbricato.



(a sinistra)
Vista dell'edificio.
Elaborazione a cura del Gruppo 18 (Serra Roberto)

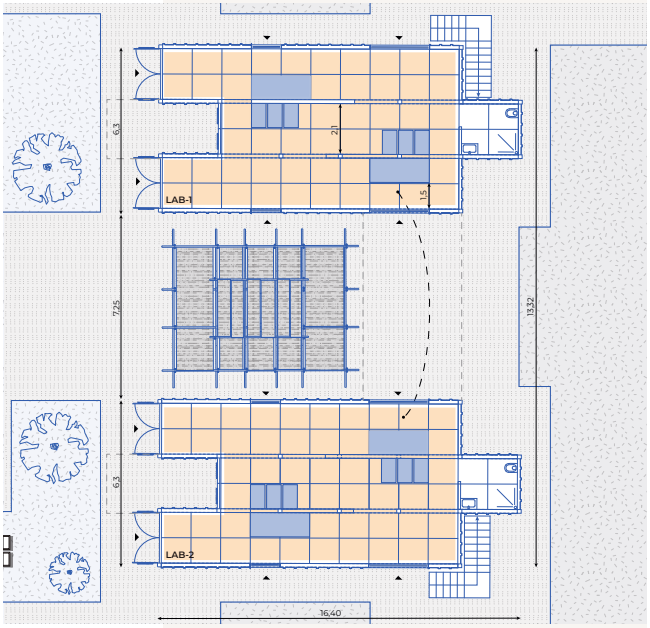
(a destra)
ArchDaily. (2023, 3 agosto). Suite 9 at Delft University of Technology Campus / Studioninedots. < https://www.archdaily.com/1034579/suite-9-at-delft-university-of-technology-campus-studioninedots > [ultima consuktazione Aprile 2026].

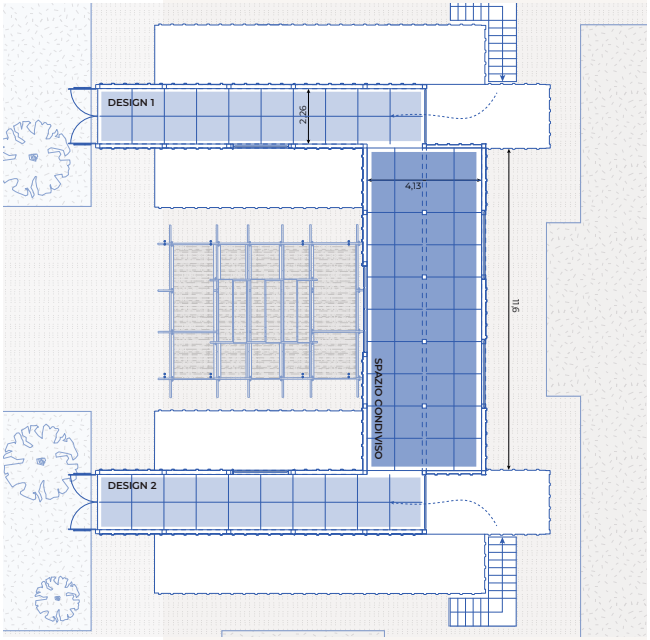
CO-ORT LAB

Il nome “CO-ORT LAB” evoca una sinergia tra cooperazione, lavoro laboratoriale e dimensione naturale (orto urbano). Il sistema evolve in un organismo più complesso attraverso il raddoppio dei moduli e la creazione di una corte esterna centrale protetta da una struttura ombreggiante leggera e auto-costruita in tubi innocenti e bambù, pensata per essere facilmente smontata secondo i principi di reversibilità. Questo spazio condiviso è ottenuto dall’unione strutturale di due moduli affiancati sul lato lungo , una soluzione che rompe il limite dei 2,40 metri per generare un ambiente più ampio.

Suite 9, studio Studioninedots a Delft
Situato nel campus della Delft University of Technology, Suite 9 è un complesso residenziale di 137 unità abitative progettato come manifesto dell’architettura modulare veloce, etica e di qualità. Si tratta di un’architettura che ridefinisce il concetto di residenza universitaria attraverso l’integrazione di prefabbricazione spinta e spazi sociali dinamici[90].

Come Suite 9 ruota attorno all’a piazza verticale aperta, il progetto CO-ORT LAB si sviluppa attorno a una corte aperta centrale, concepita come filtro polifunzionale ed estensione operativa per workshop ed eventi. Anche gli spazi non rigidamente definiti si ritrovano nei laboratori del gruppo 18.





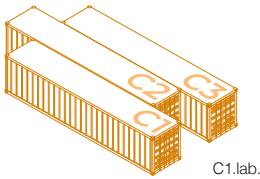
90
Serra, R. (2026). CO-ORT LAB: Progettazione e autocostruzione. Uno spazio per apprendimento, manualità e confronto [Portfolio accademico]. Politecnico di Torino.

(a destra)
Estratto planimetrico della fase piano primo e secondo.
Elaborazione a cura del Gruppo 18 (Serra Roberto)

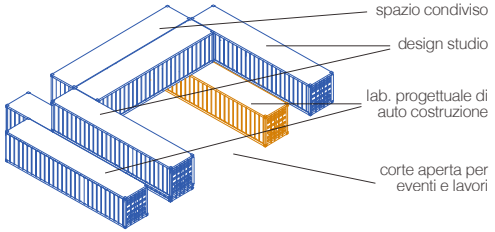
L'APPROCCIO BANK MATERIAL

NOME PRODOTTO /SISTEMA	AZIENDA PRODUTTRICE	DISTANZA DAL SITO DI PROGETTO	UTILIZZO PREVISTO	STRATEGIA DI CIRCOLARITÀ PERSEGUITA
ID1-serramenti	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Finestre esterne	
ID15-serramenti	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Finestre esterne	
ID19-serramenti	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Porte interne	
ID6-arredo lavagna	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Lavagna per aula	
ID20-disp.illuminanti	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Elem. illuminante interno	
AC 01 scarti tubi innocenti + giunti	Gruppo ponteggi di Elsaify	7,4 km	Struttura per corte + banco da lavoro	
AC 02 Tavole in legno	Falegnameria Campari	2,2 km	Banchi da lavoro	
AC 03 Tende di bamboo	Bricolandia FAI DA TE	750 m	Sistema di ombreggiamento esterno	
AC 04 Listelli in legno 40x30 mm	Bricolandia FAI DA TE	750 m	Struttura a ponte aule progettazione	
AC 05 Lamiera container	Container di cantiere	-	Reimpiego per partizioni interne	
AC 10 Griglie metalliche	Cantiere Ex Roto Alba	6,4 km	Griglie per pareti attrezzate	
AC 06 Isolante in lana di roccia	Manca Rifiuti industriali	55 km	Elemento isolante involucro esterno	
AC 07 Pannelli OSB	Falegnameria Campari	2,2 km	Rivestimento pareti interne	
AC 08 Rivestimento gommato pavimento	Bricolandia FAI DA TE	750 m	Rivestimento fondo container	

LOGICA DI ASSEMBLAGGIO DEL SEMILAVORATO



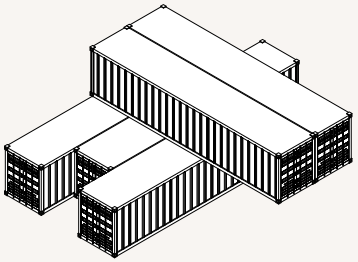
C1.lab. di auto costruzione
C2.lab. di auto costruzione
C3.magazzino utile fase di costruzione



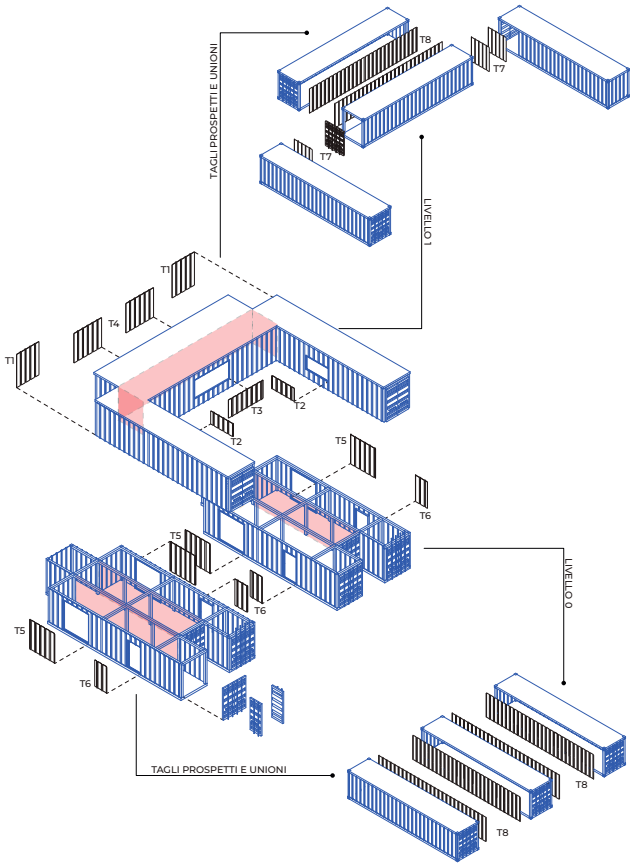
(a sinistra)
Concept modulare su griglia
Elaborazione a cura del Gruppo 18 (Serra Roberto)

AGGREGAZIONE: MULTIPIANO

Facendo riferimento alle tipologie di aggregazione viste nel capitolo dei casi studio europei, potremmo assumere questa degli studenti come un'aggregazione di tipo **sovrapposti con disallineamenti**.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Elementi rimossi (a sinistra) e aggiunti (a destra)
Elaborazione a cura del Gruppo 18 (Serra Roberto)

STRATIGRAFIE

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

ASPETTI POSITIVI

L'uso di tubi innocenti e bambù per la schermatura della corte centrale è un punto di forza notevole. Questo sistema, oltre a essere economico e auto-costruibile, è intrinsecamente reversibile: può essere facilmente modificato, ampliato o rimosso secondo le necessità stagionali o funzionali.

L'accostamento di due moduli sul lato lungo per lo "Spazio Condiviso" al piano superiore dimostra la volontà di rompere la rigidità dei 2,40 metri, creando un ambiente ampio e fluido adatto a usi collettivi che il container singolo non potrebbe ospitare.

L'integrazione di banchi a ribalta e pareti attrezzate mobili permette ai laboratori di cambiare configurazione in tempo reale. Questa soluzione consente di passare rapidamente da un'aula didattica frontale a un'officina aperta per prototipazione ingombrante, massimizzando l'utilità dei metri quadri a disposizione.

CRITICITÀ

L'uso del bambù in un contesto climatico come quello torinese (Cambiano), sebbene sostenibile e affascinante, rappresenta una criticità sul lungo periodo. La necessità di trattamenti periodici o sostituzioni frequenti del materiale organico potrebbe gravare sulla gestione operativa del laboratorio, contrastando con la durabilità dell'acciaio Corten.

La grande corte centrale, sebbene protetta dal bambù, rimane uno spazio esterno.

(a sinistra)
Vista dell'edificio nel contesto di Cambiano. Elaborazione a cura del Gruppo 22 (Aversa Isotta, Calosso Eleonora)

(a destra)
PLAC. (n.d.). La Maison du Chantier. < https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier > [ultima consuktazione Aprile 2026].

