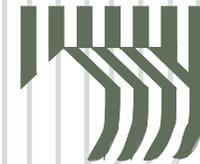


M.O.R.E.

**Modules for
On-site
Response
in Emergency**

Sviluppo di un framework
per la progettazione di strutture di emergenza
e per la valutazione di uno scenario di conflitto
nella città di Kharkiv





POLITECNICO
MILANO 1863

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni
Corso di Laurea magistrale a ciclo unico
in Ingegneria Edile - Architettura

M.O.R.E.

Modules for On-site Response in Emergency

Sviluppo di un framework per la progettazione di strutture di emergenza
e per la valutazione di uno scenario di conflitto nella città di Kharkiv

AUTRICI:

Lidia Bernasconi 922429

Alice Ghezzi 922571

Elisabetta Valsecchi 907142

RELATORE:

Prof.ssa. Vanessa Assumma

CO-RELATORI:

Prof. Enrico Segio Mazzucchelli, Prof. Francesco Pittau

A.A. **2022/2023**

*“Non si tratta di una cellula in grado di costruire un mondo,
ma, di un mondo racchiuso in un piccolissimo spazio.
Un luogo progettato in poco tempo, un rifugio per l’anima, una
microarchitettura perfetta per semplicità di spazi, arredi e cura dei dettagli.”*

Le Corbusier

Abstract

in italiano

In un mondo sempre più complesso, in cui l'incertezza prevale, in che modo è possibile rendere un progetto resiliente, in grado di adattarsi, trasformarsi e rispondere alle diverse sfide ambientali, economiche, culturali e alle fragilità sociali?

Le procedure convenzionali di gestione dei danni, causati da eventi straordinari, richiedono sempre più approcci multidimensionali e soluzioni immediate, che possano garantire al contempo sicurezza e benessere alle comunità in difficoltà. Solitamente, i metodi e gli strumenti di analisi, valutazione e di progettazione in campo emergenziale non vengono messi in relazione tra loro secondo un'ottica inter e transdisciplinare, ma applicati settorialmente; rischiando così di fornire una risposta parziale alla risoluzione di un problema complesso.

Questo elaborato è orientato allo sviluppo di un framework per la valutazione e la gestione di processi complessi, affrontando i temi della sostenibilità e della resilienza in scenari di emergenza.

Un quadro ricognitivo di *best practices* esistenti a livello internazionale ha supportato la definizione di una metodologia per la progettazione di soluzioni temporanee, in grado di contrastare varie tipologie di rischio. Attraverso l'applicazione di un approccio multi-criteria di tipo *ranking*, denominato *SMARTER Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking*, è stato possibile identificare le soluzioni progettuali più rilevanti per il problema di valutazione.

Gli output ottenuti hanno permesso di guidare la progettazione dei moduli chiamati M.O.R.E..

M.O.R.E. - *Modules for On-site Response in Emergency*, si pone come obiettivo quello di dare qualcosa in più, "more", alla popolazione; non solo dal punto di vista degli edifici, dell'assistenza e della comunità, ma, spazi inclusivi dove poter trovare più di quello che ci si aspetta. La nostra idea, basata su moduli per la risposta in loco, da adottare in caso di emergenza, prevede la realizzazione di strutture resilienti, modulari, aggregabili, flessibili

e performanti, in grado di rispondere in modo immediato alle necessità degli utenti e di essere adattate nel tempo.

Una proposta applicativa è stata pensata per la città di Kharkiv (UA), attualmente una delle città più colpite dal Conflitto Russia-Ucraina. La decisione parte dal presupposto che è necessario fornire supporto ai cittadini, sia durante il conflitto in atto sia, contestualmente, nella necessità di uno scenario postbellico futuro.

Per identificare il sito più adatto alla localizzazione del progetto è stata utilizzata un'analisi multi-criteri di tipo *AHP - Analytic Hierarchy Process*, attraverso la definizione di criteri e sotto-criteri.

L'impiego delle tecniche multi-criteri ha permesso di ottenere una soluzione progettuale più performante, soprattutto grazie al coinvolgimento di un *panel* multidisciplinare di esperti, che ha favorito così una valutazione multidimensionale e condivisa.

Inoltre, le diverse analisi multi-criteri, ormai consolidate nel caso di decisioni in contesti complessi e conflittuali, permettono di analizzare diverse dimensioni della sostenibilità. I nostri moduli d'emergenza si propongono di raggiungere la sfida di *Climate Neutral Building*, attraverso la valutazione di diversi scenari plausibili, mediante un'analisi *LCA (Life Cycle Assessment)* e di circolarità degli elementi.

In conclusione, l'elaborato vuole essere uno strumento di supporto per la progettazione di moduli di emergenza, rivolto sia a professionisti del settore sia alle amministrazioni delle comunità colpite.

Questo lavoro si propone come modello applicativo, di carattere scientifico, reale e adattabile alle diverse situazioni di emergenza, poiché caratterizzato da diverse qualità intrinseche che spaziano nei vari campi dell'architettura, dell'ingegneria, delle neuroscienze e della sostenibilità ambientale, ponendo sempre in primo piano il comfort delle persone.

Abstract

in english

In an increasingly complex world, where uncertainty prevails, how is it possible to make a project resilient, able to adapt, transform and respond to different environmental, economic, cultural challenges and social fragilities?

Conventional damage management procedures caused by extraordinary events increasingly require multidimensional approaches and immediate solutions, which can simultaneously guarantee safety and well-being for communities in need.

Usually, the methods and tools of analysis, evaluation and planning in the emergency field are not related to each other according to an inter and transdisciplinary perspective, but are applied sectorally; thus risking providing a partial answer to the resolution of a complex problem.

This paper is oriented towards the development of a framework for the evaluation and management of complex processes, addressing the issues of sustainability and resilience in emergency scenarios.

A survey of best practices existing at an international level supported the definition of a methodology for the *design* of temporary solutions, capable of counteracting various types of risk.

Through the application of a multi-criteria ranking approach, called *SMARTER Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking*, it was possible to identify the most relevant *design* solutions for the evaluation problem.

The outputs obtained allowed us to guide the *design* of the modules called M.O.R.E..

M.O.R.E. Modules for On-site Response in Emergency, aims to give something "more", to the population; not only from the point of view of buildings, care and community, but, inclusive spaces where you can find more than what you expect. Our idea, based on modules for on-site response, to be adopted in case of emergency, involves the creation of resilient, modular, aggregable, flexible and high-performance structures, capable of responding immediately to user needs and being adapted in time.

An application proposal has been designed for the city of Kharkiv (UA), currently

one of the cities most affected by the Russia-Ukraine conflict. The decision starts from the assumption that it is necessary to provide support to citizens, both during the ongoing conflict and, at the same time, in the need for a future post-conflict scenario.

To identify the most suitable site for the location of the project, a multi-criteria type analysis, *AHP - Analytic Hierarchy Process*, was used, through the definition of criteria and sub-criteria.

The use of multi-criteria techniques made it possible to obtain a more performing *design* solution, above all thanks to the involvement of a multidisciplinary panel of experts, which thus favored a multidimensional and shared evaluation.

Furthermore, the various multi-criteria analyses, now consolidated in the case of decisions in complex and conflicting contexts, allow us to analyze different dimensions of sustainability. Our emergency modules aim to achieve the challenge of *Climate Neutral Building*, through the evaluation of different plausible scenarios, through an *LCA (Life Cycle Assessment)* and element circularity analysis.

In conclusion, the paper is intended to be a support tool for the *design* of emergency modules, aimed at both professionals in the field and the administrations of affected communities.

This work is proposed as an application model, scientific in nature, real and adaptable to different emergency situations, as it is characterised by several intrinsic qualities that span the various fields of architecture, engineering, neuroscience and environmental sustainability, always with people's comfort in the foreground.

Indice

Abstract

Introduzione

01.1 Introduzione	2
-------------------	---

Architettura di emergenza

02.1 Il termine emergenza	14
02.2 Gestione delle crisi	16
02.3 Scenari di calamità	28
02.4 Criteri di individuazione delle aree di insediamento	62
02.5 Tipologie di moduli di emergenza	66

Neuroscienza e trauma architecture

03.1 Cosa sono le neuroscienze	72
03.2 Rapporto tra architettura e neuroscienze	74
03.3 Trauma architecture	78

Resilienza sociale e comunità

04.1 Il termine resilienza	88
04.2 Testimonianze raccolte	93
04.3 Esigenze della popolazione	99

Approccio metodologico

05.1 Integrare un approccio metodologico	104
05.2 Le tecniche di valutazione <i>Multicriteria Decision Analysis (MCDA)</i>	105
05.3 <i>L'Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	107
05.4 <i>Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking (SMARTER)</i>	119
05.5 Stima economica	132
05.6 <i>Life Cycle Assesment (LCA)</i>	134

M.O.R.E. - Il concept

06.1 Il concept architettonico	138
--------------------------------	-----

M.O.R.E. - Area di progetto nella città di Kharkiv

07.1 Inquadramento territoriale	152
07.1.1 Inquadramento a scala nazionale	154
07.1.2 Inquadramento a scala cittadina	164
07.2 Analisi <i>SWOT</i> della città di Kharkiv	168
07.3 Inquadramento area pilota	171
07.4 Analisi <i>SWOT</i> sull'area pilota	172
07.5 Analisi del contesto decisionale	174
07.5.1 Analisi Obiettivi, Strategie, Azioni (<i>OSA</i>)	174
07.5.2 Analisi stakeholders	180
07.6 Urban masterplan	183
07.6.1 Stima della popolazione	184
07.6.2 I giardini e gli orti terapeutici	187

M.O.R.E. - Caso applicativo nella città di Kharkiv

08.1 Progetto architettonico	200
08.2 Progetto tecnologico	212
08.3 Strategie energetiche	231
08.3.1 Analisi illuminotecniche	231
08.3.2 Analisi temperature e percorso del sole	237
08.3.3 Strategie progettuali	246
08.3.4 Impianto elettrico	247
08.3.5 Impianto idrico-sanitario	253
08.3.6 Impianto di scarico	262
08.3.7 Impianto antincendio	264
08.3.8 Analisi energetica	265
08.4 Progetto strutturale	267
08.4.1 La prefabbricazione	267
08.4.2 La prefabbricazione in legno	268
08.4.3 Scelta della struttura	272
08.4.4 Struttura di progetto	274
08.4.5 Azioni agenti sulla costruzione	277
08.4.6 Verifica elementi strutturali	285
08.4.7 Attacco a terra	300
08.5 Progetto ergotecnico	304
08.5.1 Fasi di cantiere	304
08.5.2 <i>Computo metrico estimativo (CEM)</i>	319
08.6 Valutazione <i>LCA</i>	332

Conclusioni

09.1 Risultati ottenuti	346
09.2 Prospettive future	356

Indice dei riferimenti

Indice delle figure

Indice dei grafici e delle tabelle

Allegati

Ringraziamenti

01

INTRODUZIONE



01.1 Introduzione

Le città e i territori oggi sono chiamati a rispondere a problemi sempre più complessi legati alle diverse situazioni in atto a livello globale, un esempio, sono le molteplici problematiche socioeconomiche, ma, anche tutte le conseguenze che il riscaldamento globale provoca sul nostro pianeta.

Sempre più di frequente si associa il termine emergenza ad un'area geografica colpita da una calamità sia essa di origine antropica o naturale.

Questa trattazione vuole quindi sviluppare un framework in grado di supportare la progettazione e la risposta relativa a queste particolari situazioni andando a rispondere a due quesiti: *in quale area è meglio intervenire? Che caratteristiche deve avere l'architettura per la risposta all'emergenza?*

L'obiettivo è quello di sviluppare una metodologia in grado di identificare, elaborare e rispondere a particolari esigenze della popolazione attraverso una progettazione consapevole e supportata da dati oggettivi.

Questo obiettivo viene perseguito attraverso una serie di strumenti metodologici di supporto quali:

- Le tecniche di valutazione *Multicriteria Decision Analysis (MCDA)* che possono aiutare gli attori e stakeholders nella risoluzione di un problema decisionale, attraverso una valutazione condivisa.
- L'analisi di *Life Cycle Assessment (LCA)* grazie alle quali è possibile valutare il potenziale impatto ambientale di un progetto lungo l'intero ciclo di vita, dalla sua fase di produzione, utilizzo e infine smaltimento.
- Il *Computo Metrico Estimativo (CEM)* che permette di determinare la quantità di materiali necessari per la realizzazione di un progetto
- La stima economica grazie alla quale è possibile stimare i costi monetari associati alla realizzazione di un progetto.

Una volta sviluppata questa sequenza logica per la progettazione, essa verrà utilizzata per determinare i criteri per la realizzazione di strutture di emergenza e i criteri di localizzazione dei moduli in risposta ai bisogni della popolazione nella città di Kharkiv in Ucraina colpita dal conflitto Russia-Ucraina.

Questa tesi esplora il campo sfaccettato della progettazione dei moduli di emergenza, approfondendo i vari aspetti che ne influenzano l'efficacia, l'adattabilità e la sostenibilità.

L'interesse e lo sviluppo di questo tema sono stati motivati dal fatto che si tratta di un argomento che comprende il passato, il presente e il futuro. Attingendo da una vasta gamma di fonti, tra cui ricerca accademica, casi di studio e migliori pratiche da parte di agenzie di gestione delle catastrofi e organizzazioni umanitarie, questo processo di tesi ha lo scopo di migliorare la nostra comprensione di come i moduli di emergenza possano essere progettati per ottimizzare le loro prestazioni in diversi scenari, attraverso però un'analisi di tipo scientifico e soggettivo.

Nei capitoli che seguono, abbiamo approfondito le componenti chiave della progettazione dei moduli di emergenza attraverso lo studio di una molteplicità di casi studio già utilizzati nel settore, dai quali abbiamo ricavato dei criteri imparziali e rigorosi per la nostra progettazione.

Inizieremo il nostro processo approfondendo le varie sfaccettature del termine emergenza e quali conseguenze comporta sul territorio. Successivamente andremo a classificare meticolosamente i vari tipi di catastrofi, dai disastri naturali come terremoti e uragani alle emergenze provocate dall'uomo come pandemie e conflitti armati.

Infine, andremo ad esaminare attentamente le varie tipologie di moduli di emergenza, facendo riferimento a studi e rapporti di organizzazioni come la Federazione internazionale delle società di Croce Rossa.

Questo esame articolato getta le basi per i capitoli successivi, consentendoci di approfondire le complessità delle situazioni riscontrabili.

Un importante spazio è stato dedicato al tema delle neuroscienze, nel terzo capitolo di questo elaborato. In questa parte esploriamo l'affascinante relazione tra neuroscienze e architettura e la loro evoluzione, grazie alla lettura di ricerche e alla partecipazione a conferenze sul tema. Man mano che

avanziamo in questo capitolo, scopriamo il potenziale della trasformazione e dell'integrazione dei principi neuroscientifici nell'architettura di emergenza.

Nel quinto capitolo, approfondiremo l'utilizzo delle metodologie *Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)*, in particolare *l'Analytic Hierarchy Process (AHP)* e *SMARTER (Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking)*, nel contesto della progettazione di strutture di emergenza.

Attingendo dalla ricerca accademica, facciamo luce su come questi potenti strumenti decisionali possano migliorare il processo di progettazione, rendendo le scelte più robuste e ottimizzate.

In questo capitolo troviamo anche l'approccio metodologico che riguarda i temi di stima economica e valutazione *LCA*, che troveranno, poi, un caso applicativo nel capitolo 8.

Cuore dell'elaborato rimane la definizione del nostro progetto architettonico, strutturale, impiantistico ed ergotecnico, a partire dal disegno di un masterplan, che troviamo descritti all'interno del settimo capitolo.

Esploriamo qui l'applicazione della Valutazione del Ciclo di Vita (*LCA*) dopo la fase di progetto.

Questa metodologia, basata su dati empirici e scientifici, ci consente di valutare l'impatto ambientale complessivo delle decisioni di progettazione e delle scelte dei materiali.

L'uso della *LCA* come strumento di valutazione post-progetto è cruciale per garantire che le nostre creazioni non solo soddisfino le esigenze funzionali, estetiche e sociali, ma, anche che siano sostenibili e rispettose dell'ambiente. Attraverso questa esplorazione globale, speriamo di offrire un quadro completo per la progettazione e l'implementazione di moduli di emergenza che possano fare una differenza tangibile nella vita delle persone colpite dalle emergenze, sia ora che in futuro.

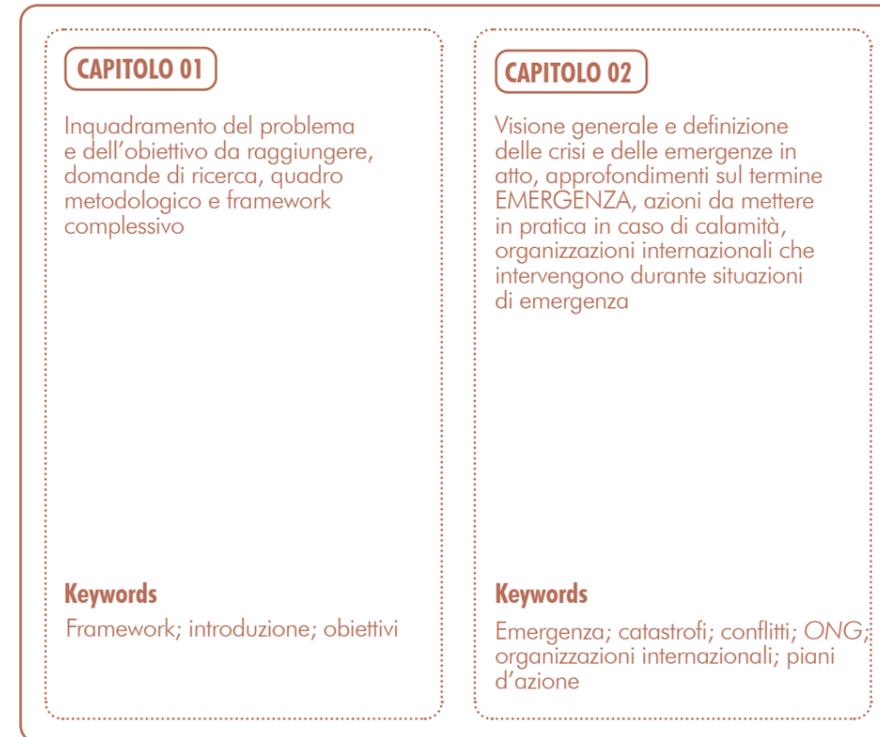
Nel capitolo 9 troviamo le conclusioni, dove sono riportati i principali ottenute dei capitoli precedenti e le applicazioni future del nostro progetto M.O.R.E..

“La resilienza non è una condizione ma, un processo: la si costruisce lottando”

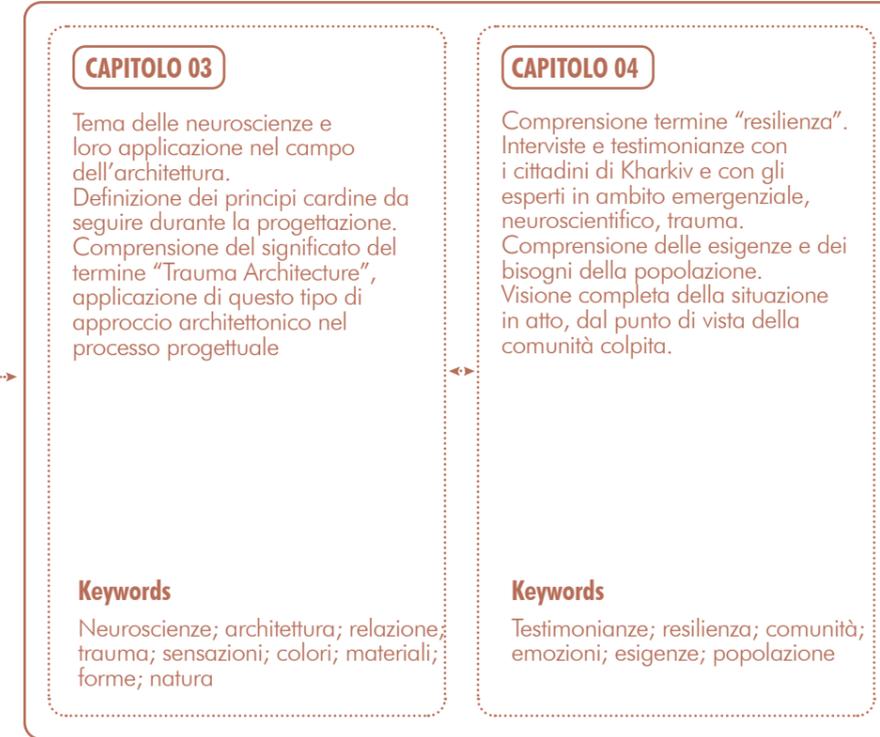
George Eman Villani

THESIS-FLOW

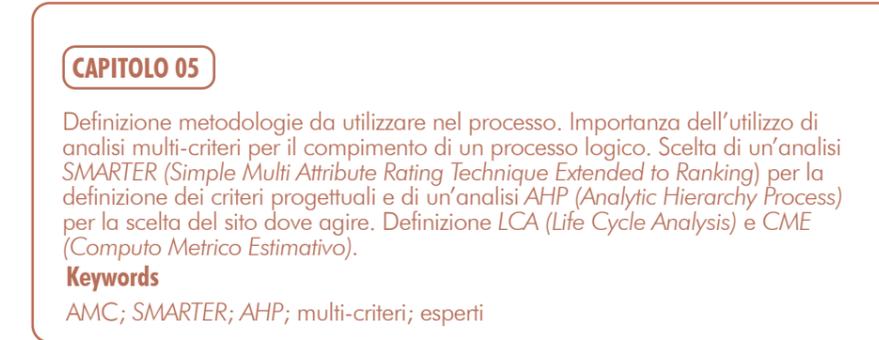
PARTE I - Quadro generale conoscitivo



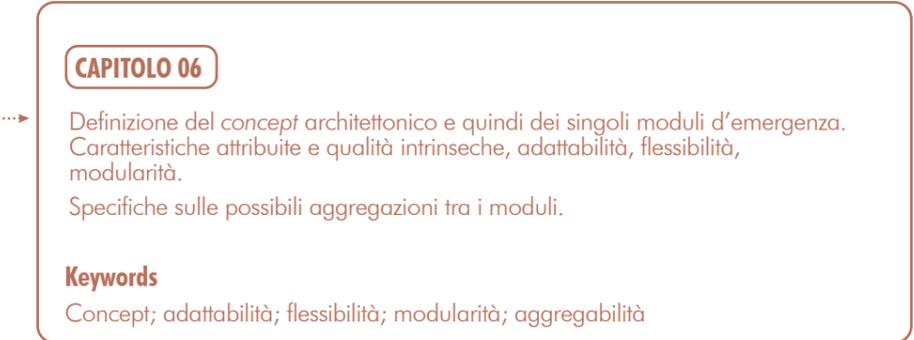
PARTE II - Comprendere le esigenze e progettare per la comunità



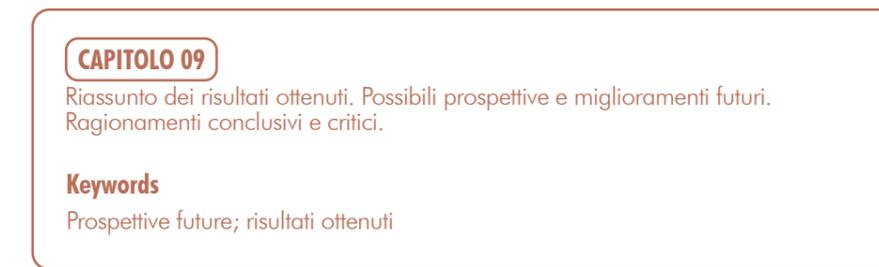
PARTE III - Utilizzo di approcci multi-criteri



PARTE IV- Esplorazione idea progettuale



PARTE VI- Discussioni e conclusioni



PARTE V- Applicazione idea progettuale nel contesto emergenziale ucraino

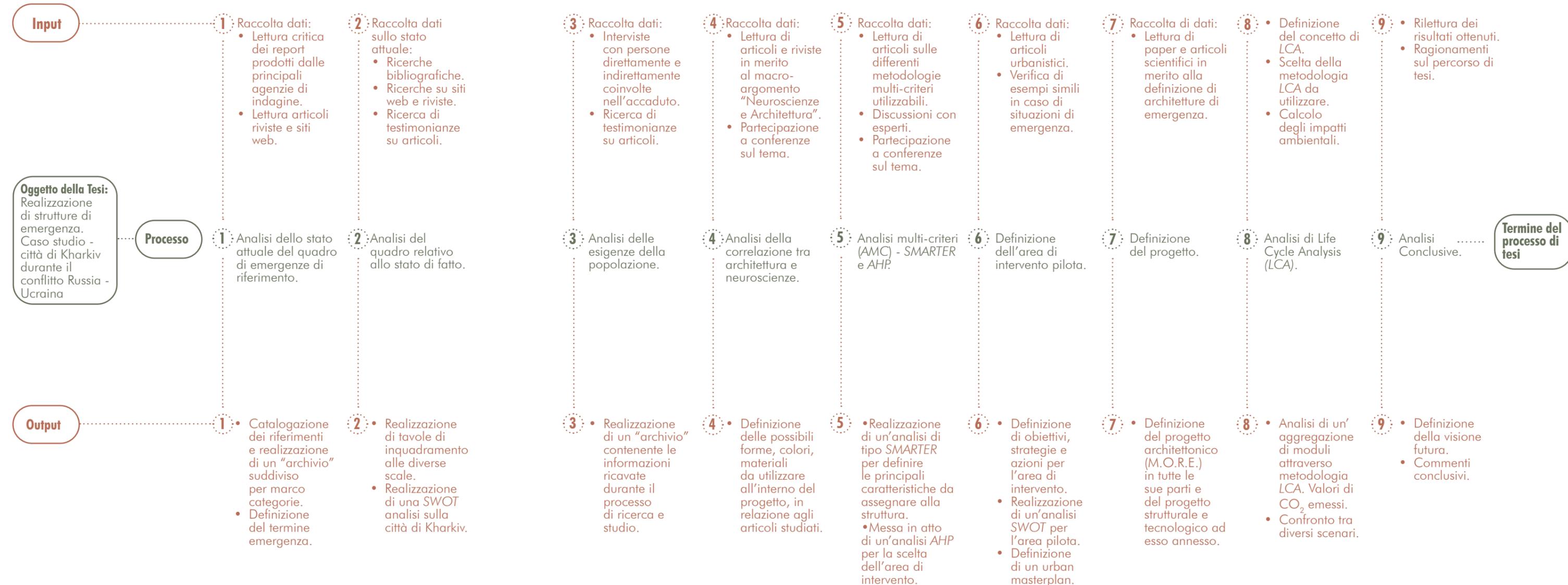


Processo di tesi

Il processo di sviluppo della tesi utilizzato, si basa sull'adozione di una metodologia induttiva, che presenta la seguente sequenza logica, sistematica e sistemica.

Nello specifico nella trattazione il processo si articola in nove fasi:

- 1. Analisi dello stato attuale del quadro di emergenze di riferimento:** raccolta di dati rispetto ai principali interventi promossi in ambito internazionale attraverso la lettura critica di report, raccolta di riferimenti dalla letteratura, riviste e siti web
- 2. Analisi del quadro relativo allo stato di fatto:** raccolta di dati rispetto allo stato attuale, attraverso ricerche bibliografiche e lettura di numerosi articoli.
- 3. Analisi della correlazione tra architettura e neuroscienze:** ricerche in merito alla "sinergia" tra architettura e le neuroscienze e partecipazione a discussioni, convegni sul tema
- 4. Analisi esigenze della popolazione:** raccolta di testimonianze.
- 5. Analisi Multi-criteri (AMC):** impiego di due tecniche di valutazioni multicriteriali di tipo *ranking* denominate *SMARTER* e *AHP*
La prima mira a classificare le misure tecnologiche più performanti per il problema di valutazione, mentre la seconda è finalizzata ad individuare il sito più soddisfacente per la localizzazione del progetto
- 6. Definizione dell'area di intervento pilota:** Studio di localizzazione dell'area di progetto
- 7. Definizione del progetto:** architettura, struttura, tecnologia e funzione, devono essere attentamente studiati e progettati in relazione agli studi precedentemente effettuati
- 8. Analisi LCA:** studio sul ciclo di vita dell'edificio, sugli impatti che può causare sull'ambiente
- 9. Analisi conclusive:** integrazione dei risultati relativi al framework



Metodologia di ricerca

Nei prossimi capitoli andremo ad indagare l'architettura di emergenza, ossia i processi di progettazione che si attivano in situazioni di crisi. Per fornire soluzioni architettoniche e urbanistiche adatte a rispondere alle esigenze di assistenza popolazione.

L'architettura di emergenza ha una natura complessa per questa ragione si è ritenuto fondamentale l'applicazione di un approccio di ricerca per garantire validità e l'affidabilità dei risultati.

La metodologia adottata in questa ricerca sarà sia di tipo qualitativo, basata sulla raccolta e l'analisi di dati provenienti da diverse fonti, tra cui vari studi, documenti ufficiali e interviste ad esperti, sia di tipo quantitativa per ottenere una valutazione oggettiva delle soluzioni architettoniche e urbanistiche proposte.

Durante la trattazione ci si avvarrà ad esempio di tecniche di analisi multi-criteri (AMC) per valutare la praticità e l'efficacia delle soluzioni proposte.

L'obiettivo della ricerca è quello di contribuire alla conoscenza dell'architettura di emergenza fornendo così strumenti, linee guida e raccomandazioni utili per la progettazione di interventi in situazioni di crisi.¹



1. Metodo Globale

Il metodo di ricerca globale è una strategia che esplora l'ambito di approfondimento e studio attraverso l'utilizzo di molte fonti, dati e strumenti analitici.

2. Metodo emotivo

Il metodo emotivo ha come focus le persone, le loro emozioni e i loro bisogni che vengono analizzati attraverso interviste, osservazioni e questionari.

3. Metodo misto

Il metodo di ricerca utilizzato in questa trattazione è una combinazione dei due metodi presentati in precedenza. L'obiettivo della ricerca è quello di esplorare i temi dal globale al particolare per identificare le somiglianze e le differenze con altri casi studio.

Uno dei temi più importanti della nostra ricerca è l'uso di sondaggi, interviste e testimonianze, utili per progettare spazi (e non luoghi) che possano soddisfare le esigenze delle persone attraverso un approccio rigoroso.

¹ What Is Research Methodology? (Why It's Important and Types) [WWW Document], 2022. URL <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/research-methodology>

Obiettivi

L'obiettivo della tesi è quello di sviluppare un framework di supporto alla progettazione di strutture di emergenza che possano adattarsi ai diversi contesti di calamità.

In particolare, i concetti alla base del nostro progetto risultano essere quelli di **flessibilità, modularità e sostenibilità**.

Flessibilità: vogliamo creare un edificio che si possa adattare a diversi contesti, ma, non solo, che possa essere adibito a svariate funzioni, sia per il benessere psicologico, ma, anche adibito per funzioni sanitarie, di stoccaggio e per un uso collettivo e sociale.

Modularità: il modulo è un elemento ricorrente, questo fa sì che l'edificio sia di facile e veloce montaggio, agevolmente trasportabile. Inoltre, il modulo una volta smontato è facilmente sfruttabile per differenti situazioni.

Sostenibilità: il progetto prevede la realizzazione di un edificio costruito secondo i nuovi standard sulla sostenibilità. In particolare, si prevede che l'edificio una volta dismesso possa essere riutilizzato nella sua interezza o attraverso il riciclo dei materiali presenti in esso.

La sfida rimane quella di garantire la sicurezza e il benessere dei cittadini attraverso soluzioni immediate e poco costose che soddisfino i loro bisogni primari. Allo stesso tempo, il progetto mira a creare un luogo in cui i cittadini possano riunirsi per dimenticare, anche se solo temporaneamente, le situazioni scomode e traumatiche in cui si trovano.

I nostri valori

Lavoro di squadra

Il successo dipende dal lavorare insieme e dalla realizzazione di un ambiente di supporto. Il nostro lavoro incoraggia alla collaborazione tra diversi attori, all'innovazione, alla flessibilità e all'integrazione di diverse risorse.

Rispetto

Promuoviamo la diversità e le uguali opportunità dando valore alle opinioni degli altri.

Comunità

Poniamo i cittadini al centro del nostro pensiero per creare un ambiente di valore.

Etica

Cerchiamo di fare la cosa giusta dimostrando integrità e consistenza.

Flessibilità

Consapevoli dei possibili cambiamenti che possono avvenire cerchiamo di trovare soluzioni strategiche, adattabili anche nel lungo periodo.

Impegno

Condividiamo un desiderio reciproco, raggiungere il successo riconoscendo i nostri precedenti errori e correggendoli.

“Come architetto, progetti per il presente con la consapevolezza del passato per un futuro sostanzialmente sconosciuto”

Norman Foster

02

ARCHITETTURA DI EMERGENZA

02.1 IL TERMINE EMERGENZA

02.2 GESTIONE DELLE CRISI

02.3 SCENARI DI CALAMITÀ

02.4 CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INSEDIAMENTO

02.5 TIPOLOGIE DI MODULI DI EMERGENZA



02.1 Il termine emergenza

I cambiamenti climatici e geopolitici stanno aumentando la frequenza dei disastri e vi è la necessità di rispondere in modo rapido ed adeguato alle nuove esigenze associate alle continue trasformazioni del territorio.

L'etimologia della parola "emergenza" deriva dal verbo emergere (dal latino *ex-mergere*), letteralmente "affiorare", "mostrarsi alla superficie" e si configura come qualcosa che appare, si segnala, che quindi si pone come eccezionale rispetto al contesto.

Con il termine emergenza ci riferiamo ad uno stato lontano dalle condizioni di normalità, di quotidianità, tale da causare un possibile danno a persone, oggetti, ambienti, strutture.

Il termine ha un duplice significato: può riferirsi a fatti positivi che attirano l'attenzione, come un oggetto particolare, una qualità o un evento improvviso e inaspettato, e può avere un'accezione negativa quando si riferisce a potenziali pericoli, situazioni, eventi o elementi imprevisi e imprevedibili che minacciano la sicurezza di una persona, di una struttura o di un impianto e richiedono un intervento eccezionale e urgente per gestire e ripristinare la situazione normale.

Appare ormai come un dato di fatto che il significato negativo del termine abbia preso il sopravvento, privandolo di ogni connotazione positiva, subendo probabilmente l'influenza del termine inglese "*emergency*", atto ad indicare una particolare condizione di cose, un momento critico, che richiede un intervento immediato.

In generale la situazione di emergenza è collegata all'indisponibilità temporanea o permanente di risorse critiche, siano essere infrastrutturali o umane.



Figura 02.1: Vançon e Levine
Fonte: La Stampa

Lo stato di emergenza

A questo proposito, si consideri, ad esempio, il caso della cosiddetta dichiarazione di stato di emergenza o di emergenza umanitaria da parte di un governo. Nel primo caso, il termine indica l'emanazione da parte dell'organo legislativo di una serie di misure speciali volte a gestire il periodo che intercorre tra il verificarsi di un evento e il ripristino di uno stato di condizioni di "normalità".

Allo stesso modo, nel secondo caso, il termine si riferisce all'adozione di una serie di misure specificamente pianificate per affrontare la crisi, al fine di riportare il sistema ad un nuovo stato di equilibrio.

All'origine di una condizione di emergenza possiamo riconoscere un evento catastrofico, un disastro o una calamità naturale, che hanno come caratteristica il fatto di essere distruttivi (per l'ambiente fisico e sociale) e improvvisi. Tali eventi possono avere origine antropica, quando sono causati dai comportamenti umani, quali guerre, attentati o incuria.

Esistono inoltre, fenomeni di origine naturale, vale a dire episodi meteo-idrogeologici, tellurici e tettonici che si caratterizzano per essere normalmente imprevedibili.

Costruire in situazioni di emergenza significa saper progettare per situazioni particolarmente difficili, pericolose o estreme. Per definire una soluzione ottimale e un corretto sviluppo progettuale, è utile poter classificare le emergenze, ovvero i suoi parametri fondamentali quali l'origine, l'evoluzione e gli attori coinvolti.

Va comunque sottolineato che l'obiettivo primario è quello di garantire il funzionamento autosufficiente degli edifici, tenendo conto delle possibili e talvolta imprevedibili caratteristiche ambientali dei diversi luoghi.

02.2 Gestione delle crisi

Con gestione della crisi ci si riferisce a quell'insieme di attività di risposta all'emergenza volte al ripristino della "normalità".

Oggi giorno le persone sempre più spesso si trovano a dover gestire una crisi, questo è dovuto a vari fattori, tra cui emerge in modo preponderante il cambiamento climatico che sta causando un aumento in termini di frequenza e intensità di eventi meteorologici estremi.

Altro aspetto da considerare sono tutte quelle situazioni di crisi legate a catastrofi di tipo antropico come, ad esempio, i conflitti armati che oggigiorno, anche grazie all'ingegnerizzazione delle armi, assumono portata sempre maggiore.

In contesti così variegati e spesso difficili da prevedere è importante adottare un approccio volto alla prevenzione e alla gestione delle crisi.

Di fondamentale importanza, resta sempre la cooperazione internazionale e la partecipazione dei cittadini e degli organi no profit locali che cercano di affrontare i numerosi problemi che sorgono in caso di emergenza.



UNISDR's Making Cities Resilient (MCR2030)

La campagna *Making Cities Resilient* è giunta al termine ed è ora sostituita dalla nuova iniziativa *Making Cities Resilient 2030 (MCR2030)*.

La campagna di sensibilizzazione *Making Cities Resilient (MCR)* è stata lanciata nel 2010 e si è conclusa nel 2020. Essa aveva l'obiettivo di aumentare la consapevolezza e l'impegno dei governi locali e dei leader politici sulla riduzione del rischio di catastrofi. Più di 4.300 città hanno aderito all'azione proposta dall'UNISDR, attuando una serie di azioni atte a garantire la sicurezza e il benessere dei cittadini in caso di disastri e crisi.

La campagna MCR si basa su dieci punti per la riduzione dei rischi di disastri nelle città. Questi punti, riportati nel paragrafo successivo, forniscono linee guida per lo sviluppo di strategie di riduzione dei rischi di disastri da parte delle città.¹

Il progetto iniziale di MCR2030 è stato condiviso pubblicamente per la prima volta al *World Urban Forum* il 9 febbraio 2020 ad Abu Dhabi, negli Emirati Arabi Uniti.

MCR2030 mira alla realizzazione di nuove città che siano:

- Inclusive
- Sicure
- Resilienti
- Sostenibili

MCR2030 vuole raggiungere questo obiettivo entro il 2030 contribuendo al raggiungimento dell'Obiettivo di sviluppo sostenibile 11 (SDG11) "Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili".

Questo progetto vuole accelerare il processo di sviluppo della resilienza a livello locale in accordo con gli obiettivi del Quadro Sendai per la riduzione del rischio di catastrofi.²

I dieci punti di UNISDR's Making Cities Resilient (MCR2030)

- 01** Organizzarsi per la resilienza ai disastri
- 02** Identificare, comprendere e utilizzare gli scenari di rischio attuali e futuri.
- 03** Rafforzare la capacità finanziaria per la resilienza.
- 04** Perseguire uno sviluppo e una progettazione urbana resilienti.
- 05** Salvaguardare i buffer naturali per migliorare le funzioni protettive offerte dagli ecosistemi naturali.
- 06** Rafforzare la capacità istituzionale di resilienza.
- 07** Comprendere e rafforzare la capacità sociale di resilienza.
- 08** Aumentare la resilienza delle infrastrutture.
- 09** Garantire una preparazione e una risposta efficaci alle catastrofi.
- 10** Accelerare la ripresa e ricostruire meglio.

¹ <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home/article/making-cities-resilient-2030-mcr2030-initial-proposal.html>
² <https://mcr2030.undrr.org/>

Quadro di azione di Hyogo (HFA)

L'*Hyogo Framework for Action (HFA)* è un progetto ideato a livello mondiale grazie alla conferenza tenutasi dal 18 al 22 gennaio 2005, a Kobe, in Giappone.

L'*HFA* vuole essere uno strumento volto alla riduzione degli elementi di rischi dei disastri.

Il progetto dal titolo “costruire la resilienza delle nazioni e delle comunità ai disastri” prevedeva un piano decennale (terminato nel 2015), che venne adottato da 168 Stati membri delle Nazioni Unite alla Conferenza mondiale sulla riduzione dei disastri.³

La conferenza ha offerto un’opportunità unica per promuovere un approccio strategico e sistematico alla riduzione delle vulnerabilità e dei rischi legati ai pericoli.⁴

La sfida del piano era quella di avere una riduzione sostanziale delle perdite, di vite umane e di risorse sociali, economiche e ambientali delle comunità e dei paesi, dovute ai disastri entro il 2015.

Cinque priorità di azione dell’HFA

01
Garantire che la riduzione del rischio di catastrofi (DRR) sia una priorità nazionale e locale con una forte base istituzionale per l’attuazione.

02
Identificare, valutare e monitorare i rischi di catastrofe e rafforzare il sistema di allerta precoce.

03
Utilizzare la conoscenza, l’innovazione e l’istruzione per costruire una cultura della sicurezza e della resilienza a tutti i livelli.

04
Ridurre i fattori di rischio sottostanti.

05
Rafforzare la preparazione alle catastrofi per una risposta efficace a tutti i livelli.

Quadro di azione di Sendai

Il quadro di *Sendai* è lo strumento successore del quadro di azione di *Hyogo (HFA)*.

È importante specificare che il quadro di azione di *Sendai* va di pari passo con gli obiettivi dell’Agenda 2030, che comprende anche l’accordo di Parigi, sui cambiamenti climatici, il programma d’azione di Addis Abeba, sul finanziamento allo sviluppo, la nuova agenda urbana e, infine, gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Questo nuovo documento che ha validità fino al 2030 si pone l’obiettivo di una sostanziale riduzione del rischio di catastrofi e delle perdite in termini di vite umane, mezzi di sussistenza, salute e beni economici, fisici, sociali, culturali e ambientali di persone, imprese, comunità e paesi.⁵

Il quadro di *Sendai* stabilisce quattro priorità d’azione specifiche:

- Comprensione del rischio di catastrofi
- Rafforzare la gestione del rischio di catastrofi
- Investire nella riduzione del rischio di catastrofi per la resilienza.⁶

Cinque priorità di azione dell’HFA

01
Ridurre sensibilmente la mortalità globale in caso di catastrofi entro il 2030, mirando a ridurre la mortalità globale media per 100.000 tra il 2020-2030 rispetto al 2005-2015.

02
Ridurre sensibilmente il numero di persone colpite a livello globale entro il 2030, con l’obiettivo di abbassare la cifra globale media per 100.000 tra il 2020-2030 rispetto al 2005-2015.

03
Ridurre la perdita economica diretta dei disastri in relazione al prodotto interno lordo globale entro il 2030.

04
Ridurre sensibilmente i danni causati dalle catastrofi alle infrastrutture critiche e l’interruzione dei servizi di base, tra cui strutture sanitarie ed educative, anche sviluppando la loro resilienza entro il 2030.

05
Aumentare sensibilmente il numero di paesi con strategie di riduzione del rischio di catastrofi nazionali e locali entro il 2020.

06
Migliorare sensibilmente la cooperazione internazionale ai paesi in via di sviluppo attraverso un sostegno adeguato e sostenibile per integrare le azioni nazionali per l’attuazione del quadro entro il 2030.

07
Aumentare sensibilmente la disponibilità e l’accesso a sistemi di allerta precoce multi-pericolo e informazioni e valutazioni sui rischi di catastrofi per le persone entro il 2030.

³ <https://www.preventionweb.net/sendai-framework/Hyogo-Framework-for-Action>

⁴ <https://www.undrr.org/publication/hyogo-framework-action-2005-2015-building-resilience-nations-and-communities-disasters>

⁵ <https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/what-sendai-framework>

⁶ chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordiren.pdf

Le procedure di emergenza in caso di calamità

Le procedure di emergenza sono essenziali per proteggere la vita delle persone attraverso un'immediata risposta al pericolo.

Gli elementi che contraddistinguono queste procedure sono molto complessi e devono essere rispondere ad un iter preciso.

Fondamentale è l'allerta tempestiva volta ad avvisare la popolazione in caso di pericolo. L'avviso può avvenire tramite sirene, sms o altri mezzi di comunicazione.

In alcuni casi risulta necessaria l'evacuazione da zone a rischio verso luoghi sicuri lungo percorsi ben definiti e opportunamente segnalati.

Il tema dei soccorsi medici è fondamentale soprattutto nelle prime ore dopo la calamità, in quanto in questi momenti si riscontrano il maggior numero di feriti gravi, sfollati e vittime.

In base al tipo di emergenza potrebbe essere necessario fornire alla popolazione dei dispositivi di protezione personale, come maschere antigas o giubbotti di salvataggio, per cercare di proteggere le persone per il tempo necessario.

L'accesso ad informazioni aggiornate sulla situazione in corso è importante in modo da permettere alla popolazione di fare scelte consapevoli.

Queste comunicazioni devono essere fatte su canali di comunicazione affidabili e facilmente accessibili.

Al fine di gestire al meglio la crisi è importante che i vari attori che operano sul campo collaborino per dare una risposta coerente e organizzata all'emergenza.

La cooperazione tra i diversi attori e gli stakeholders per garantire una risposta efficace all'emergenza.⁷

⁷ <https://www.protezionecivile.gov.it/it/dipartimento/amministrazione-trasparente/interventi-straordinari-e-di-emergenza/>



Figura 02.2: Kemal Jufri, Inondazione Indonesia, 2018
Fonte: The New York Times

I piani di emergenza

I piani di emergenza sono progettati per essere utilizzati da quegli attori che si occuperanno della gestione di situazioni di crisi, come ad esempio, la Protezione Civile.

Essi possono essere progettati per rispondere ad una o più emergenze di tipo naturale e/o antropico oppure possono essere pensati per fornire indicazioni generali che rispondono a un insieme di possibili minacce per il territorio per il quale il piano è pensato.

Sebbene non possa esistere un piano universalmente valido per ogni luogo e situazione, i piani di emergenza presentano delle analogie su alcune informazioni che contengono.

In generale, i piani di emergenza includono le descrizioni alle minacce per le quali il piano è pensato, come viene diramata la messa in allarme per l'evacuazione delle persone, se e quali dispositivi di protezione individuali devono essere utilizzati, chi e come deve gestire i mezzi di diffusione delle informazioni, come vanno gestite le risorse sia umane che logistiche che finanziarie, come gestire la rete di collaborazione tra i diversi attori coinvolti e infine in che modo ripristinare la situazione di "normalità".

Le procedure di emergenza in caso di conflitto armato

In caso di conflitto armato la prima cosa da fare è quella di trovare un rifugio sicuro (edificio resistente, sotterraneo o un'area protetta) in grado di proteggere le persone dalle esplosioni e dalle schegge di proiettili.

Trovato rifugio è importante che le persone seguano le istruzioni delle autorità in particolare le istruzioni che includono come evitare le zone pericolose e modalità con cui mettersi a riparo attraverso l'uso di eventuali dispositivi di protezione personale.

Inoltre, come già accennato nei paragrafi precedenti, è importante che i cittadini abbiano accesso a informazioni aggiornate sulla situazione.

In caso di feriti, è fondamentale fornire i primi soccorsi il più rapidamente possibile ove, la situazione lo permetta, affidandosi a equipe mediche o personale qualificato.

Infine, è importante che vengano predisposte procedure per la situazione post-bellica. Le procedure includono, solitamente, delle strategie per la ripresa delle attività quotidiane e per la ricostruzione dei danni causati dal conflitto.



Figura 02.3: Rifugiati nella stazione di Kiev, 2022
Fonte: The New York Times

Strategie di intervento

I primi soccorritori a rispondere alle emergenze sono le persone presenti sul luogo in cui si verifica l'evento calamitoso

Agiscono anche dopo i disastri e durante il recupero e la ricostruzione.

Tuttavia, le risorse e le esigenze di ognuno in un'emergenza variano notevolmente.

Per questo motivo è necessario un coordinamento efficace, in grado di identificare le vulnerabilità e ottimizzare le risorse, per massimizzare la risposta.

In questo senso, oltre alle popolazioni locali, è sicuramente fondamentale l'intervento di agenzie e governi umanitari internazionali, di cui ne indichiamo alcuni esempi:

- CARE (Cohesion's Action for Refugees in Europe)
- ICRC (Comitato internazionale della Croce Rossa)
- OXFAM INTERNATIONAL
- SAVE THE CHILDREN
- UN-HABITAT
- UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees)

Organizzazioni internazionali

Una moltitudine di organizzazioni ed entità, svolgono un ruolo vitale nell'affrontare situazioni complesse come emergenze internazionali, guerre, conflitti e crisi umanitarie.

In questo paragrafo forniamo una panoramica di alcuni dei principali organismi operativi durante le emergenze internazionali.

United Nations (ONU): le Nazioni Unite sono “la chiave” della cooperazione internazionale durante le crisi.

Il Consiglio di Sicurezza delle Nazioni Unite, in particolare, svolge un ruolo fondamentale nell'affrontare i conflitti e nell'autorizzare missioni internazionali di mantenimento della pace.

Le agenzie delle Nazioni Unite, come l'UNICEF, l'UNHCR e il Programma alimentare mondiale (WFP), sono essenziali nel fornire aiuti umanitari, alloggi, cibo e assistenza sanitaria alle popolazioni colpite.

Secondo l'UNHCR (*United Nations High Commissioner for Refugees*) può essere utilizzato un approccio cluster per il coordinamento delle emergenze umanitarie che non riguardano i rifugiati.

Per questo tipo di approccio, le organizzazioni umanitarie hanno definito una struttura di cluster per le risposte umanitarie dei non rifugiati a livello nazionale.

A livello nazionale, la leadership dei cluster dovrebbe idealmente rispecchiare gli accordi globali e i cluster sono spesso guidati dal governo e presieduti con i partner delle ONG. Le grandi crisi umanitarie che non riguardano i rifugiati sono crisi in cui i bisogni superano la capacità esistente di un governo e in cui le necessità, la portata e la complessità della crisi giustificano una risposta multisettoriale, con il coinvolgimento di un'ampia gamma di attori umanitari.

In tali situazioni, viene attivata una risposta cluster sotto la guida generale del *Coordinatore Umanitario (HC)* designato. Ogni cluster è responsabile nei confronti dell'HC attraverso la sua *Cluster Lead Agency (CLA)*, nonché nei confronti delle autorità nazionali e delle persone colpite dalla crisi.⁸

Da quanto emerge, secondo l'UNHCR, un approccio cluster può essere utilizzato sia nelle emergenze umanitarie causate da conflitti che nelle emergenze umanitarie causate da disastri.

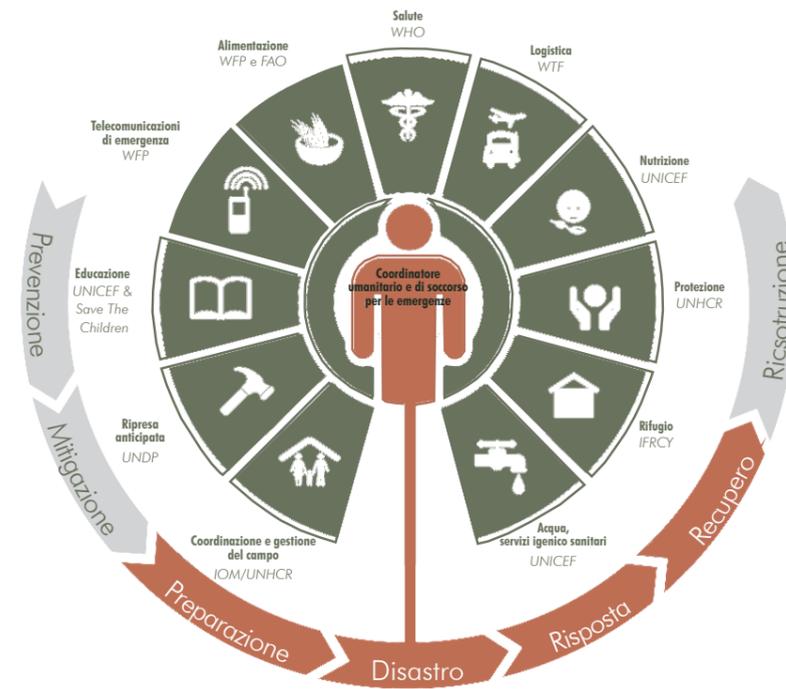


Figura 02.4: Coordinazione emergenze UNHCR
Fonte: UNHCR

⁸ UNHCR, *Cluster Approach (IASC), UNHCR| Emergency Handbook*, <https://emergency.unhcr.org/coordination-and-communication/cluster-system/cluster-approach-iasc>

International Committee of the Red Cross (ICRC): il Comitato Internazionale della Croce Rossa è un'organizzazione neutrale e indipendente che si concentra sulla protezione dei diritti e della dignità delle vittime dei conflitti armati e di altre emergenze.

Con i suoi servizi fornisce assistenza medica, sostegno ai detenuti e facilita la comunicazione tra famiglie separate dal conflitto.

Secondo l'ICRC anche le guerre hanno delle regole, tra cui non attaccare i civili, limitare il più possibile l'impatto della guerra su donne e bambini, così come su altri civili, trattare i detenuti umanamente evitando torture.

Le regole di guerra, o diritto internazionale umanitario (come è formalmente noto) sono un insieme di norme internazionali che stabiliscono cosa si può e cosa non si può fare durante un conflitto armato.⁹

Lo scopo principale del *diritto internazionale umanitario (DIU)* è preservare una parte dell'umanità nei conflitti armati, salvando vite umane e riducendone le sofferenze. Le regole della guerra sono universali e le Convenzioni di Ginevra (che costituiscono l'elemento centrale del DIU) sono state ratificate da tutti i 196 Stati. Pochissimi trattati internazionali godono di questo livello di sostegno. Tutti coloro che combattono una guerra devono rispettare il diritto internazionale umanitario, sia le forze governative che i gruppi armati non statali.

North Atlantic Treaty Organization (NATO): l'Organizzazione del Trattato del Nord Atlantico, NATO, è un'alleanza militare che svolge un ruolo significativo nella sicurezza internazionale.

La gestione delle crisi è uno dei compiti fondamentali della NATO in materia di sicurezza. Può comportare misure militari e non militari per risolvere varie crisi prima, durante e dopo il conflitto. È uno dei punti di forza della NATO, basato sull'esperienza, su comprovate procedure di gestione delle crisi e su una struttura di comando militare integrata.¹⁰

In caso di conflitti armati o minacce agli Stati membri, la NATO può schierare truppe e risorse per ripristinare la stabilità e proteggere i paesi membri.

⁹ ICRC, *Taxis management*, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49192.htm

¹⁰ NATO, *Crisis management*, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49192.htm

World Health Organization (WHO): l'Organizzazione mondiale della sanità è un'agenzia specializzata delle Nazioni Unite, principalmente responsabile della sanità pubblica internazionale. Durante le crisi, la WHO coordina l'assistenza medica, il controllo delle malattie e il supporto delle infrastrutture sanitarie.

Organizzazioni non governative (ONG): numerose ONG, come *Medici Senza Frontiere (Medecins Sans Frontiers - MSF)* e *Oxfam* (confederazione di ONG dedicate alla lotta alla povertà in tutto il mondo), forniscono aiuti umanitari essenziali, compresi servizi medici, acqua pulita, cibo e alloggi nelle zone di conflitto. Il loro contributo è inestimabile per alleviare la sofferenza umana.

Istituzioni finanziarie internazionali: organizzazioni come il *Fondo monetario internazionale (FMI)* e la *Banca mondiale* forniscono assistenza finanziaria ed economica ai paesi colpiti da conflitti o crisi. Offrono prestiti, sovvenzioni e guida economica per stabilizzare e ricostruire le nazioni.

Organizzazioni sovranazionali: le unioni sovranazionali, come l'*Unione Europea (UE)*, spesso svolgono un ruolo cruciale nella risoluzione dei conflitti e nell'assistenza umanitaria all'interno delle rispettive regioni. Queste organizzazioni facilitano i negoziati diplomatici e forniscono risorse per il mantenimento della pace e lo sviluppo. Dal febbraio 2022 il Consiglio europeo e il Consiglio dell'Unione europea si incontrano regolarmente per discutere la situazione in Ucraina da diverse prospettive.¹¹ L'UE ha mostrato unità e forza e ha fornito all'Ucraina sostegno umanitario, politico, finanziario e militare.¹²

Le emergenze internazionali, in particolare durante i periodi di guerra e conflitto, richiedono un approccio su più fronti coinvolgendo numerose organizzazioni, ciascuna con un mandato e competenze specifici.

La collaborazione tra questi principali organismi è essenziale per mitigare la sofferenza, ripristinare la pace e promuovere la stabilità nelle zone colpite.

¹¹ European Council - Council of the European Union, *EU response to Russia's invasion of Ukraine*, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/>

¹² ibidem

La protezione civile: caso esemplificativo

La protezione civile è un insieme di attività che ha come obiettivo la salvaguardia delle persone, dell'ambiente e dei beni in situazioni di emergenza. Inoltre, previene situazioni di emergenza e interviene tempestivamente in caso di calamità naturali o di altre emergenze che potrebbero mettere a rischio la salute e la sicurezza delle persone.

La "protezione civile" è una responsabilità condivisa tra le autorità pubbliche e la società civile.

Le autorità pubbliche sono responsabili della definizione e dell'attuazione delle politiche di protezione e dell'organizzazione delle risorse e dei servizi necessari per far fronte alle emergenze. La società civile, invece, è responsabile di partecipare alle attività di protezione civile e di adottare comportamenti che minimizzino il rischio di emergenze.

Le attività di protezione civile sono molteplici e includono la prevenzione, la preparazione, l'intervento e la ripresa. La prevenzione consiste nella riduzione del rischio di emergenze attraverso la pianificazione urbanistica, la gestione del territorio, la sorveglianza e il monitoraggio delle attività che potrebbero mettere a rischio la salute e la sicurezza delle persone.

La preparazione consiste nella preparazione delle risorse e dei servizi necessari per far fronte alle emergenze, come la formazione di personale specializzato, l'acquisizione di attrezzature e materiali, la definizione di procedure di emergenza e la simulazione di situazioni di crisi. L'intervento consiste nell'azione tempestiva per far fronte alle emergenze, attraverso l'attivazione dei servizi di emergenza, la gestione delle risorse disponibili e il coordinamento delle attività.

La ripresa consiste nel ripristino delle condizioni di normalità dopo l'emergenza, attraverso la ricostruzione delle infrastrutture danneggiate, il sostegno alle attività economiche e la ripresa della vita sociale e culturale.

La protezione civile è una attività complessa e multidisciplinare che coinvolge molte figure professionali e volontarie, come pompieri, soccorritori, medici, infermieri, psicologi, tecnici specializzati, volontari e altri operatori che si dedicano alla prevenzione e alla gestione delle emergenze.

A seguito dell'inizio del conflitto Russia-Ucraina (2022), oltre al servizio da parte della Protezione Civile Ucraina, l'impegno del Servizio Nazionale Italiano, coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile, si concentra su due aspetti: l'assistenza umanitaria e l'accoglienza in Italia della popolazione ucraina.⁶

La Protezione Civile Italiana si è resa disponibile soprattutto nell'invio di risorse e aiuti umanitari.

Gestione dell'emergenza

Si indica come prima emergenza la situazione che si verifica nel periodo di tempo in concomitanza con il disastro.

La "prima gestione" dell'emergenza prevede il supporto immediato delle persone, dell'ambiente e degli edifici, mirato a prevenire o contenere i danni nel modo più immediato possibile.

Per questo motivo convenzionalmente a seguito di un'emergenza si definiscono degli spazi utili e necessari alle operazioni di primo soccorso, in grado di garantire un aiuto immediato alla popolazione e il ripristino delle funzioni primarie interrotte a causa dell'emergenza, si individuano:

- Le aree di attesa (*meeting point*), luoghi di incontro sicuri per radunare la popolazione a seguito di un evento calamitoso
- Le aree di ammassamento funzionali, atti a ricevere i mezzi e le strutture delle organizzazioni di supporto
- Le aree di accoglienza, per l'installazione delle strutture di supporto e di abitazione¹⁴

Gli attori che intervengono nella prima emergenza sono:

- Le organizzazioni di supporto
- Il personale medico sanitario per le cure alla popolazione
- La protezione civile con i vigili del fuoco, l'esercito e i corpi forestali e marittimi per il salvataggio delle persone e il contenimento del danno
- Il personale, specializzato o non specializzato, per la messa in opera e la gestione dei campi di ricovero di prima emergenza¹⁵

Ad oggi possono essere utilizzati tre diversi approcci per la gestione dell'emergenza:

- Approccio multifase
- Variante all'approccio multifase (*progetto c.a.s.e.*)
- Approccio incrementale

Approccio multifase

La classica strategia di gestione dell'emergenza usata in un paese industrializzato, detto approccio multifase, si sviluppa nel corso di tre fasi principali con l'uso di tre tipi di manufatti.

1. Ricoveri d'emergenza immediati
(tende o simili + centro medico + scuole e altri servizi - 5gg/)
2. Costruzioni temporanee
(container o case prefabbricate + servizi - 10 mesi / 2 anni)
3. Costruzioni permanenti
(+2 anni)

Approccio c.a.s.e.

È una variante all'approccio multifase è stato applicato in risposta al terremoto dell'Aquila del 2009, dove si è usata la strategia di progetto Complessi Antisismici Sostenibili ed Ecocompatibili. Tale strategia prevede:

1.
Ricoveri d'emergenza immediati
(tende + altri servizi - 0/6 mesi)
2.
Costruzioni permanenti s(+6 mesi)

Approccio incrementale

Tramite l'integrazione successiva di materiali e servizi l'abitazione da provvisoria diventa definitiva. Esso è un processo che si evolve nel tempo.

¹³ Dipartimento della Protezione Civile - Emergenza ucraina, <https://emergenze.protezionecivile.gov.it/umanitarie/>

¹⁴ Martina Cristina, *Architettura sottovuoto: progetto di una struttura di ricovero per situazioni d'emergenza*, Politecnico di Milano, 2012-2013

¹⁵ ibidem

02.3 Scenari di calamità

Gli scenari di calamità sono molteplici e possono essere descritti come eventi disastrosi che causano gravi danni alle cose o alle persone.

Il genere umano è sempre stato dipendente dalle grandi forze della natura che ha imparato a domare, ma, che a volte lo minacciano.

Il termine “disastro” viene definito dalla letteratura sociologica internazionale come un “mutamento distruttivo dell’ambiente fisico e sociale che determina la rottura del contesto sociale in cui individui e gruppi si muovono”.

Le calamità sono generalmente suddivise in disastri naturali (disastri meteorologici, disastri topologici, idrogeologici, tellurici, tettonici e biologici) e disastri causati dall’uomo (guerra, crisi economiche, movimenti di profughi, e incidenti).

Si riporta di seguito, una panoramica sulle principali tipologie di disastro naturale e antropico. La tesi in particolare si focalizzerà sul disastro relativo al conflitto armato.

Eventi naturali



Desertificazione:

La desertificazione coinvolge la superficie terrestre portando alla degradazione dei suoli, alla scomparsa della biosfera ed alla trasformazione dell’ambiente naturale in deserto.

Eventi naturali



Epidemia:

Esplosione di una malattia infettiva che si diffonde rapidamente tra le persone. Le epidemie possono causare la morte di molte persone e avere un impatto significativo sulla salute pubblica e l’economia.



Eruzione vulcanica:

Evento che si verifica in zone di attività vulcanica e si può manifestare spesso con una violenta fuoriuscita di magma detriti e ceneri incandescenti.



Frana:

Evento causato da un cedimento del versante roccioso di una montagna. Lo spostamento provoca una caduta di detriti verso il basso con notevole velocità in base alla ripidità del monte.

Eventi naturali



Incendio:

Può essere causato da un malfunzionamento di un apparecchio elettrico, un cortocircuito, un fulmine o un’azione criminale. Gli incendi possono diffondersi rapidamente e distruggere completamente interi edifici, causando anche gravi danni alle persone.



Inondazione:

Si verifica quando una grande quantità di acqua supera la capacità di assorbimento del terreno e si riversa sulla superficie, causando danni a proprietà, infrastrutture e persone.



Terremoto:

Evento improvviso che si verifica quando due placche tettoniche si scontrano, causando un’onda di shock che si propaga attraverso il terreno. Gli effetti di un terremoto possono essere devastanti, causando la distruzione di edifici e infrastrutture, nonché la morte e il ferimento di molte persone.



Tornado:

Evento dato da un violento vortice d’aria, caratterizzato da una forte depressione nella parte centrale. Esso raggiunge notevoli velocità ed è considerato un fenomeno meteorologico altamente distruttivo.



Tsunami:

Evento che implica uno spostamento di ingenti masse d’acqua causato dal movimento della crosta terrestre.



Uragano:

Un uragano è un ciclone tropicale che si forma nell’Oceano Atlantico, usualmente nell’emisfero nord, in estate o autunno, con venti a 250 km/h.



Valanga:

Evento che si verifica quando una massa di neve posta sul pendio della montagna scivola verso il basso verso valle. Può diventare un fenomeno pericoloso se sul tragitto incontra degli ostacoli quali case, persone e altri oggetti.

Eventi antropici**Conflitto armato:**

Calamità umana causata da guerre tra nazioni, gruppi etnici o conflitti di ideologie. Le conseguenze a lungo termine dei conflitti armati includono traumi psicologici, malattie, povertà e instabilità politica.

**Crollo di dighe:**

I problemi con le dighe possono verificarsi per diversi motivi: i segni del tempo, il danneggiamento causato da terremoti o collisioni, la poca manutenzione o errate valutazioni in fase di progettazione.

**Disastro chimico/petrochimico:**

Per disastri petroliferi/chimici si intendono inquinamenti ambientali causati dal rilascio di grandi quantità di petrolio o altre sostanze chimiche nell'ambiente.

**Disastro nucleare:**

Evento che comporta la diffusione di sostanze radioattive nell'ambiente, di tipo accidentale o doloso, causando danni alla salute umana e all'ambiente circostante.

**Isole di plastica:**

Insieme di rifiuti e detriti che si accumulano nel tempo negli oceani. Le cosiddette isole sono caratterizzate da rifiuti di qualunque tipo ma, soprattutto da microplastiche. Questo fenomeno causa notevoli danni di tipo ambientale.

**Migrazione:**

La migrazione è un fenomeno sociale che porta un singolo individuo o un gruppo di persone a spostarsi da un luogo ad un altro. Le motivazioni possono essere: economiche, sociali, politiche, ambientali, culturali, guerre in atto, persecuzioni.

Eventi antropici**Povertà:**

Il fenomeno della povertà interessa singole persone o collettività umane che dispongono di un limitato accesso a beni essenziali e primari, ovvero a beni e servizi sociali d'importanza vitale.

**Riscaldamento globale da effetto serra antropico:**

Evento dovuto alla rivoluzione industriale e al rovesciato in atmosfera di tonnellate di anidride carbonica e altri gas serra.

**Terrorismo:**

Atto di violenza o intimidazione perpetrato da individui o gruppi, con lo scopo di influenzare il governo o la società. Gli attacchi terroristici possono causare la morte di molte persone e avere un impatto significativo sulla sicurezza nazionale e internazionale.

Per meglio comprendere i diversi tipi di eventi naturali e antropici appena elencati, abbiamo deciso di approfondire ciascuno di quest'ultimi nelle pagine seguenti.

Questo processo di classificazione ci ha aiutato a decifrare in maniera più chiara, l'effetto che possono avere situazioni di una certa portata sull'ambiente e sulla popolazione.

Abbiamo ritenuto che essere a conoscenza di ciò sia accaduto e sta accadendo intorno a noi fosse di primaria importanza per riuscire ad avere delle basi solide per una corretta progettazione.

Desertificazione

La desertificazione rappresenta il degrado delle terre aride, semi-aride e sub-umide secche attribuibile a varie cause, tra cui le variazioni climatiche e le attività umane¹.

La Conferenza delle Nazioni Unite sulla Desertificazione, tenutasi a Nairobi nel 1977, adottò la seguente definizione di desertificazione: “riduzione o distruzione del potenziale biologico del terreno che può condurre a condizioni desertiche”.

Questa degradazione dei suoli è causata in genere da eventi naturali (siccità) ai quali si unisce un incontrollato sfruttamento di tali aree da parte dell’uomo².

La desertificazione porta ad una serie di conseguenze, tra le quali la perdita di biodiversità, di vegetazione, l’impossibilità di coltivare, lo sviluppo di situazioni di povertà, la perdita di risorse idriche nonché ad un aumento della vulnerabilità del territorio.

La desertificazione è un processo difficile da combattere localmente occorre adottare azioni coordinate a livello globale come, ad esempio, la promozione di pratiche agricole sostenibili, la gestione sostenibile delle foreste anche attraverso opere di rimboschimento, la promozione di fonti di energia rinnovabile e la sensibilizzazione delle comunità locali sull’importanza della conservazione della natura e dell’uso sostenibile delle risorse naturali.³



Figura 02.5: Federico Del Bene, Lobos Island desertification, 2006



Figura 02.6: David Ramos, Paziente di una casa di cura che mostrava sintomi di Coronavirus
Fonte: The New York Times

Epidemia

Con il termine epidemia ci si riferisce alla diffusione di una malattia infettiva che avviene rapidamente all’interno di una comunità.

A differenza delle pandemie, le epidemie possono avere un impatto locale, regionale o globale.

Le epidemie hanno accompagnato gran parte della storia dell’umanità causando situazioni di crisi quali ad esempio crisi socioeconomiche.

Le epidemie si possono propagare sia per contagio diretto che indiretto. La diffusione avviene dal malato o convalescente al sano, oppure da persone sane (portatori sani) che possono contagiare persone sane.⁴

La diffusione di malattie infettive può essere facilitata da viaggi, alta densità abitativa e inadeguatezza delle norme igieniche.

La scienza e la medicina possono trovare soluzioni per prevenire e curare le malattie infettive, riducendo così la loro diffusione e il loro impatto sulla popolazione.

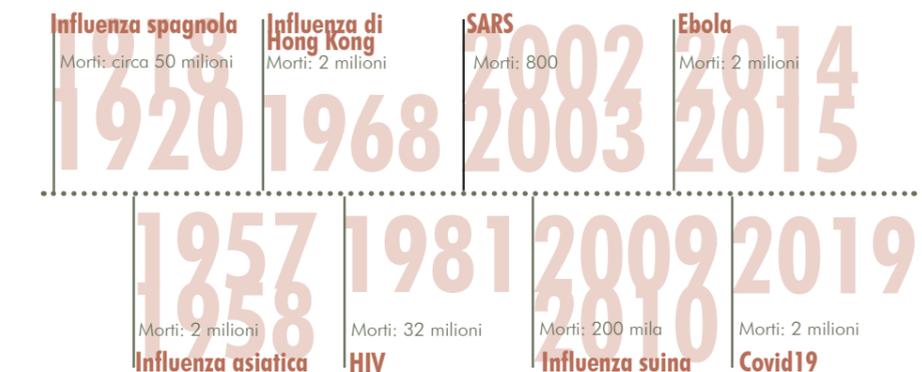


Figura xx: Principali epidemie

⁴ <https://www.bag.admin.ch/bag/it/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien.html>

¹ <https://www.mase.gov.it/pagina/la-desertificazione>

² <https://www.treccani.it/enciclopedia/desertificazione/>

³ <https://www.eda.admin.ch/deza/it/home/temi-dsc/agricoltura-sicurezza-alimentare/desertifikation2.html>

Influenza spagnola

(letalità ca. 2-4%)

L'influenza spagnola venne scoperta durante i primi mesi della Prima Guerra Mondiale a causarla è il virus H1N1 essa provocò dai 40 ai 100 milioni di morti. Il suo nome è dato dal fatto che la Spagna, neutrale nella Grande Guerra, permise la libera diffusione delle informazioni sulla pandemia a differenza di altri paesi che ne nascosero le informazioni.

Influenza asiatica

(letalità ca. 0,4%)

L'influenza asiatica venne identificata per la prima volta in Cina nel Febbraio 1957 diffondendosi nel resto del mondo nel periodo 1957/58 colpendo circa il 20% della popolazione mondiale. L'influenza in questione è di tipo aviaria.

Influenza Hong Kong

(letalità ca. 0,4%)

L'influenza di Hong Kong avente primo focolaio in Cina e Russia si è poi propagata nel mondo. L'influenza in questione è di tipo aviaria. La fascia della popolazione più colpita è stata quella dei bambini.

HIV

Sono oltre 32 milioni i morti dovuti al virus dell'immunodeficienza umana causato da un'infezione che, se non trattata, porta alla sindrome da immunodeficienza acquisita (AIDS). Le vie di trasmissione sono: rapporti sessuali non protetti, scambio di siringhe e trasfusioni di sangue contaminato. Fino al 1995, la malattia portava in poco tempo alla morte, oggi, invece, la ricerca ha portato a nuovi farmaci diminuendo i decessi che nel 2021 sono stati 650.000.

Sono 38,4 milioni di persone che convivono con l'infezione mentre la stima delle persone positive sono circa 5,9 milioni. Si stima che nel mondo circa 5,9 milioni di persone non conoscono la loro positività all'HIV.

**SARS**

(letalità ca. 9,6%)

La sindrome respiratoria acuta grave (SARS) è una malattia apparsa in Cina a fine 2002. Nel 2003 ha inizio un'epidemia globale, che ha causato più di 8.000 casi e quasi 800 morti.

Influenza suina

Dal 2009, diversi Paesi hanno registrato casi di infezione del virus influenzale, noto come influenza suina. Si tratta di un'infezione virale acuta dell'apparato respiratorio con sintomi simili a quelli classici dell'influenza. Si stima che la pandemia abbia causato tra i 100.000 e i 400.000 morti nel primo anno.

Ebola

(letalità ca. 25-90%)

L'epidemia di ebola è scoppiata in Guinea per poi diffondersi a fine 2013 in Liberia e Sierra Leone. Nell'ottobre 2014 si sono registrati casi negli Stati Uniti e in Spagna senza però diventare virale. La crisi sanitaria pubblica di interesse internazionale è stata dichiarata conclusa il 29 marzo 2016.

Covid 19

L'epidemia di Covid19 o SARS-CoV-2, ha avuto inizio in Cina a fine del 2019. Il 28 febbraio 2020 la minaccia venne considerata a livello mondiale. Mentre l'11 marzo 2020 il Covid-19 venne definita pandemia. In totale sono 759.408.703 i casi confermati nel mondo di COVID19 di cui 6.866.434 morti. Alla data del 7 marzo 2023 sono state somministrate 13.231.697.778 dosi di vaccino che hanno limitato i sintomi gravi del Virus riducendone il tasso di letalità.



Figura 02.7: Foto eruzione Etna, 2022

Fonte: <https://www.metropolitano.it/etna-dalle-colate-in-musica-il-monitoraggio-delle-eruzioni/>

Eruzione vulcanica

Le eruzioni vulcaniche si verificano quando il magma, proveniente dall'interno della Terra, fuoriesce in superficie.⁵

Il fenomeno di risalita del magma dentro l'edificio vulcanico è accompagnato da una serie di fenomeni precursori che possono essere rilevati da opportune reti strumentali. Questi fenomeni sono:

- L'insacco di fratture (terremoti);
- Il rigonfiamento o cambiamento di forma dell'edificio vulcanico
- Variazioni del campo magnetico nell'intorno all'edificio vulcanico
- L'incremento e cambiamento delle emanazioni gassose dai crateri
- Variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque di falda.

Di seguito la classificazione dei tipi di eruzione:

- **Eruzioni Hawaiane** (VEI tra 0 e 1) - Le eruzioni hawaiane sono di tipo effusive.
- **Eruzioni Stromboliane** (VEI tra 1 e 2) - Le eruzioni stromboliane sono caratterizzati da fontane di lava con delle piccole esplosioni al momento dell'eruzione.
- **Eruzioni Vulcaniane** (VEI tra 2 e 4) - Le eruzioni di questo tipo sono caratterizzate da un volume relativamente ridotto.
- **Eruzioni Vesuviane** (VEI tra 3 e 5) - Si tratta di eruzioni esplosive. La colonna eruttiva può raggiungere i 20-25 km di altezza.
- **Eruzioni Pliniane** (VEI tra 4 a 7) - Sono caratterizzate da potenti esplosioni, con colonne eruttive che possono raggiungere anche i 45 km. Un altro fenomeno legato è quello delle nubi ardenti.
- **Eruzioni Ultra pliniane** (VEI tra 7 e 8) - Eruzioni altamente distruttive.
- **Supervulcani o Grandi Caldere** (VEI pari a 8) - Eruzioni dovuti ai supervulcani e alle grandi caldere. Si tratta di vulcani con eruzioni ad altissima esplosività.

⁵ <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/vulcanico/eruzione-vulcanica/>

Frana

Con il termine frana si indica il distacco di materiale dai versanti montuosi o in genere dai terreni in pendio, con conseguente movimento lungo una pendenza.⁶

In base al materiale di distacco la frana può essere definita come frana di fango, le frana di roccia o frana di detriti.

Le frane nel loro avanzare possono creare danni non solo alle persone ma, anche alle case, strade, ponti e altre infrastrutture, interrompendo, in alcuni casi, la fornitura di energia e acqua, e possono causare anche perdite di vite umane.

È possibile effettuare tutta una serie di interventi volti alla prevenzione di questi eventi come, ad esempio, la costruzione di infrastrutture protettive, andando a migliorare il deflusso dell'acqua oppure attraverso un'opera di piantumazione lungo i versanti.



Figura 02.8: Gianatti, foto frana a Forcola sulla Provinciale

Incendio

Gli incendi sono classificati come disastri naturali, nonostante ciò, solo il 10-15% degli incendi è di forma naturale il restante è causato da cause umane come ad esempio fiamme non sorvegliate, mozziconi di sigarette e incendi dolosi.⁷

Un incendio può portare alla devastazione milioni di ettari superficie includendo boschi e edifici.

Per poter combattere le fiamme è necessario privare l'incendio di uno degli elementi rientranti nel "triangolo di fuoco".



Figura 02.9: Gli incendi boschivi in Messico, 2022.



Figura 02.10: Alfred Sisley, dettaglio di Inondazione di Port-Marly, 1876

Inondazione

Le inondazioni sono quegli eventi naturali che si verificano quando l'acqua straripa dagli argini di un bacino idrico.

In questo tipo di fenomeno l'acqua mostra la sua potenza esondano fiumi e torrenti, allagando abitazioni, superfici agricole o sviluppando fenomeni di colate detritiche e frane.⁸

Le misure di protezione della popolazione dalle inondazioni sono finalizzate alla prevenzione, alla preparazione, alla risposta e al recupero.

È fondamentale l'identificare le aree a rischio di alluvioni in modo di progettare soluzioni di pianificazione che tengano conto della permeabilità dei terreni. Alcune strategie, per essere pronti a rispondere in caso di inondazioni, consistono nella costruzione di edifici a prova di inondazione o nella predisposizione di centri di evacuazione.⁹

I paesi più a rischio sono quelli che presentano un'elevata presenza di coste, sistemi fluviali e pianure.

Secondo i dati di uno studio pubblicato sul Nature¹⁰, sono 1.81 miliardi, le persone direttamente esposte a inondazioni.

Sempre secondo lo stesso studio la **top 5 dei paesi più a rischio** sono:

Paesi Bassi	59%
Bangladesh	58%
Vietnam	46%
Egitto	41%
Myanmar	40%

⁶ <https://www.treccani.it/vocabolario/frana/>

⁷ C. Wolters, *La minaccia degli incendi: come iniziano e come fermarli*, National Geographic Italia, 2022

⁸ <https://www.provincia.bz.it/sicurezza-protezione-civile/protezione-civile/alluvioni-e-inondazioni.asp>

⁹ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/observatory/evidence/health-effects/flooding>

¹⁰ Rentschler, J., Salhab, M. & Jafino, BA *Esposizione alle inondazioni e povertà in 188 paesi*. Nat Commun 13, 3527 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30727-4>

Terremoto

Elenco dei terremoti più distruttivi a livello di morti e di magnitudo degli ultimi anni

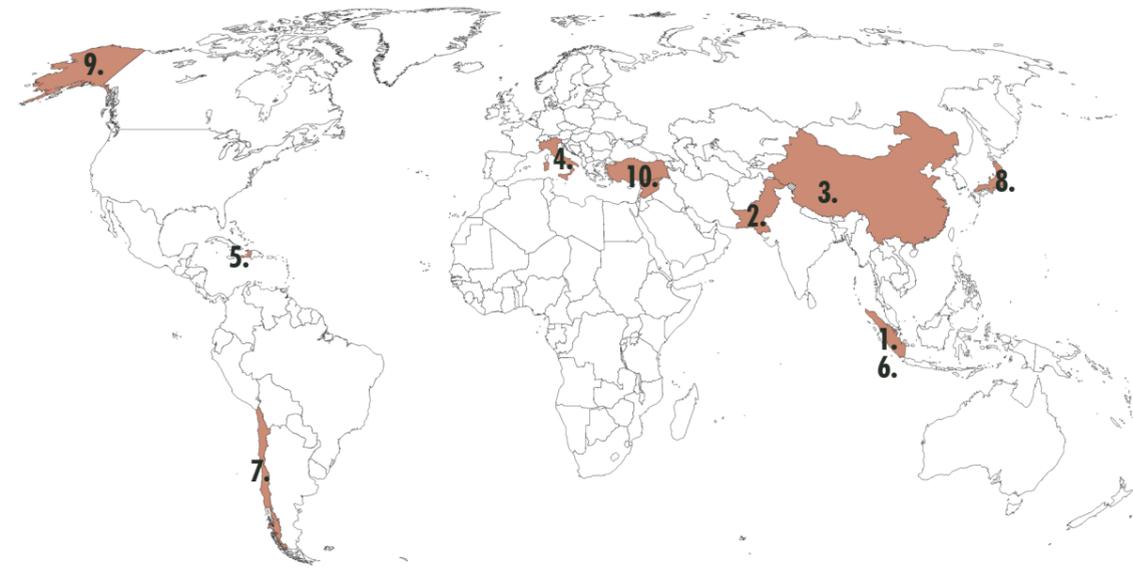
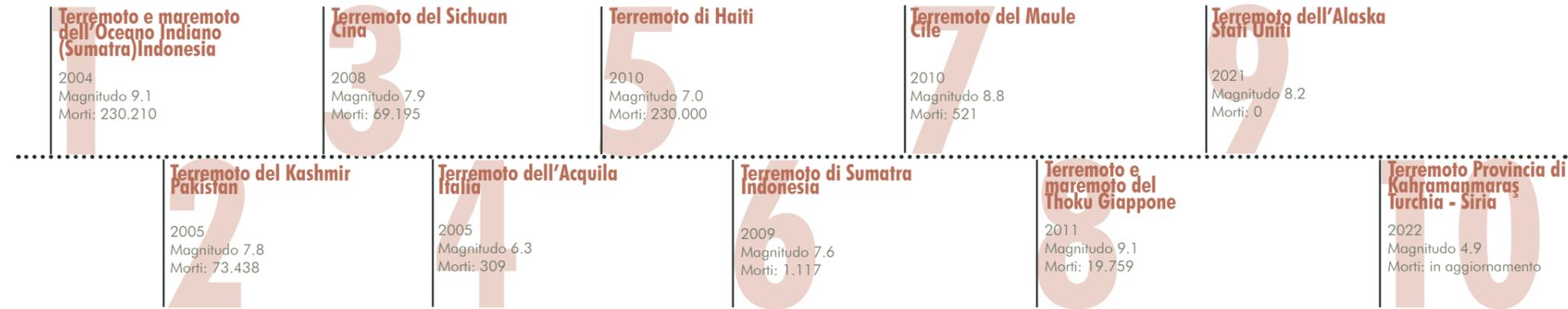


Figura 02.13: Mappa dei principali terremoti degli ultimi anni



Figura 02.14: Terremoto e maremoto dell'Oceano Indiano (Sumatra) - Indonesia

1 Terremoto e maremoto dell'Oceano Indiano (Sumatra) Indonesia

Il maremoto dell'Oceano Indiano e della placca indo-asiatica è avvenuto il 26 dicembre 2004 ed è considerato uno dei più catastrofici disastri naturali della storia contemporanea. L'impatto ha riguardato l'intero sud-est dell'Asia, registrando valori di **magnitudo di 9.1** colpendo l'Oceano Indiano al largo della costa nord-occidentale di Sumatra in Indonesia.¹³ La stima delle vittime si aggira intorno alle 230.000 persone, le morti sono dovute sia al terremoto, sia al maremoto successivo. Il 25% dei morti erano bambini.

2 Terremoto del Kashmir Pakistan

L'8 ottobre 2005, il terremoto del Kashmir, chiamato così perché sviluppatosi nell'omonima regione del Pakistan, ha causato circa 82 000 morti. Il terremoto ha registrato una **magnitudo** del grado Richter **7.6**.



Figura 02.15: Terremoto del Kashmir - Pakistan

¹³ Terremoto e maremoto Sudest asiatico 2004, <https://emergenze.protezionecivile.gov.it/it/sismiche/terremoto-e-maremoto-nel-sud-est-asiatico-2004/>

3 Terremoto del Sichuan Cina

Il terremoto del Sichuan, datato 12 maggio 2008, ha avuto una **magnitudo** delle onde superficiali di **8.0** secondo il centro sismologico statale cinese.¹⁴

Il sisma è stato sentito fino a Pechino e Shanghai, dove gli edifici hanno ondeggiato, in Pakistan, Thailandia e Vietnam ed è stato il terremoto più forte e con il più alto numero di vittime dal 1976.

Secondo l'UNICEF, circa 12 mila scuole del Sichuan furono danneggiate dal sisma: una su sette.¹⁵



Figura 02.16: Terremoto del Sichuan - Cina

4 Terremoto dell'Aquila Italia

Il terremoto dell'Aquila comprende una serie di eventi sismici, iniziati nel dicembre 2008 e terminati nel 2012, con epicentri nell'intera area della città. La scossa più grave è avvenuta il 6 aprile 2009 con una **magnitudo 6.3** e ha colpito in misura variabile diverse parti del territorio dell'Italia centrale e del sud.

Il bilancio finale è di 309 vittime, oltre 1.600 feriti e oltre 10 miliardi di euro di danni stimati.¹⁶

Il sisma ha causato grossi danni al patrimonio storico e artistico dell'Aquila e dei comuni limitrofi, a partire dalle chiese, ma, anche scuole, palazzi ed abitazioni.



Figura 02.17: Terremoto dell'Aquila - Italia
Fonte: La Repubblica



Figura 02.18: Terremoto di Haiti

5 Terremoto di Haiti Haiti

Il terremoto di Haiti del 2010 è stato un terremoto catastrofico di **magnitudo 7.0** con epicentro localizzato a circa 25 chilometri in direzione sud-ovest della città di Port-au-Prince, capitale dello Stato caraibico di Haiti.¹⁷

Il terremoto di Haiti è riconosciuto come il terremoto con il più alto numero di morti, secondo solo al Terremoto dello Shaanxi (Cina, 1556), dove sono morte 230.000 persone, quasi 300 mila i feriti e 1.5 milioni gli sfollati.

Una tragedia che ha messo in ginocchio il Paese caraibico, tra i più poveri al mondo.

Il sisma distrusse gravemente molti edifici della città, tra cui il Palazzo Nazionale, la sede dell'Assemblea nazionale di Haiti, la cattedrale e la prigione principale.



Figura 02.19: Terremoto di Sumatra - Indonesia

6 Terremoto di Sumatra Indonesia

Il terremoto di Sumatra del 2009 è stato un evento sismico di **magnitudo 7.6** che ha avuto luogo vicino all'isola di Sumatra il 30 settembre 2009.

Il terremoto è avvenuto in mare a circa 50 chilometri a Ovest - Nord Ovest della città di Padang.

La scossa di terremoto ha provocato circa 1100 morti.

¹⁴ C. Wolters, *Il terremoto del Sichuan del 2008*, ISAAC, <https://isaacantSISmica.com/terremoto-del-sichuan-del-2008/>
¹⁵ Ibidem
¹⁶ Il terremoto del 2009 <http://www.gvmprotezionecivile.it/memoria-sismica-magliano-dei-marsi/terremoti-storici-locali/terremoto-2009>

¹⁷ C. Wolters, *Il terremoto del Haiti del 2010*, ISAAC, <https://isaacantSISmica.com/il-terremoto-di-haiti-del-2010/>

7 Terremoto del Maule

Cile

Il 27 febbraio 2010 sulla costa del Maule in Cile si è verificato un terremoto con una **magnitudo** di **8.8** durato per circa tre minuti.

Il terremoto del Maule nel 2010 provocò uno tsunami distruttivo per le coste cilene e per alcune isole dell'Oceano Pacifico.

Molteplici strutture nelle città circostanti sono state danneggiate con oltre 300 vittime.¹⁸



Figura 02.20: Terremoto del Maule - Cile

8 Terremoto e maremoto del Tōhoku

Giappone

Il terremoto e maremoto del Tōhoku di **magnitudo 9.1** è avvenuto a 29 km di profondità, con epicentro nell'Oceano Pacifico, verificatosi l'11 marzo 2011, generando successivamente un maremoto

Il sisma, denominato anche Grande terremoto del Giappone orientale è stato il più potente mai registrato in Giappone.

Il terremoto ed il successivo tsunami sono stati la causa del disastro della centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi, distruggendo i generatori di emergenza che alimentavano i sistemi di raffreddamento di tre dei reattori della centrale.¹⁹



Figura 02.21: Matthew M. Bradley, Terremoto e maremoto del Tōhoku - Giappone
Fonte: INGV Terremoti



Figura 02.22: Terremoto dell'Alaska - Stati Uniti

9 Terremoto dell'Alaska

Stati Uniti

Il terremoto dell'Alaska è un evento sismico che ha colpito la Penisola dell'Alaska negli Stati Uniti il 29 luglio 2021.

Il megasisma ha avuto una **magnitudo** di **8.2**.

Questo è stato il terremoto più forte negli Stati Uniti.

Fortunatamente, essendo l'Alaska scarsamente popolata a causa del suo clima molto rigido, i villaggi residenziali sorgono ad oltre 70-80 chilometri dall'epicentro, di conseguenza il terremoto non ha causato vittime.²⁰

10 Terremoto Provincia di Kahramanmaraş

Turchia - Siria

Il sisma avvenuto il 6 febbraio 2023 ha colpito la Turchia e la Siria con una **magnitudo** di **7.8**.

Ancora oggi i soccorritori continuano a realizzare miracolosi ritrovamenti. In tutto il presidente Recep Tayyip Erdogan ha parlato di almeno 8mila persone estratte vive dalle macerie in Turchia e 81mila le persone ferite nel sisma che sono state dimesse dagli ospedali.²¹

Ad oggi i morti sono più di 60 000, i feriti più di 120 000 e gli sfollati più di 5 milioni.



Figura 02.23: Terremoto Provincia di Kahramanmaraş - Turchia - Siria

¹⁸ Terremoto e tsunami del Maule, Cile, del 27 febbraio 2010, 2021, <https://ingvterremoti.com/2021/03/01/terremoto-e-tsunami-del-maule-cile-del-27-febbraio-2010/>

¹⁹ 11 marzo 2011, il terremoto e lo tsunami in Giappone, 2022, <https://ingvterremoti.com/2022/03/11/11-marzo-2011-il-terremoto-e-lo-tsunami-in-giappone/>

²⁰ Terremoto nella penisola dell'Alaska, 29 luglio 2021, 2021, <https://ingvterremoti.com/2021/07/29/terremoto-nella-penisola-dellalaska-29-luglio-2021/>

²¹ Sequenza sismica nella Turchia sud-orientale, 2023, <https://www.ingv.it/risorse-e-servizi/ambiente-terremoti-e-vulcani/report-relazioni-e-rapporti/sequenza-sismica-nella-turchia-sud-orientale>

Tornado

Si definisce tornado la colonna d'aria rotante che si sviluppa sotto la nube temporalesca i cui venti possono superare i 300 km/h. Presagio di questi fenomeni è la presenza di un cielo dal cielo scuro e verdastro.²² I tornado si possono formare ogni giorno dell'anno anche se si sviluppano principalmente nel Golfo del Messico in primavera.

Si è visto che la maggior parte dei tornado si sviluppa nel tardo pomeriggio, quando il sole ha scaldato l'aria e il suolo. I tornado, infatti, si formano quando l'aria calda e umida si scontra con l'aria fredda e secca; andando nel dettaglio, l'aria fredda più densa viene spinta sopra l'aria calda, che a sua volta sale sopra la più fredda, creando una corrente ascensionale che inizia a ruotare in presenza di venti, che variano velocità e direzione andando a sviluppare questo fenomeno.²³

Di seguito vengono riportati i tornado che sono stati ufficialmente etichettati come F5, EF5, T10-T11, IF5 dal 2000 ad oggi.