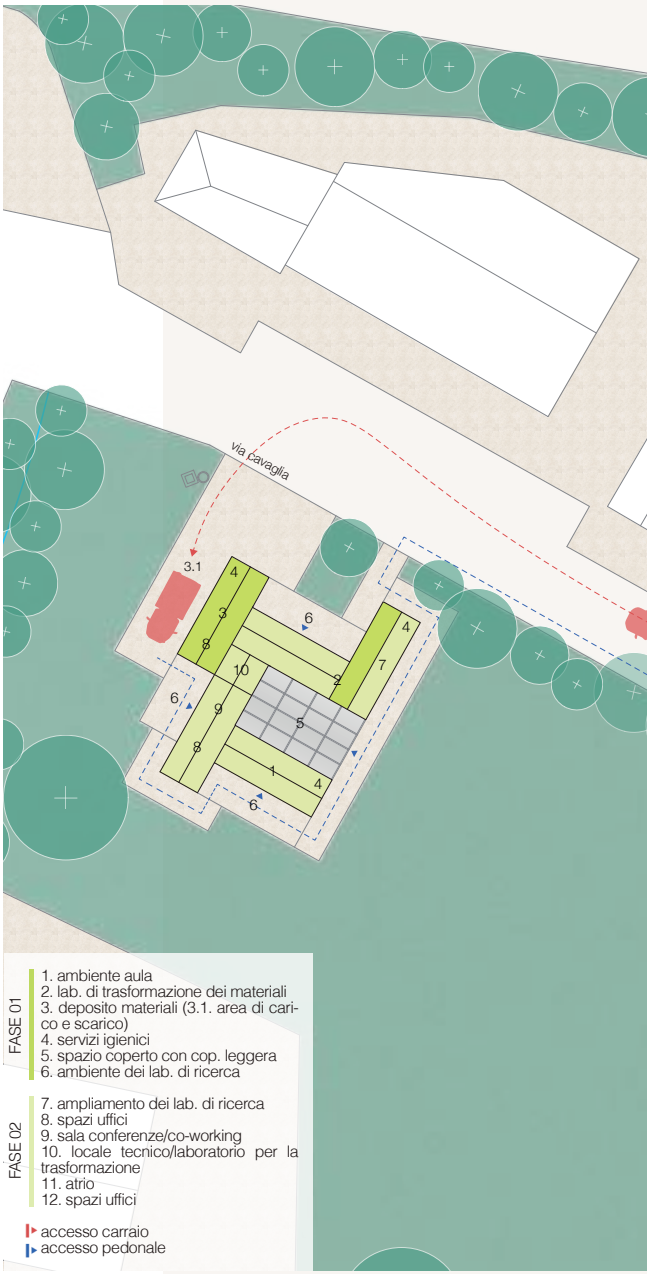
SHIFTPOD

Il nome stesso del progetto è l'unione di Shift (spostamento/cambiamento) e Pod (cellula/modulo), ed esplicita la natura dinamica dell'intervento. I container sono soggetti a operazioni di traslazione e slittamento coordinato lungo gli assi principali. Questo movimento geometrico definisce un ampio ambito centrale protetto da una copertura tessile leggera e smontabile. Questa configurazione traslata non solo articola i volumi, ma trasforma il corridoio tradizionale in una successione di zone filtro e ambiti relazionali che connettono visivamente i ricercatori, validando il modulo come elemento di un sistema architettonico aperto e flessibile.

Maison du Chantier, Chiomonte progettata dalla collaborazione tra ACC Naturale Architettura, PlaC e Pini Group

L'architettura in provincia di Torino funge da Visitor Center per il cantiere della linea ferroviaria Torino-Lione (TELT). L'edificio non cerca il contrasto, ma adotta il linguaggio del cantiere circostante; si sviluppa su tre livelli con il piano terra funge da filtro tecnico e spogliatoio. I piani superiori ospitano un percorso museale fluido che culmina in un grande volume a sbalzo orientato come un "cannocchiale" verso l'area di scavo[91].

In entrambi i casi, lo slittamento dei moduli serve a creare spazi interstiziali funzionali (pensiline o corti aperte).



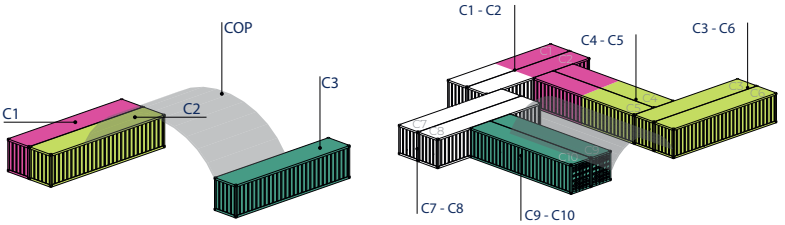
91
Aversa, I., & Calosso, E. (2026). Shiftpod: Circular Design Polito Lab. [Portfolio accademico]. Politecnico di Torino.

(a destra)
Estratto planimetrico. Elaborazione a cura del Gruppo 22 (Aversa Isotta, Calosso Eleonora)

L'APPROCCIO BANK MATERIAL

NOME PRODOTTO /SISTEMA	AZIENDA PRODUTTRICE	DISTANZA DAL SITO DI PROGETTO	UTILIZZO PREVISTO	STRATEGIA DI CIRCOLARITÀ PERSEGUITA
ID19	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Porte interne	
ID14	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Porte interne	
ID3	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Armadio ufficio	
ID6	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Lavagna	
ID1	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Finestra	
ID15	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Finestra	
ID20	Cantiere Ex Roto Alba	64 km	Illuminazione	
D1,D2	Fresia Alluminio	55 km	Porte esterne	
F1	Plastiz	20,5 km	Pavimentazione	
W1	T.T.Project	24 km	Rivestimento pareti	
Lamiera	Cantiere Cambiano	130 km	Pareti-copertura	
I1	Ricehouse	130 km	Isolante acustico e termico	
I2	Tecnital	41 km	Barriera al vapore	
M1	Dorken	215 km	Protezione a terra	
Listelli	Mozzone Building System	40 km	Sottodtruttura	
COP	Venturello Teloni s.a.s.	40 km	Copertura leggera	
GH	I.L.C. s.r.l.	50 km	Pavimentazione esterna	
V1	Privato	180 km	verniciatura container	
A1	Privato	22 km	Tavolo riunioni	
A2	Privato	44 km	Sedie con bracciolo	
A3	Privato	18 km	Tavolo uffici	
A4	Privato	22 km	Tavolo esterno	
A5	Privato	35,7 km	Tavolo esterno	
A6	Privato	30 km	Sedie	
A7	Privato	34,5 km	Tavolo con sedie	
A8,A9,A10,A11	Privato	22 km	Mobile ufficio, armadio ufficio, Scrivanie, lavagna	

LOGICA DI ASSEMBLAGGIO DEL SEMILAVORATO

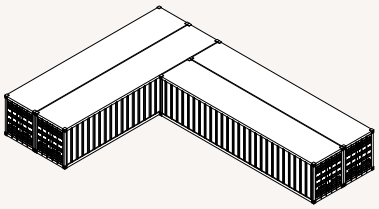


C1.deposito mat. 26mq
C2.servizi igienici 5,7mq
+ uffici 13mq
C3.laboratorio 41mq
C4.deposito mat. 18mq
C5.ampliamento lab. 31mq
C6.servizi igienici 5,7mq
C7.sala conferenze 34mq
C8.uffici 23mq
C9.ambiente aula 42mq
C10.servizi igienici 5,7mq
COP.leggera 88mq

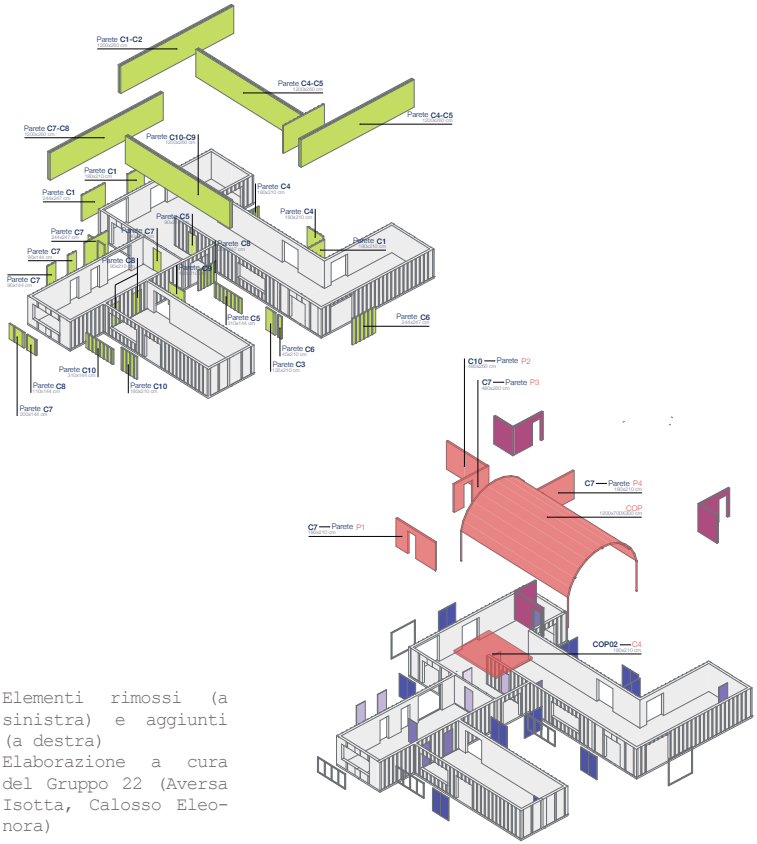
(a sinistra)
Concept modulare su griglia
Elaborazione a cura del Gruppo 22 (Aversa Isotta, Calosso Eleonora)

AGGREGAZIONE: A CORTE / LINEARE

Facendo riferimento alle tipologie di aggregazione viste nel capitolo dei casi studio europei, potremmo assumere questa degli studenti come un'aggregazione a **corte lineare**.



(a destra) Schema distributivo tipologico
Fonte: Elaborazione dell'autrice



Elementi rimossi (a sinistra) e aggiunti (a destra)
Elaborazione a cura del Gruppo 22 (Aversa Isotta, Calosso Eleonora)

STRATIGRAFIE

SOLAIO DI COPERTURA
Lamiera container
Listelli in legno
Pannello isolante
Barriera al vapore
Copertura container
W1 Rivestimento interno in legno

SOLAIO DI CALPESTIO
Membrana alveolare
Pannello isolante
Barriera al vapore
Solaio container
Pavimentazione in materiale plastico riciclato

PARETE ESTERNA
Porta/Finestra
Lamiera container
Listelli in legno
Pannello isolante
Barriera al vapore
Rivestimento interno in legno

VERSATILITÀ - ADATTABILITÀ

ASPETTI POSITIVI

L'ampliamento apportato dal gruppo 22 evidenzia una strategia di crescita incrementale estremamente efficace: dimostra come il laboratorio possa espandersi organicamente seguendo l'aumento della domanda di spazio, senza mai perdere la coerenza del layout complessivo.

La logica della "traslazione" trasforma la rigidità dei container in una sequenza dinamica di corti interne e spazi aperti protetti.

L'adozione di una copertura smontabile conferisce al progetto una flessibilità d'uso superiore alla media: la capacità di proteggere ampie superfici tra i moduli nella Fase 1 e di riconfigurare la stessa struttura nella Fase 2 minimizza lo spreco di risorse e massimizza l'abitabilità degli spazi esterni.

CRITICITÀ

Nonostante la sapiente articolazione dei volumi, la sottomisura di 2,4 metri rimane un vincolo fisico evidente. C'è una leggera frammentarietà delle attività.

La scelta di integrare arredi modulari specifici e sistemi a secco (CLT e finiture lignee) nobilitano l'interno del container, ma implicano una gestione operativa e una manutenzione diversificata.

Il disallineamento controllato dei moduli, se da un lato arricchisce la qualità spaziale, dall'altro aumenta drasticamente la superficie di involucro esposta.

3.4.1 Evidenze emerse dagli scenari del workshop analizzati

L'analisi dei quattro scenari selezionati permette di estrarre preziose evidenze ai fini della progettazione definitiva del laboratorio di ricerca, definendo alcuni limiti e potenzialità che la pratica cargotecture presente.

La forma oltre i limiti dimensionali

Gli scenari dimostrano che la larghezza fissa del container, pari a 2,40 metri, non è un ostacolo insuperabile se i moduli vengono combinati in modo intelligente. Per esempio, affiancare i moduli tra loro andando a rimuovere la lamiera divisoria interna (progetti 2.42 e CO-ORT LAB) permette di creare stanze e aule comuni molto ampie e prive di interruzioni strutturali. Oppure, far scivolare o sfalsare i container longitudinalmente (progetto SHIFPOD) è una soluzione utile per ricavare corti interne protette e zone di passaggio; questi spazi filtro migliorano la vivibilità dele aree esterne. Inoltre, impilare i container su più piani sfruttando gli agganci angolari di serie (progetto MATTER LOOP) consente di raddoppiare la superficie dell'edificio verso l'alto, evitando di occupare altro suolo.

L'eterogeneità materica

Dal punto di vista costruttivo, il workshop ha confermato che è possibile realizzare un edificio concependolo come "banca di materiali" pronti a una seconda vita. Gli studenti hanno unito risorse molto diverse tra loro: da una parte gli elementi da demolizione locale quali serramenti e arredi già mappati nell'audit della Roto Alba, dall'altra scarti industriali complessi come plastica riciclata e teloni tecnici dismessi per realizzare coperture.
Tuttavia, questa grande varietà di materiali comporta una chiara difficoltà di gestione nel tempo. Unire la grandissima resistenza della scocca esterna in acciaio Corten a materiali organici o finiture più delicate (come i pannelli in legno OSB o le schermature in bambù) fa sì che i vari componenti invecchino a velocità del tutto differenti. Di conseguenza, l'edificio richiederà scadenze di manutenzione molto diversificate e regole severe per proteggere i materiali più fragili dalla pioggia e dall'umidità.

Sistemi disallineati

Se da un lato i sistemi di assemblaggio a secco e i serraggi meccanici confermano l'efficacia delle logiche di DfD — assicurando un passaggio pulito tra la prima e la seconda fase espansiva —, dall'altro l'accentuata articolazione volumetrica introduce una criticità geometrica intrinseca. Gli slittamenti planimetrici e gli aggetti determinano infatti un cospicuo aumento della superficie di involucro a contatto con l'ambiente esterno. Di conseguenza, il layout espone i nodi costruttivi dell'architettura a un maggior rischio di ponti termici.

3.5 Sintesi della ricerca

Il mio percorso di ricerca e sperimentazione condotta all'interno del programma UROP, giunge a conclusione riportando in sintesi, gli aspetti cruciali che caratterizzano le analisi condotte nei capitoli precedenti. L'analisi precede e vuole giustificare la redazione di linee di indirizzo progettuali. Questa sintesi finale si configura, non come una semplice raccolta di dati, ma come metodo decisionale capace di tradurre i caratteri generali estrapolati dai diciassette casi studio europei in regole concrete applicabili, non solo a Cambiano, ma in luoghi e contesti diversi. L'obbiettivo è valorizzare l'area di Cambiano affinché possa costituire un punto di riferimento per costruzioni analoghe, unendo la competenza dei professionisti e delle figure incontrate durante i vari sopralluoghi, agli scenari di crescita come il cHOMgenius di Milano e quelli embrionali realizzati dagli studenti del corso Progetto di Architettura off-site.

Nello specifico, il contributo in questa ricerca abbraccia l'intera gerarchia europea della circolarità (10R), declinando il framework delle 10R non come concetti astratti, ma come driver progettuali. Realizzare architetture container significa immettersi consapevolmente in sistemi strategici diversi e complementari. In primo luogo, viene mutata la funzione originale del container, nato per il trasporto logistico di merci, per concepirlo come semilavorato; questa unità spaziale complessa è in grado di ospitare funzioni ad alto valore aggiunto (R1). In secondo luogo, la struttura stessa dei moduli, nonché la materia prima di questo modello progettuale quale la cargotecture, viene elevata come bene già disponibile (R3). Inoltre, il recupero dei materiali attraverso il reclamation audit chiude il ciclo all'interno del contesto locale (R9). Sottese a queste strategie circolari ve ne sono altre come il cambio di funzione del container stesso da scatola metallica per il trasporto di merci a unità abitativa funzionale di alta qualità (R7).

Sulla base di queste premesse, il valore della ricerca si concretizza in tre pilastri metodologici e operativi che non rappresentano solo le fondamenta del progetto Circular Design Polito Lab di Cambiano, ma definiscono un modello replicabile di indirizzi che vogliono guidare interventi analoghi anche se in luoghi e contesti differenti.

1. **Progettare con unità modulari predefinite:** utilizzare un modulo standard, come il container, per creare spazi che sanno adattarsi nel tempo alle necessità delle persone non è solo una scelta architettonica per un singolo edificio, ma un vero e pro-

prio modello di costruzione architettonica. Grazie all'impiego di questi sistemi preconfigurati, è possibile definire una crescita incrementale o modificarne la geometria spaziale in modo semplice. Questo approccio non dipende dal luogo: le regole di incastro e di unione tra i moduli restano valide ovunque. Inoltre, questo tipo di architettura modulare consente di costruire per fasi: non è necessario costruire l'intero l'edificio tutto subito, ma si può cominciare costruendo un primo nucleo essenziale (fase 1) per poi aggiungere, a seconda degli investimenti e dei bisogni, nuove unità e quindi nuovi spazi funzionali.

2. L'importanza del contesto e delle sue risorse: il coinvolgimento di aziende locali e la mappatura di materiali già disponibili sul territorio, come sperimentato all'interno dell'attività UROP, rappresenta un metodo di lavoro applicabile ovunque. Il cosiddetto reclamation audit dimostra che l'architettura può attivare risorse che altrimenti andrebbero sprecate. In questo modo, il territorio e le sue aree produttive vengono visti come banche di materiali, un magazzino a cielo aperto di elementi e componenti pronti per essere rifunzionalizzati. Questo pilastro della ricerca trasforma l'edilizia in un processo molto più ecologico e radicato nel luogo. Ridurre l'impatto ambientale non significa solo consumare meno energia, ma anche abbattere i trasporti e dare una seconda vita a oggetti che hanno già una storia (upcycling).
3. Il valore nel tempo: l'idea di costruire un edificio che può essere smontato con la stessa facilità con cui è stato montato cambia completamente il modo di pensare all'architettura. Sostituendo il cemento e le colle con tecnologie a secco e collegamenti meccanici (come bulloni, viti e incastri), l'edificio smette di essere un blocco unico e inamovibile e diventa un sistema reversibile. In questo modo, ogni componente può essere separato dagli altri senza essere danneggiato o distrutto. Questa scelta tecnica garantisce il totale ripristino originario dello stato dei luoghi, azzerando la persistenza di strutture ipogee o macerie all'atto del futuro smantellamento dell'opera. Se il ciclo di vita tradizionale confina l'edificio dismesso nel ruolo di passività logistica e finanziaria, la logica circolare ne ribalta radicalmente i presupposti. L'edificio si comporta a tutti gli effetti come una banca dei materiali, un sistema reversibile in cui il disassemblaggio consente di riscattare il valore residuo di ogni componente, pronto per essere reimmesso nelle filiere produttive locali.

3.5.1 Analisi

La tabella che segue (pp.236-239) rappresenta una sintesi comparativa dei diciassette casi studio europei. Leggendo in modo trasversale i dati riportati, emergono con chiarezza le costanti progettuali che governano i modelli d'eccellenza europei della costruzione cargotecture. Correlando gli obiettivi programmatici dei singoli progetti con le relative tipologie di aggregazione (singolo, lineare, a corte, multipiano) e con i livelli di attuazione del framework delle 10R, la tabella evidenzia che l'efficacia del riuso e la capacità di un edificio di cambiare nel tempo non sono scelte astratte, ma dipendono direttamente precisi principi abilitanti di adattabilità e smontaggio: l'adozione di connessioni interamente a smontabili, un'organizzazione dello spazio modulare e un cantiere basato sulla prefabbricazione off site. Per esempio, laddove l'obiettivo programmatico richieda spazi ampi e flessibili – come nel caso di uffici e laboratori – l'istanza di riduzione materica ed energetica (R2-Reduce) si esprime attraverso strategie di versatilità geometrica. Come riscontrabile nel progetto Unionkul Stack I, l'affiancamento dei container e la contestuale sottrazione delle tamponature metalliche — o il loro distanziamento strategico — consolidano la presenza di aree filtro denominate "vuoti attivi". Si ottiene così l'aumento di superficie netta senza gravare sull'architettura con ulteriori chiusure pesanti.

Parallelamente, se si vuole garantire l'espandibilità incrementale o la variazione del layout nel tempo, l'adozione del principio di reversibilità delle connessioni diventa l'unico strumento tecnico in grado di abilitare future strategie di riuso (R3-Reuse); l'impiego esclusivo di giunti meccanici o serraggi a secco assicura infatti che ogni componente sia separabile a fine ciclo senza subire danni o perdita di valore residuo. Molti degli esempi esaminati confermano l'efficacia del principio di standardizzazione e semplicità costruttiva, in cui risorse eterogenee e componenti di scarto (quali gli infissi della Roto Alba integrati nello scenario del workshop UROP) vengono pre-assemblati in officina all'interno di un ambiente controllato, ottimizzando le tolleranze prima della posa in opera.

In particolare, la tabella mette in evidenza concetti già visti in parte anche durante il percorso di ricerca e sperimentazione del CIrcular Design Polito Lab. Innanzitutto, quando ci si riferisce a un container si parla di semilavorato, quindi una struttura prefigurata i cui limiti dimensionali non rappresentano vere e proprie barriere strutturali; risponde direttamente al principio di convertibilità tipologica e alla strategia di R7-Repurpose. Esperienze come il Cafè Kontejner di Praga dimostrano che la rotazione, lo slittamento o il disallineamento dei

moduli consentono di generare aggetti, pensiline e terrazzi. I casi di Upcycling House e Habitatge Jove evidenziano l'importanza di combinare la scocca in acciaio Corten con pacchetti isolanti ad alte prestazioni e materiali bio-based (come i pannelli in legno CLT o derivati dalla carta riciclata) evidenziano l'importanza di sinergia e ibridazione materica.