DATA	LUOGO	VITTIME
04 maggio 2007	U.S.A., Kansas	11
22 giugno 2007	Canada, Manitoba	0
25 maggio 2008	U.S.A., Iowa	9
27 aprile 2011	U.S.A., Alabama & Georgia	25
27 aprile 2011	U.S.A., Alabama & Tennessee	72
27 aprile 2011	U.S.A., Mississippi & Alabama	23
27 aprile 2011	U.S.A., Mississippi	3
22 maggio 2011	U.S.A., Missouri	158
24 maggio 2011	U.S.A., Oklahoma	9
20 maggio 2013	U.S.A., Oklahoma	24

Tabella 02.1: Tornado degli ultimi anni

²² <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/tornadoes#:~:text=Tornadoes%20are%20vertical%20funnels%20of,are%20often%20accompanied%20by%20hail.>

²³ ibidem



Figura 02.24: Scott Olsson, foto dei residenti di Dawson Springs, dopo il tornado, 2021

Tsunami

Gli tsunami sono caratterizzati da onde gigantesche causate dal movimento di una grande quantità di acqua, indotte da terremoti o eruzioni vulcaniche sottomarine.²³

A seguito di questo movimento grandi masse d'acqua di spostano in tutte le direzioni a grande velocità (fino a 805 km/h) fino ad arrivare a raggiungere la costa dando forma a questi eventi.

Le onde possono raggiungere diverse quote anche di decine di metri (fino a 30.5 m) con velocità elevate, in relazione alla profondità dell'oceano.

La maggior parte degli tsunami – circa l'80% – si verificano all'interno dell'"Anello di Fuoco" dell'Oceano Pacifico, un'area geologicamente attiva dove i cambiamenti tettonici rendono comuni i vulcani e i terremoti.²⁴

È importante conoscere i segnali che precedono uno tsunami, in particolare, il ritiro dell'acqua del mare per decine di metri risulta un allarmante segnale.

Alcuni tsunami non appaiono sulla costa come massicce onde che si infrangono, ma, assomigliano invece ad una marea che si alza rapidamente e inonda le aree costiere.

La migliore difesa contro gli tsunami è l'allarme tempestivo. Il *Pacific Tsunami Warning System*, si occupa degli allarmi tsunami, grazie ad una serie di apparecchiature riesce a identificare gli tsunami in mare.

Di seguito viene indicato l'elenco degli tsunami degli ultimi anni.

ANNO	LUOGO	CAUSA PRINCIPALE
2010	Chile	Terremoto
2010	Sumatra	Terremoto
2011	Costa del Pacifico del Giappone	Terremoto
2012	El Salvador e Nicaragua	Terremoto
2013	Isole Salomone	Terremoto
2014	Islanda	Frana
2015	Cile	Terremoto
2015	Taan Fiord, Alaska, Stati Uniti	Frana
2016	Nuova Zelanda	Terremoto
2017	Groenlandia	Frana
2018	Sulawesi	Terremoto
2018	Giava e Sumatra	Eruzione Vulcanica
2020	Mar Egeo	Terremoto
2020	Elliot Creek, Columbia Britannica, Canada	Frana
2021	Pacifico meridionale	Terremoto
2021	Ambone	Terremoto
2021	Alaska	Terremoto
2021	Atlantico meridionale	Terremoto
2022	Tonga	Eruzione Vulcanica
2022	Filippine	Frana
2022	Messico	Terremoto

Tabella 02.2: Tornado degli ultimi anni

²³ <https://oceanservice.noaa.gov/facts/tsunami.html#:~:text=Tsunamis%20are%20giant%20waves%20caused,depth%20of%20the%20ocean%20decreases.>

²⁴ ibidem

²⁵ Elenco degli tsunami, https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tsunamis

Uragano

Il termine uragano indica un ciclone tropicale che si sviluppa principalmente nelle Indie Occidentali, negli Stati Uniti meridionali e in Australia.

È una tempesta tropicale estremamente intensa che si forma sulle acque calde degli oceani, generando un forte gradiente di pressione che porta alla formazione di venti impetuosi che girano, in senso antiorario nell'emisfero nord e in senso orario nell'emisfero sud, verso l'alto formando il cosiddetto occhio del ciclone.²⁶

A seconda di dove si dirigono prendono nomi diversi: uragano (*hurricane*, negli Usa, da *hurican* o *huracan*, voce caraibica che designa il dio del male), *willy-willy* (in Australia), tifone (*typhoon*, in Asia), *baguyo* (nelle Filippine).²⁷

Affinché si parli di uragano secondo i meteorologi i venti devono superare il 119 km/h, a velocità inferiori questo fenomeno prende il nome di tempesta tropicale.

I cicloni che vengono definiti uragani sono classificati secondo la seconda la Scala Saffir-Simpson.

Valanga

Si definisce valanga, il distacco di masse di neve dalle superfici delle montagne che scivolano lungo le pendici.

Una valanga può raggiungere elevate velocità anche paria a 100 km/h travolgendo tutto ciò che incontra.

Le cause del distacco possono essere: di tipo spontaneo (provocato dal peso della neve) oppure di tipo provocato accidentale (provocato da persone che con il loro peso sulle pendici innescano questo fenomeno)²⁸

²⁶ <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/tsunamis>

²⁷ <https://www.focus.it/ambiente/natura/che-differenza-ce-tra-ciclone-uragano-e-tornado>

²⁸ <https://www.protezionecivile.gov.it/it/approfondimento/valanghe>

O. Indiano settentrionale		
ANNO	NOME	CATEGORIA
2010	Giri	Tempesta cicl. estremamente violenta
2013	Failin	Tempesta cicl. estremamente violenta
2014	Hudhud	Tempesta cicl. estremamente violenta
2014	Nilofar	Tempesta cicl. estremamente violenta
2015	Capala	Tempesta cicl. estremamente violenta
2019	Fani	Tempesta cicl. estremamente violenta
2019	Kyarr	Tempesta super ciclonica
2020	Amphan	Tempesta super ciclonica
2021	Tauktae	Tempesta cicl. estremamente violenta

O. Atlantico settentrionale		
ANNO	NOME	CATEGORIA
2017	Irma	Uragano cat.5
2017	Maria	Uragano cat.5
2018	Michael	Uragano cat.5
2019	Dorian	Uragano cat.5
2020	Iota	Uragano cat.5

Tabella 02.3: Riassunto catastrofi naturali degli ultimi anni

O. Pacifico orientale		
ANNO	NOME	CATEGORIA
2010	Celia	Uragano cat.5
2014	Maria	Uragano cat.5
2014	Odile	Uragano cat.4
2015	Patrizia	Uragano cat.5
2018	Valaka	Uragano cat.5
2018	Willa	Uragano cat.5

O. Pacifico settentrionale occidentale		
ANNO	NOME	CATEGORIA
2010	Mega	tifone violeno
2012	Sanba	tifone violeno
2013	Haiyan	tifone violeno
2014	Vongfong	tifone violeno
2015	Soudelor	tifone violeno
2016	Nepartak	tifone violeno
2016	Meranti	tifone violeno
2016	Haima	tifone violeno
2018	Kong-rey	tifone violeno
2018	Yutu	tifone violeno
2021	Surigae	tifone violeno

O. Atlantico settentrionale		
ANNO	NOME	CATEGORIA
2017	Irma	Uragano cat.5
2017	Maria	Uragano cat.5
2018	Michael	Uragano cat.5
2019	Dorian	Uragano cat.5
2020	Iota	Uragano cat.5

Conflitto armato

La guerra è stata una costante della storia umana sin dalle origini della civiltà.

Il termine guerra deriva dal germanico *werra* "mischia" e indica un conflitto fra due o più gruppi organizzati che trova forma estrema attraverso l'uso di armi.

La guerra è ripudiata dall'art. 2, par. 3 e 4, della *Carta delle Nazioni Unite* e, in Italia, dall'art. 11 della *Costituzione* come mezzo di risoluzione delle controversie internazionali o come strumento di offesa alla libertà degli altri popoli.²⁹

La storia è costellata da eventi bellici, si pensi alle guerre tra i greci e i persiani, a quelle tra i romani e i barbari, tra le signorie europee del medioevo o le crociate.

Il mondo continua ad essere attraversato da conflitti, essi sono intrinsecamente legati tanto che l'evoluzione dell'umanità potrebbe essere studiata parallelamente a quella della guerra.

Le cause che possono portare a un conflitto sono molteplici: cause politico-militari, cause territoriali, cause economiche, cause religiose.

²⁹ <https://www.treccani.it/vocabolario/guerra/>

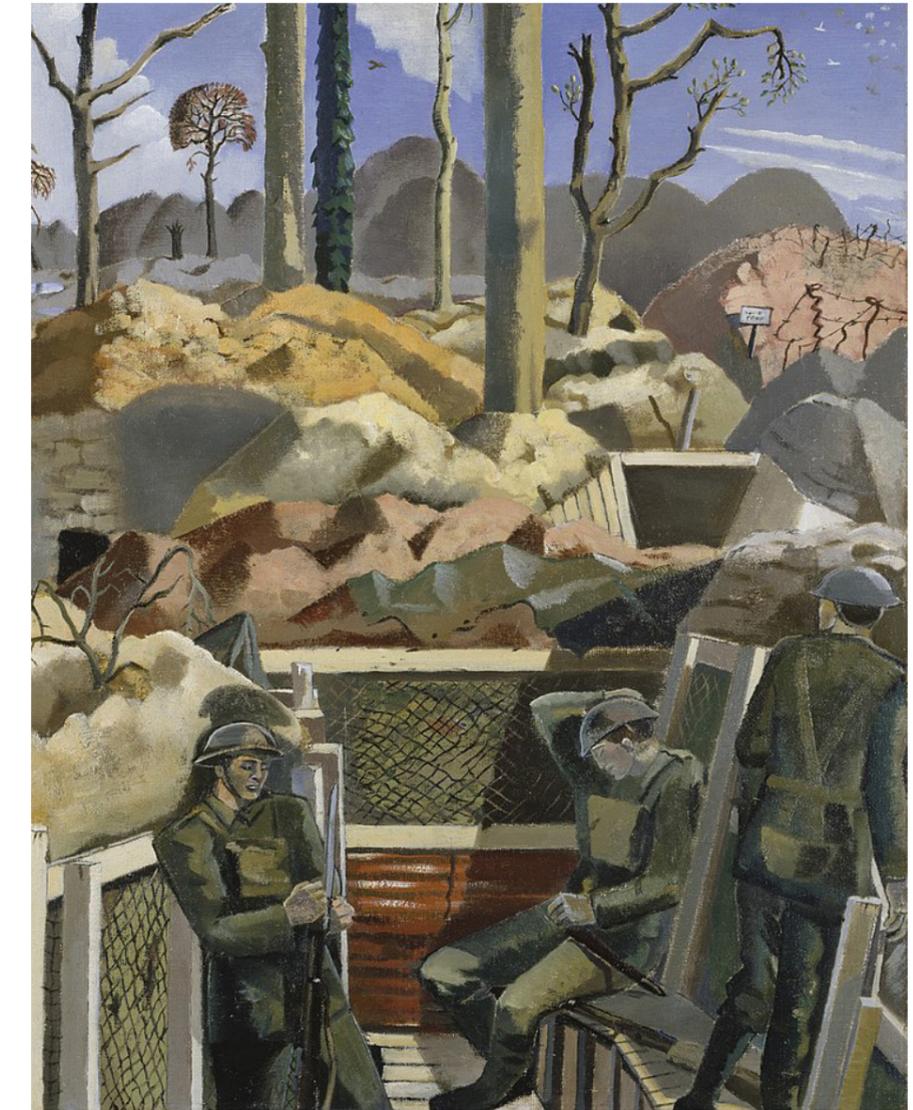


Figura 02.25: Paul Nash, Spring in the Trenches, 1917

Principali conflitti dal 1975 al 2022

a livello globale:

Conflitti intrastato

Conflitti interstato

“C’era la guerra e tutti ne eravamo presi, e ormai sapevo che avrebbe deciso delle nostre vite. Della mia vita e non sapevo come.”

Italo Calvino

1975 2002	[[Angolan Civil War]]
1975 1991	[[Western Sahara War]]
1975 1990	[[Lebanese Civil War]]
1975 1989	[[Cambodian–Vietnamese War]]
1975 1975	[[Insurgency in Laos]]
1975 1975	[[Indonesian invasion of East Timor]]
1976 1983	[[Dirty War]]
1976 2005	[[Insurgency in Aceh]]
1977 1992	[[Mozambican Civil War]]
1977 1977	[[Libyan–Egyptian War]]
1977 1978	[[Ogaden War]]
1977 1977	[[Shaba I]]
1978 1978	[[Shaba II]]
1978 1978	[[South Lebanon conflict]]
1978 1979	[[Uganda–Tanzania War]]
1978 1987	[[Chadian–Libyan conflict]]
1978 ...	[[Turkey– Kurdistan Workers Party conflict]]
1979 1979	[[Sino-Vietnamese War]]
1979 1990	[[Sino-Vietnamese conflicts]]
1979 1982	[[Civil war in Chad]]
1979 1989	[[Soviet war in Afghanistan]]
1980 1992	[[Salvadoran Civil War]]
1980 2000	[[Internal conflict in Peru]]
1980 1988	[[Iran–Iraq War]]
1980 1981	[[Second Eritrean Civil War]]
1981 1981	[[Paquisha War]]
1981 1986	[[Ugandan Bush War]]
1982 1982	[[Falklands War]]
▼ 1982 1982	[[Lebanon War]]

1982 2000	[[South Lebanon conflict]]
1982 1982	[[Ethiopian–Somali Border War]]
1983 1983	[[Invasion of Grenada]]
1983 2009	[[Sri Lankan Civil War]]
1983 2005	[[Second Sudanese Civil War]]
1984 ...	[[Siachen conflict]]
1985 1985	[[Agacher Strip War]]
1987 1987	[Sino-Indian skirmish]]
1987 1993	[[First Intifada]]
1987 1988	[[Thai–Laotian Border War]]
1987 2009	[[Lord’s Resistance Army insurgency]]
1988 1994	[[Nagorno-Karabakh War]]
1989 1991	[[Mauritania–Senegal Border War]]
1989 1990	[[United States invasion of Panama]]
1989 1992	[[Civil war in Afghanistan]]
1989 1989	[[Romanian Revolution]]
1989 1996	[[First Liberian Civil War]]
1989 ...	[[Insurgency in Jammu and Kashmir]]
1990 1990	[[Invasion of Kuwait]]
1990 1991	[[Gulf War]]
1990 1993	[[Rwandan Civil War]]
1990 1995	[[Tuareg Rebellion]]
1990 2006	[[Casamance Conflict]]
1991 1991	[[Ten-Day War]]
1991 1992	[[South Ossetia War]]
1991 1994	[[Djiboutian Civil War]]
1991 1995	[[Croatian War of Independence]]
1991 2002	[[Sierra Leone Civil War]]
1991 2002	[[Algerian Civil War]]
▼ 1991 ...	[[Somali Civil War]]

1991 1993	[[Georgian Civil War]]
1992 1992	[[East Prigorodny conflict]]
1992 1996	[[Civil war in Afghanistan]]
1992 1992	[[War of Transnistria]]
1992 1993	[[War in Abkhazia]]
1992 1995	[[Bosnian War]]
1992 1994	[[Croat–Bosniak War]]’Part of the Bosnian War’’
1992 1997	[[Civil war in Tajikistan]]
1993 1993	[[Lebanon war]]
1993 2005	[[Burundi Civil War]]
1993 ...	[[Ethnic conflict in Nagaland]]
1994 1997	[[Iraqi Kurdish Civil War]]
1994 ...	[[Chiapas conflict]]
1994 1994	[[civil war in Yemen]]
1994 1996	[[First Chechen War]]
1994 1999	[[Caprivi conflict]]
1995 1995	[[Cenepa War]]
1995 2009	[[Insurgency in Ogaden]]
1996 1996	[[Lebanon war]]
1996 2006	[[Nepalese Civil War]]
1996 2001	[[Civil war in Afghanistan]]
1996 1997	[[First Congo War]]
1997 1997	[[Rebellion in Albania]]
1997 1999	[[Republic of the Congo Civil War]]
1997 1997	[[clashes in Cambodia]]
1998 1998	[[War in Abkhazia]]
1998 2002	[[Civil war in Chad]]
1998 1999	[[Kosovo War]]
▼ 1998 2000	[[Eritrean–Ethiopian War]]

1998 2003	[[Second Congo War]]
1998 1998	[[Bombing of Iraq]]
1998 1999	[[Guinea-Bissau Civil War]]
1999 1999	[[Kargil War]]
1999 2000	[[East Timorese crISIS]]
1999 2001	[[Insurgency in the Preševo Valley]]
1999 2003	[[Second Liberian Civil War]]
1999 2007	[[Ituri conflict]]
1999 1999	[[Invasion of Dagestan]]
1999 2009	[[Second Chechen War]]
2000 2006	[[Shebaa Farms conflict]]
2000 2005	[[Second Intifada]]
2001 2021	[[Afganistan war]]
2001 2001	[[Indian–Bangladeshi border conflict]]
2001 2001	[[Insurgency in the Republic of Macedonia]]
2002 2007	[[Ivorian Civil War]]
2002 ...	[[Insurgency in the Maghreb]]
2003 ...	[[War in Darfur]]
2003 2011	[[Iraq War]]
2003 2020	[[Sud Sudan Civil War]]
2004 ...	[[Balochistan conflict]]
2004 2009	[[War in North-West Pakistan]]
2004 2004	[[Iran–Party for a Free Life in Kurdistan conflict]]
2004 2004	[[Haitian rebellion]]
2004 2007	[[Central African Republic Bush War]]
2004 2004	[[Operation Rainbow]]
2004 2010	[[Sa’dah insurgency]]
▼ 2004 2009	[[Conflict in the Niger Delta]]

2004 ...	[[South Thailand insurgency]]
2004 2004	[[Operation Days of Penitence]]
2004 2004	[[French–Ivorian clashes]]
2004 2009	[[Kivu conflict]]
2005 2008	[[Mount Elgon insurgency]]
2006 ...	[[Mexican Drug War]]
2006 ...	[[Israel-Gaza Strip conflict]]
2006 2006	[[Lebanon War]]
2006 2006	[[Operation Astute]]
2006 2009	[[War in Somalia]]
2006 2009	[[Fatah– Hamas conflict]]
2007 2007	[[Operation Enduring Freedom-Trans Sahara]]
2007 2009	[[Tuareg Rebellion]]
2007 2007	[[Lebanon conflict]]
2007 2015	[[Civil war in Ingushetia]]
2007 2008	[[Kenyan crISIS]]
2008 2008	[[Operation Hot Winter]]
2008 2008	[[Mardakert skirmishes]]
2008 2008	[[Invasion of Anjouan]]
2008 2008	[[Conflict in Lebanon]]
2008 2011	[[Cambodian–Thai border stand-off]]
2008 2008	[[Djiboutian–Eritrean border conflict]]
2008 2008	[[South Ossetia war]]
2008 2009	[[Gaza War]]
2009 ...	[[Sudanese nomadic conflicts]]
2009 2017	[[Insurgency in the North Caucasus]]
▼ 2009 ...	[[War in Somalia]]

2009 2009	[[Nigerian sectarian violence]]
2009 ...	[[South Yemen insurgency]]
2010 ...	[[Yemeni al-Qaeda crackdown]]
2010 2010	[[Eritrea–Ethiopia border skirmish]]
2010 2010	[[South Darfur clash]]
2010 2010	[[South Kyrgyzstan riots]]
2010 2010	[[Kingston conflict]]
2010 2010	[[Mardakert skirmish]]
2010 2010	[[Israel–Lebanon border clash]]
2010 2011	[[Livory Coast conflict]]
2011 2012	[[Arab spring]]
2011 ...	[[Sirian Civil War]]
2011 2012	[[Mali Civil War]]
2012 2017	[[Iraq Civil War]]
2012 2013	[[Second civil war in the Central African Republic]]
2013 2020	[[Sud Sudan Civil War]]
2013 ...	[[Terrorism in Egypt]]
2014 ...	[[Yemen Civil War]]
2014 ...	[[Ukraine War]]
2014 2020	[[Second Libia War]]
2014 ...	[[Yemen Civil War]]
2014 ...	[[Ukraine War]]
2014 2020	[[Second Libia War]]
2015 ...	[[Burundi Civil War]]
2015 ...	[[Islamic State insurgency in Tunisia]]
2016 ...	[[Philippine drug war]]
2016 ...	[[Insurgency in Northern Chad]]
2016 2019	[[Kamwina Nsapu rebellion]]
▼ 2016 2016	[[Kasese clashes]]

2016 2017	[[Pool War]]
2017 ...	[[Islamic State insurgency]]
2017 ...	[[Anglophone CrISIS]]
2017 ...	[[Insurgency in Cabo Delgado]]
2018 ...	[[Bangladesh drug war]]
2018 ...	[[Catatumbo campaign]]
2018 ...	[[Ethiopian civil conflict]]
2019 2020	[[Persian Gulf crISIS]]
2019 2022	[[Benishangul-Gumuz conflict]]
2020 ...	[[Ecuadorian security crISIS]]
2020 ...	[[Insurgency in Haiti]]
2020 2022	[[Tigray War]]
2022 ...	[[Kyrgyzstan–Tajikistan clashes]]
2022 ...	[[Salvadoran Gang Wars]]
2022 ...	[[Ukraine War]]

Dal grafico posto in basso alla pagina si evince come l'Europa non abbia affrontato dei conflitti fino alla fine del secolo scorso. Negli ultimi anni del '900 il numero di conflitti nel nostro continente è aumentato, per poi diminuire all'inizio degli anni 2000.

L'Asia e l'Oceania sono gli stati che hanno vissuto più conflitti tra il 1975 e il 1990.

Come si può leggere dai differenti colori rappresentati nel grafico, possiamo assumere che il continente americano sia quello meno toccato da eventi bellici.

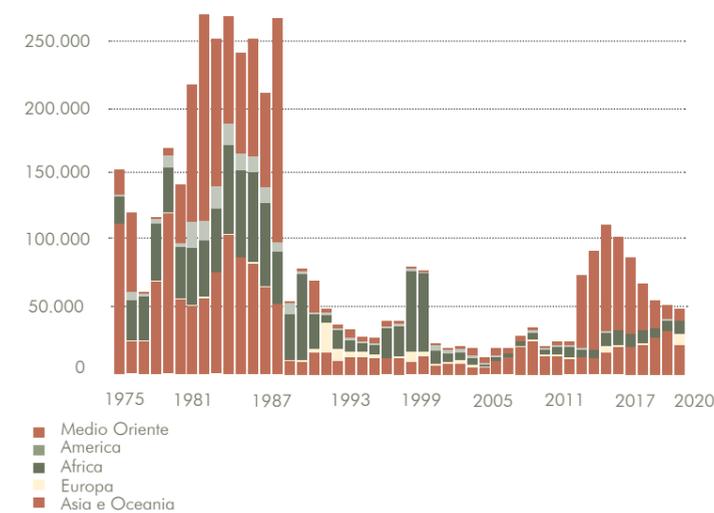


Grafico 02.1: Morti in conflitti a livello statale per regione del mondo
Fonte: Our World in data

Crollo di dighe

Le dighe sono costruzioni artificiali atte a contenere l'acqua e creare riserve idriche che poi possono essere utilizzate, ad esempio, per irrigazione o generare energia.

Il loro crollo può essere causato da un errata o mancata manutenzione o monitoraggio nonché da errori di progettazione oppure può essere dovuta a eventi naturali eccezionali, quali, ad esempio, sismi e frane.

L'acqua una volta rilasciata dallo specchio d'acqua artificiale porta all'inondazione della valle sulla quale sorge travolgendo persone e distruggendo case e infrastrutture.



Figura 02.26: Foto dell'invaso dopo la frana del Vajont del 4 Novembre 1960

Disastro chimico/petrochimico

Con disastri chimici ci si riferisce a disastri ambientali in cui materiali chimici provenienti da industrie o laboratori vengono liberati in ambiente senza effettuare il loro corretto smaltimento.

Questo tipo di evento si può verificare a seguito di perdite di serbatoi e condotte oppure durante incidenti riguardanti la lavorazione di sostanze chimiche.



Figura 02.27: Foto del disastro ambientale in Sri Lanka, tonnellate di prodotti chimici in mare, 2021



Figura 02.28: Sergio Michilini, Pellegrinaggio nucleare, 1980

Disastro nucleare

Con disastro nucleare, si intende la fuoriuscita di materiale radioattivo da un impianto nucleare o a seguito dell'uso di bombe atomiche su dei territori.

I disastri nucleari provocano ingenti danni alla salute pubblica e all'ambiente, aumentando il rischio di insorgenza di tumori, tramite la contaminazione di terreni e acque nonché danni alla fauna e alla flora locale.

Ecco alcuni esempi di disastri nucleari nella storia³⁰:

- **Disastro di Three Mile Island** (1979) causato da un guasto nel sistema di raffreddamento del reattore nucleare
- **Disastro di Chernobyl** (1986) causato da un test sperimentale che ha portato alla fusione del nocciolo del reattore, causando una grande esplosione
- **Disastro di Fukushima** (2011) causato dal terremoto e dallo tsunami che hanno colpito l'area della tecnologica centrale nucleare giapponese.

³⁰ <https://www.italianostra.org/wp-content/uploads/Tabella.pdf>

Isole di plastica

Le isole di plastica sono grandi accumuli di rifiuti plastici che si sono accatastati nei mari e negli oceani del mondo.

Questi accumuli sono anche conosciuti come "vortici di plastica", e possono causare gravi danni all'ambiente marino e alla vita marina.

Queste isole di plastica si sono formate dalla corrente oceanica che raccoglie i rifiuti plastici e li porta in una determinata area, dove si concentrano.

La plastica che si ammucchia, in queste aree può uccidere la fauna marina, che può ingerire i rifiuti o rimanere intrappolata al loro interno.

Ciò può portare al soffocamento, avvelenamento e altre gravi conseguenze.

L'adozione di pratiche sostenibili e la riduzione dell'uso di plastica monouso possono aiutare a prevenire la formazione di nuove isole.³¹

³¹ <https://www.acquaalma.com/sostenibilita/isole-di-plastica/>



Figura 02.29: Foto dell'isola di plastica: il Great Pacific Garbage Patch

Migrazione

La migrazione è il processo di spostamento delle persone da un luogo all'altro.

Le migrazioni fanno da sempre parte della storia dell'umanità.

Le persone migrano da un luogo all'altro per diverse ragioni.

Le principali ragioni sono e sono state:

- I conflitti tra Stati o i conflitti interni ad uno stato
- I gravi squilibri economici tra differenti aree geografiche
- La presenza di sistemi antidemocratici fonte di persecuzioni e spregio dei diritti umani
- I cambiamenti del clima o del territorio, le catastrofi naturali

Ultimo ma, non per importanza, la spinta dell'essere umano ad assicurare un'accettabile sopravvivenza a sé e ai propri cari.³²

Rifugiato, è il termine giuridico, che indica che un individuo è accolto in un altro

Flussi migratori tra il 2010 e 2020:

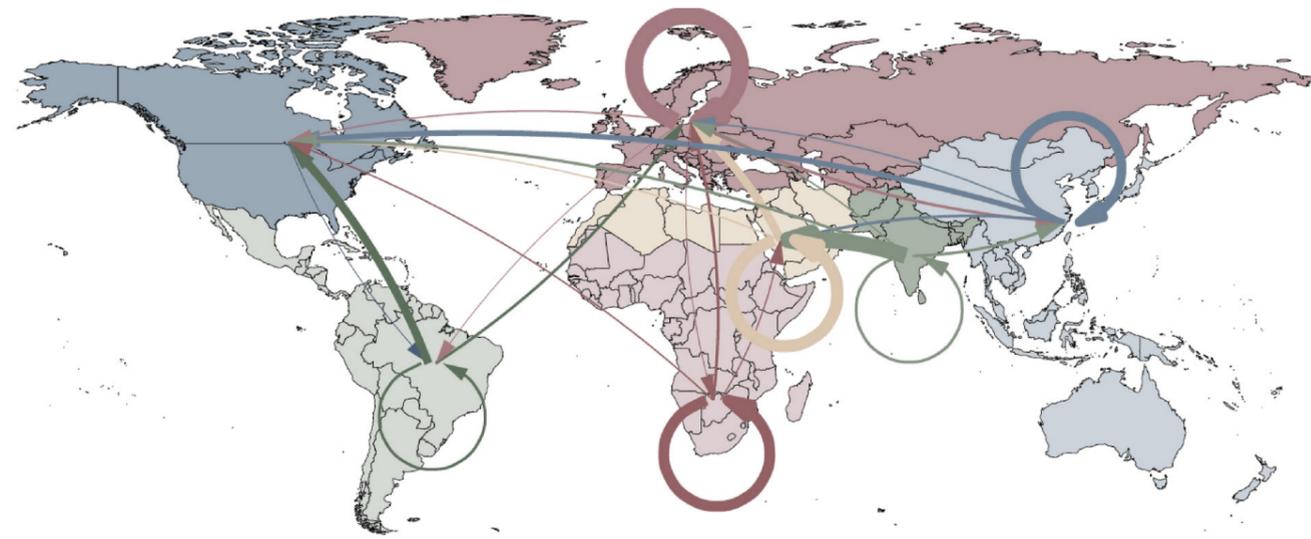


Figura 02.30: Flussi nel decennio superiori a 200 mila persone. Lo spessore dei flussi è proporzionale al numero di migranti
Fonti: FMI 2020 (dati FMI e NU)

stato, perché appartenente ad una categoria sociale di persone perseguitate a causa di vicende politiche, in un altro stato perché appartenente ad una categoria sociale di persone perseguitate, o a causa di una guerra presente nel suo Paese, e trova ospitalità in un Paese straniero che riconosce legalmente il suo status.³³

Con profugo, si indica la persona costretta a fuggire dal proprio paese a causa di eventi bellici, persecuzioni politiche o razziali, oppure a cataclismi come eruzioni vulcaniche, terremoti, alluvioni, ecc.³⁴

Quando, invece, si parla di una persona emigrata all'estero, che non ha alcuna cittadinanza, perché priva di quella di origine, essa è detta apolide.

Secondo le stime dell'UNHCR sono 89.3 milioni i profughi a livello globale nel 2021. Di queste, circa il 30% erano rifugiati (per un totale di 27.1 milioni) e il 5% apolidi (4.3 milioni).

³² <https://www.savethechildren.it/blog-notizie/migrazioni-i-principali-fattori-di-spinta-e-la-situazione-ad-oggi>
³³ <https://www.treccani.it/vocabolario/rifugiato/>
³⁴ <https://www.treccani.it/vocabolario/profugo/>

Povertà

La povertà è un fenomeno complesso che dipende da numerosi fattori.³⁵

La povertà si verifica quando le persone non dispongono delle risorse necessarie per soddisfare i propri bisogni fondamentali, come il cibo, l'acqua, la salute, l'istruzione, l'alloggio e la sicurezza a causa del reddito troppo basso.

La povertà può essere suddivisa in povertà assoluta, data dalla mancanza di risorse sufficienti per assicurarsi i fabbisogni di base quali acqua potabile sicura, cibo e servizi sanitari.

La povertà relativa quando il reddito e le risorse sono peggiori di quanto si pensa sia adeguato o socialmente accettabile nella società in cui vivono.³⁶

La povertà, in generale, tende a essere maggiore nelle aree rurali rispetto alle aree urbane a causa delle diverse opportunità di reddito.

Spesso nelle famiglie povere si ha un numero elevato di componenti e il lavoro minorile è una fonte di reddito essenziale causando un difetto dell'istruzione.

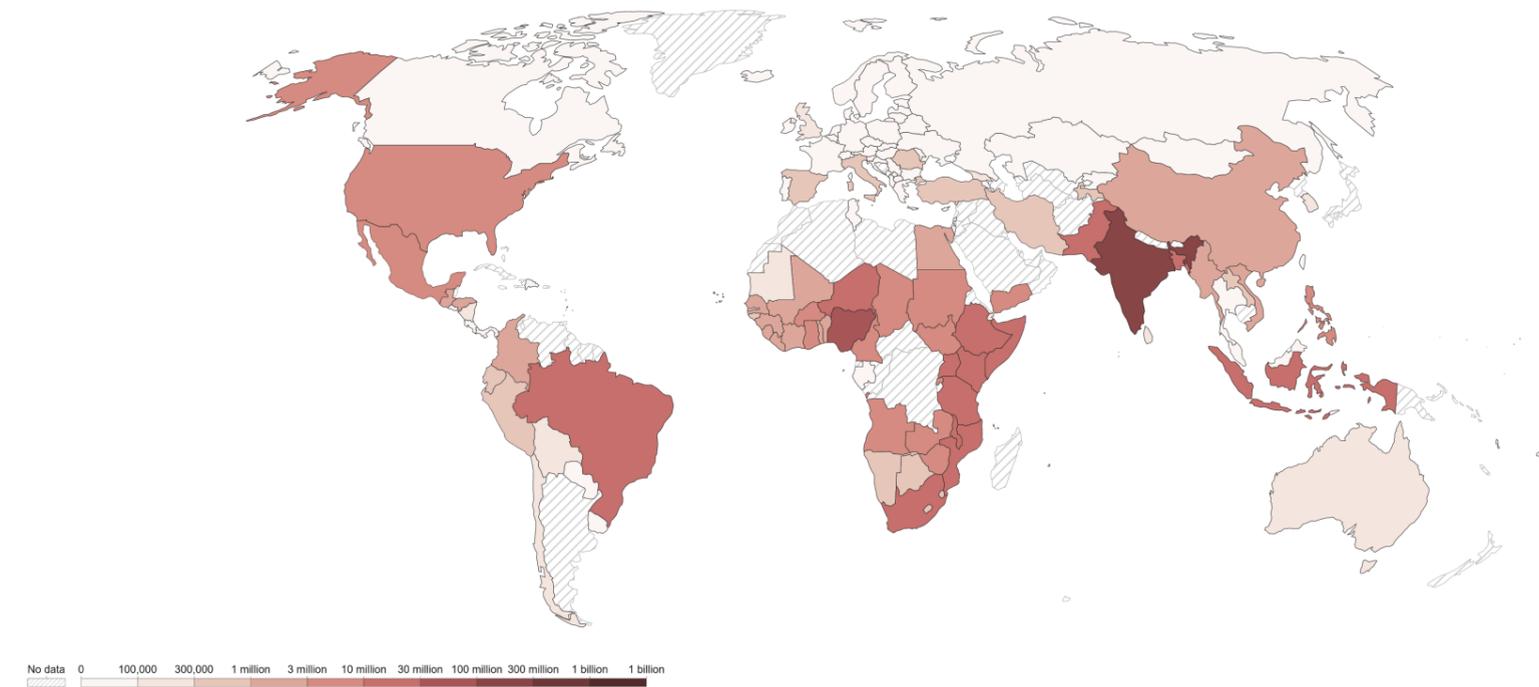


Figura 02.31: Numero di persone che vivono in estrema povertà, numero di persone sotto la linea di povertà dei 2,15 dollari per giorno, 2019
Fonte: World Bank Poverty and Inequality Platform

³⁵ <https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/poverta-ed-esclusione-sociale/Pagine/orientamento>
³⁶ <https://www.coe.int/it/web/compass/poverty>

Riscaldamento globale da effetto serra antropico

L'uso di combustibili fossili, l'abbattimento delle foreste e l'allevamento del bestiame hanno un impatto sempre più forte sul clima e sulla temperatura del pianeta producendo una notevole quantità di gas serra.

Tra il 2011 e il 2020 si è assistito ad un aumento della temperatura media globale di 1.1°C al di sopra dei livelli preindustriali.

Il riscaldamento globale indotto dalle attività umane è attualmente in aumento a un ritmo di 0.2°C per decennio.³⁷

I gas, che maggiormente contribuiscono al cambiamento climatico, sono anidride carbonica, metano e ossido di azoto.

Il riscaldamento globale ha gravi conseguenze sull'ambiente e sulla vita sulla Terra. Esso comporta, infatti, una serie di eventi correlati, come ad esempio lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare, l'aumento degli eventi meteorologici estremi e la perdita di biodiversità.

Per rallentare questo fenomeno sono necessarie misure urgenti che portino ad una riduzione dei gas emessi, alla riduzione della deforestazione, alla riduzione degli allevamenti intensivi di bestiame e dell'uso di fertilizzanti contenenti azoto.³⁸

“L'aumento delle temperature, lo scioglimento dei ghiacci in Antartide, l'innalzamento del livello del mare, la siccità, la desertificazione, non sono problemi futuri ma, una realtà da prendere in considerazione oggi. Il cambiamento climatico non riguarda infatti solo l'ambiente, ma, anche la stabilità stessa dei nostri governi, delle nostre economie, della nostra salute e il luogo in cui viviamo.”

Alessandra Fantuzi

Terrorismo

Si definisce terrorismo l'uso di violenza finalizzata a incutere terrore nei membri di una comunità e a destabilizzarne la società tramite azioni quali attentati, rapimenti, dirottamenti di aerei ecc..³⁹

Il terrorismo può essere spinto da diverse ideologie, tra cui motivi politici, religiosi, etnici e può essere eseguito da individui, gruppi o organizzazioni.

Le forme, di un attacco terroristico, che viene perpetrato sono molteplici e possono essere tra le più disparate, come l'utilizzo di bombe, sequestri, attacchi armati, sabotaggi e attacchi informatici.

Il terrorismo va contro a tutte le ideologie sociali di pace e diritti umani e viola quanto presente nel preambolo della Dichiarazione Universale dei Diritti dell'Uomo del 1948, ovvero, il diritto inderogabile della libertà dell'essere umano.⁴⁰

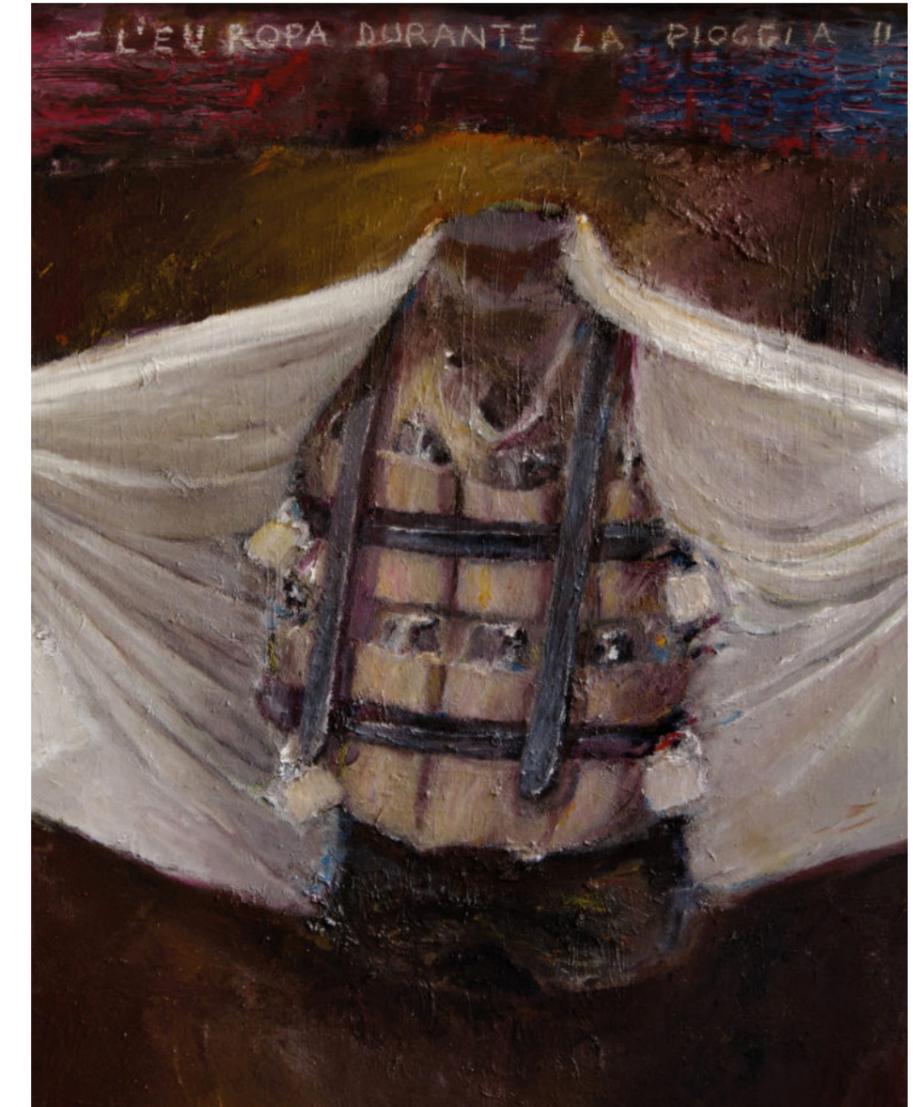


Figura 02.32: Pietro Geranzani, l'Europa durante la pioggia II. Farfalla, 2017

³⁷ https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_it
³⁸ *ibidem*

³⁹ <https://www.treccani.it/enciclopedia/terrorismo/>
⁴⁰ https://www.questionegiustizia.it/speciale/articolo/terrorismo-e-diritti-della-persona_4.php

Principali attacchi terroristici in Europa dal 2004 al 2020

11 marzo 2004, Madrid (Spagna):

Bombe posizionate sui binari, sui treni e nelle stazioni metro uccidono 192 persone. L'attacco è rivendicato da Al Qaida.

7 luglio 2005, Londra (Regno Unito):

52 i pendolari uccisi in 4 attentati suicidi nella metropolitana, 700 sono i feriti. Gli attacchi sono rivendicati da Al Qaida.

11-19 marzo 2012, Tolosa e Montauban (Francia):

7 morti e 6 feriti. Gli attacchi vengono rivendicati da un gruppo affiliato ad Al Qaida.

24 maggio 2014, Bruxelles (Belgio):

4 persone sono uccise al Museo ebraico di Bruxelles per mano di un uomo armato di kalashnikov.

7 gennaio 2015, Parigi (Francia):

Due uomini armati attaccano la redazione del settimanale satirico francese Charlie Hebdo a Parigi, uccidendo 12 persone.

14 febbraio 2015, Copenaghen (Danimarca):

2 vittime e 5 feriti, nel corso di tre diverse sparatorie.

13 novembre 2015, Parigi (Francia):

130 morti in attentati multipli in contemporanea. La serie di attacchi terroristici è sferrata da una cellula dell'ISIS.

22 marzo 2016, Bruxelles (Belgio):

32 morti e 340 feriti a seguito dell'esplosione di due bombe all'aeroporto di Zaventem e una alla stazione della metropolitana di Maelbeek.

14 luglio 2016, Nizza (Francia):

Un camion si getta sulla folla lungo la Promenade e provoca la morte di 86 persone e ferendone altre 434. L'ISIS rivendica l'attentato.

26 luglio 2016, Rouen (Francia):

Due uomini fanno irruzione in una chiesa durante la messa del mattino e prendono 5 ostaggi un sacerdote muore sgozzato. L'ISIS ha rivendicato l'attacco.

19 dicembre 2016, Berlino (Germania):

Un tir va a schiantarsi contro la folla in un mercatino di Natale causando 12 morti e 56 feriti. L'ISIS ha rivendicato l'attacco.

22 marzo 2017, Londra (Regno Unito):

4 morti e circa 40 feriti davanti al Parlamento di Westminster.

7 aprile 2017, Stoccolma (Svezia):

5 morti e 15 feriti in pieno centro città dove un camion si è gettato sulla folla 56 feriti. L'ISIS ha rivendicato l'attacco.

20 aprile 2017, Parigi (Francia):

Sugli Champs-Élysées un uomo armato apre il fuoco contro degli agenti di polizia colpendo mortalmente uno di loro e ferendone altri 2. L'ISIS rivendica l'attacco poche ore dopo.

22 maggio 2017, Manchester (Gran Bretagna):

22 morti e 120 feriti dovuti a una bomba esplosa al termine di un concerto. L'ISIS rivendica l'attentato.

19 giugno 2017, Londra (Gran Bretagna):

Un furgone investe delle persone in preghiera. Una vittima e almeno 10 feriti.

17-18 agosto 2017, Barcellona e Cambrils (Spagna):

Un camioncino investe la folla sulle Ramblas, in totale, si contano 15 morti e un centinaio di feriti.

18 agosto 2017, Turku (Finlandia):

Un uomo armato di coltello colpisce i passanti facendo 2 morti e 8 feriti.

12 maggio 2018, Parigi (Francia):

Un uomo ha accoltellato cinque passanti. Morto un ragazzo di 29 anni, ferite le altre quattro persone. L'ISIS ha rivendicato la strage.

29 maggio 2018, Liegi (Belgio):

Un uomo ha ucciso due poliziotte e uno studente a Liegi al grido di 'Allahu Akbar'. L'ISIS ha rivendicato la strage attraverso l'agenzia Amaq.

14 agosto 2018, Londra (Regno Unito):

Un uomo, a bordo di una Ford Fiesta ha investito alcuni pedoni e ciclisti. Il bilancio è di 3 feriti lievi.

12 dicembre 2018, Strasburgo (Francia):

5 morti e 11 feriti attentato al mercatino di Natale di Strasburgo.

29 novembre 2019, Londra (Regno Unito):

Il bilancio è di due persone uccise e 8 feriti.

19 febbraio 2020, Hanau (Germania):

Il bilancio è di 11 morti e 4 feriti

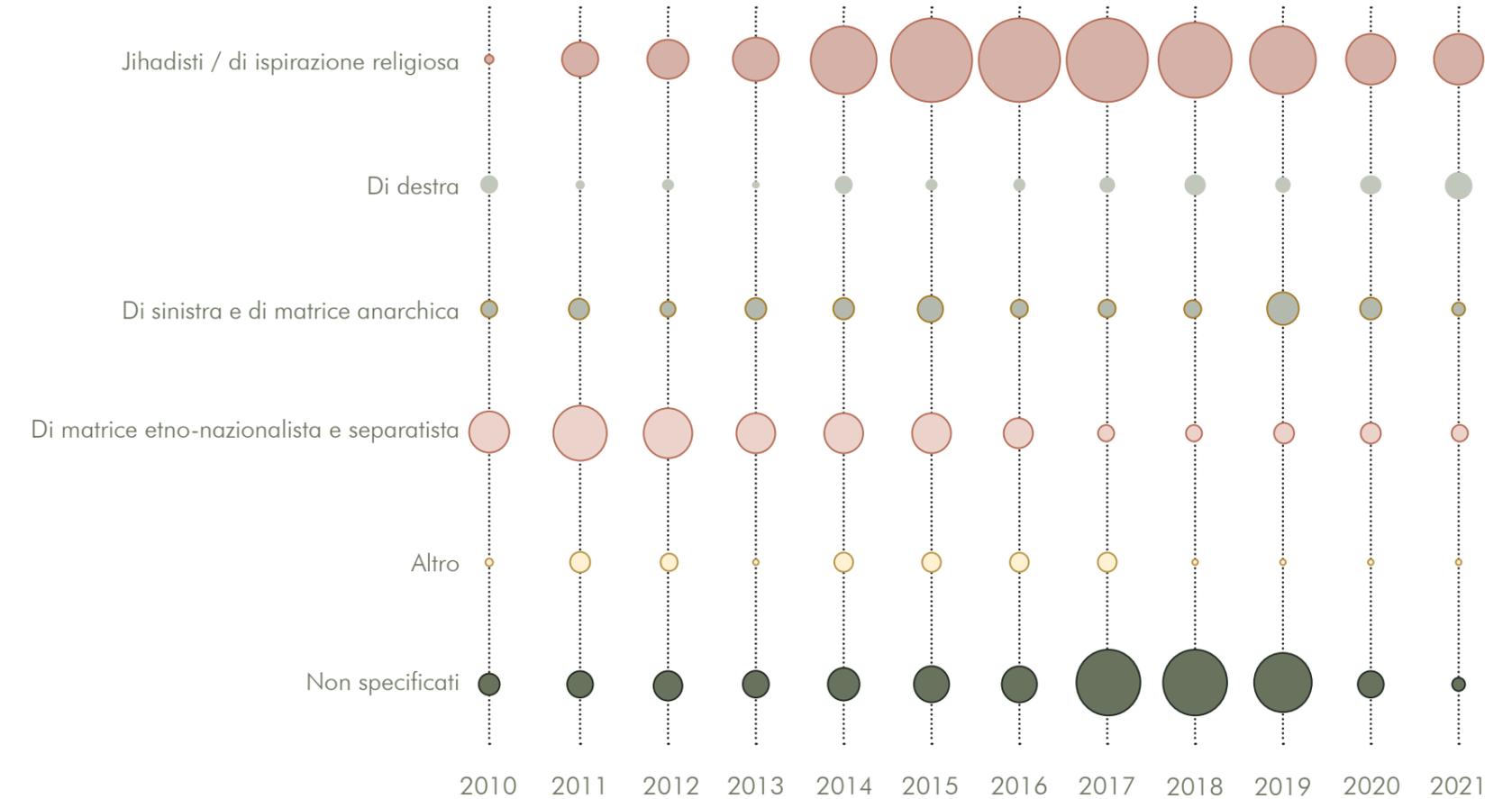


Figura 02.33: Tendenze terroristiche tra il 2010 e il 2021

Fonte: relazioni annuali di Europol sulla situazione e sulle tendenze del terrorismo nell'UE (dal 2011 a 2022) *Le cifre relative agli anni tra il 2010 e il 2019 comprendono il Regno Unito

02.4 Criteri di individuazione delle aree di insediamento

La procedura per l'individuazione di aree per l'insediamento è molto complessa, per questo, risulta importante introdurre alcuni requisiti generali che accomunano gli interventi di programmazione e prevenzione dell'emergenza.

Si ritiene infatti:

- Prendere in considerazione i bisogni della comunità
- Scegliere un'urbanizzazione che sia rispettosa delle caratteristiche ambientali dell'area
- Gli interventi devono essere precisi e mirati
- Coinvolgimento diretto con i cittadini.

Date queste premesse, la strategia si deve basare, più che sull'individuazione di criteri certi e validi in tutte le situazioni, su prescrizioni di carattere più ampio, attraverso le quali si possa giungere ad individuare, per ogni caso particolare, una formula personalizzata e convincente.

Le categorie di riferimento per la scelta dell'area di localizzazione sono:

01. Ambiente naturale

Vengono ora individuati i parametri che si riferiscono alle particolari condizioni ambientali del luogo preso in esame

- Tali parametri fanno riferimento alla geografia fisica del luogo e alle sue caratteristiche climatiche.
- Sono elementi di analisi che determinando dei vincoli, in quanto la strategia prevede l'immodificabilità delle condizioni naturali delle aree.
- Non costituiscono degli impedimenti, salvo particolari eccezioni.
- Sono necessari riferimenti per l'individuazione delle possibilità di realizzazione di sistemi energetici alternativi, oltre che per la scelta delle caratteristiche prestazionali dei manufatti.

Acqua

Nel caso in cui l'area sia collocata in prossimità di fiumi e torrenti, la presenza di falde in superficie rappresenta un grosso ostacolo. È da sottolineare che la presenza di acqua può costituire un elemento che arricchisce, e può essere anche fonte di energia alternativa. Possiamo vederlo come un limite qualora si determini un clima eccessivamente umido.

Caratteristiche geomorfologiche

La consistenza e le caratteristiche del terreno determinano in modo univoco le scelte di attacco a terra dei manufatti e, più in generale, dell'allestimento degli spazi aperti. Ad ogni differente tipologia di terreno dovrebbe corrispondere una possibile configurazione spaziale e tecnologica. La permeabilità del terreno consente una maggiore flessibilità d'uso dello stesso, in relazione alla scelta del manufatto.

Pendenza

Questo criterio fa riferimento alla posizione geografica del terreno e va a condizionare enormemente la scelta del manufatto, determinandone l'attacco a terra e l'intero sistema di allestimento dell'area. Sarebbe sempre meglio preferire condizioni di pendenza che non superino l'ordine del 20%.

Rischio ambientale

La rischiosità delle condizioni di partenza risulta essere molto importante da analizzare, ma, soprattutto complessa da studiare. La protezione civile locale dovrebbe fornire una documentazione esauriente in merito alle aree a rischio sismico, indagini sul tipo di condizioni geologiche e morfologiche.

Soleggiamento

Rappresenta un dato particolarmente rilevante per la scelta dell'area, soprattutto nel caso in cui si scelgono di adottare soluzioni alternative di approvvigionamento energetico. Generalmente, in molti casi, la presenza del sole rappresenta un vantaggio anche in termini di luminosità. È fondamentale determinare l'esposizione degli ambienti e la loro capacità di essere ricettivi alla luce e al calore; inoltre, la morfologia dell'intervento va individuata proprio in relazione a questo parametro, collocando percorsi, spazi aperti pubblici e privati opportunamente protetti. Il soleggiamento deve essere messo in relazione con la presenza del verde.

Temperatura

Importante indicatore da valutare per la scelta delle caratteristiche prestazionali dei manufatti. Un clima troppo rigido richiede maggior dispendio di energia, maggiore capacità di resistenza per i carichi dovuti alle precipitazioni nevose, maggiore capacità di tenuta termica del manufatto.

Umidità

Un eccesso di umidità (dipende anche da vicinanza all'acqua) può divenire causa di disagi fisici. In zone particolarmente umide è opportuno considerare aree soleggiate e aperte. Questo fattore vincola le caratteristiche prestazionali dell'edificio, e richiede l'uso di materiali resistenti all'umidità.

Ventilazione

Questo aspetto può influire in maniera minore o maggiore sulla scelta dell'area, può rappresentare un vantaggio, ma, anche uno svantaggio. La scelta dell'area riguarda prevalentemente il fatto che essa sia collocata più o meno in una zona protetta dai venti.

Verde

Nella maggior parte dei casi la presenza del verde rappresenta un vantaggio. D'altra parte però, la presenza di spazi naturali è anche un vincolo che indirizza fortemente le scelte che riguardano la dislocazione dei manufatti. In generale porzioni di verde all'intero di un area costituiscono un elemento di arricchimento e di qualificazione per usi diversi. Al contrario, la presenza eccessiva e ampiamente diffusa di alberature può invece costituire un ostacolo per l'allestimento dell'area e la realizzazione di nuove strutture; inoltre, impedisce l'esposizione al sole, gravando quindi sulla scelta di collocamento di eventuali pannelli solari e fotovoltaici. Possiamo quindi affermare che la presenza di spazi caratterizzati da presenza di vegetazione è un elemento importante che va messo in relazione con le esigenze di carattere energetico e abitativo.

02. Ambiente artificiale

Vengono qui individuati i parametri che si riferiscono alle trasformazioni avvenute nell'area presa in esame, alle sue caratteristiche morfologiche e di inquinamento all'interno di un sistema più o meno complesso di relazioni.

Baricentricità

Si può considerare positivamente un'area che sia inserita all'interno di un sistema urbano del quale occupa una posizione centrale. Allo stesso tempo, in condizioni di conflitto armato, potrebbe risultare meno conveniente intervenire su aree centrali, perché figurano come possibili punti di attacco (vicinanza a edifici istituzionali e politici). È opportuno valutare correttamente la scelta di centralità dell'area.

Destinazione d'uso prevista dai piani

Il carattere temporaneo può superare alcuni vincoli derivanti dalle disposizioni dei piani.

Dimensione

La dimensione dell'area deve essere valutata in relazione alle possibilità insediative che essa può garantire, sia in caso di emergenza sia in caso di normalità.

Inquinamento

Rappresenta uno dei criteri più vincolanti per la scelta dell'area e delle sue destinazioni d'uso nel tempo. Si devono individuare aree che possano essere fruite in modo temporaneo, ma, che funzionino permanentemente, con destinazioni anche diverse.

È importante individuare le forme di inquinamento.



Figura 02.34: Emile Ducke, soldato ucraino a Mariupol
Fonte: New York Times



Figura 02.35: Tyler Hicks, Veicoli militari ucraini sul ciglio della strada fuori Severodonetsk
Fonte: New York Times

Reti

Costituiscono il tessuto connettivo dell'area e la loro presenza è quasi sempre un fattore positivo; le reti infatti facilitano l'integrazione dell'area nel tessuto esistente. Ci sono particolari situazioni in cui l'area stessa può divenire punto strategico per una nuova centralità, basata sul recupero ambientale di luoghi emarginati e isolati.

- Rete stradale: si considera prevalentemente positivo tutto ciò che favorisce l'accessibilità all'area; anche se in certi casi una rete stradale troppo sviluppata può causare problemi di inquinamento e in casi estremi (come in caso di guerra) un percorso più facile per i nemici da percorrere, per compiere attacchi (es: collegamenti da Ucraina a Russia)
- Reti di comunicazione: si considera positivamente tutto ciò che favorisce l'accessibilità all'area
- Rete idrica e fognaria: si considera positivamente la vicinanza con le reti idriche e di smaltimento
- Reti elettriche: si considera positivamente la vicinanza a reti elettriche e anche la vicinanza a punti di attacco elettrico (per costruzioni temporanee)

Trattamento della superficie

È importante tenere conto delle trasformazioni della superficie del terreno e di come queste ultime siano compatibili con le esigenze che un nuovo intervento comporta.

Visibilità-Riconoscibilità

Significa possibilità di riconoscere il luogo. Nel nostro caso può essere vista sia come aspetto positivo sia come aspetto negativo. Vista la possibilità di attacchi aerei e da terra, a volte è opportuno che le aree vengano mimetizzate con l'ambiente circostante (o almeno i punti di accesso). In altri casi è fondamentale segnalare la presenza di un luogo in un determinato punto (punti di ritrovo o hub sanitari).

02.5 Tipologie di moduli di emergenza

Durante eventi catastrofici o situazioni di emergenza uno degli obiettivi primari è quello di garantire un luogo in cui rifugiarsi agli sfollati, nell'immediato e successivamente a lungo termine.

I rifugiati, i profughi e le persone vittime di disastri sono individui economicamente, socialmente e talvolta culturalmente differenti tra loro, ma, sopravvissuti di uno stesso dramma. Questo fa sì che le persone siano solidali tra loro.

Per questo, quando si parla di architettura per l'emergenza si prende in considerazione anche un fattore di etica, infatti la solidarietà è spesso il fattore trainante per la risoluzione del problema.

Sin dall'inizio degli anni duemila si sono manifestati una serie di eventi che hanno messo in risalto il termine emergenza; come terremoti, alluvioni, migrazioni, tsunami, attacchi terroristici, guerre e crisi economiche.

Dopo queste situazioni di emergenza si sono sviluppati i primi rifugi. Inizialmente sono state utilizzate semplicemente delle tende fino ad arrivare alla realizzazione di spazi aventi permanenza stabile.

Esistono diverse tipologie di strutture di emergenza in base alla loro destinazione d'uso, come le strutture ideate per l'abitare, quelle per il primo soccorso, per il rifornimento, per lo svago oppure per l'istruzione; solitamente queste strutture sono caratterizzate da un ciclo di vita, che può variare a seconda del tipo di materiali, di funzione e di tempo di utilizzo. Solitamente le prime fasi del ciclo di vita sono uguali per tutte le strutture.

Nelle pagine seguenti riportiamo alcuni esempi di strutture d'emergenza.

Il ciclo di vita generale dei moduli d'emergenza

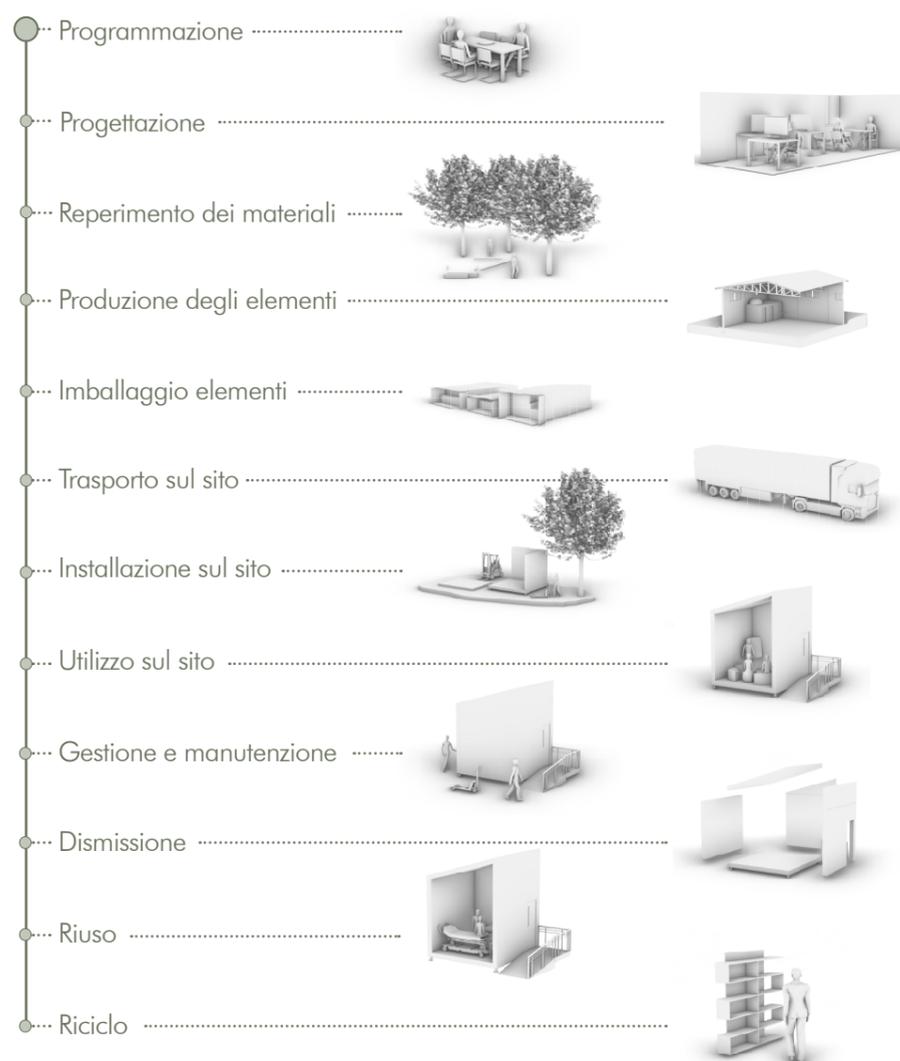


Figura 02.36: Ciclo di vita dei moduli di emergenza

Paper Log Houses

Le *Paper Log Houses* sono delle abitazioni di emergenza ideate dall'architetto Shigeru Ban, considerato uno dei più grandi innovatori in questo campo.

Ban ha realizzato progetti innovativi con materiali come il cartone riciclato ma, che allo stesso tempo fossero in grado di resistere ad acqua e fuoco.

La missione dell'architetto è quella di dimostrare che la carta è un materiale da costruzione utilizzabile al pari di acciaio o calcestruzzo.

L'approccio di Ban è quello di rispondere alla complessità delle situazioni post-catastrofe con una metodologia semplice ed economica.

Un'applicazione è situata a Kobe, in Giappone, costruita successivamente al terremoto che devastò la città nel 1995.

La cosiddetta casa dei tronchi oltre ad essere costruita in modo sostenibile con elementi presenti in natura, può essere assemblata in soli due giorni da poche persone, inoltre, data la struttura semplicistica può essere costruita da manodopera non qualificata.



Figura 02.37: Paper Log House - Kobe (Giappone)
Fonte: Focus Architettura

Tende, strutture gonfiabili e pneumatiche

Le tende sono delle strutture solitamente in tessuto impermeabilizzato, sorrette da pali in alluminio o in materiale plastico che vengono fissati al terreno per evitarne gli spostamenti.

Sono una delle tipologie più utilizzate per far fronte all'emergenza nel breve periodo in quanto sono facili e veloci da montare.

La loro struttura è autoportante ed è costituita da elementi modulari che permettono di avere uno spazio interno flessibile, a seconda della quantità di persone o di oggetti da contenere.

Le tende sono facili di facile reperimento e hanno dei costi economici ridotti.

Esse hanno anche un basso costo di manutenzione e sono di facile smontaggio permettendo il rapido riposizionamento in magazzini durante il periodo di inutilizzo.

Questa tipologia ha lo svantaggio di essere molto instabile all'azione del vento, inoltre, presenta uno spazio ridotto e non consono per l'abitabilità nel lungo periodo.

Le strutture gonfiabili sono utilizzate per grandi e improvvisi casi di emergenza. Possono essere utilizzate principalmente come ospedali da campo, aree rifornimenti, per uso militare e per la protezione civile.

Possono avere una struttura ad archi in resina rinforzata, dove i diversi archi sono indipendenti tra loro e sono collegati ad una tela impermeabile.

Le strutture pneumatiche sono più grandi, solitamente hanno un'ampiezza di circa 60 m² e sono alte fino ai 3 m. La tenda pneumatica ha tempi di installazione rapidi, in circa 30 minuti è pronta per l'utilizzo.

Questi tre sistemi non richiedono grandi mezzi di trasporto, poiché una volta ripiegati su stessi occupano pochissimo spazio.

Sono soluzioni adatte solo nel breve periodo in quanto permettono il riparo dagli agenti atmosferici, ma, non avendo isolamento termico, la permanenza nel lungo periodo, soprattutto durante i mesi con le temperature più basse risulta essere davvero complicata.

Container

I container ad oggi vengono usati per scopi abitativi e per situazioni di emergenza. Essi vengono assemblati in fabbrica, per questo motivo hanno costi e difficoltà di trasporto maggiori rispetto alle tende.

Sono costituiti da telai in acciaio con all'interno dei pannelli sandwich autoportanti. Solitamente, nella parete è posto un pannello in lana di roccia che ha la funzione di isolare termicamente, per questo motivo i container possono essere utilizzati anche nel lungo periodo.

Tra i tanti vantaggi i container sono facili e veloci da assemblare e in caso di non utilizzo possono essere smontati con estrema facilità.



Figura 02.38: Container CURA
Fonte: Carlo Ratti Associati

Sistemi prefabbricati

I sistemi prefabbricati ad uso emergenziale sono edifici che vengono prefabbricati in toto o nelle sue parti per poi essere assemblati in sito.

I principali materiali in cui sono realizzati sono il legno e l'acciaio.

Questo tipo di sistema offre la possibilità di realizzare edifici che possono essere utilizzati per lunghi periodi offrendo la possibilità di diventare interventi permanenti.

I sistemi prefabbricati vengono spesso utilizzati nelle emergenze sul fronte ospedaliero, in quanto essendo versatili e in grado di ospitare gli impianti riescono a garantire un aiuto alle persone in difficoltà.

In queste strutture si possono installare vari macchinari adatti per le operazioni di pronto soccorso e di urgenza, una volta terminato l'utilizzo le strutture possono essere smontate e reinstallate in tempi rapidi in altri siti.



Figura 02.39: Ospedali prefabbricati
Fonte: Medical Lab System

Edifici strategici

Gli edifici strategici sono degli edifici in tutto o in parte ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo, sale operative, strutture ed impianti di trasmissione, banche dati, strutture di supporto logistico per il personale operativo (alloggiamento e vettovagliamento), strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile (stoccaggio, movimentazione, trasporto), strutture per l'assistenza e l'informazione alla popolazione, strutture e presidi ospedalieri, il cui utilizzo abbia luogo da parte di alcuni soggetti istituzionali come le forze armate, le forze di polizia, la croce rossa e i vigili del fuoco. Queste architetture possono essere composte da più unità strutturali e assumono un ruolo fondamentale durante gli eventi sismici per la Protezione Civile.¹

Gli edifici che assumono rilevanza fondamentale in relazione ad un eventuale collasso sono:

- Gli edifici pubblici o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane
- Le strutture il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali
- Gli edifici il cui collasso può determinare danni significativi al patrimonio storico, artistico e culturale
- Sedi degli Enti pubblici e sedi adibite a funzione pubblica di dimensioni significative e soggette a rilevante accesso di pubblico
- Asili nido, scuole di ogni ordine e grado, sedi universitarie, accademie, conservatori, collocati in edifici ad uso esclusivo, compresi i locali adibiti a mensa, le palestre e le case dello studente annessi²
- Edifici di ospedali regionali, pubblici e privati accreditati, ospitanti servizi non essenziali ai fini dell'emergenza, quali case di riposo, case di cura e orfanotrofi

- Edifici per il culto con superficie utile maggiore di 200 metri quadrati ed opere in elevazione di pertinenza
- Sale ad uso pubblico, quali auditorium, teatri, sale multimediali, centri sociali e socio-assistenziali e sale polifunzionali, con capienza utile superiore a cento unità
- Ricreatori, oratori ed edifici assimilabili per funzione con capienza utile superiore a cento unità
- Impianti destinati al pubblico adibiti ad attività sportive quali stadi e palazzetti dello sport, comprese opere ed infrastrutture connesse, quali parcheggi in struttura
- Discoteche, sale da gioco e simili con capienza utile superiore a cento unità
- Centri commerciali, grandi magazzini, mercati coperti, fiere stabili, di superficie superiore a 5000 metri quadrati
- Palazzi di giustizia
- Carceri
- Impianti termoelettrici, industrie con attività pericolose per l'ambiente (es. materie tossiche, prodotti radioattivi, chimici o biologici potenzialmente inquinanti, ecc.)
- Edifici industriali in cui è prevista una presenza contemporanea media superiore a cento unità
- Silos di significative dimensioni e industrie rilevanti in relazione alla pericolosità degli impianti di produzione, lavorazione, stoccaggio di prodotti insalubri o pericolosi³

¹ Presidenza del Consiglio dei Ministri dipartimento della Protezione Civile decreto 21 ottobre 2003

² Decreto del Presidente della Regione 27 luglio 2011, n. 0176/Pres.

³ Decreto del Presidente della Regione 27 luglio 2011, n. 0176/Pres.

03

NEUROSCIENZA E TRAUMA ARCHITECTURE

03.1 COSA SONO LE NEUROSCIENZE

03.2 RAPPORTO TRA ARCHITETTURA E NEUROSCIENZE

03.3 TRAUMA ARCHITECTURE



03.1 Cosa sono le neuroscienze

Esistono diverse discipline che studiano il rapporto e l'interazione tra uomo e architettura.

Una di queste è la "psicologia architettonica", che studia come l'ambiente influenza il comportamento e la mente umana, ma, anche come gli esseri umani tendono a modificare lo spazio che gli circonda e in cui vivono.

Esiste poi la psicologia ambientale che mira allo studio dell'interazione tra ambiente e individui.

Un'ultima disciplina, che tocca il tema del rapporto tra uomo e mondo che lo circonda, è la fenomenologia della percezione.

Relativamente più recente è il campo di studi che prevede la collaborazione dell'architettura con le neuroscienze.

Le neuroscienze sono l'insieme delle discipline che studiano il cervello e più in generale il sistema nervoso.

La definizione che si può trovare sul dizionario di Medicina Treccani (2010) è la seguente: "insieme delle discipline che studiano le basi biologiche della mente e del comportamento, analizzando in particolare i vari aspetti morfo-funzionali del sistema nervoso. Le funzioni mentali e psichiche che vengono analizzate dalle neuroscienze sono l'attenzione, la sensazione, la percezione, il sonno, la memoria, l'apprendimento, le emozioni, ecc. A questi studi concorrono, partendo da angolazioni concettuali anche molto diverse, la neurofisiologia, la neurofarmacologia, la biochimica con lo studio delle sostanze che costituiscono la comunicazione nervosa (per esempio i neurotrasmettitori), la biologia cellulare con lo studio delle cellule nervose, le tecniche di neuro-radiologia, la psicologia cognitiva, gli studi di intelligenza artificiale."

La forma plurale del termine si deve al complesso di discipline presenti all'interno del gruppo di ricerca, che hanno dato un apporto significativo, e che contribuiscono tutt'oggi, allo sviluppo di questa scienza.

Per quanto riguarda l'ascesa di questa disciplina, la necessità di convergenza tra architetti e neuroscienziati è stata menzionata per la prima volta nel 2003 in un'intervista con Eberhard e Gage.

In quell'anno nasce la prima organizzazione accademica incentrata sulla neuro-architettura, l'Accademia di Neuroscienze per l'Architettura.

Questo campo pionieristico inaugura una nuova era di innovazione architettonica, incorporando le intuizioni delle neuroscienze nel tessuto della teoria e della pratica architettonica.

Attraverso questa sintesi, gli architetti non solo ridefiniscono lo spazio fisico, ma, potenziano anche il modo in cui gli esseri umani vivono e interagiscono con il loro ambiente.

Radicate in una linea di indagine scientifica che risale a secoli fa, le neuroscienze moderne sono cresciute in un dominio multidisciplinare alimentato da tecnologie all'avanguardia, come la risonanza magnetica funzionale (fMRI), l'elettroencefalografia (EEG) e l'optogenetica.

Questi strumenti offrono finestre sulla dinamica danza dell'attività neurale, consentendo ai ricercatori di scrutare le intricate operazioni interne del cervello con una chiarezza senza precedenti.

I pilastri fondamentali delle neuroscienze includono lo studio cellulare e molecolare dei neuroni, esplorando come queste entità microscopiche comunicano attraverso intricati segnali elettrochimici.

Questo viene completato dallo studio delle reti neurali e dei circuiti, investigando come diverse regioni cerebrali collaborino per elaborare informazioni, formare percezioni e guidare comportamenti.

Nel grande intreccio della conoscenza, le neuroscienze sono un filo che si snoda attraverso la nostra comprensione di ciò che significa essere umani. Con la sua miscela intricata di rigore scientifico e indagine filosofica, le neuroscienze testimoniano la sete insaziabile dell'umanità di comprendere l'enigma della mente e la sua interazione con il mondo fisico.

Come possiamo progettare gli spazi affinché la nostra vita migliori?

Duemila anni fa, l'architetto romano Vitruvio evidenziò la bellezza come una delle tre dimensioni fondamentali del *design* architettonico. La sua fondamentale triade vitruviana illustrava che un edificio deve essere forte e strutturalmente stabile (*Firmitas*), soddisfare le esigenze funzionali dei suoi occupanti (*Utilitas*) e fare appello alla loro sensibilità estetica (*Venustas*), (*Vitruvius Pollio, Morgan, & Warren, 1914*). Le culture di tutto il mondo hanno considerato l'esperienza estetica come una considerazione vitale nella costruzione umana.

Negli ultimi decenni, tuttavia,, si è assistito a un'ondata di interesse per l'esperienza dell'ambiente costruito.

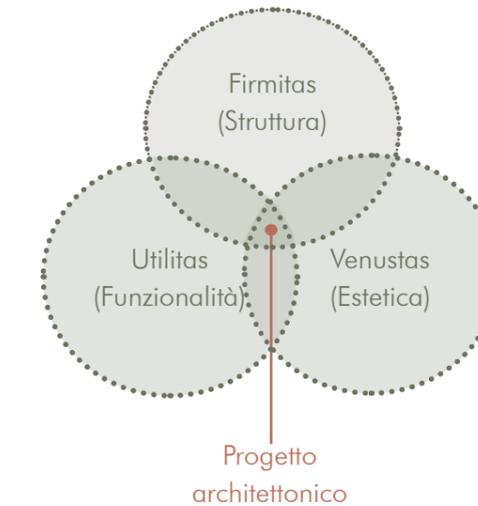


Figura 03.1: La triade vitruviana

Oggi, molte persone trascorrono più del 90% della loro vita negli edifici (*Evans & McCoy, 1998*). Gli studi indicano che le qualità estetiche dell'architettura hanno un impatto sul nostro umore, sul funzionamento cognitivo, sul comportamento e persino sulla salute mentale (*Adams, 2014; Cooper, Burton, & Cooper, 2014; Hartig, 2008; Joye, 2007*).

L'influenza che lo spazio architettonico esercita sulle persone è un dato di fatto conosciuto ed indagato da sempre; la salute umana è indissolubilmente legata alla progettazione dell'ambiente costruito.

L'obiettivo di questo nostro studio è quello di esplorare il mondo dell'architettura nel terreno di incontro tra due discipline, la progettazione ed il rigoroso sapere neuroscientifico.

Essendo un campo relativamente nuovo e ad oggi poco esplorato, questa analisi vuole essere un punto di partenza a continuare la ricerca su queste tematiche.

La collaborazione interdisciplinare che andremo ad affrontare va ad influire sulla pratica architettonica, permettendo di ampliare la consapevolezza e la conoscenza sulla fruizione degli spazi.¹

Partendo dal presupposto che ogni luogo inevitabilmente provoca delle reazioni e ci condiziona, modificando il nostro modo di agire.

L'obiettivo è quello di determinare le reazioni emozionali e comportamentali e come si può progettare per ridurre il livello di stress dell'individuo.

¹ Ioana Beatrice Iacob, "Spazi sensibili" Museografia e neuroscienze, 2021

03.2 Rapporto tra architettura e neuroscienza

Un crescente interesse per l'intersezione tra neuroscienze e architettura promette di offrire spunti di ispirazione nella progettazione degli spazi.

L'obiettivo di tali approcci interdisciplinari all'architettura è quello di motivare la costruzione di ambienti che contribuirebbero allo sviluppo del comportamento, della salute e del benessere delle persone.

L'ambiente costruito influenza le nostre percezioni, le nostre emozioni, le nostre capacità di interazione, i nostri sogni e le nostre personalità. Tutti questi processi - di cui gli architetti intuiscono i meccanismi - trovano il loro substrato ultimo nel nostro sistema nervoso.¹

Le neuroscienze legano la nostra esperienza quotidiana alle percezioni multisensoriali e studiano le emozioni trasmesse, le empatie e i comportamenti complessi.

Qual è il motivo per cui figure simmetriche risultano piacevoli, qual è il meccanismo che ci rende estasiati di fronte ad una volta decorata, come mai una certa tonalità di luce ci rende più propensi a socializzare oppure ad isolarci?

Molte sono le domande di interesse architettonico a cui le neuroscienze cominciano a dare risposta, ma, tante ancora sono quelle a cui bisogna dare una spiegazione.²

Parlando di architettura, questa disciplina è stata da sempre considerata tesa a rendere la vita degli individui più confortevole, rispondendo alle loro esigenze.

La sua utilità ha rappresentato la caratteristica essenziale, ma, con il tempo essendo aumentate le speculazioni sul tema si è deciso di soddisfare pretese più complesse, di tipo "spirituale", oltre che fisiche e di semplice dimora.

Al centro dei principi della Neuroscienza nell'Architettura c'è il concetto di creare spazi ricchi di sensorialità.

Comprendendo l'interazione tra l'input sensoriale e l'elaborazione neurale, gli architetti possono creare esperienze che soddisfino i sensi umani in modo armonioso.

Questo approccio riconosce che le texture, i suoni e gli aromi modellano profondamente la nostra percezione di uno spazio.

La scelta dei materiali basata sulle qualità tattili, l'integrazione di paesaggi sonori rilassanti e persino l'infusione di spazi con profumi naturali, sono strategie impiegate per progettare ambienti che favoriscono il relax, la concentrazione o la creatività, a seconda dell'uso previsto dello spazio.

Inoltre, un pilastro della Neuroscienza nell'Architettura è il concetto di *biophilic design*, radicato nell'affinità innata dell'essere umano per la natura.

Ricerche approfondite sottolineano l'impatto positivo dell'esposizione ad elementi naturali come piante, elementi d'acqua e materiali organici sulla salute mentale e sulle funzioni cognitive.

La progettazione biofilia cerca di integrare in modo fluido questi elementi negli ambienti costruiti, promuovendo una relazione simbiotica tra gli occupanti e l'ambiente circostante.

Tuning Architecture with Humans

Il Politecnico di Milano, durante la *Milano Arch Week*, ha offerto una vasta gamma di presentazioni legate ai grandi temi dell'architettura e ha lasciato "uno spazio sul palco" al sempre più ricercato tema: *rapporto tra architettura e neuroscienza*.



Figura 03.2: Alice Ghezzi, Discussione "Tuning Architecture with Humans" - Politecnico di Milano

Grazie all'interesse mostrato per il nostro lavoro dal Prof. **Davide Ruzzon** (responsabile scientifico del master NAAD all'Università IUAV di Venezia), durante il pomeriggio di giovedì 8 giugno 2023, siamo state invitate a prendere ascolto alla conferenza "Tuning Architecture with Humans" all'interno del Patio dell'edificio della facoltà di Architettura di Milano Leonardo.

A discutere del libro, da cui prende il nome la conferenza, il responsabile scientifico del master NAAD e il neuroscienziato italiano **Vittorio Gallese**.

Come mediatore della discussione tra i due esperti la Professoressa **Katja Accossato**. Durante questo evento abbiamo compreso dal neuroscienziato V. Gallese come secondo lui l'architettura stia perdendo legami con l'umanità e quanto sia importante lavorare con le neuroscienze per riprendere questo legame.

L'esterocezione (impatto che la realtà ha sul corpo) e l'enterocezione (quello che avviene all'interno del nostro corpo quando facciamo esperienza nel mondo) sono alla base del rapporto tra architettura e neuroscienza e bisogna sempre tenere presente che il cervello mappa lo spazio in maniera diversa a seconda della vicinanza o lontananza dell'individuo da un punto.

Lo "spazio peri personale" è quella porzione di spazio più vicina al corpo ed ha una fondamentale importanza nella nostra vita quotidiana, perché è all'interno di questa porzione di spazio che possiamo interagire con gli oggetti e le persone che ci circondano, così come difenderci da imminenti pericoli.³

È da tenere in considerazione il fatto che partendo dal movimento del corpo nello spazio si possano creare "metafore" in architettura, che hanno un'importanza fondamentale, così ci dice V. Gallese.

Inoltre, noi esseri umani, muovendoci in un certo modo modifichiamo lo spazio, lo trasformiamo e creiamo memorie all'interno di quest'ultimo. Risulta quindi molto importante capire che l'architettura è il consolidamento di molti "pattern", ognuno dei quali conserva in sé una "memoria" e per creare memorie positive è necessario stabilizzare delle relazioni all'interno di uno spazio.

Le caratteristiche dell'interazione del genere umano con l'ambiente naturale hanno, nel corso dell'evoluzione, consolidato lentamente specifici modelli di comportamento.

Come progettisti dobbiamo essere in grado di rispettare le aspettative degli utenti e per far ciò non dobbiamo dimenticarci di come il nostro organismo reagisce all'interazione con lo spazio che lo circonda.

¹ Neocognita, *Architettura e neuroscienze*, 2014
² ibidem

³ Anche i neonati percepiscono lo spazio peripersonale, Università di Padova, 28 giugno 2019, <https://ilbolive.unipd.it/it/news/anche-neonati-percepiscono-spazio-peripersonale>

The Shapes of Human Expectations

Ragionare su una progettazione che mettesse in relazione architettura e neuroscienza è stata una nostra volontà fin dall'inizio del nostro percorso di tesi. In questo particolare contesto di curiosità intellettuale e innovazione, è stato allestito il "palcoscenico" per la partecipazione a una conferenza di neuroscienza-architettura, "The shapes of Human Expectations", giovedì 13 luglio 2023. Quest'ultima organizzata dall'Prof. **Davide Ruzzon** dell'Università IUAV di Venezia (responsabile scientifico del master NAAD), con la partecipazione di **Alberto Preato** (architetto e urban planner - UNHABITAT), **Michael Vrijhof** (architetto - Office for the New Earth) e **Chiara Ionio** (Psicologa e professoressa all'Università Cattolica del Sacro Cuore).

Questo imminente coinvolgimento ci ha offerto un'opportunità unica per poterci immergere nel mondo neuroscientifico. La convergenza di esperti, ricercatori e appassionati ha forgiato senza dubbio una piattaforma dinamica in cui le idee si sono incontrate, le prospettive sono state diverse e la trama della comprensione neurologica è stata sviluppata attraverso nuovi spunti.

Nell'incubatrice di un progetto di architettura di emergenza, dove ogni decisione porta con sé il peso dell'impatto sulla sicurezza, la funzionalità e il benessere psicologico, la guida degli esperti diventa inestimabile.

Gli architetti portano con sé la loro ingegnosità spaziale, la comprensione dell'integrità strutturale e la sensibilità estetica.

Gli esperti in campo neuroscientifico offrono intuizioni su come il *design* ambientale influenzi il comportamento e la cognizione umana.

Gli psicologi contribuiscono con la loro comprensione delle reazioni umane allo stress e al trauma.

In questa convergenza di expertise, si crea una traccia completa per la comprensione di un'architettura di emergenza efficace.

Gli architetti, con la loro maestria nelle disposizioni spaziali e nelle scelte dei materiali, svolgono un ruolo cruciale nel plasmare spazi che ottimizzano la funzionalità e la circolazione. La loro esperienza garantisce che le strutture di

emergenza siano progettate ergonomicamente, consentendo un movimento e una coordinazione efficienti durante momenti critici. Inoltre, la bravura estetica degli architetti garantisce che questi spazi, sebbene progettati rapidamente, non compromettano l'appeal visivo e l'armonia.

Gli esperti neuroscienziati, armati di intuizioni sulle risposte del cervello agli stimoli ambientali, guidano il processo di progettazione con il potenziale per attenuare il panico e l'ansia.

La loro conoscenza orienta le decisioni legate all'illuminazione, agli schemi cromatici e all'organizzazione spaziale, creando ambienti che favoriscono un senso di calma e di controllo.

Comprendendo come il cervello elabora lo stress durante le emergenze, gli architetti possono curare spazi che aiutano a mantenere la razionalità e una decisione rapida.

Gli psicologi, attenti al tributo psicologico delle emergenze, contribuiscono con la loro esperienza a creare spazi che promuovono il benessere emotivo.

Attraverso una progettazione attenta, l'architettura può fornire aree di riposo, privacy e persino di soccorso psicologico.

Integrando la loro conoscenza della cura sensibile al trauma, gli psicologi garantiscono che l'ambiente costruito sia sensibile alle esigenze delle persone colpite, contribuendo al processo di guarigione.

Grazie all'intervento di Alberto Preato abbiamo compreso quanto, secondo UNHABITAT, sia importante ragionare su un *design* adattabile e sostenibile, tenendo conto dell'adattamento e delle transizioni che avvengono durante le situazioni di emergenza. È importante per l'oratore sottolineare quanto la progettazione di rifugi sia un processo e non solo un prodotto finale; un processo che ha un impatto sociale e che può trasformare la crisi in una nuova opportunità.

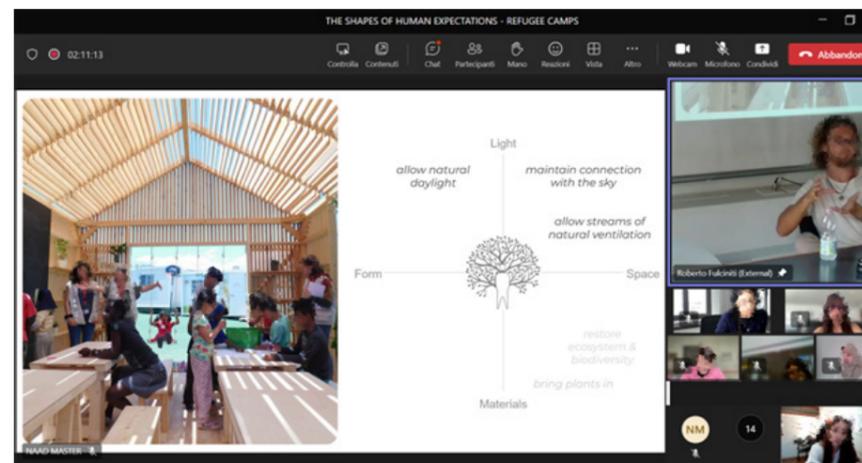


Figura 03.3: Alice Ghezzi, Michael Vrijhof durante la Conferenza "The Shapes of Human Expectations" - NAAD



Figura 03.4: Alice Ghezzi, Tavolo di discussione durante la Conferenza "The Shapes of Human Expectations" - NAAD

Chiara Ionio ci ha fatto riflettere parlando dell'importanza di comprendere il trauma e l'impatto che ha sulle persone. Con un solo proverbio, molto esemplificativo, abbiamo compreso quanto sia rilevante ragionare sui grandi effetti che può comportare anche un solo evento traumatico.

*“Una volta che sei stato morso da un serpente,
hai paura anche di un pezzo di corda”*
(Proverbio cinese)

Michael Vrijhof è stato in grado di farci immergere in un'esperienza fisica e psicologica durante la sua presentazione partecipata.

Ci ha introdotto a numerosi argomenti, tra cui l'importanza della percezione dello spazio interno attraverso l'altezza dei soffitti, l'effetto benefico che hanno i materiali naturali, come il legno, sulle persone e la biofilia.

Nel complicato gioco di collaborazione tra architetti, esperti neuroscienziati e psicologi, la realizzazione di architetture di emergenza diventa un impegno in cui funzionalità, esperienza umana e supporto psicologico si intrecciano senza soluzione di continuità.

Siamo state onorate di aver preso parte ad una convergenza di menti che cerca di svelare l'enigma del cervello e le sue affascinanti complessità.

La relazione tra neuroscienza e architettura segna un cambiamento di paradigma nella nostra comprensione degli spazi che abitiamo.

Oltre all'estetica e alla funzione, gli architetti sono ora dotati di intuizioni scientifiche che consentono loro di creare ambienti che risuonano profondamente con l'esperienza umana.

Con l'avanzare della ricerca e l'approfondirsi delle conoscenze, il futuro promette un emozionante era architettonica che si armonizza splendidamente con la nostra mente.

03.3 Trauma architecture

Cos'è il Trauma?

“In quanto rottura di un equilibrio, il trauma si incontra ampiamente nell'esistenza umana.

Nel corpo si hanno ferite nei tessuti molli e fratture nelle parti solide.

Anche in senso psichico un trauma può metaforicamente generare “ferite” e “fratture” delle condizioni di equilibrio mentale dell'individuo, con rottura della capacità di discriminare e di filtrare gli stimoli della realtà e con la conseguente invasione della mente da parte di stimoli molto più forti di quanto si possa sopportare.

Una prolungata situazione traumatica può generare grave difficoltà nei rapporti interpersonali, specie quando siano in gioco intimità e richieste di sintonizzazione affettiva.

Da ciò derivano cambiamenti massicci del funzionamento mentale, rottura di credenze consolidate sulla prevedibilità del mondo e di una organizzazione difensiva stabile, perdita della fiducia nella bontà delle proprie rappresentazioni del mondo esterno e interno.

Emergono angosce violente, collegate con l'evento esterno e con i vissuti interni, e credenze paranoiche.

Si ha sconvolgimento delle difese esistenti contro l'angoscia e conferma di angosce universali profonde.

I traumi possono determinare disturbi specifici, come il disturbo posttraumatico da stress, e sintomi generici, come l'ansia e l'insonnia, ed essere uno dei fattori causali di diversi tipi di patologia psichiatrica anche grave.”⁵

Lo stress dell'attuale pandemia di COVID-19, il dolore e l'indignazione derivanti dai continui disordini politici (guerre) e dalle tensioni razziali stanno aumentando il numero di persone che subiscono traumi. Queste situazioni stanno creando un'ondata collettiva di sintomi legati al trauma con un numero crescente di persone che riferiscono ogni giorno sentimenti di paura, ansia e isolamento.

⁵ A. Pazzagli, *Trauma psichico*, Enciclopedia Treccani, Dizionario di Medicina (2010), https://www.treccani.it/enciclopedia/trauma-psichico_%28Dizionario-di-Medicina%29/

Cosa si intende per evento traumatico?

- Eventi fuori dalla consueta esperienza umana (eventi di elevata magnitudo)
- Esperienze relativamente comuni (eventi di bassa magnitudo), percepite come situazioni semplicemente difficili, dolorose, angoscianti e stressanti, viste tuttavia, come estremamente pericolose

Come spiegato dalla Psicologa Chiara Ionio, l'evento traumatico, a seconda che si verifichi in modo unico e inaspettato, può avere un carattere più o meno grave e un impatto più o meno grosso sullo sviluppo di sintomi post-traumatici.

Persone di ogni genere, cultura, comunità, professione, età possono vivere un'esperienza traumatica.

Dal punto di vista neuroscientifico, in una situazione di stress, l'amigdala avverte la minaccia e si mette in moto “l'allarme”, il cervello pensante successivamente valuta la situazione e il cervello emotivo attiva la risposta alla minaccia. Il cervello pensante aiuta a spegnere l'allarme e ci aiuta a calmarci.

Un'esperienza diventa traumatica quando travolge il nostro sistema di risposta allo stress. Il cervello emotivo continua a suonare l'allarme e a inviare messaggi per reagire, anche dopo che la minaccia è passata.

Ogni individuo può reagire diversamente al trauma, diventando resiliente, procedendo con un processo di recupero e crescendo spiritualmente a seguito dell'evento traumatico; oppure, dall'altra parte possono esserci situazioni in cui il disagio persista o ci sia un forte declino della persona (fisico e psicologico).

Cos'è il Trauma informed Design (TiD)?

TiD è un nuovo concetto che non ha ancora raggiunto una definizione unificata.

Lo definiamo come un processo di progettazione per l'ambiente costruito basato sui principi di assistenza informata sul trauma.

Tutte le decisioni sull'ambiente fisico devono essere filtrate attraverso le lenti sovrapposte di psicologia, neuroscienze, fisiologia e fattori culturali.

L'intento è quello di creare spazi dal design unico in cui tutti gli utenti provino un senso di sicurezza (sia reale che percepito), rispetto, connessione e comunità, controllo, dignità e gioia.