Un'ulteriore costante fondamentale estratta dalla rassegna europea riguarda l'applicazione rigorosa del principio di indipendenza dei sistemi e di facilità di accesso a componenti e servizi, ispirata in particolare a soluzioni flessibili come la Portable Cabin. Per garantire una reale reversibilità e supportare le fasi di manutenzione o aggiornamento

CASO STUDIO	OBBIETTIVO	STRATEGIE PROGETTUALI ADOTTATE
01_Aprop a Les Glòries, Barcellona (ES)	Affrontare emergenza abitativa e la gentrificazione fornendo alloggi temporanei	Prefabbricazione totale dei moduli per ridurre tempi e scarti in cantiere
02_Portable Cambin, Poznan (PL)	Fornire abitazione di alta qualità nomade e reversibile	Ottimizzazione del layout interno per spazi minimi e trasportabilità immediata
03_Habitatge Jove Caldes, Catalogna (ES)	Offrire modello abitativo accessibile e contemporaneo	Integrazione tra container e pannelli in legno CLT per migliorare il comfort termo-acustico
04_Aprop Ciutat Vella, Barcellona (ES)	Inserire alloggi di alta qualità in lotti urbani residuali e stretti	Capacità di inserimento in lotti residuali densi per rispondere all'emergenza abitativa temporanea
05_Upcycling House, Nyborg (DK)	Ridurre emissioni di CO_2	Uso di pannelli in carta riciclata e materiali di recupero per il rivestimento e l'isolamento
06_Tin Inn Hotel, Erkelenz (DE)	Rivoluzionare il settore dei budget hospitality, una strategia industriale scalabile	Modulo stanza standardizzato e replicabile per una rapida espansione del business
07_Dock Inn Hostel, Warnemünde (DE)	Attrarre un target giovane e consapevole; operazione di brand identity circolare	Uso di sbalzi (cantilever) per creare spazi aperti protetti senza strutture aggiuntive

Temporanea Permanente Sperimentale Utilizzo prevalente di materiali e componenti di rec

tecnologico (R4-Repair, R5-Refurbish), i canali distributivi delle reti impiantistiche (elettricità, idraulica, climatizzazione) non devono mai essere integrati in modo irreversibile nelle strutture o posati sottotraccia, bensì alloggiati in intercapedini esterne, contropareti ispezionabili o moduli tecnici dedicati.

I principi appena citati di adattabilità smontaggio garantiscono non soltanto la regolazione passiva del comfort termico dell'involucro o l'innesco di moti convettivi per la ventilazione naturale, ma si rivelano driver fondamentali per fornire un supporto concreto ai nuovi modelli di business dell'economia circolare e per l'attivazione sociale e transitoria del territorio ospitante.

TIPOLOGIA DI AGGREGAZIONE	TIPO DI ARCHITETTURA	STRATEGIE A PIÙ ALTA CIRCOLARITÀ	RIUSO MATERICO
MULTIPIANO (77 unità da 40 piedi)		uso del suolo: standardizzazione e semplicità R1 (Rethink) - R2 (Reduce)	
SINGOLO (2 unità da 40 piedi)		uso itinerante: versatilità e convertibilità R1 (Rethink) - R7 (Repurpose)	
MULTIPIANO (16 unità da 40 piedi)		impatto materico: indipendenza e connessioni reversibili R2 (Reduce) - R3 (Reuse)	
MULTIPIANO (12 unità da 40 piedi)		urbanismo tattico: supporto ai modelli di business dell'EC R1 (Rethink)	
A CORTE (2 unità da 40 piedi)		materiali di scarto: evitare trattamenti e finiture non necessari R8 (Recycle) - R9 (Recover)	
MULTIPIANO (15 unità da 20-40 piedi)		standardizzazione ed espandibilità R1 (Rethink) - R5 (Refurbish)	
MULTIPIANO (64 unità da 40 piedi)		nuovo uso: semplicità strutturale R2 (Reduce) - R5 (Refurbish) - R7 (Repurpose)	

upero

CASO STUDIO	OBBIETTIVO	STRATEGIE PROGETTUALI ADOTTATE
08_Cafè Contajner, Praga (CZ)	Attivare un lotto urbano in attesa di sviluppo permanente	La rotazione del modulo superiore crea dinamismo e ingressi protetti in modo passivo
09_Port Franc, Sion (CH)	Dotare la comunità giovanile di un centro per la musica contemporanea in ex magazzini industriali	Inserimento dei moduli in un hangar esistente, riducendo la necessità di isolamento termico esterno
10_Boxparc, Croydon (UK)	Trasformare un lotto urbano temporaneamente inutilizzato	Sistema di montaggio rapido per usi temporanei (pop-up) su aree urbane in attesa di sviluppo
11_BRLO Brwhouse, Berlino (DE)	Creare una casa della birra che fosse mobile	Edificio progettato per essere rimosso integralmente alla scadenza della concessione del suolo
12_Freitag Flagship Store, Zurigo (CH)	Avere una sede che rispecchiasse visivamente i propri valori di economia circolare	Rinforzo strutturale dei nodi per l'impilamento verticale spinto
13_Unionkul Stack I, Copenaghen (DK)	Rispondere alla domanda di spazi di lavoro flessibili in un'area portuale in rapida trasformazione	Uso della corte e delle passerelle esterne per massimizzare la luce naturale negli uffici
14_Cruise Ship Terminal, Siviglia (ES)	Dotare il porto di una struttura ricettiva per crocieristi	Uso di "vuoti" tra i container per favorire la ventilazione naturale trasversale
15_La Maison Du Chantier, Torino (IT)	Creare un punto di informazione e accoglienza che racconti l'evoluzione del cantiere	Integrazione di scarti da cantieri limitrofi per arredi e finiture interne
16_Molenwest Square, Bruxelles (BE)	Rigenerare temporaneamente un lotto industriale dismesso di proprietà delle ferrovie	Grande tettoia urbana che protegge i moduli, riducendo la necessità di coibentazione spinta
17_IJBZ Sanitary Facility, Magdenburg (DE)	Esigenza di fornire servizi-igienici dignitosi, moderni e sicuri per centri giovanili interculturali	Modulo prefabbricato che concentra tutti gli scarichi, facilitando l'allaccio rapido

Temporanea Permanente Sperimentale Utilizzo prevalente di materiali e componenti di rec

TIPOLOGIA DI AGGREGAZIONE	TIPO DI ARCHITETTURA	STRATEGIE A PIÙ ALTA CIRCOLARITÀ	RIUSO MATERICO
SINGOLO (3 unità da 40 piedi)		design iconico: convertibilità e versatilità R1 (Rethink) - R7 (Repurpose)	
A CORTE box-in-box (40 unità da 20-40 piedi)		protezione: indipendenza e sicurezza dello smontaggio R2 (Reduce) - R3 (Re-use)	
MULTIPIANO (96 unità vari)		rigenerazione: supporto ai modelli di business dell'EC R1 (Rethink)	
A CORTE/MULTIPIANO (30 unità da 40 piedi)		modularità: connessioni reversibili e sicurezza dello smontaggio R2 (Reduce)	
MULTIPIANO (torre) (19 unità da 20 piedi)		branding: standardizzazione e sicurezza dello smontaggio R3 (Re-use) - R7 (Repurpose)	
A CORTE/MULTIPIANO (5 unità da 40 piedi)		spazio di lavoro: indipendenza e facilità di accesso a componenti e servizi R1 (Rethink)	
LINEARE (23 unità da 40 piedi)		struttura: versatilità e sfruttamento geometrico R2 (Reduce) - R3 (Re-use)	
LINEARE (27 unità)		socialità: evitare trattamenti non necessari R6 (Remanufacture) - R7 (Repurpose) - R9 (Recover)	
A CORTE (6 unità da 40 piedi)		spazio pubblico: indipendenza e semplicità costruttiva R1 (Rethink) - R2 (Reduce)	
LINEARE (5 unità da 20 piedi)		tecnico: facilità di accesso a componenti e servizi ed espandibilità R4 (Repair) - R5 (Refurbish)	

upero

Analisi di casi studio europei e sperimentazione progettuale
a Cambiano nell'ambito del Circular Design Polito Lab

I CONTAINERS MARITTIMI PER L'ARCHITETTURA CIRCOLARE:

PROSPETTIVE

3.6 Il Circular Design Polito Lab come validazione dei principi di circolarità

Premessa

È opportuno premettere che l'idea progettuale[92] presentata nelle pagine che seguono, costituisce lo sviluppo diretto del primo scenario elaborato all'interno del programma sperimentale UROP, attività alla quale ho contribuito personalmente. Quella prima fase ha permesso di superare i limiti del dimensionamento del container, nonché di testare le prime ipotesi aggregative e soluzioni che approdano nella circolarità. Questa affermazione nasce dal fatto che, come dichiarato precedentemente, il primo scenario rappresenta un percorso metodologico che vede il compimento di sopralluoghi e incontri con professionisti di settore, oltre alla partecipazione di un workshop e la visita presso il cHOMgenius di Milano.

Gli autori

A valle dell'esperienza UROP, l'iter progettuale è stato formalizzato dal Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino nell'ultima e definitiva versione qui descritta. Il progetto definitivo — sviluppato da Michele Bonino, Diana Rolando e Guido Callegari (responsabile scientifico), con la collaborazione dei PhD student Alessandro Barra e Tiziano Monteu Cotto, e di Paolo Simeone e Jean Carlos Lapo Procel — viene quindi integrato in questo capitolo non come un elemento estraneo, ma come l'esito maturo di un percorso condiviso. Nello specifico il mio contributo si inserisce come sintesi critica: l'indagine sistematica condotta sui diciassette casi studio a livello internazionale e la rigorosa documentazione dei principi di circolarità in essi perseguiti costituiscono gli strumenti operativi per interrogare e decodificare l'infrastruttura di Cambiano. Attraverso questa chiave di lettura, viene qui sviluppata un'analisi critica finalizzata a **esplicitare e documentare come i parametri estratti dalla prassi d'eccellenza europea trovino un'applicazione e una verifica diretta nelle strategie e nei principi di circolarità che governano il progetto finale**.

La Convenzione ReLand

Come già richiamato nei capitoli precedenti in merito alla definizione dello scenario UROP, l'accordo programmatico di riferimento si fonda sulla Convenzione ReLand[93] stipulata fra il Comune di Cambiano, il Dipartimento DAD del Politecnico di Torino e l'Associazione Off Grid Italia, della **durata di 15 anni**. Ai fini del progetto esecutivo, è utile ricordare come l'Art. 2 del medesimo testo sancisca l'attivazione dell'area sperimentale accessibile al pubblico denominata «ReLand Planet Parco sperimentale», istituita per accogliere la didattica, i wor-

92
Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. (2026). Infrastruttura di ricerca per l'economia circolare: Circular Design Polito Lab, Cambiano (TO). Dipartimento di Architettura e Design (DAD), Politecnico di Torino. [formato pdf].

93
Comune di Cambiano, Politecnico di Torino - Dipartimento di Architettura e Design, & Associazione Off Grid Italia. (2026). Convenzione per l'attuazione di un'area sperimentale denominata «ReLand Planet Parco sperimentale» < https://www.reland.one/parco/ > [ultima consultazione Giungo 2026].

kshop di autocostruzione e la sperimentazione applicata sui temi dell'efficienza energetica, del riuso e dell'architettura del reimpiego.

Art. 2 comma 1 le parti intendono collaborare per l'attuazione di un'area sperimentale, accessibile al pubblico, denominata «ReLand Planet Parco sperimentale» finalizzata alla sensibilizzazione della sostenibilità ambientale attraverso il gioco e le sperimentazioni sui temi dell'efficienza energetica, riuso, design sistemico e architettura del reimpiego.

È importante qua specificare che l'istituto giuridico dell'occupazione temporanea del suolo pubblico **non costituisce un'azione intrinsecamente riconducibile all'EC**. Un provvedimento amministrativo o una scadenza burocratica non possiedono una valenza nativa di sostenibilità. Il vero valore circolare risiede, invece, nel modo in cui l'architettura risponde tecnologicamente a questo vincolo: la necessità stringente di **non poter occupare il suolo in modo permanente** si converte nel driver progettuale che impone l'applicazione del principio della **reversibilità strutturale** e della **totale movimentazione nel tempo**. La circolarità quindi si misura in termini di organismo edilizio capace di configurarsi come un sistema reversibile, in grado di escludere qualsiasi alterazione irreversibile del sito.

A quali esigenze occorre rispondere?

La prima fase condotta all'interno dello scenario UROP ha definito le potenzialità del sito e validato l'approccio metodologico alla cargotecture. Nell'attuale configurazione, il progetto risponde a precise esigenze programmatiche e fissa gli obbiettivi generali della ricerca sul campo; non si tratta più di un prototipo prettamente didattico-sperimentale, ma emerge qui come un'infrastruttura di ricerca concepita come OFFLab territoriale[94] in grado di soddisfare reali vincoli normativi e logistici. Il quadro convenzionale esige che l'architettura possa garantire la sua totale reversibilità. Il laboratorio di Cambiano deve essere ricollocabile perché parte di un accordo che ne programma il primo ciclo d'uso pari a un orizzonte temporale di quindici anni. L'impossibilità di operare una trasformazione permanente del suolo orienta le scelte progettuali verso un sistema costruttivo leggero, flessibile e ad alta mobilità. Questa attitudine al trasferimento spaziale nel corso degli anni garantisce che, al termine della sua attuale destinazione d'uso come centro di ricerca, l'opera non generi alcun residuo da demolizione.

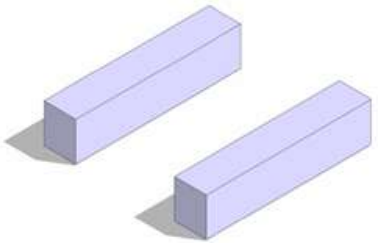
Art. 5 comma 4 le opere di cui al comma 1 dell'Art. 3, una volta realizzate e completate, dovranno intendersi di proprietà dell'Ente, su cui graverà pertanto ogni onere di natura fiscale e/o amministra-

94
L'infrastruttura di Cambiano si configura come un OFFLab in quanto:
-promuove la ricerca di frontiera sulla cargotecture e sul disassemblaggio uscendo dalle mura dell'Ateneo per stringere un'alleanza strategica con il Comune (ente pubblico) e l'Associazione Off Grid (realtà sociale)
-inoltre, l'efficienza non approda nell'acquisto di macchinari da laboratorio indoor (Hard Units), ma viene trasferita all'aperto, trasformando il territorio stesso nella risorsa primaria da cui attingere.
Fonte:
Politecnico di Milano - Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (DABC). (2026). Unità. < https://www.dabc.polimi.it/en/the-units > [ultima consultazione Giungo 2026].

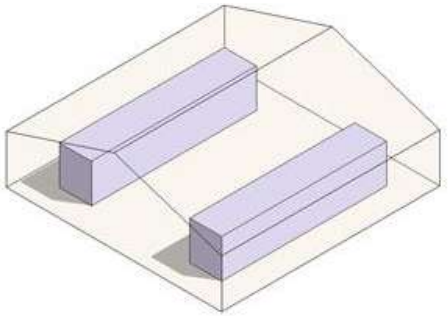
tivo connesso al diritto di proprietà; tali opere saranno date in comodato d'uso gratuito al Politecnico di Torino DAD e all'Associazione, che se ne assumono gli oneri di gestione e manutenzione, per la durata della presente Convenzione[92].

Inoltre, il progetto mira a intercettare risorse post consumo prima che facciano ingresso nella filiera lineare dello smaltimento, lavorando sinergicamente con il Consorzio Chierese per i Servizi (CCS di Chieri).

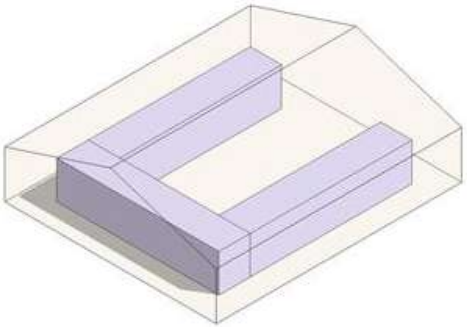
L'attuale configurazione dell'infrastruttura di ricerca deve quindi validare un modello incrementabile e istituire sinergie industriali a km 0. Più precisamente il progetto deve dimostrare che l'uso di container ISO consenta una crescita programmata dell'architettura (Fase 1 e Fase 2), ottimizzando gli spazi di risulta interstiziali (circa 117,4 mq di "vuoto attivo" centrale) per la didattica e la realizzazione di mockup all'aperto. Contemporaneamente l'architettura deve concepirsi come catalizzatore di risorse locali: la scocca metallica può accogliere e far coesistere semilavorati industriali, materie prime seconde provenienti dal tessuto aziendale territoriale (come i sistemi tessili Vigo Hangar) e componenti complessi da upcycling (come i serramenti della ex Roto Alba) assemblati esclusivamente tramite tecnologie a secco.



2 containers paralleli - 30mq a containers coperti - 60mq totali



copertura temporanea 260 mq coperti



copertura temporanea 310 mq coperti

Fonte immagini:
Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. , op.cit.p.13

3.6.1 Linee di indizzo progettuali

REQUISITO

TEMPORANEITÀ e CRESCITA INCREMENTALE NEL TEMPO

L'infrastruttura di ricerca deve essere concepita per variare la propria volumetria per macro-fasi temporali in base alle necessità didattiche, alle risorse disponibili e alle indicazioni di carattere istituzionale. A differenza dei prototipi industriali concepiti per l'abitare permanente, l'intero organismo edilizio deve essere strutturato come un sistema aperto e mobile, capace di adattarsi a funzioni e luoghi differenti da quello di Cambiano, garantendo il decommissioning sicuro a fine ciclo.

Fase 1 (2026): l'intervento prevede un'occupazione temporanea del suolo pubblico (della durata di 1 anno rinnovabile per 2 anni) attuata disponendo parallelamente 2 moduli containers ISO dismessi da 40 piedi (pari a 60 mq complessivi) e distanziati tra loro di 7,20 metri. Questo disallineamento genera un'area mockup centrale flessibile di 117,4 mq, protetta superiormente da una struttura di copertura provvisoria leggera con relativo sistema di rivestimento fornito dal partner tecnico Vigo Hangar, per una superficie lorda coperta totale pari a 260 mq.

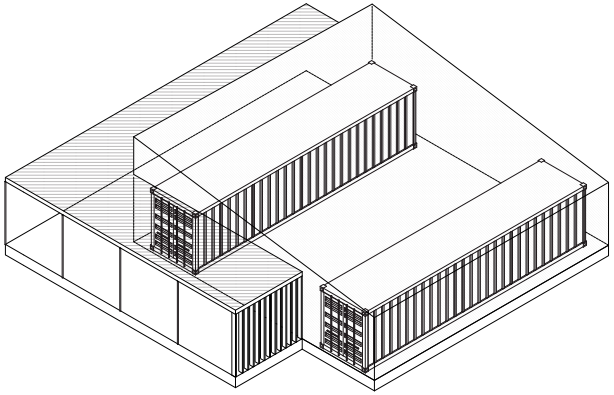
Fase 2 (entro il 2028): la logica attuata al progetto è quella dell'espandibilità attraverso l'integrazione a secco di un terzo modulo portando la superficie delle unità container a 90 mq e la superficie complessiva sotto la tensostruttura a 310 mq.

2026_Fase 1_Occupazione temporanea del suolo pubblico (1 anno rinnovabile per 2 anni)

entro 2028_ampliamento e completamento struttura temporanea

Fonte immagini:
Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. , op.cit.p.14

L'articolazione del layout interno (suddiviso tra aule, laboratori e deposito) e la configurazione spaziale dell'involucro si ispirano direttamente a un modello europeo: l'Upcycling House di Lendager Group (2019) la cui flessibilità viene mutuata nell'uso dei moduli containers (struttura).



Assonometria
Fonte: Elaborazione a cura del team UROP Circular Design Polito Lab:
Alessandro Costabello, Veronica Grosso, Maria Antonietta Simone, Elisabetta Tosini.

Dettaglio fase costruttiva
Fonte: https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter

Al fine di rispettare l'azzeramento dell'impatto sul suolo, l'attacco a terra deve escludere l'uso di platee o elementi in calcestruzzo, vincolando la struttura portante e le pedane esterne a sistemi di fondazione puntiformi, modulari e interamente recuperabili.
Esempi:
Ledro Steel Foundation: sistema prioritario zavorrato a secco costituito da gabbioni metallici riempiti di materiale lapideo riciclabile, che stabilizza i container senza opere fisse.
S-Base System o MILOS Systems Ballast: fondazioni zavorrate modulari, ideali per garantire un'elevata capacità di carico e stabilità alle strutture temporanee.

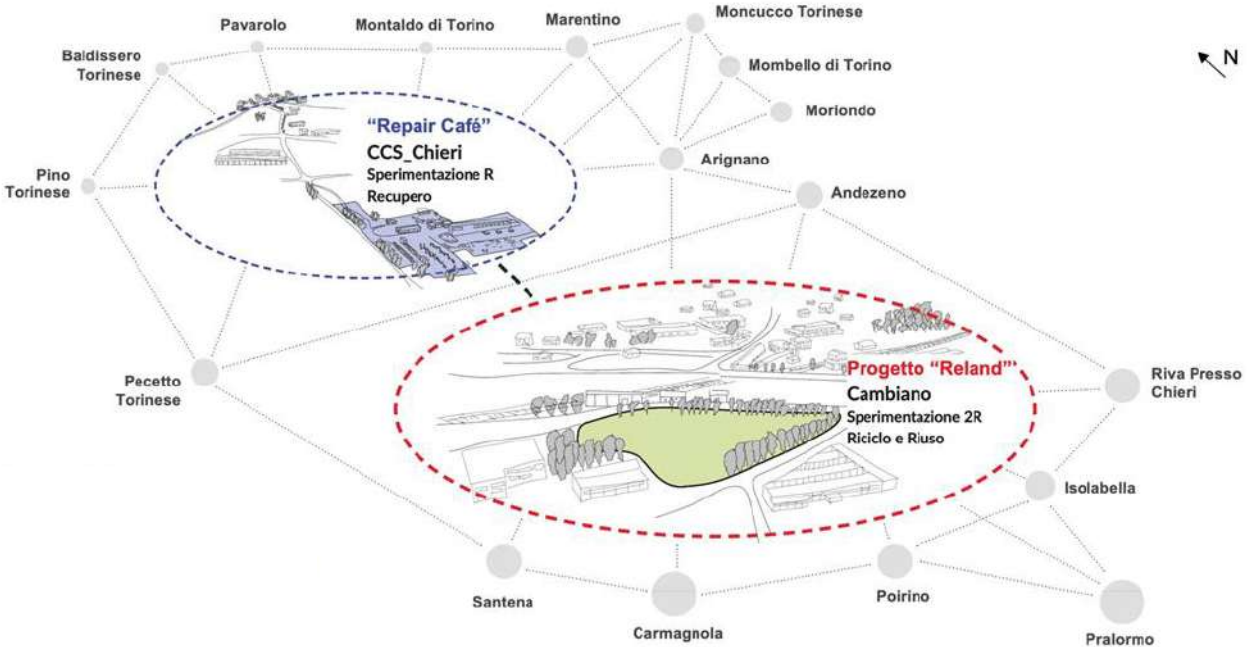
KRINNER Ground Screws / Pali elicoidali: fondazioni a vite in acciaio installate direttamente nel terreno tramite infissione meccanica, interamente svitabili a fine vita.
Van Elle Smartfoot: sistemi prefabbricati modulari in calcestruzzo armato assemblabili e rimovibili a secco.