Ogni ambiente TiD dovrebbe mirare a soddisfare in modo specifico le esigenze uniche degli utenti previsti, riconoscendo che alcuni elementi di progettazione utili e curativi possono apparire diversi per popolazioni diverse (Harte & Roche).

Le esperienze traumatiche minacciano la sicurezza e la sopravvivenza di un individuo, il che è parecchio rilevante, soprattutto perché il World Mental Health Survey ha rilevato che il 70.4% della popolazione mondiale ha vissuto un evento traumatico nel corso della propria vita.

È per questo motivo che la nuova area di interesse della progettazione informata sul trauma, ha come obiettivo la progettazione dell'ambiente costruito per supportare il benessere e migliorare gli impatti fisici, psicologici ed emotivi del trauma.

Il *design* informato sul trauma riguarda l'integrazione dei principi dell'assistenza informata sul trauma nel *design*, con l'obiettivo di creare spazi fisici che promuovano la sicurezza, il benessere e la guarigione.

Trauma informed Design Framework

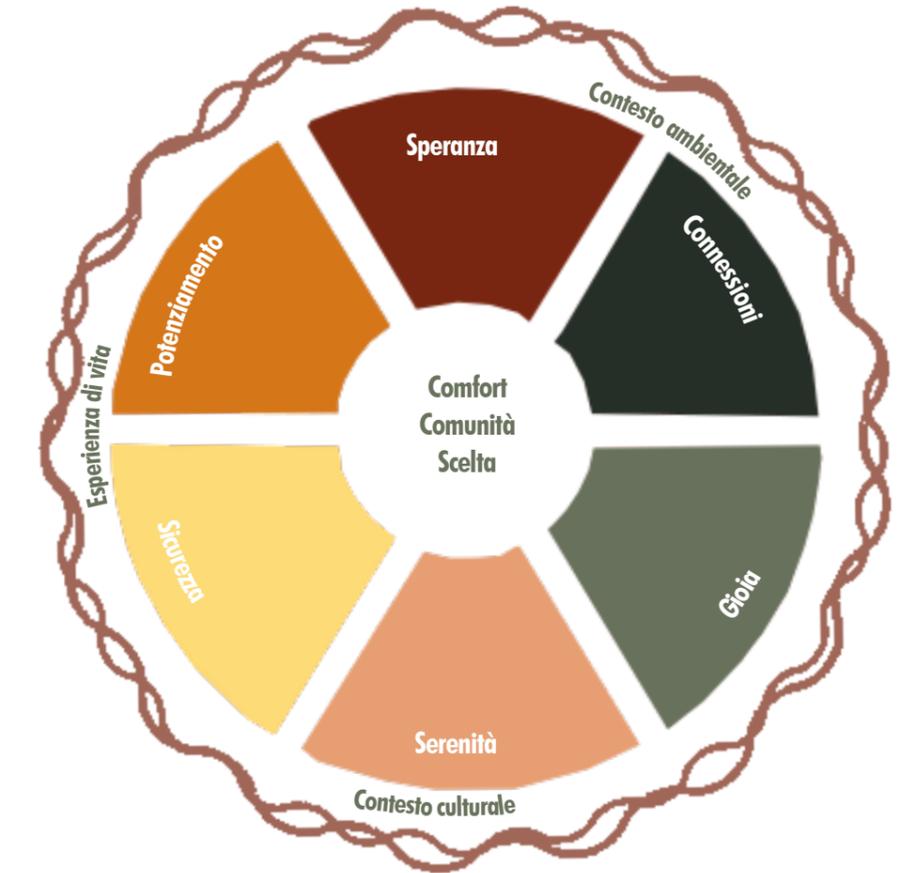


Figura 03.5: Trauma-informed Design Framework “Designing for Healing Dignity and Joy (2020). Shopworks Architecture Group, 14 Engineering & University of Denver Center for Housing and Homelessness Research”

La prima serie esplicita di principi del *Trauma Informed Design* è stata sviluppata nel 2018 dal *Committee on Temporary Shelter* e mirano alla progettazione di ambienti per le persone che hanno vissuto senza un tetto sulla testa a lungo termine.

I criteri chiave includono:

- Ridurre o eliminare gli stimoli avversi noti
- Ridurre o eliminare i fattori di stress ambientale
- Coinvolgere attivamente l'individuo in un ambiente dinamico e multisensoriale
- Fornire modi per l'individuo di dimostrare la propria autosufficienza
- Fornire e promuovere la connessione con il mondo naturale
- Separare l'individuo da altri che potrebbero trovarsi in difficoltà
- Rafforzare il senso di identità personale dell'individuo
- Promuovere l'opportunità di scelta bilanciando le esigenze del programma e la sicurezza e il comfort della maggioranza

Altri criteri e linee guida ampliati, come quelli sviluppati dall'organizzazione senza scopo di lucro *Design resources for Homelessness*, includono una maggiore enfasi sulla sicurezza, il comfort, la privacy e la connessione sociale.

Tuttavia, la ricerca sulla progettazione dell'ambiente costruito è vincolata sia dalla sua posizione di campo di indagine accademica relativamente nuovo, sia dall'ampia gamma di variabili che non possono essere prontamente "controllate".

Pertanto, gli studi sono in gran parte qualitativi e trasversali e molto vari in termini di portata, metodo, popolazioni e contesti.

Linee guida per la progettazione degli spazi

- **Pensare alle forme:** Alcuni studi hanno indagato la relazione tra forma architettonica ed emozione (Bar e Neta, 2006; Madani Nejad, 2007; Shemesh et al., 2017). Alcuni di questi cercavano di definire le linee curve con aggettivi come "sereno", "aggraziato" e "tenero-sentimentale", e descrivevano gli angoli come "robusti", "vigorosi" e "un po' più dignitosi" (Lundholm, 1921; Poffenberger e Barrows, 1924; Hevner, 1935). Roelfsema et al. (1999) ha concluso che avere troppe forme curve potrebbe causare stress. Simmetria e motivi morbidi possono creare un senso di sicurezza e radicamento. Le geometrie rettilinee hanno punti focali e forniscono viste diverse da diverse prospettive, le curve rappresentano forme continue e hanno viste simili da diverse prospettive.
- **Ragionare sulla luce:** La luce è un elemento integrante dell'architettura, poiché funge sia da necessità funzionale che da potente strumento di progettazione. La sua importanza, talvolta sottovalutata, è in realtà di fondamentale importanza, poiché modella il modo in cui sperimentiamo e interagiamo con gli spazi costruiti. Dalle antiche civiltà alle meraviglie architettoniche contemporanee, la manipolazione della luce è stata una forza trainante dietro la realizzazione di strutture iconiche che testimoniano l'ingegno umano. Il significato della luce in architettura va oltre la semplice illuminazione. Svolge un ruolo fondamentale nel creare l'atmosfera, migliorare la percezione spaziale e stabilire una connessione tra gli occupanti e l'ambiente circostante. La luce naturale fa apparire le stanze meno affollate e livelli di illuminazione inferiori mitigano l'affollamento percepito e lo stress e il disagio che ne derivano.
- **Creare interesse visivo con dettagli ma, senza sovraffollamento:** una giusta quantità di oggetti, simmetria e regolarità nella loro disposizione allevia lo stress e favorisce il benessere.

- **Pensare ai materiali:** I materiali architettonici esercitano un'influenza profonda che va oltre i livelli tattili e visivi. La loro selezione plasma non solo l'estetica, ma, anche la funzionalità, la durabilità e la risonanza emotiva degli spazi. La sinergia tra materiali e *design* è molto delicata, dove la scelta di ogni materiale conferisce un'identità e un carattere unici alla struttura.

Il legno, con le sue tonalità calde e le texture naturali, evoca un senso di comfort e connessione con la natura, come evidenziato nel *Wood Innovation Design Centre* in Canada, progettato da *MGA Architecture*. In contrasto, le superfici lisce e riflettenti del vetro e dell'acciaio, come si vede nei grattacieli come il Burj Khalifa, simboleggiano la modernità e l'innovazione.

Le qualità tattili dei materiali risuonano con i sensi umani, migliorando l'esperienza sensoriale dell'architettura. Uno studio di *Yannas et al. (2007)* sottolinea l'importanza delle interazioni tattili con i materiali, specialmente per i non vedenti, dove le texture forniscono indicazioni sull'ambiente.

L'impatto ecologico dei materiali non può essere sottovalutato. Le scelte sostenibili, come il legno riciclato e i metalli rigenerati, si allineano ai principi della custodia ambientale.

- **Pensare alla disposizione dei mobili:** i mobili dovrebbero essere durevoli e facili da pulire, e la loro disposizione dovrebbe migliorare la sicurezza e promuovere un rapporto positivo.

Layout aperti con posti a sedere strategicamente posizionati favoriscono la comunicazione e la collaborazione, mentre aree isolate possono offrire privacy e ambienti di lavoro focalizzati. Inoltre, i principi del *design biophilic*, esplorati da *Kellert et al. (2008)*, sottolineano l'influenza positiva dell'integrazione di elementi di *design* ispirati alla natura negli spazi interni.

- **Ragionare sui colori:** i colori, parte integrante dello spettro visivo, svolgono un ruolo cruciale nel *design* architettonico influenzando profondamente la percezione umana, le emozioni e il benessere complessivo all'interno di uno spazio.

L'uso strategico dei colori non è solo una questione estetica; può plasmare

significativamente l'esperienza psicologica e l'interazione degli individui con il proprio ambiente.

I colori hanno la notevole capacità di suscitare risposte emotive.

Diverse tonalità possono stimolare sentimenti di calma, eccitazione, calore o serenità.

Ad esempio, il blu e il verde sono spesso associati alla tranquillità e alla natura, mentre il rosso e il giallo vivaci possono evocare energia e vitalità.

I colori più chiari tendono a rendere gli spazi più aperti e ariosi, mentre le tonalità più scure possono creare un senso di intimità e accoglienza.

L'uso abile dei colori può alterare le proporzioni visive di una stanza, facendola apparire più grande o più compatta.

Il *design biophilic*, che cerca di integrare elementi naturali negli ambienti costruiti, spesso impiega colori terrosi e organici per evocare un senso di armonia con il mondo naturale.

Schemi cromatici costanti possono migliorare l'identità di uno spazio, rafforzando un senso di scopo e unità.

Le strutture sanitarie spesso utilizzano colori rilassanti per creare un ambiente rassicurante, mentre colori vibranti potrebbero essere scelti per spazi destinati a ispirare attività e coinvolgimento.

Comprendendo l'impatto emotivo, culturale e psicologico dei colori, gli architetti possono creare ambienti che arricchiscono le esperienze umane, promuovono il benessere e comunicando efficacemente i messaggi desiderati. L'abile orchestrare dei colori eleva l'architettura dalla funzionalità alla trasformazione, dando vita a spazi che coinvolgono sia l'occhio che l'anima.

- **Pensare alla disposizione spaziale:** gli spazi con visuali chiare e poche barriere creano un senso di sicurezza e calma.

Creare una "disponibilità spaziale" con linee visive chiare, soffitti alti e barriere minime, può aumentare il senso di sicurezza di una persona e diminuire la sensazione percepita di affollamento o di essere intrappolati. L'altezza del soffitto, spesso un aspetto trascurato del *design* architettonico, svolge un ruolo profondo nella modellazione della percezione umana, delle

emozioni e del comportamento all'interno di uno spazio.

I soffitti alti possono creare un'illusione di maggiore spaziosità, facendo sentire una stanza più aperta e ampia.

Al contrario, i soffitti bassi tendono a creare un senso di intimità e accoglienza. Uno studio condotto da *Lilienthal et al. (2013)*, pubblicato sulla rivista *Frontiers in Psychology*, ha esplorato l'impatto dell'altezza del soffitto sulle emozioni. La ricerca ha rivelato che soffitti alti sono collegati a sensazioni di libertà, apertura e positività. Al contrario, soffitti bassi suscitavano emozioni di confinamento e disagio.

Soffitti più alti potrebbero mitigare sentimenti di confinamento e ridurre lo stress, specialmente in situazioni in cui le persone potrebbero sentirsi limitate. Al contrario, soffitti più bassi possono fornire un senso di protezione e sicurezza, che può essere vantaggioso in spazi progettati per il relax o la privacy.

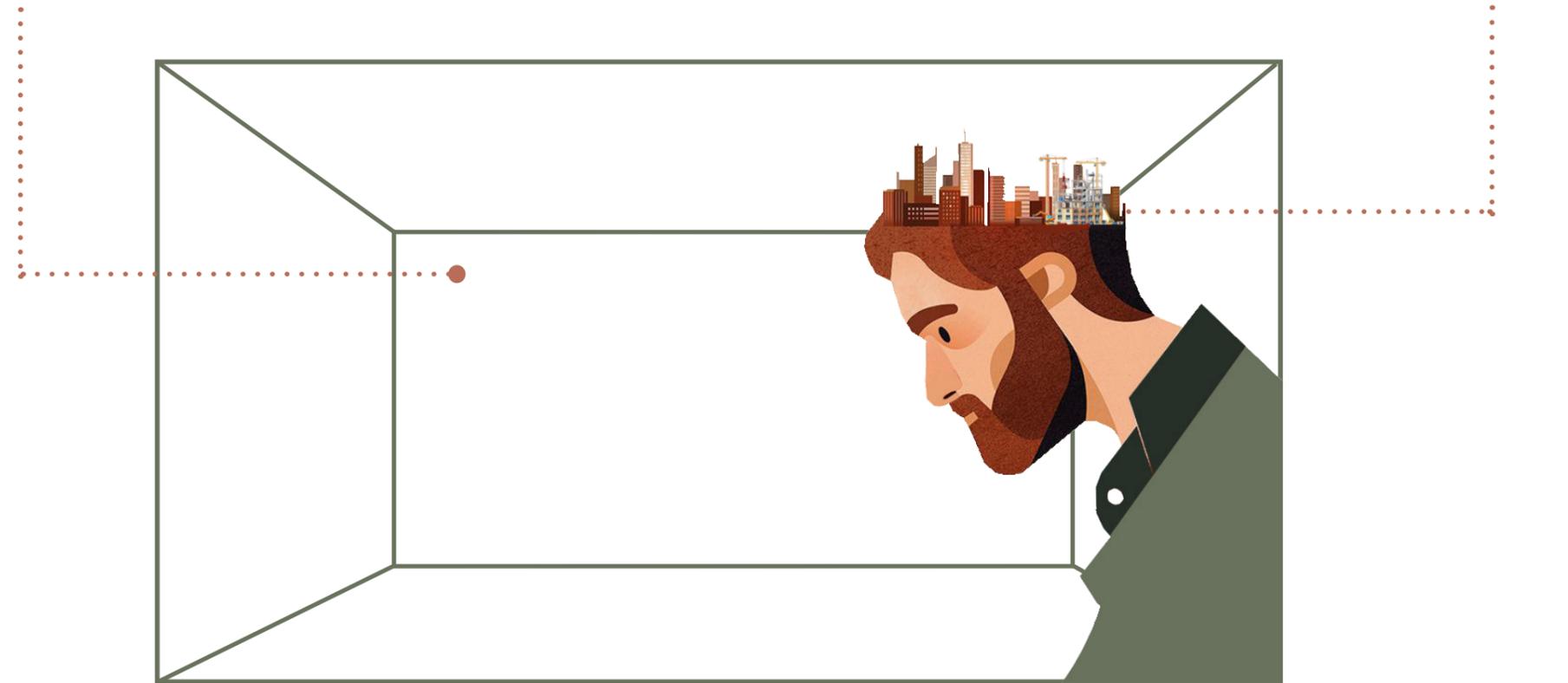
L'altezza del soffitto ha anche una rilevanza nei contesti sanitari. Le ricerche suggeriscono che i pazienti nelle stanze d'ospedale con soffitti più alti potrebbero sperimentare un'ansia e uno stress ridotti, potenzialmente contribuendo a un miglioramento dei risultati di guarigione. Il senso di apertura fornito dai soffitti alti può alleviare sentimenti di confinamento e migliorare il benessere generale durante il recupero.

La ricerca empirica sottolinea che l'altezza del soffitto va oltre la mera estetica; funge da fattore influenzante, silenzioso della cognizione e delle emozioni umane.

Inoltre, uno spazio di facile navigazione con segnaletica coerente e chiara crea un senso di calma, familiarità e responsabilizzazione.

- **Sfruttare la "natura":** le piante svolgono un'importante funzione biofila collegando gli occupanti al mondo naturale. La ricerca mostra che gli ambienti che includono vegetazione, giardini e spazi verdi riducono lo stress, il dolore, aumentano il tasso di guarigione, promuovono la pace, la tranquillità, una maggiore autostima e un senso di connessione con l'ambiente. Anche solo la vista della natura (direttamente, attraverso una finestra o guardando l'arte), così come le piante d'appartamento, sono

Progetto architettonico



Mente umana

tutte associate a un aumento dell'umore positivo e del comfort.

Caratteristiche architettoniche come tetti verdi, muri viventi e grandi finestre che offrono viste sulla natura possono ridurre lo stress, migliorare le funzioni cognitive e migliorare il comfort generale e la produttività negli spazi interni. Uno studio pubblicato su *Building and Environment (2017)* intitolato "L'impatto dell'ambiente interno biofilico sullo stress degli abitanti in una città ad alta densità" di *Mi-Kyung Lee e Wonwoo Choi* fornisce approfondimenti sugli effetti positivi della progettazione biofilica sull'uomo.

- **Valutare il comfort termico:** Grandi cambiamenti nella percezione della temperatura stimolano l'amigdala nel nostro cervello, avvertendoci di una situazione pericolosa; può persino innescare un'attivazione del sistema immunitario. È quindi importante lavorare pensando ad ambienti con temperature equilibrate.

Le strategie di progettazione passiva ispirate alla natura, come la ventilazione naturale e l'illuminazione naturale, aiutano a ridurre il consumo energetico e a diminuire l'impronta di carbonio di un edificio.

Ogni ambiente in cui entriamo ha un impatto sul nostro stato d'essere. Usare l'empatia e la comprensione per creare spazi progettati intenzionalmente è al centro di ciò che significa essere un progettista.

Riconoscendo le implicazioni psicologiche dell'architettura e integrando questa comprensione nella progettazione, i progettisti possono creare ambienti che risuonano con gli occupanti su un livello profondo, promuovendo il benessere e migliorando la qualità complessiva dell'esperienza umana.

Figura 03.6: Trauma Architecture

Parlando di Neuroscienza e trauma architecture

Fin dall'inizio delle nostre ricerche sapevamo che sarebbe stato importante metterci in contatto e confrontarci con esperti, in particolare quando si trattava di "materie" ancora inesplorate e da approfondire.

Il processo di sviluppo dell'elaborato finale coinvolge spesso argomenti complessi e delicati e, come tale, è quasi impossibile per un gruppo di nuovi ricercatori possedere competenze in aree di una certa rilevanza. Il ruolo che hanno gli esperti appare in queste circostanze fondamentale.

Per questo, prima e durante l'evoluzione del progetto architettonico, abbiamo voluto contattare alcuni specialisti, tra questi Davide Ruzzon (precedentemente nominato) e Federica Sanchez; quest'ultima architetto e ricercatrice in Neuroscienze applicate all'Architettura presso lo studio Lombardini22.

Durante il nostro incontro online con F. Sanchez, avvenuto mercoledì 13 settembre 2023, abbiamo avuto modo di esporre le nostre idee architettoniche, e di confrontarci sulla veridicità delle informazioni ricavate dalle ricerche effettuate.

Si è così creato in questa chiamata uno spazio di interessante confronto con l'esperta, che ci ha dato la possibilità di arricchire il nostro patrimonio di conoscenze.

Secondo F. Sanchez, la prima cosa da fare in questi casi particolarmente delicati e difficili da comprendere in prima persona, è mettersi nei panni di chi va a vivere gli spazi che progettiamo.

Fondamentale è il "task cognitivo", bisogna domandarsi sempre quale sarà il "compito mentale" che una persona dovrà svolgere in questi spazi. A tal proposito, è di elevata rilevanza ragionare sulla progettazione degli spazi interni in base alla specifica funzione che dovranno adempire.



Figura 03.7: Pedro Vannucchi, Il ruolo dei colori in architettura
Fonte: Archdaily

In base a quanto sollevato durante la conversazione con F. Sanchez c'è la necessità in questi casi, di emergenza, di progettare ambienti che producano bassi livelli di Arousal (condizione temporanea del sistema nervoso).

Bisogna, quindi, pensare alla realizzazione di spazi che abbassino lo stress e aumentino il senso positivo.

Pensare all'utilizzo di materiali naturali, come il legno, secondo l'esperta, permette di avere un impatto minimo sull'ambiente, ma, oltre a ciò, l'utilizzo di materiali provenienti dal mondo naturale tende a produrre emozioni positive nelle persone. Toccando il legno, si tende a provare una sensazione di calore, al contrario di quando si utilizzano materiali come il ferro (freddi). Il tema della texture del materiale è molto importante, soprattutto per i non vedenti.

L'esperienza olfattiva è da non sottovalutare. Gli eventi che viviamo rimangono impressi in noi e l'olfatto si imprime nella memoria il 35% in più rispetto agli altri sensi; implicitamente ciò incide sul nostro cervello e infatti tendiamo a non ritornare in spazi in cui abbiamo ritrovato cattivi odori.

Un attore fondamentale è la sensazione di sicurezza. Le viste sugli spazi naturali sono fondamentali, ma, bisogna tenere conto anche del fatto che le persone con questo tipo di trauma tendono a volere provare una sensazione di sicurezza che si riesce a raggiungere attraverso il controllo; ovvero di punti in cui è possibile osservare ma, non essere visti dall'esterno.

Da non dimenticare è il fatto che stiamo progettando degli spazi in cui le persone devono sentirsi libere di personalizzare l'ambiente che le circonda.

Strettamente legato al concetto di trauma architecture è anche il concetto di progettazione universale, ovvero la realizzazione di edifici e luoghi alla portata di tutti, nessuno escluso.

Lo spirito collaborativo e la dedizione alla materia di F. Sanchez sono stati risorse inestimabili per il nostro lavoro.

04

RESILIENZA E COMUNITÀ SOCIALE

04.1 IL TERMINE RESILIENZA

04.2 TESTIMONIANZE RACCOLTE

04.3 ESIGENZE DELLA POPOLAZIONE



04.1 Il termine resilienza

In questo particolare momento storico, caratterizzato dai continui cambiamenti che sta affrontando il nostro pianeta e la popolazione in generale, si sente sempre più spesso parlare del termine resilienza.

L'attuale crisi che sta affrontando l'Ucraina, a causa del conflitto in atto da febbraio 2022, comporta il divulgare di vissuti traumatici; basti pensare alla quantità di uomini, donne e bambini che hanno perso la loro casa, il loro lavoro e persone a loro care. Il terrore che attanaglia gli abitanti dei paesi del mondo impegnati in dolorose guerre, l'insicurezza verso il domani, la precarietà che caratterizza la vita di molti, sono delle circostanze a cui le persone resilienti non rispondono, si adattano e cooperano per ripristinare la normalità.

Russo, affrontando il tema della resilienza, riporta che tutti coloro che, con diverse difficoltà, sono riusciti ad andare avanti, creando nuovi equilibri personali e familiari, possono essere definiti esempio di resilienza.¹

Ma cosa significa "resilienza"?

Letteralmente, il termine resilienza deriva dal latino *resilio* (tornare indietro, rimbalzare).² Nel linguaggio comune intendiamo con "resilienza sociale" la capacità di resistere e di reagire di fronte a difficoltà, avversità, eventi negativi (cfr. *Enciclopedia Treccani*). Le discipline umanistiche hanno deciso di utilizzare il termine per riferirsi alla capacità di tutti coloro che manifestano uno stato di benessere, pur vivendo in condizioni considerate problematiche o ad alto rischio.

Pur essendo entrato nel linguaggio comune da circa 40 anni, il termine resilienza è sempre appartenuto al nostro vocabolario, sin dai tempi più antichi, basti pensare ai grandi filosofi che insistevano sul ruolo salvifico della "forza interiore".

Ad oggi la resilienza può essere intesa come qualcosa di dinamico, non statico, in quanto è sinonimo della capacità di fronteggiare e ricostruire (Holling, 1996; Gunderson e Holling, 2001; meerow et al., 2016.)

¹ V. Russo, *La resilienza: una capacità tanto diffusa quanto poco conosciuta*, Università di Pisa, Facoltà di scienze politiche, 2015

² Ibidem



Figura 04.1: Jim Hylebroek, Operai installano nuove finestre per un complesso danneggiato
Fonte: The New York Times

Nel corso degli anni gli studiosi si sono concentrati sull'analisi dei comportamenti negativi delle persone a seguito di un forte stress, come la perdita di comunicazione, la difficoltà di adattarsi e di reagire.

In pochi hanno deciso di studiare gli atteggiamenti delle persone che hanno reagito "bene" ai difficili eventi vissuti e che sono riuscite a ritrovare un equilibrio nella vita. Esistono infatti due tipi di persone, chi vive l'evento traumatico attraverso una condizione di dolore e chi invece affronta la situazione attraverso un possibile cambiamento.

Richardson sottolinea nel suo modello il fatto che ogni essere umano per sua natura è predisposto alla crescita attraverso la sofferenza e per superare le avversità, l'individuo ha a disposizione diverse fonti da cui attingere le risorse: il sistema corpo-mente-spirito e i fattori ambientali e relazionali.³

Le qualità resilienti che possiede l'individuo possono essere rafforzate diversamente nel corso della vita, attraverso momenti di "sospensione" del normale stato di equilibrio.

Auto efficacia (intesa come sicurezza nella capacità di risolvere i propri problemi), autostima, consapevolezza emotiva (capacità di identificare accuratamente le emozioni provate e all'occorrenza saperle regolare efficacemente), ottimismo, capacità analitica e di pianificazione, indipendenza, empatia, sono tutti fattori personali che rendono una persona più o meno resiliente. Ma non solo, è necessario anche ragionare in termini relazionali, ossia, avere una buona rete familiare di appoggio, cercare di instaurare relazioni significative.

Si può resistere facendosi male, perdendo pezzi, "deformandosi", ma, chi resistendo vincerà, per quanto resiliente possa essere, difficilmente tornerà ad essere la persona che era prima: come sappiamo bene dalla storia, nella psicologia degli individui e dei popoli restano sempre gli strascichi, che inevitabilmente possono portare a dei cambiamenti sul futuro.

³ Modello di Richardson, <http://www.eulabconsulting.it/modello-di-richardson>

Gli studi sulle reazioni delle società alle catastrofi evidenziano nuove opportunità di apprendimento e innovazione organizzativa. La resilienza sociale emerge come uno spazio di apprendimento collettivo, dove si valorizza la competenza della comunità. Si passa dalla percezione della discontinuità e della rottura, a modelli organizzativi che rispecchiano la comunità stessa.

L'impresa sociale, in questo contesto, non solo affronta problemi sociali, ma, coinvolge attivamente la società locale, socializzando il rischio prima dei benefici.

In particolare, negli ultimi anni sono cresciute le iniziative di rigenerazione urbana che promuovono la resilienza comunitaria. Queste iniziative coinvolgono la riattivazione di spazi abbandonati attraverso la collaborazione tra attori locali ed esterni, impiegando risorse diverse e influenzando le relazioni sociali e l'ambiente circostante. Alcuni esempi italiani includono il programma *Bollenti Spiriti* della Regione Puglia, il progetto *Spazi Opportunità* (promosso da *Manifesto2020*) e le piattaforme come *Impossible Living* e *Pophub* che lavorano a scala regionale e nazionale. Non da meno, studi internazionali hanno contribuito a modellare questi approcci, come il progetto *URBAN REUSE*⁴ che ha fornito spunti per coinvolgere diverse comunità e istituzioni nel miglioramento delle buone pratiche di governance sociali.

In generale per ottenere degli ottimi risultati è necessario riconoscere le potenzialità del contesto in cui si va ad agire, ciò garantisce il successo di un progetto. Un'analisi dettagliata del contesto territoriale, strutturata in modo articolato, può guidare alla possibilità di un'effettiva realizzazione di un progetto di ricrescita. Grazie a queste analisi è possibile comprendere anche la funzione strumentale da assegnare agli spazi presenti all'interno dell'idea progetto. Il coinvolgimento delle risorse comunitarie locali, ma, anche esterne, appare poi di fondamentale importanza, per il corretto sviluppo del progetto stesso. È necessario quindi necessario interagire con competenze plurime e agire attraverso proposte metodologiche spesso non incluse nelle pratiche tradizionali.

⁴ www.urban-reuse.eu



Figura 04.2: Felipe Dana, Cittadino cammina fra le macerie di una casa in fiamma, distrutta dopo l'attacco russo a Kharkiv
Fonte: La Stampa

La resilienza può essere quindi vista come un atteggiamento culturale, in cui gran parte della popolazione può affrontare positivamente una crisi, cogliendola come stimolo e non come punto di debolezza, cercando di creare dei processi di rigenerazione nei contesti emergenziali.⁵

“La promozione di forme efficaci di collaborazione tra più attori è considerata condizione necessaria per garantire la fattibilità delle strategie di rigenerazione”

Angela Colucci

⁵ A. Colucci, *Le città resilienti: approcci e strategie*, 2012, Polo Interregionale di Eccellenza Jean Monnet, Pavia. <http://bit.ly/1fnaOEF>

Mentre la brutale guerra della Russia contro l'Ucraina avanza, la popolazione dimostra ogni giorno una straordinaria resilienza, nonostante la scarsità di risorse, che non può essere sottovalutata.

Il libro *Himmel Über Charkiw* (*Cielo sopra Kharkiv*), dell'autore ucraino Serhij Zhadan, parla di come individui, gruppi, giovani e meno giovani, si aiutino a vicenda per sopravvivere.

Zhadan racconta gli infiniti esempi di solidarietà e aiuto, di lui e dei suoi amici che trovano generatori per gli ospedali e raccolgono medicine, cibo e vestiti. Condivide i ricordi dell'organizzazione di intrattenimenti per bambini traumatizzati dalla guerra, che, come i loro genitori, hanno dovuto trascorrere così tanto tempo in rifugi sotterranei o nelle metropolitane lontano dalla luce, lontano dal cielo, da cui il titolo del suo libro.

Quasi ogni capitolo del diario di Zhadan termina con una delle due seguenti frasi: *“Domani presto la nostra vittoria sarà un giorno più vicina”*, o *“Sulla città sventola la nostra bandiera”*.

Come si può dedurre da quanto sopra descritto, si può dire che questo testo evidenzia al suo interno, nella sua essenza, il tema della resilienza. Si tratta del desiderio di libertà e di pace, di poter aprire il panificio locale, il barbiere, il bar, la scuola, la libreria o la sala concerti; di vedere la gente di Kharkiv che vive nella propria città senza sentire il rombo degli aerei da guerra, senza aver paura, senza essere costretta a fuggire. Si tratta di una determinazione a sopravvivere e vincere. È un tipo speciale di resilienza che coloro che vivono nell'Unione Europea difficilmente possono concettualizzare.

Quindi, quando politici o commentatori che vivono nella propria zona di comfort suggeriscono che è necessario trovare modi per iniziare a negoziare un qualche tipo di pace, non possono ignorare la resilienza ucraina. Quella resilienza è resistenza. Ci sono pochi o nessun segno che i cittadini del paese prendano in considerazione l'idea di compromettere tale resilienza.

La continua sofferenza, la morte e il bisogno di solidarietà hanno reso queste persone ancora più resilienti, l'intera città più resiliente, l'intera nazione, in maniera ancora più pronunciata. E più a lungo la Russia intraprende una guerra, che è ormai nota per la sua estrema crudeltà e l'uccisione indiscriminata di civili, più difficile sarà per Zelensky anche solo pensare di negoziare una pace che non tenga conto della natura della resilienza del suo paese e che possa riportare agli ucraini, ancora una volta, il controllo del loro cielo.⁴

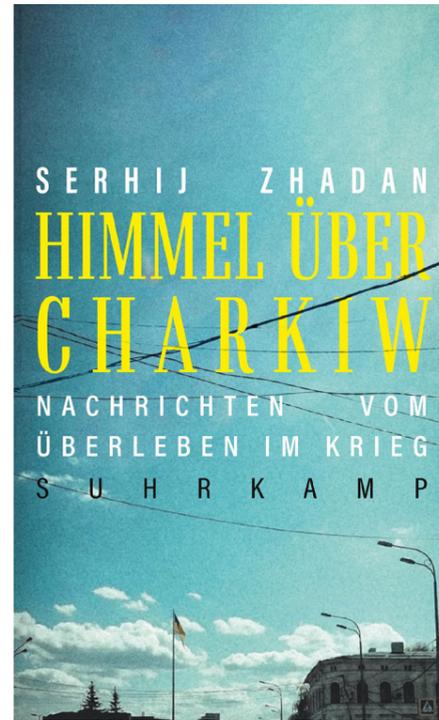


Figura 04.3: Serhij Zhadan - Himmel Über Charkiw (Cielo sopra Kharkiv)

4 J. Dempsey, *Ukraine's Resilience Is About Winning the War*, 25 aprile 2023, <https://carnegieeurope.eu/strategieurope/89602>

04.2 Testimonianze raccolte

Sempre più spesso, in una società che ha la tendenza a moltiplicare i servizi; la raccolta, l'elaborazione e la divulgazione di certe informazioni può essere affidata alle “macchine”, che ci costringono a confrontarci con una realtà epistemica in movimento, le cui fonti sono soggette alle trasformazioni che il progresso tecnologico imprime all'ambiente.¹

In questo panorama, la testimonianza, tradizionalmente concepita come la fonte preposta alla mera trasmissione della conoscenza, diventa fonte generatrice di conoscenza.²

Il tempo è trascorso per noi che l'abbiamo guardata accadere da uno semplice schermo, sui giornali e sui siti web, ma, la guerra tra lo stato Russo e la nazione Ucraina continua e molte persone hanno la necessità di dare voce ai loro pensieri.

Per questo motivo, abbiamo deciso di dare un forte peso, all'interno di questo elaborato, alle preziose testimonianze che siamo riuscite a raccogliere. Abbiamo ascoltato storie di architetti, studenti e cittadini di Kharkiv, ma, abbiamo anche ricercato interviste pubblicate da esperti, il tutto per poter valutare in maniera limpida, al di fuori delle notizie mediatiche, la situazione in atto e come poter agire.

In letteratura e in rete, sommerse dalle notizie su attacchi e contrattacchi, sui lutti e sui crimini, sulle immani distruzioni, si trovano anche informazioni e racconti di volontari e cittadini; si tratta di comprendere quali sono attendibili e quali, invece, falsi.

1 S. Neva, *La testimonianza come fonte di conoscenza irriducibile*, Università di Bologna, 2011

Kharkiv Got Some Breathing Space, but Still Doesn't Breathe Easily

For the past four months, residents have slowly trickled back into the reclaimed city. But signs of the conflict — and the chance that it might return — are everywhere.

The New York Times

THE DEVASTATION OF KHARKIV, UKRAINE

Russian attacks have terrorized the civilian population in the Ukrainian city.

THE NEW YORKER

Life in Kharkiv still precarious despite Ukraine's recent victories

The Guardian

Figura 04.4: Collage di varie testate giornalistiche in riferimento alla città di Kharkiv

“Sono nata a Kharkiv, ho vissuto qui tutta la mia vita e non ho mai voluto andarmene. La città mi ispira infinitamente. Ma la guerra brutale mi ha costretto a lasciarla – e ora sogno di tornarci ogni giorno. [...]”

Io sono una di quelle persone che fino alla fine non ha creduto che la guerra sarebbe scoppiata. Per tutto febbraio, il mio ragazzo mi ha chiesto di fare le valigie. Non ho ascoltato; alla fine non ho messo in valigia nulla. La mattina del 24 febbraio ci siamo svegliati al suono delle esplosioni. Le finestre tremavano, tutto l’edificio tremava, abbiamo visto l’esplosione proprio davanti alla casa. Siamo andati nella parte occidentale dell’Ucraina e in seguito ci siamo trasferiti a Cherkasy. Adesso mi vergogno di essere al sicuro, di non essere stata bombardata, a differenza dei miei parenti.

Ora, molti dei miei più cari amici sono a Kharkiv, ma, sono tutti occupati. Un mio caro amico è un cameraman, e ora realizza video e scatta foto per vari media. [...]

Qualche giorno fa abbiamo deciso di tornare a Kharkiv a prendere alcune cose. Andando a Kharkiv, avevo paura di quello che avremmo visto lì. Ma quando siamo arrivati ho capito che, nonostante tutto l’orrore, la città resiste! È pulito lì. Basta immaginare! Ogni giorno la città viene bombardata e bombardata, ma, ogni mattina i coraggiosi operai comunali escono e puliscono tutto. Le recinzioni vengono dipinte, le strade vengono riparate. Qui vivono persone fantastiche. Quando, in lacrime, sono corsa alle porte di casa, ho incontrato un vicino. Lui mi chiese: “Vuoi del pane? Qui ci hanno portato un sacco di pane”. Vieni a Kharkiv che viene bombardata, ferita e distrutta – e ti viene offerto pane fresco. È una città incredibile!”²

Sasha Anisimova

**Artista di Kharkiv,
al momento residente a Cherkasy**

(intervistata da esterni - 20 aprile 2022)

“Per me è molto difficile parlare della situazione in atto, esprimere ciò che provo a riguardo. Pur trovandomi al momento in Germania, da ex cittadina di Kharkiv, la città sta soffrendo.

Essendo la guerra ancora in atto non sappiamo a quali conseguenza andremo incontro e cosa dovremmo sopportare. Probabilmente nel futuro ci saranno ulteriori lavori per migliorare il sistema energetico, il sistema dei trasporti e alcune aree urbane; probabilmente ci sarà la necessità di costruire nuove zone. Ci sarà molto lavoro da fare.

Per aiutare la popolazione sarebbe necessario organizzare *hub* riscaldati e sicuri con energia elettrica stabile. Se parliamo del sistema sanitario, al momento a Kharkiv, le cliniche e gli ospedali privati sono meglio di quelli pubblici, che risultano essere mal equipaggiati per le attuali circostanze; ma, i prezzi degli ospedali privati rimangono troppo alti per i cittadini. A mio parere la “Kharkiv ideale” dovrebbe essere prima di tutto “sicura”, con un numero maggiore di spazi verdi e parchi, nuovi e evoluti quartieri, e spazi dove poter andare in bici ben connessi con il resto delle zone della città.

Se dovessi descrivere in tre parole la mia città, la definirei “strong”, “beautiful” e “native”.”

Julia Derke

**Ex cittadina di Kharkiv,
al momento residente in Germania**

(intervistata dal gruppo di tesi - 16 novembre 2022)

“Durante la mia missione con Medici Senza Frontiere in Ucraina, grazie all’attività delle cliniche mobili abbiamo supportato la fascia di popolazione più anziana, impossibilitata ad uscire di casa per via dell’età e di un trasporto adeguato. Anziani che hanno vissuto più di 6 mesi sotto il controllo delle forze armate russe con bombardamenti costanti, senza luce, gas e connessione GSM. Questo conflitto ha avuto un impatto devastante sulle condizioni dei pazienti sia a livello psicologico che fisico. La maggior parte dei pazienti è venuta da noi con importanti patologie e con una tendenza al peggioramento delle condizioni cliniche, cosa che abbiamo potuto notare in ogni villaggio. Lo stress, la mancanza di cure e di medicine hanno influito in modo critico. Ricordo una signora anziana che non poteva ricevere e conservare l’insulina per suo marito. Quasi ovunque abbiamo visto strutture mediche distrutte e nessun personale sanitario nel villaggio, assenza di medicinali, di articoli per l’igiene, cibo. La gente non ha visto un dottore per 8 mesi, non ha avuto accesso a medicine e beni di prima necessità. Una famiglia viveva in una casa semidistrutta senza la possibilità di acquistare nemmeno il detersivo. Abbiamo constatato la grande esigenza di supporto psicologico. Le persone hanno perso i loro familiari, i propri cari, la proprietà. Abbiamo incontrato genitori che hanno assistito alla morte dei loro bambini dandogli il dovuto sostegno.”³

Gino Roberto Manciatì

Responsabile medico MSF a Karkhiv

(intervistato da esterni - febbraio 2023)

“Prima della guerra Kharkiv era piena di giovani perché c’erano molte università; il solo Politecnico aveva 20000 studenti. La città stava crescendo. C’erano parchi moderni e molti turisti: si stava sviluppando. Non credevamo che potesse scoppiare una guerra, anche quando ci siamo svegliati alle 4 del mattino del 24 febbraio. Mia nuora ha partorito presto il giorno seguente a causa dello stress. All’inizio le sirene antiaeree erano ininterrotte; era irreale. La maggior parte del nostro personale è fuggita. Siamo rimasti solo in tre. I senzatetto hanno iniziato a utilizzare le scorte dei rifugi per preparare cibo caldo per le famiglie che si nascondevano nelle stazioni della metropolitana sotterranee, a causa dei continui bombardamenti. I treni che evacuavano le persone a ovest tornavano con i rifornimenti. Noi, i senzatetto e il personale, li abbiamo aiutati a scaricarli e abbiamo distribuito merci in giro per la città. Abbiamo portato cibo in luoghi sotto costante bombardamento. A maggio, il rifugio ha iniziato a riempirsi di persone che avevano perso la casa o stavano fuggendo dai territori occupati. Quando quelle zone sono state liberate a settembre (2022), l’umore della città è completamente cambiato: ci ha portato una calma interiore. Sapevamo che c’era ancora una minaccia, ma, era un pericolo che potevamo superare.”⁴

Vladimir Balabanov

Dipendente in un rifugio per senzatetto a Kharkiv

(intervistato da esterni - febbraio 2023)

² Lost Life: artist Sasha Anisimova on her Kharkiv drawings, Vogue UA, 20 aprile 2022

³ Testimonianze sulla guerra in Ucraina: Le voci dei nostri operatori, 23 febbraio 2023, <https://www.medicisenzafrentiere.it/news-e-storie/news/guerra-ucraina-testimonianze-operatori-italiani/>

⁴ L. Cookman, ‘Killing Was a Game for Russians’ The war in Ukraine is a year old. Here are the stories of some who have survived., 24 febbraio 2023, <https://foreignpolicy.com/2023/02/24/ukraine-russia-putin-war-crimes-bucha-kherson/>

“La CRI (Croce Rossa Italiana) si è attivata fin da subito per dare aiuto all’Ucraina. Infatti,, si è movimentata per creare delle cliniche mobili, anche grazie all’aiuto dell’equipaggiamento della CRI Ucraina e sono state istallate 120 abitazioni provvisorie vicino alla città di Bucha.

In Ucraina si è pensato di utilizzare dei moduli abitativi praticamente uguali a quelli che sono stati utilizzati durante il terremoto avvenuto all’Aquila (progetto C.A.S.E. e M.A.P). [...]

Per la progettazione di strutture d’emergenza, più riusciamo a mantenere bene l’isolamento termico meglio è, perché inevitabilmente si semplifica sia il raffreddamento sia il riscaldamento della struttura.

Quando si parla di emergenza, si devono tenere in considerazione due aspetti. Se si parla di una struttura montata nelle prime fasi emergenziali va bene più o meno tutto (es: tende), se invece voi state pensando ad una struttura che viene lasciata alla popolazione colpita per lungo tempo... inevitabilmente bisogna considerare la logistica retrostante e l’interesse culturale in merito a quella tipologia di edificio.

Bisogna puntare su delle strutture con un *design* abbastanza standardizzato, ma, con una possibilità di personalizzazione in funzione dell’area in cui si va a operare, sempre se si parla di medio-lungo termine.

L’altro aspetto che cambia un po’ il discorso è se si pensa ad una fase di risposta rapida. Noi come CRI stiamo usando di lavorando con delle strutture pannellate, che sono caratterizzate da UPN nel perimetro e pannelli Sandwich che presentano diverse caratteristiche di vantaggio come la variazione dei pannelli stessi attraverso ritagli.

Vi direi di utilizzare delle soluzioni che dal punto di vista perimetrale e di organizzazione degli spazi interni siano versatili; ovvero che tengano conto della modularità e che sfruttino impianti sul perimetro, magari lavorando con prefabbricati che possono essere containerizzati e spediti. Bisogna pensare bene alla logistica di queste strutture, tenendo conto anche della tecnologia utilizzata, più alte sono le prestazioni dell’edificio più sarà difficile costruire in loco.

Bisogna pensare alla standardizzazione delle strutture. Che tipo di pavimentazioni? Che tipo di fondamenta devo andare a creare? Queste cose possono diventare un capitolato tecnico che poi va a TENDER. [...]

Le fasce climatiche, le abitudini culturali, sono fondamentali... ma, soprattutto la modularità dimensionale. È molto meglio replicare una struttura in multipli, anziché doversi adattare alla qualunque. [...]

Ci sono culture che vivono molto di più all’esterno che all’interno, e questi aspetti cambiano le caratteristiche delle strutture, quindi vanno considerati. Il fatto di lavorare su spazi esterni in Ucraina è molto più valido rispetto che farlo altrove.

È ovviamente necessario, da un punto di vista urbanistico, separare centro abitato da zona militare. Se l’area è sanitaria allora si parla di zona neutrale. Vengono comunicate le coordinate ad entrambe le parti e all’interno di questa zona non devono esserci armi. Sono le cosiddette zone bandiera bianca con Croce Rossa. [...]

È fondamentale comprendere il primo impatto che si ha con la popolazione che è sull’altro lato. [...]

Inoltre, bisogna tenere ben presente la quantità di persone disabili. Al momento in Ucraina ci sono circa due milioni di persone con disabilità e la progettazione deve quindi puntare ad essere universale.”

Lorenzo S. Massucchielli

Responsabile dell’Unità Operativa della Croce Rossa Italiana che opera per le azioni di prevenzione non strutturale e risposta alle emergenze a livello internazionale

(intervistato dal gruppo di tesi - 9 maggio 2023)

“Sin dall’inizio della guerra mi sono dovuto spostare a Lviv, per motivi lavorativi, ma, sono molto legato alla mia città. A mio parere, ad oggi, il maggior danno è stato fatto alla comunità, non agli edifici. Circa il 70% della comunità ha lasciato il paese. La gente si trova in uno stato di trauma, che può andare avanti indefinitamente e ritornare in città per molte persone risulta essere molto problematico. Fortunatamente la popolazione in questi mesi è riuscita a farsi coinvolgere in altre economie in Europa e nel mondo, simili come concezione a quella ucraina. Ormai la città di Kharkiv vive una nuova realtà, in cui le uniche persone rimaste sono praticamente solo i volontari. Nel futuro sarà importante pensare alla crescita della città, attraverso processi partecipativi. In questo momento di conflitto il tema dell’energia è molto importante, bisogna ripensare a un come poter consumare l’energia in un modo migliore. Per me sarebbe molto interessante riportare la natura “*back to the city*” attraverso la realizzazione di corridoi verdi all’interno della città. Una delle cose più importanti, in questo momento, è il “*building process*” di Kharkiv, bisogna cercare di far collaborare tra loro le persone in questa “rinascita”.

Oleg Drozdov

Fondatore dello studio Drozdov&Parteners, ex cittadino di Kharkiv, al momento residente a Lviv

(intervistato dal gruppo di tesi - 16 maggio 2023)

“Sono innamorato dell’ambizione che ha la città e negli anni ho anche compreso l’importanza del suo carattere multinazionale. La scorsa settimana sono tornato a Kharkiv, e quello che ho percepito è stato un sentimento di vuoto “*emptiness*”; quindi, al momento la mia “casa” ha perso la sua energia. Sicuramente però la città non è in una condizione così brutale come all’inizio. Al momento Kharkiv è caratterizzata da differenti spazi, differenti zone, che andrebbero rese più compatte. Molte compagnie nel paese e non nella città stessa, hanno ottenuto diversi fondi per la ricostruzione di Kharkiv, che quindi si trova sotto il monopolio dello stato. Per gli architetti, in questa situazione, è difficile dare un contributo abbastanza forte. La città rimane comunque una delle più colpite, con una situazione molto aggressiva, essendo comunque a 60km dal confine russo. Lo spopolamento è una problematica drammatica, che sta avvenendo in tempi molto veloci. Bisogna ritrovare il modo di dare qualità alla città. I cittadini hanno un’aspettativa di vita molto bassa, tutti vorrebbero vivere in un posto senza bombardamenti e con spazi puliti e organizzati. La città dovrebbe essere più omogenea nella distribuzione dei servizi, dovrebbe sfruttare il concetto di città dei 15 minuti. Una cosa è certa, le idee per questa città devono essere espone in modo chiaro, per essere recepite dal governo e bisogna sicuramente lavorare ragionando molto sull’aspetto del clima nella progettazione.”

Denys Kozak

Professore alla Kharkiv School of Architecture, ex cittadino di Kharkiv, al momento residente a Lviv

(intervistato dal gruppo di tesi - 25 maggio 2023)

“Durante questa situazione mi occupo di supporto al trauma in età evolutiva. È importante lavorare all’interno di una rete, per avere un confronto su cosa hanno bisogno i bambini e i ragazzi, ed è importante fare da supervisore. C’è bisogno di un processo di accompagnamento a questa nuova situazione, soprattutto per i bambini feriti. I medici lavorano per garantire la salute fisica, gli psicomotricisti lavorando sulla riabilitazione, e noi psicologi lavoriamo sull’accettazione del nuovo sé corporeo; basti pensare agli adolescenti che vengono sfregiati e a quanto per loro sia rilevante il senso estetico. Non è facile mettere insieme un lavoro clinico nell’emergenza. [...] Sicuramente c’è la necessità di stanze luminose, senza colori troppo forti e pensate per l’utente; aree progettate affinché il bambino possa esprimere e riportare le sue emozioni in maniera libera, aree di rappresentazione simbolica. Avendo potuto visitare il nuovo reparto dell’ospedale di Lviv (Leopoli) ho provato un forte cambiamento di emozioni passando dal fuori al dentro. Avere la possibilità di entrare in un luogo sanitario che trasmette calma, in tutte le sue sfaccettature, fa la differenza.”

Chiara Ionio
Professoressa Università Cattolica del Sacro Cuore - dipartimento di psicologia
(intervistata dal gruppo di tesi - settembre 2023)

Durante l’intervista con la Prof.ssa dell’Università Cattolica abbiamo appreso che nell’ospedale Saint Nicholas di Leopoli, in Ucraina, è stato aperto il centro *Unbroken Kids* che permetterà a 954 pazienti pediatriche con ferite di guerra di ricevere cure e riabilitazioni sia fisiche che psicologiche.

41 locali con una superficie di 945 m² sono pronti a partire con fisioterapia, piscina riabilitativa con sollevatore a soffitto, protesi e cura psicologica e psichiatrica dei traumi di guerra.⁵ Un centro d’eccellenza realizzato insieme a *Fondazione Zaporuka* e la *First Medical Union* of Lviv è situato presso uno dei 7 piani dell’Ospedale, uno dei principali ospedali pediatriche ucraini.⁶

Tornando alla città, la guerra è ancora più vicina nel quartiere settentrionale di Saltivka, come ci racconta Denys Kozak, che ha potuto studiare quanto questa zona sia stata devastata dai combattimenti.

Tutt’intorno grattacieli neri e devastati testimoniano i brutali combattimenti che hanno avuto luogo nel nord-est dell’Ucraina durante i primi mesi di guerra.

Kharkiv è diventata una vetrina per il successo militare ucraino (un’offensiva Blitzkrieg nel settembre 2022 ha spinto le truppe russe al di fuori di quasi tutta la regione), ma, anche una dimostrazione dei suoi limiti. Secondo i nostri testimoni, negli ultimi mesi i residenti sono tornati lentamente in città; elettricità, riscaldamento e gas sono stati ripristinati nella maggior parte delle abitazioni; le strade sono ora piene di traffico e sono ritornati i clienti nei ristoranti e nei caffè, anche se molte delle loro finestre rimangono rotte e sbarrate.

Mentre le cose a Kharkiv sono più tranquille di quanto non siano state dall’inizio dell’invasione, per i residenti la guerra non è ancora lontana.

Le sirene dei raid aerei continuano a suonare e gli aerei da combattimento ucraini girano e pattugliano il cielo.

Ora c’è silenzio in città e, da quanto riportato, i residenti non sanno se interpretarlo positivamente o negativamente.

⁵ Apre il centro urbano Unbroken Kids, Soleterre, <https://soleterre.org/news/apre-il-centro-unbroken-kids/>

⁶ Ibidem



Figura 04.5: Gli sport di gruppo e le sessioni di allenamento regolari in palestra fanno parte della vita al Centro di riabilitazione di Unbroken
Fonte: Unbroken



Figura 04.6: Olha, residente a Leopoli, lavora con la fisioterapista Maria per riacquistare l’uso della mano dopo un incidente domestico
Fonte: Unbroken

04.3 Esigenze della popolazione

Le testimonianze raccolte evidenziano, nella maniera più personale e veritiera possibile, ciò che i cittadini hanno provato e stanno provando in questo momento, i pensieri e le loro opinioni in merito al futuro di Kharkiv e dell’intero paese.

Si può cogliere, da quanto letto e ascoltato, quanto sia difficile rimanere in una città che con il tempo sta perdendo pezzi della sua interezza materiale, ma, soprattutto umana. La stragrande maggioranza dei cittadini ha deciso di lasciare la propria casa e i propri affetti, al fine di recarsi in altre parti d’Europa più sicure. La bassa percentuale di popolazione locale rimasta si è mobilitata per proteggere il proprio patrimonio storico e culturale, usando i pochi strumenti a sua disposizione, con la speranza di “far rinascere” almeno una parte del suo prezioso paese.

Alcune famiglie hanno perso la casa o sono scappate perché ancora troppo spaventate dagli attacchi russi, il che ci fa riflettere su quanto la paura prevalga sulle volontà degli individui.

Le speranze sono tante e diverse, ognuno degli intervistati ha espresso quali fossero le sue personali esigenze o quelle generali per il futuro di Kharkiv e dell’Ucraina.

Nuovi spazi verdi, ricchi di percorsi perdonali, una città rinata, con luoghi di incontro all’intero del paesaggio naturale e il ritorno di una sensazione di “pace”, sono solo alcuni dei desideri espressi della cittadinanza.

Più volte ci è stato ripetuto come le perdite maggiori non siano state quelle “fisiche”, legate alla distruzione degli edifici, ma, quelle “psicologiche”, strettamente collegate all’integrità persa dell’animo umano. Un grande interesse andrebbe mostrato verso la sanità pubblica e privata, che aiuta le persone durante questo delicato momento storico, grazie al lavoro di medici, psicologi e collaboratori sanitari.

Non è mai da sottovalutare l’importanza della salute della persona; saper curare una gamba o una costola rotta, ecc., tenendo in considerazione le migliaia di segnalazioni di infortuni in uno stesso momento, in questo periodo di guerra è da mettere in primo piano.

Appare quindi tra le esigenze principali la necessità di rafforzare il settore medico, attraverso:

- **La costruzione di nuove strutture per il supporto fisico e psicologico dei singoli**
- **La realizzazione di spazi dove i pazienti possano sviluppare un maggiore legame con l'ambiente naturale**
- **L'installazione di spazi per esprimere le proprie sensazioni attraverso forme artistiche, lontane dalle normali cure**
- **Il miglioramento delle strutture sanitarie esistenti**

Tra gli altri argomenti emergenti, la necessità di costruzioni autonome energeticamente. Soprattutto in un'Ucraina, dove la percentuale maggiore di energia utilizzata viene ricavata da fonti di elettricità e non attraverso l'utilizzo di gas; per la popolazione, elettricità, luce e acqua, sono bisogni primari, che in circostanze di conflitto possono andare persi, sparire per un tempo indefinito e ciò va a causare forti problematiche.

È quindi fondamentale riuscire a garantire questi tre aspetti chiave (elettricità, luce e acqua), come? Attraverso la realizzazione di strutture autonome, in grado di produrre energia rinnovabile, garantire la presenza di acqua attraverso un sistema di accumulo, e possibilmente una connessione internet stabile.

Aver accesso a luoghi, sicuri, che garantiscano questi fattori chiave, è da prendere in considerazione per il miglioramento delle circostanze in atto. Inoltre, trovare dei luoghi strategici dove inserire queste strutture potrebbe garantire una svolta per la vita dei cittadini.

Riuscire a far combaciare queste esigenze è stato uno degli obiettivi del nostro lavoro di tesi, che ha voluto dedicare un grosso spazio alla raccolta e all'ascolto delle opinioni delle persone che hanno vissuto e stanno vivendo questo momento di conflitto.



Figura 04.7: Jelle Krings, Cabina di un treno di evacuazione
Fonte: The Guardian

Un aspetto su cui abbiamo voluto soffermarci, per soddisfare le esigenze dei cittadini, riguarda i benefici che l'ambiente naturale può dare all'essere umano.

La progettazione biofilica (Wilson, 1980) permette di migliorare gli ambienti in cui viviamo attraverso l'inserimento di elementi naturali come luce non artificiale, acqua o piante. Con lo scopo di migliorare le prestazioni e il benessere delle persone che occupano gli spazi, sempre più progettisti stanno riprendendo la teoria di Wilson, impiegandola nella progettazione architettonica e di interni.¹

Il confronto con esperti e professori ci ha guidate nella realizzazione del nostro modulo base fino alla definizione del rapporto tra quest'ultimo e l'ambiente circostante.

Attraverso la realizzazione di strutture di emergenza sarà possibile donare nuovi spazi alla popolazione e allo stesso tempo un nuovo senso di "sicurezza".

Abbiamo la consapevolezza che il nostro lavoro potrebbe essere migliorato e arricchito attraverso un processo di progettazione partecipativa, sul campo, ascoltando faccia a faccia le esigenze della popolazione presente.

Al momento non siamo in grado di eseguire questa procedura a causa della difficoltà di accesso e della scarsa sicurezza nell'area di studio.

¹ Cos'è e come funziona l'architettura biofilica, Domus, <https://www.domusweb.it/it/citta-sostenibili/2022/12/06/cos-e-come-funziona-larchitettura-biofi>

05

APPROCCIO METODOLOGICO

05.1 INTEGRARE UN APPROCCIO METODOLOGICO

05.2 LE TECNICHE DI VALUTAZIONE MULTICRITERIA DECISION ANALYSIS (MCDA)

05.3 L'ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

05.4 SIMPLE MULTI-ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE EXTENDED TO RANKING (SMARTER)

05.5 STIMA ECONOMICA

05.6 LIFE CYCLE ASSESMENT (LCA)



05.1 Integrare un approccio metodologico

In un processo di progettazione è necessario definire fin da subito un piano logico e sistematico per risolvere un determinato problema.

La metodologia, infatti, permette di ottenere dei risultati validi e affidabili, attraverso un processo rigoroso.

Questo approccio utilizza due tipologie di tecniche: le tecniche quantitative, caratterizzate da un processo metodologico comune, utilizzano *hard information*, ovvero dati quantitativi e le tecniche qualitative e miste, che, utilizzano prevalentemente *soft information*, ovvero informazioni qualitative.¹

La scelta di una metodologia adeguata permette di fornire un quadro completo e sistematico di tutto il quadro di ricerca e un'accurata selezione dei dati, in modo da avere un piano d'azione che guidi il team di progetto nelle fasi del processo dalla raccolta dati ai risultati.

All'interno di questo capitolo discuteremo perché sia importante l'uso di una metodologia e come essa possa essere utilizzata per una corretta progettazione.

Verranno, inoltre, presentate le tecniche utilizzate nella tesi per la progettazione e il posizionamento delle strutture di emergenza in caso di una calamità facendo riferimento a titolo esemplificativo al posizionamento di moduli di emergenza nella città di Kharkiv durante il conflitto Russia-Ucraina.

¹ V. Assumma, *Analisi Multi-criteri*

05.2 Le tecniche di valutazione Multicriteria Decision Analysis (MCDA)

Al fine di trovare soluzione a decisioni complesse, nello sviluppo della trattazione sono stati utilizzati metodi decisionali multi-criteri (MCDM) che consentano di valutare in modo sistemico le diverse alternative, tenendo conto di una serie di criteri e di preferenze. (Figueira et al., 2016; Ergott et al.)

Le tecnologie MCDM si basano su tre step fondamentali:

- Identificazione del problema e definizione dei criteri rilevanti per la decisione e delle alternative da valutare
- Raccolta di informazioni e valutazione delle prestazioni delle alternative
- Scelta finale basata sui risultati ottenuti precedentemente

Durante lo sviluppo della trattazione l'uso di questi criteri è risultato di grande utilità in quanto ci ha fornito sostegno nella strutturazione dei problemi che eravamo chiamati a rispondere, un quadro sistematico per l'analisi e valutazione delle alternative, supporto nelle scelte progettuali riducendo il rischio di errori di valutazione.¹

¹ What Is Research Methodology? (Why It's Important and Types), 2022, <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/research-methodology>

I metodi decisionali integrati nel progetto

I metodi decisionali sono stati selezionati attraverso un'attenta review della letteratura scientifica, sia per affinità tematica che per le caratteristiche intrinseche dei metodi stessi, al fine di identificare quelli maggiormente adatti allo studio della costruzione di strutture temporanee in situazioni di emergenza.

Sono stati pertanto scelti metodi in grado di cogliere sia gli aspetti qualitativi che quantitativi del processo decisionale, nonché di supportare in modo efficace le decisioni in condizioni di alta incertezza e scarsità di risorse temporali che, naturalmente, contraddistinguono gli interventi di emergenza.

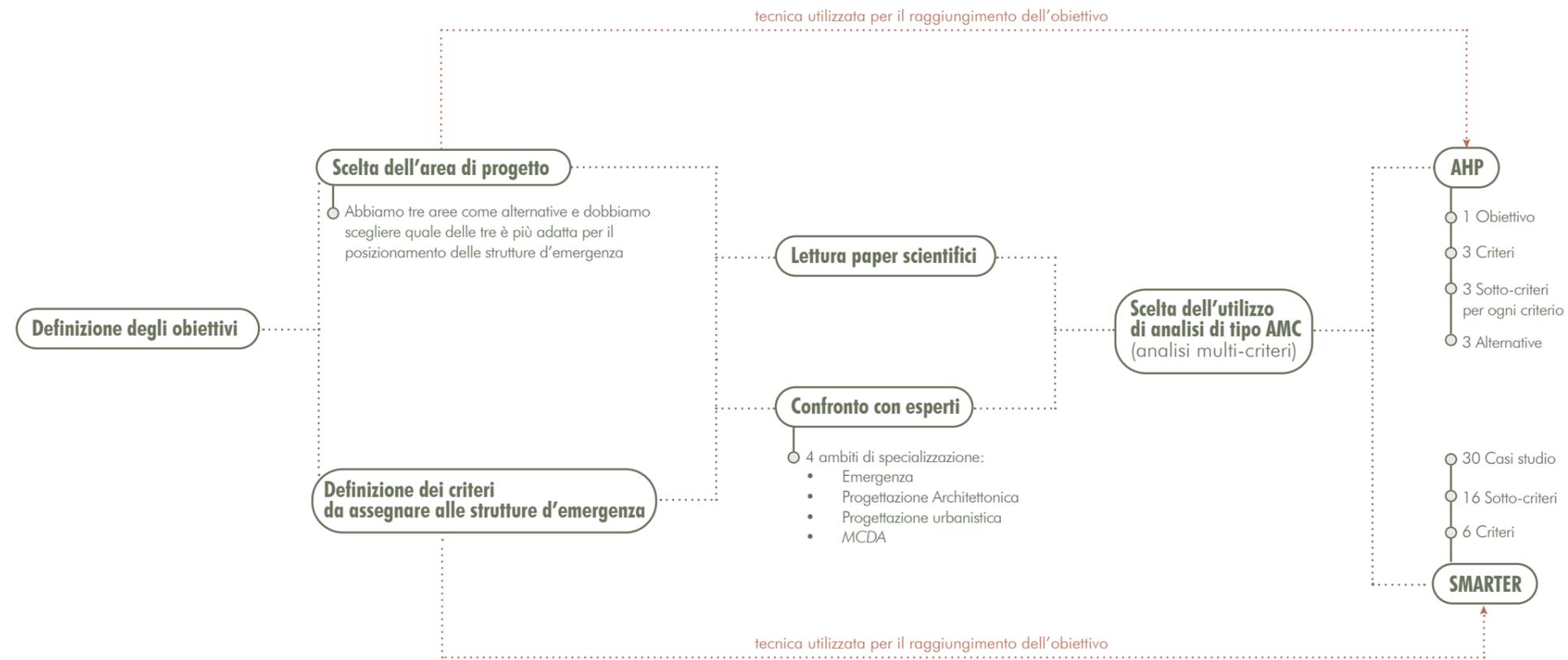
I metodi selezionati contribuiscono quindi ad un'analisi della complessa problematica oggetto di studio.

I MCDM selezionati per lo sviluppo della trattazione sono:

- AHP (Analytic Hierarchy Process)
- SMARTER (Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking)

Nella pagina seguenti riportiamo il workflow utilizzato.

Il Workflow



05.3 L'Analytic Hierarchy Process (AHP)

Il metodo che andiamo qui a proporre è stato sviluppato da Thomas L. Saaty a partire dalla fine degli anni '70 del secolo scorso, e si è diffuso a livello internazionale perché grazie alla sua relativa semplicità applicativa riesce a risolvere problemi di tipo complesso.

L'Analytic Hierarchy Process (AHP) è fondato su un approccio analitico e sintetico, in modo da facilitare la comunicazione tra gli attori interessati dal processo decisionale.

Per dare una spiegazione a livello generale, le informazioni in questa analisi vengono strutturate in una gerarchia di criteri, sotto-criteri e alternative.

Avendo a che fare ad oggi giorno con problemi di diversa complessità, ci si può confrontare in questa tecnica con criteri sia di tipo qualitativo sia di tipo quantitativo.

La gerarchia è ramificata e l'obiettivo principale, il goal, posizionato in sommità, sul primo livello, seguito dai criteri principali che possono essere ulteriormente suddivisi nei livelli inferiori in sotto-criteri, mentre le alternative da valutare sono posizionate sul livello più basso.

Il peso di ciascun criterio e alternativa viene valutato mediante confronti a coppie e le priorità vengono calcolate mediante il metodo dell'autovettore.¹

Per potere svolgere analisi di tipo MCDA è possibile avere un supporto in più grazie all'utilizzo di software dedicati.

Nel nostro caso, ad esempio, abbiamo utilizzato il programma *SUPER DECISION* per poter creare il nostro "schema ramificato" e poter ricavare le matrici di confronto a coppie e le supermatrici finali.

Ovviamente, abbiamo dovuto confrontarci con esperti nel campo e leggere paper scientifici per comprendere come utilizzare questo approccio multi-criteri.

Il caso applicativo

Nel nostro caso è stata effettuata un'analisi multi-criteri di tipo AHP (Analytic Hierarchy Process) per poter effettuare la scelta dell'area di progetto. Come spiegato nella parte introduttiva, questa analisi permette di avere una struttura

gerarchica. Per il nostro studio il "goal", ovvero l'obiettivo, in questo caso la scelta dell'area progettuale, è stato collegato unilateralmente con i criteri (resilienza, rischio e circolarità), questi ultimi sono stati collegati sempre unilateralmente con i sotto-criteri e infine i sotto-criteri sono stati messi in relazione bilateralmente con le alternative, che possiamo vedere nelle pagine successive.

Nel nostro caso si sono prese in considerazione tre differenti alternative, posizionate in zone caratterizzate da diversa morfologia nella città di Kharkiv.

La fase successiva dell'analisi ci ha permesso di stabilire le priorità di ciascun livello dello schema metodologico, attraverso una valutazione a due a due di ogni elemento. Abbiamo di fatto effettuato delle analisi di confronto a coppie assegnando delle preferenze tra le componenti mediante un punteggio fino a 9 punti (scala fondamentale di Saaty). I giudizi sulla scala di Saaty sono stati effettuati attraverso attribuzione di punteggi, come viene riportato nella tabella sottostante.

Intensità	Definizione
1	Importanza uguale
3	Moderata importanza
5	Importanza forte
7	Importanza molto forte
9	Estrema forte
2,4,6,8	Valori intermedi

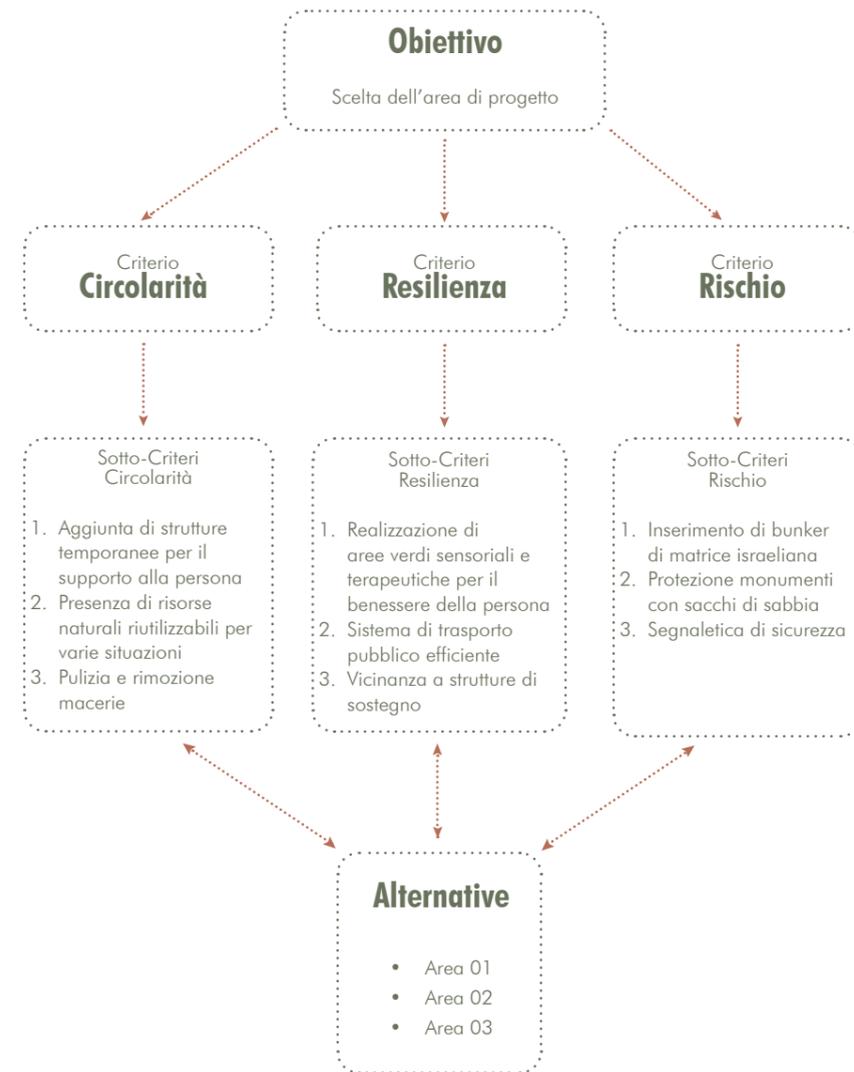
Tabella 05.1: Scala di Saaty

Il confronto tra gli elementi permette la formazione di matrice di confronto a coppie. È importante che le matrici abbiano un rapporto di consistenza uguale o inferiore al 10%, altrimenti i risultati non sono considerati attendibili.

Successivamente dal modello si ricavano le priorità e la definizione dell'alternativa.

¹ K.Schmidt, I. Aumann, I.Hollander, K. Damm, J. Matthias Graf von der Schulenburg, *Applying the Analytic Hierarchy Process in healthcare research: A systematic literature review and evaluation of reporting*, Center for Health Economics Research Hannover, Schmidt et al. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2015

Schema metodologico

**Strutture temporanee**

Costruzione di strutture mobili e resilienti per il supporto psicologico, ricreativo e sanitario.

Risorse naturali

Nella città sono presenti diverse risorse idrologiche come il Kharkiv River e il Lopan River e diverse aree verdi.

Macerie

Pulizia e rimozione delle macerie dalle aree protette.

Aree verdi

Giardino sensoriale, orto ad azione terapeutica, aree svago per bambini, attività artistiche, aree per il teatro e per la danza presso il parco urbano Taras Ševčenko.

Trasporto pubblico

Sistema di trasporto pubblico efficiente, che comprende servizio di metropolitana, bus tram.

Sostegno

Vicinanza a strutture di sostegno

Bunker

Inserimento di bunker di matrice israeliana per la sicurezza in caso di bombardamento.

Monumenti

Protezione monumenti con sacchi di sabbia.

Sicurezza

Segnaletica di sicurezza.

Alternativa 01 - Area 1 (parco urbano)

La prima area si posiziona nella parte centrale della città di Kharkiv. Quest'ultima è caratterizzata al suo interno dalla presenza del parco urbano Taras Ševčenko, e si estende fino al Kharkiv River.

L'area si sviluppa su una superficie di 3.88 km² e al suo interno sono presenti la Piazza della libertà, considerata la principale piazza della città, numerosi edifici di carattere prestigioso e di valenza storica e politica, come il palazzo del governo, e alcune sedi delle università di Kharkiv.

Il parco urbano, come sopra citato, occupa in percentuale maggiore la superficie dell'area. Quest'area verde è caratterizzata da numerosi percorsi ciclo-pedonali e in alcune zone sono posizionati monumenti che rappresentano figure o elementi significativi della città. Sempre in quest'area è possibile individuare il delfinario e lo zoo cittadino.

Diverse cliniche e ospedali sono disposti all'interno del lotto.

Alternativa 02 - Area 2 (stadio)

L'area numero due si estende per 1.37 km² al di sotto del Kharkiv River, principale fonte idrica della città insieme al Lopan River.

All'interno dell'area è presente lo Stadio Metalist, lo stadio cittadino, posizionato a sud est rispetto al fiume Kharkiv.

Dentro il perimetro della seconda alternativa è possibile trovare l'edificio della corte giudiziaria di Kharkiv, avente antistante un parco pubblico. Sempre in questo lotto abbiamo individuato numerosi edifici sanitari.

Alternativa 03 - Area 3 (Saltivka)

L'area tre si trova nel quartiere residenziale di Saltivka, posizionata a nord est della città al confine con la Russia, distrutto completamente a causa del conflitto.

Questo quartiere periferico si sviluppa per 2.98 km² ed è caratterizzato da grandi complessi residenziali, che ad oggi risultano essere molto danneggiati a seguito di numerosi bombardamenti avvenuti durante il conflitto.

In questa zona sono moltissime le persone sfollate, senza casa e senza gas.

Posizionamento in Kharkiv



Dimensionamento area



Figura 05.1: Aree di progetto - Kharkiv

Obiettivo - criteri

Per identificare l'area più pertinente del nostro progetto quale di questi criteri è più rilevante?

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RESILIENZA
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	------------

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

RESILIENZA	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

Matrice di confronto a coppie

Obiettivo	Circularità	Resilienza	Rischio	Vettore Priorità
Circularità	1	2	3	0.53
Resilienza	1/2	1	2	0.31
Rischio	1/3	1/2	1	0.16
Inconsistenza: 0.13040				

Risultati

Circularità		0.16342
Resilienza		0.29696
Rischio		0.53961

Tabella 05.2: Risultati analisi multi-criteri area 1

Tutte le valutazioni sono state effettuate tramite una partecipazione desktop, dal nostro gruppo di lavoro.

In questo primo set di pesi si vince come il criterio del rischio, risulta essere quello più rilevante, rispetto a circolarità e resilienza.

Circularità - sotto-criteri

Rispetto al criterio di circolarità, quali sono i sotto-criteri più significativi?

1. (S.C. CIRCULARITÀ)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. CIRCULARITÀ)
-----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-----------------------

1. (S.C. CIRCULARITÀ)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCULARITÀ)
-----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-----------------------

2. (S.C. CIRCULARITÀ)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCULARITÀ)
-----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-----------------------

Matrice di confronto a coppie

Circularità	1. (S.C. Circularità)	2. (S.C. Circularità)	3. (S.C. Circularità)	Vettore Priorità
1. (S.C. Circularità)	1	4	5	0.60
2. (S.C. Circularità)	1/4	1	2	0.24
3. (S.C. Circularità)	1/5	1/2	1	0.16
Inconsistenza: 0.09040				

Risultati

1. (S.C. Circularità)		0.68698
2. (S.C. Circularità)		0.09739
3. (S.C. Circularità)		0.33307

Tabella 05.3: Risultati analisi multi-criteri relativi al nodo circolarità

In tutte le matrici di confronto a coppie dove sono presenti dei sotto-criteri, per motivi di spazi, non abbiamo riportato tutta la dicitura del sotto-criterio stesso, ma, solamente un'abbreviazione, dove S.C. sta per sotto-criterio.

In questo caso, si vince come l'aggiunta di strutture temporanee per il supporto alla persona, risulta essere circa al 68%, il sotto-criterio preponderante.

Resilienza - sotto-criteri

Rispetto al criterio di resilienza, quali sono i sotto-criteri più significativi?

1. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

1. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

2. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

Matrice di confronto a coppie

Resilienza	1. (S.C. Resilienza)	2. (S.C. Resilienza)	3. (S.C. Resilienza)	Vettore Priorità
1. (S.C. Resilienza)	1	4	1	0.68
2. (S.C. Resilienza)	1/4	1	3	0.21
3. (S.C. Resilienza)	1	1/3	1	0.11
Inconsistenza: 0.00885				

Risultati

1. (S.C. Resilienza)		0.45793
2. (S.C. Resilienza)		0.12601
3. (S.C. Resilienza)		0.41606

Tabella 05.4: Risultati analisi multi-criteri relativi al nodo resilienza

Rispetto al criterio di resilienza, la realizzazione di aree verdi sensoriali, terapeutiche, per il benessere alla persona e la vicinanza a strutture di sostegno, risultano essere i criteri più importanti.

Si vince, ancora una volta, che il benessere della persona è uno degli obiettivi chiave del progetto.

Rischio - sotto-criteri

Rispetto al criterio di rischio, quali sono i sotto-criteri più significativi?

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

2. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

Matrice di confronto a coppie

Rischio	1. (S.C. Rischio)	2. (S.C. Rischio)	3. (S.C. Rischio)	Vettore Priorità
1. (S.C. Rischio)	1	5	3	0.47
2. (S.C. Rischio)	1/5	1	3	0.21
3. (S.C. Rischio)	1/3	1/3	1	0.33
Inconsistenza: 0.03703				

Risultati

1. (S.C. Rischio)		0.63699
2. (S.C. Rischio)		0.10473
3. (S.C. Rischio)		0.25828

Tabella 05.5: Risultati analisi multi-criteri relativi al nodo rischio

Il sotto-criterio di rischio, definito come, inserimento di “bunker di matrice israeliana”, risulta essere il più rilevante, in quanto permette ai cittadini di trovare uno spazio di protezione, in caso di bombardamenti. Per questo motivo, la protezione di monumenti mediante sacchi di sabbia e la segnaletica di sicurezza, vengono messi in secondo piano.

Area 1 - sotto-criteri di circolarità

Rispetto all'area 1, quali sono i sotto-criteri di circolarità più significativi?

1. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. CIRCOLARITÀ)
1. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCOLARITÀ)
2. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCOLARITÀ)

Matrice di confronto a coppie

Area 1	1. (S.C. Circolarità)	2. (S.C. Circolarità)	3. (S.C. Circolarità)	Vettore Priorità
1. (S.C. Circolarità)	1	3	2	0.49
2. (S.C. Circolarità)	1/3	1	3	0.36
3. (S.C. Circolarità)	1/2	1/3	1	0.15
Inconsistenza: 0.05156				

Risultati

1. (S.C. Circolarità)	0.52784
2. (S.C. Circolarità)	0.13965
3. (S.C. Circolarità)	0.33252

Tabella 05.6: Risultati analisi multi-criteri area 1 - sotto-criteri di circolarità

Rispetto all'area 1, il sotto-criterio di circolarità "aggiunta di strutture temporanee per il supporto alla persona", risulta quello con una percentuale del circa 53%. Segue il sotto-criterio "pulizia e rimozione delle macerie" al 33%.

Area 2 - sotto-criteri di circolarità

Rispetto all'area 2, quali sono i sotto-criteri di circolarità più significativi?

1. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. CIRCOLARITÀ)
1. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCOLARITÀ)
2. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCOLARITÀ)

Matrice di confronto a coppie

Area 2	1. (S.C. Circolarità)	2. (S.C. Circolarità)	3. (S.C. Circolarità)	Vettore Priorità
1. (S.C. Circolarità)	1	4	3	0.47
2. (S.C. Circolarità)	1/4	1	2	0.19
3. (S.C. Circolarità)	1/3	1/2	1	0.34
Inconsistenza: 0.01759				

Risultati

1. (S.C. Circolarità)	0.12196
2. (S.C. Circolarità)	0.55842
3. (S.C. Circolarità)	0.31962

Tabella 05.7: Risultati analisi multi-criteri area 2 - sotto-criteri di circolarità

Rispetto all'area 2, il criterio preponderante, risulta essere quello di avere un sistema di trasporto efficiente, essendo in una zona non prettamente centrale della città.

Area 3 - sotto-criteri di circolarità

Rispetto all'area 3, quali sono i sotto-criteri di circolarità più significativi?

1. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. CIRCOLARITÀ)
1. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCOLARITÀ)
2. (S.C. CIRCOLARITÀ) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. CIRCOLARITÀ)

Matrice di confronto a coppie

Area 2	1. (S.C. Circolarità)	2. (S.C. Circolarità)	3. (S.C. Circolarità)	Vettore Priorità
1. (S.C. Circolarità)	1	4	6	0.38
2. (S.C. Circolarità)	1/4	1	3	0.45
3. (S.C. Circolarità)	1/6	1/3	1	0.17
Inconsistenza: 0.05156				

Risultati

1. (S.C. Circolarità)	0.08522
2. (S.C. Circolarità)	0.27056
3. (S.C. Circolarità)	0.64422

Tabella 05.8: Risultati analisi multi-criteri area 3 - sotto-criteri di circolarità

Rispetto all'area 3, il criterio preponderante, risulta essere quello di pulizia e rimozione delle macerie, in quanto l'area risulta essere completamente distrutta a causa dei bombardamenti delle forze armate russe.

Area 1 - sotto-criteri di resilienza

Rispetto all'area 1, quali sono i sotto-criteri di resilienza più significativi?

1. (S.C. RESILIENZA) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RESILIENZA)
1. (S.C. RESILIENZA) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
2. (S.C. RESILIENZA) ≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)

Matrice di confronto a coppie

Area 1	1. (S.C. Resilienza)	2. (S.C. Resilienza)	3. (S.C. Resilienza)	Vettore Priorità
1. (S.C. Resilienza)	1	1	3	0.34
2. (S.C. Resilienza)	1	1	2	0.27
3. (S.C. Resilienza)	1/3	1/2	1	0.39
Inconsistenza: 0.01759				

Risultati

1. (S.C. Resilienza)	0.20984
2. (S.C. Resilienza)	0.24021
3. (S.C. Resilienza)	0.54995

Tabella 05.9: Risultati analisi multi-criteri area 1 - sotto-criteri di resilienza

Le valutazioni dei sotto-criteri di resilienza rispetto all'area 1 mettono in mostra come la vicinanza a strutture di sostegno per il benessere psico-fisico della persona risulta essere il fattore più influenzante, soprattutto a causa dello stato di trauma in cui vivono le persone.

Area 2 - sotto-criteri di resilienza

Rispetto all'area 2, quali sono i sotto-criteri di resilienza più significativi?

1. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

1. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

2. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

Matrice di confronto a coppie

Area 2	1. (S.C. Resilienza)	2. (S.C. Resilienza)	3. (S.C. Resilienza)	Vettore Priorità
1. (S.C. Resilienza)	1	5	4	0.40
2. (S.C. Resilienza)	1/5	1	2	0.38
3. (S.C. Resilienza)	1/4	1/2	1	0.22
Inconsistenza: 0.00532				

Risultati

1. (S.C. Resilienza)		0.10050
2. (S.C. Resilienza)		0.46647
3. (S.C. Resilienza)		0.43303

Tabella 05.10: Risultati analisi multi-criteri area 2 - sotto-criteri di resilienza

Nell'area 2, i sotto-criteri trasporto pubblico efficiente e vicinanza a strutture di sostegno, risultano essere di uguale importanza, mentre la realizzazione di aree verdi sensoriali e terapeutiche per il benessere della persona, risulta essere superfluo.

Area 3 - sotto-criteri di resilienza

Rispetto all'area 3, quali sono i sotto-criteri di resilienza più significativi?

1. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

1. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

2. (S.C. RESILIENZA)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RESILIENZA)
----------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	----------------------

Matrice di confronto a coppie

Area 3	1. (S.C. Resilienza)	2. (S.C. Resilienza)	3. (S.C. Resilienza)	Vettore Priorità
1. (S.C. Resilienza)	1	7	8	0.78
2. (S.C. Resilienza)	1/7	1	1	0.11
3. (S.C. Resilienza)	1/8	1	1	0.11
Inconsistenza: 0.00191				

Risultati

1. (S.C. Resilienza)		0.78906
2. (S.C. Resilienza)		0.10782
3. (S.C. Resilienza)		0.10312

Tabella 05.11: Risultati analisi multi-criteri area 3 - sotto-criteri di resilienza

Nell'area 3, data la situazione tragica, a causa dell'area completamente distrutta, risulta di fondamentale importanza avere delle zone terapeutiche per il benessere della persona.

Area 1 - sotto-criteri di rischio

Rispetto all'area 1, quali sono i sotto-criteri di rischio più significativi?

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

2. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

Matrice di confronto a coppie

Area 1	1. (S.C. Rischio)	2. (S.C. Rischio)	3. (S.C. Rischio)	Vettore Priorità
1. (S.C. Rischio)	1	5	2	0.53
2. (S.C. Rischio)	1/5	1	4	0.35
3. (S.C. Rischio)	1/2	1/4	1	0.12
Inconsistenza: 0.02365				

Risultati

1. (S.C. Rischio)		0.11685
2. (S.C. Rischio)		0.68334
3. (S.C. Rischio)		0.19981

Tabella 05.12: Risultati analisi multi-criteri area 1 - sotto-criteri di rischio

Le valutazioni riguardanti i sotto-criteri di rischio nell'area 1, vedono come preponderante l'inserimento di bunker di matrice israeliana, come luogo di riparo dai bombardamenti.

Area 2 - sotto-criteri di rischio

Rispetto all'area 2, quali sono i sotto-criteri di rischio più significativi?

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

2. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
-------------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	-------------------

Matrice di confronto a coppie

Area 2	1. (S.C. Rischio)	2. (S.C. Rischio)	3. (S.C. Rischio)	Vettore Priorità
1. (S.C. Rischio)	1	3	2	0.53
2. (S.C. Rischio)	1/3	1	3	0.32
3. (S.C. Rischio)	1/2	1/3	1	0.15
Inconsistenza: 0.05156				

Risultati

1. (S.C. Rischio)		0.52784
2. (S.C. Rischio)		0.13965
3. (S.C. Rischio)		0.33252

Tabella 05.13: Risultati analisi multi-criteri area 2 - sotto-criteri di rischio

Per l'area 2, il sotto-criterio di inserimento di bunker di matrice israeliana risulta essere quello più rilevante al 53%, mentre il sotto-criterio che prevede l'inserimento di segnaletica di sicurezza al 33% e infine la protezione dei monumenti mediante sacchi di sabbia al 14%.

Area 3 - sotto-criteri di rischio

Rispetto all'area 3, quali sono i sotto-criteri di rischio più significativi?

1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	2. (S.C. RISCHIO)
1. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)
2. (S.C. RISCHIO)	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	3. (S.C. RISCHIO)

Matrice di confronto a coppie

Area 3	1. (S.C. Rischio)	2. (S.C. Rischio)	3. (S.C. Rischio)	Vettore Priorità
1. (S.C. Rischio)	1	8	4	0.63
2. (S.C. Rischio)	1/8	1	5	0.29
3. (S.C. Rischio)	1/4	1/5	1	0.08
Inconsistenza: 0.009040				

Risultati

1. (S.C. Rischio)		0.69862
2. (S.C. Rischio)		0.06434
3. (S.C. Rischio)		0.23704

Tabella 05.14: Risultati analisi multi-criteri area 3 - sotto-criteri di rischio

Nell'area 3, del quartiere di Saltivka, il di inserimento di bunker per la protezione dei bombardamenti risulta quello più rilevante.

Priorità

Nome	Priorità normalizzate per i cluster	Limiti
Area 1	0.59888	0.299439
Area 2	0.20399	0.101997
Area 3	0.19713	0.098564
Aggiunta di strutture temporanee per il supporto alla persona	0.35779	0.059631
Presenza di risorse naturali riutilizzabili per vari utilizzi	0.25088	0.041814
Pulizia e rimozione macerie	0.39133	0.065222
Realizzazione di aree verdi sensoriali e terapeutiche per il benessere della persona	0.30172	0.050286
Sistema di trasporto pubblico efficienti	0.26027	0.043378
Vicinanza a strutture di sostegno	0.43801	0.073002
Inserimento di bunker di matrice israeliana	0.31537	0.052562
Protezione monumenti con sacchi di sabbia	0.45041	0.075068
Segnaletica di sicurezza	0.23422	0.039037

Tabella 05.15: Tabella priorità

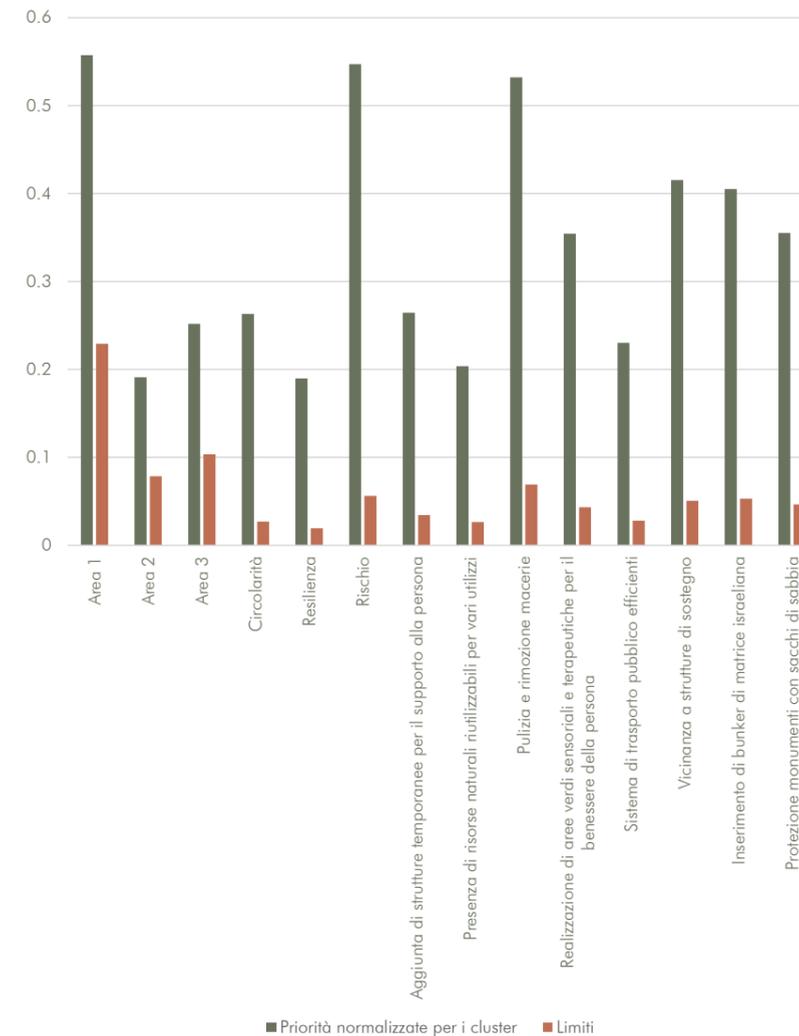


Grafico 05.1: Grafico priorità

Ranking finale delle alternative

Nome	Valore
Area 1	0.598878
Area 2	0.203994
Area 3	0.197128

Tabella 05.16: Tabella ranking finale delle alternative

Al termine del processo AHP abbiamo ottenuto, grazie all'inserimento dei dati all'interno del software di calcolo SUPERDECISION, la prima alternativa come quella vincente. L'area 1 risulta essere quella più favorevole all'inserimento di strutture di emergenza, in quanto in grado di raggiungere una grossa percentuale di popolazione, essendo situata nella zona centrale della città e avendo una superficie più vasta, ma, anche per il fatto che si tratta di un'area ricca di connessioni, reti di trasporto e di spazi naturali in cui le persone possono praticare attività fisica e incontrarsi. Sicuramente i fattori di rischio sono più elevati e per questo bisogna garantire degli standard di sicurezza maggiori.

Essendo la superficie di questa zona di 3.88 km² sarà necessario definire un masterplan che dovrà tenere conto dei collegamenti già presenti nel sito e che avrà dei punti di studio più approfonditi rispetto ad altri. Vista la necessità di costruire strutture d'emergenza, con funzione sanitaria, pensavamo di inserire queste ultime in una zona circondata da elementi naturali e nelle vicinanze di ospedali.