Fonte immagini:
Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. , op.cit.pp.29,32

REQUISITO

SIMBIOSI e RETI DI GOVERNANCE TERRITORIALE

L'organismo architettonico deve integrarsi attivamente all'interno delle reti istituzionali e delle filiere operative locali per facilitare il dialogo con gli enti amministrativi e di controllo del territorio. In quest'ottica, la definizione delle linee guida richiede un allineamento con il quadro programmatico delle convenzioni pubbliche e con gli ecosistemi territoriali attivi. Sotto il profilo operativo, il progetto si consolida istituendo sinergie stabili con i soggetti preposti alla gestione dei rifiuti e con i centri di riparazione e riuso. A questa filiera corta si affiancano gli attori del *decommissioning* che assicurano una fornitura costante di componenti post-consumo e moduli da destinare a processi di rifabbricazione.



Progetto territoriale per la transizione verso l'EC, cofinanziato da Ator, promosso dal Corsorzio Chierese per i Servizi, capofila del progetto, e dal Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino insieme a 19 COmuni del CHierese e del Carmagnolese.

Fonte: Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. , op.cit.p.2

Nell'attuale configurazione del Circular Design Polito Lab, questa linea di indirizzo si traduce nell'integrazione attiva del laboratorio all'interno dell'ecosistema regionale ECO3R, promosso dal Consorzio Chierese per i Servizi (CCS_ Chieri) in sinergia con 19 Comuni del territorio. Sul piano dei flussi di materiali, si stabilisce una stretta complementarità tra i diversi nodi della rete: mentre il Repair Café di Chieri si configura come l'hub deputato al recupero e alla riparazione di componenti post-consumo, il Polito Lab opera come l'attivatore fisico di questo circuito. Attraverso lo sviluppo di sistematici Reclamation Audit, il laboratorio ha il compito di intercettare elementi edilizi complessi prima della loro dismissione (quali infissi, grigliati e pannellature), pianificandone il reimpiego diretto all'interno del cantiere sperimentale di Cambiano.

REQUISITO

APPROVVIGIONAMENTO DA MATERIE PRIME SECONDE e FILIERA CORTA INDUSTRIALE

Abbattere l'energia grigia incorporata (embodied energy) è il principio cardine per ridurre l'estrazione di risorse vergini. Questo obiettivo richiede la strutturazione di canali di approvvigionamento improntati alla filiera corta e alla simbiosi industriale di prossimità. L'architettura integra così materie prime seconde, semilavorati riciclati e componenti costruttivi rigenerati provenienti dal tessuto territoriale. La salubrità interna e la sostenibilità del ciclo di vita guidano la stratificazione costruttiva. L'accoppiamento di layer materici puri e bio-based sostituisce l'impiego di additivi chimici e resine irreversibili; in questo modo si salvaguarda la separabilità dei singoli strati e si previene il deprezzamento delle risorse in fase di post-consumo.

Questo orientamento metodologico trova immediato riscontro operativo nell'assetto dell'infrastruttura di ricerca: il layout combina infatti elementi rigenerati e materie prime seconde, interamente approvvigionate tramite la filiera-corta regionale.

- le opzioni per contropareti interne e le pavimentazioni interne prevedono l'applicazione di pannelli in legno lamellare incrociato (CLT), pannellature in OSB o elementi derivati dal riciclo della carta; vengono così escluse sostanze contenenti vernici tossiche o leganti chimici di sintesi.
- adozione di sistemi di calpestio esterni modulari, rimovibili e dotati di supporti regolabili in altezza. Il progetto combina così la flessibilità di soluzioni industriali ad incastro (quali le pedane Selvoline o il sistema ILMA Stand) al reimpiego ecologico di elementi in legno massiccio recuperati dal circuito delle Traversine Ferroviarie Italiane.
- la scocca metallica in acciaio corten dei moduli container (semilavorato logistico dismesso) viene accoppiata a secco con materiali isolanti bio-based ad alte prestazioni termiche e acustiche, ottimizzando il comportamento energetico del modulo senza aumentarne l'impatto carbonico.

(a sinistra) Pavimentazioni in sughero derivanti dal riciclo di tappi di champagne e piastrelle in vetro rigenerato; (a destra) Pareti con bottiglie di plastica riutilizzate
Fonte: https://lendager.com/project/upcycle-house/

Uso e coesistenza tra materiali diversi
Fonte: https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes

REQUISITO

DISASSEMBLABILITÀ A SECCO
e MANUTENIBILITÀ DEI SISTEMI ETEROGENEI

Far coesistere un esoscheletro metallico ad alta durabilità e componenti materiche eterogenee nello stesso nodo introduce una specifica criticità manutentiva. I polimeri tecnici riciclati, per esempio, presentano cicli di invecchiamento differenti rispetto alle lamiere metalliche. La risposta a questa asincronia risiede nell'adozione dei principi del DfD. Alcuni dettagli costruttivi a secco possono fungere da dispositivi di protezione per quei materiali più vulnerabili agli agenti atmosferici; una manutenzione programmata permette di gestire le diverse prestazionali di ogni componente, elevando di fatto l'opera a Building as Material Bank.

Nel progetto Polito Lab, l'indipendenza stratigrafica si concretizza nella definizione delle interfacce costruttive.

- le giunzioni tra i moduli ISO portanti e i pacchetti tecnologici di completamento — dall'isolamento esterno ai rivestimenti di facciata, fino ai controtelai dei serramenti — sono affidate esclusivamente a fissaggi meccanici a secco, bullonature e sistemi a incastro. La totale assenza di colle o schiume poliuretaniche azzera il rischio di contaminazione chimica tra i componenti, rendendo la scomposizione pulita senza danneggiamento dei materiali post-consumo.
- in perfetta analogia con le migliori pratiche estratte dalla rassegna dei casi studio flessibili europei, le reti impiantistiche e i canali distributivi primari (linee elettriche, adduzioni idrauliche, sistemi di climatizzazione) non vengono mai annegati sottotraccia o dentro getti umidi. Tutti i vettori tecnici sono alloggiati all'interno di contropareti, intercapedini strutturali esterne o canaline integrate interamente ispezionabili e accessibili. Questa scelta garantisce un'avanzata manutenibilità nel tempo, consentendo la riparazione, l'aggiornamento o la sostituzione isolata di ciascun componente senza interferire con gli altri strati dell'involucro.

REQUISITO

CIRCOLARITÀ SOCIALE

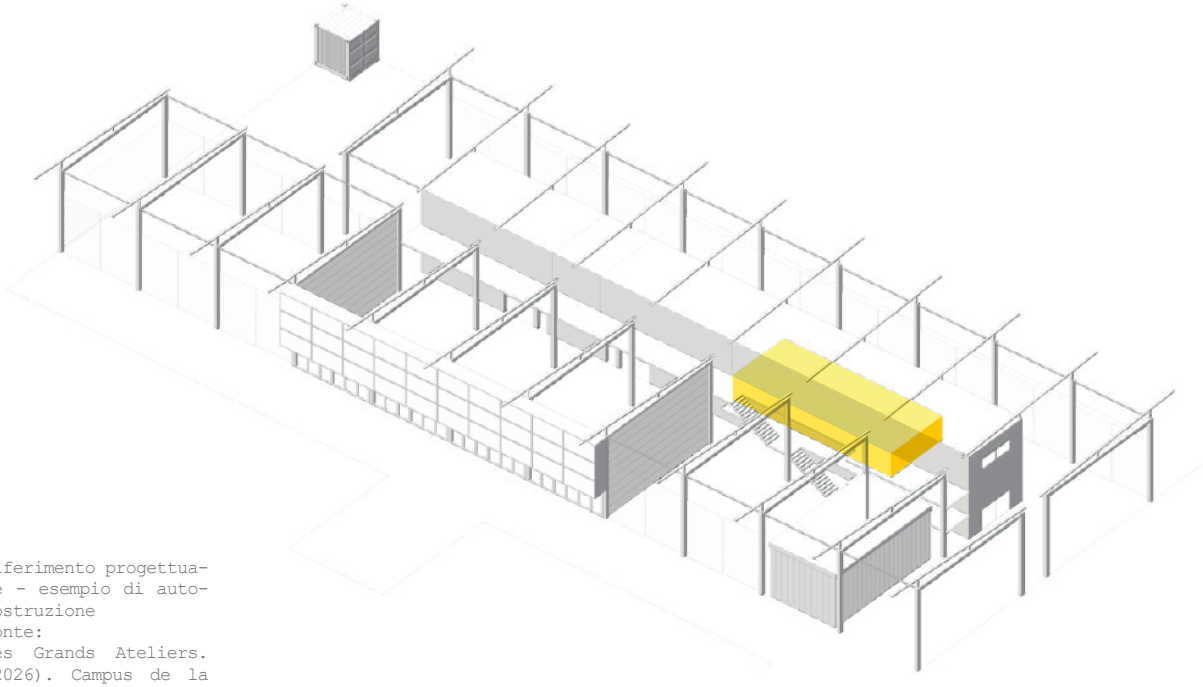
Un'architettura autenticamente circolare non deve limitarsi a certificare la sostenibilità dei propri componenti, ma deve agire come un catalizzatore sociale capace di diffondere la cultura del riuso e della transizione ecologica nella comunità. Il progetto di un'infrastruttura di ricerca persegue un'attiva integrazione con il contesto urbano, rifiutando la rigida separazione tra lo spazio della ricerca e quello della collettività. Il cantiere stesso e il ciclo di vita dell'edificio assumono valenza didattica; l'adozione di metodologie di autocostruzione e workshop pratici si traduce nella trasmissione di competenze pratiche e condivisibili.

Questo principio risponde direttamente ai vincoli programmatici definiti dal Comune di Cambiano e dal Dipartimento DAD all'interno della Convenzione Re-Land (Art. 2):

- il progetto è un'area prototipale accessibile al pubblico finalizzata alla sensibilizzazione ambientale attraverso il gioco e la sperimentazione pratica.
- in perfetta conformità con l'Art. 2 comma 3 della Convenzione, l'infrastruttura è programmata per accogliere gli studenti dei Collegi di Architettura e Design all'interno di workshop tecnico-pratici e progetti di autocostruzione sul campo. La trasmissione del sapere tecnico e l'interazione diretta con i materiali di recupero (forniti dal CCS_Chieri) trasformano il cantiere stesso in un ciclo chiuso e continuo di formazione e innovazione sociale.

Art. 2 comma 3 L'iniziativa ha una finalità didattica, rivolta a studenti iscritti ai corsi di Laurea dei Collegi di Architettura e Design, con particolare riferimento all'attività didattico-sperimentale sotto forma di workshop tecnico-pratici, che prevedevano la partecipazione degli studenti a progetti di autocostruzione sul campo, sulle tematiche delle costruzioni basate sull'approccio sostenibile[95].

95
Fonte:
Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. , op.cit.p.4



Riferimento progettuale - esempio di autocostruzione
Fonte:
Les Grands Ateliers. (2026). Campus de la construction durable: Prototipazione in scala 1:1 e formazione architettonica < https://www.lesgrandsateliers.org/ > [ultima consultazione Giungo 2026].