Analisi di sensitività per il nodo di circolarità

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RESILIENZA
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	------------

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

RESILIENZA	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

Analisi di sensitività per il nodo di resilienza

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RESILIENZA
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	------------

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

RESILIENZA	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

Analisi di sensitività per il nodo del rischio

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RESILIENZA
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	------------

CIRCULARITÀ	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
-------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

RESILIENZA	≥ 9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 9.5	RISCHIO
------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------	---------

Tabella 05.17: Analisi di sensitività per i diversi criteri

Attraverso l'analisi di sensitività viene confermato ciò che ci dicono i risultati precedenti, ovvero che l'area uno è quella più adatta per l'ubicazione delle nostre strutture.

Grazie a questo processo abbiamo creato un modello utile per la validazione dei risultati, considerando di volta in volta uno dei tre criteri e variandone il peso, mantenendo costanti i pesi gli altri due criteri (l'analisi di sensitività è stata effettuata solamente variando il set di pesi dei criteri).

Il parametro considerato è dell'80% per i criteri di circolarità, rischio e resilienza, considerando, di volta in volta, gli altri due criteri al 10%.

Si evince, inoltre, che anche attraverso le diverse analisi di sensitività i risultati rimangono invariati.

Risultati finali

Il modello di analisi AHP, chi ha permesso, attraverso le matrici di confronto a coppie, di razionalizzare il problema decisionale, scegliendo l'alternativa migliore per l'identificazione del luogo più adatto per le nostre strutture di emergenza.

Questa tipologia di analisi, è sicuramente di un'efficacia comprovata, ma, per una validazione ulteriore e una maggiore certezza dei risultati sarebbe utile unire l'AHP con altri tools e tecniche, andando così ad eliminare quelle che sono le problematiche del modello.

Infatti,, uno dei principali svantaggi dell'AHP è la sua incapacità di affrontare l'incertezza e l'imprecisione delle percezioni del decisore.²

L'AHP non riesce a quantificare con precisione quanto un dato elemento sia più importante di un altro, in quanto lavora con misure di tipo qualitativo.

L'incertezza che caratterizza questa tecnica, soprattutto in casi complessi, può essere dovuta al fatto che i dati, le soglie, e i pesi spesso derivino da molte fonti diverse, il che contribuisce a creare dubbi.

Inoltre, i decisori che lavorano sul processo di analisi possono non essere totalmente consapevoli delle loro preferenze, ciò dovuto al fatto che i criteri potrebbero essere di portata non nota.

Per questo motivo, è fondamentale svolgere l'analisi di sensitività sui pesi dei criteri di input, in modo tale da ridurre l'incertezza e aumentare la stabilità degli output.

Appare evidente come l'analisi di sensitività sia una parte cruciale di qualsiasi analisi decisionale solida. Mediante questa "verifica", si può capire quali variabili influenzano la decisione in modo significativo e quali variabili influenzano semplicemente la decisione.

²Y. Chen, J. Ya, S. Khan, *The spatial framework for weight sensitivity analysis in AHP-based multi-criteria decision making*, Environmental Modelling & Software, 2013, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815213001461>

05.4 Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking (SMARTER)

In questo elaborato di tesi, per la definizione delle caratteristiche architettoniche delle strutture di emergenza, è stato considerato il metodo SMARTER (*Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking*).

La metodologia appena citata è risultata tra le più idonee delle tecnologie MCDA (Multiple-Criteria Decision Analysis) perché facilita agli esperti la valutazione di un insieme di criteri attraverso una semplice graduatoria, finalizzata ad esplicitare i pesi degli stessi criteri. Infatti,, una componente chiave nello sviluppo di un modello di valore additivo multi-criteri per la selezione della migliore alternativa è l'ottenimento dei pesi dei singoli criteri e sotto-criteri.

Il metodo SMARTER che stiamo qui descrivendo è caratterizzato da un processo multi-step, i cui passaggi verranno qui descritti:

STEP 1: Definizione dell'obiettivo valutativo, ovvero la valutazione di quali caratteristiche architettoniche e tecnologiche siano le più importanti da prendere in considerazione durante la progettazione di strutture di emergenza. Questa fase è dedicata anche all'identificazione dei decisori da coinvolgere nella valutazione.¹

STEP 2: Definizione degli oggetti della valutazione e formulazione delle schede oggetti-attributi. Un insieme di casi studio viene scelto e valutato utilizzando gli indicatori (vedi allegati "schedatura dei casi studio 1-30").

STEP 3: Definizione dei criteri e degli indicatori (sotto-criteri) da utilizzare per la valutazione (vedi allegato "codifica delle emergenze e dei casi studio") e assegnazione soggettiva di pesi quantitativi ai singoli attributi (indicatori), (vedi allegato "analisi pesi criteri per casi studio").

STEP 4: Normalizzazione dei pesi quantitativi e assegnazione dei pesi ROD (Rank Order Distribution).

Per poter attribuire un peso ROD a ciascuno degli indicatori presenti all'interno di un macro-parametro (criterio), è necessario strutturare una classifica dei sotto-criteri. (sulla base dei pesi quantitativi assegnati in precedenza).

Nel nostro caso il "ranking" iniziale è stato effettuato sulla base dei pesi normalizzati assegnati. (ad esempio, il criterio con il valore in peso normalizzato più alto è risultato il primo in classifica).

¹ F. Appiotti, V. Assumma, M. Bottero, P. Camprostrini, G. Datola, PLombardi, E. Rinaldi, *Definition of a Risk Assessment Model within a European Interoperable Database Platform (EID) for Cultural Heritage*, agosto 2022.

Per il calcolo del peso normalizzato, il singolo peso del sotto-criterio viene diviso per il valore massimo tra tutti i pesi.

Per l'assegnazione dei pesi ROD è possibile utilizzare tabella elaborata da Barron & Barret (fonte: W. Edwards, F. H. Barron, *SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. Organizational behaviour and Human Decision process*, 60. pp.306-325, 1994) oppure è possibile utilizzare la formula di seguito indicata:²⁻³

$$w_i(\text{ROD}) = (1/n) \sum_{k=1}^n (1/k)$$

Dove n è il numero dei sotto-criteri (per il nostro studio n=16) e i è il sotto-criterio (indicatore) i-esimo (es: $w_1(\text{ROD}) = (1/1+1/2+1/3+1/4...1/16)/16$;

$w_2(\text{ROD}) = (1/0+1/2+1/3+1/4...1/16)/16$; $w_3(\text{ROD}) = (1/0+1/0+1/3+1/4...1/16)/16$).(vedi tabella xx).

STEP 5: Descrizione dei decisori, delle loro competenze e definizione dei coefficienti di competenza.

Nel nostro particolare caso, in data 16 maggio 2023, sono stati presi in considerazione 5 esperti.

Profilo esperto 1: studentessa del corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura. Al momento il soggetto non ha esperienza professionale in nessun campo.

Profilo esperto 2: studentessa del corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura. Al momento il soggetto non ha esperienza professionale in nessun campo.

Profilo esperto 3: studentessa del corso di laurea magistrale in Ingegneria Edile-Architettura. Al momento il soggetto non ha esperienza professionale in nessun campo.

² F. H. Barron, B. E. Barrett, *The efficacy of SMARTER - Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to ranking*, 1996
³ L. Totaro, *Un approccio integrato per la valutazione dei beni culturali: applicazione alla Chiesa di S. Maria dei Miracoli a Venezia*, tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, 2017/2018

Profilo esperto 4: responsabile dell'Unità Operativa della Croce Rossa Italiana che opera per le azioni di prevenzione non strutturale e risposta alle emergenze a livello internazionale. Il soggetto ha una forte esperienza professionale nel campo delle emergenze.

Profilo esperto 5: architetto, artista e educatore ucraino. Fondatore dello studio di architettura Drozdov&Partners e co-fondatore della Kharkiv School of Architecture. Con principale esperienza nel campo urbanistico e architettonico. Negli ultimi mesi l'esperto sta prendendo parte a progetti di architetture d'emergenza.

Profilo esperto 6: architetto, ha lavorato per lo studio Drozdov&Partners e per lo studio BIG nella città di New York. Al momento fa parte del team Kharkiv School of Architecture dal 2020. Insegna corsi senior, dove si concentra sulla progettazione e ricerca abitativa, sull'urbanistica del paesaggio e sulla pianificazione urbana. Negli ultimi mesi ha preso parte a progetti inerenti all'emergenza in atto in Ucraina.

Profilo esperto 7: professore del Politecnico di Milano, laureata in Pianificazione Territoriale, Urbanistica, Ambientale e Paesaggistica. Ha una forte conoscenza in materia di valutazione economica e ambientale, e ha maturato negli anni un approccio multidisciplinare e interdisciplinare per supportare il processo decisionale nella risoluzione di problematiche complesse che affliggono oggi la città ed il territorio. Ha esperienza in materia di AMC (Analisi Multi-Criteri).

Proprio per rendere più concreta la metodologia, si assegnano un livello di competenza ai vari esperti. Questo coefficiente è stato utilizzato per ponderare il peso di ogni indicatore.⁴

Per il calcolo del peso ponderato abbiamo utilizzato la seguente equazione:

$$W_i e = (w_i e_1 + w_i e_2 + \dots + w_i e_n) / (\sum_{k=1}^n e_k)$$

Nella *tabella 05.18* sono stati evidenziati i coefficienti utilizzati.

Livello di competenza esperto	Coefficiente
Non competente	0.25
Parzialmente competente	0.50
Abbastanza competente	0.75
Competente	1.00

Tabella 05.18: Classi di competenza

Dove:

W_ie: peso indicatore i-esimo ponderato rispetto i vari livelli di competenza

w_i: peso che deriva dalla metodologia, preso da tabella ROD

e_i: coefficiente di competenza dell'esperto

∑_{k=1}ⁿ e_k: sommatoria dei coefficienti di competenza assegnati agli esperti

Agli esperti 1, 2, 3 è stato assegnato un coefficiente pari a 0.25, data la mancata competenza nel campo professionale.

All'esperto 4 è stato attribuito un coefficiente pari a 1.00 data la sua particolare vicinanza al vasto tema dell'emergenza e in particolare della pianificazione e organizzazione durante situazioni di emergenza.

All'esperto 5 è stato assegnato un livello di competenza corrispondente al valore 0.75, dovuto al fatto che il soggetto preso in analisi risulta essere molto competente in materia architettonica e urbanistica, ma, non completamente competente nel campo dell'architettura d'emergenza.

Stesso ragionamento è stato effettuato per l'esperto 6, avente abilità pressoché pari a quelle dell'esperto precedente. Gli è quindi stato assegnato un coefficiente pari a 0.75.

Per l'ultimo specialista preso in considerazione, il coefficiente scelto è pari a 0.50 vista la minima esperienza riguardante il tema delle emergenze, ma, avendo comunque, lavorato per la risoluzione di problematiche di elevata complessità che toccano il territorio.

Al termine della procedura siamo passate all'elaborazione di una tabella riassuntiva, attraverso il software di calcolo *Excel*, che contiene al suo interno i risultati dei passaggi precedentemente esplicitati.

Criterio	Codice	Sotto-criterio	Valore quantitativo	Valore normalizzato	Peso ROD	Peso ponderato (Pw)
Adattabilità contestuale	a	Adattabilità a condizioni climatiche	13	0.8125	0.0967	0.0221
	b	Adattabilità a condizioni geografiche locali	12	0.7500	0.0811	0.0185
Adattabilità progettuale	a	Flessibilità involucro esterno	15	0.9375	0.1488	0.0340
	b	Flessibilità degli spazi interni	16	1.0000	0.2113	0.0483
	c	Modularità della struttura	14	0.8750	0.1175	0.0268
Fattibilità tecnica	a	Manodopera	2	0.1250	0.0081	0.0018
	b	Trasportabilità	11	0.6875	0.0686	0.0156
Performance architettoniche	a	Isolamento termico	5	0.3125	0.0226	0.0051
	b	Isolamento acustico	4	0.2500	0.0173	0.0040
	c	Materiali a bassa emissione di CO ₂	6	0.3750	0.0282	0.0064
	d	Rapporto aero-illuminante	3	0.1875	0.0125	0.0029
Sostenibilità economica	a	Costo di costruzione	1	0.0625	0.0039	0.0009
	b	Riciclabilità	7	0.4375	0.0345	0.0079
	c	Riuso	8	0.5000	0.0414	0.0094
Uso di risorse rinnovabili	a	Autoproduzione energia	10	0.6250	0.0582	0.0133
	b	Sistema accumulo acqua	9	0.5625	0.0492	0.0112

Tabella 05.19: Pesi Ponderati

STEP 6: Una volta sostituite le classifiche con i pesi ponderati nella matrice, è possibile calcolare il valore medio tra i pesi ponderati. Definiamo il valore medio dei componenti (sotto-criteri) come pesi locali (Lw), mentre il valore medio dei parametri (criteri) come pesi generali (Gw).

Il peso locale di ogni indicatore (Lw_i) è stato calcolato come peso ponderato del singolo indicatore (Pw_i) fratto la somma dei pesi ponderati dei singoli sotto-criteri riferiti alla categoria scelta.

$$Lw_i = Pw_i / (\sum_{i=1}^n Pw_i)$$

Dove i è il sotto-criterio (indicatore) i-esimo (es: Lw₁ = 0.0318 / (0.0318 + 0.0263)).

Abbiamo calcolato i pesi generali dei criteri (Gw_c) come:

$$Gw_c = \sum_{k=1}^n Pwi / (\sum_{k=1}^n Pwi)$$

STEP 7: Calcolo delle priorità finali. Ogni peso locale (Lw) viene moltiplicato per il peso generale (Gw) del parametro di appartenenza, ottenendo così la priorità finale, cioè il peso globale (GLw). La somma dei pesi globali deve dare come risultato

La *tabella 05.20* dettaglia i pesi globali come priorità finali del modello.

Criterio	Codice	Sotto-criterio	Peso locale (Lw)	Peso generale (Gw)	Peso globale (GLw)
Adattabilità contestuale	a	Adattabilità a condizioni climatiche	0.5440	0.1777	0.0966
	b	Adattabilità a condizioni geografiche locali	0.4560		0.0810
Adattabilità progettuale	a	Flessibilità involucro esterno	0.3113	0.4781	0.1488
	b	Flessibilità degli spazi interni	0.4430		0.2118
	c	Modularità della struttura	0.2457		0.1175
Fattibilità tecnica	a	Manodopera	0.1053	0.0766	0.0081
	b	Trasportabilità	0.8947		0.0685
Performance architettoniche	a	Isolamento termico	0.2796	0.0806	0.0225
	b	Isolamento acustico	0.2150		0.0173
	c	Materiali a bassa emissione di CO ₂	0.3500		0.0282
	d	Rapporto aero-illuminante	0.1554		0.0125
Sostenibilità economica	a	Costo di costruzione	0.0489	0.0797	0.0039
	b	Riciclabilità	0.4320		0.0344
	c	Riuso	0.5190		0.0414
Uso di risorse rinnovabili	a	Autoproduzione energia	0.5416	0.1073	0.0581
	b	Sistema accumulo acqua	0.4584		0.0492
					Tot: 1

Tabella 05.20: Pesi locali, Pesi generali e Pesi globali

STEP 8: Lettura dei risultati. Al termine di tutto il processo è emerso che il sotto-criterio con il peso globale (GLw) maggiore risulta essere la "flessibilità degli spazi interni" e a seguire la "flessibilità involucro esterno". La priorità finale sarà su cui si andrà a basare l'intera progettazione.

Al contrario, possiamo evidenziare come indicatore meno rilevante durante la progettazione (quindi anche meno impattante) il costo di costruzione.

⁴ F. Appiotti, V. Assumma, M. Bottero, P. Camprostrini, G. Datola, P. Lombardi, E. Rinaldi., *Definition of a Risk Assessment Model within a European Interoperable Database Platform (EID) for Cultural Heritage*, agosto 2022.

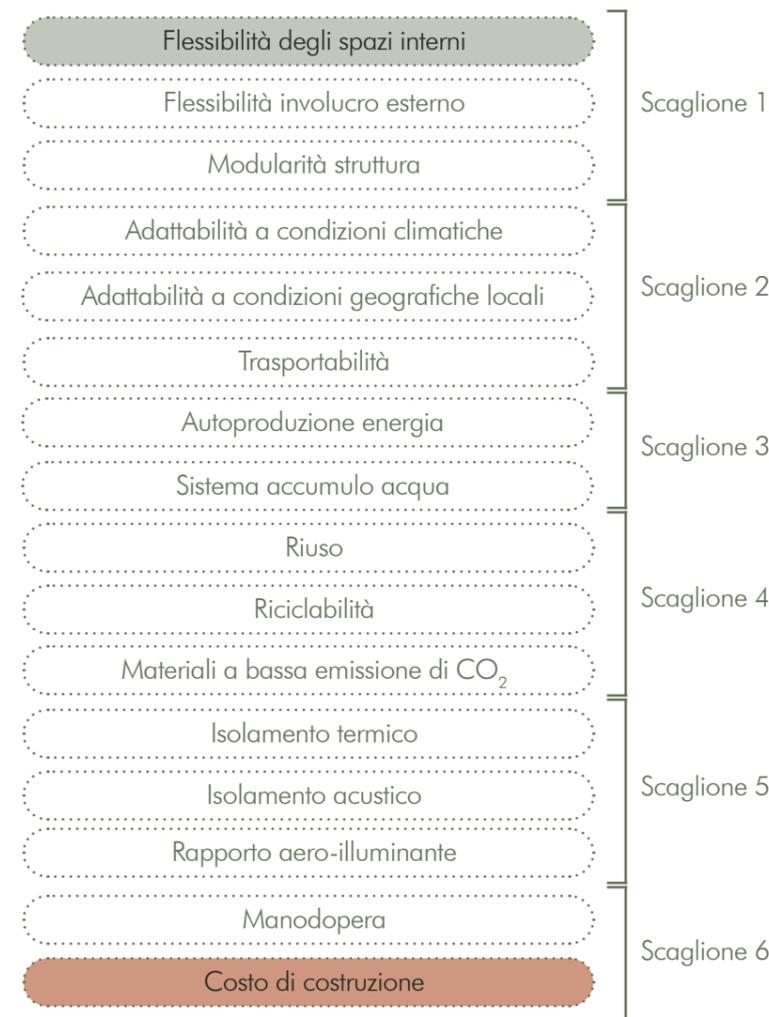
STEP 9: Classifica finale (in ordine decrescente)

Tabella 05.21: Classifica sotto-criteri

Commenti finali

Al termine delle analisi, effettuate attraverso la metodologia SMARTER, abbiamo stilato la nostra classifica finale. Da quest'ultima è stato possibile notare l'importanza associata a ciascun sotto-criterio.

Il primo scaglione, contenente i primi tre criteri, è legato alla flessibilità dell'involucro. Data la delicata situazione in cui ci troviamo a progettare, emerge quanto sia fondamentale mettere in primo piano la possibilità di modificare gli spazi nel tempo. La *flessibilità interna ed esterna* delle strutture, insieme ad una specifica *modularità*, saranno alla base della definizione del nostro *concept* architettonico.

Possiamo sottolineare come, dal secondo scaglione di indicatori (*adattabilità a condizioni climatiche, adattabilità a condizioni geografiche locali, trasportabilità*) venga messa in evidenza l'importanza del concetto generale di "adattabilità".

Uno degli obiettivi del nostro progetto dovrà essere la possibilità di essere riprodotto o riutilizzato in altri contesti, anche al di fuori dell'Ucraina. Proprio per questo motivo, appare fondamentale nel nostro caso considerare una costruzione che sia facilmente trasportabile da un luogo all'altro e che possa ben integrarsi con le caratteristiche di ciascun territorio in cui viene localizzata.

A causa dei continui bombardamenti, che vanno ad infliggere danni anche alle strutture energetiche, in situazioni di emergenza è ormai indispensabile assicurare che le strutture che vengono costruite siano autosufficienti. Infatti, *autoproduzione di energia e sistema di accumulo dell'acqua*, sono per noi fondamentali per una corretta progettazione di "moduli" di emergenza.

Attraverso l'installazione di pannelli solari è possibile accumulare energia durante le ore diurne e riutilizzare la stessa per rendere l'edificio altamente performante. Allo stesso modo, attraverso la corretta progettazione di un sistema di accumulo di acqua piovana, è possibile utilizzare il liquido accumulato per il sostentamento dei bisogni primari degli utenti.

Riuso e riciclabilità non sono da sottovalutare, visto anche il difficile periodo che il nostro pianeta si trova ad affrontare a causa del cambiamento climatico. Pensare al riutilizzo dei materiali, ma, soprattutto alla loro riciclabilità sarà di primaria importanza.

Parlando di cambiamento climatico e "global warming" (riscaldamento globale), insieme ai docenti vorremmo analizzare nei capitoli successivi un'analisi di tipo LCA (*Life Cycle Assessment*) per capire l'impatto ambientale della nostra struttura.

Per far sì che l'impatto di un edificio sia ridotto al minimo, risulta rilevante progettare tenendo conto dell'utilizzo di materiali a basse emissioni di CO₂ nell'ambiente.

Isolamento termico e acustico sono necessari per garantire un elevato livello di comfort e l'utilizzo di materiali più o meno isolanti influisce anche sulle performance della struttura. In un contesto climatico, come quello ucraino, in cui le estati sono molto calde e gli inverni molto freddi, la scelta di un opportuno isolamento termico è fondamentale per garantire un buon livello di vita.

Quando parliamo di comfort acustico ci riferiamo soprattutto agli edifici che necessitano di una maggiore protezione acustica data la loro particolare funzione (es: ambulatori, aule scolastiche..).

Sulla base degli studi neuroscientifici, il corretto utilizzo della luce diventa un fattore influenzante sulla persona e sull'intero edificio, per questo parliamo di *rapporto aero-illuminante*.

Come diceva l'architetto Luis Khan "L'architettura è caratterizzata dall'alternarsi di luce e silenzio; infatti, lo spazio interno ha senso solo se qui vi entra la luce attraverso un'apertura, poi riflessa sul muro opposto".⁶

Infine, dal nostro *ranking*, emerge che *manodopera* e *costo di costruzione* non siano particolarmente rilevanti per la nostra situazione. Questo perché, attraverso una serie di analisi, è emersa la grande quantità di associazioni attive e disponibili sul territorio e anche la grande disponibilità di finanziamenti stanziati per l'emergenza in atto.

⁵ L'agenda 2030 per uno sviluppo sostenibile - Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili, 2020.

⁶ Louis Khan, *monumentalità e spiritualità per un'architettura senza tempo*, 2020

Criteri di classificazione

I criteri di classificazione sono un aspetto fondamentale nei metodi decisionali, poiché consentono di valutare e confrontare diverse opzioni in base a un insieme di fattori rilevanti per la decisione.

I criteri di classificazione possono essere divisi in due categorie principali:

- Criteri quantitativi sono misurabili in termini numerici
- Criteri qualitativi, invece, sono basati su giudizi soggettivi

L'utilizzo di criteri di classificazione adeguati ci ha consentito di valutare in modo obiettivo le opzioni disponibili e di confrontarle in modo efficace.

Questo ha aiutato a ridurre l'incertezza e il rischio associati alla decisione, migliorando la qualità del processo decisionale.

Inoltre, l'utilizzo di criteri di classificazione ha aiutato a evitare il "bias cognitivo", che può influenzare la percezione e la valutazione delle opzioni.

I criteri di classificazione di seguito riportati sono stati selezionati ed utilizzati sia per la classificazione degli edifici temporanei di emergenza (vedi allegato 35) sia per il calcolo dei pesi attraverso la metodologia SMARTER.

Criterio	Descrizione criterio	Sotto-criterio	Descrizione sotto-criterio	Unità di misura	Scala di valutazione
Adattabilità al contesto	L'adattabilità al contesto è la capacità di un edificio di adattarsi ai cambiamenti climatici siano essi dovuti al cambiamento climatico oppure dovuti allo spostamento dell'edificio in aree aventi caratteristiche morfologiche o climatiche differenti rispetto all'area dove era stato concepito l'edificio. ¹	Adattabilità a condizioni climatiche	L'adattabilità alle diverse condizioni climatiche è data dalla possibilità di poter spostare l'edificio in un'altra area con condizioni differenti o ad adattarsi ai cambiamenti climatici dovuti al cambiamento climatico. ^{16;17}	Scala quantitativa [index]	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa dell'adattabilità dell'edificio alle diverse condizioni climatiche con i seguenti termini: edificio per un particolare contesto geografico (1), edificio per un particolare contesto climatico (2), edificio adatto a diversi contesti climatici (3), edificio adatto a tutti i contesti climatici (4). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=5; 4=10)
		Adattabilità a condizioni geografiche locali (terreno)	L'adattabilità ai diversi terreni determina la possibilità di poter installare la struttura su diversi tipi di terreno.	Scala quantitativa [index]	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa dell'adattabilità dell'edificio ai diversi tipi di terreno con i seguenti termini: necessità di un particolare tipo di terreno complanare (1), terreno complanare (2), terreno pressoché pianeggiante (3), qualsiasi tipo di terreno (4). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=5; 4=10)
Adattabilità progettuale	L'adattabilità progettuale si riferisce alla capacità di un edificio di cambiare ed evolversi nel tempo, a seconda delle esigenze e dei requisiti dei suoi occupanti. ^{2;3;4;5}	Flessibilità involucro esterno	Il modulo è flessibile all'esterno se il suo involucro può essere modificato sia attraverso l'uso di materiali differenti che attraverso l'inserimento di elementi architettonici quali finestre, porte ecc... senza comprometterne la funzionalità. Permettendo la modifica morfologica dell'edificio anche in base alla tradizione costruttiva locale.	Scala quantitativa [index]	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa dell'adattabilità dell'edificio al fine di adattarsi attraverso l'involucro esterno con i seguenti termini: edificio non modificabile nei materiali né nelle sue caratteristiche (1); edificio modificabile nei materiali (2); edificio modificabile nelle sue caratteristiche (3); edificio non modificabile (4). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=5; 4=10)
		Flessibilità spazi interni	La flessibilità interna è l'adattabilità dell'edificio per soddisfare le esigenze di diversi utenti. Quindi, deve essere in grado di adattarsi attraverso revisioni e nuove disposizioni di spazio, dimensione, struttura e finiture che potrebbero essere realizzate anche direttamente dagli utenti, con una varia gamma di possibili soluzioni. ¹⁸	Scala quantitativa [index]	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa dell'adattabilità dell'edificio per la flessibilità degli spazi interni con i seguenti termini: edificio non modificabile nei materiali né nelle sue caratteristiche (1); edificio modificabile nei materiali (2); edificio modificabile nelle sue caratteristiche (3); edificio non modificabile (4). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=5; 4=10)
		Modularità struttura	La modularità si basa sulla costante dimensione di un componente dell'edificio che definisce il "modulo", usato come unità di misura o in maniera standardizzata che di conseguenza determina le proporzioni della costruzione rimanente. ¹⁸	Scala quantitativa [index]	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa della modularità con i seguenti termini: non modulare (1); modulare nelle componenti strutturali (2); modulare in celle basi (3); modulari per celle e componenti strutturali (4). Questi giudizi sono stati, poi, convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=5; 4=10)

Tabella 05.22: Definizione criteri e sotto-criteri - 01

Criterio	Descrizione criterio	Sotto-criterio	Descrizione sotto-criterio	Unità di misura	Scala di valutazione
Fattibilità tecnica	La fattibilità tecnica si riferisce alla capacità di un intervento di essere realizzabile dal punto di vista tecnico, ovvero di poter essere effettivamente realizzato con le risorse e le tecnologie disponibili e rappresenta un prerequisito fondamentale per la realizzazione. ^{6;7;8}	Manodopera	La manodopera, si riferisce alla disponibilità e all'adeguatezza delle risorse umane necessarie per l'esecuzione del progetto in termini di formazione. In particolare, il criterio valuta il livello di formazione necessario degli operai per la costruzione.	Scala quantitativa [index]	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è inizialmente realizzata una valutazione qualitativa del tipo di manodopera e della specializzazione necessaria per la realizzazione del manufatto espressa nei seguenti termini: manodopera specializzata nel sistema costruttivo specifico (1); manodopera specializzata nell'uso di materiali e strumenti (2); manodopera non specializzata ma, appartenente al settore produttivo edile (3); manodopera non specializzata e non appartenente al settore edile (4); nessuna richiesta specifica di manodopera (5). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=4; 4=7,5=10)
		Trasportabilità	La trasportabilità è la capacità di trasportare un prodotto da un luogo all'altro con relativa facilità e senza causare danni dal luogo di immagazzinamento dei materiali necessari a quello di realizzazione.	m ³	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a valutare il volume totale da trasportare al fine di realizzare l'edificio (dati noto o stimati in base ai materiali prevalenti). Sono poi stati definiti i seguenti valori qualitativi: trasporto non simultaneo in più container (1); trasporto in un container (2); trasporto in più container simultaneamente (3); trasporto in una frazione di container (4); trasporto in scatole di ridotto volume (5). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=4; 4=7,5=10)
Performance architettoniche	Le performance architettoniche nella progettazione si basano sull'ottimizzazione integrata e completa di varie prestazioni quantificabili degli edifici. La progettazione basata sulle prestazioni assume una visione olistica delle prestazioni di comfort, ecologiche e ambientali degli edifici. ⁹	Isolamento termico	L'isolamento termico indica la limitazione della velocità del flusso di calore tra un oggetto. I materiali con la conduttività termica più bassa forniranno l'isolamento dalle prestazioni più elevate. Inoltre, nella scelta dei materiali isolanti possono essere prese in considerazione altre proprietà fisiche, quali: densità, spessore, capacità termica specifica, resistenza termica e diffusività termica. ²¹	W/m ² K	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa con i seguenti termini: assenza di chiusura ambiente interno (1); chiusura ambiente interno tramite elemento tessile (2); assenza materiale isolante (3); buon isolamento termico (4); ottimo isolamento termico (5). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=4; 4=7,5=10)
		Isolamento acustico	L'isolamento acustico indica il miglioramento del suono negli ambienti attraverso una partizione. L'isolamento acustico descrive quindi il livello del suono perso attraverso una partizione e non il livello del suono all'interno di una stanza adiacente. ^{19;20}	dB	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa dei seguenti punti con i seguenti termini: assenza di chiusura ambiente interno (1); chiusura ambiente interno tramite elemento tessile (2); assenza di materiale acustico isolante (3); buon isolamento acustico (4); ottimo isolamento acustico (5). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=4; 4=7; 5=10)

Tabella 05.23: Definizione criteri e sotto-criteri - 02

Criterio	Descrizione criterio	Sotto-criterio	Descrizione sotto-criterio	Unità di misura	Scala di valutazione
Performance architettoniche	Le performance architettoniche nella progettazione si basano sull'ottimizzazione integrata e completa di varie prestazioni quantificabili degli edifici. La progettazione basata sulle prestazioni assume una visione olistica delle prestazioni di comfort, ecologiche e ambientali degli edifici. ⁹	Materiali a bassa emissione di CO ₂	I diversi materiali da costruzione emettono diversi livelli di impronta di carbonio quando vengono creati e quando vengono smaltiti. La scelta di materiali che possano immagazzinare CO ₂ o emetterla in basse quantità è sicuramente la migliore anche in termini di carbon neutrality. ^{22,23}	CO ₂ e ISO 14067	Al fine dare una valutazione quantitativa è stato attribuito un valore da 0 a 10 ad ogni caso studio in base alla percentuale dei materiali dell'edificio a bassa emissione di CO ₂ o a emissione negativa dove 0 indica un edificio realizzato in materiali ad alta emissione di CO ₂ e 10 indica un edificio in cui tutti i materiali dell'edificio sono a bassa emissione o a emissione negativa. (es. Il 50% dell'edificio può essere riciclato quindi l'edificio per il criterio di riciclabilità avrà punteggio 5).
		Rapporto aero-illuminante	Il rapporto aero illuminante si individua come il rapporto tra la superficie finestrata utile e la superficie del pavimento di una stanza. Tale rapporto è un dato significativo per la verifica si adeguati livelli di sicurezza, igiene, salubrità e risparmio energetico. ²⁴	/	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione del rapporto aero illuminante "x": assenza di aperture (1); rapporto aero illuminante x>1/20 (2); rapporto aero illuminante 1/20< x<1/15 (3); rapporto aero illuminante 1/15< x<1/8 (4); rapporto aero illuminante x <1/8 (5). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=1; 3=4; 4=7; 5=10)
Sostenibilità economica	La sostenibilità economica è la capacità di un'attività o intervento di essere economicamente sostenibile nel lungo termine, ovvero di generare benefici economici senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze. ^{10;11;12;13;14}	Costo di costruzione	I costi di produzione è un fattore cruciale in architettura in quanto determina la fattibilità di un progetto e il suo successo complessivo. Il costo di produzione comprende vari fattori che, essi possono essere classificati in due categorie: fattori interni ed esterni. I fattori interni includono i materiali utilizzati, i costi di manodopera e le condizioni del sito (accessibilità e topografia). I fattori esterni includono condizioni economiche (inflazione, tassi di interesse, domanda di mercato...). Nell'analisi non verranno considerati: i costi di trasporto, i costi di manodopera e i fattori esterni.	€	Al fine dare una valutazione quantitativa è stato impiegato è stato attribuito un valore da 0 a 10 a ogni caso studio. Primo passaggio è il calcolo del costo al metro quadro delle varie strutture (dati da scheda tecnica o stimanti in base ai materiali prevalenti) andando a individuare 10 fasce di prezzo tra il costo al m ² minore e quello al m ² maggiore. Infine, viene attribuito a ogni caso studio il valore del range corrispondente. (dove 0 è il prezzo più alto e 10 il più basso).
		Riciclabilità	La riciclabilità indica la possibilità di riciclare le componenti architettoniche al fine di utilizzarle in altre realizzazioni o procedere al loro smaltimento.	m ³	Al fine dare una valutazione quantitativa è stato attribuito un valore da 0 a 10 a ogni caso studio in base alla percentuale dei materiali dell'edificio che può essere riciclata dove 0 indica un edificio realizzato in materiali non riciclabili e 10 indica un edificio in cui tutti i materiali sono riciclabili. (es. Il 50% dell'edificio può essere riciclato quindi l'edificio per il criterio di riciclabilità avrà punteggio 5)

Tabella 05.24: Definizione criteri e sotto-criteri - 03

Criterio	Descrizione criterio	Sotto-criterio	Descrizione sotto-criterio	Unità di misura	Scala di valutazione
Sostenibilità economica	La sostenibilità economica è la capacità di un'attività o intervento di essere economicamente sostenibile nel lungo termine, ovvero di generare benefici economici senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze. ^{10;11;12;13;14}	Riuso	Il riuso implica la possibilità del reimpiego dell'architettura in altri contesti o nel medesimo con altre destinazioni d'uso al fine di soddisfare nuove esigenze.	m ³	Al fine dare una valutazione quantitativa è stato inizialmente attribuito al criterio una valutazione qualitativa espressa nei seguenti termini: nullo (1); parziale (riuso solo di alcune parti dell'oggetto architettonico) (2) e totale (possibilità di spostamento in altri luoghi o riutilizzo nel luogo di prima installazione) (3). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=5; 3=10)
Uso di risorse rinnovabili	L'uso di risorse rinnovabili per soddisfare il fabbisogno dell'edificio implica lo sfruttamento di fonti di rinnovabile come l'energia solare, eolica o geotermica e l'accumulo di acqua dolce. In architettura, un edificio sostenibile in termini energetici si ottiene quando gli edifici sono progettati in modo da ridurre al minimo l'uso di fonti energetiche non rinnovabili massimizzando l'uso di quelle rinnovabili. ¹⁵	Autoproduzione di energia	L'auto-produzione di energia avviene quando il consumatore produce la propria energia. Utilizzando l'energia generata per soddisfare il fabbisogno totale o parziale dell'edificio. ²⁵	Kw	Al fine dare una valutazione quantitativa, nella scala 1-10, si è andati a realizzare una valutazione qualitativa della modularità con i seguenti termini: assenza (1); alimentazione parziale dei fabbisogni dell'edificio (2); alimentazione totale dell'edificio (3). Questi giudizi sono poi convertiti in valore numerico nella scala 0-10 di riferimento. (1=0; 2=5; 3=10)
		Sistema accumulo acqua	I sistemi di raccolta dell'acqua deviano e immagazzinano l'acqua piovana, fornendo una fonte d'acqua pulita e gratuita. L'acqua piovana dal tetto viene convogliata in un serbatoio di stoccaggio dove può essere utilizzata sia per scopi potabili che non potabili, come per i servizi igienici. Si stima che ogni metro quadrato di superficie di copertura cattura 7,37 litri di acqua piovana per un centimetro di pioggia. ²⁶	m ²	Presenza di un serbatoio=10; assenza di un serbatoio=0

Tabella 05.25: Definizione criteri e sotto-criteri - 04

Fonti

- 1 Henrotay, C. , Mollaert, M. , & Hendrickx, H. (2006). Sistemi di costruzione adattabili per rifugi in situazioni di emergenza. In F. Scheublin, A. Pronk, A. Borgard, & R. Houtman (a cura di), *Adaptables 2006 - Atti della conferenza congiunta CIB, Tensinet, IASS InternatA21:D36Adaptability in Design and Construction* (Vol. 2, pp. 63 -67). Università della tecnologia di Eindhoven
- 2 Li, Y., Zhao, L., Huang, J. et al. Research frameworks, methodologies, and assessment methods concerning the adaptive reuse of architectural heritage: a review. *Built Heritage* 5, 6 (2021) <https://doi.org/10.1186/s43238-021-00025-x>.
- 3 Flexibility in architecture a design strategy, *The design gesture*, <https://thedesigngesture.com/flexibility-in-architecture-a-design-strategy/>, ultima consultazione marzo 2023
- 4 Lavikka, R., Paiho, S. Motivations and market solutions for flexible housing in Finland. *J Hous and the Built Environ* (2023).
- 5 Lavikka R, Paiho S. Motivations and market solutions for flexible housing in Finland. *J Hous Built Environ*. 2023 Feb 20:1-30.
- 6 <https://www.investopedia.com/terms/f/feasibility-study.asp>, ultima consultazione marzo 2023.
- 7 Beria, P., Maltese, I. & Mariotti, I. Multicriteria versus Cost Benefit Analysis: a comparative perspective in the assessment of sustainable mobility. *Eur. Transp. Res. Rev.* 4, 137–152 (2012).
- 8 Factors affecting selections of location, *The Intactone*, <https://theintactone.com/2019/02/21/pm-u2-topic-1-factors-considered-in-technical-analysis-factors-affecting-selections-of-locations/>, ultima consultazione marzo 2023.
- 9 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580513000253>, ultima consultazione marzo 2023
- 10 Franz, G., *Città Circolare / Circolarità in Città. Limiti e potenzialità di un paradigma emergente*, 2021, Archivio Di Studi Urbani E Regionali
- 11 Mario La Russa, F., *Cettina Santagati, Rilievo Urbano e City Information Modeling per la valutazione della vulnerabilità sismica*, 2021.
- 12 Maroni, E., *La sostenibilità economica delle ipotesi gestionali dei boschi soggetti a vincolo paesaggistico*, 2023, *Rivista Italiana Ambienti Forestali e Montani*
- 13 Pirlone, F., *Ilenia Spadaro, Un nuovo approccio alla sostenibilità nei piani urbani della mobilità sostenibile in Italia*, 2021, *Territorio*.

- 14 David, P., in *“Prisma : economia, società, lavoro : 2*, 2011, Milano : Franco Angeli, 2011 , 2036-5063 - Casalini id: 2495863” - P. 5-12 - Permalink: <http://digital.casalini.it/10.3280/PRI2011-002001->
- 15 Di Meo, M., *il ruolo delle fonti rinnovabili nell’evoluzione del sistema energetico: tra dinamiche globali ed equilibri locali*, 2009, Università degli studi di Trieste.
- 16 https://climate.ec.europa.eu/eu-action/adaptation-climate-change_en#:~:text=Adapting%20to%20climate%20change%20means,predicted%20impacts%20in%20the%20future, ultima consultazione marzo 2023.
- 17 <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>, ultima consultazione marzo 2023.
- 18 <https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/134399/1/Final%20thesis-NIU%20FEI%2C%20JI%20XIAO.pdf>, ultima consultazione marzo 2023.
- 20 Understanding sound absorption and diffusion in architecture, <https://www.archdaily.com/912806/understanding-sound-absorption-and-diffusion-in-architectural-projects>
- 19 Sound insulations in building, https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Sound_insulation_in_buildings, ultima consultazione marzo 2023.
- 21 What is thermal insulation, <https://conceptgroupllc.com/glossary/what-is-thermal-insulation/#:~:text=Thermal%20insulation%20reduces%20heat%20transfer,thermal%20environments%20for%20efficient%20performance.>, ultima consultazione marzo 2023.
- 22 BV Venkatarama, R., *Materiali sostenibili per edifici a basse emissioni di carbonio*, *International Journal of Low-Carbon Technologies* , Volume 4, Numero 3, settembre 2009, Pagine 175–181.
- 23 The most sustainable building method, <https://pliteq.com/news/building-vs-carbon-footprint/#:~:text=Rammed%20Earth%20ranks%20as%20the,the%20most%20sustainable%20building%20method>, ultima consultazione marzo 2023.
- 24 Il rapporto aeroilluminante, <https://www.unafinestrasulfuturo.it/il-rapporto-aeroilluminante#:~:text=Cos%3%A8%20il%20rapporto%20aeroilluminante,portefinestre%20e%20grandezza%20dell'ambiente>, ultima consultazione marzo 2023.
- 25 <https://www.regalgrid.com/en/magazine/self-consumption-self-sufficiency/>, ultima consultazione marzo 2023.
- 26 Water catchment and storage, <http://www.2030palette.org/water-catchment-and-storage/>, ultima consultazione marzo 2023.

Scelta del caso studio

La MCDA SMARTER è stata la base di un processo più strutturato, avente come obiettivo finale: la scelta di un caso studio che va a soddisfare i sotto-criteri (precedentemente classificati) con il punteggio maggiore. Abbiamo quindi preso la decisione di confrontare 30 casi sulla base di criteri specifici e ciò ha rappresentato un approccio sistematico e analitico per comprendere e identificare la struttura con le migliori prestazioni tra quelle scelte. Questo processo ci ha permesso di definire una valutazione comparativa.

Il workflow ha previsto l’assegnazione dei 16 sotto-criteri ai 30 progetti selezionati e ad ognuna di queste architetture abbiamo assegnato ad ogni sotto-criterio un punteggio da 1 a 10, in base al soddisfacimento o meno del sotto-criterio da parte del caso studio. Gli esempi per l’assegnazione dei punteggi sono riportati nelle tabelle redatte nelle pagine precedenti.

L’analisi comparativa effettuata ci ha fornito un quadro strutturato per il processo decisionale. Invece di prendere decisioni soggettive o arbitrarie, attraverso questa analisi di tipo matematico abbiamo utilizzato criteri oggettivi per valutare e classificare i casi di studio, portando a scelte più informate e basate sull’evidenza.

Al termine del processo abbiamo elaborato delle matrici per identificare il caso migliore (vedi allegati *“Analisi Qualitativa-Quantitativa”* e *“Analisi pesi criteri per caso studio”*) , e abbiamo infine osservato che il progetto di Renzo Piano Building Workshop, *Diogene*, ha ottenuto i punteggi sui criteri più alti, soprattutto per quanto riguarda i criteri più rilevanti. Il metodo di valutazione è risultato solido e ben strutturato.

Comparazione dei sotto-criteri dei diversi casi studio

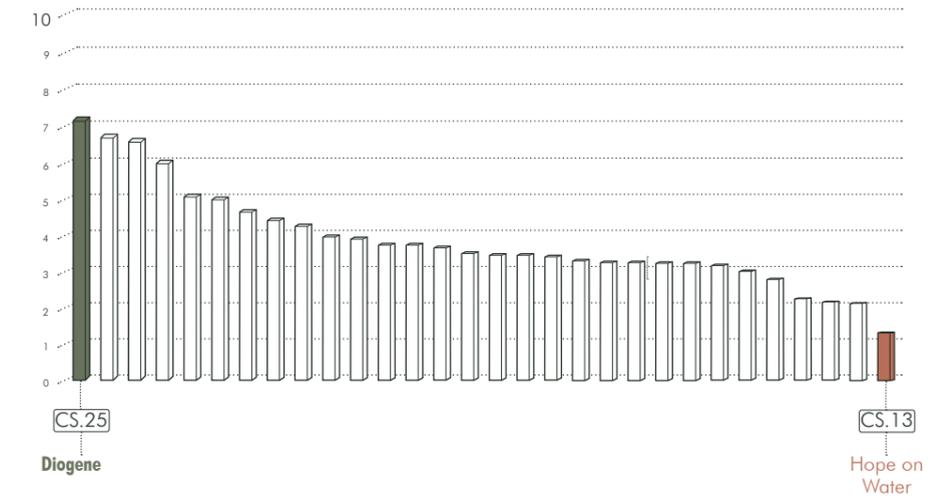


Grafico 05.2: Ranking dei 30 casi studio

In sostanza, il processo MCDA e questa ultima parte d’analisi ha fatto da ponte tra il processo decisionale e l’azione progettuale”. Sono state, poi, prese in considerazione le caratteristiche del progetto vincente e abbiamo iniziato a ragionare sul nostro *concept* architettonico. (vedi allegato *“ranking casi studio”*)



Figura 05.2: Gruppo tesi insieme a relatrice e co-relatore alla conferenza MCDA - Politecnico di Milano

Multi-Criteria Decision Making Application in Urban and Regional Sustainability

Durante il pomeriggio di martedì 12 settembre 2023 abbiamo avuto modo di prendere parte attivamente alla conferenza *Multi-Criteria Decision Making Application in Urban and Regional Sustainability* organizzata dal Consorzio Poliedra al Politecnico di Milano.

Nel corso della presentazione abbiamo spiegato come l'*AHP* (*Analytic Hierarchy Process*) ci ha dato la possibilità di analizzare la nostra situazione complessa, utilizzando la matematica.

Grazie alla definizione di quattro parti: l'obiettivo finale, i criteri e i sotto-criteri in base alle quali abbiamo giudicato tutte le possibili aree di intervento, chiamate anche alternative; l'*AHP* ci ha fornito un quadro razionale per una decisione necessaria, quantificandone i criteri, i sotto-criteri e le opzioni alternative e collegando tali elementi all'obiettivo generale.

Al termine del processo di analisi gerarchica abbiamo ottenuto come risultato il lotto migliore in cui posizionare le nostre "facilities".

Comprendere dove costruire edifici di emergenza in un'area urbana è un processo che comporta un'attenta considerazione dei fattori e la decisione di costruire un nuovo edificio può avere impatti di vasta portata sulla comunità, sull'ambiente e sull'economia locale.

L'analisi *SMARTER* è stata esposta agli specialisti *MCDA* presenti in aula per rendere più evidente il processo di scelta dei criteri progettuali che abbiamo assegnato alle nostre strutture d'emergenza.

Come precedentemente espresso, questa tecnica ci ha permesso di raggiungere un obiettivo principale, ovvero il *ranking* dei 16 sotto-criteri scelti e assegnati poi alle strutture.

A differenza di altri metodi decisionali che si concentrano su un numero minore di criteri, la *MCDA SMARTER* riesce a considerare più attributi rilevanti per la decisione finale.

Abbiamo reso evidente durante il nostro discorso come questi criteri possano essere quantitativi o qualitativi e quanto sia stato per noi rilevante ragionare sul peso di ciascuno di essi con esperti in diversi settori, tra cui esperti in emergenza, *MCDA*, architettura e progettazione urbanistica. Quest'analisi, attraverso la classificazione dei criteri come componenti essenziali del modulo architettonico, è risultata essenziale e ci ha semplificato un processo complesso, aiutandoci nel processo decisionale durante la fase di *concept* e progetto architettonico.

Visto l'interesse del nostro gruppo per la metodologia di analisi multi-criteri abbiamo ritenuto importante poter esporre quanto svolto durante i primi mesi di lavoro all'interno del nostro elaborato finale.

Inoltre, aver ricevuto commenti positivi sul processo esposto in presentazione, da parte di esperti internazionali nel settore presenti alla conferenza, ci sta spronando sempre più ad approfondire questo tipo di materia in ambito di progettazione architettonica, anche al di fuori dell'ambiente universitario. Portare avanti delle analisi *MCDA* ci ha permesso di fare delle scelte consapevoli e metodiche, aventi come base una precisa metodologia.



Figura 05.3: Alice Ghezzi e Lidia Bernasconi espongono il lavoro alla conferenza MCDA - Politecnico di Milano

05.5 Stima economica

Quando ci si trova di fronte ad un progetto, uno degli aspetti fondamentali è la sua valutazione economica.

Per quantificarlo in termini finanziari, si procede attraverso un processo di analisi delle sue parti costituenti. Questo approccio pratico implica l'individuazione di ciascun elemento del progetto e di tutti i procedimenti necessari per la sua corretta realizzazione.

La stima del valore economico rappresenta l'elemento chiave dietro a qualsiasi operazione progettuale. Di conseguenza, gli aspetti economici risultano essere intrinsecamente legati alle caratteristiche tecniche e progettuali. In altre parole, l'analisi economica di un progetto è fondamentale poiché si intreccia strettamente con le sue specifiche tecniche e con l'obiettivo finale della sua realizzazione.

Quando si effettua un'analisi sui costi per la realizzazione di un fabbricato, è essenziale considerare il contesto di riferimento, il quale può essere fortemente influenzato dal periodo storico in cui ci si trova.

I costi di realizzazione di un edificio sono soggetti a diverse variabili, tra cui le condizioni di mercato delle materie prime, i costi di produzione e trasporto, nonché il costo del lavoro. Tali variabili sono profondamente influenzate dalle circostanze sociopolitiche ed economiche del momento, per cui in uno scenario di conflitto, come quello attuale, i prezzi subiscono un notevole impatto. I costi energetici possono aumentare a causa di instabilità nei mercati delle risorse energetiche, mentre i costi di trasporto delle materie prime e dei materiali possono aumentare a causa di restrizioni o rischi aggiuntivi associati alla logistica. Inoltre, è possibile che si verifichino ritardi nella produzione a causa di disordini o difficoltà logistiche, portando a maggiori costi complessivi del progetto.

In sintesi, durante l'analisi economica di un progetto edilizio, è cruciale considerare attentamente il contesto geografico di analisi e le circostanze socio-politiche ed economiche, in quanto tali fattori possono avere un impatto significativo sui costi di realizzazione e sul successo complessivo del'idea progettuale.

Per ottenere una visione completa e accurata dei possibili costi di una struttura, è essenziale utilizzare strumenti adeguati. Uno strumento fondamentale in questo processo è il *Computo Metrico Estimativo (CME)*, che rappresenta il procedimento analitico per la stima del costo di costruzione del manufatto.

Il computo metrico identifica e quantifica i lavori e gli elementi necessari per la realizzazione dell'opera. La parte del computo che stima il prezzo unitario di ciascuna lavorazione è di natura prevalentemente estimativa.

Il CME consiste nella somma delle quantità (Q) per i rispettivi prezzi unitari (Pu) di ciascuna lavorazione (i):

$$C_c = \sum_i (P_{ui} \cdot Q_i)$$

- **Qi:** Quantità di ciascuna lavorazione
- **Pui:** Prezzo unitario di ciascuna lavorazione

I passaggi fondamentali del CME sono i seguenti tre:

- La definizione di tutti gli elementi costruttivi che comportano lavorazioni con caratteristiche tecnologiche ed economiche indipendenti
- La definizione delle quantità
- La stima del prezzo unitario¹

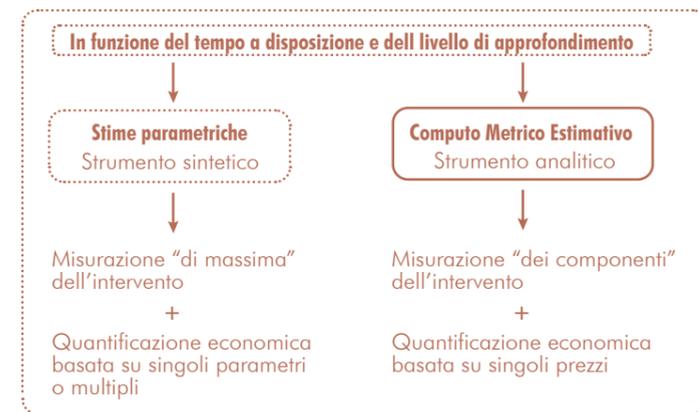


Grafico 05.3: CME e Stime parametriche

In generale, i prezzi presi in considerazione per le varie lavorazioni sono molto specifici e si basano su valori di mercato o su prezzi forniti dai fornitori. Tuttavia, è importante tenere presente che potrebbero esserci operazioni incerte o non ancora previste, ed è spesso utile sovrastimare alcune operazioni per prevenire un costo più alto rispetto a uno più basso.

Il computo metrico estimativo interessa il progettista, il committente e l'impresa che dovrà svolgere i lavori. In sostanza, è uno strumento utile per garantire tutti gli impegni assunti dai soggetti coinvolti. Se non ci fosse la volontà di redigerlo, la sostenibilità economica andrebbe a perdersi e non si sarebbe in grado di fornire un quadro generale completo.

Per questo motivo riteniamo che per il nostro lavoro sia necessario andare a soffermarci su questa particolare "analisi economica" e andare a relazionarla intrinsecamente con le scelte architettoniche e tecnologiche dell'intero progetto.

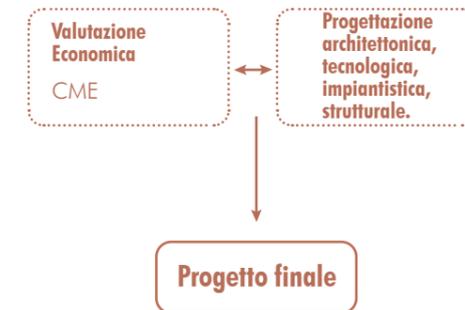


Grafico 05.4: Interrelazione progetto e CME

BIM & CME

Il mondo edilizio e delle costruzioni sta vivendo un periodo di grandi cambiamenti e sviluppo tecnologico, favoriti dall'introduzione di nuovi metodi di progettazione.

Negli ultimi anni, per la realizzazione dei computi metrici, si è fatto sempre più ricorso alle tecnologie *BIM (Building Information Modeling)*, integrando questo processo all'interno di una progettazione tridimensionale al fine di arrivare a una progettazione 5D. Assegnando il prezzo ai diversi oggetti o elementi modellati come valore parametrico, utilizzando un modello d'informazione sugli edifici invece dei disegni, è possibile generare i conteggi e le misurazioni direttamente dal modello. Molti operatori si stanno rendendo conto che l'adozione di questa modellazione informata può garantire migliori risultati e minori errori. È importante notare che ciò che non viene modellato nel programma *BIM* non viene computato; pertanto, è necessario inserire tutte le informazioni nel modello con attenzione.

L'integrazione con i processi di progettazione favorisce un ulteriore passo avanti, poiché le modifiche possono avvenire in tempo reale. Tuttavia, è importante considerare che questo può comportare tempi e costi aggiuntivi. In alcuni casi, è possibile adottare un'azione mista, cioè, realizzare un computo metrico attraverso software *BIM* e anche attraverso metodologie tradizionali, confrontando poi i risultati per comprendere le differenze.

In generale i progetti che si avvalgono di un approccio 5D-BIM possono risultare più competitivi e aggiudicarsi un maggior successo, determinano una maggiore precisione e prevedibilità della stima dei costi del progetto, delle variazioni delle quantità e dei materiali, delle attrezzature o manodopera. Bisogna essere consapevoli che c'è bisogno di formazione per comprendere come utilizzare queste metodologie, e in alcuni casi complessi è sempre utile fare riferimento o confrontarsi con approcci tradizionali, non dimenticando mai che ogni decisione influisce sul costo finale del progetto.

¹ Procedimento analitico di costo - Computo Metrico Estimativo, Università degli Studi di Napoli

05.6 Life Cycle Assessment (LCA)

Per affrontare le sfide globali e migliorare la qualità della vita delle persone e del nostro pianeta, durante il COP21 a Parigi, è stata introdotta l'agenda 2030, che cerca di stabilire degli obiettivi, *SDGs* (*Sustainable Development Goals*, promossi dalle Nazioni Unite), con lo scopo di affrontare le sfide globali e ridurre le emissioni di gas serra. In particolare, il termine sostenibilità, più volte ribadito all'intero di questo quadro, risulta essere ormai cruciale. L'*SDGs* 11 *make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable*, già preso in considerazione nei capitoli precedenti, si pone come scopo la realizzazione di città e edifici sostenibili, sicuri e resilienti. Il concetto di sostenibilità, che è soprattutto legato alla tutela ambientale, appare ad oggi sempre più ampio, andando a considerare diverse dimensioni oltre a quella ambientale, tra cui la dimensione economica e sociale.

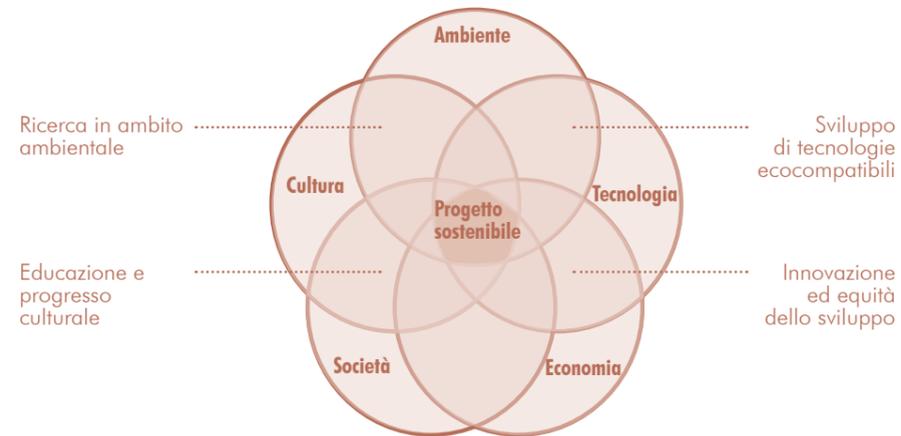


Figura 05.4: Bottero & mondini - schema del fiore di loto

Promuovere la sostenibilità implica adottare pratiche e politiche che assicurino uno sviluppo ottimale per le generazioni future. Come progettisti, ci dobbiamo impegnare a concepire soluzioni rispettose dell'ambiente per contribuire a questo obiettivo.

L'impatto del settore edilizio

Il settore edilizio rappresenta circa il 35% del consumo finale di energia e il 38% delle emissioni globali di CO₂, con il comparto residenziale che ne costituisce la maggior parte. Questo considerevole volume di emissioni è principalmente attribuibile all'uso diffuso di combustibili fossili per soddisfare il fabbisogno energetico del settore. Le emissioni dirette derivano dalla produzione dei materiali edilizi, come cemento, acciaio e vetro, mentre quelle indirette sono generate dalla produzione di energia impiegata per il riscaldamento e l'elettricità.

Nonostante il nostro ambito operativo continui a contribuire in modo significativo alle emissioni di CO₂, negli ultimi anni siamo attivamente impegnati nella riduzione e nella minimizzazione del nostro impatto sull'ambiente. Ciò si realizza attraverso la progettazione e la costruzione di edifici e strutture che rispondono alle esigenze della popolazione, impiegando tecnologie a basso impatto ambientale.

Lo sviluppo sostenibile di un edificio è il risultato di una serie di azioni coordinate, che includono l'impiego di materiali riutilizzabili e riciclabili, l'attenzione al comfort degli utenti, indipendentemente dalle condizioni esterne, e l'uso di fonti di energia rinnovabile.

LCA - Life Cycle Assessment

La Valutazione del Ciclo di Vita (*Life Cycle Assessment, LCA*) è una metodologia cruciale nell'ambito della progettazione di nuovi edifici, orientati alla sostenibilità ambientale. Questo strumento (secondo lo standard *ISO 14040*) consente di valutare l'impatto ambientale delle costruzioni lungo l'intero ciclo di vita, dall'estrazione e produzione dei materiali (fasi A1-A3) fino allo smaltimento finale (fase C), compresa la valutazione delle possibilità di riciclo o riutilizzo (fase D).

La *LCA* si basa e segue un processo ben preciso, definito anche esso da normativa *ISO 14040*, qui sotto riportato:

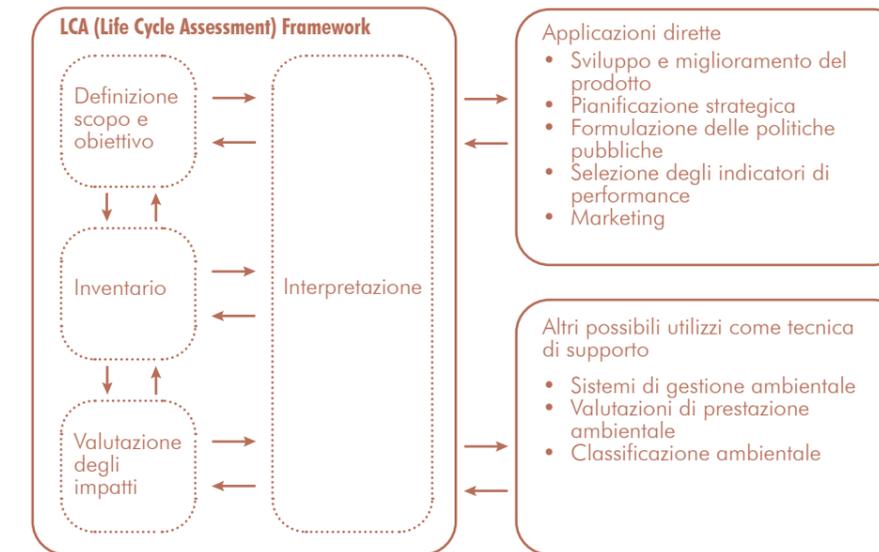


Grafico 05.5: Fasi del processo LCA - ISO 14040

Nella fase iniziale, la definizione degli obiettivi e dello scopo, vengono introdotti parametri di unità funzionale, confine di sistema e le categorie di impatto.

L'unità funzionale rappresenta l'unità di misura comune per confrontare i risultati delle analisi del ciclo di vita (*LCA*) tra prodotti o edifici diversi. Ad esempio, possono essere utilizzate diverse unità funzionali, come metri quadrati (m²) per l'area lorda totale/area riscaldata o l'intero edificio. Il confine di sistema definisce le attività e i processi inclusi nell'analisi della *LCA*.

Nella fase successiva, l'inventario del ciclo di vita (*LCI*), raccoglie le informazioni relative ai materiali, ai processi e alle relative emissioni ed estrazioni di materie prime.¹ I dati di input per l'analisi dell'inventario devono essere raccolti per vari processi unitari, come produzione (quantità e tipi di materiali ed energia utilizzati), trasporti (distanze e modalità di trasporto), uso del prodotto (consumo di energia e quantità di materiali di manutenzione) e fine vita (processi di smantellamento, demolizione e trattamento dei rifiuti). È da specificare che in questa fase le banche dati e gli strumenti software svolgono un ruolo significativo, fornendo dati generici e/o specifici del prodotto.

La terza fase, nell'ambito della *LCA*, è la valutazione dell'impatto del ciclo di vita (*LCIA*), basata sui dati di inventario trasferiti a specifiche categorie di impatto.² Durante questa fase, i parametri di inventario devono essere classificati in base al tipo di impatto ambientale.

L'interpretazione dei risultati richiede un'approfondita attenzione e precisione, poiché è fondamentale individuare quali aspetti possano avere il maggior impatto e su quali si debba concentrare l'azione.

¹ B. Petrović, Life cycle assessment and life cycle cost analysis of a single-family house, Gävle University, 2021

² Ibidem

06

M.O.R.E
IL CONCEPT

06.1 IL CONCEPT ARCHITETTONICO



06.1 Il Concept

A seguito di un'attenta analisi dei bisogni della popolazione e attraverso lo studio delle architetture d'emergenza, siamo riuscite a racchiudere la nostra visione, la nostra etica e il nostro scopo progettuale all'interno del *concept*. Questo "concetto architettonico" è stato difficile da raggiungere, molti sono stati i ragionamenti che ci hanno fatto cambiare strada, ma, che alla fine ci hanno portato alla realizzazione del disegno finale.

Uno dei valori cardine, che non poteva per noi mancare, è stato il concetto di "centralità dell'individuo" e la risposta ai bisogni primari attraverso uno standard architettonico minimo. Infatti,, quando si verificano catastrofi e le comunità devono affrontare le conseguenze di disastri naturali o crisi umanitarie, il ruolo dell'architettura trascende i suoi confini tradizionali e deve diventare profondamente resiliente e adattabile.

Il nostro *concept* di progetto incarna una fusione di risposta rapida, *design* flessibile, prefabbricazione e soluzioni sostenibili a misura d'uomo per fornire rifugi temporanei, ma, dignitosi, per chi ne ha un disperato bisogno. Soprattutto in merito a questo punto, per noi è stato particolarmente rilevante concentrarci sul rapporto tra architettura e neuroscienze (vedi capitolo 03.2), per poter progettare spazi in grado di soddisfare in primis le esigenze della popolazione e che fossero quindi non *spazi per le persone*, ma, *spazi delle persone*.

Adottando un approccio di modularità e flessibilità, il nostro progetto porta con sé indirettamente anche la caratteristica della reversibilità, infatti, non resterà per sempre una presenza sul territorio, ma, avrà una vita utile di 20 anni, al termine dei quali potrà andare incontro a diversi scenari

Il principio di reversibilità si articola per noi in due aspetti fondamentali: il primo è di natura spaziale, dove l'edificio può assumere varie configurazioni per adattarsi alle diverse destinazioni d'uso e alle esigenze locali nel corso

della sua vita; il secondo è di natura tecnica e tiene conto della possibilità di riutilizzo di materiali ed elementi tecnologici.

La reversibilità e la modularità del nostro modulo non solo consentono una facile adattabilità della struttura, ma, assicurano anche il ripristino delle condizioni ambientali precedenti all'intervento. Inoltre, il concepimento di un progetto flessibile e dinamico agevola l'implementazione di strategie circolari, permettendo una varietà di utilizzi e trasformazioni. L'innovazione della reversibilità risiede nella sua intrinseca flessibilità.

Il *concept* di progetto può essere esplicitato con l'acronimo **M.O.R.E.** (*Modules for On-site Response in Emergency*), vogliamo creare spazi accoglienti e inclusivi, dove le persone non si trovino solamente in luoghi fisici, ma, in ambienti in cui posso autenticamente sentirsi a proprio agio. Il nucleo fondamentale della nostra azione è centrato sull'umanità e sulla realizzazione di connessioni significative tra individui.

Caratteri peculiari del concept architettonico

Il modulo ha da sempre rappresentato un pilastro fondamentale nell'ambito dell'architettura: dalla concezione dell'uomo vitruviano al concetto del *Modulor* di Le Corbusier, l'analisi del rapporto tra l'essere umano e lo spazio ha costantemente mantenuto il suo ruolo preminente nella progettazione di spazi efficienti.

I criteri di scelta, per la progettazione delle nostre strutture d'emergenza, sono stati diversi (vedi capitolo 04.4), tra cui la modularità, la flessibilità interna e la facilità di montaggio in sito.

È utile specificare che il concetto di modularità per noi ha implicato l'utilizzo dello stesso "modulo" in diverse soluzioni, generando una vasta gamma di risultati. Ad esempio, favorendo flessibilità negli ambienti interni si garantiscono diverse fruibilità in base alle esigenze degli utenti e si può pensare di riutilizzare gli spazi in maniera diversa rispetto a quanto previsto in fase iniziale.

In merito alla facilità di montaggio in sito, sfruttando appieno le potenzialità della prefabbricazione, si apre la strada a una progettazione più efficiente, consentendo una rapida messa in opera e contribuendo a superare le limitazioni delle tecniche costruttive convenzionali.

Il *concept* del progetto prende avvio a partire da vincoli di tipo dimensionale e di trasporto e ne definisce le linee principali.

Al fine di non creare confusione nel lettore, all'interno di questi moduli non sono state inseriti serramenti per consentire una più immediata lettura dell'aggregazione.

I moduli

L'obiettivo progettuale, ovvero la possibilità di adattare l'assetto interno ed esterno delle strutture, ha guidato alla definizione dei nostri due moduli principali di pianta rettangolare, aventi dimensione 221.5 x 433 cm (modulo A) e dimensione 210 x 433 cm (modulo C). Si è deciso di progettare due moduli separati in modo da rendere facile la movimentazione e lo spostamento di questi ultimi in caso di cambio di configurazione e per garantire diversi tipi di aggregazioni (vedi figure 06.1 - 06.2).

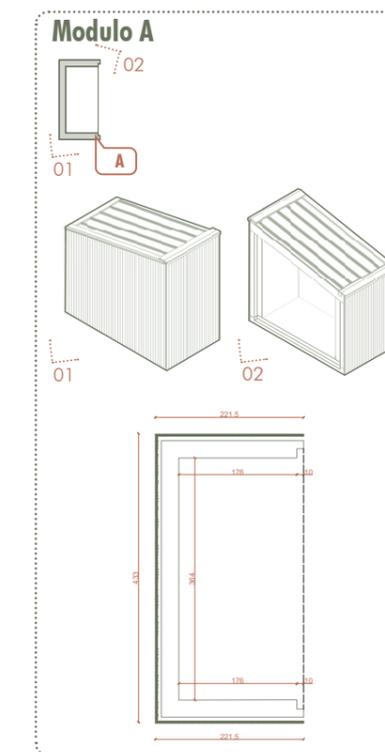


Figura 06.1: Il Modulo A

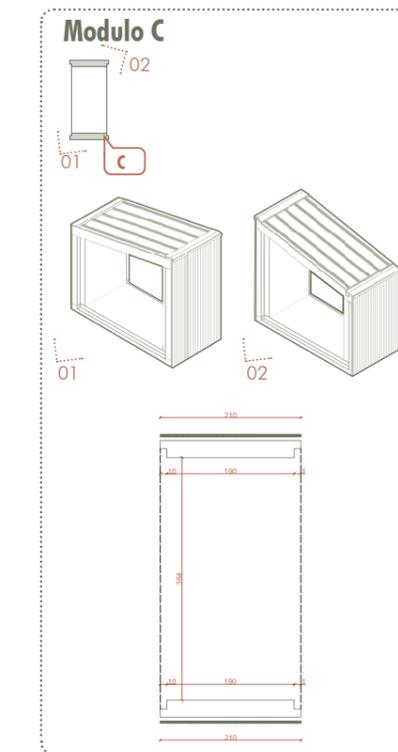


Figura 06.2: Il Modulo C

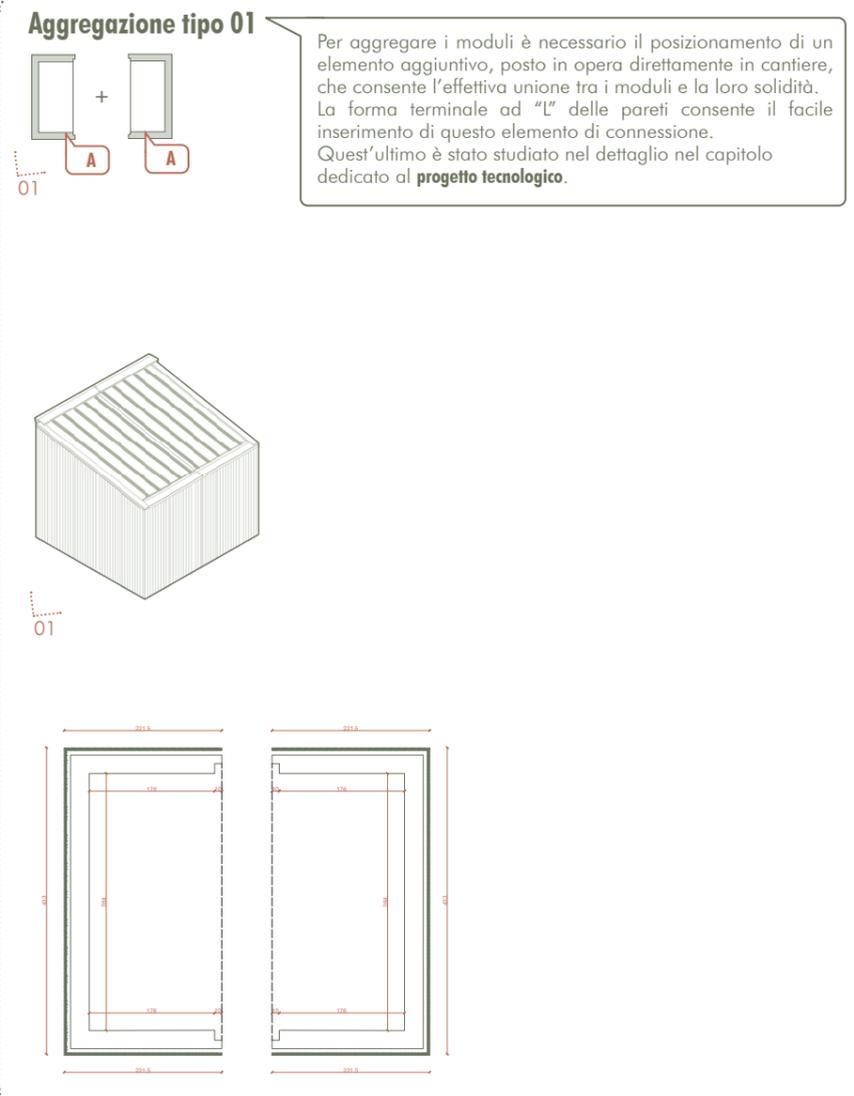


Figura 06.3: Aggregazione tipo 01

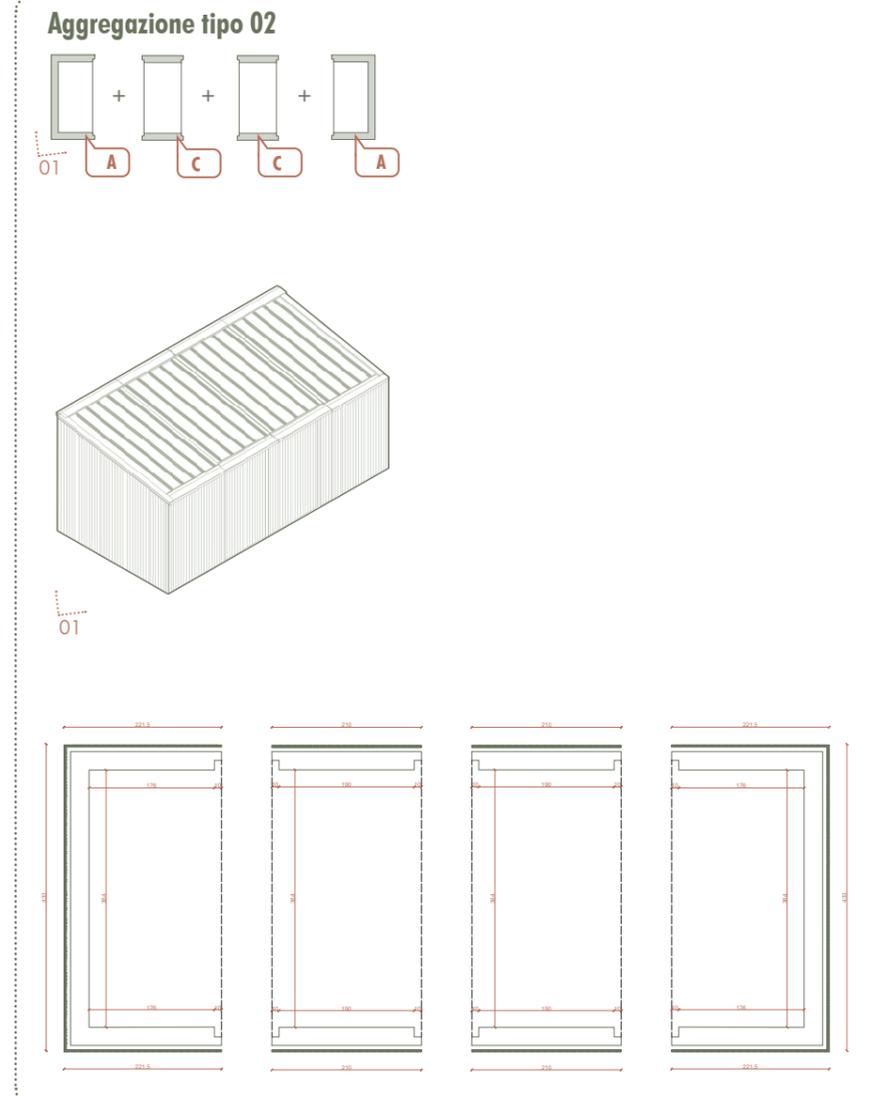


Figura 06.4: Aggregazione tipo 02

I nostri moduli di emergenza prefabbricati sono progettati per adattarsi alle esigenze specifiche richieste durante le situazioni di emergenza, e pertanto possono subire piccole variazioni architettoniche in caso di necessità di aggregazione sull'asse y. In queste situazioni, il rivestimento esterno viene rimosso sul lato di aggregazione e sostituito con uno strato aggiuntivo di isolamento, che garantisce una corretta adesione dei moduli. Allo stesso tempo, viene inserito un elemento di collegamento strutturale tra i moduli per garantire una solida connessione tra di essi. Le aggregazioni **"plus (+)"** rappresentano le versioni più ampie delle configurazioni di base (vedi figura 06.5).

La scelta di effettuare aggregazioni su entrambi gli assi è stata guidata dalla nostra priorità di garantire la massima flessibilità nelle configurazioni degli spazi esterni. È importante sottolineare che, nonostante le variazioni architettoniche, il modulo in sé rimane prefabbricato, solo pochi elementi supplementari vengono aggiunti in cantiere per creare connessioni robuste e funzionali tra i moduli stessi. Questo approccio garantisce la coerenza della logica di progettazione in ogni fase dell'aggregazione.

Negli schemi presenti in queste pagine è possibile leggere le aree minime e le aree massime utilizzabili all'interno delle nostre configurazioni. Ovviamente per le aggregazioni **"plus (+)"** le superfici (vedi figura 06.5) ricavate vengono raddoppiate.

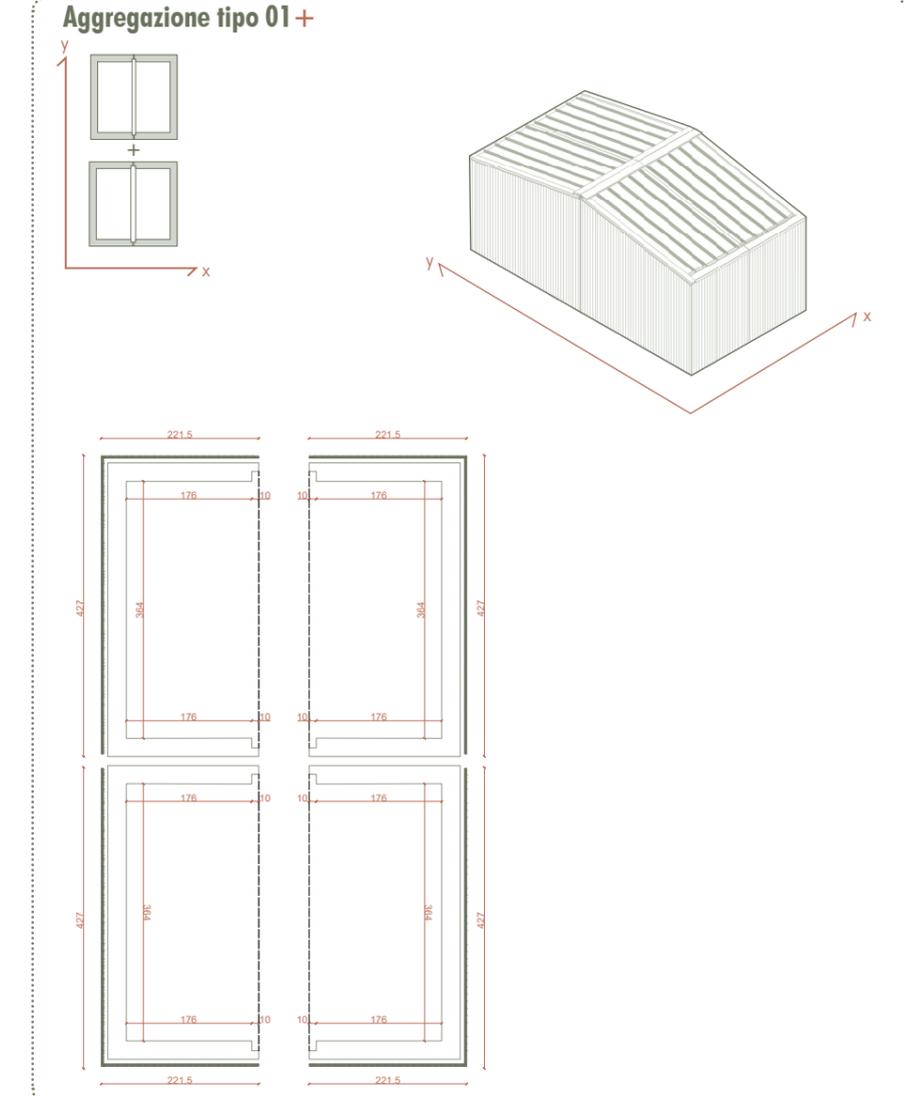


Figura 06.5: Aggregazione tipo 01 plus

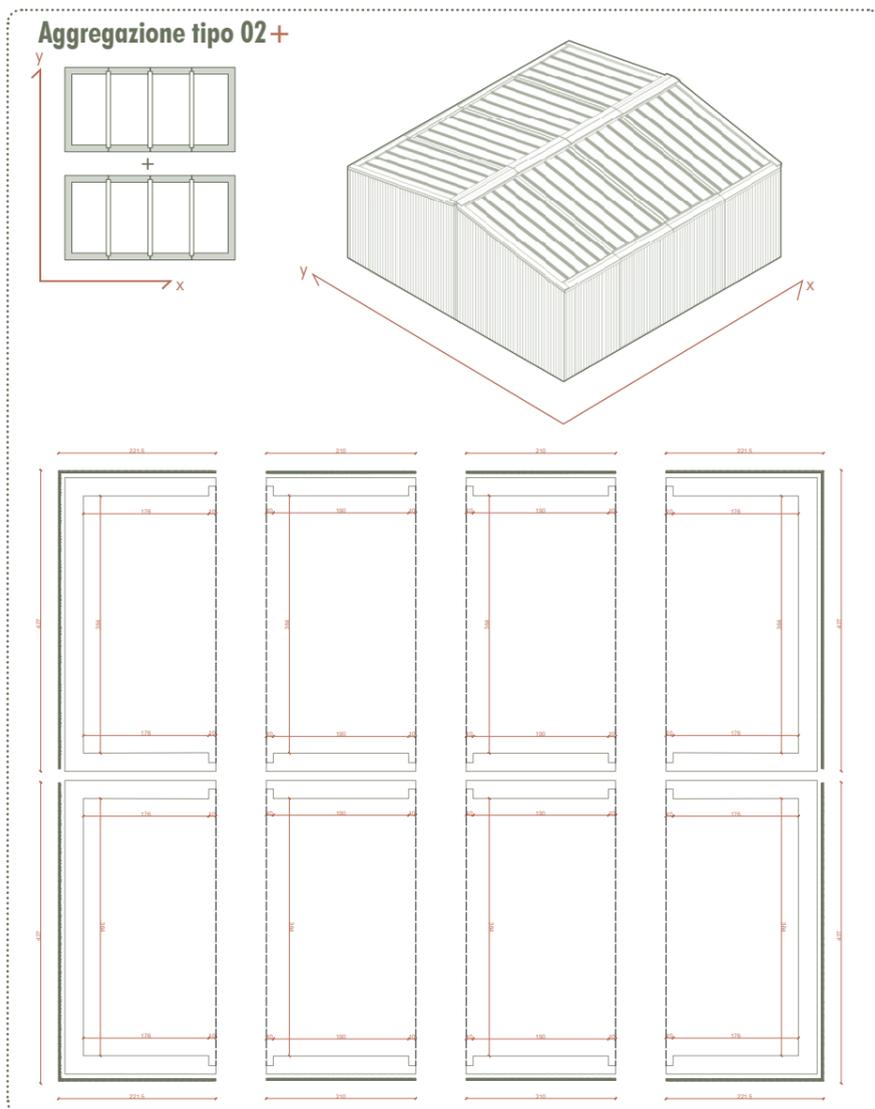


Figura 06.6: Aggregazione tipo 02 plus

Configurazioni: aree minime e massime

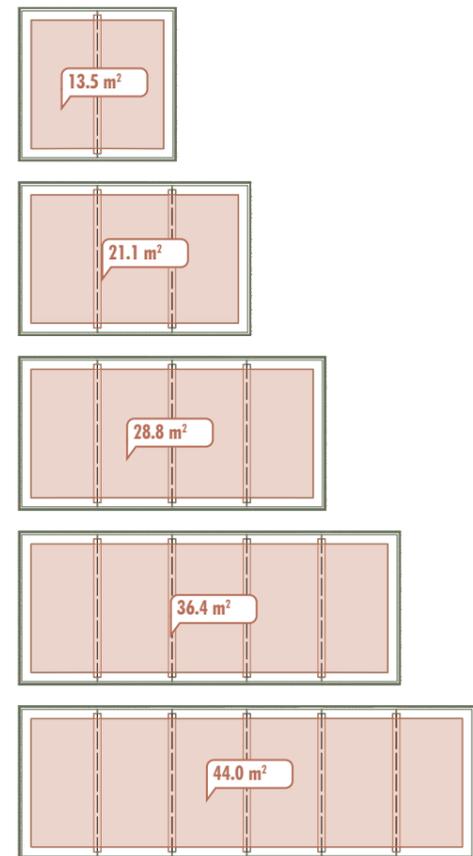


Figura 06.7: Aree configurazioni

I moduli di facciata, degli spazi aventi funzione socio-sanitaria, differiscono per la presenza o meno delle aperture. Infatti,, si possono avere differenti tipi di configurazioni delle pareti esterne in base alla quantità di illuminazione che si desidera avere all'interno dei locali. Le aperture sono state pensate per soddisfare sempre il principio di modularità, anche in fase esecutiva, (vedi figura 06.9 - 06.10) e per essere facilmente integrabili all'interno del telaio strutturale delle partizioni esterne.

Come si può notare dagli schemi raffigurati a lato è possibile decidere in che modo gestire le aperture in base alle necessità previste dal singolo progetto. Il modulo prefabbricato, caratterizzato da pareti aventi una struttura modulare ad incastro,

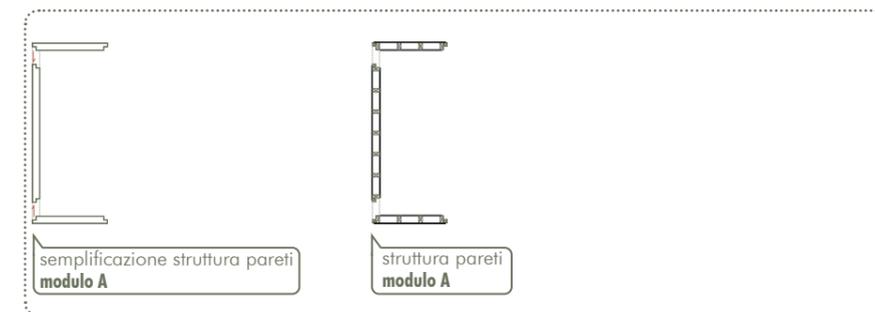


Figura 06.8: Struttura delle pareti del modulo tipo A

consente al progettista di decidere in che modo posizionare gli elementi serramento, seguendo come standard il posizionamento degli stessi all'interno di spazi aventi interasse di 60 cm. Nel caso in cui la finestra sia maggiore di due moduli (60 cm+60 cm+60 cm.), viene aggiunto un elemento di rinforzo strutturale (sempre in legno) per sostenere l'elemento vetrato apribile. Ovviamente, ciò che mostriamo può essere facilmente "specchiato" sugli assi principali (x e y). Come avviene anche per le aggregazioni.

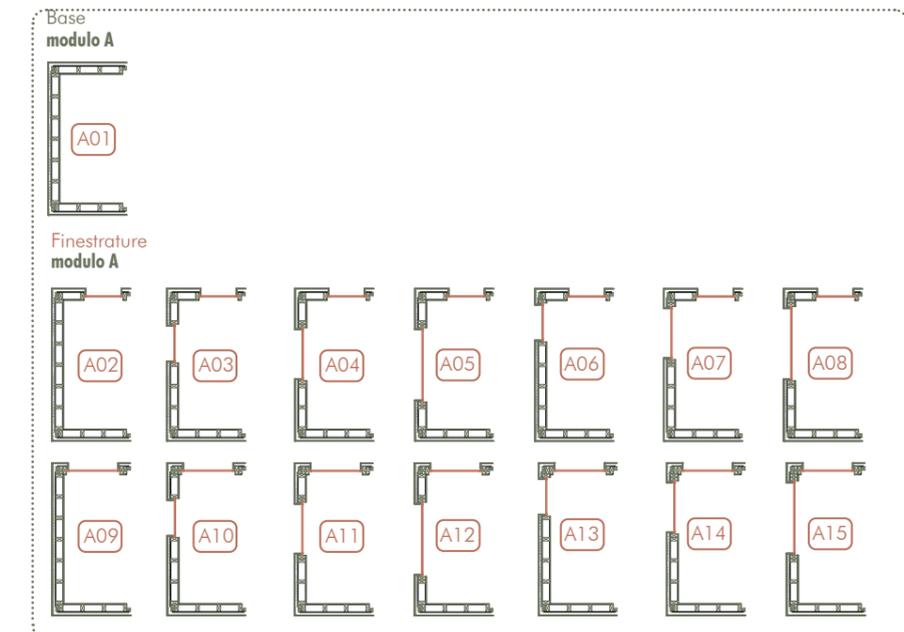


Figura 06.9: Struttura delle pareti del modulo tipo A

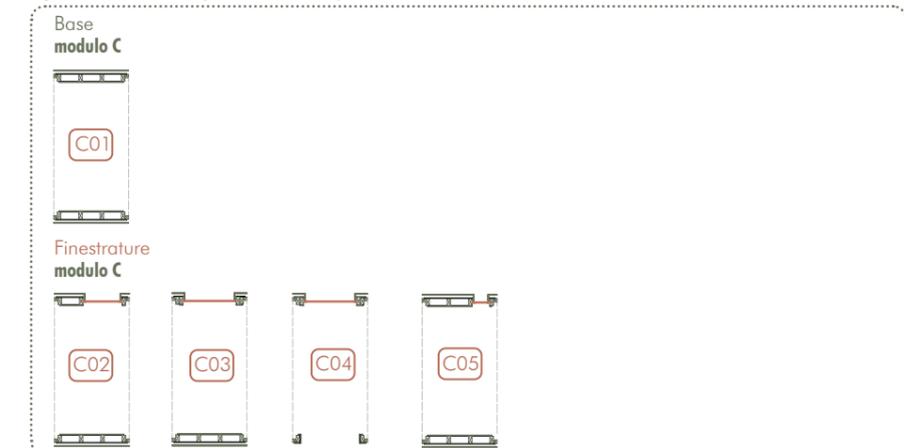


Figura 06.10: Struttura delle pareti del modulo tipo C

È stata per noi essenziale la collocazione dei servizi igienici all'interno di un solo ed unico "blocco" completamente prefabbricato. In questo modo, è stato più semplice pensare ai passaggi impiantistici e ai possibili collegamenti tra gli elementi sanitari. Il modulo dei servizi igienici segue delle linee guida, tra cui l'essere sempre posizionato agli estremi degli hub d'emergenza.

Il bagno può essere prefabbricato in due versioni, ovvero: un modulo bagno con all'interno un sistema doccia (B01) e un modulo bagno che prevede due impianti WC distinti, per permettere l'utilizzo dei servizi a più di una persona (B02) (vedi figura 06.11) Entrambe le versioni sono state ragionate per permettere un facile utilizzo alle persone con limitate capacità motorie.

Questo "blocco" è l'unico elemento vincolante del progetto.

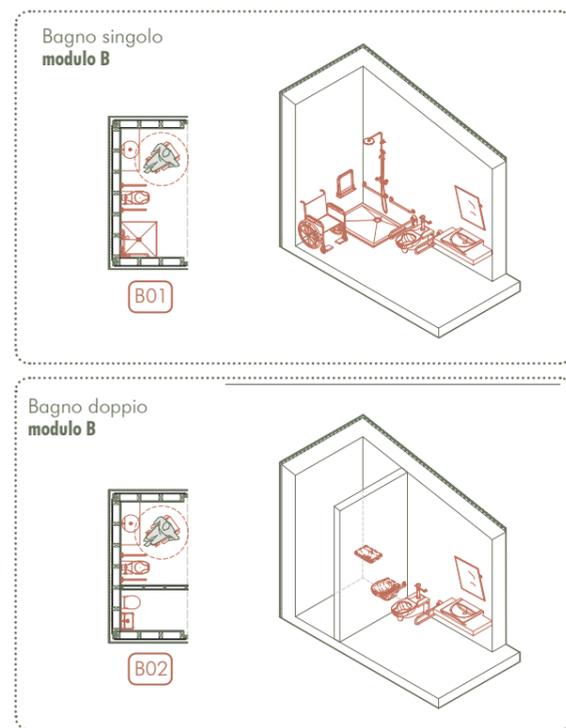


Figura 06.11: Tipologie modulo Bagno

Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno è stato pensato in legno, scelta effettuata sulla base di diversi parametri quali, texture, colore e aspetti di sostenibilità ambientale. Di per sé, in un possibile scenario futuro, il rivestimento di facciata può essere sostituito facilmente e in caso di usura, ripristinato.

I listelli in legno di larice (vedi figura 06.12) si rapportano in modo coerente con il legno presente sugli elementi oscuranti a frangisole (a listellatura verticale).

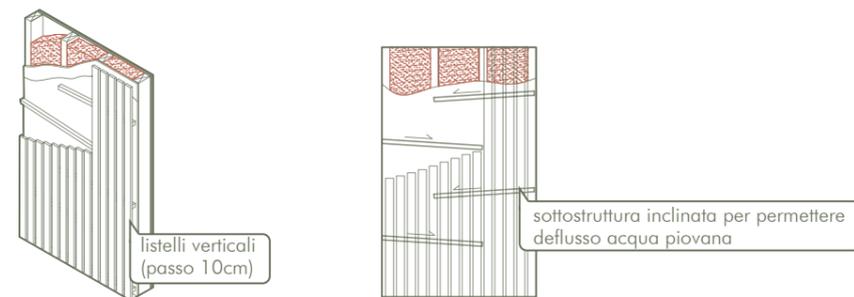


Figura 06.12: Dettaglio parete esterna

Questi ultimi sono stati pensati per dare un effetto continuo sulle facciate e per creare un effetto di "chiusura" in caso in cui sia necessario creare un riparo, completo verso l'esterno (vedi figura 06.13).

Allo stesso tempo, gli oscuranti sono in grado di creare degli effetti di luce interni e di regolare l'entrata delle radiazioni solari.

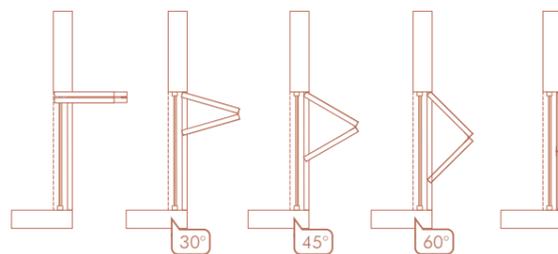


Figura 06.13: Concept frangisole a gomito esterno - tipi di aperture

Abbiamo, poi, ragionato sul rialzamento dell'hub di emergenza da terra con l'obiettivo di creare uno spazio per l'inserimento di alcuni elementi aggiuntivi, quali vasche di accumulo dell'acqua piovana per non far entrare in contatto diretto con il terreno lo stesso modulo prefabbricato.

Per questo motivo, è stato necessario progettare degli elementi di rialzo strutturali.

Conseguenza di questo innalzamento è stato l'inserimento di rampe per consentire il facile accesso alle strutture da parte di tutti.

Questo elemento aggiuntivo viene trasportato separatamente e poi viene collegato al modulo in sito.

La forma che si nota sul prospetto più lungo del modulo, è data da requisiti di carattere neuroscientifico; ovvero si è deciso di progettare un modulo con un'altezza interna minima di 2.70 cm e un'un'altezza d'intradosso interna massima di 3.40 cm. Definendo questi principi architettonici, abbiamo voluto garantire una gradevole esperienza all'interno del modulo per gli utenti affetti da trauma, sulla base delle considerazioni emerse durante i nostri colloqui con esperti sul tema (vedi capitolo 03.3).

Per assicurare una piacevole vivibilità interna, oltre a sfruttare l'altezza dei soffitti, abbiamo pensato all'utilizzo sia di materiali naturali come il legno di abete per il rivestimento interno delle pareti sia l'utilizzo di finiture con colori organici, che risultano essere le soluzioni migliori secondo un approccio neuroscientifico.

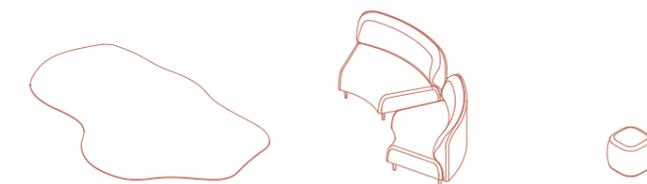


Figura 06.14: Arredo con forme organiche

Per vivere positivamente gli spazi, abbiamo ragionato sull'utilizzo di arredi mobili e con forme organiche. Questi ultimi possono essere facilmente spostati da uno spazio all'altro; infatti, le ridotte misure ne consentono una rapida movimentazione sempre in base alle esigenze.

Nello specifico si è deciso di utilizzare tavoli (per centri d'ascolto) aventi una forma che dà la possibilità agli utenti di creare diverse configurazioni e quindi adattarsi in base alle esigenze (vedi figura 06.14).

Le forme organiche, ispirate alla natura e ai suoi modelli, conferiscono agli spazi interni un senso di fluidità ed eleganza, rendendoli più accoglienti e piacevoli (vedi figura 06.15).

Questa decisione non solo mira a soddisfare criteri estetici, ma, anche a migliorare l'ergonomia degli spazi, contribuendo al benessere degli occupanti.

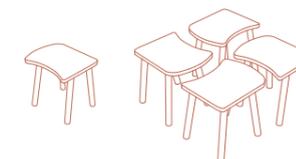


Figura 06.15: Tavolino componibile

Attraverso l'inserimento di pareti mobili vogliamo consentire la trasformazione degli ambienti secondo le mutevoli esigenze e le diverse attività che possono svolgersi all'interno.

Questa flessibilità è cruciale in contesti in cui la configurazione degli spazi deve essere adattata rapidamente e efficientemente, come in luoghi multifunzionali e spazi per le emergenze.

Un centro d'ascolto può essere trasformato in una palestra, in uno spazio con barelle e rifornimenti, ecc...

La cosa più importante è stata la valutazione dello spazio minimo durante lo spostamento della "parete mobile", per consentire una facile movimentazione anche per la sedia a rotelle.

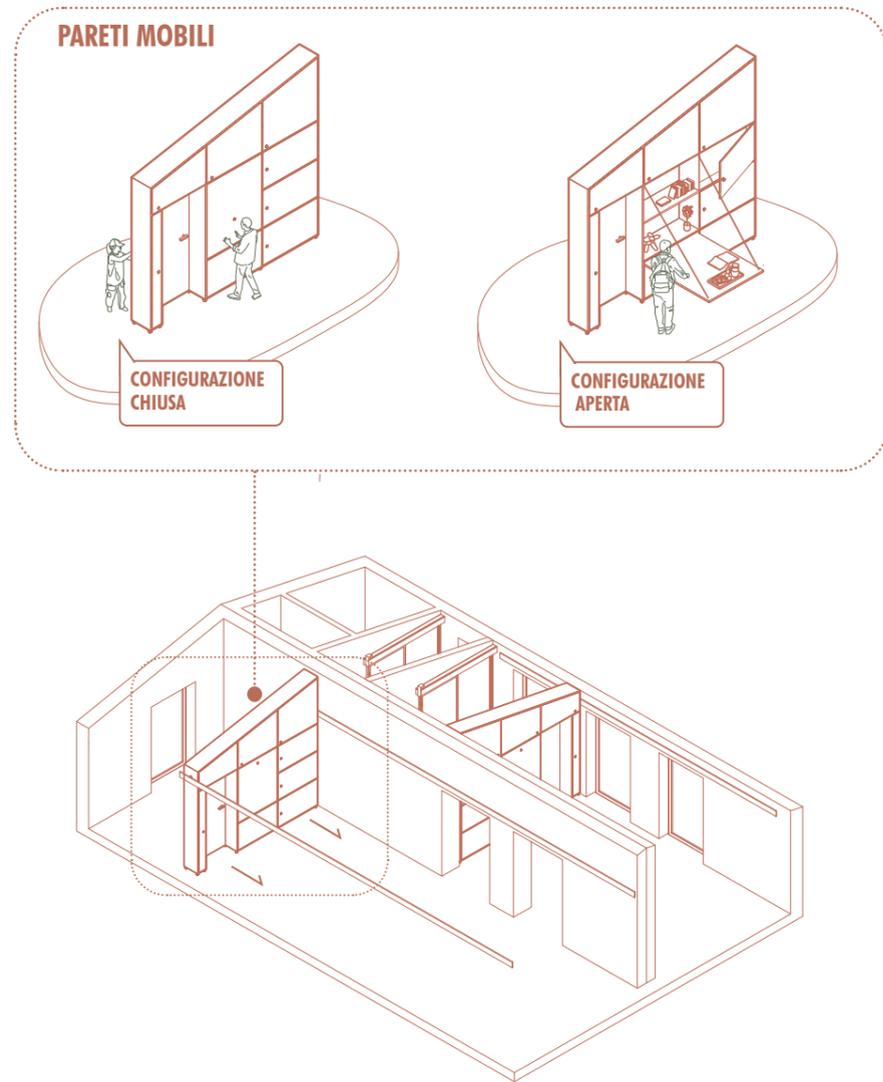


Figura 06.16: Configurazioni parete mobile

La nostra decisione di incorporare arredi dalle forme organiche e pareti mobili flessibili nei nostri spazi interni riflette la nostra volontà di promuovere la funzionalità e l'adattabilità, creando ambienti che possano soddisfare al meglio le esigenze della popolazione.

Osservando una rappresentazione tridimensionale del "hub d'emergenza" né si può apprezzare la semplicità e la regolarità, dovuto alla replicabilità dei mobili e alla loro facile aggregazione (vedi figura 06.17).

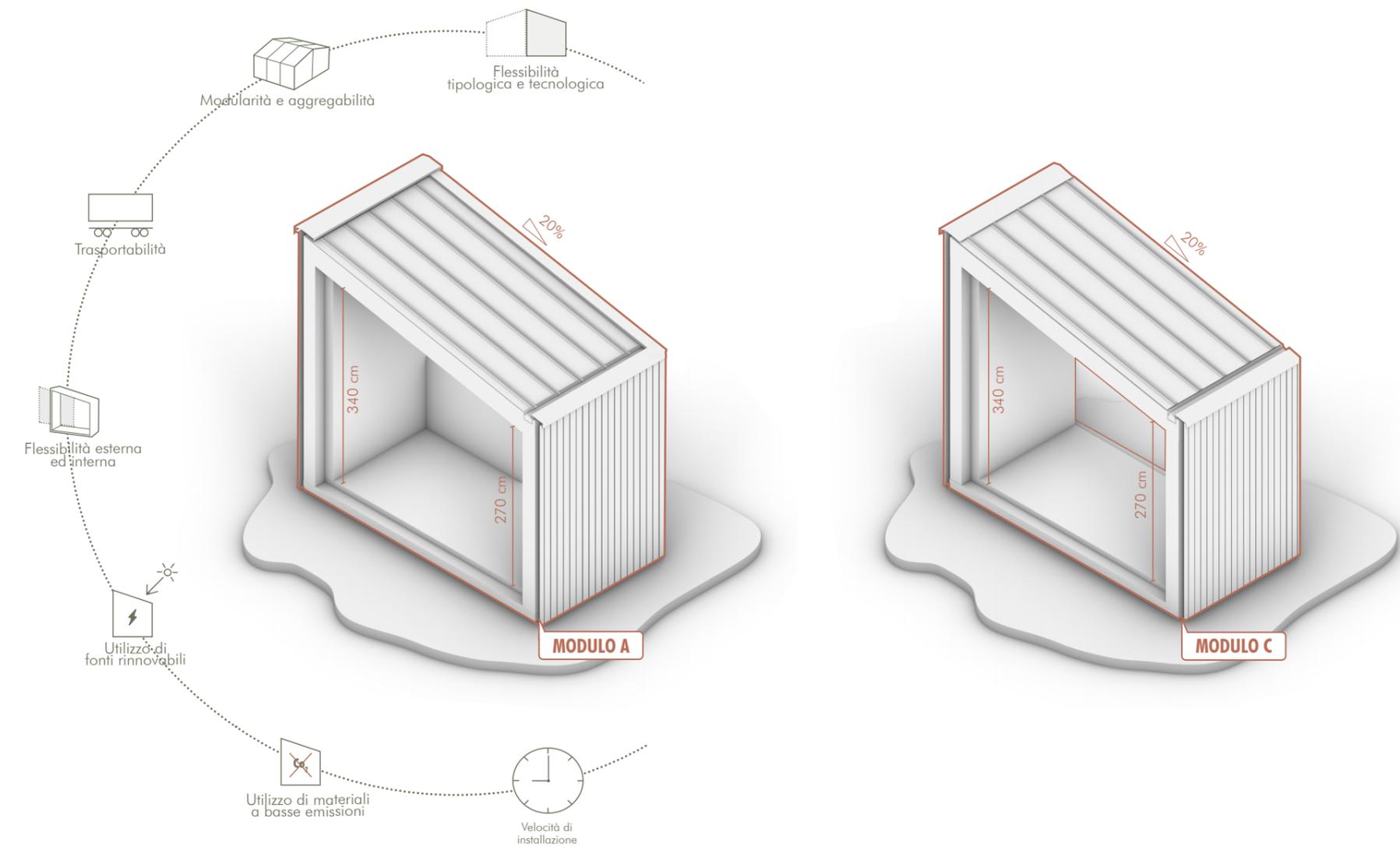


Figura 06.17: Concept moduli

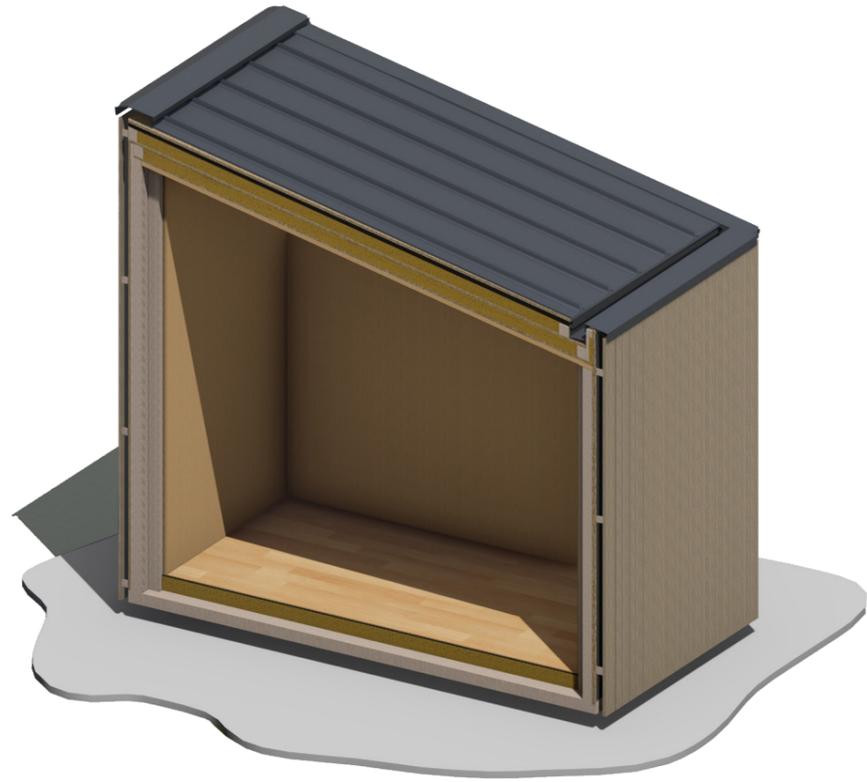


Figura 06.18: Modulo A

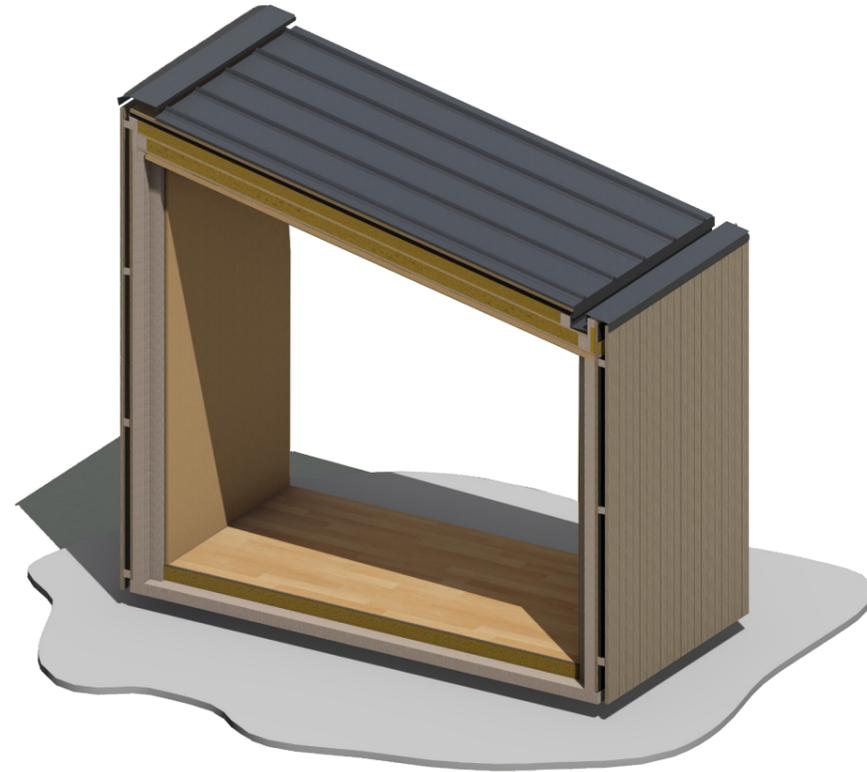


Figura 06.19: Modulo C

Obiettivi di sviluppo sostenibile SDGs - per un cambiamento globale



Figura 06.20: United Nations, Sustainable Development Goals

L'Obiettivo 9 promuove l'industria, l'innovazione e la costruzione di infrastrutture resilienti. Infatti,, in situazioni di emergenza, la presenza di infrastrutture solide e ben progettate è essenziale per una risposta efficace e una rapida ripresa. Integrare tecnologie avanzate e pratiche costruttive sostenibili può contribuire a mitigare i danni causati da eventi catastrofici, favorendo allo stesso tempo la ricostruzione e il ripristino delle normali attività.



Figura 06.21: United Nations, Sustainable Development Goals

L'Obiettivo 11 si concentra sulla realizzazione di città e comunità resilienti, sicure e sostenibili. In caso di emergenze, la progettazione architettonica può svolgere un ruolo fondamentale nell'assicurare la sicurezza e la protezione delle persone. Questo dovuto al fatto che le città devono essere in grado di resistere a disastri naturali e crisi umanitarie, integrando soluzioni innovative che riducano al minimo gli impatti negativi sulle comunità. Proprio per questo la progettazione di strutture di emergenza diventa quindi un elemento chiave nel garantire spazi urbani progettati per affrontare situazioni di crisi.

In sintesi, gli SDGs possono fornire un quadro completo per affrontare le sfide legate all'architettura di emergenza.

Implementare soluzioni innovative e sostenibili nelle nostre città e comunità non solo contribuisce al raggiungimento degli SDGs, ma, assicura anche la protezione delle vite umane e la costruzione di società più resilienti e orientate al futuro.

L'architettura di emergenza diventa così una componente essenziale nel percorso verso uno sviluppo sostenibile e resiliente alle crisi globali.

07

M.O.R.E.

AREA DI PROGETTO NELLA CITTÀ DI KHARKIV

07.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

07.2 ANALISI SWOT DELLA CITTÀ DI KHARKIV

07.3 INQUADRAMENTO AREA PILOTA

07.4 ANALISI SWOT SULL'AREA PILOTA

07.5 ANALISI DEL CONTESTO DECISIONALE

07.6 URBAN MASTERPLAN



07.1 Inquadramento territoriale

Questo lavoro di tesi presenta un approccio alla progettazione di moduli architettonici di emergenza che siano flessibili e adattabili, in grado di essere costruiti e implementati in diversi contesti. Attraverso questo progetto, si vuole dimostrare come l'architettura possa svolgere un ruolo cruciale nel fornire soluzioni concrete e dignitose in situazioni di emergenza, contribuendo al processo di resilienza e ricostruzione delle comunità colpite.



Figura 07.1: Marina Shuyeva, 37, visita un monastero a Kiev per pregare per la sua famiglia rimasta a Kharkiv
Fonte: Lynsey Addario; The New York Times

DOVE?

I moduli M.O.R.E., in questa trattazione, trovano applicazione nella città di Kharkiv (Ucraina) duramente colpita dal conflitto armato in corso. La guerra che ha colpito l'Ucraina rappresenta una delle sfide emergenziali più vicine all'Europa dal forte valore mediatico che ha suscitato l'attenzione di organizzazioni umanitarie, governi e istituzioni internazionali.

PERCHÉ?

Il conflitto in Ucraina ha causato e causa enormi sofferenze alla popolazione tanto da lasciare migliaia di persone senza un tetto. In questo scenario, emerge l'esigenza di creare spazi temporanei e dignitosi, in grado di fornire supporto e assistenza alla popolazione.

A Kharkiv, quindi, è ipotizzata l'applicazione del primo cluster M.O.R.E., con l'obiettivo di creare un'area di accoglienza e sostegno per le persone.

PER CHI?

La necessità di fornire spazi sicuri di supporto per la popolazione localmente colpita dal conflitto è diventata una priorità urgente. Questi spazi non saranno semplici luoghi di fortuna, ma, ambienti progettati per garantire comfort, privacy e servizi. La presenza dei moduli fornirà un luogo in cui le persone colpite dal conflitto potranno trovare non solo spazi fisici sicuri, ma, anche un ambiente in cui poter interagire, condividere le proprie storie e trovare supporto reciproco. Questo contribuirà a promuovere la resilienza e la ripresa della comunità di Kharkiv.

L'Ucraina è uno Stato posizionato a est del continente europeo, anche se ad oggi non è fa ancora parte dell'Unione Europea. In tutti i media, oggi, la nazione è tra la più chiacchierate a causa dei terribili eventi bellici. Essa si trova ad una distanza di circa 2 555.95 km dall'Italia.

Caratterizzata da un quadro territoriale complesso e dinamico l'Ucraina va a comprendere diverse regioni (oblast), ciascuna con la sua storia, cultura e identità. Gli attuali confini territoriali del paese comprendono un paesaggio vasto e diversificato ma, stanno mutando e si stanno evolvendo nel tempo.

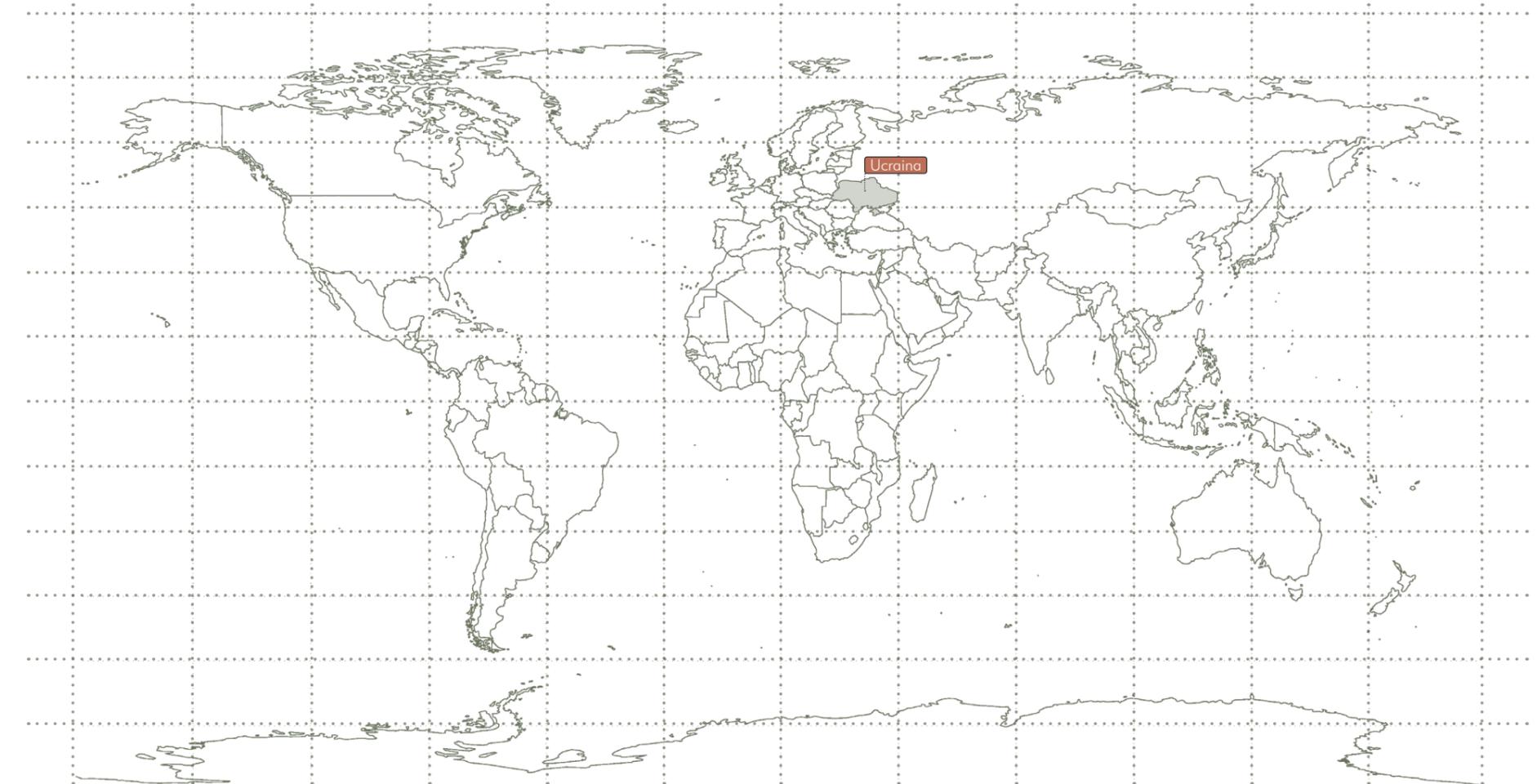


Figura 07.2: Mappa globo, inquadramento Ucraina

07.1.1 Inquadramento a scala nazionale

La parola Ucraina deriva da *u-krajna* che significa “sul confine”, uno spazio di frontiera sempre conteso e conquistato dai suoi vicini: Russia (a est), Polonia (a ovest), oltre all'impero Austro-ungarico.

Posizione geografica

L'Ucraina è la Nazione europea più estesa all'interno del continente europeo con un'estensione di 603.700 km² e una popolazione di circa 44 milioni di persone. La sua posizione geografica è strategica, in quanto si trova al confine tra l'Europa e l'Asia, ed è vicina a importanti vie di comunicazione come il Mar Nero, il Danubio e il Mar d'Azov.

Essa è ubicata nell'Europa orientale e confina con la Bielorussia a nord, la Russia a est, con il Mar Nero e la Romania a sud e con la Moldavia, Ungheria, Slovacchia e Polonia a ovest.

Il paese è diviso in 24 province: Cherkasy, Chernihiv, Chernivtsi, Crimea o Avtonomna Respublika Krym (Simferopol), Dnipropetrovsk (Dnipro), Donetsk, Ivano-Frankivsk, Kharkiv, Kherson, Khmelnytskyi, Kirovohrad (Kropyvnytskyi), Kyiv, Luhansk, Lviv, Mykolaiv, Odesa, Poltava, Rivne, Sebastopoli, Sumy, Ternopil, Vinnytsia, Volyn (Lutsk), Zakarpattia (Uzhhorod), Zaporizhzhia, Zhytomyr².

Caratteristiche geografiche

Il paese è prevalentemente composto da pianure fertili (steppe), colline e montagne. Queste ultime ubicate lungo i confini occidentali (Carpazi) e la parte meridionale della penisola di Crimea. La cima più alta si trova sui Carpazi dove l'Hoverla coi suoi 2 061 m è il punto più alto del Paese.

L'inquadramento territoriale dell'Ucraina è molto diversificato, con tre regioni geografiche principali:

- La pianura a nord, caratterizzata da una vasta distesa di terreni fertili, che costituiscono la cosiddetta “regione del pane”.

Qui si trovano le principali città ucraine, tra cui la capitale Kiev, Kharkiv, Dnipropetrovsk e Lviv

- La regione montuosa a sud-ovest, invece, è caratterizzata dalla presenza delle Catene dei Carpazi e degli Alti Tatra, che ne definiscono i confini naturali con la Slovacchia, la Polonia, l'Ungheria e la Romania. Questa regione è meno popolata rispetto alla pianura a nord, ma, è ricca di risorse naturali come il petrolio, il gas naturale e il carbone
- La regione costiera a sud-est, infine, si affaccia sul Mar Nero e sullo stretto di Kerch, che la separa dalla Crimea. Questa regione è famosa per le sue spiagge e per il turismo balneare, ma, è anche un importante centro industriale, con porti commerciali e impianti di lavorazione del gas e del petrolio

L'Ucraina è attraversata da importanti fiumi come il Dnepr, il Don e il Dnestr, che rappresentano importanti vie di comunicazione e fonti di energia idroelettrica.

I fiumi, tutti navigabili grazie alla scarsa pendenza, si immettono nel Mar Nero oppure fanno parte del bacino del Dnepr, che scorre per 1 121 km in suolo ucraino da nord a sud³.

Il Dnepr rappresenta il principale corso d'acqua e svolge un ruolo significativo nella geografia e nell'economia dell'Ucraina; seguono il Dnestr le cui acque bagnano il paese per 925 km, il Bug meridionale 806 km e il Donec che bagna il paese nei suoi 700 km. Meno rilevanti sono il fiume Horyn' che attraversa il paese per 577 km, il Desna il cui tratto ucraino è di 575 km, il fiume Inhulets 549 km e il Psel che percorre il paese per 520 km. Con la sua area di 3 446 km², il delta del Danubio si estende tra la Dobrugia in Romania e l'Oblast di Odessa in Ucraina.

Lungo il corso del Dnepr sono state costruite diverse dighe che hanno originato alcuni bacini artificiali molto estesi tra i quali: il Kremenchuk Reservoir (2 250 km²), il Kakhovka Reservoir (2 155 km²). I laghi naturali più estesi sono il Lago Yalpuh (149 km²), il Lago Kagul (90 km²) ed il Lago Kugurluy (82 km²), posizionati nei pressi della foce del Danubio.

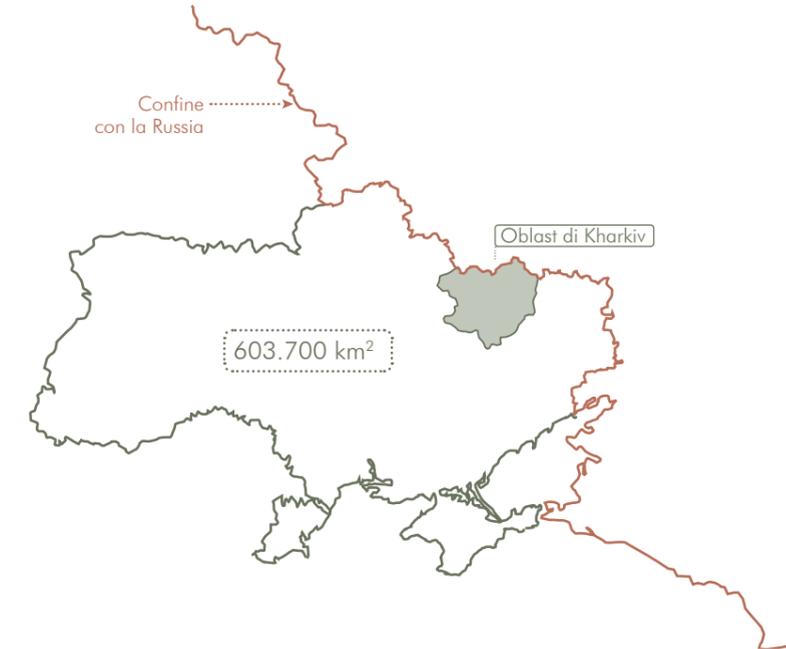


Figura 07.3: Inquadramento Ucraina - (vedi tavola 05)

Posizione

Europa orientale, al confine con il Mar Nero, tra Polonia, Romania e Moldavia a ovest e Russia a est.

Coordinate geografiche

49 00 N, 32 00 E

Superficie m²

totale:	603.550	km ²
terra:	579.330	km ²
acqua:	24.220	km ²

Paesi confinanti

- Bielorussia
- Ungheria
- Moldavia
- Polonia
- Romania
- Russia
- Slovacchia

Clima

L'Ucraina ha un clima prevalentemente temperato continentale, con inverni freddi e nevosi ed estati calde, ad eccezione della costa meridionale della Crimea che ha un clima mediterraneo sub-tropicale.

Tuttavia, a causa delle dimensioni del paese, ci sono variazioni climatiche regionali significative⁴. Le regioni settentrionali e occidentali dell'Ucraina tendono ad avere inverni più freddi ed estati più fresche rispetto alle pianure centrali e meridionali. La Crimea, grazie all'influenza del Mar Nero, ha un clima più mite con estati calde e inverni miti. L'Ucraina ha una temperatura media annuale di 7-9 °C. Le temperature medie estive (da maggio ad agosto) variano da 18 °C a 22 °C. Le temperature medie invernali (da dicembre a marzo) variano da -4.8 °C a 2 °C. Le precipitazioni cadono prevalentemente nei mesi estivi e autunnali, con giugno e luglio che in genere registrano le precipitazioni più elevate (67 mm)⁵.

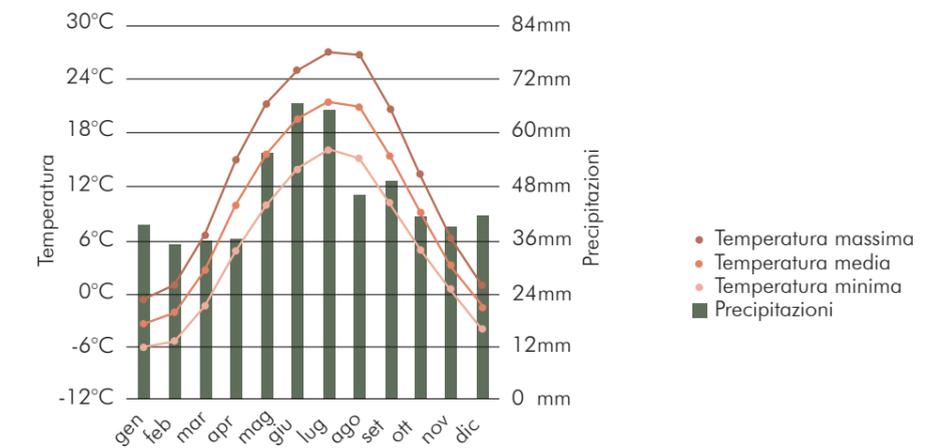


Grafico 07.1: Temperature minime e massime, media mensile e precipitazioni dal 1991 al 2020
 Fonte: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ukraine/climate-data-historical>

⁴ <https://www.uea.ac.uk/groups-and-centres/climatic-research-unit>
⁵ <https://www.woespana.es/reports/climate/Ukraine.htm>

¹ <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/804-ukraine-fact-sheets.pdf>
² <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/ukraine/#introduction>

³ <https://globalgeografi.a.com/europa/ucraina.htm>

Popolazione

La popolazione totale è di 41 732 779 persone secondo i dati UKSTAT del 2019. La distribuzione della popolazione risulta essere più densa nelle regioni orientali (Donbas) e occidentali con concentrazioni notevoli dentro e intorno alle principali aree urbane di Kiev, Kharkiv, Donetsk, Dnipropetrovs'k e Odessa. La lingua ufficiale è l'Ucraino parlato dal 67.5%, il russo è lingua regionale parlato dal 29.6%, sono presenti piccole minoranze di lingua tartara, moldava/rumena e ungherese che rappresentano circa il 2.9% della popolazione (stima 2001)⁶. La popolazione dell'Ucraina è prevalentemente cristiana; di cui circa il 2/3 sono ortodossi, la Chiesa greco-cattolica ucraina rappresenta l'8-10% e l'UAOC rappresenta l'1-2%; Gli aderenti musulmani ed ebrei costituiscono ciascuno meno dell'1% della popolazione totale.⁷

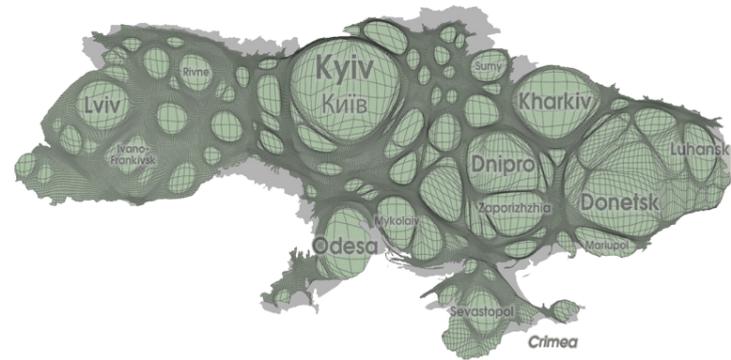


Figura 07.4: Cartogramma della popolazione a griglia
Fonte: <https://worldmapper.org/maps/gridded-population-ukr/>

Dati demografici (anno 2019 fonte UKRSTAT)⁷

Popolazione (N.)	41 732 779	Età Media (Anni)	41.6
Famiglie (N.)	14 881 700	Variazione % (2015-2019)	-0.49
Maschi (%)	46.6		
Femmine (%)	53.4		

Attività economiche

Il Paese è caratterizzato dalla presenza di numerose risorse naturali, tra le quali le risorse minerarie (ferro, carbone, manganese, gas naturale, petrolio, sale, zolfo, grafite, titanio, magnesio, caolino, nichel, mercurio), risorse boschive (legname) e risorse agricole date dalla presenza di numerosi terreni arabili. Il suolo dell'Ucraina è coperto per il 71.2% da terreno agricolo, il 56.1% è seminativo, l'1.5% da colture permanenti, il 13.6% da pascolo permanente e la foresta occupa il 16.8% del territorio ucraino (stima 2018). Dal punto di vista economico l'Ucraina è un importante produttore di grano ed esportatore industriale ed energetico.

Fin dal passato le principali fonti economiche sono state il grano tanto da considerare la nazione il granaio d'Europa, il legname e l'estrazione mineraria. I prodotti agricoli prodotti nel paese sono: mais, frumento, patate, semi di girasole, barbabietole da zucchero, latte, orzo, soia, colza e pomodori.

Le industrie coprono i seguenti settori: carbone, energia elettrica, metalli ferrosi e non ferrosi, macchinari e mezzi di trasporto, prodotti chimici e trasformazione alimentare⁸.

Dal punto di vista energetico l'Ucraina ha una capacità di generazione installata pari a 56.816 milioni di kW di cui esporta 5.139 miliardi di kWh. Le fonti di generazione di energia elettrica sono in percentuale: combustibili fossili 37.6%, nucleare 55.9%, solare 1.2%, eolico 1.4%, idroelettrico 3.6%, mentre biomassa e rifiuti sono lo 0.3% della capacità installata totale (stima 2020)⁷.

Il nucleare rappresenta la principale fonte energetica del paese con i suoi 15 reattori nucleari esistenti e in costruzione 2 aggiuntivi.

Il paese è ricco anche dal punto di vista petrolifero con una produzione totale pari a 57 700 bbl/giorno (stima 2021). Per quanto riguarda la produzione di gas naturale essa è di 19 511 040 000 metri cubi (stima 2019)⁸.

⁶ <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/ukraine/#introduction>

⁷ <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/ukraine/#introduction>

⁸ <https://www.iea.org/countries/ukraine>

Storia

La prima formazione di stato sul territorio dell'Ucraina è stata Kyivan Rus, lo stato slavo orientale, che durante i secoli X e XI era il più grande e potente d'Europa. Dopo essere stato indebolito dalle invasioni mongole e dalle lotte intestine, il Rus' di Kyivan fu incorporato prima nel Granducato di Lituania e poi nella Confederazione polacco-lituana. Durante la metà del XVII secolo, una rivolta contro i polacchi portò alla fondazione di un nuovo stato ucraino. All'inizio del XVIII secolo, la maggior parte del territorio ucraino fu annessa all'Impero russo. Dopo il crollo della Russia zarista nel 1917, l'Ucraina ottenne un breve periodo di indipendenza (1917-1920), ma, poi fu nuovamente sottomessa al dominio sovietico. Nonostante il voto schiacciante a favore dell'indipendenza dell'Ucraina nel 1991, durante la dissoluzione dell'URSS, lo stato era ancora sotto il controllo russo a causa delle politiche clientelari e della corruzione endemica che erano fortemente radicate. La "Rivoluzione arancione", una protesta pacifica di massa che si è svolta negli ultimi mesi del 2004 e all'inizio del 2005, ha costretto le autorità a un'elezione presidenziale truccata, portando al potere una lista riformista guidata da Viktor Yushchenko. Nell'ottobre 2012, si sono tenute elezioni in Ucraina che, secondo gli osservatori occidentali risultavano viziata a favore del partito del governo. Nel novembre 2013, il presidente Yanukovich ha fatto marcia indietro sull'accordo commerciale e di cooperazione con l'UE, favorendo legami più stretti con la Russia. Ciò ha scatenato una protesta di massa nella piazza centrale di Kiev, durata tre mesi, da parte di studenti, attivisti della società civile e altri cittadini. Il governo ha usato la violenza per smantellare il campo di protesta nel febbraio 2014. Successivamente, sono state indette nuove elezioni che hanno portato al potere il presidente filooccidentale Petro Poroshenko nel giugno 2014, seguito da Volodymyr Zelensky nel maggio 2019. Poco dopo la fine del governo di Yanukovich alla fine di febbraio 2014, il presidente russo Putin ha ordinato l'invasione della Crimea, sostenendo di voler proteggere i russi in questa regione indicando poi un "referendum" sull'integrazione della Crimea nella federazione russa.

Nel settembre 2014, le repubbliche separatiste sostenute dalla Russia hanno firmato il Protocollo e il Memorandum di Minsk con l'obiettivo di porre fine al conflitto in corso.

Tuttavia, questi accordi non sono riusciti a fermare i combattimenti né a trovare una soluzione politica. Nel febbraio 2015, i leader di Ucraina, Russia, Francia e Germania hanno negoziato un ulteriore pacchetto di misure per attuare gli accordi di Minsk, ma, senza risultati. Il 24 febbraio 2022, la Russia ha intensificato il conflitto con un'invasione su vasta scala dell'Ucraina, lanciando un attacco militare convenzionale su diversi fronti. Questa è diventata la più grande aggressione militare contro uno stato sovrano in Europa dalla Seconda Guerra Mondiale. L'invasione è stata condannata quasi universalmente a livello internazionale e molti paesi hanno imposto sanzioni alla Russia e fornito aiuti umanitari e militari all'Ucraina⁹.

Il conflitto Russia-Ucraina

Il giorno 24 febbraio 2022, la Russia ha ampliato in modo massiccio la sua invasione militare dell'Ucraina.

Alla fine di marzo 2022, le forze russe si sono impegnate in campagne di bombardamento prolungate in città e paesi di tutta l'Ucraina e hanno danneggiato, ucciso e ferito civili e colpito ospedali, scuole e condomini. Gli attacchi di artiglieria e gli attacchi aerei delle forze militari russe sono diventati eventi regolari nella capitale Kiev e in altre città dell'Ucraina dall'inizio dell'invasione del febbraio 2022.

Purtroppo, questa guerra sta toccando in prima persona gli abitanti dell'Ucraina, ma, anche l'Europa stessa e il resto del mondo.

⁹ <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/ukraine/#introduction>



Figura 07.5: Donne sconvolte durante la guerra
Fonte: The New York Times

Le vittime riportano ferite profonde e dolorose, anche sotto forma di traumi psicologici legati alla paura acquisita durante l'evento bellico.

È quindi necessario considerare i danni riportati dal conflitto, ma, non solo quelli relativi ad una dimensione fisica di persone, oggetti e luoghi, ma, anche a livello cognitivo e comportamentale.

L'intervento che vogliamo attuare dovrà essere tempestivo e rapido nell'articolazione delle sue fasi, essendo i tempi in fase di crisi molto più frenetici rispetto alle condizioni ordinarie di vita.

Da sempre per l'uomo il senso della stabilità, della sicurezza e della memoria è dato dai luoghi e dalle costruzioni in cui si vive e in cui si abita. La casa, il rifugio, assume quindi il valore simbolico del perdurare e del resistere nel tempo, dove l'uomo sa di trovare il conforto e la sicurezza delle esperienze esterne.

Il conflitto è ancora in corso e il mondo è testimone dello svolgersi di un orribile dramma geopolitico. La causa principale di questa crisi è il conflitto tra le ambizioni geopolitiche della NATO e della Russia.

Pertanto, c'è stata un'intensificazione delle rivalità geopolitiche tra Occidente e Russia.

Prima o poi la guerra finirà ma, non la rivalità; di conseguenza, si teme il ritorno della Nuova Guerra Fredda. L'impatto della guerra dipenderà principalmente dal fatto che la Russia vinca o perda la guerra in Ucraina.

Ora come ora nessuno dei due paesi, né l'Ucraina né la Russia risulta prevaricare sull'altro.

Le conseguenze geopolitiche del conflitto dipenderebbero anche da quanto decisiva sarà la vittoria o la sconfitta. Ma una cosa è chiara; questa guerra sta avendo e avrà gravi ripercussioni non solo per l'Ucraina e la Russia, ma, anche per il mondo.

Anche se ci fosse un cessate il fuoco e un accordo di pace, la mappa politica dell'Europa, ad esempio, non sarà mai più la stessa.

La Russia ha invaso l'Ucraina il 24 febbraio e l'invasione si è trasformata in una guerra su vasta scala sia nel senso tradizionale che in quello moderno. Ciò ha implicato l'assalto militare dell'Ucraina via aria, terra e mare, nonché l'impiego di tattiche ibride.

Già durante il quarto giorno di guerra, Vladimir Putin ha messo in massima allerta l'arsenale nucleare russo come misura deterrente, in seguito alle dure sanzioni e all'isolamento della Russia da parte dell'Occidente. D'altro canto, l'Ucraina non si fa impietosire in alcun modo, e sta portando avanti una lotta molto più forte di quanto Putin avrebbe potuto immaginare.

Comprendere le azioni belliche in Ucraina è di fondamentale importanza, non solo per accademici e ricercatori, ma, anche per la più ampia comunità globale.

Questo conflitto, iniziato già nell'ormai lontano 2014, continua ancora ad avere ripercussioni di vasta portata, ed offre un caso di studio avvincente nella geopolitica contemporanea. La crisi ucraina si è evoluta in una questione dalle molteplici sfaccettature, che coinvolge dimensioni politiche, economiche e militari, con implicazioni per la sicurezza europea, le relazioni russo-occidentali e l'ordine internazionale post-Guerra Fredda.

Per un gruppo di autori di tesi, creare una cronologia degli eventi bellici in Ucraina offre l'opportunità di analizzarne le origini, i principali punti di svolta, e le conseguenze di questo conflitto in corso.

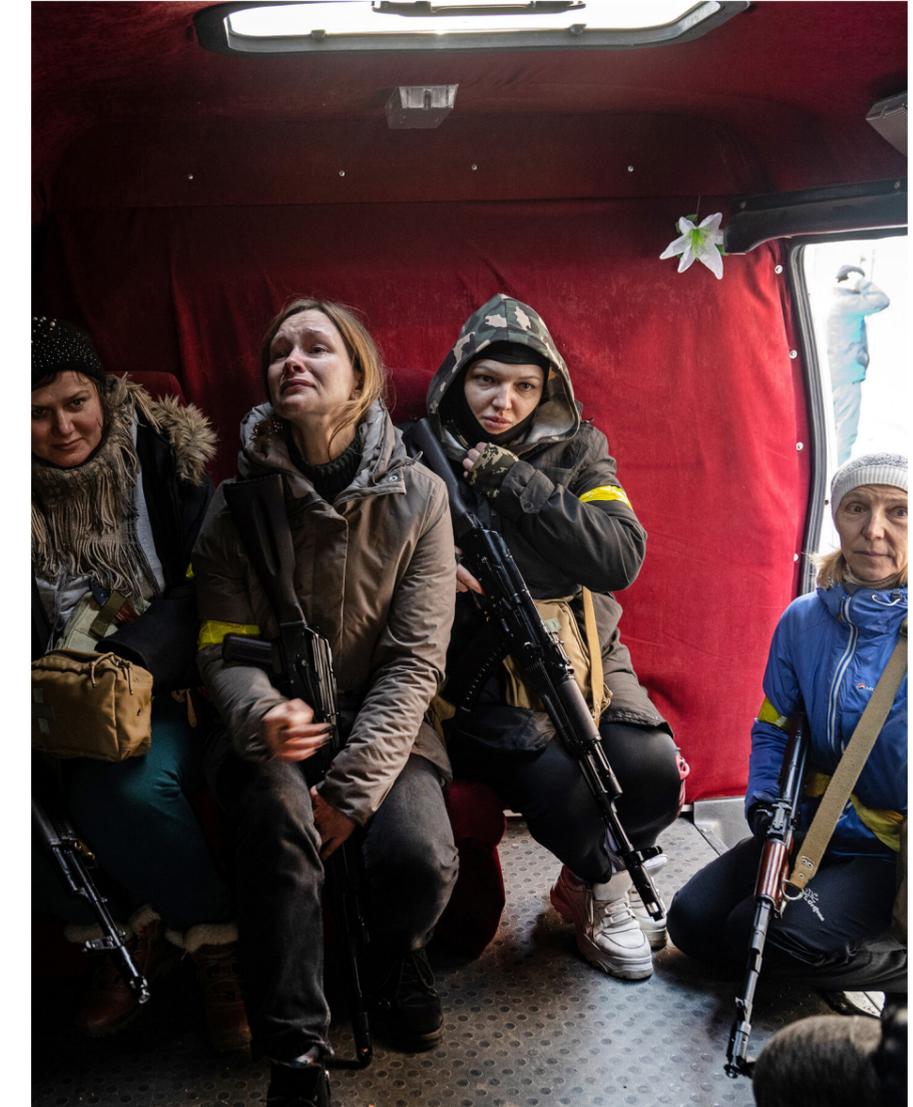


Figura 07.6: Lynsey Addario, donne in guerra
Fonte: The New York Times



Figura 07.7: Finbarr O'Reilly, soldati ucraini al fronte
Fonte: The New York Times

In tal modo, possono contribuire a una comprensione più profonda della crisi e della sua rilevanza.

In questo contesto, abbiamo intrapreso all'interno di questa tesi un' esplorazione, che ci ha permesso di organizzare una sequenza temporale dei fatti fino al termine del mese di settembre 2022, data in cui sono terminate le ricerche del progetto di tesi, in quanto i dati sono in continua evoluzione.

Due vicini che condividono gli stessi antenati da oltre un millennio, una storia comune, una lingua simile e la stessa religione, sono di nuovo in conflitto, impegnati in una guerra che minaccia la pace e la sicurezza della regione e del mondo.¹⁰

¹⁰ M. Rusu, The war in Ukraine explained, Caucasus Asia Center, 2022



Figura 07.8: Konstantyn Liberov, Insider

2022
Ucraina¹¹⁻¹²⁻¹³

febbraio

Le forze russe hanno attaccato la capitale ucraina, Kiev, e la seconda città più grande del paese, Kharkiv, nel tentativo di rovesciare il governo del presidente Volodymyr Zelenskyj. Molti esperti si aspettavano che Kiev cadesse rapidamente. Ma dopo settimane di combattimenti, la Russia si ritirò, ostacolata da una feroce resistenza. Le prove delle atrocità russe sono emerse sulla scia della ritirata e hanno mostrato di cosa sono capaci i nemici.

Fonte: CNN



24/02/22 Putin annuncia un' "operazione militare speciale". Nelle prime ore del 24 febbraio il presidente russo ha ordinato alle sue truppe di entrare in Ucraina.

marzo

Attaccando da sud, le forze russe hanno preso la regione di Kherson, compresa la capitale regionale, con l'obiettivo di proteggere la costa dell'Ucraina. Mosca ha anche cercato di formare un "ponte di terra" tra la penisola di Crimea, che ha sequestrato illegalmente all'Ucraina nel 2014, e le repubbliche separatiste sostenute dalla Russia emerse quell'anno nelle regioni orientali di Donetsk e Luhansk, insieme conosciute come Donbas. Secondo i dati delle Nazioni Unite, marzo è stato il mese peggiore per l'Ucraina.

Fonte: Emilio Morenatti



05/03/22 Il ponte principale che attraversa il fiume Irpin è stato distrutto dagli ucraini per contrastare un'avanzata russa, che ha reso difficili le evacuazioni. Secondo le autorità ucraine, centinaia di civili sono morti nel tentativo di fuggire.

aprile

Un attacco missilistico russo contro una stazione ferroviaria nella città orientale di Kramatorsk ha ucciso almeno 50 civili. Questa catastrofe dà il via alla svolta di Mosca verso est mentre lancia una nuova offensiva per conquistare le regioni di Donetsk e Luhansk. Un presunto missile ucraino affonda l'ammiraglia della flotta russa del Mar Nero, la Moskva. È un duro colpo per la supremazia navale e il prestigio militare di Mosca.

Fonte: Zohra Bensemara



01/04/22 Quando le truppe russe si sono ritirate da Bucha all'inizio di aprile, hanno lasciato dietro di sé una scia di distruzione e prove di esecuzioni sommarie, brutalità e bombardamenti indiscriminati.

maggio

Gli ultimi combattenti ucraini si sono arresi alle forze russe a Mariupol, una città portuale e un centro industriale sul Mar d'Azov, dopo settimane di bombardamenti che hanno ucciso migliaia di civili. I combattimenti si conclusero con l'assedio dell'acciaiera Azovstal, divenuta simbolo della resistenza ucraina.

Fonte: CNN



30/05/22 Il 30 e 31 maggio 2022 il Consiglio europeo ha convenuto di vietare quasi il 90% di tutte le importazioni di petrolio russo entro la fine del 2022, con un'eccezione temporanea per il petrolio greggio fornito mediante oleodotto.

giugno

Sono ormai trascorsi 100 giorni di guerra. Decine di migliaia giacciono morti, altri milioni sono stati sradicati dalle loro case e i siti storici e culturali dell'Ucraina sono devastati dai combattimenti. Le forze russe si sono ritirate dall'Isola dei Serpenti nel Mar Nero, mentre l'Ucraina rivendica un frammento di terra al largo di Odessa che le truppe russe avevano catturato a febbraio. Due mesi dopo aver affondato l'ammiraglia della flotta russa del Mar Nero, la Moskva, l'Ucraina ha ulteriormente minato l'aura di potenza navale di Mosca.

Fonte: Ludovic Marin



16/06/22 Il presidente francese Emmanuel Macron e il Presidente della Repubblica Italiana Sergio Mattarella esaminano i detriti mentre visitano Irpin, fuori Kiev, Ucraina.

luglio

L'ultima città sotto il controllo ucraino a Luhansk, Lysychansk, cadde in mano alla Russia dopo settimane di sanguinosi combattimenti. Le forze armate dell'Ucraina si concentrano sulla difesa di Donetsk, la seconda parte del prezioso Donbas. Ucraina e Russia siglano un accordo storico che consente l'esportazione del grano ucraino attraverso il Mar Nero. Si tratta di un importante passo avanti volto ad alleviare la crisi alimentare globale, per offrire un momento di tregua a milioni di persone.

Fonte: Andrii Marienko



17/07/22 Un attacco russo alla città di Kherson ha colpito un'abitazione, provocando molte ferite a due bambini.

agosto

L'Ucraina ha lanciato una controffensiva nella regione di Kherson. Le forze di Kiev hanno utilizzato sistemi d'arma forniti dall'Occidente, come HIMARS, per prendere di mira le infrastrutture militari russe. Potenti esplosioni colpiscono una base aerea nella penisola di Crimea occupata dai russi. Nessuna parte dice cosa pensa ci sia dietro la serie di esplosioni, che distruggono diversi aerei russi e danneggiano più di 80 edifici.

Fonte: Evgeniy Maloletka



03/08/22 I militari ucraini prendono posizione in prima linea nella regione di Mykolaiv, Ucraina.

settembre

Con una rapida offensiva, l'Ucraina ha riconquistato gran parte della regione nordorientale di Kharkiv e ha preso l'iniziativa della guerra. L'Ucraina riconquisterà la città orientale di Lyman il mese successivo.

Fonte: Leo Correa



17/09/22 Una violenta controffensiva ucraina nell'Ucraina orientale a settembre ha riconquistato vaste aree di territorio e costretto le truppe russe a fuggire dalla regione di Kharkiv. Mosca ha cercato di far passare il ritiro affrettato come "raggruppamento".

espandibile
in un futuro
ampliamento della tesi

¹¹ <https://www.nytimes.com/article/ukraine-russia-war-timeline.html>;

¹² <https://edition.cnn.com/interactive/2023/02/europe/russia-ukraine-war-timeline/index.html>;

¹³ <https://www.weforum.org/agenda/2023/02/ukraine-war-timeline-one-year/>

07.1.2 Inquadramento a scala cittadina

Storia della città di Kharkiv

Charkiv, Kharkov in russo, è una città situata nella parte nordorientale dell'Ucraina, vicino al confine russo, nella regione del Kharkiv Oblast.

Essa, oggi è capoluogo regionale e un tempo Capitale della Repubblica sovietica ucraina dal 1920 al 1934, cedette poi il primato a Kiev, è la seconda città più grande dell'Ucraina (circa 1.43 milioni di abitanti nel 2021) ed è un importante centro industriale, educativo e culturale per il paese.

La città risulta essere un interessante polo strategico da diversi punti di vista, dal punto di vista culturale vi è l'università nazionale di Kharkiv intitolata a V.N. Karazina, importante polo di ricerca che ogni anno attira una notevole quantità di studenti, anche fuori sede, rendendola la più grande università dell'Ucraina e denominando Kharkiv la capitale culturale dell'Ucraina.

Essa è stata fondata nel 1804 e attualmente conta più di 20 facoltà, 125 dipartimenti e più di 20mila studenti. Anche l'Università di Aviazione, Università Nazionale Aerospaziale intitolata a M.E. Zhukovsky "KHAI" è di fondamentale importanza, essendo la seconda più grande università aeronautica del mondo. L'università è stata fondata nel 1930 e conta più di 30 facoltà e istituti specializzati in vari campi dell'aviazione, dell'ingegneria spaziale e dell'elettronica.

La città è anche un importante polo sportivo, qui sono dislocati più di trenta impianti sportivi, sicuramente la struttura più famosa è quella dello stadio Metalist, che nel 2012 ha ospitato diverse partite grazie agli Europei di calcio.

Tra i numerosi primati della città, c'è anche quello della piazza più grande d'Europa, Piazza della libertà o Svobody Square, è la più importante piazza, circondata da numerosi edifici storici, tra cui una delle sedi dell'università e il palazzo del governo, alcuni dei quali colpiti dal conflitto.

Ci sono inoltre, notevoli monumenti architettonici significativi come la biblioteca scientifica statale intitolata V. G. Korolenko, una delle più grandi biblioteche d'Ucraina, ma, anche la Cattedrale del Cristo Salvatore o il Palazzo dello Sport "Lokomotiv".

Posizione geografica

Kharkiv confina con l'oblast di Sumy a nord-ovest, con l'oblast di Poltava a sud, con l'oblast di Dnipropetrovsk a sud-ovest, con l'oblast di Donetsk a sud-est e con l'oblast di Lugansk a est, nonché con l'oblast di Belgorod a nord.

La città è situata in una zona di pianura ed è compresa tra i bacini del Don e del Dnepr. C, si trova, inoltre, alla confluenza tra i fiumi Uda, Lopan e Kharkiv.

In aggiunta, la città è il principale centro commerciale dell'Ucraina e un importante polo industriale dell'Oblast, grazie alla sua posizione geografica strategica, situata tra il ricco bacino carbonifero del Donez e i numerosi giacimenti di ferro di Krivoj Rog.

Clima

La città di Kharkiv è caratterizzata da un clima freddo e temperato, con una significativa piovosità durante l'anno, anche nei mesi più secchi. Nonostante si trovi nella stessa zona climatica di Kiev, il clima a Kharkiv è più continentale.

La temperatura media registrata è di 8.8 °C e 610 mm è la piovosità media annuale. Essendo nell'emisfero boreale, le temperature massime si raggiungono nei mesi estivi da giugno a settembre, mentre le temperature medie minime risultano essere nei mesi di gennaio e febbraio.

Per quanto riguarda l'umidità relativa, la misura più alta è nel mese di gennaio con l'84.95% e la più bassa ad agosto con il 56.05%.

Il clima di Kharkiv è moderatamente continentale con inverni moderatamente freddi e variabili ed estati lunghe, costanti, a volte secche e calde. La temperatura media annuale è di +7,5 °C. La piovosità media annua è di 515 mm.

Kharkiv, si trova a circa 16.5 gradi a sud del Circolo Polare Artico, ha una latitudine che va da 49° 53' (il confine meridionale di Osnà) a 50° 05' (Pyatikhatka), e quindi la latitudine media di Kharkiv è solitamente considerata 50 N. Questa latitudine corrisponde alla zona temperata.

A parte i piccoli bacini idrici che attraversano la città, non sono presenti specchi d'acqua di grandi dimensioni che possano influenzare in maniera diretta il clima. Nonostante ciò, sono frequenti forti venti, provenienti dal Mar Nero, dal Mar Mediterraneo o dall'Oceano Atlantico che possono raggiungere la città.

La città di Kharkiv si sviluppa su cinque differenti colline con una differenza di altezza significativa di oltre 115 metri tra il punto superiore e quello inferiore. Pertanto, l'aria fredda, in inverno, si sposta dai punti più alti verso ai punti più bassi, di solito verso le valli dei fiumi. Inoltre, in inverno nel centro della città si registrano alcuni gradi in più rispetto alle zone periferiche, a causa della conformazione urbanistica della città, composta da una serie di edifici concentrati alternata a molteplici zone verdi.¹

La città soffre, in alcuni periodi, dell'anno del fenomeno di siccità, soprattutto siccità del suolo, in quanto l'umidificazione della città risulta essere insufficiente. Il fenomeno è abbastanza frequente.

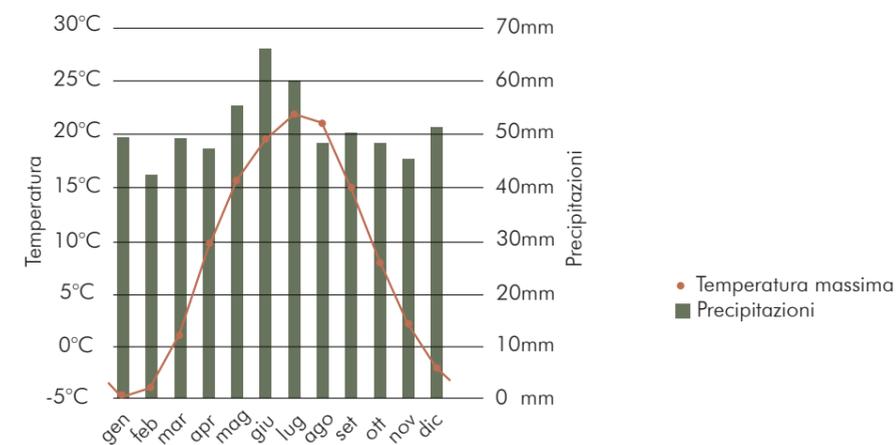


Grafico 07.2: Grafico precipitazione nella città di Kharkiv
Fonte: <https://it.climate-data.org/europa/ucraina/oblast-di-charkiv/kharkiv-6389/#climate-graph>

¹ <https://ppr.kharkov.ua/ua/climate>

Popolazione

Secondo delle analisi di qualità della vita, la città di Kharkiv risulta una delle migliori città in cui vivere in Ucraina. Nel 2022 si è classificata al secondo posto nella classifica delle 50 migliori città dell'Ucraina sul sito *MistoUa*. Ciò è dovuto al fatto che Kharkiv è un grande centro scientifico, culturale, industriale e dei trasporti. Qui lavorano un gran numero di istituti di ricerca, istituti di istruzione superiore, musei, gallerie, teatri e biblioteche.

Per i motivi sopra elencati, prima dell'invasione russa nella città, Kharkiv era la seconda città più popolosa dell'Ucraina dopo Kiev, e anche la regione era seconda solo a Kiev. Il numero degli abitanti di Kharkiv era in costante crescita. Da censimenti degli anni 20 si stimano all'incirca 420 000 persone. Negli anni '40 il numero degli abitanti crebbe fino a circa 850 000 persone, ciò è dovuto all'afflusso dai villaggi. Durante l'occupazione tedesca le cifre diminuirono a causa della mobilitazione e alle deportazioni di massa. Dopo il 1945, però la popolazione continuò la sua crescita, arrivando ai dati individuati prima della Seconda Guerra Mondiale. Il numero superò il milione nel 1962.

Secondo i dati del Dipartimento principale di statistica della regione di Kharkiv, al 1° luglio 2021 vivevano a Kharkiv 1 426 400 persone. Dove 300 000 erano studenti.

Il cambiamento si è verificato dopo il 24 febbraio 2022, quando è iniziata l'invasione su vasta scala dell'Ucraina da parte della Russia, nelle prime due settimane, più di 600 000 persone hanno lasciato Kharkiv solo in treno. Si tratta di circa un terzo dei residenti del centro regionale. Altri residenti si sono spostati con i propri veicoli, riducendo così la popolazione a solo 300-400mila persone.²

	Popolazione disponibile		Popolazione permanente	
	1 febbraio 2022	Numero di persone medio stimato nel gennaio 2022	1 febbraio 2022	Numero di persone medio stimato nel gennaio 2022
Regione di Kharkiv	2596250	2597606	2580614	2581970

Tabella 07.1: Popolazione per distretto (stimata) al 1 febbraio 2022 e popolazione media a gennaio 2022
Fonte: <http://kh.ukrstat.gov.ua/chyselnist-naseleennia-shchomisiachna-informatsiia>

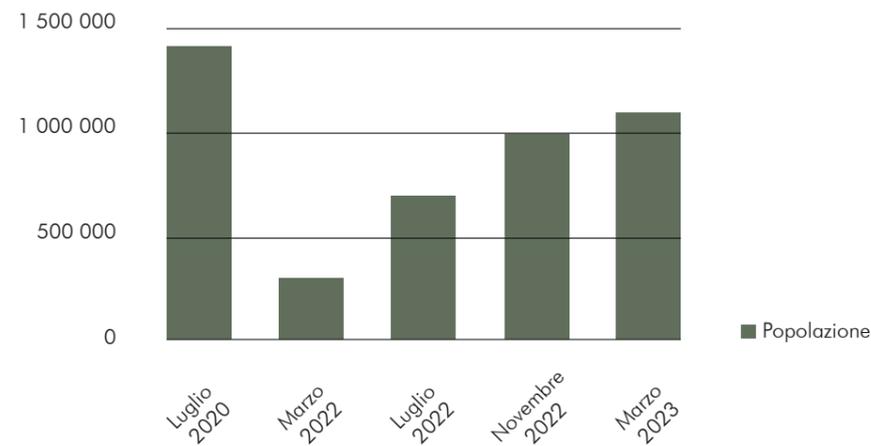


Grafico 07.3: La popolazione di Kharkiv nel periodo dal 2021 al 2023
Fonte: <http://kh.ukrstat.gov.ua/chyselnist-naselennia-shchomisiachna-informatsiia>

Economia

L'economia della regione è generata prevalentemente dalle riserve di alcuni tipi di minerali, in particolare si tratta di vettori energetici e minerali non metallici, che servono come materie prime per l'industria dei combustibili e dell'energia, dei materiali da costruzione, dell'industria chimica, del vetro e della porcellana.

Le risorse energetiche sono rappresentate principalmente da giacimenti di gas naturale, petrolio, che sono presenti numerose nella regione, in particolare il giacimento più grande è quello dello Shebelinske, ma, anche carbone duro, lignite e gas shale.³

Industria

La regione di Kharkiv ha un complesso industriale multi-ramo. I principali settori di sviluppo sono quelli dell'ingegneria meccanica, dei combustibili, dell'industria chimica e farmaceutica e di quella alimentare.

Agricoltura

Lo sviluppo dell'agricoltura nella regione è in gran parte facilitato dai fattori naturali e climatici, quali la presenza di terreni fertili, principalmente di terra nera, una quantità sufficiente di umidità e una buona fornitura di calore e luce solare. La densità relativamente elevata della popolazione rurale consente di attrarre le risorse lavorative necessarie alla produzione agricola. La superficie totale dei terreni agricoli è di 2 371 ettari, di cui l'82.6% è seminativo, il 12.5% è pascolo e il 4.9% è fieno. Il ramo principale della produzione agricola è la coltivazione del grano, che rappresenta fino al 60%. L'economia del grano della regione è ampiamente rappresentata. Si coltivano colture cerealicole invernali e primaverili: frumento, segale, avena, orzo, mais da grano, miglio, grano saraceno. Le colture industriali più importanti della regione sono la barbabietola da zucchero e il girasole.

Infrastrutture

La città dispone di una rete fitta e funzionale di sistemi di trasporto, in particolare trasporto ferroviario stradale.

Principalmente il trasporto ferroviario viene utilizzato per il trasporto merci, in particolare da materiali da costruzione minerali, da carichi di grano, da metalli ferrosi, da prodotti petroliferi, ma, anche da macchine agricole e da carbone.

Programma di sviluppo economico

Inoltre, è stato proposto un programma di sviluppo economico e sociale della città di Kharkiv per l'anno 2022, ovvero un documento di pianificazione a breve termine, compresi altri programmi cittadini volti a garantire un equilibrio economico e sociale, in tutte le sfere delle attività della città. Purtroppo, l'aggressione militare da parte della Russia ha influito negativamente

sullo sviluppo economico e sociale della città di Kharkiv, infatti le imprese hanno subito danni significativi, nel periodo marzo-dicembre 2022 hanno cessato la propria attività 11 400 imprenditori individuali.

Secondo i dati operativi, tenendo conto delle previsioni della Banca Europea per la Ricostruzione e lo Sviluppo riguardo all'entità del PIL dell'Ucraina nel 2022, il fatturato al dettaglio delle imprese (persone giuridiche) della città di Kharkiv, ammonterà a 39.8 miliardi di UAH.⁴

Dai primi giorni dell'introduzione della legge marziale in Ucraina, nonostante le ostilità, i problemi con la logistica e i fornitori, le imprese del mercato di consumo hanno continuato il loro lavoro, indirizzando i loro sforzi per fornire ai residenti della città tutto ciò di cui hanno bisogno: beni alimentari e non alimentari, medicine, cibo e servizi. Un numero significativo di imprese di ristorazione si sono trasformate in cucine di volontariato.

Dall'inizio delle ostilità attive nel territorio della città di Kharkiv, gli oggetti del mercato di consumo (imprese commerciali, ristoranti, servizi domestici, mercati e aree commerciali) hanno subito danni e distruzioni significativi.

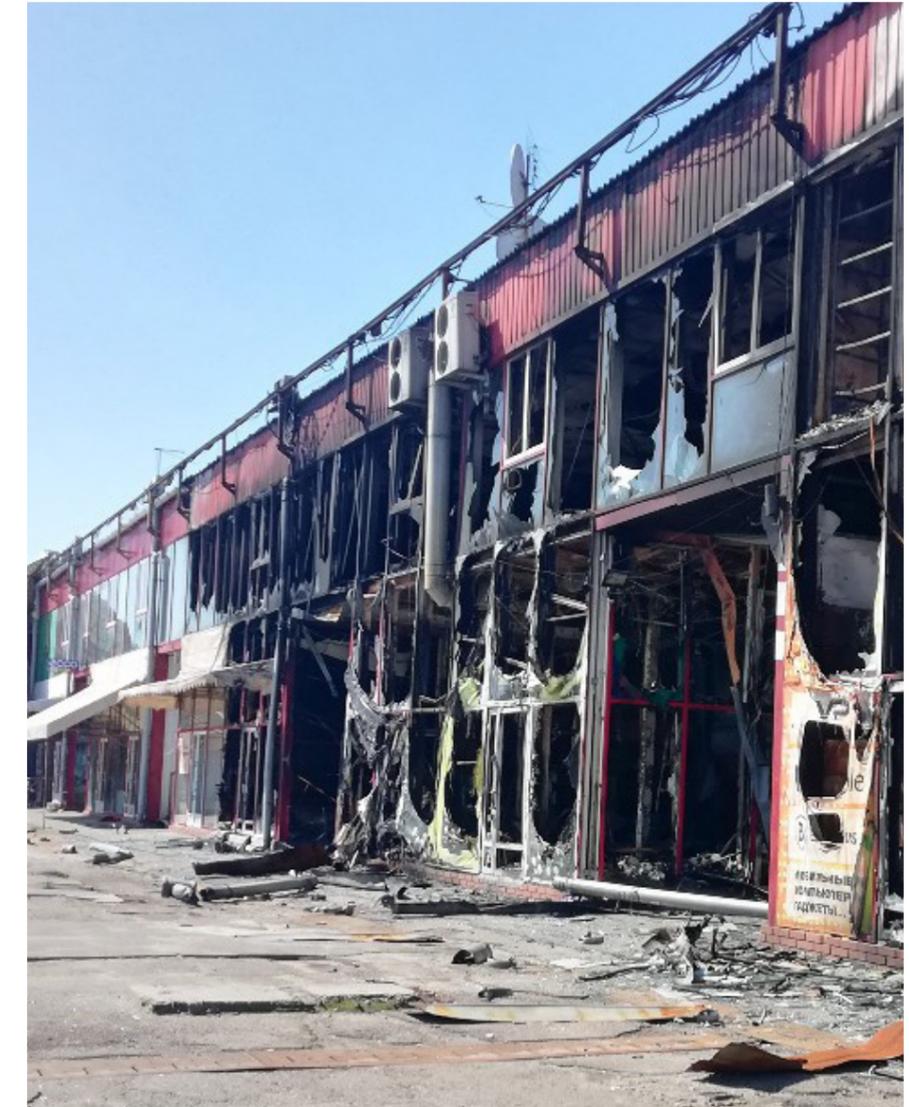


Figura 07.9: Kharkiv - negozi chiusi e città semi-distruetta
Fonte: il Fatto Quotidiano

² <http://kh.ukrstat.gov.ua/chyselnist-naselennia-shchomisiachna-informatsiia>

³ <https://www.city.kharkiv.ua/uk/document/osnovni-pokazniki-ekonomichnogo-i-sotsialnogo-rozvitku-m-kharko-va-za-2022-rik-67723.html>

⁴ <https://www.city.kharkiv.ua/uk/document/osnovni-pokazniki-ekonomichnogo-i-sotsialnogo-rozvitku-m-kharko-va-za-2022-rik-67723.html>

07.2 Analisi SWOT della città di Kharkiv

Viste le circostanze in cui la città di Kharkiv verte, fare degli studi basandosi solo sulla situazione in atto non ci avrebbe permesso di avere una visione completa e dettagliata del contesto.

Punti di forza e debolezza, di opportunità e minaccia, che hanno caratterizzato la città già da prima dell'inizio del conflitto possono permanere come possono scomparire totalmente in questo momento di conflitto.

Sono state portati avanti due livelli di analisi, per meglio approfondire i nostri studi:

- Nella prima fase abbiamo analizzato gli elementi che erano già presenti prima della guerra e che oggi **permano durante lo stato di emergenza**.
- La seconda fase è stata l'analisi degli elementi di forza, debolezza, opportunità e minaccia **inerenti alla situazione della città durante questi ultimi mesi di scontro bellico**.

Al fine di ottenere una mappa SWOT (*Strengths* (punti di forza), *Weaknesses* (punti di debolezza), *Opportunities* (opportunità) e *Threats* (minacce)) ordinata, ben leggibile e organizzata, abbiamo inoltre, suddiviso in cinque ambiti le nostre ricerche: Struttura urbana, Mobilità, Servizi, Paesaggio e ambiente, Fattori socio economici e politici.



Figura 07.10: Rappresentazione grafica di alcuni punti della SWOT

Kharkiv

S

Struttura urbana

- Presenza di alcuni edifici di pregio architettonico, storico e monumentale
- Seconda città più grande dell'Ucraina dopo la capitale Kiev

Mobilità

- Presenza di una rete metropolitana che garantisce un adeguato collegamento con il centro cittadino⁷
- Posizione strategica sul territorio geografico e fitta rete di collegamenti stradali con il resto del paese⁸
- La rete di trasporto pubblico garantisce dei buoni collegamenti nell'area centrale mentre è difficile raggiungere le aree periferiche
- Servizi pubblici attivi (tram, bus, metropolitana)⁹
- Progettazione e installazione di alcune fermate dell'autobus antiaereo di matrice israeliana¹⁰

Servizi

- Presenza di rifugi antiaerei, antiaerei...¹³
- Infrastrutture elettriche, di teleriscaldamento e di acqua centralizzate su tutto il tessuto cittadino
- Elevata concentrazione e uniformità nella distribuzione di strutture sanitarie
- Il 70% degli alimentari è aperto¹⁵
- Accesso ai servizi online di biblioteca
- Presenza di strutture e attività per supporto fisico, psicologico e per il soddisfacimento dei bisogni primari della popolazione in stato di alta fragilità¹⁶

Paesaggio e ambiente

- Giacimenti di gas naturale
- Giacimento di carbone (primo in Europa)
- Presenza di molteplici aree verdi sia extraurbane che cittadine molto frequentate e vissute dagli abitanti della città

Fattori socio-economici e politici

- Alto livello di istruzione nella popolazione²⁰
- Presenza di numerose ONG
- Interessamento dei paesi europei e mondiali a causa del focus mediatico sulla città
- Presenza di diverse etnie che fanno risultare Kharkiv una delle città più inclusive dell'Ucraina

W

- Alloggi insufficienti per la popolazione²
- Edifici parzialmente danneggiati e distrutti dai bombardamenti tra cui edifici di pregio architettonico, storico, monumentale, edifici che soddisfano l'interesse pubblico (farmacie, supermercati...), abitazioni, piccole e grandi imprese...⁴³
- Vicinanza al confine Russo e possibile escalation di attacchi alla città

- Alcune aree periferiche della città non sono ben servite dai mezzi pubblici
- Il conflitto a causa dei bombardamenti, dei mezzi pesanti e di altri fattori provoca il deterioramento delle arterie stradali
- Chiusura degli aeroporti

- Assenza di moderne strutture per il trattamento dei rifiuti e di trasporto delle acque reflue e potabili¹⁷
- Disomogeneità dei poli culturali concentrati prevalentemente nell'area centrale rendendo le periferie principalmente agricole ed industriali
- Problematrice socio-sanitarie e assistenziali per la sanità pubblica¹⁷
- Istituti di istruzione chiusi
- Non tutta la popolazione dispone di dispositivi elettronici adeguati in grado di supportare la didattica a distanza.
- Centri culturali chiusi (teatri, biblioteche, musei).

- Presenza di sostanze nocive sul territorio e sui terreni agricoli dell'area¹⁹
- Aree verdi protette danneggiate dal conflitto

- Documentazione urbanistica limitata²¹
- Inadeguato soddisfacimento dei bisogni della popolazione più in difficoltà²²
- Presenza della pandemia Covid-19
- Situazione C-19 intensificata a causa del conflitto²³
- Chiusura di molte aziende industriali a causa del conflitto
- Situazione socio-politica ed economica instabile a causa della guerra
- Diminuzione socio-demografica degli under 30 a causa dell'arruolamento e del trasferimento in altre zone del paese o all'estero

O

- Investimenti per la costruzione di nuove abitazioni⁴
- Progetti nazionali e internazionali volti a recuperare edifici di pregio storico, architettonico e monumentale all'interno del territorio⁵
- Progetti nazionali e internazionali volti alla costruzione di nuovi edifici all'interno del territorio⁵
- Monitoraggio del cambiamento della struttura urbana e degli edifici tramite molteplici strumenti multimediali⁶

- Progetti nazionali e internazionali volti al miglioramento della rete metropolitana pubblica, con l'aggiunta di una nuova linea¹²
- Incremento lungo la linea dei bus di fermate dotate di bunker di matrice israeliana volte all'attesa in sicurezza del mezzo pubblico
- Implementazione delle stazioni della metropolitana attrezzate in caso di emergenza

- Presenza di servizi di supporto temporanei atti a soddisfare i bisogni dei cittadini durante il conflitto forniti da ONG e associazioni locali
- Possibile riapertura degli istituti di istruzione

- Presenza di una risorsa idrologica (Kharkiv River e Lopan River) utilizzabile per la mobilità, possibile fonte di acqua dolce potabile e energia

- Possibile adesione all'Ucraina alla NATO, UE e OMC o altre organizzazioni internazionali²⁴
- L'Europa focalizza risorse per la ricostruzione della città a fine conflitto²⁵

T

- Vicinanza al confine Russo e possibili attacchi alla città
- Struttura urbana in continuo cambiamento a causa del conflitto in atto

- Il tram e la metro sono due dei principali mezzi di trasporto della città, con l'assenza dell'elettricità si avrebbe un'interruzione del servizio
- Il bus essendo un mezzo a combustibile e uno dei principali mezzi di trasporto della città, con l'assenza di carburante interromperebbe il suo servizio

- Non tutti i cittadini in caso di allarme possono raggiungere un bunker
- Molte attività terziarie rischiano di chiudere a causa del danneggiamento delle strutture commerciali oppure dalle conseguenze che la guerra porta con sé (povertà, disoccupazione, insicurezza verso il futuro...)¹⁸
- Possibili interruzioni elettriche che provocano l'interruzione della didattica a distanza

- A causa delle basse temperature invernali nella città è facilmente probabile il congelamento delle acque presenti sul territorio
- Impossibilità di sfruttamento del suolo agricolo
- Distruzione di aree protette e vincolate, di pregio ambientale

- Continua fuga di popolazione e di cervelli a causa del conflitto e dell'arruolamento
- Disoccupazione di massa a causa della chiusura di molte attività
- Alta fragilità umana, persone demotivate per il futuro
- A causa dei problemi sociali e a causa della migrazione o morte, possibile perdita di manodopera specializzata e quindi riduzione della produzione e dell'indice di occupazione
- Minaccia della bomba atomica da parte della Russia e conseguente distruzione della città

Note analisi SWOT della città di Kharkiv

1 O.V., Kucher & S.I., Chernov & V.V., Pogosyan & M.I., Fateev & O., Kyzym & Levanda, O.M. & Khaustova, Viktoriia & Iryna, Hubarieva & Reshetnyak, Olena & Shlykova, Viktoriya & Polyakova, Olga & other, and. (2020). *Стратегія розвитку Харківської області на 2021-2027 роки / Development strategy of the Kharkiv region for 2021-2027*.

2 Ibidem.

3 Vedi tavola 10 - progetto urbanistica

4 RE:UKRAINE HOUSING, n.d. <https://www.balbek.com/reukraine-eng>, ultima consultazione 05/02/2024.

5 Ukraine introduces priority urban planning measures to overcome the war consequences; CMS LAW-NOW, n.d., <https://maps.worldbank.org/projects/wb/country/UA/Ukraine?active=1>, ultima consultazione 16/02/2023.

6 Eyes on Russia Map, n.d., <https://maphub.net/Cen4infoRes/russian-ukraine-monitor>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

7 inMetro, n.d., <https://inmetro.pp.ua/uk/Kharkiv.php>; <http://kharkov.vbelous.net/ukrain/webteam/stroll.htm>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

8 Webteam, n.d., <http://kharkov.vbelous.net/ukrain/region.htm>; <http://kharkov.vbelous.net/ukrain/webteam/stroll.htm>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

9 "In Kharkiv suburb, return of Soviet-era trams is a step towards normalcy", n.d., <https://www.euronews.com/2022/07/16/us-ukraine-crisis-trams>; "After three months underground, Kharkiv residents move as metro reopens"; <https://www.reuters.com/world/europe/after-three-months-underground-kharkiv-residents-move-metro-reopens-2022-05-24/>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

10 Vita di guerra: a Kharkiv le fermate degli autobus diventano rifugi antiaerei, 2022, <https://notizie.tiscali.it/esteri/articoli/vita-guerra-kharkiv-fermate-autobus-diventano-rifugi-antiaerei?chn>, 22 agosto 2022, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

11 Kharkiv development and investment, n.d., <https://inkharkiv.com/en/documents/>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

12 KHARKIV METRO EXTENSION, n.d., <https://www.eib.org/en/projects/pipelines/all/20130199>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

13 Бомбосховища та укриття нанесли на карту Харкова, n.d., <https://api.visicom.ua/uk/posts/harkivmap260122>, ultima consultazione 16 febbraio 2023

14 Posokhov, S., Rachkov, 2020, V.: "Kharkiv As a University City: The Evolution of Symbolic Space".

15 Ibidem.

16 Help Kharkiv, n.d., <https://www.helpkharkiv.org/>, ultima consultazione 16 febbraio 2023.

17 Ibidem.

18 Kibalnyk, S., *Kharkiv desperately needs to recover its economy*, <https://genevasolutions.news/ukraine-stories/kharkiv-desperately-needs-to-recover-its-economy>, ultima consultazione 09 luglio 2022.

19 Ibidem.

20 Posokhov, S., Rachkov, Y., *Kharkiv As a University City: The Evolution of Symbolic Space*, Vol. 7 No. 1 (2020): EAST/WEST: JOURNAL OF UKRAINIAN STUDIES (ISSN 2292-7956), ultima consultazione 15 aprile 2022.

22 Ibidem.

23 Corpuz, J.C.G., *Disaster Management During War and COVID-19: Humanitarian and Prehospital Interventions*. Prehosp Disaster Med, ultima consultazione agosto 2022.

24 "How could Ukraine become an EU member and what does Russia say?", <https://www.bbc.com/news/world-61844552>. BBC, 24 June 2022, ultima consultazione aprile 2022.

25 Alleanza europea delle città e delle regioni per la ricostruzione dell'Ucraina, <https://cor.europa.eu/it/engage/Pages/European-Alliance-of-Cities-and-Regions-for-the-reconstruction-of-Ukraine.aspx>, ultima consultazione 20 settembre 2022.

26 *Население Украины*, https://countrymeters.info/ru/Ukraine#population_2022: Comune di Kharkiv, ultima consultazione 20 settembre 2022.

07.3 Inquadramento area pilota

Seppure il progetto abbia l'ambizione di poter essere collocato in qualsiasi contesto, in questa trattazione esso sarà collocato in un'area specifica della città che da ora nomineremo come area pilota.

Per la scelta dell'area di progetto è stata effettuata un'analisi multi-criteri di tipo AHP (vedi paragrafo 05.3).

L'area si trova a Kharkiv, nella zona centrale della città in prossimità del Parco Taras Ševčenko, collocata in un'importante zona che offre una combinazione di spazi verdi, piazze, monumenti storici e edifici di prestigio.

La Piazza della Libertà (02 in figura 07.11) è considerata il cuore pulsante della città e principale piazza della metropoli. La "Freedom Square" è circondata da edifici di grande valore storico e politico, come il Palazzo del Governo e alcune sedi dell'Università di Kharkiv. Gran parte dell'area è occupata dal Parco Taras Ševčenko (01 in figura 07.11), un ampio parco urbano dove sono posizionati numerosi monumenti che commemorano eventi storici e personalità importanti. Al suo interno è presente anche un delfinario e uno zoo.

Data la situazione di conflitto e instabilità in cui si trova al momento la città, diventa difficile pensare di lavorare in un contesto post-bellico immaginando un territorio che verrà progettato per una popolazione di cui non conosciamo i bisogni futuri, soprattutto a seguito di un evento traumatico come quello che stanno vivendo; si è quindi pensato di ragionare sulla progettazione di uno spazio nel momento presente.

A causa della continua evoluzione della situazione, dei dati e delle informazioni sulla città, si è deciso di porre una data limite di ricerca: il **20 settembre 2022**. È da sottolineare, che la parte più complicata del processo di conoscenza è stata sicuramente il reperimento delle informazioni, sia urbanistiche che statistiche sulla popolazione.

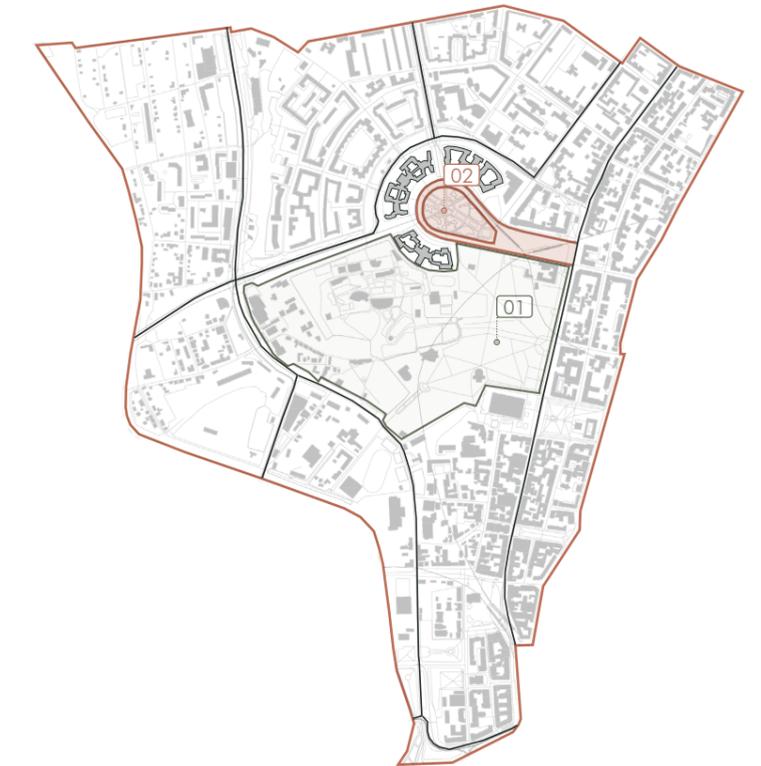


Figura 07.11: Identificazione area pilota

Per comprendere al meglio l'area sono state eseguite una serie di analisi territoriali a scala dell'area pilota, tra le quali: analisi delle strutture sanitarie e dei rifugi, analisi delle strutture d'istruzione, analisi delle infrastrutture e dei trasporti, ma, anche uno zoning funzionale dell'area, un'analisi del verde e un'analisi degli edifici colpiti dai bombardamenti (vedi tavole urbanistiche - capitolo 1).

07.4 Analisi SWOT

Analogamente a quanto fatto precedentemente per l'analisi SWOT a livello dell'intera città, vista l'incertezza della situazione, i punti di forza e debolezza, che hanno caratterizzato Kharkiv prima dell'inizio del conflitto, possono permanere oppure scomparire totalmente nel presente.

Di conseguenza:

- Nella prima fase abbiamo analizzato gli elementi che erano già presenti prima della guerra e che oggi **permangono durante lo stato di emergenza**.
- Gli elementi di forza, debolezza, opportunità e minaccia inerenti alla situazione della città **durante questi ultimi mesi di scontro bellico, sono evidenziati dal testo verde**.

Al fine di ottenere una "mappatura" ordinata, come già fatto per l'analisi a livello cittadino, abbiamo suddiviso in cinque ambiti le nostre ricerche: struttura urbana, mobilità, servizi, paesaggio e ambiente, fattori socio economici e politici, categorie che rimandano un po' a quella che è un'analisi di tipo STEEP.

Note analisi SWOT area di intervento

01 vedi tavola 16

02 vedi tavola 16

03 vedi tavole 06-07

04 vedi tavola 15

05 Kharkiv Metro Expansion Project - Environmental and Social Due Diligence

Non-Technical Summary, <https://www.eib.org/en/registers/all/76892801>, 11 luglio 2017, ultima consultazione aprile 2022.

06 Soviet-era trams return to Ukraine's Kharkiv after heavy shelling, <https://www.youtube.com/watch?v=dpKTEHMwsFM>, 18 luglio 2022, ultima consultazione aprile 2022.