BIBLIOGRAFIA

(ordine alfabetico)

Angrisano M, Gravagnuolo A, Bottero M and Fusco Girard L (2025) Towards the implementation of new European Bauhaus initiatives in circular cities programmes: analysis of best practices to identify investment sectors. Front. Built Environ. 11:1601770. doi: 10.3389/fbuil.2025.1601770

Bertolini, M., & Guardigli, L. (2020). Upcycling shipping containers as building components: An environmental impact assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment, 25, 947–963. < https://doi.org/10.1007/s11367-020-01747-3 >

Coujard, C., De Rosso, L., Yurchyshyna, A., Gandini, A., Garcia Cortes, V., Urra Uriarte, S., & Hunziker Keller, C. (2023, luglio). New European Bauhaus: A handbook. NEBULA Project.

Hamidul Islam, Guomin Zhang, Sujeeva Setunge, Muhammed A. Bhuiyan, Life cycle assessment of shipping container home: A sustainable construction, Energy and Buildings, Volume 128, 2016, Pages 673-685, ISSN 0378-7788, < https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.002 >

Hoffmann, N., Stahlbock, R., & Voß, S. (2020). Un modello decisionale sulla riparazione e manutenzione dei container di spedizione. Journal of Shipping and Trade, 5(1), 22. < https://doi.org/10.1186/s41072-020-00070-2 >

Kotnik Jure (2008). Container architecture. Links Books, pp.10-17

Mehdi Najafi, Hossein Zolfagharinia, Pricing and quality setting strategy in maritime transportation: Considering empty repositioning and demand uncertainty, International Journal of Production Economics, Volume 240, 2021, 108245, ISSN 0925-5273, < https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108245 > [ultima consultazione Aprile 2026]

Priyono, A., Ijomah, W., & Bititci, U. S. (2015). Strategic operations framework for disassembly in remanufacturing. Journal of Remanufacturing, 5(11), 1–15.

Tajani, F., Bologna, A., Cerullo, G., Doko, E., & Sica, F. (2025). Strategie di riutilizzo per gli obiettivi di ricostruzione della resilienza: uno studio di caso di un edificio pubblico italiano. Edifici, 15(20), 3683. < https://doi.org/10.3390/buildings15203683 >

Callegari, G., Bonino, M., Rolando, D., Barra, A., Monteu Cotto, T., Simeone, P., & Lapo Procel, J. C. (2026). Infrastruttura di ricerca per l'economia circolare: Circular Design Polito Lab, Cambiano (TO). Dipartimento di Architettura e Design (DAD), Politecnico di Torino

Cramer, J. (2022, marzo). Building a Circular Future: Ten Takeaways for Global Changemakers (Amsterdam Economic Board/Holland Circular Hotspot). Amsterdam Economic Board.

City of Ghent. (2018). REFILL: A journey through temporary use. URBACT

Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (2025, 17 ottobre). Extraordinary Solutions For Smart Living: CHOMgenius Prototype Project. Circular Economy Through Design and Construction. Corso di Progetto di Architettura Off-site, Politecnico di Torino. Dipartimento DABC, Politecnico di Milano.

Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (2021). CHOMGENIUS come esempio di smart shipping container building, tra economia circolare e innovazione. Ingegneria dell'Ambiente, 8(2), 147–166 < https://doi.org/10.32024/ida.v8i2.347 >

Ginelli, E., Pozzi, G., & Vignati, G. (17 ottobre 2025). Extraordinary Solutions For Smart Living cHOMgenius Prototype Project ABCOFFLabHARDCirceDC. Circular Economy Through Design and Construction, p.10.

Juárez, D. (Straddle3), Beguiristain, J. (Eulia Arkitektura), & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el Barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile

Kleis, B. (2013). Upcycle House: Genbrug fra inderst til yderst (MiniCO2 Husene). Realdania Byg, p.4-21. [formato pdf].

Politecnico di Torino. (2025, 9 luglio). Circular Design Polito Lab - Incontro 09_07_2025 - Presentazione. Dipartimento di Architettura e Design (DAD). < https://www.canva.com/design/DAGrrQyVdr8/kyVadYaa1T0XFrWzsVf0-g/edit >

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (gen 2017). Circular economy: Measuring innovation in the product chain (PBL Publication No. 2544). PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

Potting, José & Hekkert, M.P. & Worrell, Ernst & Hanemaaijer, Aldert. (2017). Circular Economy: Measuring innovation in the product chain.

Realdania By & Byg. (2014). Mini-CO2 Houses: The Upcycling House. Results and documentation. Realdania Publications

Smeyers, T., Deweerdt, M., & Mertens, M. (2022). The reclamation audit: A guide to creating an inventory before demolition of potentially reusable construction products (Reuse Toolkit). Interreg North-West Europe FCRBE.

Documenti istituzionali e normative

Commissione europea. (2019, 11 dicembre). Il Green Deal europeo (COM(2019) 640 final). EUR-Lex.

Commissione europea. (2020, 11 marzo). Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare: Per un'Europa più pulita e più competitiva (COM(2020) 98 final). EUR-Lex.

Commissione europea. (2023). Gli edifici come banche dei materiali: integrare i passaporti dei materiali con il design reversibile degli edifici per ottimizzare le catene del valore industriali circolari. Iniziativa Città e Regioni Circolari. < https://circular-cities-and-regions.ec.europa.eu/support-materials/projects/buildings-material-banks-integrating-materials-passports-reversible > [ultima consultazione Marzo 2026]

Commissione europea. (2025, 14 maggio). Horizon Europe work programme 2025: 8. Climate, energy and mobility (Decisione C(2025) 2779). EUR-Lex.

Commissione europea. (2025, 11 dicembre). Horizon Europe work programme 2026-2027: 8. Climate, energy and mobility (Decisione C(2025) 8493). EUR-Lex.

Commissione europea. (2025, 11 dicembre). Horizon Europe work programme 2026-2027: 9. Food, bioeconomy, natural resources, agriculture and environment (Decisione C(2025) 8493). EUR-Lex.

Commissione europea. (s.d.). Rifiuti di costruzione e demolizione. Ambiente. < https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en > [ultima consultazione Marzo 2026]

Comune di Cambiano. (2024). Variante parziale n. 16 al Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC). < https://sportello.comune.cambiano.to.it/variante-strutturale-n-2-al-prgc/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

Institut Municipal de l'Habitatge i Rehabilitació de Barcelona. (2022). Memòria 2021. Ajuntament de Barcelona

International Organization for Standardization. (2020). Sustainability in buildings and civil engineering works — Design for disassembly and adaptability — Principles, requirements and guidance (ISO Standard No. 20887:2020).

International Maritime Organization. (1972). International Convention for Safe Containers (CSC) < https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-Safe-Containers-(CSC).aspx > [ultima consultazione Febbraio 2026]

International Maritime Organization. (2008). International Convention for Safe Containers (CSC), 1972: Interpretations and guidelines [formato pdf]

Organizzazione marittima internazionale. (2014). Convenzione internazionale per i container sicuri (CSC), 1972 (Ed. 2014). IMO Publishing. < https://www.imo.org/en/ourwork/safety/pages/containers-default.aspx > [ultima consultazione Febbraio 2026]

Parlamento europeo. (24 mag 2023). Economia circolare: Definizione, importanza e vantaggi. < https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi > [ultima consultazione Marzo 2026]

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea. (2024, 24 aprile). Direttiva (UE) 2024/1275 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. < https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj > [ultima consultazione Aprile 2026]

Politecnico di Torino. (2024, 21 marzo). Il Circular Design Polito Lab a Cambiano. Una infrastruttura per la didattica innovativa. < https://www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/appuntamenti/news?idn=25408 > [ultima consultazione Aprile 2026].

Politecnico di Milano - Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (DABC). (2026). Unità. < https://www.dabc.polimi.it/en/the-units > [ultima consultazione Giugno 2026].

SITOGRAFIA

(ordine alfabetico)

A2A Life company. (s.d.). Economia circolare: Cos'è, schema, principi e vantaggi. < https://www.gruppoa2a.it/it/sostenibilita/nostra-transizione-ecologica/economia-circolare > [ultima consultazione Gennaio 2026].

Arcgency. (s.d.). STACK I.< https://arcgency.com/unionkul-stack-i > [ultima consultazione Dicembre 2025]

Arcgency. (2014, 21 ottobre). Made to be Moved / Arcgency. ArchDaily < https://www.archdaily.com/634691/made-to-be-moved-arcgency > [ultima consultazione Aprile 2026].

Arcgency, & Hjortshøj, R. (s.d.). Unionkul Stack I. Copenaghen, Danimarca. Divisare < https://divisare.com/projects/314666-arcgency-rasmus-hjortshoj-unionkul-stack-i-copenhagen-denmark > [formato pdf].

Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras. (s.d.). Statistics. < https://www.apba.es/en/stats > [ultima consultazione Dicembre 2025].

Autorità Portuale di Valencia. (2025, luglio). Valenciaport riporta un aumento del 3,84 % del traffico di container nel primo semestre del 2025. Valenciaport. < https://en.portnews.ru/news/379654/ > [ultima consultazione Novembre 2025]

ASL TO5. (n.d.). Azienda Sanitaria Locale di Chieri, Carmagnola, Moncalieri e Nichelino. < https://www.aslto5.piemonte.it/it/notizia/nuovo-ospedale%20ospedale%2003 > [ultima consultazione Aprile 2026]

Bertolini, M., & Guardigli, L. (2020). Upcycling shipping containers as building components: An environmental impact assessment. The International Journal of Life Cycle Assessment, 25, 947–963. < https://doi.org/10.1007/s11367-020-01747-3 >

Calaf Constructora. (s.d.). APROP Glòries: Allotjaments Provisionals de Proximitat < https://calafconstructora.com/en/projects/aprop-glories/ > [ultima consultazione Aprile 2026]

Cargo Container. (2024). Quanto durano i container di spedizione? < https://valtran.com/blog/how-long-do-shipping-containers-last-2/ > [ultima consultazione Dicembre 2025]

Carlo Vergnano, sindaco di Cambiano | https://comune.cambiano.to.it/persona_pubblica/carlo-vergnano/

Commissione Europea. (mag 2021). Sito ufficiale della Commissione Europea. Unione Europea < https://www.unioneeuropea.it/la-commissione-europea/ > [ultima consultazione Marzo 2026]

Comune di Cambiano. (n.d.). Cenni storici < https://comune.cambiano.to.it/vivere-il-comune/il-territorio/cenni-storici/ > [ultima consultazione Aprile 2026]

Comune di Cambiano, Politecnico di Torino - Dipartimento di Architettura e Design, & Associazione Off Grid Italia. (2026). Convenzione per l'attuazione di un'area sperimentale denominata «ReLand Planet Parco sperimentale» < https://www.reland.one/parco/ > [ultima consultazione Giungo 2026].

Consorzio Chierese per i Servizi. (n.d.). Progetto ECO3R < https://www.ccs.to.it/home/Eco3R > [ultima consultazione Aprile 2026].

Consorzio Chierese Servizi. (2020). ECO3R: Ecosistema Territoriale per la Riduzione, il Riuso e il Riciclo. < https://www.ccs.to.it/home/Eco3R > [ultima consultazione Dicembre 2025]

Fondazione Ellen MacArthur. (s.d.). L'economia circolare: Definizione e modello spiegati. < https://www.ellenmacarthurfoundation.org/it/temi/economia-circolare/introduzione/panoramica > [ultima consultazione Marzo 2026].

Hellenic Shipping News Worldwide. (2024, 18 luglio). Strong container traffic supports growth of Port of Antwerp-Bruges despite difficult market conditions. < https://www.hellenicshippingnews.com/strong-container-throughput-drives-port-of-antwerp-bruges-growth-despite-challenging-market-conditions/ > [ultima consultazione Novembre 2025].