07 vedi tavola 13

08 vedi tavola 08 - progetto urbanistica

09 vedi tavola 16 - progetto urbanistica

10 vedi tavola 14 - progetto urbanistica

11 vedi tavola 09 - progetto urbanistica

12 Bozhko LyubovDmitrievna, "Architecture as a socio-cultural tourism resource"

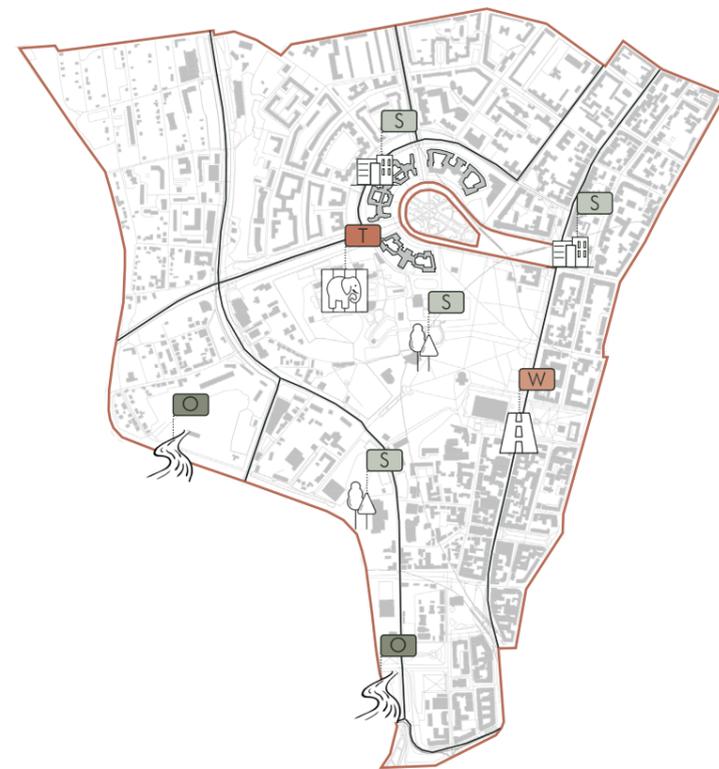


Figura 07.12: Rappresentazione grafica di alcuni punti della SWOT

Area d'intervento



STRUTTURA URBANA

- Tessuto urbano compatto e con numerosi edifici di pregio architettonico, storico e monumentale, essendo parte del nucleo storico della città*⁰¹*⁰²

MOBILITÀ

- L'area è attraversata da Sumska Street, principale arteria stradale della città
- Presenza nell'area dei servizi pubblici, quali tram, bus, metropolitana*⁰⁴
- Presenza di nodi di interscambio dei mezzi pubblici nell'area che ne garantiscono un facile accesso
- Presenza di stazioni della metropolitana che in caso di bombardamento possano essere utilizzati come rifugio temporaneo

SERVIZI

- Vicinanza all'area di numerosi ospedali e strutture sanitarie lungo Sumska Street*⁰⁷
- Presenza di bunker antiatomici e antiaerei nell'area concentrati soprattutto lungo Sumska Street*⁰⁸
- Presenza di ONG e associazioni locali per il soddisfacimento delle esigenze della popolazione durante il conflitto
- Presenza associazioni e privati che si occupano della rimozione delle macerie causate dai bombardamenti

PAESAGGIO E AMBIENTE

- Presenza di ampie aree verdi molto frequentate dalla popolazione, distribuite uniformemente
- Presenza strategica del parco urbano Taras Sevcenko, dove sono presenti numerosi accessi senza barriere architettoniche. Nell'area limitrofa al parco sono presenti lo di Kharkiv e del delphinario cittadino

FATTORI SOCIO-ECONOMICI E POLITICI

- Focus mediatico a causa del conflitto sull'area centrale della città
- Interessamento di vari stakeholders per nuovi fondi di finanziamento volti alla ricostruzione del centro città



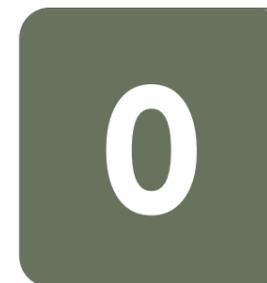
- Presenza della strada Sumska Street, che connette l'area con il confine russo (soli 33 km di distanza)
- Presenza di alcuni edifici di pregio architettonico, storico e monumentale danneggiati o abbattuti*⁰³
- Molte delle abitazioni abbattute o colpite parzialmente dal conflitto non sono agibili per gli abitanti rendendo difficile il reperimento di documenti e beni personali, nonché costringendo gli abitanti a trovare riparo provvisorio altrove

- Sumska Street, essendo la strada principale è anche quella più soggetta a congestione dovuta al traffico urbano
- Sumska Street, è molto trafficata ed è un'area facilmente individuabile e vittima di attacchi da parte delle forze nemiche
- Alcune reti di trasporto pubblico non sono ancora totalmente ripristinate, creando così dei tratti limitati di percorrenza per la rete di autobus

- Istituti di istruzione chiusi
- Centri culturali chiusi (teatri, biblioteche, musei)
- Non tutta la popolazione dispone di dispositivi elettronici adeguati in grado di supportare la didattica a distanza.

- Presenza di aree verdi protette da vincoli, alcune danneggiate dal conflitto
- Presenza dello zoo e del delphinario. Alcuni animali sono stati uccisi durante il conflitto

- Perdita di un gran numero di studenti e giovani a causa dell'arruolamento e del trasferimento in altre zone del paese. Con conseguenza diminuzione socio-demografica di under 30



- Collocazione strategica dell'area in quanto centrale
- Presenza di diversi edifici residenziali e di pregio danneggiati nel centro, che possono essere recuperati e ricostruiti in modo più sostenibile, seguendo i criteri di realizzazione di una città verde resiliente al termine del conflitto
- È presente un progetto internazionale per la ricostruzione del palazzo del governo

- Realizzazione di una nuova rete metropolitana che migliora il collegamento dell'area con le aree periferiche difficilmente raggiungibili coi mezzi pubblici*⁰⁵
- Ripristino della totalità delle linee di trasporto di pubblico
- Implementazione delle stazioni della metropolitana attrezzate in caso di emergenza

- Collocazione strategica dell'area in quanto centrale
- Presenza di ONG e associazioni locali per il supporto della popolazione post-conflitto e durante la ricostruzione

- Vicinanza alla risorsa idrologica (Kharkiv River e Lopan River) utilizzabile per la mobilità, possibile fonte di acqua dolce potabile e energia
- Presenza aree verdi minori distribuite uniformemente, che possono avere notevole importanza
- Possibile realizzazione di aree verdi adibite a giardino terapeutico, orto terapeutico, aree per la danza terapia e aree di svago, gioco, teatro e disegno

- L'Europa e molti paesi focalizzano risorse e investimenti per la ricostruzione dell'area a fine conflitto
- Ripresa del settore turistico post guerra nell'area in analisi ricca di monumenti ed edifici di pregio architettonico, culturale e storico



- Struttura urbana in continuo cambiamento a causa del conflitto in atto
- Collocazione strategica dell'area in quanto centrale e vicino a molti centri istituzionali e simbolici (facili bersagli di ulteriori bombardamenti)

- Il tram è uno dei principali mezzi di trasporto della città, con l'assenza dell'elettricità o con ulteriori bombardamenti si avrebbe un'interruzione del servizio rendendo difficile a molti il raggiungimento dell'area*⁰⁶
- Il bus è uno dei principali mezzi di trasporto della città, con l'assenza di carburante o con ulteriori bombardamenti si avrebbe un'interruzione del servizio rendendo difficile a molti il raggiungimento dell'area

- Alcune attività di servizio potrebbero chiudere definitivamente a causa di distruzioni e danneggiamenti e a causa della mancanza di persone e finanze
- Mancata riapertura delle università a causa del proseguimento del conflitto
- Mancata riapertura di teatri, cinema e musei a causa proseguimento del conflitto

- Distruzione di ulteriori aree vincolate e protette all'interno dell'area
- Possibile distruzione dello zoo e del delphinario provocando ulteriori perdite della fauna

- Prosecuzione, della fuga di un gran numero di studenti e giovani a causa dell'arruolamento e del trasferimento in altre zone del paese

07.5 Analisi del contesto decisionale

Il contesto decisionale è un fattore molto importante nell'ambito dei sistemi socio-tecnici delle valutazioni.

La scelta di un contesto decisionale è la prima fase per uno step procedurale completo di un'analisi multi criteri.

Quest'analisi è grande rilevanza in quanto permette di individuare i criteri dell'analisi, la definizione dei decisori e degli attori chiave, tra i quali gli stakeholders, ovvero individui o gruppi di individui che hanno un interesse rispetto al problema decisionale, di cui ci sarà un approfondimento nel *paragrafo 07.5.2*. Nella definizione del contesto decisionale vengono scelti in modo accurato tutti gli attori in maniera tale da includere nella valutazione i diversi punti di vista, garantendo trasparenza nel processo.

Vengono considerate poi le prospettive principali per l'analisi del problema in esame.¹

Uno degli aspetti chiave del *decision making* è quello dell'organizzazione dei workshop e dei *focus group* che hanno lo scopo di permettere una discussione e uno scambio di informazioni e opinioni tra i personaggi coinvolti, dove si possa fare riferimento a decisori politici, tecnici, esperti e in generale attori coinvolti nel problema in esame.²

07.5.1 Analisi Obiettivi, strategie, azioni (OSA)

Le analisi effettuate insieme all'analisi *SWOT*, ci hanno permesso di costruire il nostro quadro degli OSA.

L'analisi OSA (acronimo di Opportunità, Strategie e Azioni) è un processo di valutazione utilizzato per esaminare un oggetto specifico sia esso un progetto, un contesto o una situazione.

¹ V. Assumma, *Analisi Multi-criteri, 2022-2023*
² *ibidem*

Lavorando in un contesto molto fragile, in cui bisogna pensare molto all'efficienza delle attività nel tempo, abbiamo differenziato le varie tipologie di azione in breve, medio e lungo termine.

Il breve termine, inteso come un intervento che possa avvenire in tempistiche inferiori ai 6 mesi, è stato evidenziato con un colore rosso. Abbiamo deciso di utilizzare un colore di una tonalità più scura, quindi visivamente più impattante, perché riteniamo sia importante sottolineare quanto le azioni veloci e di ridotto impatto sull'ambiente, siano prioritarie in contesti in cui abbiamo una situazione molto critica e in cui sia necessario intervenire nell'immediato. Con una tonalità di rosso più chiara abbiamo sottolineato gli interventi a medio termine, con una velocità di attuazione compresa tra i 6 e i 12 mesi. Questa tipologia di azioni possono comportare tempistiche maggiori, ma, allo stesso tempo hanno la possibilità di portare maggiori cambiamenti positivi sul territorio. Infine, attraverso l'utilizzo di una sfumatura di rosso molto chiara, abbiamo evidenziato gli interventi a lungo termine. Queste azioni, con tempistiche superiori all'anno, possono riguardare la costruzione di nuove strutture miste, ovvero in grado di operare sia utilizzando i servizi comunali locali sia in modo indipendente.

In ogni quadro strategico è necessario immaginare anche gli attori e gli stakeholders che andranno ad interfacciarsi con il progetto; abbiamo quindi collegato ad ogni azione diversi organismi, associazioni, organizzazioni, che pensiamo possano andare a relazionarsi con l'azione presa in analisi.

Legenda analisi O.S.A.:

- Breve termine
- Medio Termine
- Lungo Termine

OBIETTIVI	STRATEGIE	AZIONI	STAKEHOLDERS
1. Miglioramento dei collegamenti all'interno della città	1.1 Realizzazione di percorsi protetti e sicuri	1.1.1 - 3.1.1 Incremento e inserimento di segnaletica per la sicurezza (indicazione dei rifugi e dei percorsi protetti più vicini)	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Servizio di emergenza dello stato • Protezione civile
		1.1.2 - 3.1.2 Adattamento delle fermate dei bus attraverso dei mini-bunker di matrice israeliana dove ci si possa proteggere in caso di attacchi	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Servizio di emergenza dello stato • Protezione civile • Trasporto città di Kharkiv • National bank of Ukraine
2. Trasformare l'ambiente in un luogo terapeutico per aiutare la comunità	2.1 Riqualificazione delle aree verdi all'interno dell'area di intervento	2.1.1 Pulizia ed eventuale rimozione di macerie nel Parco Urbano Taras Sevchenko	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Protezione civile • Vigili del fuoco • Organizzazioni cittadine • Associazioni locali
		2.1.2 Realizzazione di un giardino sensoriale provvisorio presso il Parco Urbano Taras Sevchenko	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Ospedali cittadini • ONU • Medici senza frontiere • Emergency • OCHA
		2.1.3 Realizzazione di un giardino sensoriale presso il Parco Urbano Taras Sevchenko	<ul style="list-style-type: none"> • UNHCR • Zoo e delfinario cittadini • Unione dei partecipanti, veterani, disabili ATO e operazioni di combattimento

OBIETTIVI	STRATEGIE	AZIONI	STAKEHOLDERS
2. Trasformare l'ambiente in un luogo terapeutico per aiutare la comunità	2.1 Riqualificazione delle aree verdi all'interno dell'area di intervento	2.1.4 Realizzazione di un orto ad azione terapeutica provvisorio presso il Parco Urbano Taras Sevchenko	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Ospedali cittadini • ONU • Medici senza frontiere • Emergency • OCHA
		2.1.5 Realizzazione di un orto ad azione terapeutica presso il Parco Urbano Taras Sevchenko	<ul style="list-style-type: none"> • UNHCR • L'orto botanico dell'università di Kharkiv • Unione dei partecipanti, veterani, disabili ATO e operazioni di combattimento
		2.1.6 Installazione di aree svago con materiali di riuso (ex pallet) per bambini nel Parco Urbano Taras Sevchenko	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Ospedali cittadini • ONU • Medici senza frontiere • Emergency • OCHA • UNHCR • Zoo e delfinario cittadini • Unione dei partecipanti, veterani, disabili ATO e operazioni di combattimento
		2.1.7 Installazione nel Parco Urbano Taras Sevchenko di aree per lo svolgimento di attività artistiche: realizzazione di aree per il disegno collettivo all'aperto	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Ospedali cittadini • Kharkiv State Academy of Design and Arts • Teatro drammatico ucraino di Kharkiv
		2.1.8 Installazione nel Parco Urbano Taras Sevchenko di aree per lo svolgimento di attività artistiche: realizzazione di aree per il teatro	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Ospedali cittadini • Kharkiv State Academy of Design and Arts

OBIETTIVI	STRATEGIE	AZIONI	STAKEHOLDERS
2. Trasformare l'ambiente in un luogo terapeutico per aiutare la comunità	2.1 Riqualificazione delle aree verdi all'interno dell'area di intervento	2.1.9 Installazione nel Parco Urbano Taras Sevchenko di aree per lo svolgimento di attività di danza terapia	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Ospedali cittadini • Kharkiv State Academy of Design and Arts • Teatro drammatico ucraino di Kharkiv • Teatro drammatico ucraino di Kharkiv
		2.1.10 Rimozione macerie del centro sportivo Kharkiv Acquarena Pool	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Protezione civile ucraina • Vigili del fuoco • Organizzazioni cittadine spontanee • Associazioni locali • Acquarena
3. Realizzazione di nuovi spazi resilienti e flessibili per la comunità che rispondano alle necessità attuali ed emergenti	3.1 Raggiungimento dei punti di interesse, delle strutture sanitarie e degli spazi di ascolto	1.1.1 - 3.1.1 Incremento e inserimento di segnaletica per la sicurezza (indicazione dei rifugi e dei percorsi protetti più vicini)	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Servizio di emergenza dello stato • Protezione civile
		1.1.2 - 3.1.2 Adattamento delle fermate dei bus attraverso dei mini-bunker di matrice israeliana dove ci si possa proteggere in caso di attacchi	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Servizio di emergenza dello stato • Protezione civile • Trasporto città di Kharkiv • National bank of Ukraine
		3.1.3 Migliori collegamenti tra hub di supporto e strutture sanitarie	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Servizio di emergenza dello stato • Protezione civile • Trasporto città di Kharkiv • Ospedali (city clinical hospital...)

OBIETTIVI	STRATEGIE	AZIONI	STAKEHOLDERS
3. Realizzazione di nuovi spazi resilienti e flessibili per la comunità che rispondano alle necessità attuali ed emergenti	3.2 Nuove attività di supporto e sostentamento	3.2.1 Nuove organizzazioni ideate per il coinvolgimento delle persone disoccupate a causa della guerra che permettano, con l'aiuto delle ONG, di ricevere un sussidio economico e la ricerca di una nuova occupazione	<ul style="list-style-type: none"> • Donazioni internazionali • Associazioni pubbliche • ONU • Caritas • Unicef • OCHA • National bank of Ukraine • UE • Governi di altri stati • Banca centrale europea • Assistenza finanziaria agli Stati membri dell'UE
		3.2.2 Realizzazione di spazi per l'istruzione con docenti volontari e strumenti opportuni che permettano il lavoro tramite la didattica a distanza	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • ONU • UNICEF • Fondazione sacro Cuore di Cesena (AVSI) • Organizzazioni scolastiche https://www.city.kharkov.ua/uk/dovdnik/vuzyi.html • Fondi scolastici http://hlq-uo.edu.kh.ua/zakladi_osviti/zagaljnoosvitni_navchaljni_zakladi/
		3.2.3 Realizzazione di spazi in cui è possibile reperire cibo, acqua, vestiti, documenti, aiutati dalla presenza di volontari delle associazioni internazionali	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Donazioni internazionali • Associazioni pubbliche • ONU • Caritas • Unicef • OCHA • National bank of Ukraine • UE

OBIETTIVI	STRATEGIE	AZIONI	STAKEHOLDERS
3. Realizzazione di nuovi spazi resilienti e flessibili per la comunità che rispondano alle necessità attuali ed emergenti	3.2 Nuove attività di supporto e sostentamento	3.2.3 Realizzazione di spazi in cui è possibile reperire cibo, acqua, vestiti, documenti, aiutati dalla presenza di volontari delle associazioni internazionali	<ul style="list-style-type: none"> • Governi di altri stati • Banca centrale europea • Emergency • Redcross • Emmaus NGO • Good People of Bukovina • Free Trade Union of Entrepreneurs of Ukraine - VPPU • Help Group • Emmaus NGO • Good People of Bukovina • Medici senza frontiere
		3.2.4 Installazione di spazi che permettano alla comunità di socializzare con l'aiuto di professionisti come psicologi o gruppi di ascolto	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Servizio di emergenza dello stato • Protezione civile • Trasporto città di Kharkiv • Ospedali (city clinical hospital...) • Governi di altri stati • Banca centrale europea • Emergency • Redcross • Emmaus NGO • Good People of Bukovina • Free Trade Union of Entrepreneurs of Ukraine - VPPU • Help Group • Emmaus NGO • Good People of Bukovina • Medici senza frontiere

07.5.2 Analisi stakeholders

L'analisi degli stakeholders è fondamentale per supportare il processo decisionale nella formulazione delle strategie di intervento.¹

Ci sono diverse definizioni in merito a questa tipologia di analisi, una delle più recenti è quella coniata da Reed nel 2008, che definisce la *stakeholder analysis* come: un processo che definisce gli aspetti di un sistema sociale e naturale, identifica le parti interessate e dà priorità ad esse coinvolgendole nel processo decisionale.²

In prima battuta, risulta di fondamentale importanza analizzare le risorse che gli attori hanno a disposizione, suddividendole in:

- **Risorse politiche:** indicano la quantità di consenso che un attore è in grado di ottenere, in riferimento alla popolazione o ai gruppi sociali coinvolti.
- **Risorse economiche:** indicano la capacità di mobilitare denaro in qualsiasi forma.
- **Risorse legali:** si riferiscono ai regolamenti giuridici e ai vantaggi e agli svantaggi ad esse collegate.
- **Risorse cognitive:** si riferiscono alla disponibilità di informazioni utili al modello decisionale.³

Gli attori che partecipano al processo decisionale sono vari, partendo dai cittadini, fino ad arrivare ad aziende e ad esperti.

La nostra analisi prende in considerazione una molteplicità di attori, tra coloro che sono vittime dell'emergenza o coloro che sono in prima linea per la gestione dell'emergenza.

Per citarne alcuni: la Protezione Civile, governi locali, associazioni non governative o volontari.

Nella città di Kharkiv abbiamo individuato come principali stakeholders: il *Comune di Kharkiv*, *La Banca Centrale Europea*, *l'ONU*, *La Banca Nazionale Ucraina*, *Emergency*, *Medici Senza Frontiere* e *la Protezione Civile Ucraina*.

L'attribuzione di un certo numero di attori per ogni tipo di azione ci ha permesso di avere un quadro operativo e di interesse più ampio e meglio strutturato.

Gli attori identificati sono stati collocati e mappati nei vari metodi pratici per la mappatura degli *stakeholder*, come la matrice potere-interesse e la *stakeholder circle methodology*.

Inoltre, vengono definiti diversi indici per avere un quadro più completo e avanzato dell'analisi:

- **Indice di complessità:** fa riferimento alla pluralità dei punti di vista presenti all'interno del processo decisionale. In questo indice vengono specificati in che campo operano i vari attori, a livello internazionale, nazionale o regionale, e la tipologia di attori, quindi attori politici, esperti, ecc.. È importante definire che, se gli attori sono tutti della stessa tipologia e giocano allo stesso livello decisionale, allora la complessità è minima, al contrario, la complessità sarà massima quando ci saranno diverse tipologie di attori che svolgono un ruolo a diversi livelli decisionali.⁴
- **Indice di densità:** si riferisce al numero di relazioni scambiate tra i diversi attori del sistema.

$$\text{Indice di densità} = \frac{\sum k}{n^2 - n}$$

dove:

- **Indice di densità:** varia tra 0 e 1
- **n:** numero di attori
- **k:** numero di relazioni scambiate dal network

- **Indice di centralità:** viene calcolato per ogni attore e indica il numero di risorse scambiate da quell'attore rispetto al numero di risorse complessive scambiate all'interno del network.

Il calcolo dell'indice di centralità aiuta a comprendere se nel processo decisionale esistono attori più cruciali di altri nel determinare gli esiti dell'intervento.⁵

Indice di complessità

$$I_c = 0.7$$

DIMENSIONE DELL'INTERESSE	TIPI DI ATTORI				
	POLITICI	BUROCRATICI	ESPERTI	INTERESSI SPECIALI	INTERESSI GENERALI
INTERNAZIONALE	<ul style="list-style-type: none"> • UE • Governi di altri stati 		<ul style="list-style-type: none"> • Redcross • Emergency • Medici senza frontiere • ONG's internazionali 	<ul style="list-style-type: none"> • UE • Governi di altri stati • Banca centrale europea 	<ul style="list-style-type: none"> • Donazioni associazioni internazionali • Recovery plan Kharkiv • ONU • OCHA • UNHCR • Caritas • UNICEF • Free Trade Union of Entrepreneurs of Ukraine - VPPU • Help Group
NAZIONALE	<ul style="list-style-type: none"> • Servizio di emergenza dello stato • Sistema di difesa aerea ucraino 	<ul style="list-style-type: none"> • Servizio di emergenza dello stato • Governo ucraino • Sistema di difesa aerea ucraino 	<ul style="list-style-type: none"> • Protezione civile • ONG's nazionali 	<ul style="list-style-type: none"> • National bank of Ukraine combattimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Unione dei partecipanti, veterani, disabili ATO
REGIONALE		<ul style="list-style-type: none"> • Università 		<ul style="list-style-type: none"> • Kharkiv State Academy of Design and Arts • Teatro drammatico ucraino di Kharkiv 	
LOCALE	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Comune di Kharkiv • Org. scolastiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Trasporto città di Kharkiv • Vigili del fuoco • Ospedali cittadini • Associazioni pubbliche • Org. scolastiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Org. cittadine • Associazioni locali • Zoo e delfinario cittadini • L'orto botanico dell'università di Kharkiv • Acquarena 	

Tabella 07.2: Indice di complessità

Indice di complessità

$$D = 33 / (100 - 10) = 0.36$$

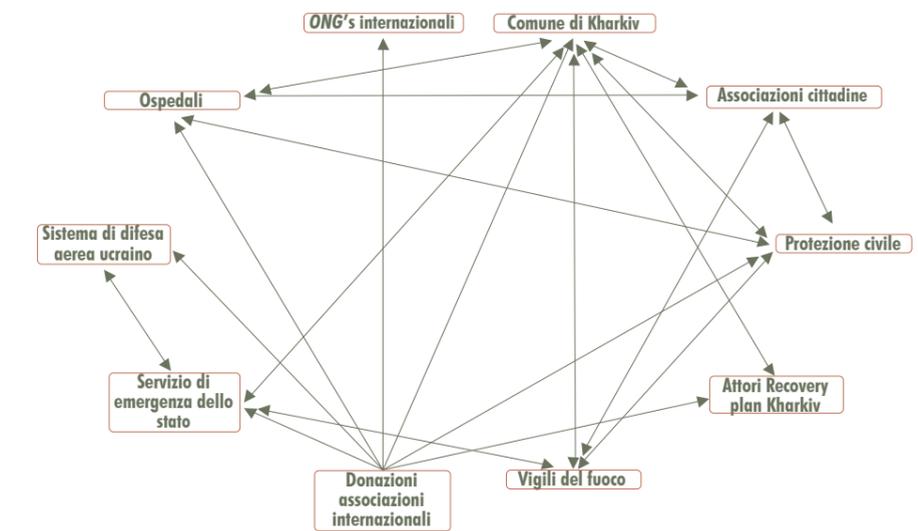


Grafico 07.4: Indice di complessità

Indice di centralità

$C_i = 7/33 = 0.212$	Ospedali
$C_i = 3/33 = 0.090$	Sistema di difesa aerea ucraino
$C_i = 7/33 = 0.212$	Servizio di emergenza dello stato
$C_i = 7/33 = 0.212$	Donazioni internazionali
$C_i = 8/33 = 0.242$	Vigili del fuoco
$C_i = 3/33 = 0.090$	Recovery plan Kharkiv
$C_i = 9/33 = 0.272$	Protezione civile
$C_i = 8/33 = 0.242$	Associazioni cittadine
$C_i = 13/33 = 0.393$	Comune di Kharkiv
$C_i = 1/33 = 0.030$	ONG's internazionali

Tabella 07.3: Indice di centralità

¹ V. Assumma, *Stakeholders analysis*, 2022-2023

² Reed, MS (2008). *Partecipazione delle parti interessate per la gestione ambientale: una revisione della letteratura*, 2008 <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>

³ V. Assumma, *Stakeholders analysis*, 2022-2023

⁴ ibidem

⁵ ibidem

Stakeholder Circle Methodology

Sviluppata da Bourne (2005), con l'obiettivo di dare priorità agli attori. Essa comprende diversi cerchi concentrici che indicano la distanza delle parti interessate dal progetto, pattern utilizzati per ogni stakeholder, che forniscono informazioni rispetto all'attore preso in esame, profondità, se lo spicchio arriva fino al punto centrale, l'attore assume maggiore importanza, la larghezza, indica la rilevanza dell'attore.⁶

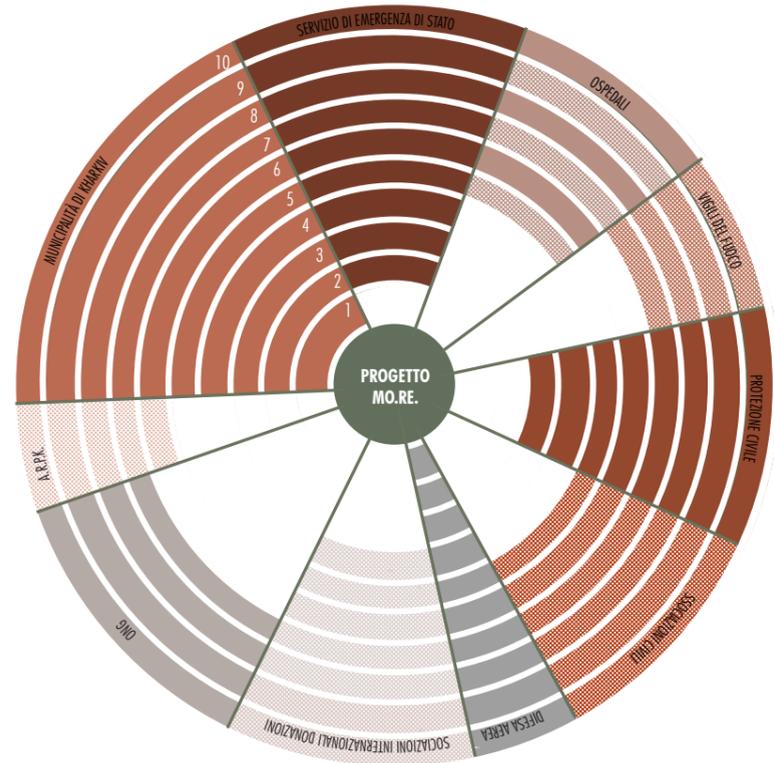


Grafico 07.5: Stakeholder circle diagram

⁶ V. Assumma, Stakeholders analysis, 2022-2023
⁷ ibidem

Matrice potere/interesse

La matrice potere interesse, introdotta da Mendelow, è un'analisi che permette di organizzare gli attori all'interno di una mappa, fatta in base al loro livello di interesse e al loro potere decisionale. Inoltre, questo metodo di valutazione si basa su dei giudizi qualitativi, che vengono tradotti in scala numerica al fine di comporre una classificazione ed ottenere un ranking finale.⁷

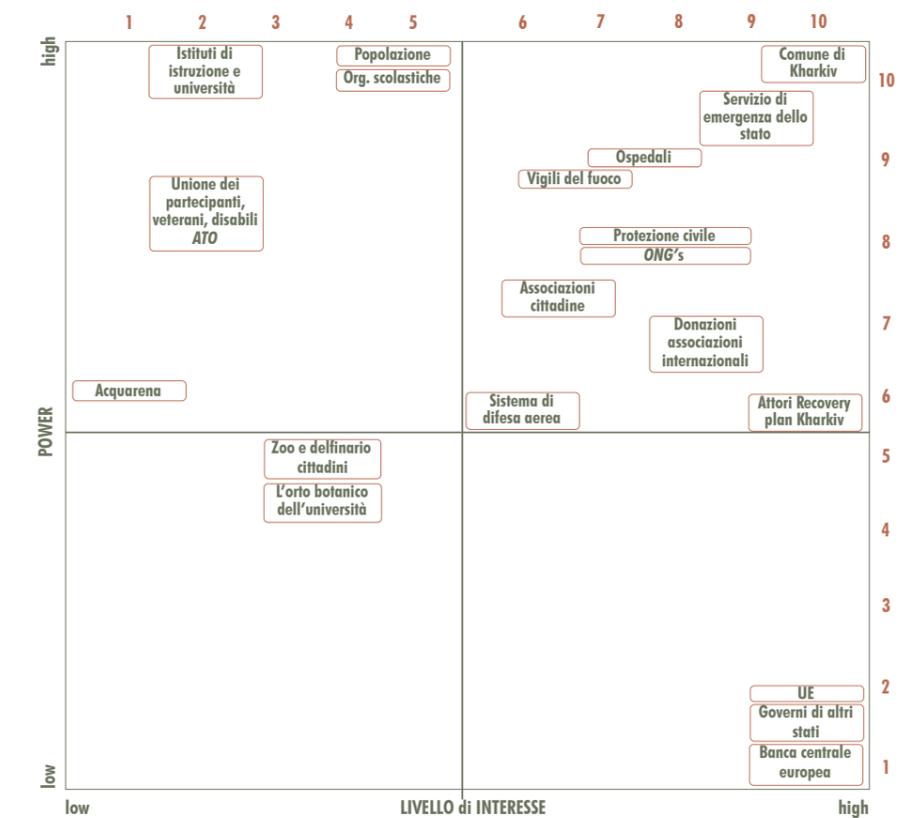


Grafico 07.6: Matrice potere interesse

07.6 Urban Masterplan

Giunte alla scelta del sito di progetto (vedi paragrafo 05.3) abbiamo proceduto alla definizione del nostro masterplan.

L'intervento si estende all'interno del parco urbano Parco Taras Ševčenko della città di Kharkiv.

L'intero progetto è stato sviluppato con l'obiettivo di fornire sollievo alla popolazione duramente colpita dal conflitto e creare uno spazio "rigenerante" in grado di promuovere il benessere fisico e psicologico.

Il masterplan prevede una serie di attività e strutture che mirano a supportare la comunità e offrire opportunità alla popolazione. All'interno del parco, sono state create diverse aree di supporto fisico e psicologico, pensate appositamente per entrare in relazione con la natura circostante.

Gli hub di supporto, che sono stati costruiti e inseriti all'interno dell'area oggetto di studio, sono delle strutture accessibili e accoglienti, progettate per fornire assistenza e servizi a coloro che sono stati colpiti dal conflitto.

L'idea fin dall'inizio è rimasta quella di fornire alla popolazione spazi, dove professionisti qualificati potessero offrire servizi di consulenza, terapia e sostegno psicologico per affrontare i traumi e le difficoltà emotive.

Al suo interno il masterplan include anche giardini terapeutici, orti comuni e serre.

Questi spazi verdi offrono un ambiente tranquillo e rigenerante, dove le persone possono dedicarsi alla cura delle piante, al giardinaggio e alla connessione con la natura. Inoltre, sono presenti aree destinate alla danza terapia e all'arte terapia. Queste zone sono progettate per incoraggiare l'espressione creativa e offrire un momento di rinascita e di lontananza dal trauma.

Complessivamente, il nostro obiettivo è quello di realizzare un quartiere inclusivo che garantisca un ambiente curativo e tollerante per la comunità colpita dal conflitto. Attraverso una combinazione di supporto fisico, psicologico e attività terapeutiche, il parco mira a offrire un luogo di rifugio, guarigione e crescita per le persone coinvolte nel conflitto.

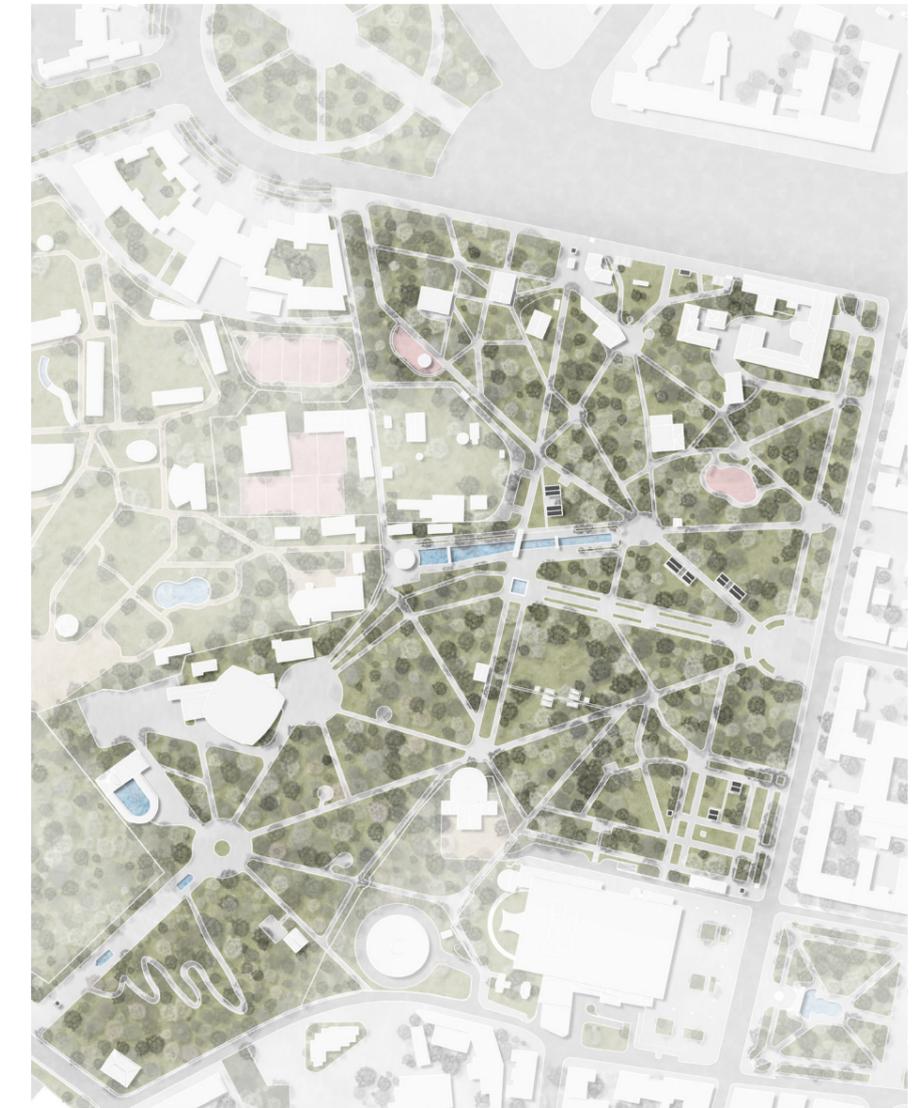


Figura 07.13: Urban masterplan

07.6.1 Stima della popolazione

Comprendere il bacino di utenza dell'area diventa di fondamentale importanza per una corretta progettazione e dimensionamento dei moduli.

Come più volte affermato i dati demografici sono in continua evoluzione con il perdurare del conflitto e i dati ufficiali della popolazione sono raramente ufficiali.

Per condurre questa analisi, è stato necessario raccogliere dati demografici affidabili riguardanti la popolazione di Kharkiv. I dati demografici pre-conflitto sono stati ottenuti dalle fonti ufficiali locali.

Questi dati includono informazioni sulla popolazione totale, la distribuzione per fasce d'età e altre caratteristiche demografiche rilevanti (vedi grafico 07.7) In particolare, nel 2021, la popolazione della città era di 1 401 558 persone di cui 647 658 di sesso maschile e 753 900 di sesso femminile.

L'area di studio si trova nel distretto Shevchenkivskiy che occupa un'area di 62 chilometri quadrati, ovvero il 17.7% del territorio totale della città di Kharkiv con una popolazione di 229 200 abitanti. Si è stimata quindi la popolazione nell'area di studio moltiplicando la densità abitativa del distretto per la superficie non occupata dal parco (circa 3.3 km²), ottenendo così la popolazione pre-conflitto residente nella zona.

Passando ai dati del 2022 secondo un comunicato del sindaco la popolazione stimata a settembre è di circa 1.1 milioni con una riduzione totale della popolazione del 21.43%.

Si è quindi ipotizzata una riduzione del 21.43% della popolazione in ogni fascia di età anche per il distretto di Shevchenkivskiy e per l'area di studio.

Nella stima della popolazione residente nell'area studio si è stimato, visto la situazione di conflitto e il servizio militare obbligatorio, che solo il 10%

pari alla percentuale di veterani fosse presente nella città ottenendo i risultati riportati nel grafico 07.8.

A causa dell'impossibilità di reperire dati a livello locale, le analisi e stime condotte da questo momento si basano su dati a carattere nazionale.

Secondo la *Valutazione dell'impatto della guerra sulle persone delle Nazioni Unite* la popolazione estremamente vulnerabile a seguito del conflitto rappresenta il 54% delle donne e delle ragazze, il 13% dei bambini, il 13% delle persone con disabilità e il 30% degli anziani (60 anni e più).

Altro dato importante che emerge da questa valutazione è che secondo uno studio sull'impatto della guerra in Ucraina, la preoccupazione per la salute mentale dei giovani è aumentata del 22%, ma, solo il 12% ammette di aver bisogno di aiuto psicologico.

Questi dati sono poi serviti per la stima degli utenti che potessero poi usufruire del progetto M.O.R.E..

Infine, si è deciso di stimare il numero di moduli da collocare per ogni funzione ipotizzata nella *concept map*.

Si è inizialmente definito quanti giorni alla settimana ogni modulo fosse operativo, il tempo di permanenza medio per ogni funzione e la capienza media di ogni modulo e ipotizzando un'apertura dell'*hub* 7/7 giorni, per un massimo di 9 ore al giorno.

A titolo esemplificativo di seguito proponiamo la metodologia che ha portato al pre-dimensionamento del numero dei moduli destinati al supporto psicologico e centro di ascolto. Escludendo la fascia 0-15 anni poiché questa fascia di popolazione usufruirà di un *hub* specifico, ed escludendo un numero totale di persone over 15 che potenzialmente possono fruire dei restanti *hub* nell'area sono circa 450.



Figura 07.14: Concept map

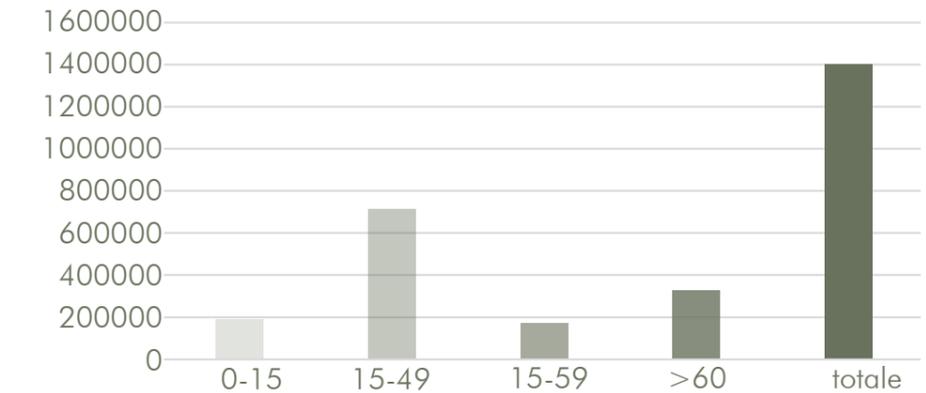


Grafico 07.7: Popolazione 2021 suddiviso per fasce di età nella città di Kharkiv

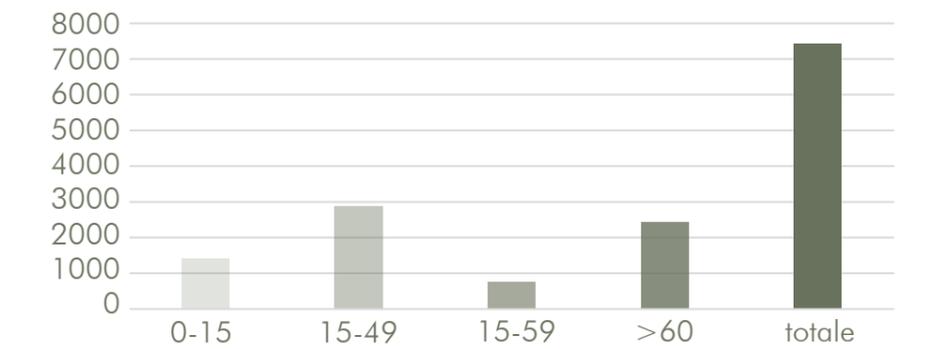


Grafico 07.8: Popolazione settembre 2022 suddiviso per fasce di età nell'area di studio

Per il centro psicologico la capienza ipotizzata in sincrono è di 4 persone mentre per il centro di ascolto pari a 12 persone. Per il centro psicologico si ipotizzano sedute della durata di 30 minuti l'una mentre per il centro di ascolto sedute della durata di 60 minuti. È stata ipotizzata una ripartizione dell'utenza tra i due centri ogni settimana corrispondente al 40% centro psicologico e del 60% centro di ascolto. In questo modo si ricava il numero dei moduli necessari per soddisfare l'utenza pari a 2 centri di ascolto e 2 centri psicologici ognuno dei quali operativo per 9 ore al giorno.

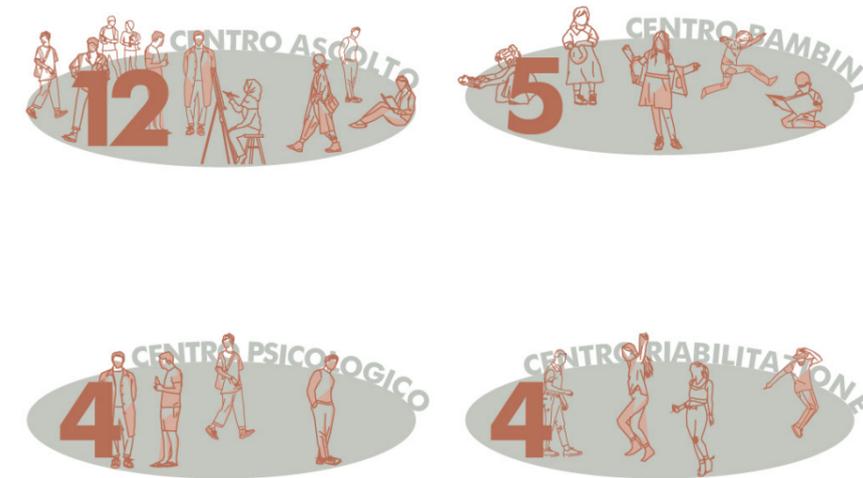


Figura 07.15: Ripartizione della stima dell'utenza

Riepilogo dimensionamento hub					
Tipologia di hub	Capacità massima	Tempo totale per ogni turno	Numero centri	Totale persone ora	Numero ore giornaliere
Centro psicologico	4	30 min	2	12	10
Centro di ascolto	12	60 min	2	16	10
Centro di supporto bambini	5	60 min	2	8	7
Centro di riabilitazione	4	60 min	2	10	6

Tabella 07.4: Riepilogo dimensionamento hub nel caso studio di Kharkiv

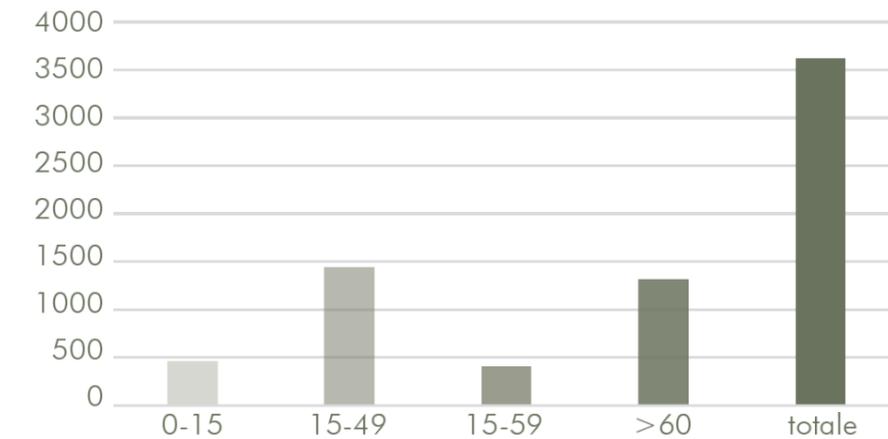


Grafico 07.9: Stima dell'utenza del parco per fasce di età

07.6.2 I giardini e gli orti terapeutici

Nei periodi di guerra e di catastrofe generale, ci sono sempre situazioni in cui le persone si trovano a gestire un elevato e improvviso grado di stress. Infatti, i cittadini di Kharkiv, in questo periodo, sono sottoposti a un'enorme pressione, e molto dolore fisico o emotivo, come ci hanno raccontato durante le preziose testimonianze.

A seguito di un collasso mentale, dovuto a un forte trauma, inizia un periodo di riabilitazione spesso estremamente difficile. Il corpo non è più quello di una volta e nei casi di depressione grave anche i sentimenti e i pensieri non sono più quelli di prima. La memoria delle persone si deteriora, la loro capacità di concentrazione è molto bassa, hanno problemi con la consapevolezza del loro corpo.

Diversi anni di ricerca dimostrano che si può provare meno dolore quando, siamo in contatto con la natura. La relazione tra uomo e ambiente naturale influenza notevolmente il nostro corpo, su vari livelli, a seconda della situazione di vita in cui ci troviamo.

I paesaggi che promuovono la salute delle persone sono spesso indicati come "Paesaggi terapeutici" o "Giardini terapeutici" o ancora "Giardini curativi", che vengono incorporati sempre più nelle strutture sanitarie come componente essenziale. L'introduzione della natura in questi ambienti ha avuto un grande impatto sui pazienti e sulle loro famiglie, oltre che sul personale addetto; i pazienti sperimentano un miglioramento del loro stato emotivo generale, e il risultato è una maggiore soddisfazione per tutti gli utenti.

La cosa più importante, che abbiamo tenuto in considerazione anche nel nostro progetto, è il fatto che il giardino contiene aree per il riposo e per la contemplazione, così come per le attività e il lavoro. Essere in grado di alternare questi estremi si è rivelato di un grosso valore in molte ricerche. Ciò permette ai terapisti e agli psicologi di rispondere più facilmente alle diverse esigenze delle persone. Ci devono essere spazi aperti, dove lo sguardo può vagare in lontananza, e spazi chiusi, dove concentrarsi su dettagli specifici.

"Dobbiamo preservare ogni frammento di biodiversità perché è inestimabile, imparando a usarlo e giungendo a capire che cosa significhi per l'umanità"

Edward O. Wilson

Il giardino terapeutico durante una situazione di guerra - applicazione

I giardini terapeutici – *healing gardens* (h.g.) – rispondono a specifici criteri progettuali, calibrati sulle esigenze degli utenti (malati d’Alzheimer, persone con sindrome di down, persone autistiche, persone depresse, reduci di guerra e veterani).¹

Nel nostro caso, essendo in una situazione in cui il conflitto permane, è necessario immaginare una tipologia di giardini terapeutici adatta a questa condizione.

Per raggiungere uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale, un individuo o un gruppo deve essere capace di identificare e realizzare le proprie aspirazioni, di soddisfare i propri bisogni, di cambiare l’ambiente circostante o di farvi fronte.²

La salute, infatti, non è uno “stato”, ma, una condizione dinamica di equilibrio, fondata sulla capacità del soggetto di interagire con l’ambiente in modo positivo, pur nel continuo cambiamento della realtà circostante.

I bisogni dell’uomo si sono modificati di pari passo con le trasformazioni del sistema sociale, cosicché è divenuto necessario integrare alla ricerca per la cura di sintomi fisici e psicologici l’analisi di una sfera più profonda della psiche e delle dinamiche sociali.

A tale scopo, la natura agisce come terapeuta laddove i mali del nostro secolo si manifestano sempre più frequentemente e le cure tradizionali sono talvolta inefficaci o inappropriate.

Importante, quindi, è avere un corretto approccio alla progettazione e adottare i giusti accorgimenti, al fine di realizzare già in fase di disegno un buon “giardino terapeutico”, sia per l’uso attivo sia per quello passivo.

Il mix benefico fatto di colori, profumi e suoni che agiscono positivamente sulla nostra psiche è caratterizzato, ad esempio, dal verde delle piante, dalla luce diffusa, dal calore naturale del sole o dallo scroscio dell’acqua. Tutti questi elementi contribuiscono alla realizzazione di un ambiente sereno, favorevole alla meditazione e al relax.³

Il nostro approccio prevede giardini basati sulle caratteristiche tipiche del luogo, al cui interno vengono inserite icone o attributi locali per offrire un maggior senso di identità e coesione con l’esterno; creando quindi un ambiente più familiare per i pazienti disorientati, ma, anche spazi artistici dove l’intento è quello di manipolare forme e materiali al proprio volere, al fine di trasmettere messaggi o lasciare un’impronta sul territorio.

L’accessibilità è, per noi, in generale, un requisito fondamentale per permettere a tutti un’adeguata fruizione, dei giardini terapeutici, senza distinzione. I degenti con patologie gravi, così come chi ha problemi visivi o motori, devono avere la possibilità di spostarsi autonomamente da un punto all’altro utilizzando i sentieri, che in alcuni casi sono stati concepiti come veri e propri percorsi sensoriali che conducono alla scoperta di emozioni diverse.⁴ L’accesso al giardino dall’interno delle strutture deve avvenire in totale sicurezza.

La segnaletica assume quindi un ruolo strategico per indicare sia dove si trova il giardino sia le modalità per raggiungerlo. Tali indicazioni sono fornite nella considerazione dei diversi deficit sensoriali; quindi, la segnaletica è stata pensata con caratteri tali da consentire la lettura a distanza anche ad anziani e ipovedenti, con messaggi acustici o con caratteri braille e a rilievo per i disabili visivi.

I percorsi, già presenti all’interno del giardino, alcuni curvilinei e altri non, hanno una larghezza tale da consentire il passaggio con la sedia a rotelle.

Le aree di sosta sono state progettate per favorire la meditazione, l’osservazione della natura ma, anche la socializzazione, predisponendo zone con posti a sedere isolati e zone con più panche (come ci ha consigliato anche F. Sanchez).

Nel nostro caso, essendo localizzati nel Parco urbano Taras Ševčenko le strutture sono state posizionate in prossimità di alberi ad alto fusto, per permettere a tutti i pazienti di godere di questi elementi naturali e per infondere più sicurezza negli ospiti (dall’alto, gli alberi con una grossa chioma, non permettono agli aerei di avere una chiara visuale di ciò che sta sotto, quindi sono percepiti come punti meno attaccabili).⁵

Per permettere maggiori momenti di svago, nel nostro immaginario urbano, si è pensato di organizzare delle zone di arte terapia e danza terapia, in modo da coinvolgere persone di differenti età e permettere di avere scambi di pensieri in spazi che si distaccano dalla realtà circostante. Le ricerche effettuate sin dall’inizio del conflitto hanno sottolineato la presenza di gruppi di giovani che non hanno smesso di seguire le loro passioni e hanno organizzato spazi per la danza e lo svago.

Scelta delle specie vegetali

La scelta delle specie vegetali (fiori) è stata importante e sono stati studiati i diversi colori. In relazione al nostro caso studio, da numerose ricerche, è risultato necessario utilizzare colori come rossi-giallo-arancio che sono considerati caldi e accoglienti e i rosa-azzurri che scaturiscono tranquillità. Mostriamo qui le specie che abbiamo studiato per l’utilizzo:



Agapanthus blu
Agapanthus Africanus



Giglio giallo
Hemerocallis



Begonia
Begonia Cucullata



Giglio bianco
Hippeastrum Vitatum



Gazania
Gazania Hybrida



Lavanda
Lavandula

Figura 07.16: Principali specie utilizzate

Risulta benefico, in situazioni di forte trauma, inserire fonti di rumore tranquillo/rilassante come la presenza di acqua o i canti di uccelli (che possano dirigere i pensieri dei cittadini verso ricordi positivi). Nel nostro caso abbiamo optato per non alternare l’attuale aspetto naturale del parco, quindi non aggiungendo ulteriori elementi d’acqua.

¹ Andrea M. N. Mati, *Arti per la cura di sé*, 2010, <https://www.culturaesalute.com/156-andrea-m-n-mati#:~:text=I>

² Chai Masala Canaglia, *Sinergia fra natura e scienza: i giardini terapeutici per la cura dei pazienti affetti dal morbo di Alzheimer*, 2014-2015

³ <https://www.coltivami.com/ortoterapia-cose-e-perche-fa-bene/>

⁴ Chai Masala Canaglia, *Sinergia fra natura e scienza: i giardini terapeutici per la cura dei pazienti affetti dal morbo di Alzheimer*, 2014-2015

⁵ Chai Masala Canaglia, *Sinergia fra natura e scienza: i giardini terapeutici per la cura dei pazienti affetti dal morbo di Alzheimer*, 2014-2015

Aspetti chiave dei giardini terapeutici



Gli spazi all'aperto nelle strutture sanitarie possono essere utili alle persone vulnerabili. Tutti gli aspetti dello spazio esterno devono garantire la sicurezza fisica ed emotiva degli utenti e una facile percorribilità.



Per creare un'esperienza più sicura e positiva, il giardino dovrebbe consentire un uso sicuro e confortevole per le persone, indipendentemente dall'età, dalle capacità o dalle preferenze. L'accesso dovrebbe essere consentito 24 ore su 24, a tutti.



È più probabile che le persone rimangano in un giardino più a lungo e traggano maggiori benefici dall'esperienza se sono fisicamente ed emotivamente a loro agio. Decisioni progettuali come avere posti comodi e confortevoli dove camminare e sedersi, consentire la scelta e un senso di controllo e creare opportunità di socializzazione vi contribuiscono.



Una delle funzioni più importanti di uno spazio esterno è consentire agli utenti di "allontanarsi" fisicamente ed emotivamente da un ambiente stressante. Bisogna creare punti di vista sul paesaggio circostante, e contatti con la vegetazione circostante.



La ricerca ha dimostrato che la connessione con la natura, soprattutto in ambito sanitario, è una delle forme più efficaci di distrazione positiva. Le piantagioni, i materiali naturali, i suoni della natura e la presenza di acqua sono tutti esempi di distrazione biofila positiva.



Un giardino e tutti i suoi componenti devono essere mantenuti correttamente. Elementi rotti o danneggiati come pavimentazione e sedili, o materiale vegetale mal mantenuto, possono mettere a repentaglio la sicurezza dell'utente.

Gli orti terapeutici

Trauma e angoscia sono vissuti soggettivamente e sono incarnati in vari modi, anche attraverso malattie fisiche, disabilità, dipendenza e dolore. Le prove esistenti al giorno d'oggi ci suggeriscono che la terapia orticola fornisce benefici fisici, cognitivi, sociali e psicologici, tra cui la regolazione della pressione sanguigna e dei battiti cardiaci, l'aumento della serotonina e della vitamina D.

I meccanismi che l'orticoltura utilizza per migliorare la depressione, l'ansia e lo stress derivano sia dall'attività fisica che dalla connessione tra uomo e natura come descritto dalla Biofilia di E.O.Wilson.

Se ci sono numerosi aspetti benefici legati alla psicologia, altrettanto importanti sono quelli legati alla dimensione fisica. Prendersi cura dell'orto significa fare movimento, ripetendo gesti coordinati che coinvolgono gli arti sia gli superiori che gli arti inferiori. Facendo attenzione a mantenere una corretta postura, l'ortoterapia ci aiuta a sviluppare la motricità: seminare, potare, raccogliere i frutti stimolano infatti il movimento favorendo anche il coordinamento, l'incremento della forza e della resistenza.⁶

Ma non solo, attraverso l'orticoltura si migliora la capacità di apprendimento attraverso attività come la memorizzazione dei nomi di alcune piante, l'identificazione dei tempi adatti per la semina e il raccolto e l'organizzazione degli spazi utilizzabili.

Sono tutte operazioni che rafforzano la sfera cognitiva dell'individuo, stimolando concentrazione, capacità logiche e memoria. Il ruolo di questa attività non è isolato e si inserisce nell'ambito di un intento benefico comune; infatti, condividendo con gruppi di lavoro spazi, strumenti e obiettivi si favorisce l'integrazione sociale.

Visti i deficit motori propri dell'utenza, è stato opportuno realizzare la maggior parte dell'orto su piani rialzati e/o bancali in modo da evitare l'eccessivo affaticamento nei soggetti.

Soprattutto, essendo una situazione precaria, in cui è difficile creare delle strutture permanenti, si pensava di utilizzare elementi mobili, in tal modo che fosse possibile spostarli velocemente e facilmente all'interno del parco e in altre zone della città. Come nel resto del giardino, anche nell'area adibita a orto è stato necessario creare dei percorsi in piano per garantire una totale accessibilità (vedi figure 07.17 e 07.19).

Da evidenziare che la cura dell'orto è una pratica salutare in ogni stagione, poiché rinforza il sistema immunitario e stimola il nostro organismo ad adattarsi e reagire positivamente alle condizioni di vita esterne. Ciò regala preziosi momenti di ricarica energetica per la propria autostima e serenità mentale.⁷

Un angolo verde diventa così un piccolo mondo di serenità e benessere, per chi cerca l'armonia con sé stesso e con gli altri. Proprio come in uno scambio di energie, mentre si dona tempo e amore alle piante, queste ripagano regalando serenità, stima e benefici per l'umore e per il fisico.

Un ulteriore aspetto importante è la presenza di serre all'interno del masterplan, che, come per gli orti terapeutici, portano delle azioni di beneficio alle persone.

⁶ <https://www.coltivami.com/ortoterapia-cose-e-perche-fa-bene/>

⁷ Chai Masala Canaglia, Sinergia fra natura e scienza: i giardini terapeutici per la cura dei pazienti affetti dal morbo di Alzheimer, 2014-2015

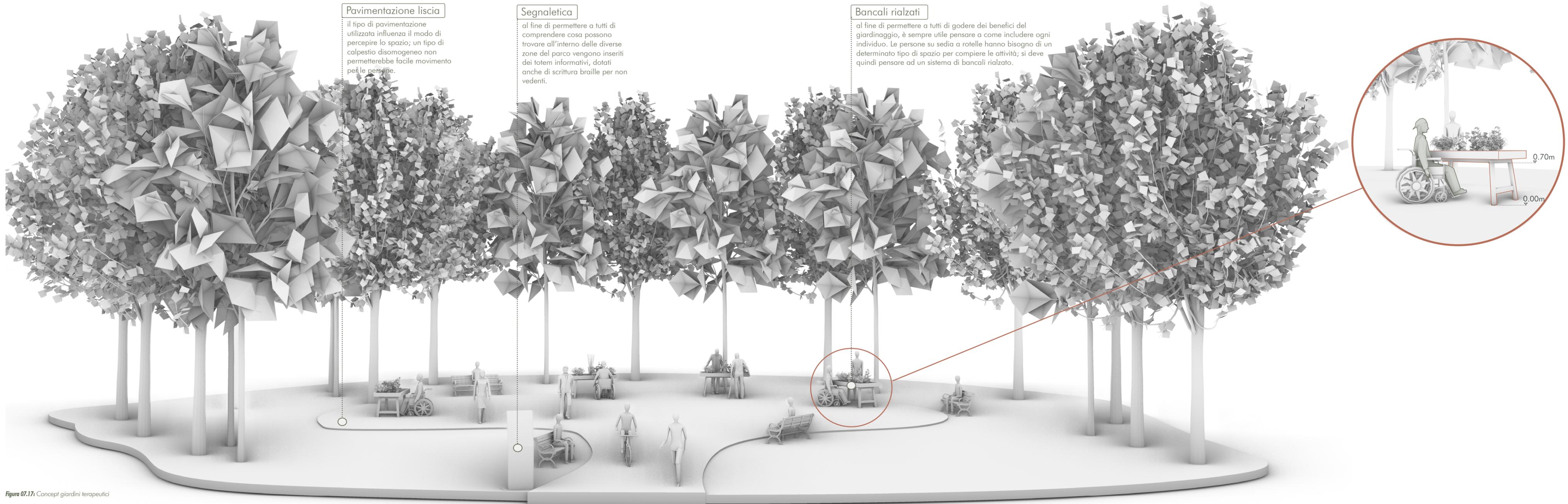


Figura 07.17: Concept giardini terapeutici

Il giardino terapeutico situazione post-guerra - possibile applicazione

Il servizio militare può essere molto stressante e può portare a sfide a lungo termine per i veterani, specialmente per coloro che hanno vissuto eventi traumatici come il combattimento.

Trauma e angoscia sono vissuti soggettivamente e sono incarnati in vari modi, anche attraverso malattie fisiche, disabilità, dipendenza e dolore.

Può essere facile esaminare traumi specifici in incidenti alla base dell'angoscia di alcuni veterani, ma, è più difficile comprendere l'esperienza e il significato che l'angoscia ha nella loro vita quotidiana, per le inaspettate ondate di rabbia o la natura imprevedibile dei flashback, ad esempio, che impediscono a ciascun veterano di vivere come potrebbe desiderare. Tutti trasmettono immagini potenti di shock e angoscia rispetto al termine più sterile di oggi "disturbo da stress post-traumatico" (PTSD), che diventa semplicemente un'abbreviazione.

Le analisi hanno spesso evidenziato come flashback e attacchi di panico, possano portare facilmente i malati nel passato.

Connettersi con la natura, svolgendo attività agricole, fornisce ad ogni persona che esce da un conflitto un'esperienza sensoriale alternativa, in cui si possa trovare una maggiore consapevolezza e la sensazione di essere più pienamente presente nel mondo.

L'orticoltura offre alla popolazione l'opportunità di ripristino. Secondo la *Teoria sul Recupero dell'Attenzione (ART) di Kaplan (1989)*, ad esempio, una persona può recuperare una diminuita capacità di dirigere volontariamente l'attenzione quando sperimenta il "fascino", una modalità di attenzione involontaria che non richiede sforzi e non ha limitazioni di capacità.⁸

Per noi sarebbe quindi necessario, in una situazione post-bellica, organizzare all'interno del giardino terapeutico delle zone adibite a queste attività di orticoltura, con sessioni di lavoro da 2 ore a 3 ore per permettere al reduce di entrare in contatto con il suo "angolo" di natura.

All'interno del giardino è stato utile organizzare un'area dedicata alle persone con particolari difficoltà, in cui si possono trovare strutture da palestra in grado di aiutare durante la riabilitazione fisica, immerse nella natura.

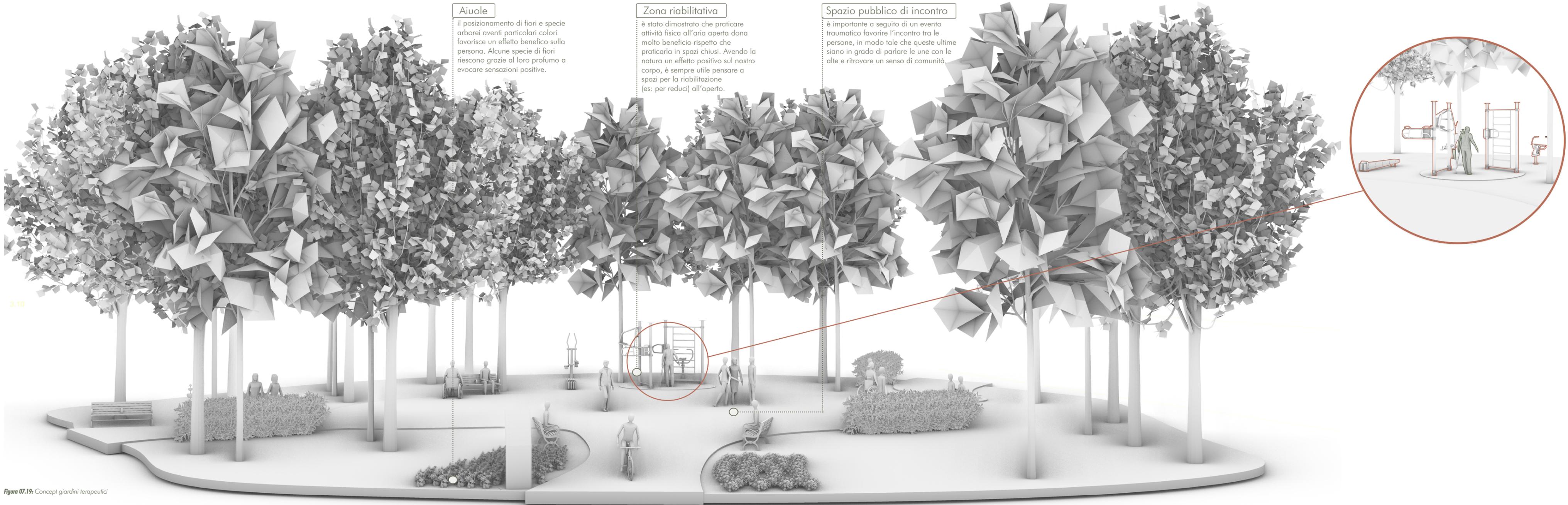
Oltre a ciò, permangono i percorsi sensoriali e le aree precedentemente progettate (in condizione di conflitto), in modo tale da dare un senso di continuità e permanenza alle persone della città.

A causa dell'ampia gamma di età, tipi e luoghi dei combattimenti, le pratiche di progettazione universali sono difficili da definire; tuttavia,, abbiamo preso in considerazione un progetto in grado di trattare varie disabilità fisiche, nonché disabilità cognitive ed emotive.



Figura 07.18: Progetto di un giardino terapeutico nel distretto di Podil nella città di Kiev, dell'urbanista Mikael Colville-Andersen
Fonte: The Village

⁸ M. Lepri, *Restorativness: il contatto con la natura. Una prospettiva psicologica.*, 2015, <http://www.raccontidellamente.it/blog/restorativness-il-contatto-con-la-natura#:~:text=Secondo%20la%20Teoria%20sul%20Recupero,non%20ha%20limitazioni%20di%20capacit%C3%A0.>



08

M.O.R.E.

CASO APPLICATO NELLA CITTÀ DI KHARKIV

08.1 PROGETTO ARCHITETTONICO

08.2 PROGETTO TECNOLOGICO

08.3 STRATEGIE ENERGETICHE

08.4 PROGETTO STRUTTURALE

08.5 PROGETTO ERGOTECNICO

08.6 VALUTAZIONE LCA



08.1 Progetto architettonico

Il progetto di tesi mira alla realizzazione di nuovi *hub* per le emergenze, ovvero degli edifici di piccole dimensioni, prefabbricati in stabilimento e assemblabili in maniera rapida e semplice in loco.

Il caso studio, applicato a Kharkiv in Ucraina, propone un ragionato intervento all'interno di un'area accuratamente selezionata (vedi capitolo 04.3).

Essendo i nostri *hub* d'emergenza degli edifici flessibili e adattabili, per questo particolare tipo di contesto e situazione sono state fatte diverse considerazioni e si è deciso che, vista la grande quantità di persone in difficoltà fisica e psicologica, le strutture di progetto saranno di tipo socio-sanitario.

Questa scelta, oltre che avere alla base la necessità di soddisfare le esigenze delle persone, è nata dal fatto che in una zona sotto continua allerta e possibili attacchi è necessario pensare alla realizzazione di spazi sicuri. Soprattutto in condizioni di conflitto armato è sempre utile pensare a spazi tutelati dalla cosiddetta "croce rossa".

La Croce Rossa, con il suo emblema di una croce rossa su sfondo bianco, è un simbolo universalmente associato all'assistenza umanitaria e alla protezione dei feriti e dei malati in tempo di guerra. Tuttavia, l'uso del simbolo non implica automaticamente una protezione assoluta per una determinata area.

Secondo il diritto internazionale umanitario, le strutture e le persone protette durante i conflitti armati sono generalmente riconosciute come ospedali, personale medico, veicoli e beni sanitari contrassegnati in modo appropriato con il simbolo della Croce Rossa o del Cristallo Rosso. L'attacco a tali obiettivi è considerato un crimine di guerra.

Grazie alle testimonianze ottenute abbiamo approfondito quali tipi di funzioni socio-sanitarie fossero più richieste e necessarie.

Abbiamo quindi prediletto la progettazione di: centri d'ascolto, *hub* di riabilitazione fisica, *hub* di riabilitazione psicologica, *hub* di sostegno bambini e anche degli *hub* rifornimenti.

Gli *hub* di rifornimenti (*H01*) hanno al loro interno operatori che offrono beni di prima necessità, come acqua, pane, vestiti. Sempre più necessario durante i conflitti è la presenza attiva di persone provenienti da associazioni o cittadini volontari, pronti a offrire non solo materiali, ma, anche aiuti concreti sotto forma di contatti e informazioni. Questi volontari fungono da ponte tra chi necessita di assistenza e le risorse disponibili, creando una rete solidale e di supporto (vedi tavola 67).

Per il benessere dei più piccoli (*H02*) l'*hub* di sostegno bambini rappresenta un luogo dedicato al benessere e allo sviluppo, dove vengono forniti aiuti concreti grazie alla presenza di professionisti qualificati. In questo ambiente accogliente, i bambini e i ragazzi non solo ricevono supporto individuale, ma, hanno anche l'opportunità di incontrarsi e di conseguenza di socializzare. L'*hub* offre sessioni terapeutiche specifiche, adattate alle esigenze di ogni gruppo, per garantire un sostegno completo e personalizzato durante il percorso di crescita e sviluppo (vedi tavola 68).

Riuscire ad esprimere le proprie emozioni fa parte del processo curativo. L'*hub* centro d'ascolto (*H03*) si manifesta come luogo di supporto emotivo e di condivisione, dove l'obiettivo è quello di focalizzarsi sull'ascolto attivo. Al suo interno, vengono promossi gruppi d'ascolto e gli incontri vengono guidati principalmente da professionisti, soprattutto psicologi, che favoriscono una comunicazione mirata che ha come scopo la "guarigione dal trauma". Le sessioni possono avere temi specifici o essere generiche, offrendo uno spazio aperto in cui gli individui possono liberamente esprimersi (vedi tavola 69).

Da tenere in considerazione è la possibile presenza di individui che non riescono a comunicare facilmente all'interno di gruppi (con estranei), soprattutto all'inizio del "periodo traumatico". Si è quindi pensato a degli spazi dove l'attenzione potesse essere più concentrata più sul singolo individuo o sulla singola famiglia, consentendo una personalizzazione approfondita del sostegno fornito.

Stiamo parlando degli *hub* di riabilitazione psicologica (*H04*), dove le sessioni sono pensate per offrire un tempo significativo per affrontare le sfide psicologiche. Si sfrutta anche la combinazione di approcci terapeutici mirati e di un continuo rapporto con la natura, che circonda i moduli (parco urbano Taras Ševčenko (vedi tavola 70).

L'*hub* di riabilitazione fisica (*H05*) si configura come uno spazio di aiuto per chi ha subito ferite o lesioni gravi. Si possono ricevere trattamenti mirati, adattati alle specifiche esigenze del singolo, al fine di favorire una guarigione graduale e completa. La dotazione di strumenti tecnici specifici, ma, facilmente reperibili e trasportabili, permette elevata flessibilità nell'erogare i servizi di riabilitazione, garantendo così che le persone possano accedere alle cure necessarie senza ostacoli logistici. Come per gli *hub* di riabilitazione psicologica, si può integrare questo percorso di guarigione fisica insieme ad un percorso di ricrescita fisica nella natura (vedi tavola 71).

Ovviamente per ogni tipo di *hub* si è ragionato sul suo dimensionamento. Spazi come centri d'ascolto hanno bisogno di una quantità di spazio maggiore rispetto a *hub* di supporto psicologico individuale. Per questo motivo si è pensato di rendere più grandi questi spazi, più mirati all'utilizzo collettivo.

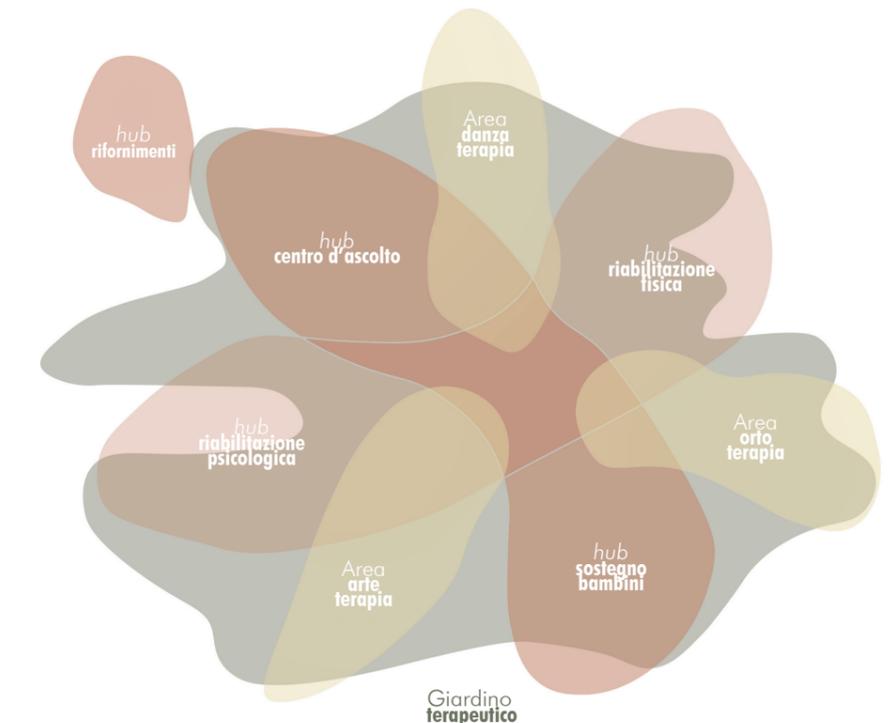


Figura 08.1: Organigramma funzionale

Stesso ragionamento è stato applicato agli *hub* per il sostegno dei bambini. Le nostre decisioni sono state prese razionalmente, utilizzando un pensiero logico e allo stesso tempo cercando di applicare le linee guida dell'approccio neuroscientifico (applicato all'architettura), senza dimenticare quanto emerso dalle analisi di tipo *SMARTER* (vedi capitolo 5.4).

Creando degli spazi più ampi si può percepire un senso di libertà maggiore e inserendo punti di vista sulla natura circostante si ha maggiore possibilità di creare degli stimoli positivi.

In questo nostro progetto architettonico non ci siamo concentrate solo sull'aspetto puramente estetico, ma, abbiamo voluto dare ancor più peso all'aspetto "percettivo" dello spazio.

Cosa può offrire ad una persona un edificio?

Che sensazioni possono crearsi all'interno di una stanza luminosa rispetto ad una stanza buia?

Numerosi sono stati i quesiti che ci siamo poste.

Di seguito riportiamo un caso esemplificativo, che ci permette di spiegare in maniera più approfondita le nostre scelte legate al progetto architettonico.

Innanzitutto, è stata considerata la possibilità di realizzare tre diverse disposizioni interne, sfruttando la presenza di pareti mobili. La prima configurazione prevede uno spazio d'ingresso di 9m², concepito per ospitare una piccola sala d'attesa fruibile, denominata "minima".

Tale definizione deriva dalla dimensione ridotta delle "stanze", che garantiscono una vivibilità di base in situazioni di emergenza.

Procedendo con lo spostamento delle pareti, è possibile osservare dalle planimetrie (vedi figura 08.2), come gli spazi si amplino progressivamente, allo scopo di creare ambienti con una maggiore capacità interna. La terza

configurazione, in particolare, si traduce in un ambiente quasi open space, concepito per essere vissuto come uno spazio unico e comunitario.

La gestione degli spazi può avvenire in molteplici modi, con la possibilità di spostare e ricollocare l'arredo in base alle necessità delle persone. Ogni dettaglio è stato progettato per assicurare la massima flessibilità, un principio che è stato esteso anche agli altri tipi di *hub*, quando applicabile.

All'interno dell'*hub* si gode quindi della flessibilità di avere diverse stanze o spazi più condivisibili.

Questa versatilità consente di modificare facilmente la funzione di ciascuna stanza interna, garantendo una dinamicità non scontata.

Grazie ai tavoli componibili, si possono andare a creare una varietà di configurazioni, trasformando lo spazio: grandi e lunghi tavoloni per incontri più estesi, postazioni più ristrette per discussioni a gruppi o singoli tavoli per momenti individuali. La stessa flessibilità si applica al divano componibile, consentendo alle persone di rilassarsi comodamente su un unico divano o di creare postazioni singole per discussioni più intime.

Una delle decisioni cruciali affrontate è stata la selezione dei materiali destinati all'*hub*.

Come sottolineato in varie occasioni, la percezione dello spazio è profondamente influenzata dai colori utilizzati su pareti, pavimenti e coperture. Abbiamo deliberatamente optato per l'utilizzo del legno negli spazi destinati ai colloqui, abbinando colori organici come il verde e il marrone.

Qui sotto vengono riportati alcuni esempi di colori che abbiamo individuato, adatti per un ambiente socio-sanitario.

Tale selezione non è frutto del caso, ma, si basa su studi approfonditi,

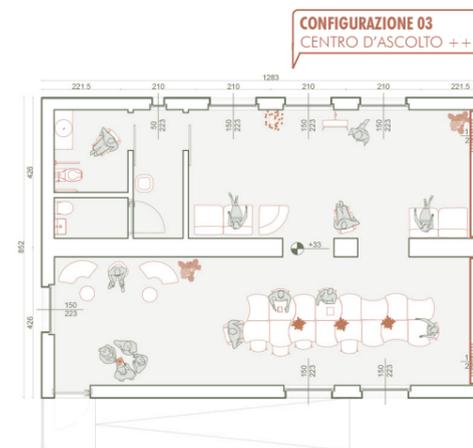
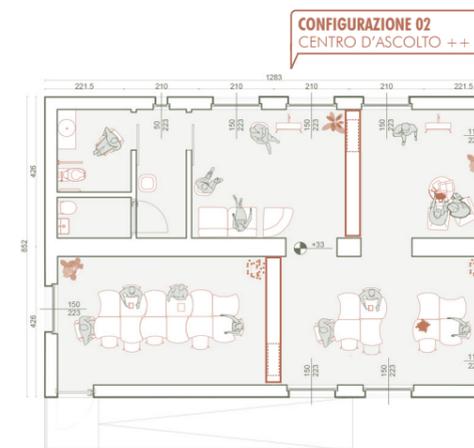
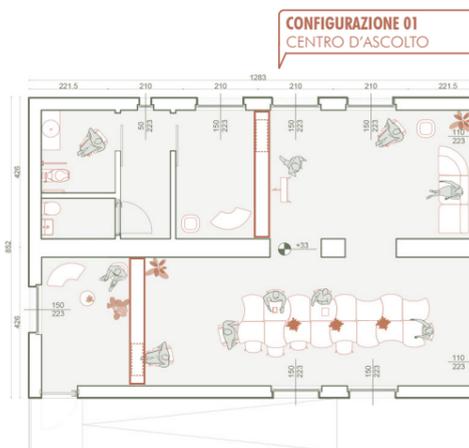
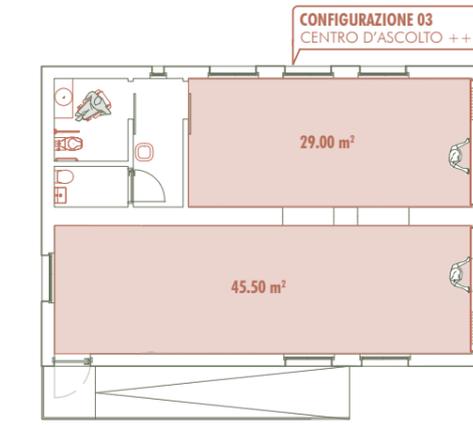
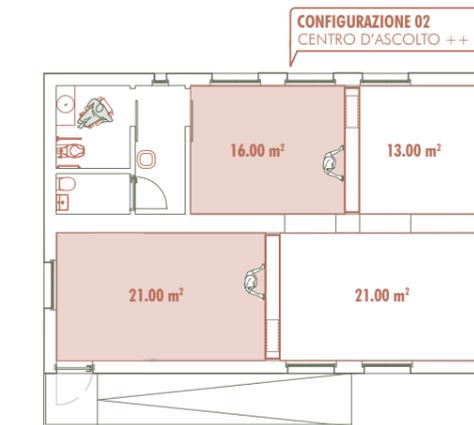
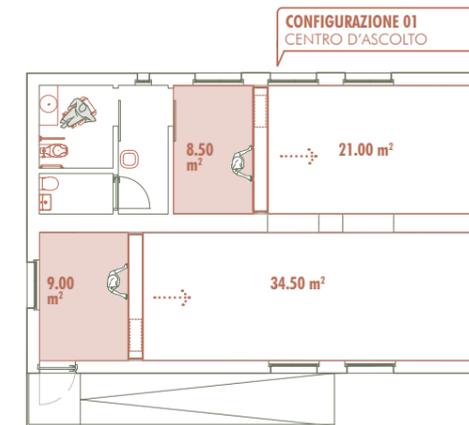


Figura 08.2: Configurazioni pareti mobili - centro d'ascolto

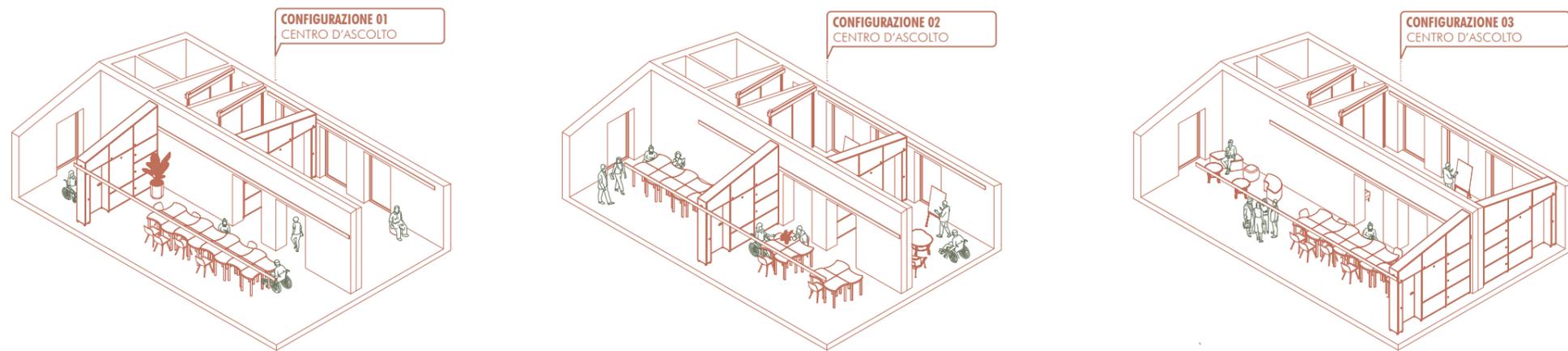


Figura 08.3: Concept 3D configurazioni pareti mobili - centro d'ascolto

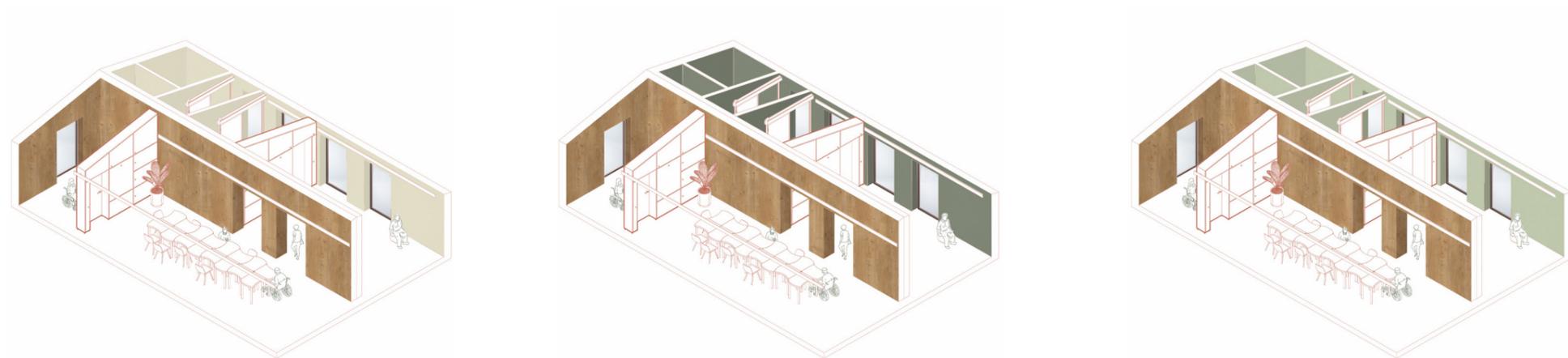


Figura 08.4: Concept 3D - configurazioni colori pareti - centro d'ascolto configurazione 01

prendendo ispirazione da esperienze come quella di Cucinella nei contesti ospedalieri (si veda: Centro socio-sanitario residenziale per i portatori di disabilità "Nuovo Picchio" di San Felice sul Panaro), nonché da casi studio di centri d'ascolto.

La scelta del legno come materiale predominante è stata guidata non solo dalle sue caratteristiche estetiche e strutturali, ma, anche dalle sue qualità olfattive distintive e tattili.



Figura 08.5: Colori e materiali finiture - alcuni esempi

Il profumo avvolgente del legno e la sua percezione al tatto contribuiscono a creare un'atmosfera accogliente e rilassante all'interno degli spazi anche per i non vedenti.

Questa componente sensoriale è stata attentamente considerata per arricchire l'esperienza degli utenti.

Parallelamente, la selezione di colori organici, come il verde e il marrone, è stata intenzionale e mira a instaurare un forte collegamento con la natura circostante.

Questa scelta cromatica non solo dona agli ambienti una sensazione di calore e armonia, ma, crea anche un legame simbolico con gli elementi naturali.

Così come per gli interni, come già accennato nella parte relativa al concept di progetto, i rivestimenti esterni sono stati pensati in legno di larice.

Anche gli arredi seguono la medesima filosofia, presentando colori organici e naturali che stimolano sensazioni positive nel cervello, accompagnati da forme organiche.

Un'unica eccezione permane nello spazio bagno, il quale, pur adottando un parquet appositamente trattato per ambienti umidi, non presenta pareti in legno per motivi igienici.

Per garantire la continuità nella produzione e posa dei moduli, gli spazi adiacenti al bagno, lungo l'asse delle ascisse, sono rivestiti con intonaco anziché legno.

Sempre per il progetto architettonico si è deciso di studiare attentamente anche come garantire l'illuminazione naturale.

I serramenti, concepiti con un'altezza di 2.20 metri, sono stati studiati per garantire un'ampia visibilità verso l'esterno, permettendo alla luce naturale di penetrare profondamente all'interno degli ambienti.

Questa scelta non solo crea un collegamento visivo con l'esterno, ma, contribuisce anche a creare un ambiente luminoso e accogliente.

Inoltre, i serramenti svolgono un ruolo cruciale nella ventilazione naturale degli spazi interni. Sono stati selezionati serramenti appositamente progettati per favorire una ventilazione meccanica naturale, ad esempio, utilizzando soluzioni come il sistema del marchio *Internorm*. Questa decisione non solo ottimizza il comfort ambientale, ma, promuove anche la sostenibilità, riducendo la dipendenza da sistemi di climatizzazione artificiali.

Un elemento distintivo di questa progettazione è stata la decisione di utilizzare materiali diversi per i serramenti rispetto ai rivestimenti interni. Mentre i rivestimenti interni sono realizzati per lo più in legno, che conferisce calore e accoglienza agli ambienti, i serramenti sono realizzati in un materiale diverso.

Questa variazione materica è stata attentamente ponderata per creare un contrasto di colori sia all'interno che all'esterno, aggiungendo profondità visiva agli spazi.

L'uso di materiali differenti per i serramenti, quali PVC e alluminio, contribuisce ad evitare la monotonia visiva, impedendo che l'intero ambiente risulti eccessivamente "piatto".

Ogni elemento contribuisce in modo sinergico a creare un ambiente che riflette la coerenza e l'intenzione di mettere in relazione neuroscienze e architettura, offrendo un'esperienza spaziale equilibrata e armoniosa.

In definitiva, il nostro progetto architettonico si configura come un tutt'uno coeso e organico, dove la sua logica si applica con coerenza e continuità a qualsiasi tipo di funzione. I principi dettagliati nei paragrafi precedenti

costituiscono la bussola guida per la progettazione, mantenendo la loro rilevanza e applicabilità in ogni fase del processo.

Dall'attenzione dedicata ai materiali interni alla concezione degli spazi esterni, ogni decisione e scelta di *design* si inserisce in un quadro unificato.



Figura 08.6: Render interno - hub centro di ascolto

Analisi neuroscientifiche legate al progetto architettonico

Come abbiamo sempre accennato, è stato per noi un passo fondamentale ragionare sugli aspetti neuroscientifici legati all'architettura.

Ma come è possibile verificare come viene percepito lo spazio?

Negli ultimi anni si sono sviluppate tecnologie per cui è possibile, tramite alcuni test, far percepire lo spazio alle persone grazie all'utilizzo di visori (VR - virtual reality), che permettono di percepire l'ambiente in fase di progetto come se ci fossi davvero dentro.

Purtroppo, durante questo percorso non abbiamo avuto il tempo di finalizzare le nostre ricerche in questo campo con questa tipologia di strumentazioni, ma, avendone la possibilità speriamo in futuro di poter ampliare quanto fatto all'interno di questa tesi.

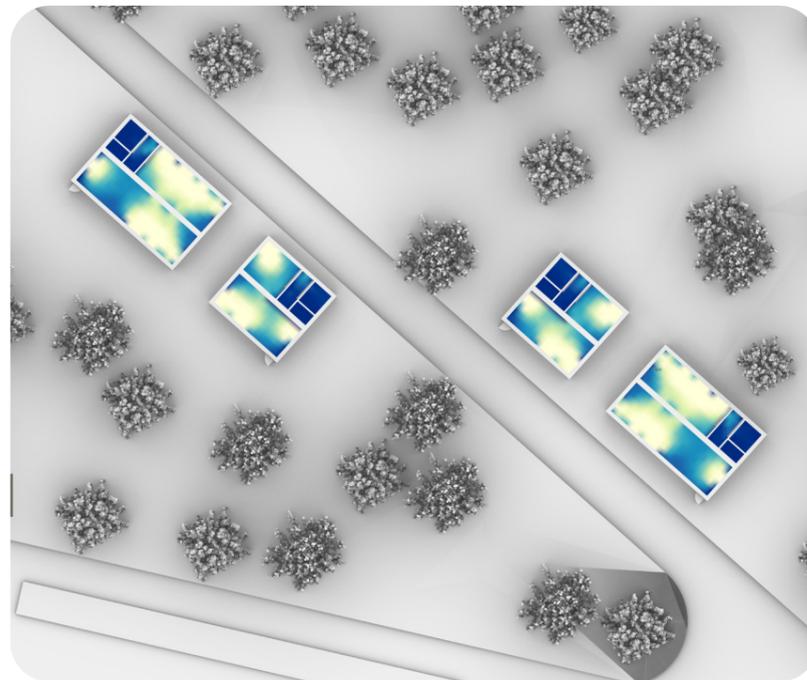
Non per questo comunque non abbiamo effettuato analisi. Anzi, grazie all'utilizzo del programma *Climate Studio*, che si pone in relazione (interoperabilità) con i programmi BIM *Revit* e *Rhino*, siamo state in grado di fare uno studio sull'effettiva qualità visiva dei nostri ambienti.

Come sempre abbiamo preso in considerazione un'area specifica, ovvero quella dedicata alla "salute mentale".

Essendo i moduli posizionati all'interno di una zona verde, completamente naturale, il programma (che verifica i parametri richiesti dalla certificazione *LEED 4.1*) ci ha attribuito 1 credito, ovvero due punti.

A lato riportiamo i risultati delle analisi.

1 credit
Un credito attribuito secondo **LEED v4.1 - Quality Views**



ZERO % VISIBILITÀ

ALTA % VISIBILITÀ

Figura 08.7: Risultati grafici qualità visiva - zona salute mentale

Cosa sono i crediti LEED?

I crediti *LEED 4.1* si riferiscono a un sistema di valutazione e certificazione ambientale per gli edifici, sviluppato dal *U.S. Green Building Council (USGBC)*. Il termine "*LEED*" sta per *Leadership in Energy and Environmental Design* ed è un simbolo riconosciuto a livello mondiale.