Interreg North-West Europe. (2022). FCRBE - Facilitare la circolazione degli elementi edilizi recuperati nell'Europa nordoccidentale. < https://vb.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/ > [ultima consultazione Aprile 2026]

Kuehne & Nagel. (2024, 21 maggio). Container demand soars, but supply chain imbalance persists. myKN. < https://mykn.kuehne-nagel.com/news/article/container-demand-soars-but-supply-chain-imbal-16-May-2025 > [ultima consultazione Dicembre 2025].

Lendager Group. (s.d.). Upcycle House < https://lendager.com/project/upcycle-house/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

Notteboom, T., & Sauri, V. (2024). Top 15 European Union container ports in 2024. PortEconomics. < https://www.porteconomics.eu/top-15-europen-union-container-ports-in-2024/ > [ultima consultazione Dicembre 2025]

Port of Rotterdam. (2025, 18 luglio). Throughput in the port of Rotterdam declines in first half year. < https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/throughput-port-rotterdam-declines-first-half-year > [ultima consultazione Novembre 2025]

Politecnico di Torino. (s.d.). Undergraduate Research Opportunities Programme. < https://www.polito.it/didattica/polito/learning-experiences-in-research/undergraduate-research-opportunities-programme > [ultima consultazione Giugno 2026]

Redazione. (2025, 7 gennaio). ADSP MTMI: Presentato il bilancio di sostenibilità 2023. Il Nautilus. < https://www.ilnautilus.it/authority/2025-01-07/adsp-mtmi-presentato-il-bilancio-di-sostenibilita-2023_154593/ > [ultima consultazione Novembre 2025]

RE-DWELL. (2024). Case study: APROP - Temporary social housing for people at risk of residential exclusion. RE-DWELL: Delivering good quality affordable housing in Europe. < https://www.re-dwell.eu/case-library/aprop-temporary-social-housing-for-people-at-risk-to-residential-exclusion > [ultima consultazione Aprile 2026]

Shipmag. (2023, 24 luglio). Il Pireo tra Cina e Balcani. < https://focus.shipmag.it/2026/03/shipping-2026/il-pireo-tra-cina-e-balcani/ > [ultima consultazione Aprile 2026]

Splash247. (2022, 29 novembre). Baltic Hub adds third terminal to Port of Gdansk. < https://splash247.com/baltic-hub-adding-third-terminal-at-gdansk-port/ > [ultima consultazione Novembre 2025]

Terminal del Porto di Amburgo hanno gestito un totale di 114,3 milioni di tonnellate di merci. < https://www.hafen-hamburg.de/en/press1/news/hamburger-hafen-behauptet-seine-position-unter-herausfordernden-bedingungen/ > [ultima consultazione Aprile 2026].

Valtran. (2023). Quanto durano i container di spedizione? < https://valtran.com/blog/how-long-do-shipping-containers-last/ > [ultima consultazione Dicembre 2025]

World Steel Association. (s.d.). Valutazione del ciclo di vita nell'industria siderurgica < https://worldsteel.org/it/steel-topics/life-cycle-thinking/ > [ultima consultazione Maggio 2026]

CASI STUDIO

(ordine alfabetico)

01

- https://ajuntament.barcelona.cat/acciocomunitaria/es/noticia/se-inaugura-el-decimo-huerto-gestionado-por-personas-con-discapacidad-en-el-equipamiento-aprop-glorias_1239635
- gabarcelona. (2022, dicembre 16). APROP: Container-Flats to Tackle Barcelona's Housing Emergency. Blog of Guiding Architects Barcelona. Guiding Architects Barcelona. < https://www.gabarcelona.com/blog/aprop-container-flats-program/ > [ultima consultazione Novembre 2025]
- APROP Glòries—CALAF Constructora. (2025, agosto 14). < https://calafconstructora.com/en/projects/aprop-glories/ > [ultima consultazione Novembre 2025]
- Subils, I. (s.d.). APROP - Temporary Proximity Housing [Trascrizione di registrazione audio]. Radiomedia Arquitectura
- https://straddle3.net/en/quienes-somos
- https://yaizaterre.com/

02

- Wiercinski-Studio. (2020). Portable Cabin. Archello < https://archello.com/project/portable-cabin > [ultima consultazione Ottobre 2025]
- Wiercinski Studio. (2021, 13 ottobre). Portable Cabin. ArchDaily < https://www.archdaily.com/970129/portable-cabin-wiercinski-studio > [ultima consultazione Ottobre 2025]

03

- Straddle3. (2023). Habitatge Jove Caldes. < https://straddle3.net/en/proyectos/habitatge-jove-caldes > [ultima consultazione Febbraio 2026].
- Straddle3. (2023). Habitatge Jove Caldes. < https://lacasadelaarquitectura.es/recurso/habitatge-jove-caldes---viviendas-para-jovenes-en/d733c10b-4ae9-4bff-80be-ce219e8e34c7 > [ultima consultazione Marzo 2026]

04

- Straddle3, Eulia Arkitektura, & Terré, Y. (s.d.). APROP Ciutat Vella: Vivienda táctica de emergencia en el barrio Gótico de Barcelona. Premio Mapei alla Architettura Sostenibile. [formato pdf]

05

- Lendager Group. (2013). Upcycle House. < https://lendager.com/project/upcycle-house/ > [ultima consultazione Febbraio 2026]

- ArchiScene. (2013, 27 agosto). Upcycle House by Lendager Architects < https://www.archiscene.net/housing/upcycle-house-lendager-architects/ > [ultima consultazione Febbraio 2026]
- Lendager Arkitekter. (2013, 16 dicembre). Upcycle House. ArchDaily. https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter [ultima consultazione Febbraio 2026]

06
- https://www.containerwerk.com/projekte/hotel-wohnen-auf-zeit/tin-inn-hotel/ [consultato a Gennaio 2026]
- https://www.design-bestseller.de/blog/tin-inn-uebernachten-im-container/ [consultato a Gennaio 2026]
- TIN INN. (2023). TIN INN: The ideal micro building concept [formato pdf]

07
- Kinzo. (s.d.). DOCK INN. https://kinzo-berlin.de/en/projects/container-hostel/ [ultima consultazione Febbraio 2026]
- Holzer Kobler Architekturen, & Kinzo. (2019, 12 luglio). Design Hostel. ArchDaily. https://www.archdaily.com/920874/design-hostel-holzer-kobler-architekturen-plus-kinzo-architekten [ultima consultazione Febbraio 2026]

08
- Collarch. (s.d.). Café Kontejner < https://collarch.cz/en/projects/cafe-kontejner > [ultima consultazione Settembre 2025]
- video: https://www.youtube.com/watch?v=WZ0dvc2RBzU [ultima consultazione Settembre 2025]

09
- Savioz Fabrizzi Architectes. (s.d.). Le Port Franc. Architonic < https://www.architonic.com/it/pr/le-port-franc/5103729/ > [ultima consultazione Ottobre 2025]

10
- BDP. (s.d.). Boxpark Croydon < https://www.bdp.com/en/projects/boxpark-croydon/ > [ultima consultazione Novembre 2025]
- video: https://www.youtube.com/watch?v=iOZ57SK0JOA

11
- Graft Architects. (2017, 24 luglio). BRLO BRWHOUSE. ArchDaily. < https://www.archdaily.com/876357/brlo-brwhouse-graft-architects > [ultima consultazione Ottobre 2025]
- GRAFT. (s.d.). BRLO Brwhouse < https://graftlab.com/projects/brlo-brwhouse > [ultima consultazione Ottobre 2025]

12
- Kotnik Jure (2008). Container architecture. Links, pp.91-91 < https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/ > [ultima consultazione Maggio 2025]
- BBZ Landschaftsarchitekten. (s.d.). Freitag Flagship Store, Zürich < https://bbz.ch/en/projects/freitag-flagship-store-zurich/ > [ultima consultazione Maggio 2025]
- spillmann echsle architekten ag. (s.d.). Flagship Store Freitag. Architizer < https://architizer.com/projects/freitag-flagship-store/ > [ultima consultazione Maggio 2025]

13
- Arcgency. (2015). Unionkul Stack I < https://arcgency.com/unionkul-stack-i > [ultima consultazione Gennaio 2026]
- Arcgency. (s.d.). Unionkul Stack I. Divisare < https://divisare.com/projects/330366-arcgency-rasmus-hjortshoj-unionkul-stack-i > [ultima consultazione Gennaio 2026]

14
- Hombre de Piedra Architects. (s.d.). Terminal Navi da Crociera di Siviglia Fase 2. Archello < https://archello.com/it/project/seville-cruise-terminal-phase-2 >[ultima consultazione Settembre 2025]
- Ortigia Real Estate. (s.d.). Container - Cruise Ship Terminal < https://www.ortigiarealestate.it/it/container-cruise-ship-terminal/ > [consultato a Settembre 2025]

15
- PLA-C. (s.d.). La Maison du Chantier < https://pla-c.eu/portfolio/la-maison-du-chantier > [ultima consultazione Gennaio 2026]
- Acc Naturale Architettura. (s.d.). La Maison du Chantier < http://www.accnaturale.it/portfolio-item/la-maison-du-chantier/ > [ultima consultazione Gennaio 2026]

16
- JZH & Partners. (s.d.). MolenWest > https://jzh.be/projets/molenwest/ > [consultato a Maggio 2025]
- 1010 a+u, & JZH & Partners. (2021). MolenWest Square. Brussels Architecture Prize < https://brusselsarchitectureprize.be/en/project/molenwest-square/ > [consultato a Gennaio 2026]
- video: https://www.youtube.com/watch?v=j0edq8hwr0k&t=31s

17
- Kotnik, J. (2008). Container architecture. Links Books, pp.74-77
- AFF Architekten. (s.d.). Internationales Jugend- und Begegnungszentrum Barleber See. Divisare < https://divisare.com/projects/232446-aff-architekten-hans-christian-schink-internationales-jugend-und-begegnungszentrum-barleber-see > [ultima consultazione Maggio 2025]

FONTI CONSULTATE

(ordine alfabetico)

BDP. (2016, 21 novembre). Boxpark Croydon. ArchDaily < https://www.archdaily.com/799612/boxpark-croydon-bdp > [consultato a Novembre 2025]

Collarch. (2021, 11 novembre). Café Kontejner. ArchDaily < https://www.archdaily.com/971604/cafe-kontejner-collarch > [ultima consultazione Settembre 2025]

COLLARCH. (2021, 15 novembre). COLLARCH shapes café in prague from recycled shipping containers. designboom < https://www.designboom.com/architecture/collarch-cafe-kontejner-prague-recycled-shipping-containers-11-15-2021/ > [ultima consultazione Settembre 2025]

Hombre de Piedra Arquitectos, & Buró 4. (2016, 12 ottobre). Seville Cruise Terminal Phase 2. ArchDaily < https://www.archdaily.com/796853/seville-cruise-terminal-phase-2-hombre-de-piedra-arquitectos-plus-buro-4 > [consultato a Settembre 2025]

Priyono, A., Ijomah, W. L., & Bititci, U. S. (2015). Strategic operations framework for disassembly in remanufacturing. Journal of Remanufacturing, 5(11). [formato pdf]

Savioz Fabrizzi Architectes. (s.d.). Le Port Franc, Sala da Concerto, Sion < http://www.sf-ar.ch/ > [ultima consultazione Ottobre 2025]

TELT. (2025, maggio). La nouvelle ligne Lyon-Turin et le tunnel de base du Mont-Cenis < https://www.telt.eu > [formato pdf]