La versione 4.1 delle certificazioni *LEED* è una versione aggiornata del sistema *LEED*, che include una serie di criteri e requisiti per la progettazione, la costruzione e il funzionamento di edifici sostenibili. Questa versione si concentra sull'efficienza energetica, sull'uso responsabile dell'acqua, sulla scelta di materiali sostenibili, sulla qualità ambientale interna e su altre aree chiave che contribuiscono a ridurre l'impatto ambientale degli edifici.

I crediti *LEED 4.1* sono punti che possono essere guadagnati attraverso varie pratiche sostenibili implementate durante il processo di progettazione e costruzione di un edificio. Questi crediti coprono una vasta gamma di aree, tra cui efficienza energetica, qualità dell'aria interna, uso di materiali sostenibili, gestione del ciclo di vita dell'edificio e molto altro ancora.

Ottenere una certificazione *LEED 4.1* implica il soddisfacimento di un certo numero di crediti in base al tipo di edificio e alla sua destinazione d'uso. Questa certificazione fornisce un riconoscimento ufficiale dell'impegno verso la sostenibilità e può offrire vantaggi come risparmi sui costi operativi, miglioramento della reputazione aziendale e contributo alla tutela dell'ambiente.

Qual è l'intento nel raggiungimento di "viste di qualità"?

Sicuramente l'obiettivo è quello di fornire agli occupanti di un edificio un collegamento con l'ambiente naturale esterno, fornendo appunto delle viste di qualità. Questo criterio è direttamente in relazione con la qualità dell'ambiente interno.

Requisiti sono: fornire agli occupanti dell'edificio una vista sull'ambiente naturale o urbano esterno per il 75% di tutta la superficie regolarmente occupata.

Le viste devono avvenire attraverso un vetro con una trasmissione della luce visibile (VLT) superiore al 40%

Le visualizzazioni devono includere almeno uno dei seguenti elementi: natura, monumenti urbani o arte; o oggetti ad almeno 25 piedi (7.5 metri) dall'esterno della vetrata.

Gli occupanti devono avere accesso diretto alla vista e trovarsi entro tre volte l'altezza della testa della vetrata.¹



Figura 08.8: Us gbc, Quality views

¹ Us gbc, Quality views, <https://www.usgbc.org/credits/new-construction-core-and-shell-schools-new-construction-retail-new-construction-data-81?return=/credits/New%20Construction/v4.1>

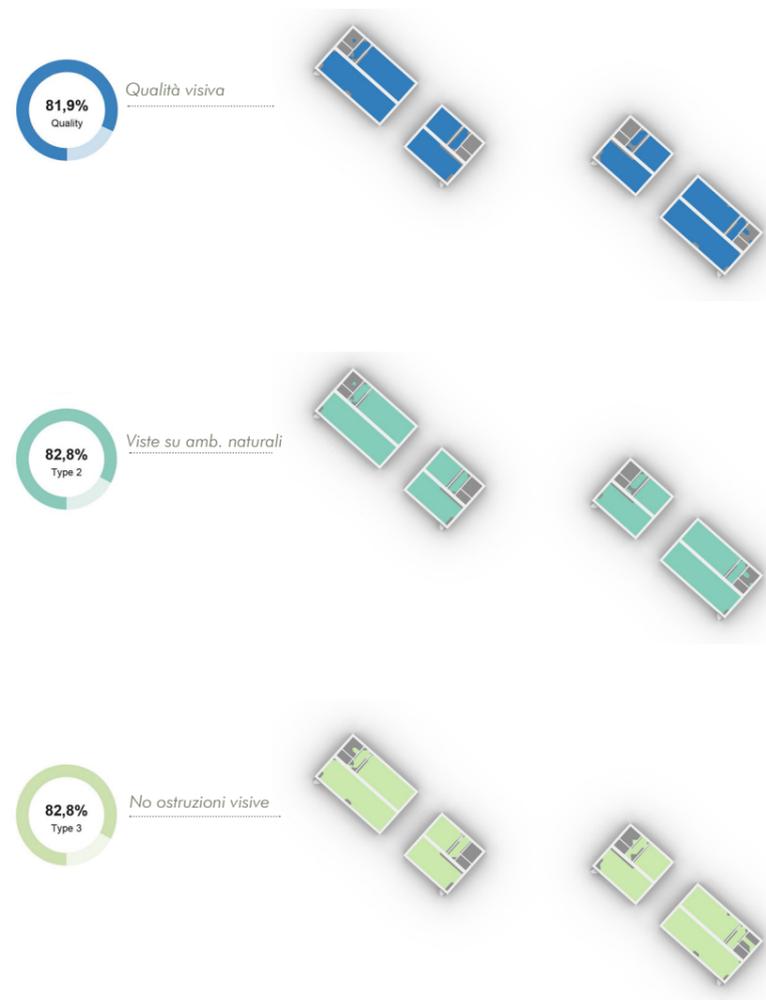


Figura 08.9: Risultati grafici qualità visiva - edifici salute mentale

Come si può notare dalle rappresentazioni a lato, la percentuale di qualità visiva è molto alta, ovvero 81.9%, il che significa che si ha una vista sull'ambiente esterno su più del 75% della superficie calpestabile e utilizzata dai cittadini.

Inoltre, il credito che ci è stato attribuito deriva dal fatto che la visuale è su un ambiente naturale e non su elementi di basso "godimento" visivo.

Abbiamo verificato, a persiane aperte, che non si sono ostruzioni visive (82.8% - vista non ostruita). Nel caso in cui avessimo fatto l'analisi con le persiane a gomito completamente chiuse i risultati sarebbero stati differenti.

Possiamo affermare che la verifica della qualità visiva dello spazio ha dimostrato che il nostro ambiente è ottimo dal punto di vista del comfort interno.

L'approccio neuroscientifico all'architettura ci ha profondamente interessato e rappresenta un aspetto fondamentale, soprattutto quando si progettano ambienti con finalità terapeutiche. Anche negli ospedali, è comune creare aperture che si affacciano su paesaggi verdi, riconoscendo l'importanza del contatto con la natura per il benessere dei pazienti.

Inoltre, in situazioni di emergenza come durante un attacco bellico, le nostre strutture sono progettate per garantire sicurezza. In caso in cui fosse necessario creare spazi sicuri e chiusi, le persiane a gomito consentono una rapida chiusura rispetto allo spazio esterno, offrendo protezione e tranquillità ai nostri occupanti. In questi casi non si avrebbe una visuale sullo spazio esterno perché si metterebbe in primo piano la sicurezza dell'occupante.



Figura 08.10: Render interno - hub salute mentale

08.2 Progetto tecnologico

Ad oggi, durante l’approccio alla progettazione degli edifici, si tende a cercare costantemente nuove soluzioni tecnologiche per migliorare l’efficienza, la sicurezza e la sostenibilità delle strutture.

Quindi, una delle cose da non tralasciare è lo studio di tutti gli organi, delle componenti di un’architettura. Gli involucri edilizi, infatti, indipendentemente dalla tecnologia utilizzata, sono diversi, i principali sono:

- **Chiusure verticali:** sono collocate esternamente e hanno il compito di “proteggere” l’edificio dai problemi che possono giungere dall’esterno, attraverso la realizzazione di una sorta di filtro per rumori e intemperie.
- **Partizioni verticali:** hanno il compito di creare differenti spazi e isolare acusticamente. Se non ci fossero pareti interne si avrebbe un unico spazio *open space*.
- **Chiusure orizzontali:** la cui funzione principale è quella di separare l’ambiente interno dal terreno sottostante e quindi evitare problematiche come umidità e risalita dell’acqua.
- **Chiusure superiori:** i pacchetti tetto permettono di isolare termicamente e di proteggere l’edificio da eventi meteorologici, garantendo quindi la sicurezza dell’individuo
- **Elementi vetrati:** questi possono avere differenti caratteristiche, ovvero essere caratterizzate da vetri singoli, doppi vetri o tripli vetri. Di fatto la scelta di questi “organi” è di fondamentale importanza per poter garantire un’elevata efficienza energetica.

L’obiettivo del progetto tecnologico è quello di definire le singole parti che vanno a comporre l’edificio nel dettaglio, definendone le proprietà e le caratteristiche singole.

Il comfort dell’utente è sicuramente la base su cui prendere tutte le decisioni, ma, non bisogna neanche sottovalutare l’efficienza energetica dell’edificio. Di fatto bisogna essere in grado di diminuire le dispersioni di calore (da ambienti interni verso ambienti esterni) e allo stesso tempo proteggere dalle temperature elevate che si possono verificare soprattutto nei periodi estivi.

Non da meno, soprattutto nel nostro caso, bisogna essere anche in grado di isolare acusticamente dai suoni esterni, ma, anche isolare tra i singoli ambienti interni.

Un aspetto che deve essere verificato, e che noi abbiamo valutato attraverso il software *Termolog* è la condensa interna che può andare a creare numerose problematiche come muffe, ma, anche problemi estetici e strutturali all’edificio. Il programma valuta se l’isolamento che viene ipotizzato riesce a garantire assenza di condensa interstiziale e se il pacchetto presenta uno sfasamento termico adeguato in base alla zona termica scelta per le analisi. Da un punto di vista normativo per effettuare le verifiche in fase di progettazione tecnologica si fa normalmente riferimento ad alcune regole specifiche, tra cui:

EN ISO 13788: Fornisce metodi di calcolo per determinare: a) la temperatura superficiale interna di componenti o elementi edilizi al di sotto della quale è probabile la crescita di muffe, in funzione della temperatura e dell’umidità relative interne; il metodo può essere anche utilizzato per la previsione del rischio di altri problemi di condensazione superficiale b) la valutazione del rischio di condensazione interstiziale dovuta alla diffusione del vapore acqueo.¹

UNI EN ISO 6946/2018: La norma fornisce il metodo per il calcolo della resistenza termica e della trasmittanza termica dei componenti e degli elementi per edilizia, escluse le porte, le finestre e altre parti vetrate, le facciate continue, i componenti che implicano uno scambio termico con il terreno e i componenti in cui è previsto che l’aria possa circolare. Il metodo si applica ai componenti e agli elementi costituiti da strati termicamente omogenei (che possono includere intercapedini d’aria).²

Pacchetti tecnologici

Nella progettazione dei pacchetti tecnologici si è posta particolare attenzione alla scelta di elementi che in qualche modo riducessero l’impatto ambientale, ma, che allo stesso tempo garantissero le prestazioni desiderate.

Infatti,, si è cercato di utilizzare materiali per lo più naturali, cosa che dovrebbe diventare una prerogativa standard nelle nuove progettazioni, questo perché il settore dell’edilizia ha un impatto significativo sull’inquinamento globale, e di conseguenza bisognerebbe prendere come una grande opportunità l’utilizzo di nuove tipologie di materiali biogenici.

Da sottolineare che i materiali sono stati scelti per permettere l’assemblaggio in stabilimento e in sito “a secco”, limitando l’utilizzo di materiali come il cemento.

Analizzando le stratigrafie si può osservare:

Elementi verticali

Struttura in legno che garantisce elevate proprietà di resistenza meccanica e un’elevata percentuale di stoccaggio di kg C, compensando così le emissioni nell’ambiente.

Il fissaggio tra gli elementi avviene tramite viti e chiodi, quindi, l’utilizzo di soli giunti meccanici favorisce una modifica futura e può permettere un riciclaggio o riutilizzo degli elementi che compongono la stratigrafia (allungandone il ciclo di vita).

Pannelli OSB sono posti ai due lati della struttura a telaio in legno lamellare, e fungono quindi da elementi di controvento.

I **rivestimenti interni** delle partizioni verticali sono composti da pannelli in legno di abete caratterizzati da una propria sotto-struttura, e in alternativa anche intonaco colorato. Gli intonaci utilizzati sono resistenti all’umidità, e quindi è permesso l’utilizzo sia che si tratti di un bagno sia che si tratti di uno spazio comune.

Listelli verticali in legno di larice sono stati utilizzati per i **rivestimenti esterni**, fissati ad una sotto-struttura in legno sempre grazie ad elementi a vite. In questo modo, è possibile rimuovere alcuni pezzi in caso di usura o rottura. In generale, i rivestimenti in legno utilizzati sono stati selezionati prestando attenzione alla provenienza, cercando di preferire materiali provenienti da vicini paesi europei, cercando di evitare le emissioni per il trasporto.

Copertura

Il **rivestimento esterno di copertura**, tipo *Riverclack*, in alluminio grigio scuro è stato scelto per la sua velocità di installazione in stabilimento (facile incastro tra le parti) e per la facile manutenzione. Il rivestimento della copertura ha un passo che varia tra i due tipi di moduli base (A/B, C). Internamente, l’elemento di chiusura superiore è caratterizzato da una listellatura in legno di abete che segue la direzione dell’inclinazione del tetto.

Chiusura inferiore

Caratterizzata da un elemento portante in *XLAM (CLT - Cross Laminated Timber)* a cinque strati da 2 cm l’uno, utilizzato come parte strutturale di base.

Rivestimento superiore in parquet ad incastro laminato, orientato come i listelli di copertura.

¹ UNI, UNI EN ISO 13788:2013, <https://store.uni.com/uni-en-iso-13788-2013>

² UNI, UNI EN ISO 6946:2018, <https://store.uni.com/uni-en-iso-6946-2018>

In generale:

Gli **strati isolanti** degli elementi tecnologici sono in fibra di canapa per le partizioni verticali e in fibra di legno per tutte le altre stratigrafie. In particolare, parte dell'isolante della copertura (10 cm) e l'isolamento della chiusura inferiore sono in fibra di legno ad alta densità, per permettere di avere un pannello più rigido e quindi più resistente a urti e carichi. Si è deciso di prediligere isolanti di tipo naturale e poco incisivi sull'ambiente.

Le guaine sono resistenti all'acqua e all'umidità ed evitano la formazione di condensa e muffa sugli altri elementi del pacchetto tecnologico.

L'intercapedine interna permette la ventilazione, sia in copertura sia all'interno delle pareti. Per permettere la ventilazione nelle chiusure verticali la parte di sotto-struttura che va a sorreggere il rivestimento esterno è posizionata in modo tale da permettere comunque la ventilazione. Ovvero, in merito all'ultimo punto, la sotto-struttura è sfalsata in modo da creare dei passaggi d'aria.

La realizzazione di questa parte areata permette l'inserimento e passaggio di alcuni elementi impiantistici, tra cui i pluviali di raccolta dell'acqua.

Nelle pagine seguenti vi mostriamo le stratigrafie, rappresentate sia in sezione verticale che orizzontale. Questo approccio, di tipo grafico, consente una comprensione più intuitiva dei materiali utilizzati all'interno del pacchetto tecnologico. Osservando le sezioni, infatti, è possibile visualizzare chiaramente la disposizione dei diversi strati e comprendere meglio la composizione complessiva della struttura progettata.

Per rendere più efficiente la consultazione, il numero di informazioni fornite all'interno delle tabelle riassuntive è stato ristretto. Tuttavia, per ottenere un quadro completo delle stratigrafie, è necessario fare riferimento alle tavole specifiche, ovvero le tavole 26-29.

Inoltre, oltre alla rappresentazione delle stratigrafie, è possibile trovare associata anche la verifica di condensa, che fornisce ulteriori dettagli sulle caratteristiche e sulle prestazioni dei materiali utilizzati.

Le specifiche dei materiali, i cui dati sono stati ricavati da schede tecniche, sono individuabili all'interno delle tavole precedentemente citate.

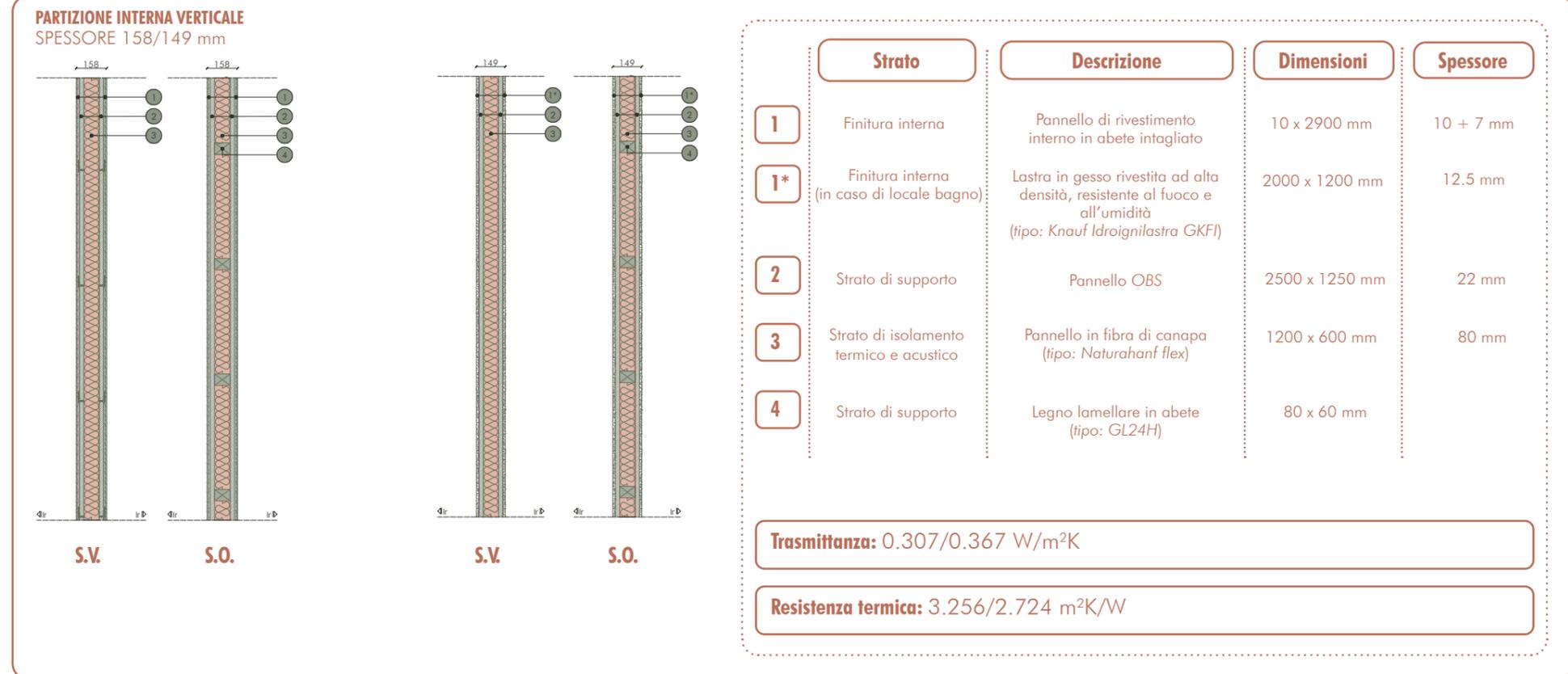


Figura 08.11: Partizione verticale

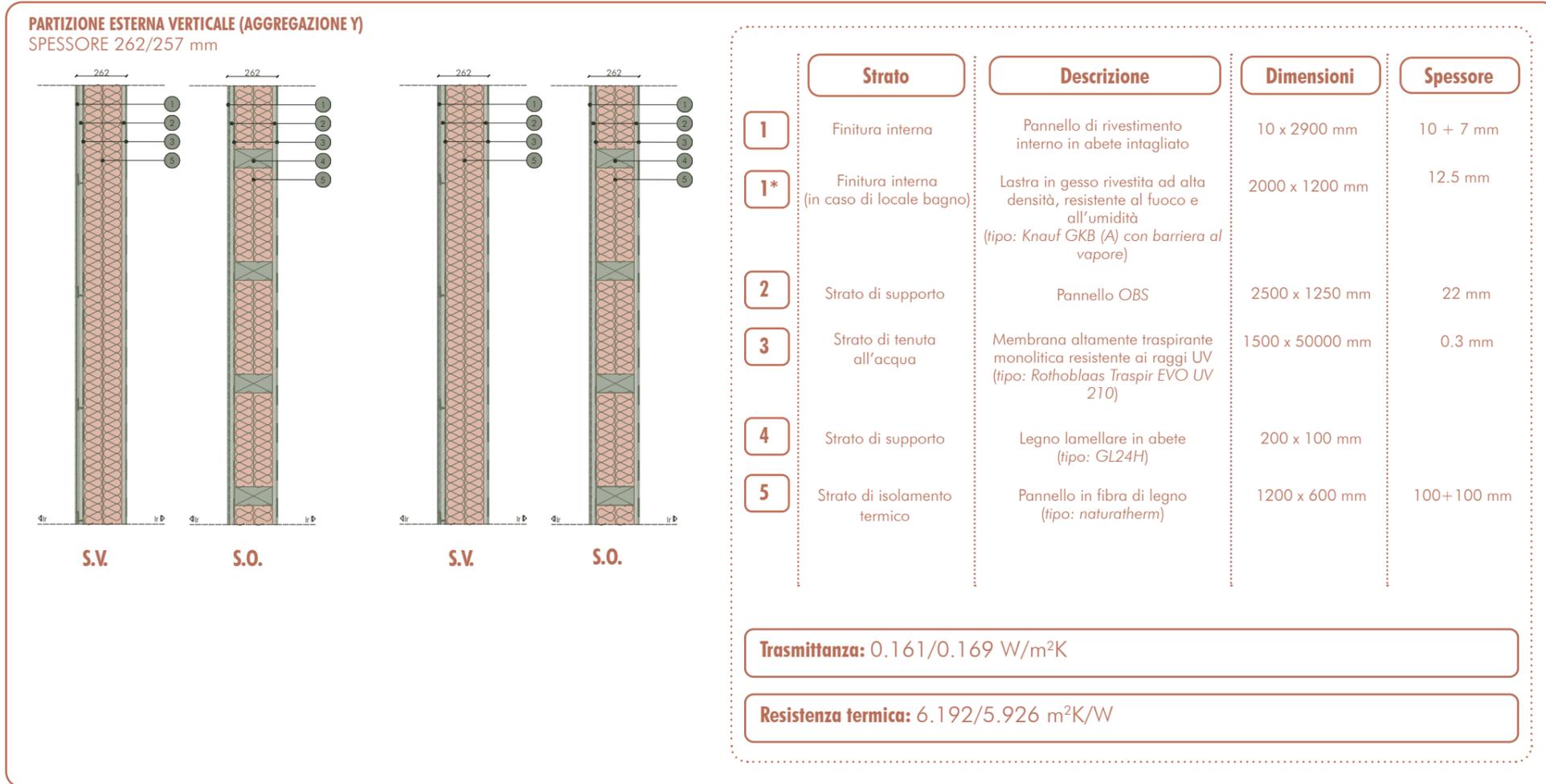


Figura 08.12: Partizione esterna verticale (aggregazione Y)

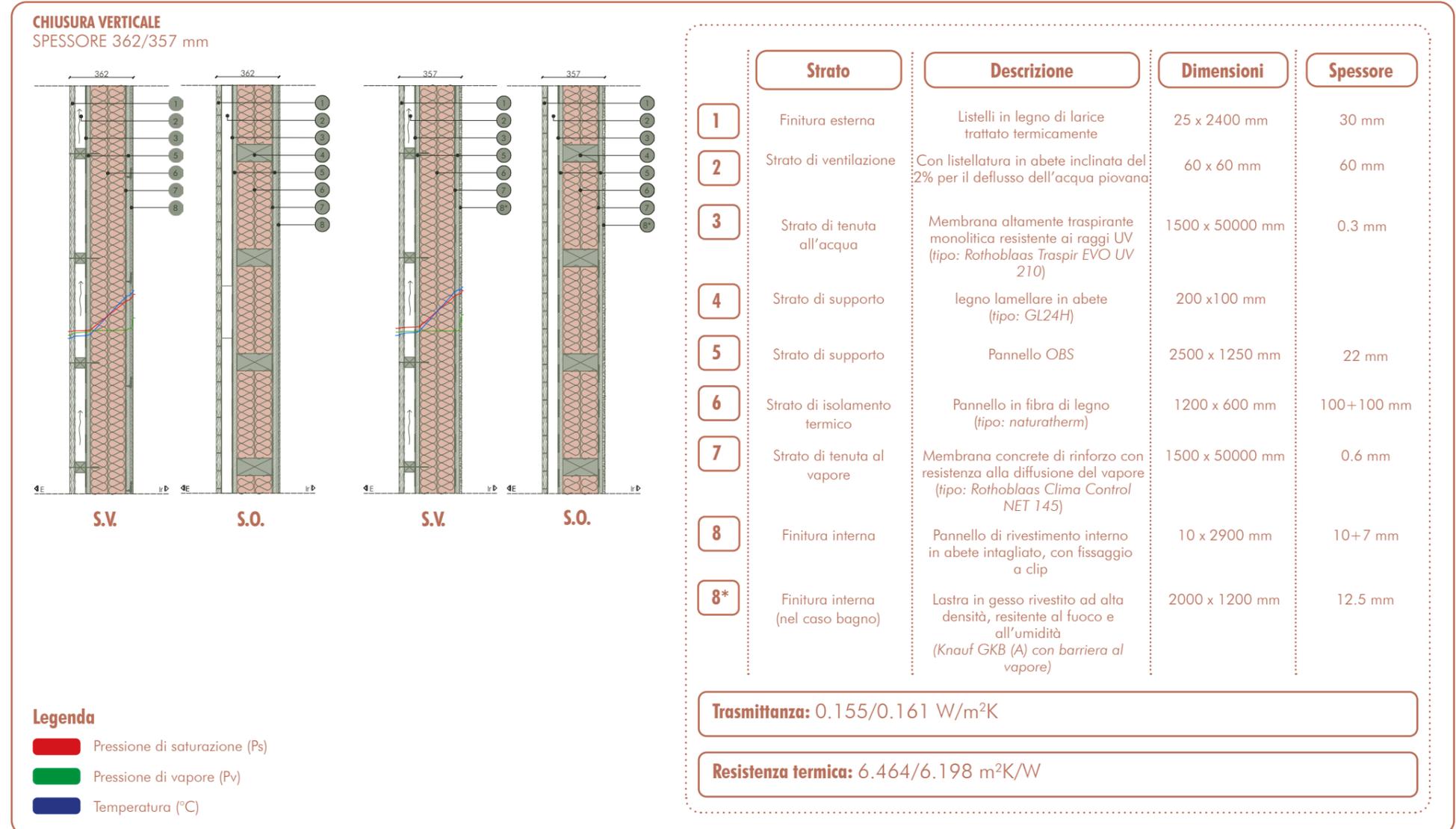


Figura 08.13: Chiusura verticale

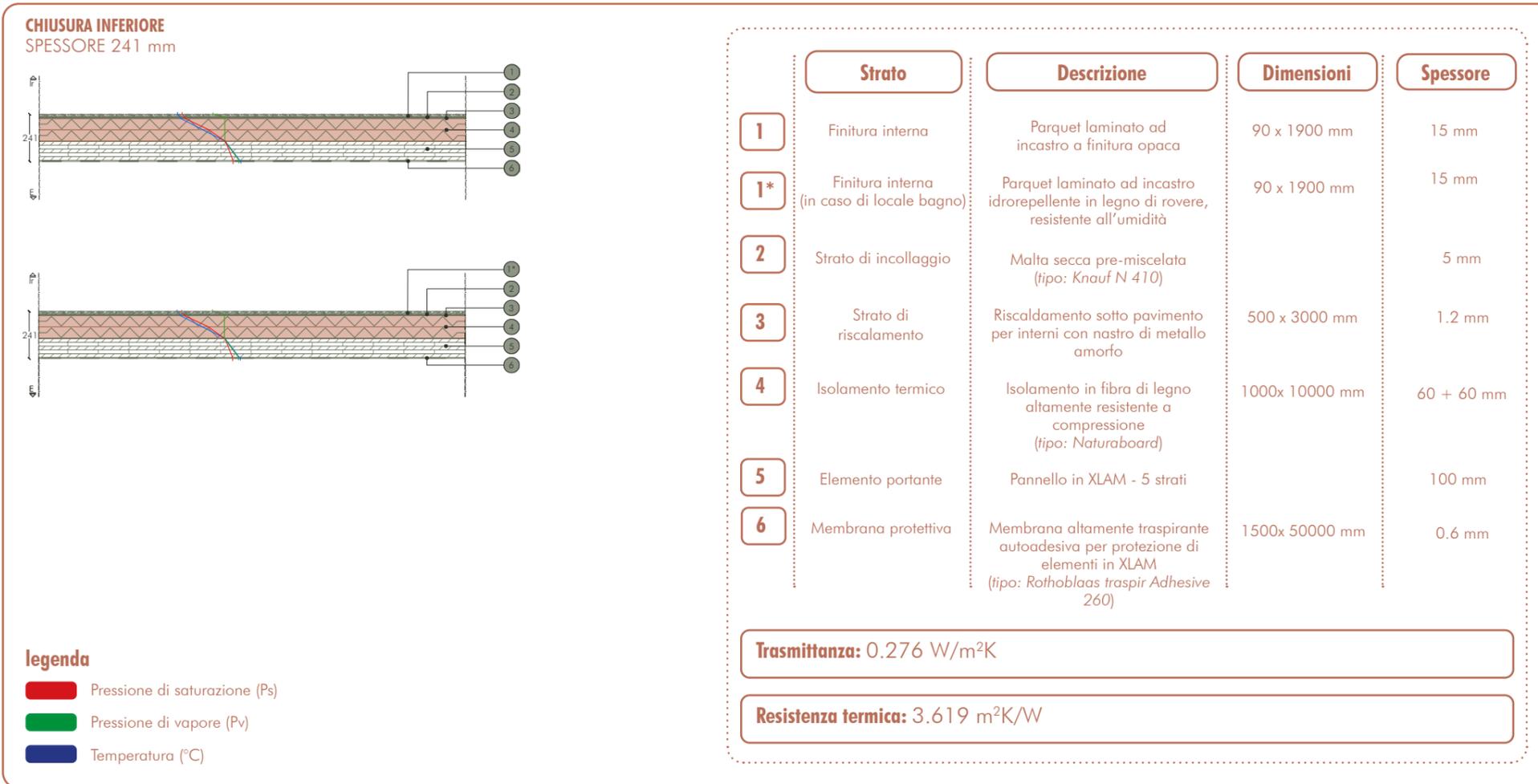


Figura 08.14: Chiusura inferiore

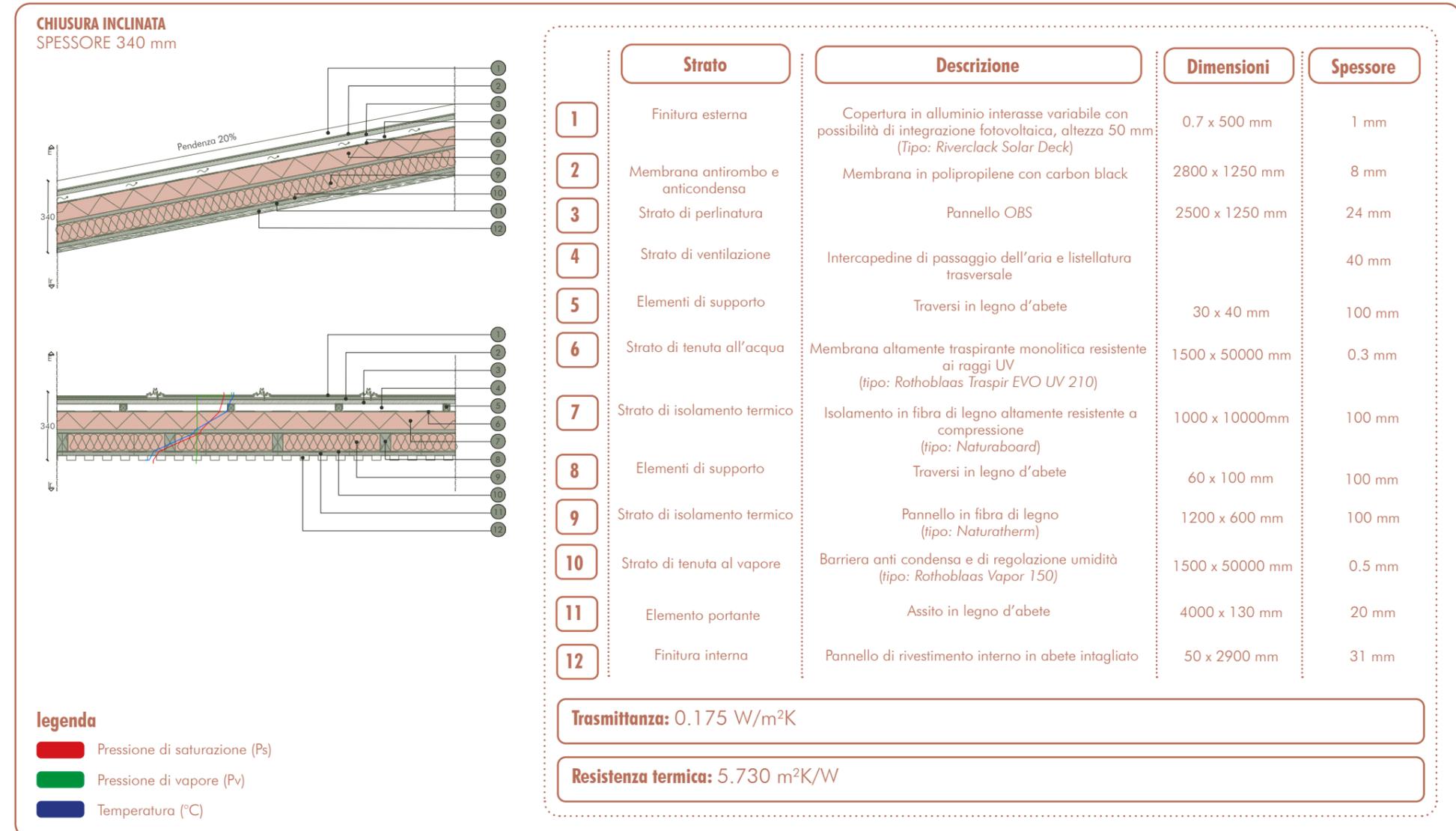


Figura 08.15: Chiusura inclinata

Dettagli costruttivi

La definizione delle stratigrafie è essenziale per comprendere l'interazione dei diversi materiali nei punti critici. L'efficienza dell'involucro e la resistenza dell'intera struttura dipendono principalmente dalla risoluzione dei nodi, dal posizionamento delle membrane, dalla prevenzione dei ponti termici e dall'assicurare la continuità degli strati isolanti.

L'edificio oggetto utilizza metodi semplici nelle varie connessioni, per favorire l'utilizzo di elementi prefabbricati. In particolare, si è scelto di valutare alcuni nodi dell'edificio, di cui riportiamo nella figure 08.19 - 08.21 due esempi esemplificativi del nodo di colmo e del nodo di gronda, mentre gli altri dettagli tecnologici vengono riportati nelle tavole di progetto.

- NODO VERTICALE 01: tavola 31
- NODO VERTICALE 02: tavola 32
- NODO VERTICALE 03: tavola 33
- NODO VERTICALE 04: tavola 34
- NODO VERTICALE 05: tavola 35
- NODO VERTICALE 06: tavola 36
- NODO VERTICALE 07: tavola 37
- NODO VERTICALE 08: tavola 38
- NODO ORIZZONTALE 01: tavola 39

Nelle pagine seguenti verranno mostrati alcuni dettagli costruttivi sia bidimensionali, sia tridimensionali per comprendere al meglio le tecnologie costruttive adottate.

Per maggiori dettagli e verifiche di presenza di ponti termici, muffa e condensa interstiziale si rimanda alle *tavole 31- 36*.

Data la prefabbricazione dei moduli direttamente in stabilimento, le rappresentazioni tridimensionali illustrano i metodi di connessione che avvengono in loco tra le diverse componenti dei moduli.

Si deve porre particolare attenzione alle pagine seguenti, dove sono mostrati i dettagli delle connessioni delle parti principali dell'edificio, inclusi chiusure verticali, orizzontali e inclinate.

Da sottolineare che, affinché il montaggio avvenga con elevata qualità, è necessario l'intervento di manodopera specializzata; tuttavia, volontari della zona possono comunque partecipare alle attività di costruzione.

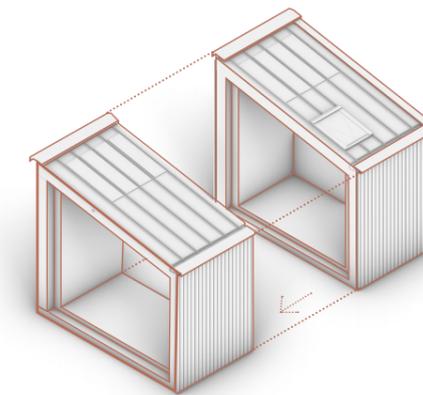
Le connessioni lungo l'asse y (vedi figura 08.18) presentano leggere variazioni nelle parti, richiedendo un sottile strato isolante (3 cm) per facilitare l'assemblaggio a "cassetta" tra i moduli.

Inoltre, per garantire una connessione corretta, è indispensabile l'inserimento di un elemento in legno lamellare che, tramite una piastra e viti, conferisce solidità alla struttura consolidando l'unione tra le parti.

Sempre in merito all'assemblaggio lungo l'asse y, (metodo di *aggregazione tipo plus*), gli elementi di lattoneria metallica presenti sul colmo vengono installati direttamente dagli operai in loco.

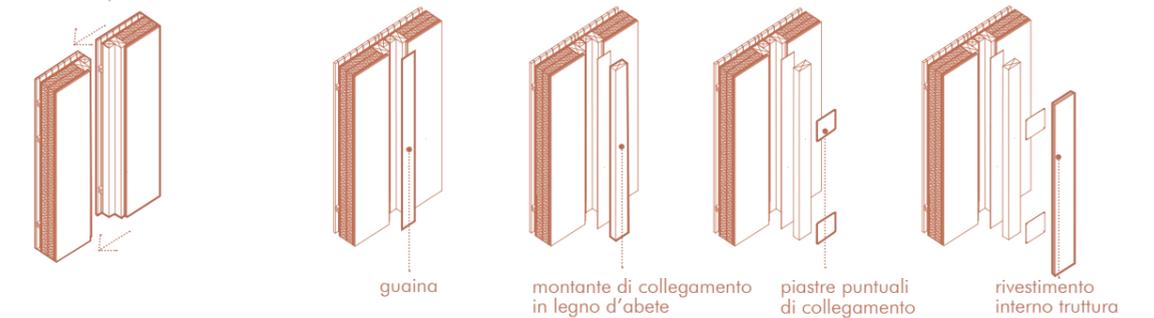
Per creare delle connessioni solidali nelle parti di fondazione, abbiamo deciso di effettuare delle connessioni in loco tra le viti flangiate e le travi in legno lamellare.

UNIONE DEI MODULI - fasi di posa in sito

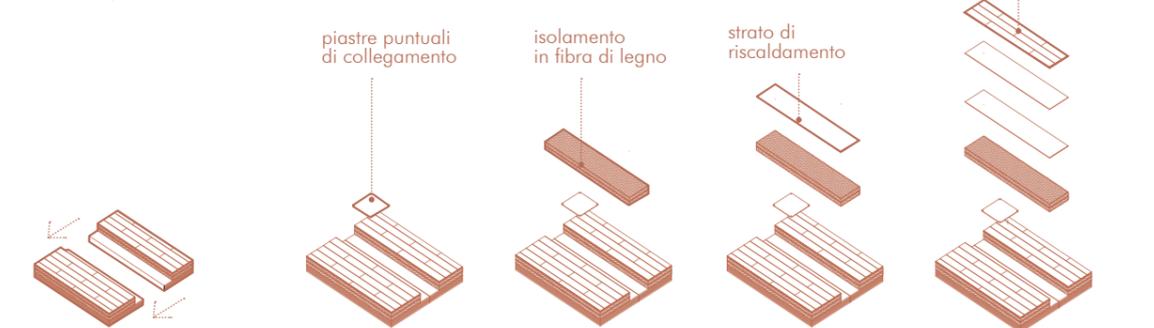


procedimento di unione a destra.....

01 UNIONE PARETI fasi di posa in sito



02 UNIONE PAVIMENTO fasi di posa in sito



03 UNIONE COPERTURA fasi di posa in sito

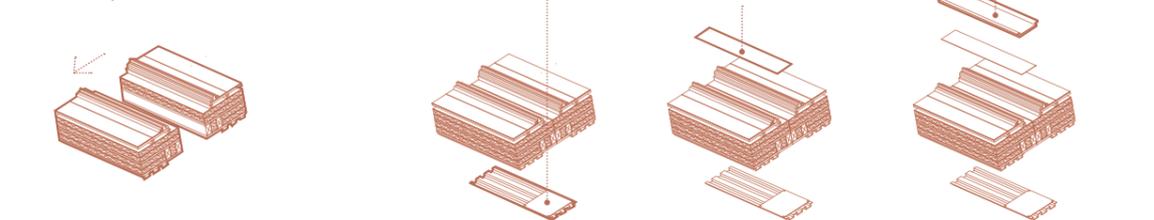


Figura 08.16: Fase di unione dei moduli

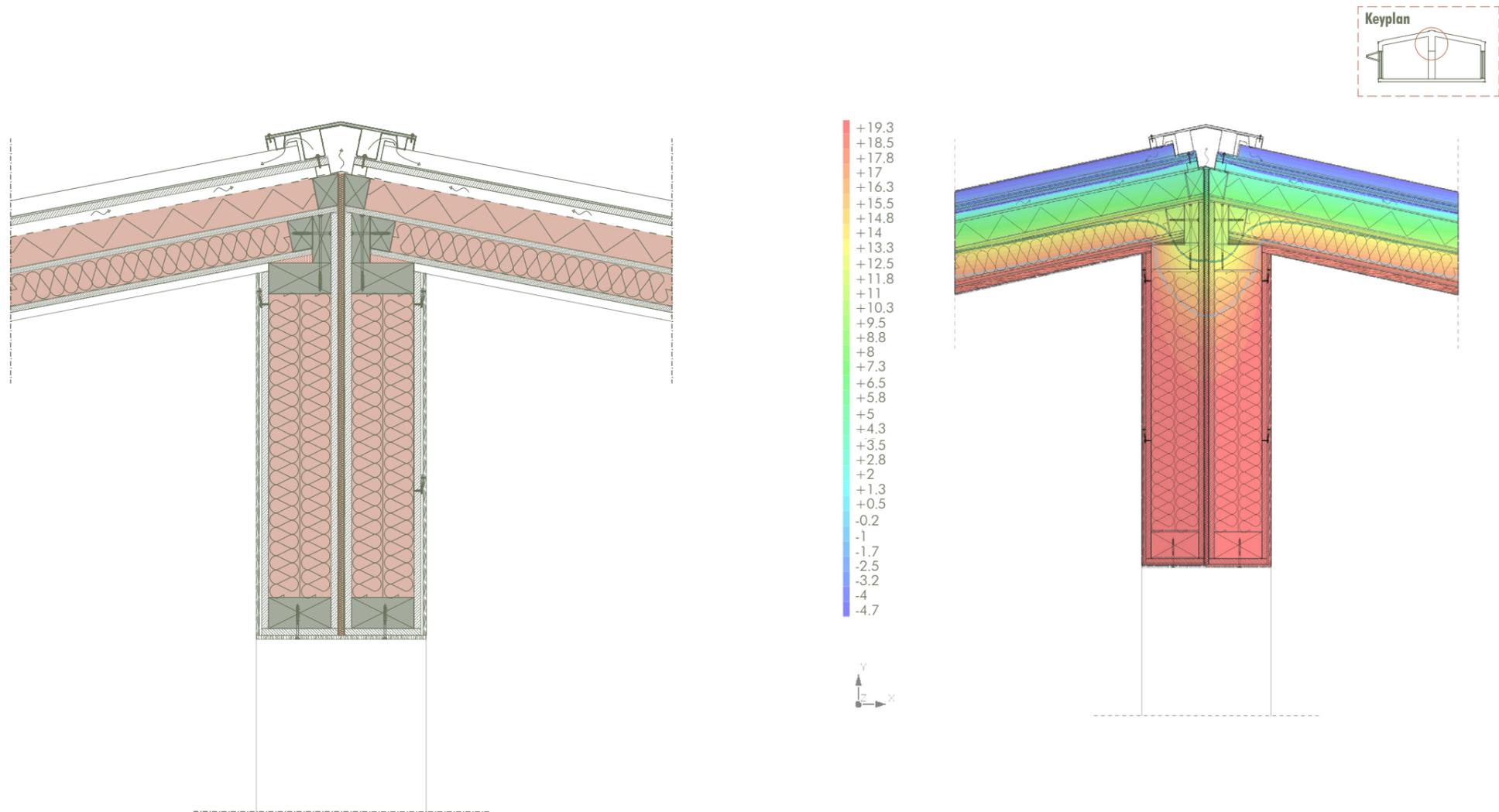


Figura 08.19: Nodo tecnologico verticale colmo metallico

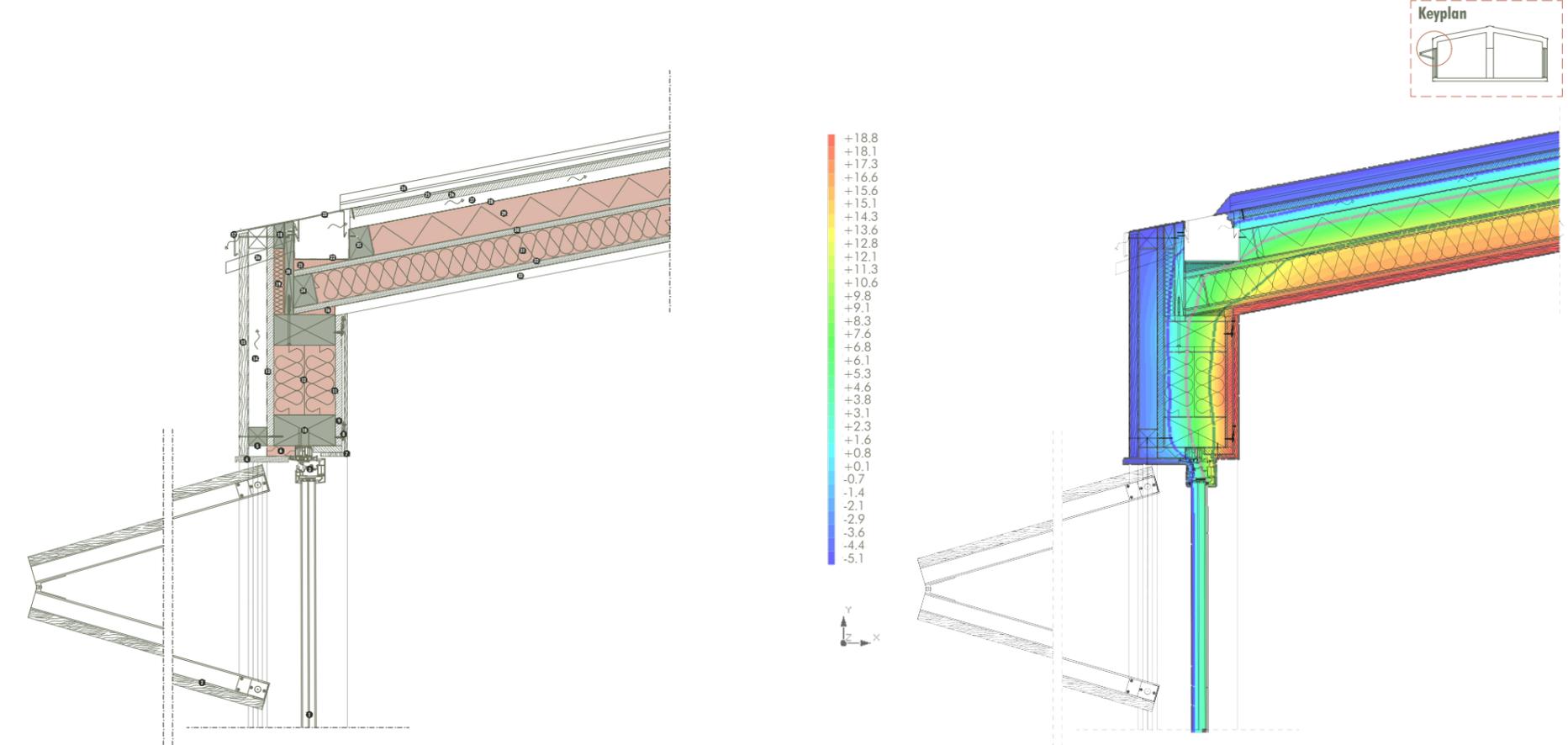


Figura 08.21: Nodo tecnologico verticale gronda - finestra

Figura 08.20: Verifica ponte termico nodo tecnologico verticale colmo metallico

Figura 08.22: Verifica ponte termico nodo tecnologico verticale gronda - finestra

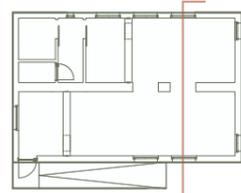
Sezioni esecutive

Come più volte citato, si è deciso di creare più moduli. I principi che hanno guidato la loro definizione in alzato e in pianta sono stati: "Possibilità di modificare il proprio assetto, adattandosi alle nuove funzioni e esigenze in modo agevole" e "Modularità di tutte le componenti".

I moduli identificati sono di tre tipologie: 1 modulo per l'utilizzo quotidiano con 2 pareti (TIPO C), 1 modulo per l'utilizzo quotidiano con 3 pareti (TIPO A), e 2 moduli bagno (TIPO B).

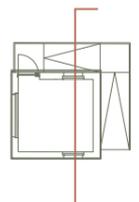
I moduli differiscono tra di loro per quanto riguarda la posizione e la dimensione delle aperture necessarie per la disposizione delle finestre.

Attraverso le sezioni esecutive-tecnologiche, è possibile analizzare in dettaglio la complessità delle nostre strutture e delle connessioni tra i moduli. Nei prossimi paragrafi, forniremo delle sezioni esecutive selezionate che includono i dettagli più significativi del progetto, in particolare quelli relativi ai nodi. Abbiamo scelto di rappresentare le sezioni includendo gli arredi e le persone al loro interno, al fine di chiarire anche le destinazioni d'uso. Qui a lato è possibile visualizzare i keyplan relativi alle diverse sezioni.



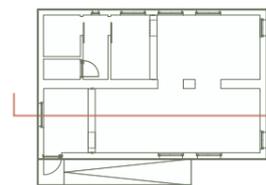
TIPO DI AGGREGAZIONE tipo plus
FUNZIONE centro d'ascolto

Figura xx: Keyplan centro d'ascolto



SEZIONE CC'
TIPO DI AGGREGAZIONE tipo standard
(modulo A + modulo A)
FUNZIONE centro d'ascolto mini

Figura xx: Keyplan centro d'ascolto mini



SEZIONE BB'
TIPO DI AGGREGAZIONE tipo plus
FUNZIONE centro d'ascolto

Figura 08.23: Keyplan centro d'ascolto

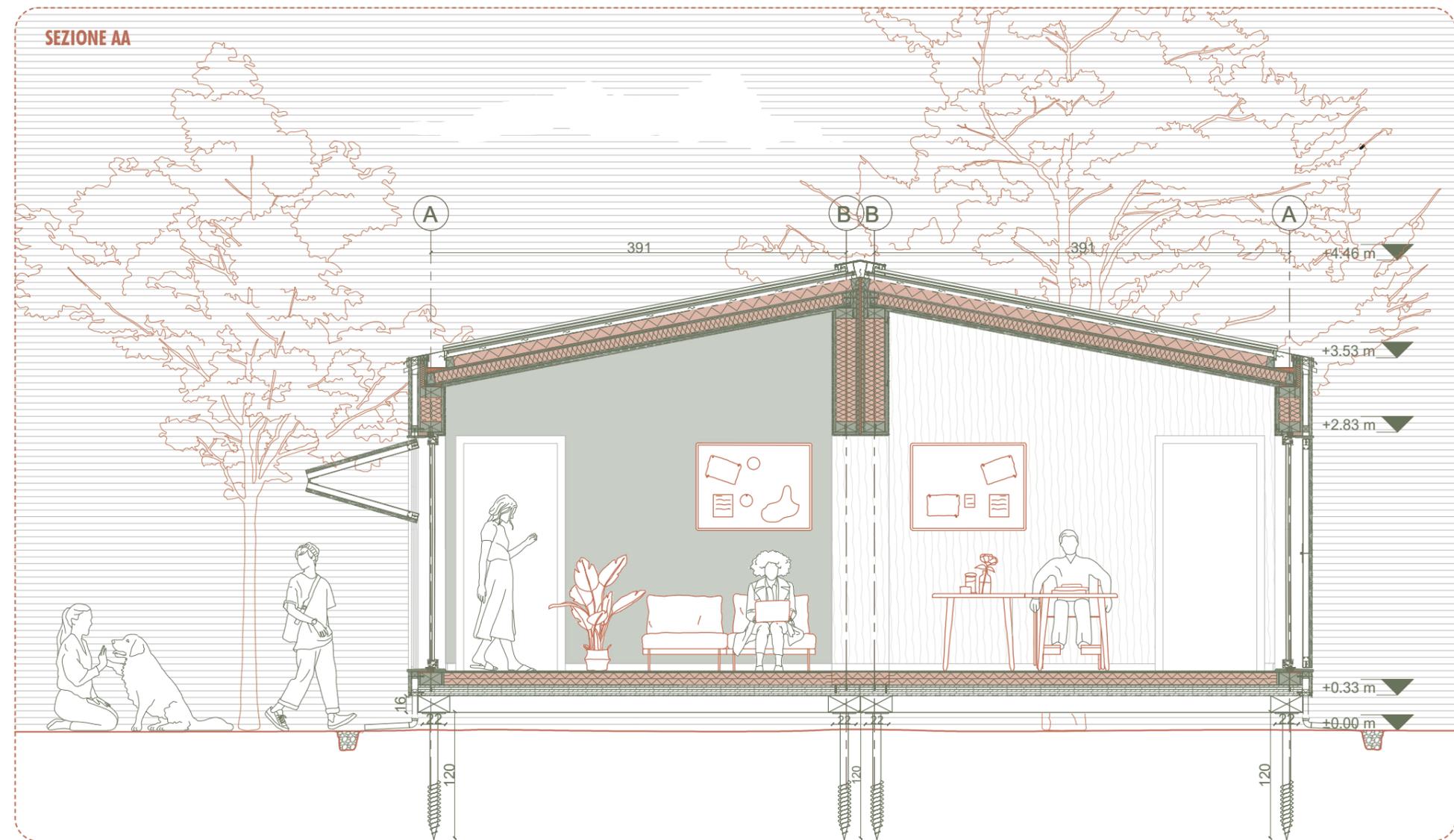


Figura 08.24: Sezione esecutiva AA'

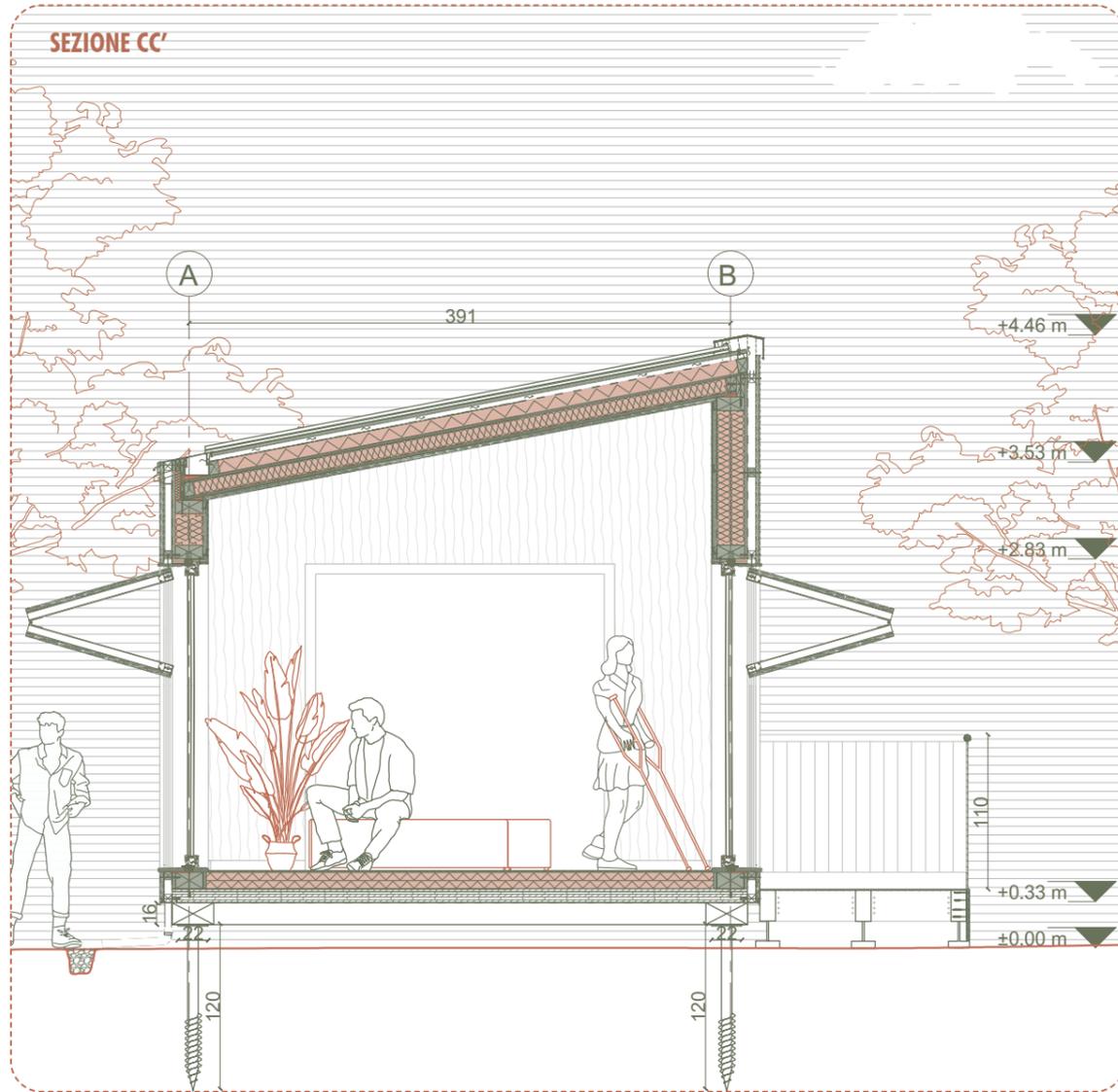


Figura 08.25: Sezione esecutiva CC'

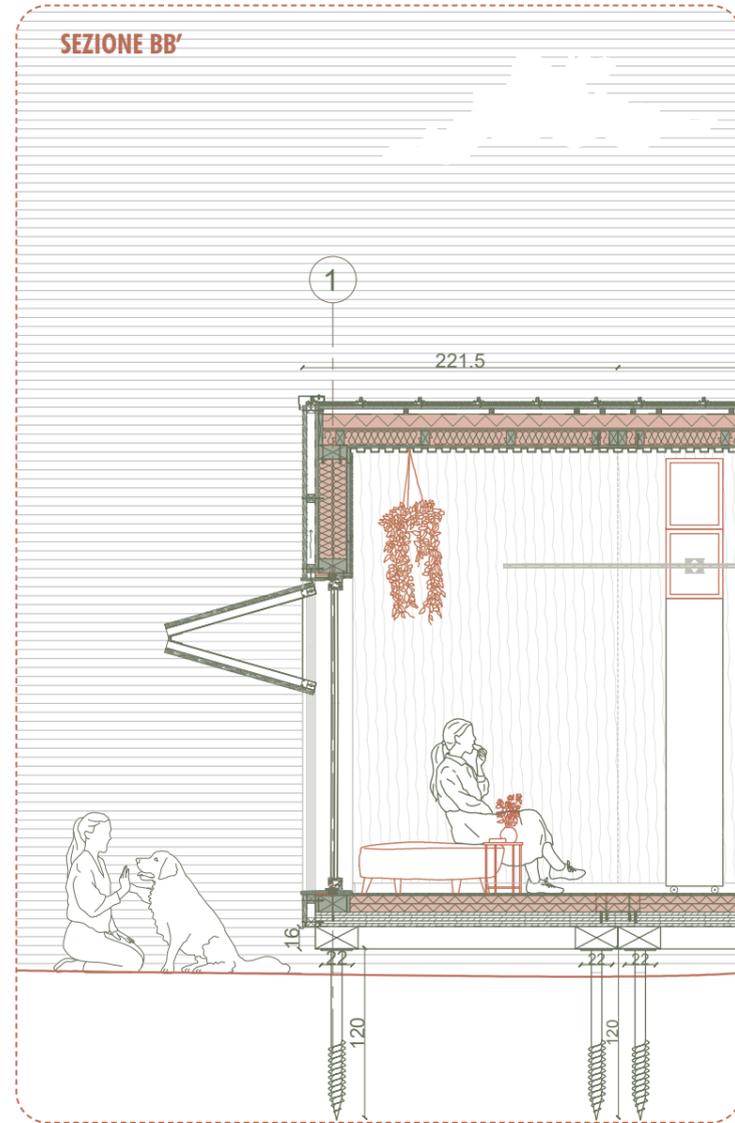
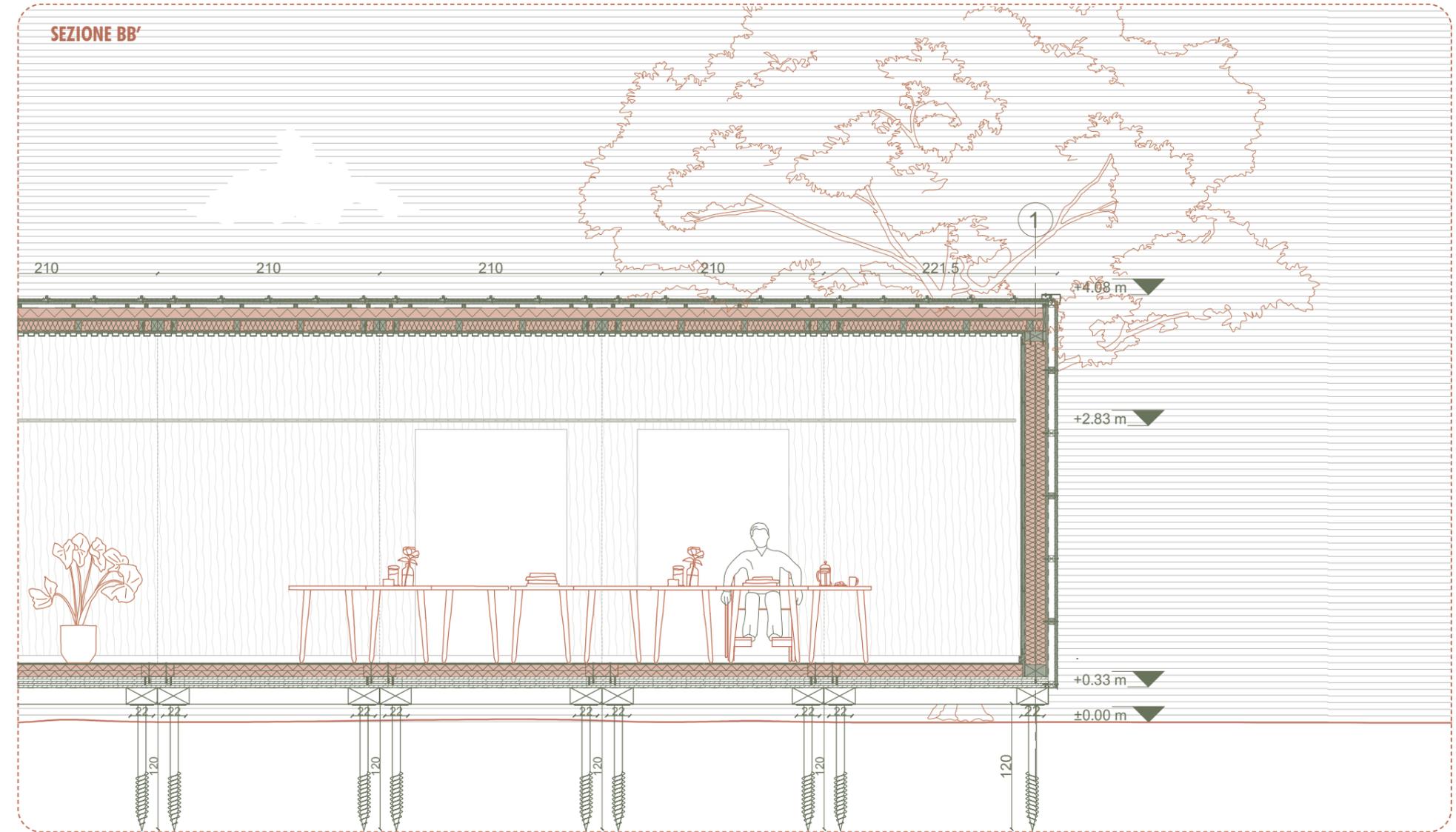


Figura 08.26: Sezione esecutiva BB'



08.3 Strategie energetiche

08.3.1 Analisi illuminotecniche

La qualità e la quantità di luce naturale che entra all'interno dell'edificio vanno ad influenzare il comfort abitativo e come viene percepito lo spazio dalle persone.

Da non mettere in secondo piano il fatto che, oltre a rendere più accoglienti e più piacevolmente vivibili gli spazi, la luce naturale può anche ridurre la dipendenza dall'illuminazione artificiale durante il giorno, contribuendo al risparmio energetico e al benessere degli occupanti.

Abbiamo quindi verificato il RAI (*Rapporto Aero Illuminante*) all'interno delle diverse stanze presenti nei nostri hub.

Come RAI si intende il rapporto tra le superfici finestrata e l'area. In sostanza, rappresenta la proporzione di luce naturale che penetra all'interno di un ambiente rispetto alla sua superficie totale.

Un elevato rapporto aero-illuminante significa che è presente una quantità significativa di luce naturale che entra nell'ambiente rispetto alle dimensioni dello spazio, il che può avere benefici sia estetici che funzionali. Normalmente questo rapporto deve avere valori superiori a 0.125, ovvero la superficie finestrata apribile non dovrà avere dimensioni inferiori a 1/8 della superficie del pavimento.

Nel nostro caso il RAI è risultato maggiore in tutti i casi verificati. (vedi esempio qui sotto).

Attraverso un'analisi sull'illuminamento naturale (*daylight availability*) siamo state in grado di identificare, su un'area precisa, qual zone risultano soggette a più radiazione solare e come è distribuita la luce all'interno degli ambienti.

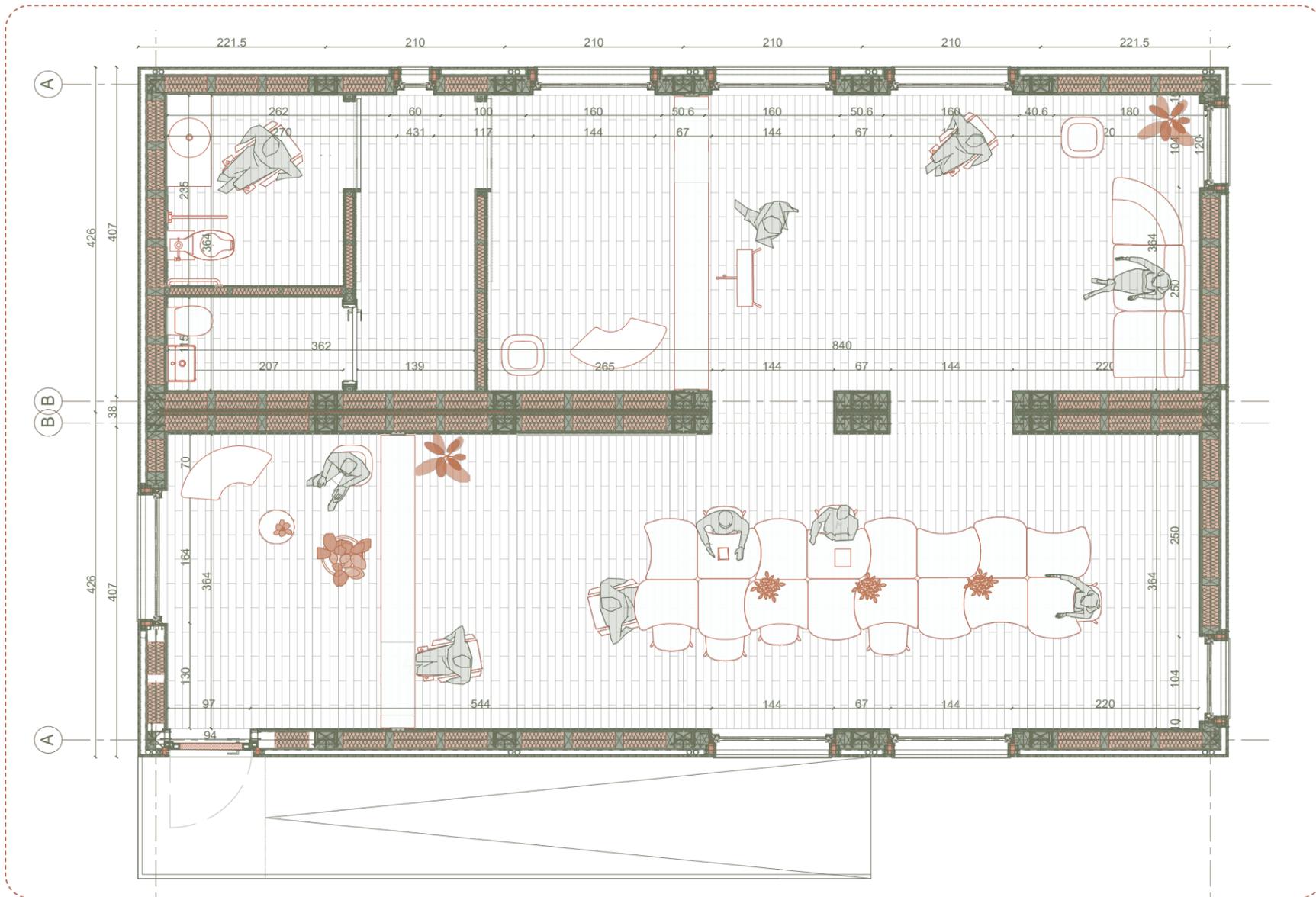


Figura 08.27: Pianta esecutiva



L1	RAI 0.131	[0.63m²/4.80m²]
L2	RAI 0.193	[0.98m²/5.10m²]
L3	RAI 0.351	[2.99m²/8.50m²]
L4	RAI 0.624	[13.11m²/21.00m²]
L5	RAI 0.587	[5.29m²/9.00m²]
L6	RAI 0.380	[13.11m²/34.50m²]

Figura 08.28: Verifica RAI - pianta configurazione 01 centro d'ascolto

Nel nostro caso, per portare avanti questo tipo di analisi è stato utilizzato il programma BIM *Climate Studio*, che va a relazionarsi con i programmi Autodesk Revit e *Rhino*. Attraverso l'interoperabilità tra questi, abbiamo potuto importare il modello tridimensionale (.rvt) all'interno di *Rhino* in un formato (.cse). Una volta importato il modello nel formato di *Climate Studio* abbiamo potuto effettuare le nostre analisi all'interno del programma *Rhino*.



Figura 08.29: Interoperabilità tra programmi BIM

Una volta inserito il modello nel programma abbiamo dovuto assegnare tutti i materiali ai vari elementi del progetto (muri, copertura, pavimenti) ed è stata selezionata anche la tipologia di vetro da attribuire alle finestre. In merito a questo ultimo punto abbiamo utilizzato, come scelto in fase di progetto, un triplo vetro con una trasmissione della luce visibile (VLT) del 71.3%. Le analisi sono state fatte con focus sugli edifici presenti nell'area della "salute mentale" (*hub* centro d'ascolto + *hub* riabilitazione psicologica).

Quindi, per iniziare a sviluppare le nostre analisi abbiamo selezionato le aree occupabili che volevamo andare a studiare e abbiamo selezionato gli elementi vetrati, comprese le *VELUX* presenti in copertura. Successivamente il programma ha generato il piano di analisi, posizionato a 80 cm da terra.

Ci sembra opportuno specificare che queste analisi sono state fatte senza persiane. Per ottenere i risultati sono stati presi in considerazione i due solstizi, d'estate e d'inverno, rispettivamente il 21 giugno e il 21 dicembre.

Questa scelta si è basata sul fatto che durante queste giornate si ha la maggior quantità di illuminamento e la minor quantità possibile. Infatti,, il 21 giugno risulta essere il giorno più lungo dell'anno nell'emisfero settentrionale, dove le ore di luce diurna sono massime e il sole raggiunge il punto più alto nel cielo.

Gli ambienti risultano quindi in una maggiore esposizione solare e le temperature sono più alte. Al contrario, il 21 dicembre è il giorno più corto dell'anno nel nostro emisfero e quindi le ore di luce diurna sono minime insieme alle temperature che sono le più fredde. Tre fasce orarie sono state studiate per entrambi i giorni: 9:30, 12:30, 17:30.

Questi tre orari sono stati presi in considerazione per valutare la situazione nelle principali parti della giornata esposte a illuminazione, ovvero mattino, mezzogiorno e pomeriggio.

Sulla base delle normative, che prevedono un range minimo compreso tra 500 e 750 [LUX] per gli ambienti socio-sanitari, come ambulatori, abbiamo verificato che questo valore rispettasse le norme vigenti.



Figura 08.30: Scala LUX

Dalle raffigurazioni poste nelle pagine seguenti è possibile notare come, le differenti quantità di luce dalla scala di colori.

Il 21 giugno, sia al mattino sia alle 12:30 il sole consente il pieno illuminamento delle stanze. Anche l'illuminazione all'interno del bagno risulta ottimale.

Dalle 17:30 in poi il sole incomincia a calare, quindi l'illuminamento interno diminuisce. In questo caso ci sarà la necessità di utilizzare una maggior quantità di luce artificiale per permettere un gradevole utilizzo degli spazi agli utenti.

Durante l'arco di questa giornata si raggiungono in media 552 [LUX]. Questo valore soddisfa quanto richiesto dalla normativa.

Il 21 dicembre, il sole non riesce a garantire l'illuminazione naturale necessaria all'interno degli spazi. Il momento in cui si riesce a ricavare più luce è alle ore 12:30, quando durante la giornata il sole risulta essere prossimo al punto più alto.

In questo caso non si hanno problemi di abbagliamento e si hanno valori medi di 159 [LUX] durante l'arco della giornata. Attraverso l'utilizzo di luci a LED all'interno dell'edificio si riusciranno a raggiungere livelli di illuminamento per una corretta vivibilità interna.

Anche dal grafico del percorso del sole si nota come il sole sparisca alle 17:30. Il che significa anche una notevole diminuzione delle temperature esterne.

In base a quanto ottenuto dal programma, i *LUX* medi annuali risultano essere 569, quindi un valore che va a coprire la necessità di luce minima diurna richiesta a che va ad illuminare uniformemente il centro degli ambienti studiati.

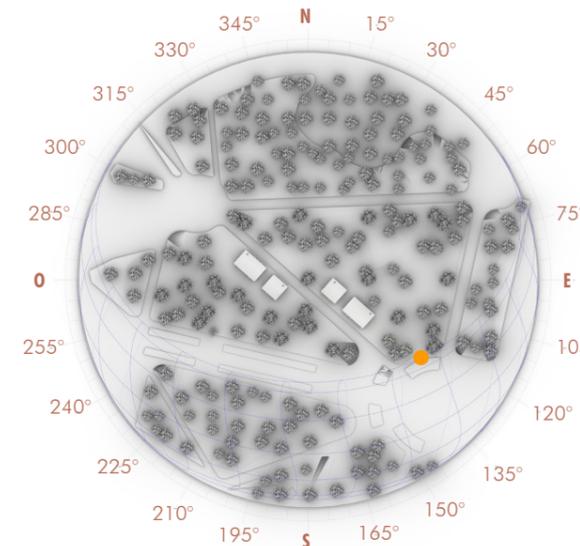


Figura 08.31: Posizionamento sole - 21 giugno - 9:30

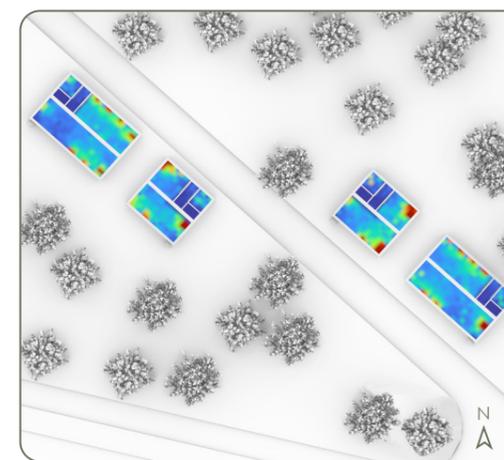


Figura 08.34: Luce diurna - 21 giugno - 9:30

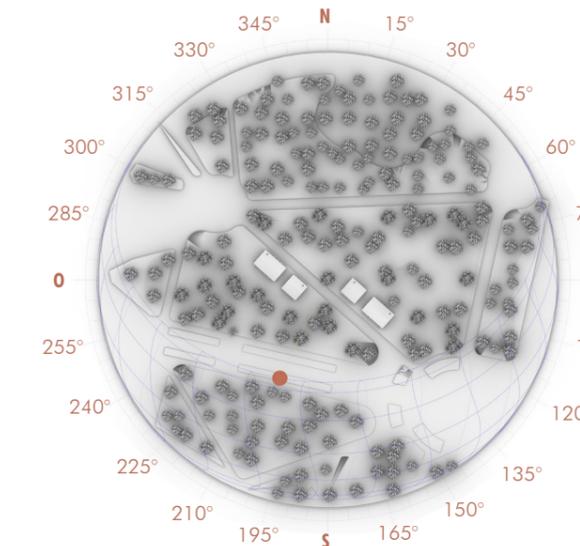


Figura 08.32: Posizionamento sole - 21 giugno - 12:30

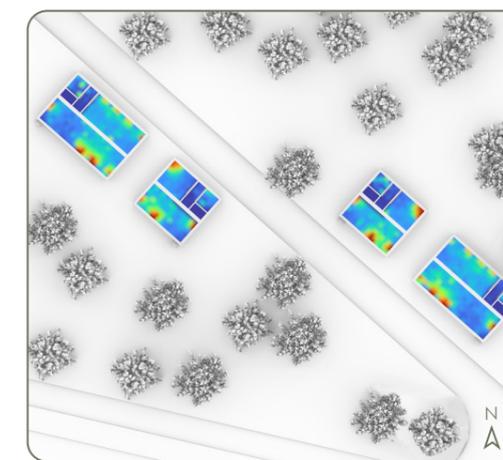


Figura 08.35: Luce diurna - 21 giugno - 12:30

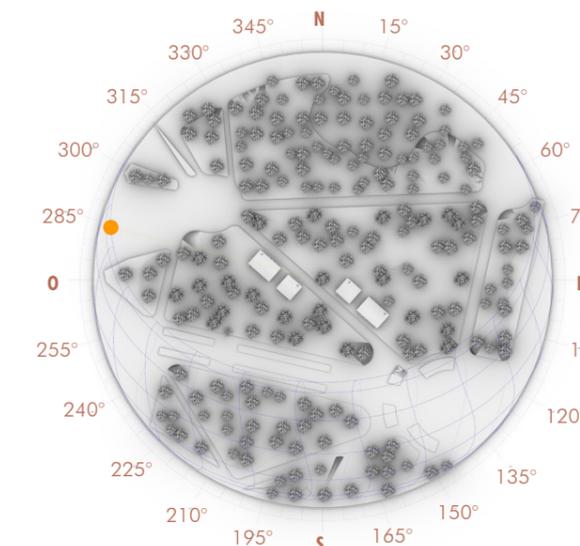


Figura 08.33: Posizionamento sole - 21 giugno - 17:30

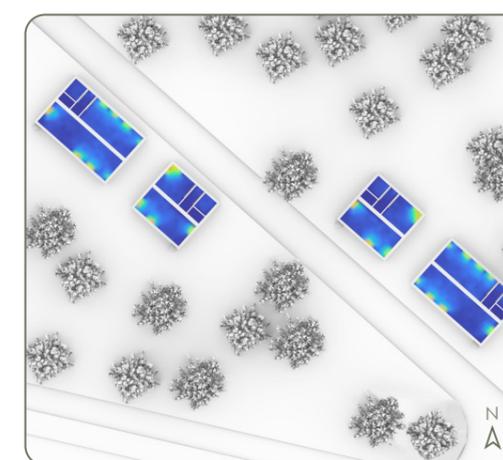


Figura 08.36: Luce diurna - 21 giugno - 17:30

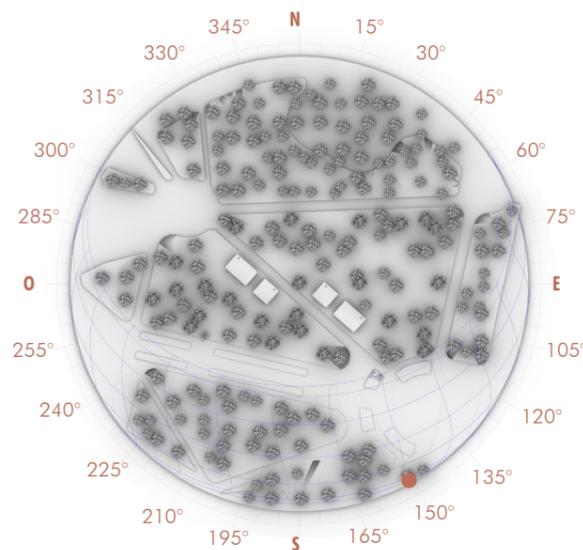


Figura 08.37: Posizionamento sole - 21 dicembre - 9:30

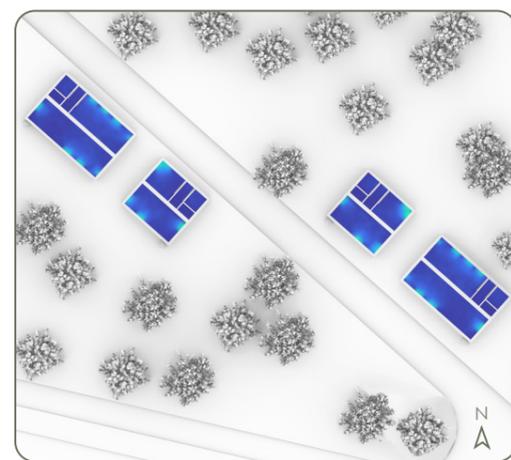


Figura 08.40: Luce diurna - 21 dicembre - 9:30

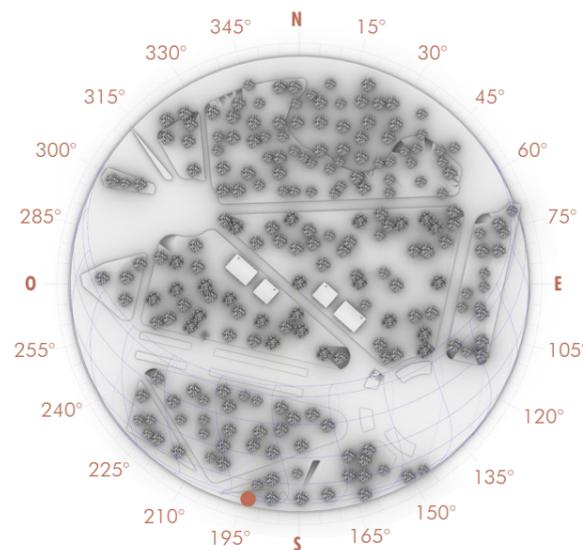


Figura 08.38: Posizionamento sole - 21 dicembre - 12:30

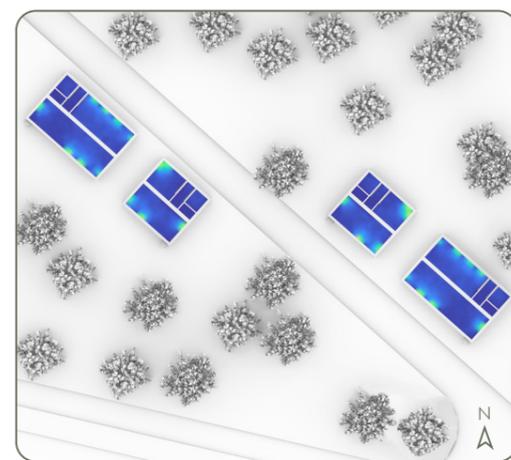


Figura 08.41: Luce diurna - 21 dicembre - 12:30

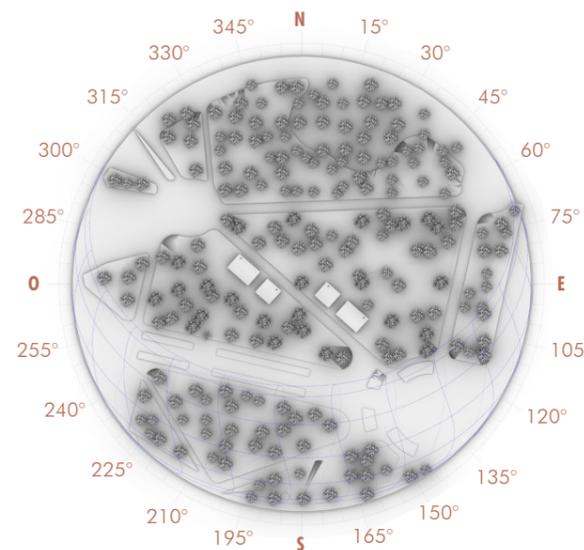


Figura 08.39: Posizionamento sole - 21 dicembre - 17:30

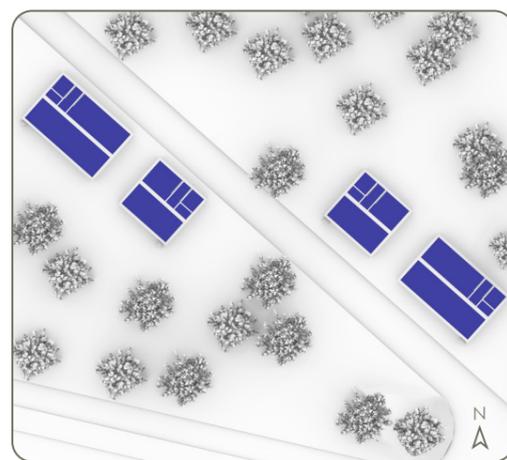


Figura 08.42: Luce diurna - 21 dicembre - 17:30

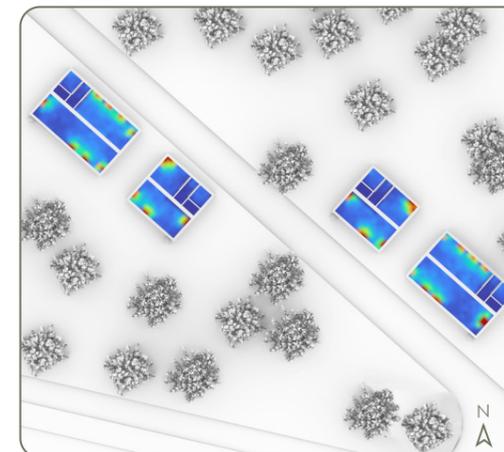


Figura 08.43: Luce diurna - annuale - no persiane

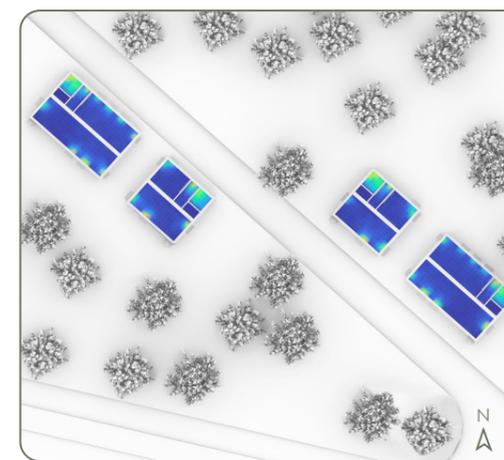


Figura 08.44: Luce diurna - annuale - con persiane

I valori più alti di LUX sono in prossimità delle aperture, e non sono previsti come spazi prettamente utilizzabili. Il vero fulcro di utilizzo si avrà nelle parti centrali delle stanze, dove appunto la luce risulta illuminare in modo omogeneo gli spazi e non ci sono problemi di abbagliamento.

Abbiamo voluto anche verificare cosa potesse succedere nel caso in cui le persiane fossero aperte a 60°. In questo caso i LUX medi annuali ottenuti sono 201 e non vanno a garantire la luce minima necessaria prevista da normativa EN 12464-1:2021.

Di conseguenza, nei casi in cui c'è poco illuminamento naturale c'è la necessità di utilizzare luce artificiale per garantire il comfort interno.

È importante sottolineare che le persiane a ginocchio, impediscono abbagliamento soprattutto nei mesi estivi.



Figura 08.45: Render esterno - area "salute mentale"

08.3.2 Analisi temperature e percorso del sole

Per le analisi sul percorso del sole e la temperatura nell'area di progetto, sono state impiegate metodologie che combinano diversi programmi BIM per ottenere risultati accurati e significativi.

Questo studio è stato effettuato durante un periodo di tirocinio presso uno studio di progettazione architettonica, dove abbiamo avuto l'opportunità di condurre analisi illuminotecniche e di temperatura nell'area centrale di Kharkiv.

Questo compito si è rivelato una sfida poiché, non avendo mai utilizzato il plug-in *Rhino Grasshopper* durante la formazione universitaria, abbiamo dovuto procedere *step by step* grazie ad un supporto professionale per padroneggiarli.

Quindi, per condurre le analisi è stato utilizzato il plug-in del programma *Rhino*, *Grasshopper*, insieme ai "tools" (strumenti) offerti da *Ladybug*.

Ladybug, in particolare, ha dimostrato di essere uno strumento estremamente utile, consentendoci di esplorare vari parametri ambientali, dall'illuminazione naturale alla distribuzione termica, con un alto grado di precisione.

Al fine di condurre uno studio mirato, abbiamo deciso di prendere in considerazione due mesi, ovvero dicembre e giugno e studiarli in generale. Dopodiché le analisi si sono concentrate sui giorni dei d'estate e d'inverno (21 giugno e 21 dicembre) in modo da poter effettuare un confronto.

L'interfaccia di *Ladybug* nel programma *Rhino* offre una ampia gamma di funzionalità, tra cui la generazione di mappe solari per valutare l'illuminazione naturale in diverse parti dell'area studiata e l'analisi delle condizioni termiche.

Si possono quindi esplorare scenari di progettazione e valutare l'impatto delle decisioni progettuali sull'ambiente circostante.

Inoltre, per gestire le informazioni meteorologiche necessarie per le analisi,

sono stati impiegati file di tipo *EPW*. Gli *EPW* (*Energy Plus Weather*) sono file di dati meteorologici standardizzati utilizzati principalmente nei software di simulazione energetica e di edilizia sostenibile.

Contengono informazioni dettagliate sul clima, come temperatura, umidità, velocità del vento e radiazione solare, consentendo agli utenti di condurre analisi precise e affidabili.

Grazie a questo approccio metodologico combinato (interoperabilità tra *Rhino*, *Grasshopper* e *Ladybug*), siamo state in grado di ottenere informazioni significative sull'area centrale di Kharkiv.

Abbiamo così ottenuto dati preziosi per il processo decisionale nel *design* urbano e architettonico.

Nelle pagine seguenti vi mostriamo gli step che abbiamo seguito e i risultati ottenuti.

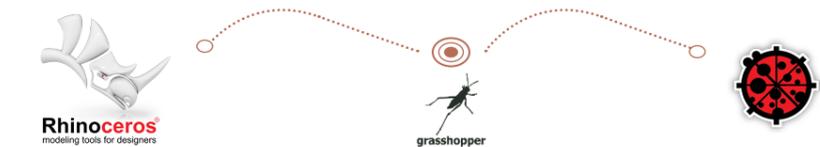


Figura 08.46: Interoperabilità tra programmi BIM Rhino

Abbiamo iniziato analizzando i due mesi, dicembre e giugno.
 In primis sono stati scaricati i file .EPW relativi alla zona di Kharkiv, senza il quale gli studi non sarebbero stati possibili.
 Abbiamo iniziato a creare i collegamenti tra i "nodi". In generale si possono trascinare questi nodi nell'interfaccia e collegarli tra loro per definire l'algoritmo desiderato. Questi collegamenti trasportano informazioni (parametri) tra i diversi nodi, consentendo loro di comunicare insieme.

Si è deciso che tipo di analisi effettuare, ovvero "LB SunPath" (percorso solare in Ladybug) e si è inserito il periodo di analisi da prendere in considerazione. Abbiamo inserito i parametri che vediamo in basso a sinistra, riferiti ai giorni e alle ore, collegando tra loro i nodi. È stato definito lo stile di visualizzazione (nodi presenti nella parte più a destra) inserendo il raggio della sfera che va a definire il percorso e il suo colore e stile di visualizzazione. Infine, è stata poi lanciata l'analisi.

I passaggi sono stati ripetuti, con la stessa logica, sia per il mese di dicembre (vedi sotto) sia per l'analisi più dettagliata effettuata per i due solstizi. Grazie alla sua logica, con Grasshopper è possibile modificare in tempo reale i dati e visualizzare i cambiamenti in 3D.

Qui sotto possiamo vedere il percorso utilizzato:

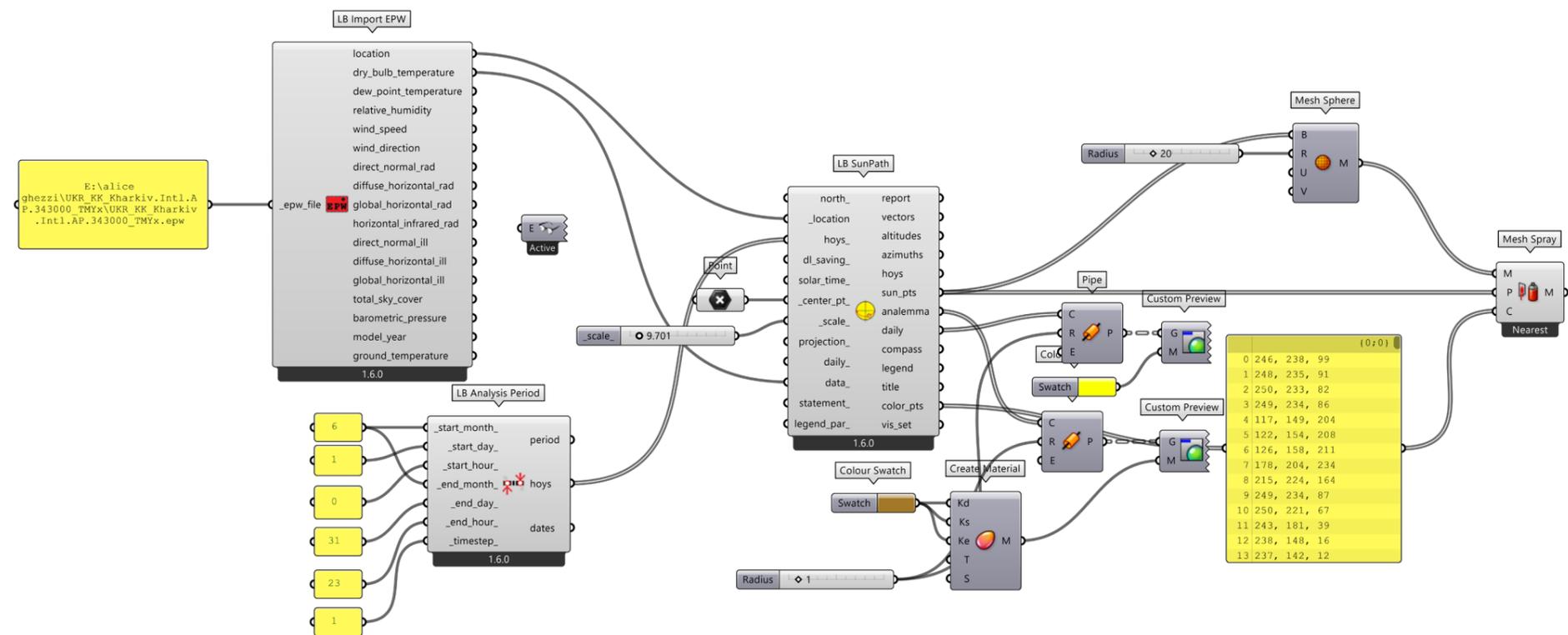


Figura 08.47: Processo di analisi Grasshopper + Ladybug - mese di giugno

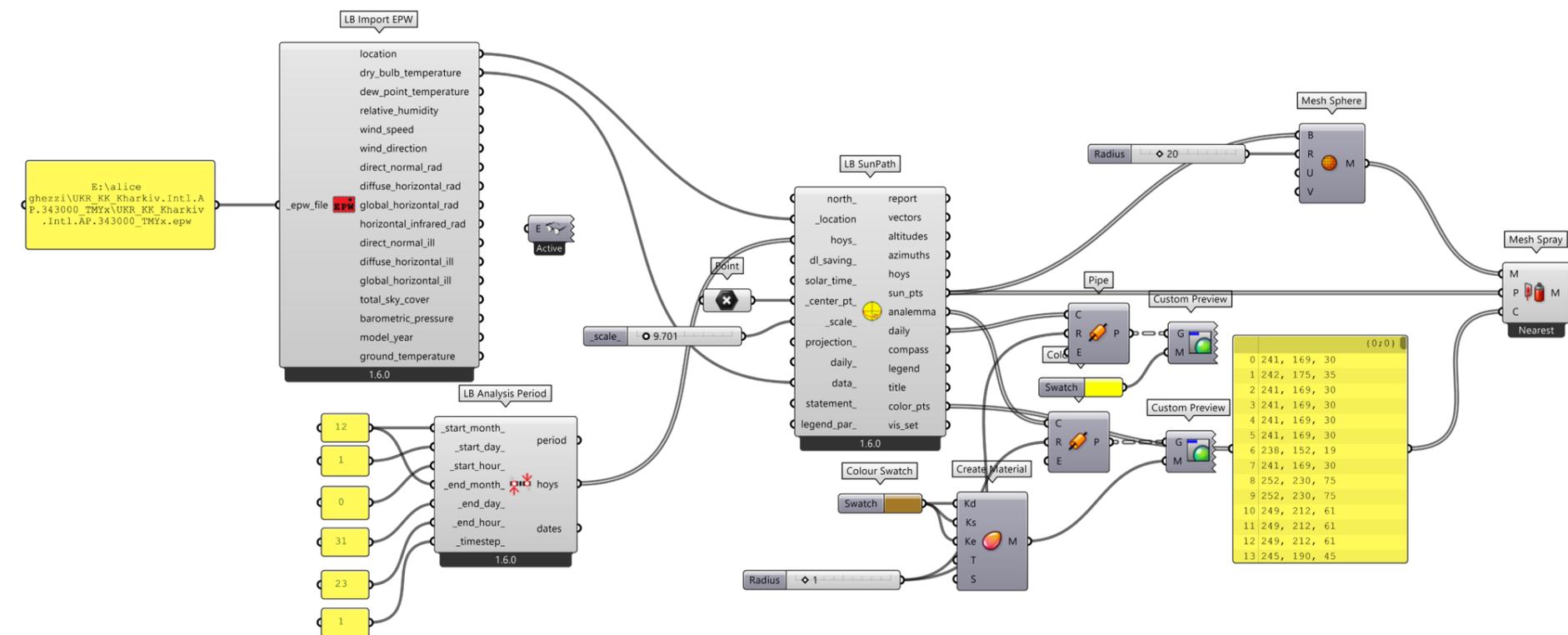


Figura 08.48: Processo di analisi Grasshopper + Ladybug - mese di dicembre

L'output delle analisi 3D, per i mesi di giugno e dicembre, lo possiamo visualizzare nelle figure sottostanti.

L'output delle analisi 3D, per le giornate del 21 giugno e del 21 dicembre, lo possiamo visualizzare nelle figure sottostanti.

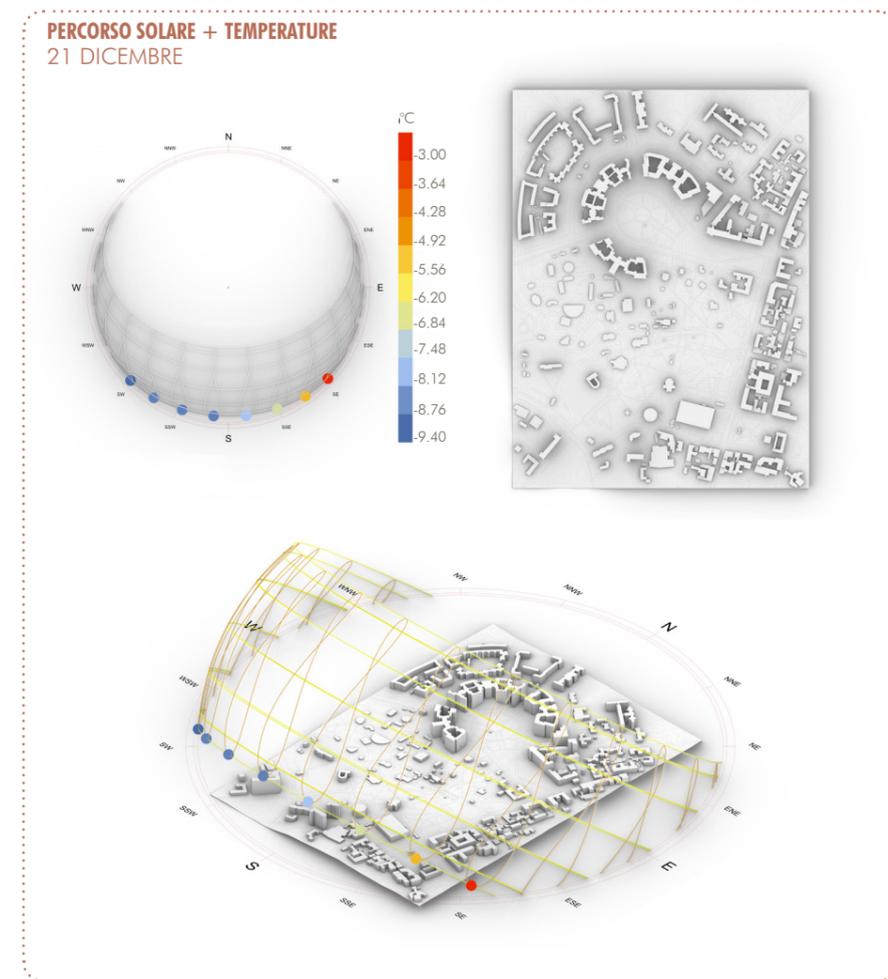
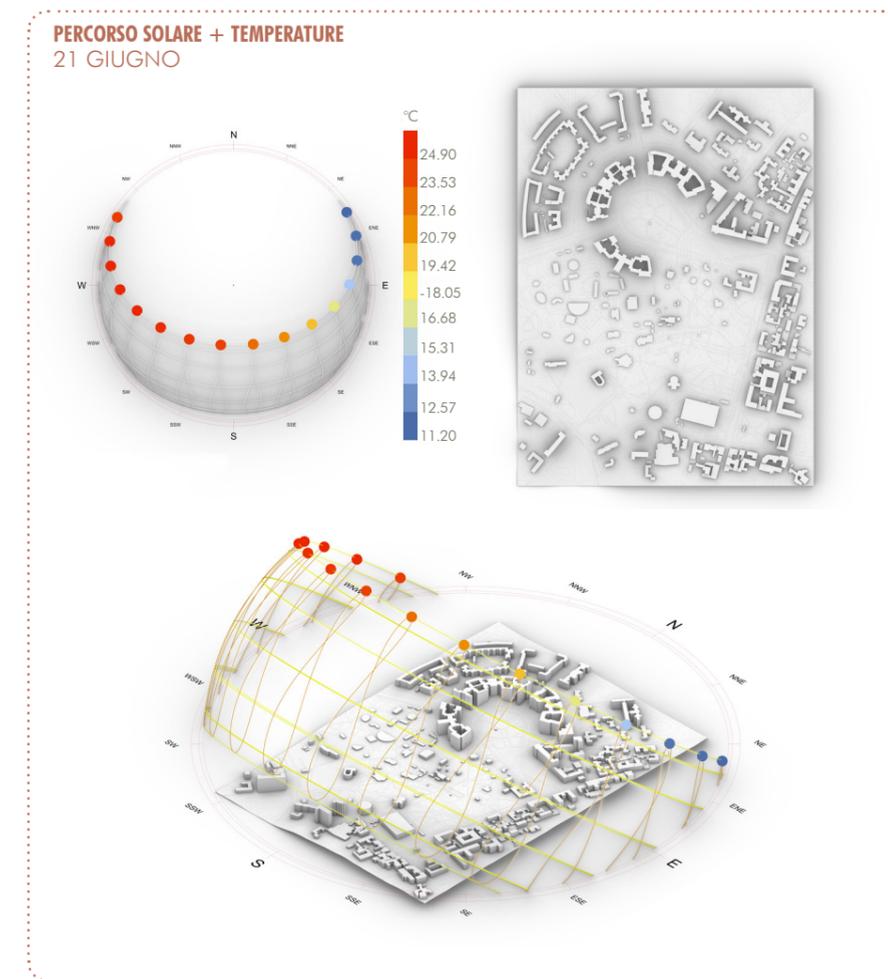
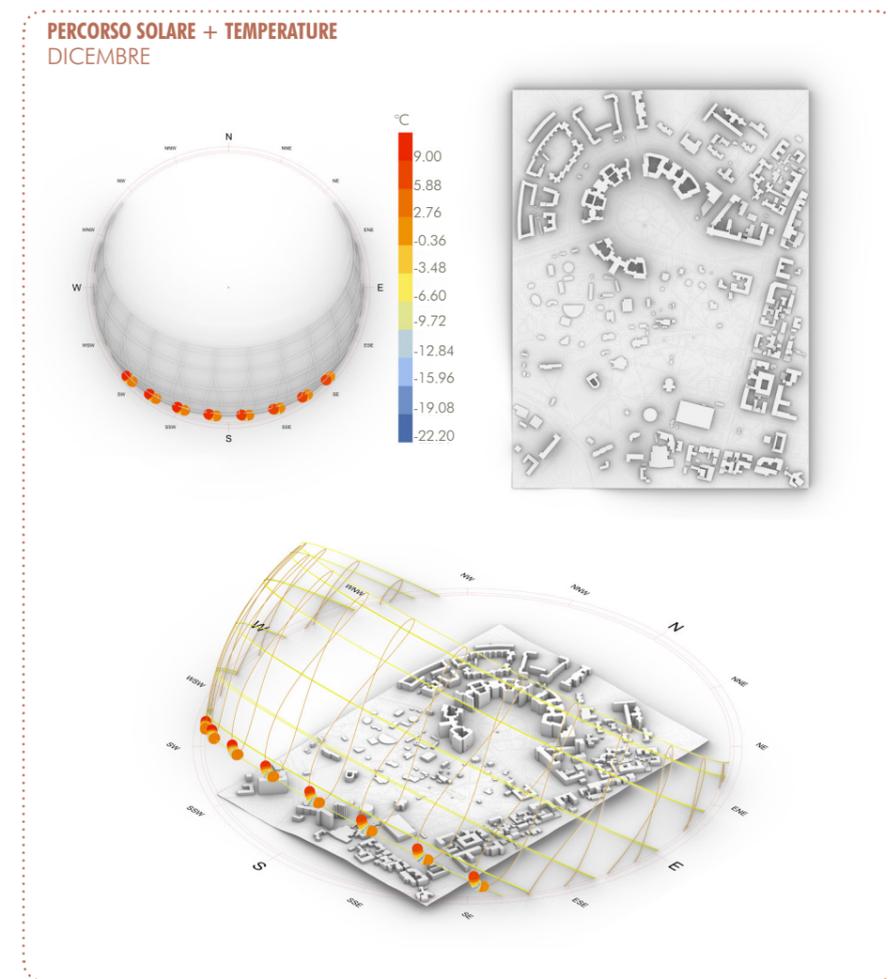
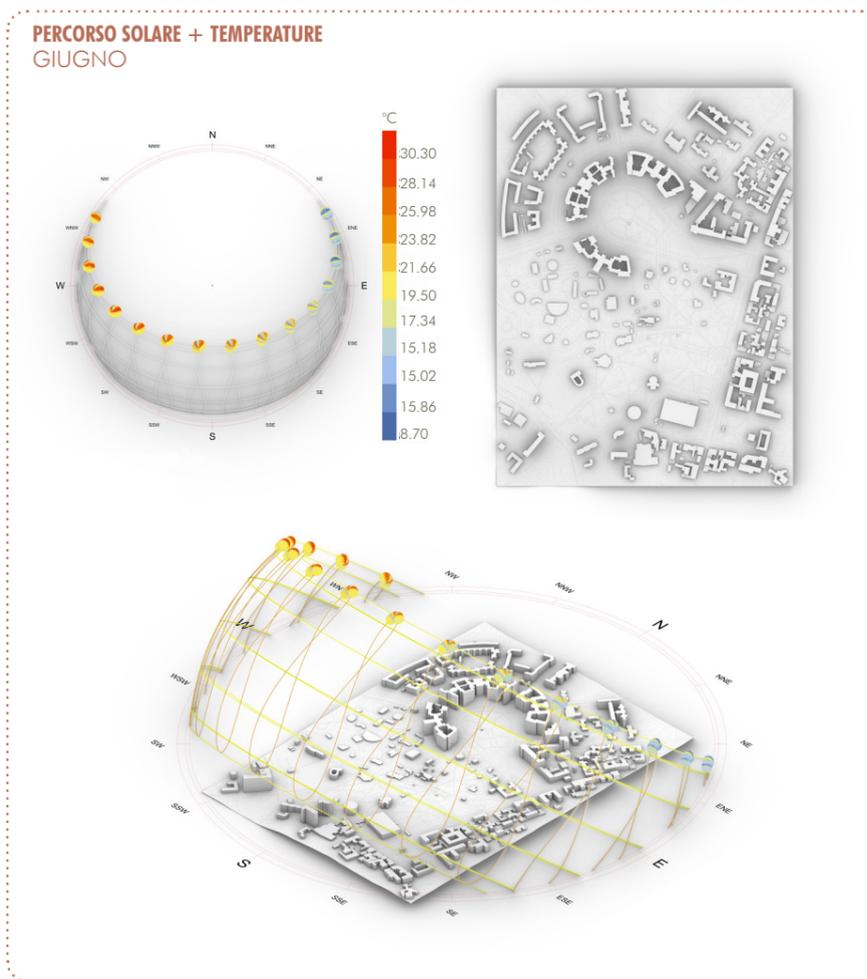


Figura 08.49: Analisi Grasshopper + Ladybug - mese di giugno

Figura 08.50: Analisi Grasshopper + Ladybug - mese di dicembre

Figura 08.51: Analisi Grasshopper + Ladybug - 21 giugno

Figura 08.52: Analisi Grasshopper + Ladybug - 21 dicembre

Per poter effettuare le analisi durante i due solstizi abbiamo applicato lo stesso processo e abbiamo modificato i dati di input collegati al nodo "LB analysis period" (Ladybug periodo di analisi). In questo modo, applicando la stessa logica e variano solo questi parametri abbiamo realizzato il percorso di analisi all'interno di Grasshopper.

Qui sotto abbiamo evidenziato la "zona" in cui vengono cambiati i parametri e i collegamenti (vedi elementi cerchiati in rosso). Infatti, abbiamo effettuato le connessioni tali per cui "start day" e "end day" sono legati allo stesso giorno (21 giugno). Nelle precedenti analisi questi parametri erano legati ai giorni di inizio e fine mese.

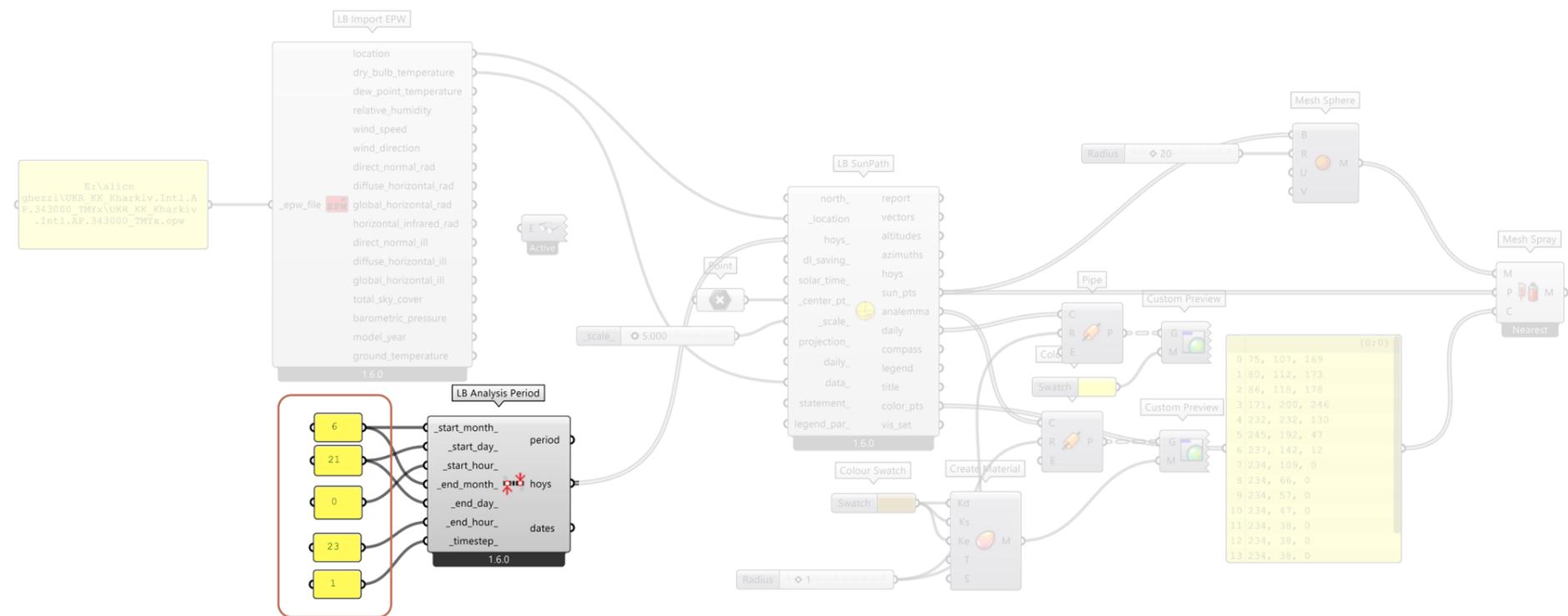


Figura 08.53: Processo di analisi Grasshopper + Ladybug - 21 giugno

Letture risultati - confronto giugno, dicembre

Durante un'analisi solare e termica condotta sul contesto urbanistico di progetto, sono emersi risultati significativi che hanno evidenziato le differenze stagionali nell'andamento delle temperature e nella posizione del sole.

L'analisi è stata eseguita sui mesi di giugno e dicembre, rivelando una notevole disparità termica tra i due periodi. Nel mese di dicembre, le temperature massime si sono attestate intorno ai 9°C, mentre a giugno hanno raggiunto i 30°C, mostrando una differenza del 233% tra i due mesi (21°C di differenza).

Le temperature medie si sono stabilite intorno a 20°C per giugno e -5°C per dicembre, confermando una marcata variazione climatica tra estate e inverno.

La differenza nelle temperature ha delle implicazioni significative sulle condizioni climatiche dei due periodi. Dicembre emerge come un mese caratterizzato da un inverno molto freddo, mentre giugno si presenta come un periodo estivo caldo e soleggiato. Questa discrepanza è ulteriormente sottolineata dalla posizione del sole nell'arco della giornata. A giugno, il sole raggiunge una posizione più elevata nel cielo rispetto a dicembre, comportando una maggiore esposizione solare e contribuendo al riscaldamento dell'ambiente.

La visualizzazione dei dati attraverso un grafico tridimensionale ha permesso di rappresentare chiaramente sia il posizionamento del sole durante i vari giorni del mese, sia le variazioni di temperatura nel corso del tempo. Questo approccio ha consentito una comprensione dettagliata delle dinamiche solari e termiche all'interno del contesto urbanistico analizzato.

È importante sottolineare che un'analisi così approfondita è stata possibile solo grazie all'utilizzo di programmi di ragionamento logico che impiegano algoritmi avanzati per la risoluzione dei requisiti.

Letture risultati - confronto 21 giugno, 21 dicembre

Durante i giorni dei solstizi d'estate e d'inverno, le temperature massime e minime mostrano diverse variazioni, evidenziando le peculiarità climatiche di tali periodi. Analizzando in particolare il giorno del solstizio d'estate, come ad esempio il 21 giugno, si osserva che le temperature massime si aggirano intorno ai 24°C.

Questo valore rappresenta un'eccezione rispetto alla stima delle temperature massime nell'arco di tutto giugno, indicando che durante questo giorno non si raggiungono le temperature massime previste nel corso del mese.

D'altra parte, considerando sempre il giorno del solstizio d'estate si registra una temperatura minima più alta rispetto alla media mensile, attestandosi intorno ai 11°C.

Il 21 dicembre, giorno del solstizio d'inverno, si verifica una situazione distante rispetto a quella del 21 giugno. Infatti, durante questa data, le temperature massime sono notevolmente inferiori rispetto a quanto analizzato sull'intero mese di dicembre.

Le minime si raggiungono con -9°C, valore che si distacca notevolmente dai -22°C previsti nell'arco di tutto il dodicesimo mese dell'anno. Il sole, andando verso sud-ovest tende a calare, e le temperature diminuiscono di conseguenza a partire dal momento in cui il sole si trova nella posizione più a sud.

Questa analisi evidenzia che durante i giorni dei solstizi, le temperature possono discostarsi dalle medie mensili previste, con variazioni sia in senso positivo che negativo. Questo fenomeno potrebbe essere attribuito ad una serie di fattori climatici e atmosferici che influenzano le condizioni meteorologiche in quei giorni specifici.

Grazie all'utilizzo dei dati EPW (EnergyPlus Weather), scaricati da <https://www.ladybug.tools/epwmap/>, siamo riuscite a estrarre mediante il software *drajmarsh*, i grafici relativi al comfort termico. I file .EPW contengono una vasta gamma di informazioni cruciali per la valutazione delle condizioni climatiche, tra cui temperature, irradiazioni solari, precipitazioni e altro ancora.

Questi dati sono stati elaborati per creare grafici che ci hanno consentito di visualizzare in modo chiaro e intuitivo il comfort termico in diversi periodi (range comfort ottimale compreso tra i 17.5°C e i 24°C).

Comfort termico - confronto giugno vs dicembre

Durante il mese di giugno, si registra un totale di circa 307 ore in cui si verifica una situazione di discomfort termico, rappresentando il 42.6% del totale delle ore nel mese. In contrasto, le ore in cui le persone possono percepire un livello ottimale di comfort termico sono 298, corrispondenti al 41.4% dell'intero mese considerato.

Ciò indica che il restante 16% delle ore del mese di giugno vanno oltre il livello di comfort termico desiderabile, creando condizioni meno favorevoli per il benessere e il comfort delle persone.

Nel mese di dicembre, si evidenzia un problema significativo legato al comfort termico. Infatti, durante l'intero mese, si registrano 744 ore in cui si è al di sotto del livello desiderabile di comfort termico, rappresentando il 100% delle ore considerate nell'intero mese.

Questo dato sottolinea una situazione di disagio termico prolungato durante il mese di dicembre, il che potrebbe avere un impatto negativo sul benessere delle persone che frequentano gli ambienti interessati. Questi dati evidenziano l'importanza di comprendere e gestire le condizioni termiche degli ambienti per garantire il massimo comfort.

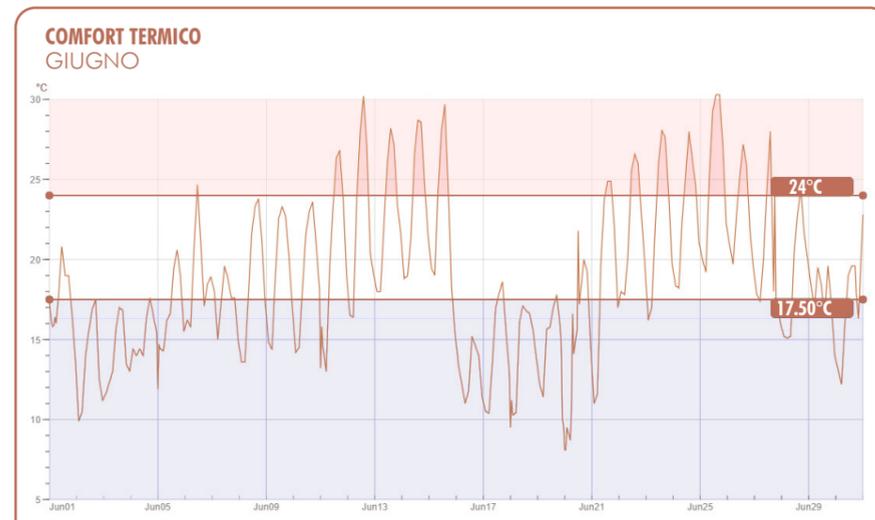


Figura 08.54: Comfort termico giugno



Figura 08.55: Comfort termico dicembre

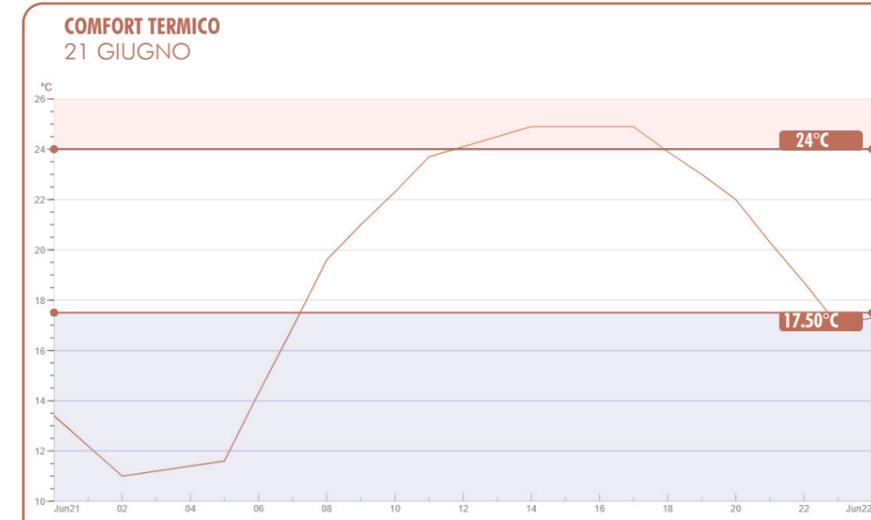


Figura 08.56: Comfort termico 21 giugno

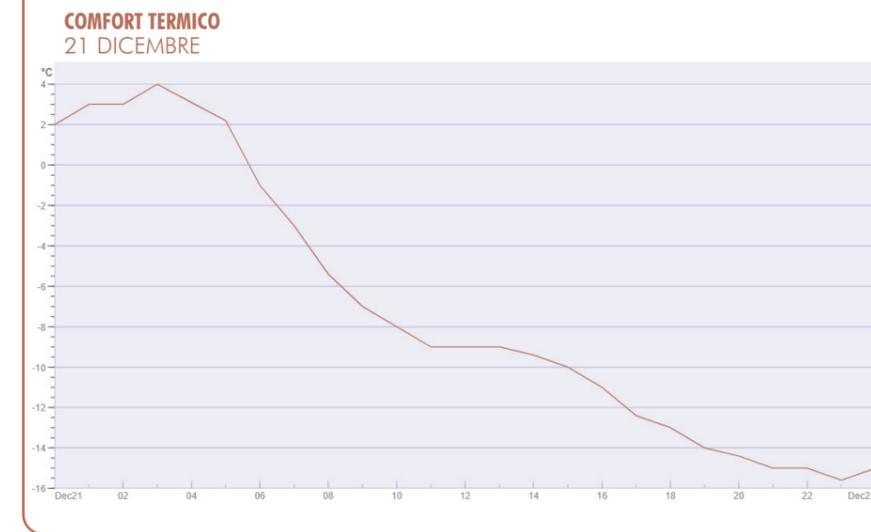


Figura 08.57: Comfort termico 21 dicembre

Comfort termico - confronto 21 giugno, 21 dicembre

Analizzando più nello specifico le giornate dei solstizi estivo e invernale, emerge che il numero di ore, durante la giornata del 21 giugno, in cui è percepito un basso livello di comfort è 9, equivalente al 37.5% dell'intera giornata. Parallelamente, la stessa quantità di ore è considerata in condizioni di comfort ottimale, mentre il restante 25% del tempo viene definito come un range "oltre il comfort".

Durante il solstizio d'inverno, la situazione è pressoché identica a quella analizzata durante l'arco dell'intero 12° mese. Per l'intera giornata di 24 ore, si registra un livello di comfort minimo. Questo dato conferma la sfida significativa legata al comfort termico durante i mesi invernali, caratterizzati da temperature più fredde e condizioni climatiche più avverse.

Questi risultati sottolineano la complessità delle condizioni termiche durante i solstizi, dove la variazione della lunghezza del giorno e le caratteristiche climatiche possono influenzare significativamente il comfort termico percepito. Dalle analisi è quindi emersa chiaramente la necessità di valutare e implementare strategie volte ad aumentare il livello di comfort, soprattutto durante i mesi invernali. Questo ha incluso l'ottimizzazione dell'isolamento termico degli edifici, l'installazione di sistemi di riscaldamento efficienti e la gestione intelligente dei sistemi di climatizzazione.

08.3.2 Strategie progettuali

Nel quadro dei nostri obiettivi di progetto, la priorità è il benessere individuale e collettivo, il che rende cruciale garantire un comfort termico ottimale sia durante i mesi invernali che estivi.

In questo capitolo in particolare saranno approfonditi i sistemi adottati per ottenere tale scopo.

Considerata la natura del modulo, si è scelto di intervenire con misure atte a minimizzare l'impatto sul territorio, focalizzandosi principalmente sui collegamenti alle reti cittadine adiacenti all'area di progetto, i quali costituiscono l'unica fonte di interventi impattanti.

Sono stati considerati i seguenti *SDGs* dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile:

- *SDG3* (salute e benessere)
- *SDG6* (acqua pulita e servizi igienico-sanitari)
- *SDG7* (energia pulita e accessibile)
- *SDG12* (consumo e produzione responsabili)
- *SDG13* (lotta contro il cambiamento climatico)

Strategie attive e passive di progetto:

Nei moduli M.O.R.E., sono state implementate diverse strategie per il raggiungimento degli obiettivi di comfort termico e sostenibilità in linea con gli *SDGs* dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

- L'uso di stratigrafie preformanti con elevato livello di isolamento termico al fine di limitare i consumi di riscaldamento
- Il posizionamento di finestre che promuovono il flusso d'aria naturale all'interno del modulo
- La raccolta dell'acqua piovana
- La ventilazione meccanica delle finestre
- L'installazione di pannelli fotovoltaici che trasformano l'energia solare in elettricità
- L'adozione di un sistema di riciclo dell'acqua calda della doccia

08.3.4 Impianto elettrico

L'apporto energetico dei moduli M.O.R.E. avviene attraverso l'allacciamento alla rete elettrica cittadina, l'installazione di pannelli fotovoltaici e la presenza di un generatore di energia elettrica alimentato a diesel.

L'integrazione di questo elemento riveste molta importanza, sia per prevenire possibili interruzioni nell'alimentazione, sia per consentire l'utilizzo dei moduli fin dalle prime fasi, in attesa di un collegamento alla rete elettrica cittadina. Per quanto concerne l'energia generata dai pannelli fotovoltaici, è contemplata l'installazione di batterie di accumulo che saranno utilizzate per alimentare l'inverter connesso al sistema elettrico dell'unità.

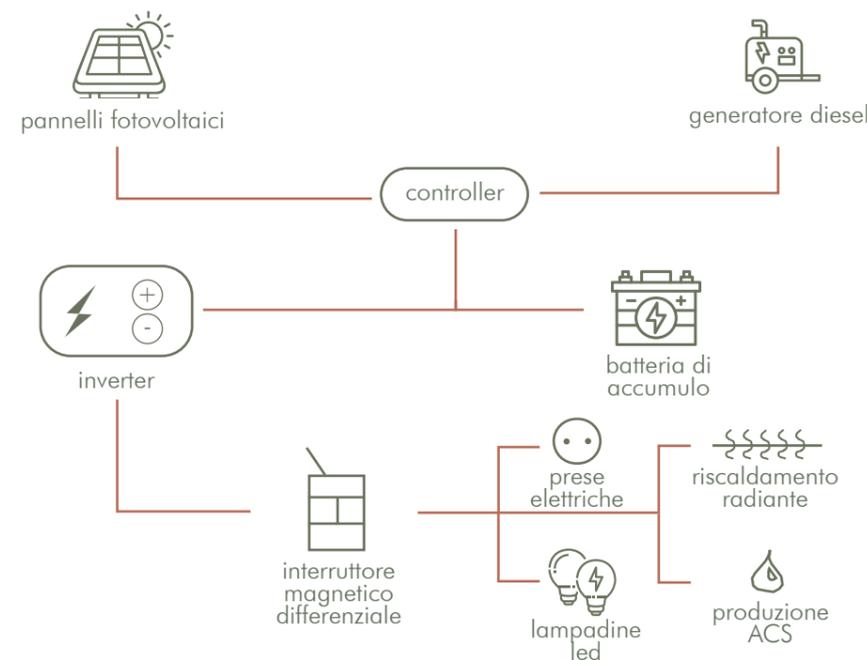


Figura 08.58: Schema funzionamento impianto elettrico

Impianto di illuminazione artificiale

Per effettuare un corretto dimensionamento del sistema di illuminazione è stato utilizzato il software *DIALUX*, grazie all'importazione del modello *Revit* in formato aperto *IFC* (*Industry Foundation Classes*).

L'obiettivo primario è assicurare un valore medio di almeno 300 LUX, persino nelle circostanze più sfavorevoli di scarsa illuminazione naturale, come nel buio totale.

Per ottenere questo risultato è stato ipotizzato il posizionamento di 2 lampade lineari a soffitto di tipo *APPARECCHIO LINEARE PER SISTEMA PURELITE SLIM HE (HIGH EFFI 2009.2639 - PURLT S INS1200 STA MAS HE ED-840 DALI REGENT)*.

Ogni apparecchio ha una potenza nominale di 18.8 W, flusso 2350 lm ed efficienza pari a 125 lm/W. In totale sono state posizionate per l'hub d'analisi, centro d'ascolto, un totale di 24 lampade. Queste ultime garantiscono un valore uniforme di illuminamento, il cui valore medio è di 335 LUX, valore calcolato secondo *DIN:18559-4*. Il valore ottenuto rispetta i valori minimi per il profilo di utilizzo "Spazi comuni" (45.6 sale di soggiorno diurno) di 300 LUX secondo la norma *EN 12464-1.2021*.



Figura 08.59: Interoperabilità tra programmi BIM Revit - Dialux

L'energia totale necessaria per l'illuminazione dell'edificio, ipotizzando un uso 7 giorni su 7, è pari a 851.4 kWh/anno.

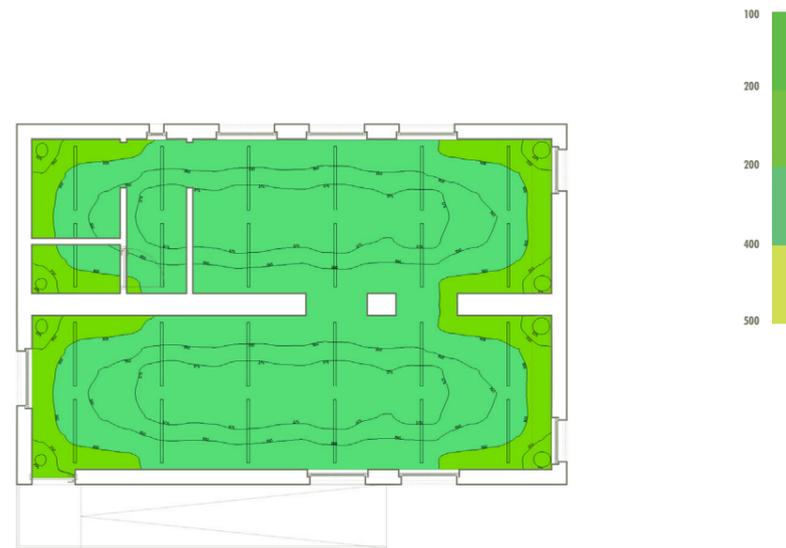


Figura 08.60: Analisi LUX dei moduli presenti nell'area di supporto psicologico effettuata tramite software Dialux

	Unità	Calcolato	Nominale
Superficie utile:	$E_{\text{perpendicolare}}$ $U_0(g_1)$	335 lx 0.64	≥ 300 lx ≥ 0.60
Valutazione di abbagliamento:	$R_{UG,max}$	22	≤ 22
Valori di consumo:	consumo	868 kWh/anno	< 1550 kWh/anno

Fabbisogno elettrico medio annuo

Primo passo per il dimensionamento dell'impianto elettrico è il calcolo del fabbisogno elettrico medio annuo dell'edificio. Faremo riferimento al *hub* centro d'ascolto, nell'area di supporto psicologico, ma, analoghe considerazioni sono applicabili a tutte le unità di progetto.

All'interno del "modulo tipo" è stato previsto un consumo di energia elettrica dato da: riscaldamento a pavimento elettrico, caldaia per la produzione di ACS e illuminazione a led.

Coerentemente all'obiettivo prefissato di sostenibilità energetica sono stati selezionati apparecchi a basso consumo energetico, garantendo comunque il comfort all'utente.

Si specifica inoltre, che l'apertura meccanica delle finestre tetto, tipo VELUX, non richiede consumo di energia elettrica; in quanto essa è alimentata da piccole cellule fotovoltaiche poste sul telaio. Per quanto riguarda invece le persiane a gomito, esse presentano apertura meccanica manuale.

Tipo edificio	Densità della potenza (W/m^2)
Assemblea	2.7
Sanitario/istituzionale	10.8
Hotel/Motel	2.7
Produzione leggera	2.2
Ufficio	8.1
Ristorante	1.1
Vendita al dettaglio	2.7
Scuola	5.4
Magazzino	1.1

Tabella 08.1: Densità di utilizzo della densità di utilizzo degli apparecchi per diversi tipi di edificio, Manuale per l'utente dello standard ASHRAE 90.1-2013 (tabella GC)

Nella tabella qui di seguito è fornita un'analisi dell'energia richiesta per alimentare le attrezzature all'interno del modulo.

Visto che la destinazione d'uso del modulo non è del tutto aderente ai tipi di edifici riportati nella *tabella 08.1* si è calcolato un carico di consumo elettrico pari a circa 123 W e a una densità di potenza pari a 1.12 W/m^2 . Il tutto escludendo le apparecchiature di riscaldamento, la produzione ACS e l'illuminazione, che sono stati calcolati separatamente.

Apparecchiature elettriche	Potenza [w]	[h/gg]	[gg]	Settimane	Quantità	[kWh/anno]
Impianto audio	30	8	7	52	1	87.4
Cellulari	5	8	7	52	12	174.7
Computer portatile	25	10	7	52	1	91.0
Modem	8	10	7	52	1	29.1
Totale						382.2

Tabella 08.2: Carico elettrico annuale per l'unità tipo

Impianto di distribuzione e trasformatore di corrente

Con impianto di distribuzione elettrico si intende l'insieme di componenti del sistema elettrico quali cavi elettrici, interruttori, prese e dispositivi di protezione.

Per il dimensionamento dei cavi elettrici si è fatto riferimento alle sezioni minime in base agli ampere (A) che alimentano le prese.

- 0.5 mm^2 per collegamenti di servizio
- 0.75 mm^2 per fili di lampade a bassa potenza
- 1.5 mm^2 per prese fino a 10A

- 2.5 mm^2 per prese fino a 16A
- 4 mm^2 per un massimo di 25A
- 6 mm^2 per un massimo di 32 A

La distribuzione dei cavi elettrici avviene all'interno del modulo tramite dei battiscopa sagomati e grazie all'intercapedine posta tra OBS e rivestimento interno. Questa soluzione garantisce un'adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni di posa, ed esercizio, e una facile ispezione in caso di manutenzione o cambio di destinazione d'uso.

In generale, l'impianto di progetto è di bassa tensione e si articola in 4 linee:

- Linea per l'illuminazione da 10A
- Linea delle prese da 16 V con tensione 220V da 16A
- Linea per impianto di riscaldamento elettrico da 16A
- Impianto di messa a terra.

Data la natura del modulo, l'impianto elettrico deve essere realizzato in loco tramite l'uso di scatole di deviazione, precedentemente inserite all'interno della parete, poste a una quota di 2.4 m. Queste permettono di collegare in serie l'edificio.

Analisi dell'impianto elettrico dei singoli moduli

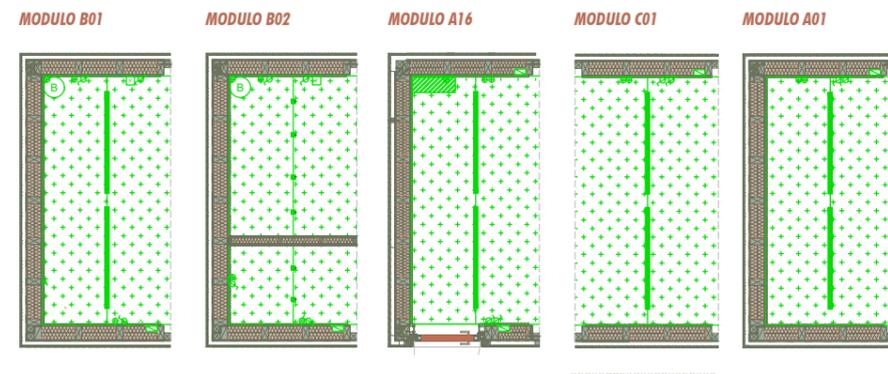
La distribuzione principale dell'impianto si sviluppa a partire dal centralino, il quale attraverso cavi è collegato alla cassetta di derivazione, installata in prossimità dell'ingresso principale.

Lo schema di distribuzione prevede un interruttore magnetotermico con I_{dm} di 30 mA e I_n si 16 A. Il circuito elettrico ha un interruttore magnetotermico da 10A mentre il circuito prese ha un interruttore da 16 A.

Il modulo di ingresso dispone di 4 punti di comando: un punto luce per l'accensione simultanea delle due luci a soffitto, un punto luce per l'accensione di una singola lampada a soffitto e 2 prese di alimentazione.

Per il modulo bagno, avendo particolari condizioni di umidità, viene previsto l'uso di tubature in materiale plastico, evitando così l'installazione di collegamenti equipotenziali con masse collegate a terra; necessarie se le tubazioni fossero state metalliche.

Sempre nel bagno è prevista l'installazione di una cassetta di distribuzione, di una presa 16 A posta ad una opportuna distanza dal lavandino, di un punto di comando per la luce dello specchio e di una presa da 16 A per il collegamento del boiler elettrico.



Legenda:	
Apparecchio di illuminazione	Boiler
Presi 220V 16A	Scatola di deviazione
Controllo finestra da tetto	Interruttore comando luce
Inverter+batteria	Generatore a diesel
Riscaldamento elettrico radiante	Pannelli fotovoltaici

Figura 08.61: Schema impianto elettrico

Il punto luce generale, composto da 2 lampade a soffitto, è comandato da un interruttore installato in prossimità della porta d'accesso al bagno.

Nei moduli di tipo B.01, alla quota di 2.5 m sopra la doccia, è posto un pulsante per le chiamate di emergenza dal bagno.

Per i moduli di tipo C e A viene previsto il posizionamento di 2 prese, una per l'illuminazione di entrambi le luci a soffitto, e una per l'accensione di 1 sola delle due lampade.

È previsto inoltre, il posizionamento di 2 prese di alimentazione da 16A.

Impianto fotovoltaico

I pannelli fotovoltaici permettono la trasformazione di parte dell'energia solare in energia elettrica, mediante l'utilizzo di celle fotovoltaiche.

Esistono diversi tipi di moduli fotovoltaici, che si differenziano in base al materiale di cui le celle sono formate.

I materiali più comuni sono: silicio monocristallino (efficienza fino al 25%); silicio policristallino (efficienza compresa tra il 14 e il 20%); silicio amorfo (efficienza fino al 13%).

Facendo sempre riferimento all'hub tipo, centro d'ascolto (H03), si è optato per l'installazione di pannelli fotovoltaici in silicio amorfo, applicati su una superficie pari al 25% della superficie del tetto.

Questa scelta è data dalla volontà di integrare il sistema fotovoltaico alla copertura in alluminio e permettere una facile installazione, agevolando quindi la possibilità di applicazione di altri pannelli in futuro. Il pannello fotovoltaico ipotizzato è di tipo SOLAR FRAME con rendimento pari al circa il 10%. Tali pannelli fotovoltaici necessitano di un regolatore di carica che assicuri corrente costante. La funzione principale del regolatore di carica è quello di utilizzare l'energia elettrica per caricare le batterie e impedirne il sovraccarico, riducendo o interrompendo la corrente di carica.

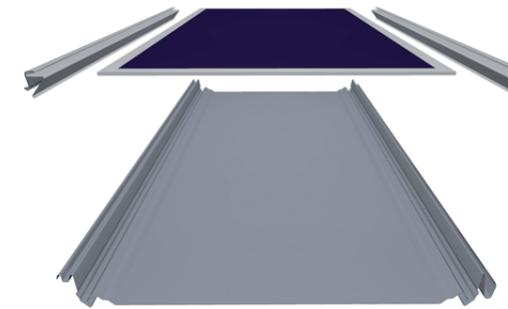


Figura 08.62: Sistema fotovoltaico adattato all'interno dei moduli M.O.R.E.
- Tipo SOLAR FRAME integrato alla copertura Riverclack®

Per il sistema fotovoltaico utilizzato si è deciso di adottare un regolatore di tipo MPPT (Maximum Power Point Tracking). Il suo compito principale è regolare la tensione e la corrente in ingresso da un pannello solare per massimizzare la potenza erogata, che può variare in base alle condizioni di illuminazione e temperatura.

Le batterie di accumulo permettono l'accumulo di energia prodotta da fonti rinnovabili. Il dimensionamento delle batterie per il progetto M.O.R.E., mira a garantire un'autonomia energetica di almeno due giorni in caso di interruzione della fornitura elettrica.

Inoltre, è stato necessario l'inserimento di un inverter che trasforma l'energia elettrica da continua ad alternata (220 V). Riflettendo sulla natura del progetto, lo spazio disponibile e l'assenza di un locale impianti, si è optato per un sistema di accumulo integrato con inverter.

La soluzione ipotizzata è quella del sistema SonnenBatterie hybrid 9.53 caratterizzata da batterie LiFePO4 con l'inverter integrato.

Il carico elettrico giornaliero a pieno regime è di 8.15 kWh. In caso di emergenza, ipotizzando che non si produca ACS, che venga interrotto il sistema di ventilazione meccanica e che si utilizzi metà dell'illuminazione artificiale, il consumo si riduce a 2.5 kWh.

Il sistema ipotizzato è hybrid 9.53/10 che garantisce un'autonomia di 2 giorni.

Il sistema di accumulo integrato sarà posizionato in corrispondenza del modulo di ingresso.

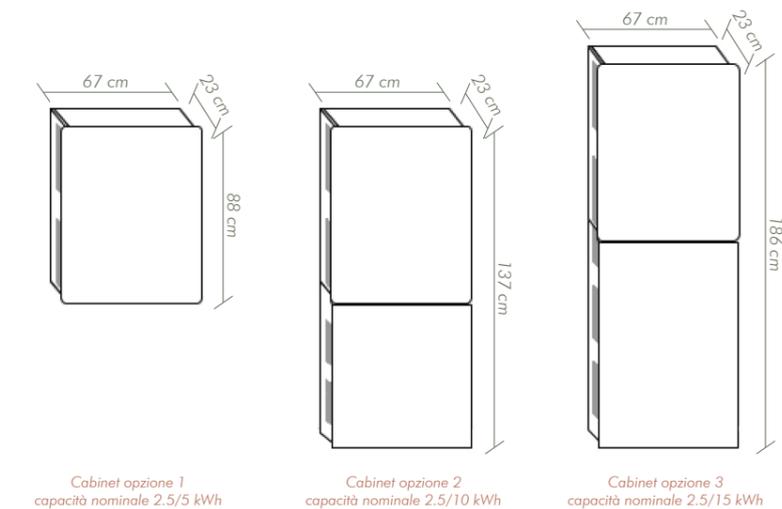


Figura 08.63: Sistema SonnenBatterie hybrid 9.53/10: capacità nominale di 10 kWh

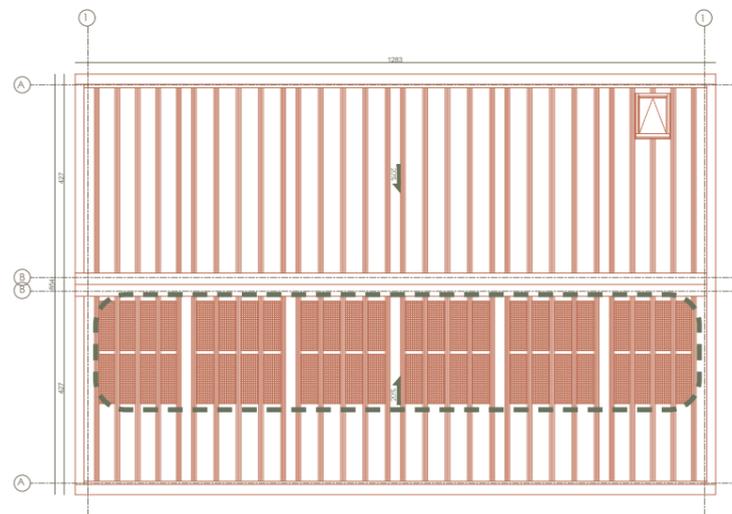


Figura 08.64: Pianta delle coperture del modulo di ascolto

Generatore elettrico

Nei moduli M.O.R.E., vista la loro vocazione emergenziale, risulta fondamentale garantire un'autonomia energetica anche per lunghi periodi, in modo da renderli operativi e utilizzabili fin dalla loro, posa anche in assenza di un allaccio alla rete elettrica.

È quindi prevista l'installazione di un generatore di corrente elettrica, posto nel vano al di sotto della rampa di accesso.

Sul mercato esistono diversi tipi di generatori, ma, ci siamo focalizzati nell'analisi dei generatori a diesel e di quelli elettrici ad idrogeno. I generatori a diesel funzionano attraverso un motore alimentato a diesel che aziona un generatore elettrico per produrre corrente alternata. Essi sono i più utilizzati per la generazione di energia elettrica di emergenza:

infatti, questo tipo di generatori sono noti per la loro affidabilità e robustezza nel tempo e per la possibilità di produrre energia di edifici anche di grandi dimensioni.

Aspetto da considerare è la grande disponibilità di diesel che può essere facilmente immagazzinato. Tuttavia, è importante considerare l'impatto ambientale elevato che essi producono.

D'altra parte, i generatori elettrici ad idrogeno offrono un'opzione pulita ed efficiente, ma, richiedono infrastrutture di approvvigionamento dedicate e sono più costosi.

I generatori ad idrogeno possono raggiungere alte efficienze convertendo direttamente l'idrogeno in elettricità attraverso una reazione chimica, ottenendo come sottoprodotto solo acqua, offrendo un'opzione ecologicamente sostenibile e a basso impatto ambientale per la produzione di energia.

Dal punto di vista acustico questi generatori risultano essere molto silenziosi a differenza di quelli tradizionali.

Entrambi i generatori presentano vantaggi e svantaggi che possono guidare la scelta in base allo specifico caso applicativo e al budget a disposizione.

Nel caso di Kharkiv si è ipotizzata l'installazione di un generatore tradizionale a diesel in quanto l'autonomia elettrica è già ampiamente garantita tramite l'impianto fotovoltaico installato che assicura almeno due giorni di autonomia. In caso di localizzazioni in cui la connessione alla rete elettrica non è presente o si è impossibilitati ad effettuarla oppure nel caso in cui si ipotizzano lunghi blackout, si opterà per l'uso di generatori elettrici ad idrogeno.

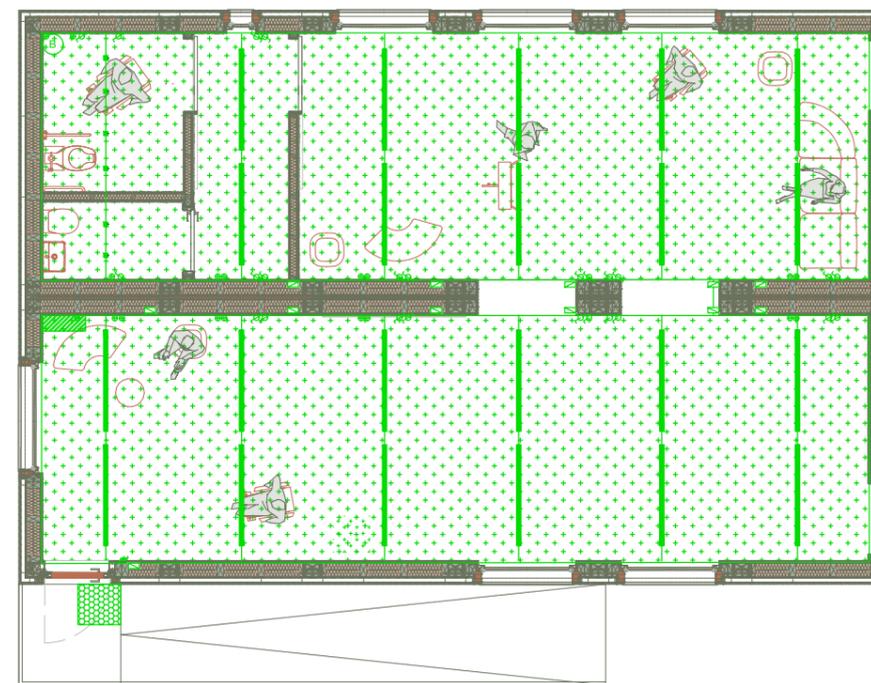
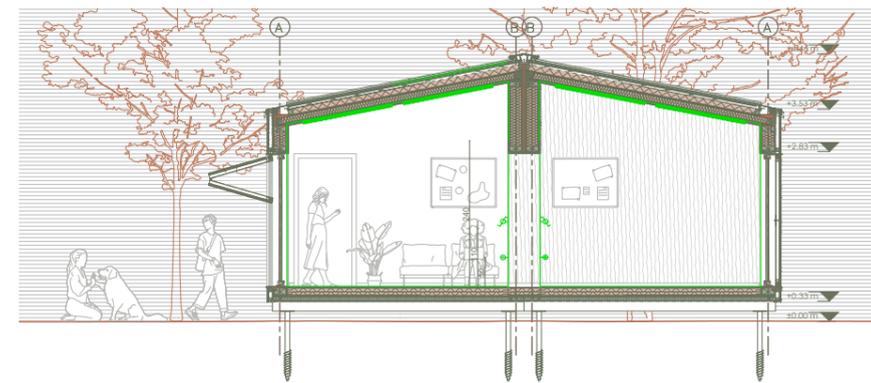


Figura 08.65: Sezione e pianta distribuzione sistema elettrico

08.3.5 Impianto Idrico-Sanitario

L'impianto idrico dei moduli M.O.R.E. è suddivisibile in due parti: l'alimentazione e la distribuzione alle utenze.

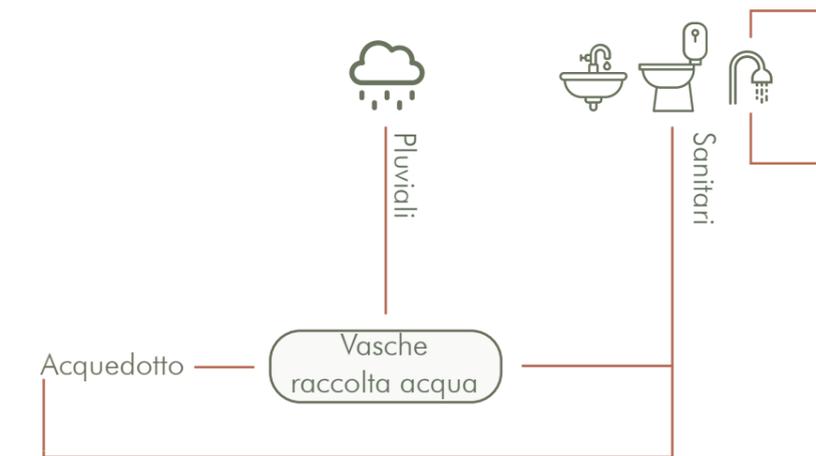


Figura 08.66: Schema funzionamento impianto elettrico

L'impianto idrico-sanitario caratterizza solo i moduli B.01 e B.02, ovvero i moduli bagno.

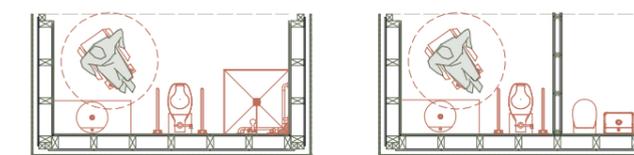


Figura 08.67: Moduli bagno nelle configurazioni B.01 (sx) e B.02 (dx)

Nei seguenti paragrafi i calcoli effettuati sono stati eseguiti tramite le formule e i valori della normativa vigente in argomento idro-sanitario: Norma UNI 9182:2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo.

Sistemi di recupero: raccolta e riutilizzo acque grigie della doccia

L'acqua dolce rappresenta l'1% di tutta l'acqua sulla Terra. Nelle nazioni più ricche del mondo, gran parte dell'acqua dolce e dell'energia consumata in casa viene utilizzata per la doccia.¹

Nel progetto M.O.R.E., per i moduli di tipo B.01, è stata ipotizzata l'installazione di docce con riciclo d'acqua.

In particolare, è stata ipotizzata l'installazione di Showerloop. Questo progetto open source prevede l'uso di acqua in un circuito chiuso, riducendo così i consumi sia in termini idrici che energetici.

L'introduzione di questo sistema stimerebbe un utilizzo di 10 litri al minuto per metro quadrato di acqua, conseguendo una riduzione del consumo idrico del 90% e una riduzione del consumo energetico compreso tra il 70% e il 90%.²

Il sistema si basa su 4 step: raccogliere, pulire, sterilizzare e riutilizzare.

Showerloop è composto da 5 elementi:

- Filtro a rete (rimuove capelli, gli oggetti di grandi dimensioni e protegge la pompa)
- Microfibra/geotessile (trattiene i materiali filtrati)
- Sabbia (filtra le particelle)
- Carbone attivo (rimuove colore, odore e sostanze chimiche)
- Luce ultravioletta (sterilizza l'acqua da batteri potenzialmente dannosi)

Dopo aver attraversato i filtri, l'acqua è pronta per essere pompata nuovamente nel soffione³

Il sistema adottato comporta una riduzione della quantità di acqua utilizzata per la doccia e una riduzione anche del consumo elettrico, poiché riutilizza acqua ancora calda che, ove necessario, può essere portata alla temperatura desiderata attraverso una piccola resistenza elettrica.

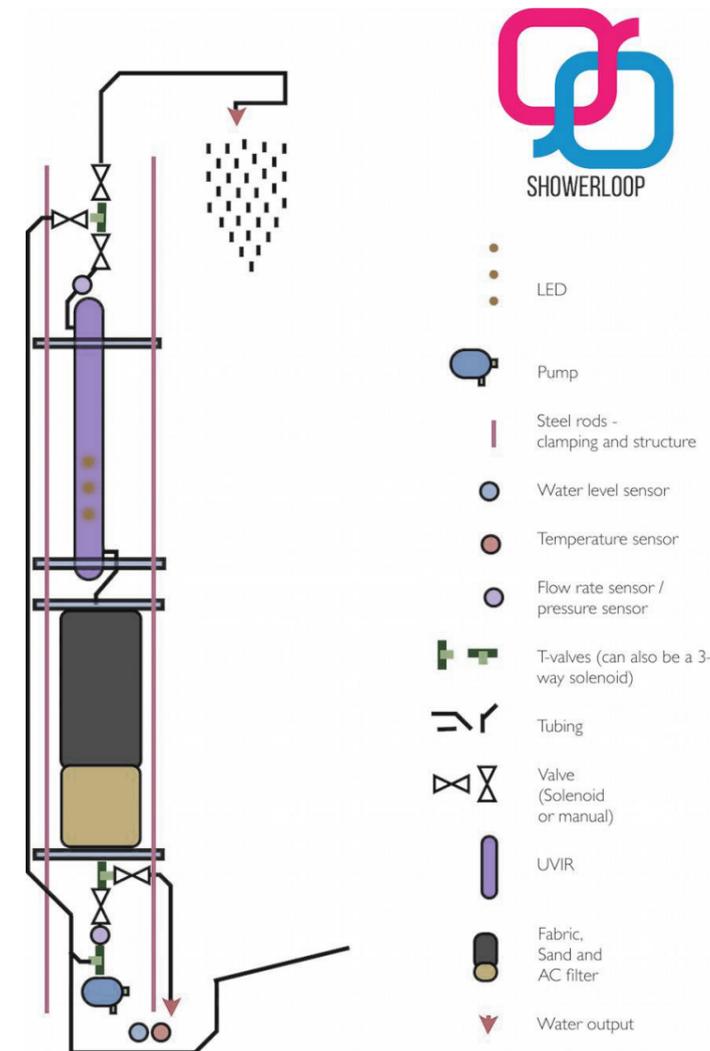


Figura 08.68: Ciclo della doccia showerloop - <https://showerloop.cc/>

Sistemi di recupero: vasche raccolta acque meteoriche

A caratterizzare i moduli B.01 e B.02 è la presenza di vasche di raccolta dell'acqua piovana, in grado di "stoccare" l'acqua per poi utilizzarla in un secondo momento in alcuni sanitari.

Dimensionamento canali di gronda e pluviali

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è regolato dalla Norma europea UNI EN 12056-3.

Un canale di gronda è costituito da:

- Larghezza (dimensione massima di una sezione del canale)
- Profondità (dimensione del lato verticale più basso)
- Sezione idraulica (area che si considera occupata dall'acqua)
- Spessore (spessore del materiale del canale)
- Bocca (massima larghezza trasversale)

La sezione dei canali di gronda dipende dalla superficie del tetto e dal regime pluviometrico della zona di ubicazione.

La portata del tetto si è ottenuto mediante la formula:

$$Q = K \cdot S \cdot I$$

dove:

- **Q**: portata (l/min)
- **S**: proiezione orizzontale (m²)
- **I**: intensità della pioggia (l/min/m²)
- **K**: coefficiente di sicurezza e assume un valore di 2

Per il dimensionamento dei canali di gronda si è fatto riferimento alla formula di Strickler:

$$V = K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

dove:

- **V**: velocità dell'acqua nel canale
- **K_s**: coefficiente di scabrezza
- **R_h**: raggio idraulico
- **J**: pendenza del canale

Si è tenuto conto delle seguenti regole in merito alle dimensioni del canale di gronda:

- Bocca > 80 mm di bocca per i canali semicircolari
- Larghezza > 100 mm di larghezza per i canali rettangolari
- Altezza > 50 di altezza per i canali rettangolari
- Pendenza ai canali di almeno 0.5%

È importante tenere presente alcune raccomandazioni circa la corretta installazione dei canali di gronda:

- Le giunzioni dei singoli elementi vanno eseguite sovrapponendo le estremità di alcuni centimetri e devono volgere verso gli scarichi per facilitare il deflusso delle acque
- Tenere presente della pendenza minima dello 0.5%
- È buona pratica fare in modo che, il bordo anteriore del canale sia sempre ad una quota di almeno 10 mm inferiore al bordo posteriore, in caso di riempimento del canale

Nel caso di M.O.R.E., le gronde giungono in sito già installate (data la prefabbricazione dei moduli) e presentano tratti molto brevi, che portano ad una differenza di quota irrisoria.

¹ Showerloop calculator; <http://showerloopcalculator.zici.fr/it>

² Shower Loop; <https://showerloop.cc/>

³ Showerloop - Guide 1: Overview; https://wikifab.org/wiki/Showerloop_-_Guide_1:_Overview

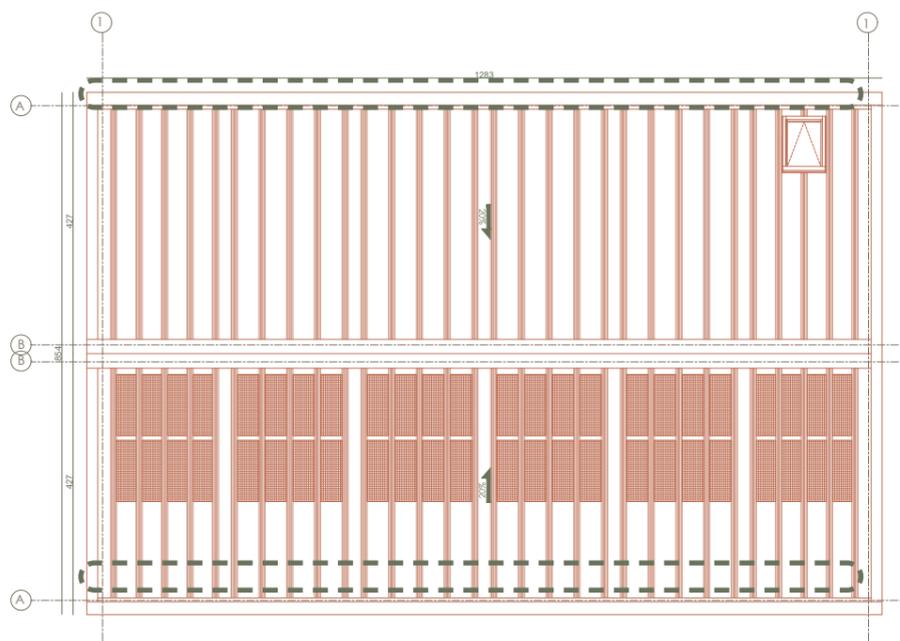


Figura 08.69: Pianta delle coperture del modulo "centro d'ascolto"

A favore di sicurezza, sono state sovradimensionate le dimensioni dal canale a 17.5 cm x 11.5 cm, con una pendenza del 2%, e sono stati predisposti dei troppopieni (uno per ogni modulo) in caso di riempimento della gronda.

Si prevede di installare una rete metallica sopra il canale di gronda, al fine di prevenire l'accumulo di neve e fogliame, garantendo così il corretto funzionamento dei canali e impedendo potenziali ostruzioni.

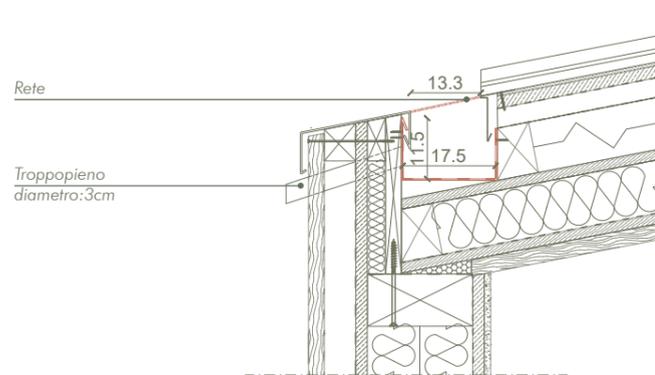


Figura 08.70: Dettaglio quotato di gronda

Per il dimensionamento dei pluviali si è fatto riferimento alla formula:

$$Q = Cc \cdot s \cdot v \text{ [m}^3\text{/s]}$$

dove:

- **v**: velocità dell'acqua nella sezione d'ingresso del pluviale
- **Cc**: coefficiente di contrazione
- **s**: sezione del pluviale.

Per il dimensionamento anche di alcune regole pratiche:

- La sezione dei pluviali espressa in cm² sia pari alla sezione del tetto in m²
- Per tetti di edifici o grandi tettoie non adottare pluviali con sezioni inferiori a 50 cm² = Ø 80 mm
- Non adottare singoli pluviali con sezioni superiori a 113 cm² = Ø 120 mm, ma, aumentarne piuttosto il numero
- Calcolare un numero minimo di pluviali pari ad 1 ogni 70-100 m² di tetto
- Disporre i pluviali ogni 15-25 m di gronda

Sono stati predisposti due canali di 50 mm in pvc ogni mezzo modulo, posto nell'intercapedine ventilata del rivestimento esterno.

Il diametro adottato è stato scelto a favore di sicurezza, anche in base alla ridotta superficie del tetto di ciascun modulo.

Il pluviale del mezzo modulo B scarica l'acqua nei serbatoi di accumulo. Nei moduli di tipo A e C, l'acqua viene scaricata direttamente a terra se il terreno presenta una pendenza naturale favorevole. In presenza di una pendenza sfavorevole, l'acqua viene deviata dal bordo esterno del modulo per circa 50 cm, attraverso uno snodo del sistema di drenaggio, in un'apposita trincea di circa 20 cm riempita di ghiaia.

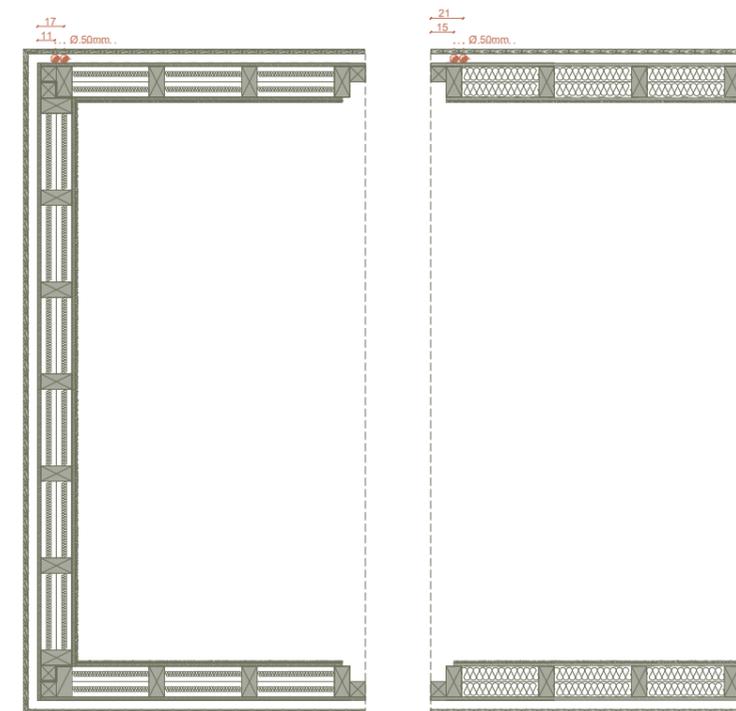


Figura 08.71: Pianta con posizionamento dei pluviali nei moduli A e C

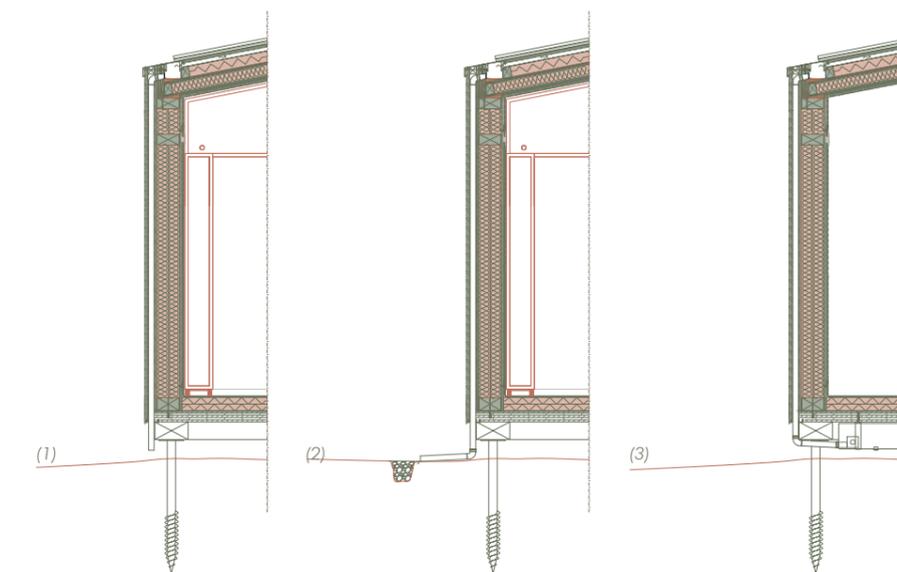


Figura 08.72: Dettagli di sezione sui pluviali nelle tre opzioni: (1) inclinazione favorevole del terreno; (2) inclinazione sfavorevole del terreno; (3) accumulo nelle vasche di raccolta dell'acqua

Dimensionamento vasche accumulo acqua

L'acqua piovana caduta sulle coperture dei moduli bagno viene canalizzata e convogliata in idonei serbatoi posti al di sotto dei moduli B.01 e B.02, in modo da mantenerla al fresco ed al buio. Una volta raggiunta la massima capacità delle vasche, l'acqua in eccesso defluisce tramite un troppopieno.

I serbatoi possono essere realizzati in cemento prefabbricato, in acciaio o in materiale plastico. I serbatoi di M.O.R.E. sono stati realizzati in polietilene. Il dimensionamento dell'impianto di riutilizzo dell'acqua è stato effettuato rispettando la Norma DIN 1989-1 2002 e la specifica tecnica UNI/ TS 11445:2012.

Per il calcolo del rendimento dell'acqua piovana, si è utilizzata la seguente relazione:

$$ER = A \cdot e \cdot H_n \cdot n$$

- E_r : rendimento [l/anno]
- A : area proiettata dal tetto
- e : coefficiente dipendente dal tipo di tetto
- H_n : quantità di precipitazione [l/m²]
- n : coefficiente di filtrazione [adm]

Il fabbisogno idrico annuo è pari a:

$$B_w = (P_d \cdot n \cdot 365) + (A_i \cdot B_{sa})$$

- B_w : fabbisogno idrico annuo totale [l]
- P_d : fabbisogno idrico giornaliero [l]
- n : numero di abitanti [adm]
- A_i : area del terreno da irrigare [m²]
- B_{sa} : a è il requisito specifico annuo [l/m²]

Il volume di acqua utile da accumulare nelle vasche è determinato moltiplicando il più basso tra il fabbisogno idrico annuo e il rendimento dell'acqua piovana, per un coefficiente che considera la variabilità degli afflussi. Questo coefficiente è calcolato dividendo la stima dei giorni consecutivi senza pioggia per l'intero numero di giorni in un anno. Il volume utile così ottenuto è pari a circa 205 l, secondo il metodo semplificato della Norma UNI TS 11445 del 2012.

Si determina infine il volume ottimale del serbatoio pari a circa 308 l; ottenuto moltiplicando il volume utile per il fattore 1.5, che consente di tenere conto della variabilità degli afflussi. Sotto i moduli B (bagno), è prevista l'installazione di tre serbatoi collegati, ciascuno con una capacità di 100 litri.

Il sistema di recupero delle acque piovane è composto da tre parti distinte: filtraggio, stoccaggio e riutilizzo. L'acqua proveniente dalle grondaie è indirizzata verso un filtro, atto a separare le impurità in sospensione. Una volta filtrata, l'acqua è immagazzinata in un serbatoio, dove viene prelevata leggermente sotto la superficie, per garantire la qualità, in modo da prelevare l'acqua più pulita. A regolare il sistema vi è una centralina elettronica, la quale gestisce una pompa.

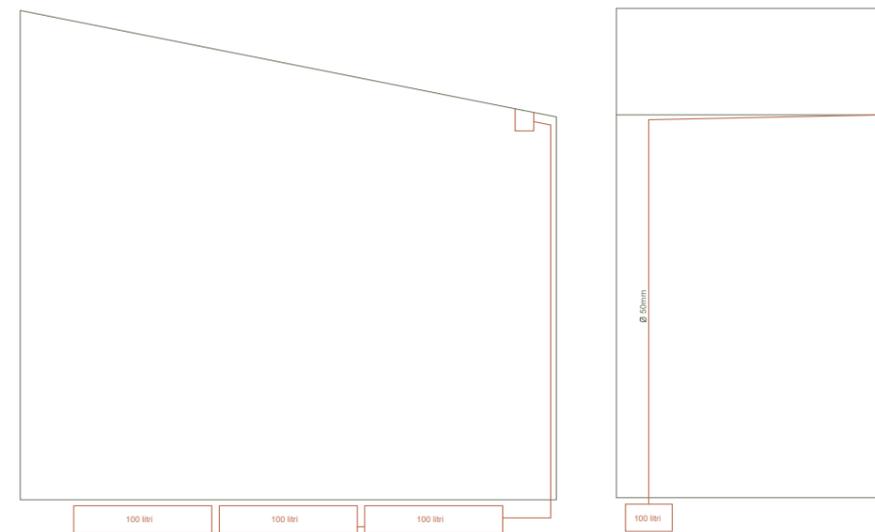


Figura 08.73: Schema di distribuzione delle vasche di raccolta dell'acqua meteorologica

Sistemi di distribuzione

Il dimensionamento del sistema di distribuzione dipende dalle portate massime contemporanee secondo le *unità di carico (UC)*.

Ad ogni erogatore corrisponde un valore di unità di carico, che dipende dalle sue caratteristiche dimensionali, funzionali e frequenza d'uso.

Si è fatto riferimento alle Norme UNI 9182:2014 e UNI EN 806.

B.01	Numero	UC calda	UC fredda	UC totale
WC	1	0	5	5
Lavabo	1	1.5	1.5	2
Doccia	1	3	3	4

Tabella 08.3: Unità di carico dei moduli B.01

B.02	Numero	UC calda	UC fredda	UC totale
WC	2	0	10	10
Lavabo	2	3	3	4

Tabella 08.4: Unità di carico dei moduli B.02

B.01	UdC	Portata (l/s)	Portata (l/h)
ACS	4.5	0.3	1080
AFS	9.5	0.5	1800
ACS+AFS	11	0.6	2160

B.02	UdC	Portata (l/s)	Portata (l/h)
ACS	3	0.3	1080
AFS	13	0.68	2448
ACS+AFS	14	0.68	2448

Tabella 08.5: Portate dei moduli B.01 e B.02

Si è optato per la scelta di tubi multistrato. Per l'acqua fredda si è fatto riferimento alle tabelle di perdite di carico continue alle temperature di 10° C, mentre per l'acqua calda si è fatto riferimento alla tabella con temperatura di 50° C.

Facendo riferimento alla norma UNI 9182, sono stati determinati i diametri delle tubazioni utilizzando le relative tabelle di calcolo. Successivamente, le dimensioni delle tubazioni sono state convertite da millimetri a DN utilizzando apposite tabelle di conversione.

Per un corretto dimensionamento delle distribuzioni terminali, in modo che sia assicurata l'erogazione delle portate richieste nei vari apparecchi installati, occorre contenere le perdite di carico e mantenere valori di velocità adeguati all'interno delle tubazioni.

In particolare, bisogna rispettare i seguenti valori: la pressione di esercizio massima pari a 5 bar, la portata minima di progetto pari a 0.1 l/s per il lavabo e per il WC a cassetta, di 0.15 l/s per la doccia, la velocità di flusso per la distribuzione primaria deve essere inferiore ai 2 m/s.

La tipologia di distribuzione nel locale bagno avviene secondo la distribuzione con derivazione a "T".

Nei moduli B la distribuzione avviene tramite un tubo comune (dorsale) al quale si staccano le derivazioni con raccordi a "T" che servono la singola utenza.

L'alimentazione è fornita utilizzando acqua non potabile proveniente dalla rete dedicata al recupero delle acque piovane.

Il calcolo delle dimensioni delle tubazioni è stato effettuato sia tramite approcci semplificati che utilizzando metodologie analitiche.

Pertanto, si avrà una portata per il funzionamento di 0.2 l/s, con una potenza in continuo pari a 29.30 W.

In definitiva la potenza totale del bollitore deve essere data dalla somma della potenza termica e quella del funzionamento in continuo.

Il bollitore elettrico installato dovrà avere una potenza di almeno 314.2 W per il modulo B.01 e 354.9 W per il modulo B.02.

Per entrambi i moduli si è scelto un bollitore elettrico tipo *Liverani NB 30 - Boiler nautico 30 Lt Litri - 230 V 500 W*.

I vantaggi di questo sistema sono: scambiatore di calore ad elevata superficie di scambio; possibilità di produrre acqua calda anche con la resistenza elettrica; valvola di sicurezza e di ritegno, che permette di scaricare l'acqua del boiler in caso di inutilizzo.

08.3.6 Impianto di scarico

Per il dimensionamento del sistema di scarico si è fatto riferimento alla norma *UNI EN ISO 12056*.

Si procede al dimensionamento dello scarico delle acque nere Q_{ww} (l/s) secondo la seguente formula:

$$Q_{ww} = K((\Sigma DU)^{1/2})$$

- Q_{ww} : scarico acque nere
- K : coefficiente di scarico
- ΣDU : Design-Units

Tipo di edificio	K
Utilizzo irregolare, per es. in appartamenti privati, pensioni, uffici	0.5
Utilizzo regolare, per es. in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0.7
Utilizzo frequente, per es. in bagni e/o docce pubblici	1.0
Utilizzo speciale, per es. laboratori	1.2

Tabella 08.8: Coefficienti di scarico

Apparecchio sanitario	Sistema 1	Sistema 2
	DU (l/s)	DU (l/s)
Lavabo	0.5	0.3
Doccia con tappo	0.8	0.5
Wc con cassetta 4.0 l	**	1.8

Tabella 08.9: Desing-units in base al diverso sistema e apparecchio sanitario

Colonna acque nere con ventilazione primaria DN	sistema 1 e 2 Qmax (l/s)	
	DU (l/s)	DU (l/s)
70	1.5	2.0
80*	2.0	2.6
100**	4.0	5.2
125	5.8	7.6
150	9.5	12.4
200	16.0	21.0

* Diametro nominale minimo allacciamento WC sistema 2
** Diametro nominale minimo allacciamento WC sistema 1

Tabella 08.10: Portata consentita acque nere e diametro nominale

ΣDU per il modulo B.01 è pari a 2.5 l/s mentre B.02 è pari a 4.2 l/s e i Q_{ww} sono rispettivamente 1.1l/s e 1.7l/s.

Il sistema utilizzato per i moduli bagno è il sistema di tipo I ovvero: *Impianto con colonna unica e tubazioni di allacciamento riempite parzialmente*.

Questo sistema prevede che gli apparecchi sanitari siano collegati alle tubature di allacciamento, con riempimento parziale pari al 50%, a loro volta collegate ad un'unica colonna delle acque nere.

Il diametro della colonna di scarico risulta, quindi, essere pari a 100 mm; diametro minimo delle colonne di scarico del sistema di tipo I.

Si procede quindi nella definizione delle tubazioni di allacciamento per tubazioni ventilate. Tenendo presente che la lunghezza massima della tubazione per il sistema di tipo 1 è di 10 m, non ci sono limiti di curve a 90°, è possibile coprire un dislivello massimo di 3.0 m, e la pendenza minima da adottare è dello 0.5%.

Qmax (l/s)	Sistema 1	Sistema 2
	DN	DN
0.60	*	30/30
0.75	50/40	40/30
1.50	60/40	50/30
2.25	70/50	60/30
3.00	80/50**	70/40
3.40	90/60***	80/40**
3.75	100/60	90/50

* Non ammesso; nessun WC;
** max. 2 WC e curva verticale 90° non consentita.

Tabella 08.11: Limiti di applicazione per tubazioni ventilate di allacciamento

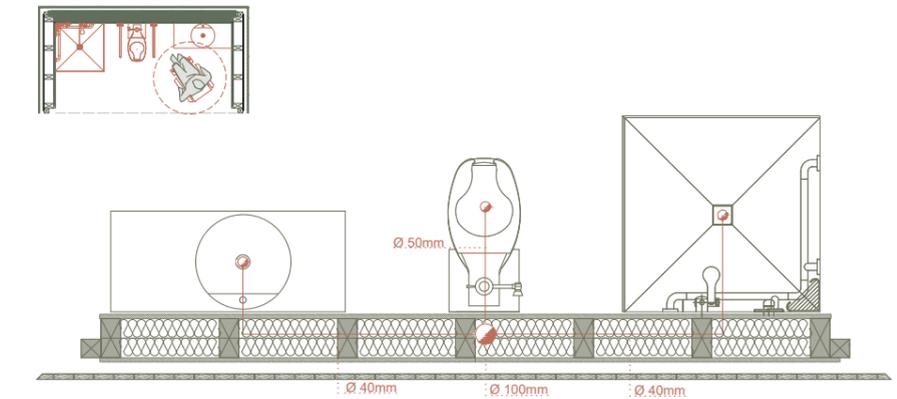


Figura 08.76: Schema distribuzione della rete di scarico del modulo B.01

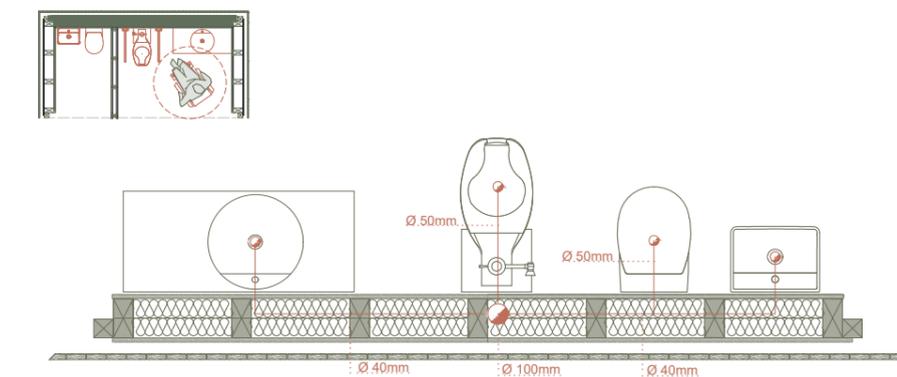


Figura 08.77: Schema distribuzione della rete di scarico del modulo B.02

08.3.7 Impianto Antincendio

La sicurezza antincendio riveste un ruolo cruciale, poiché mira alla prevenzione degli incendi secondo gli obiettivi fondamentali legati alla salvaguardia della vita umana, all'integrità delle persone e alla protezione dei beni e dell'ambiente.

La progettazione antincendio è volta a minimizzare il rischio di propagazione di incendio, assicurare stabilità delle strutture portanti e assicurare l'intervento di soccorso in caso di emergenza.¹

Assumendo un profilo di rischio relativo alla salvaguardia della vita umana pari a 60 minuti (R_{vita}), i dispositivi di sicurezza antincendio impiegati includono gli estintori d'incendio.

Per i moduli è prevista l'installazione di estintori ad anidride carbonica, posizionati in modo da essere facilmente accessibili da qualsiasi punto dell'edificio. Sulla piantina di segnalazione, gli estintori hanno una capacità di 6 litri ciascuno e sono collocati vicino al contatore elettrico.

Per quanto concerne la rilevazione e l'allarme, è stato implementato un sistema di segnalazione d'allarme per la rivelazione manuale degli incendi, attraverso la vigilanza degli spazi da parte degli occupanti; il quale è situato nelle vicinanze dell'ingresso principale. Inoltre, per ciascuna area del progetto è stata designata una specifica zona di raccolta in caso di emergenza. Queste sono designate per facilitare il lavoro dei soccorritori, consentendo loro di individuare facilmente le persone evacuate e fornire assistenza se necessario (vedi tabella 08.12).

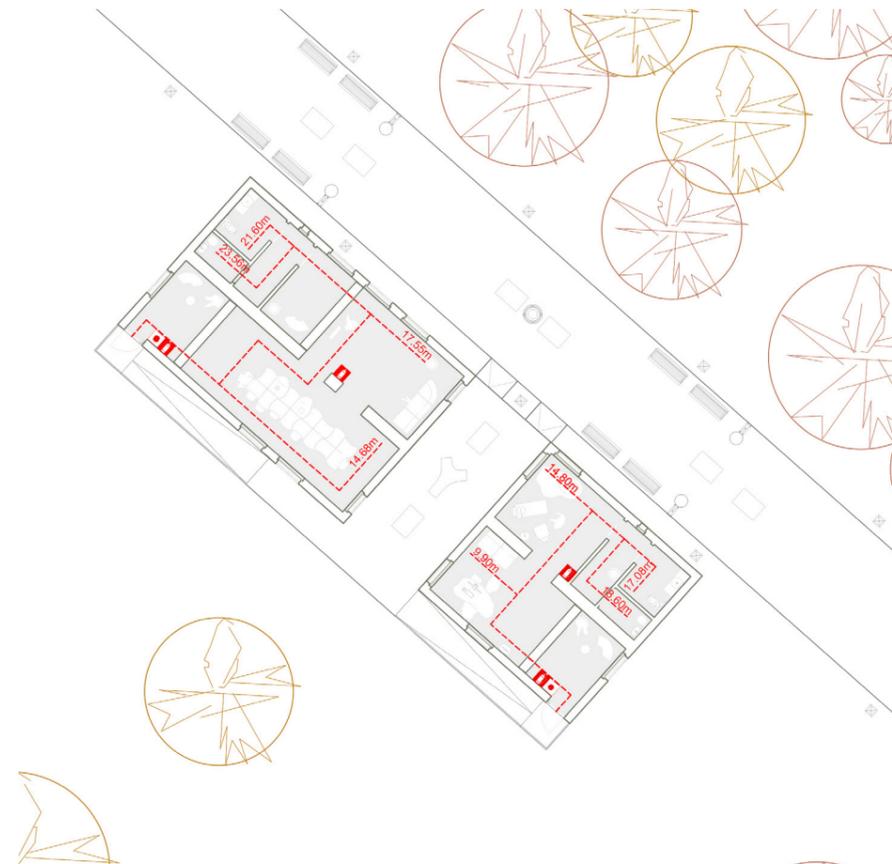


Figura 08.78: Pianta antincendio, area salute mentale

SISTEMI ANTINCENDIO	
Estintore	
Dispositivo di segnalazione e allarme	
Percorso di esodo	
Lunghezza di esodo	

Tabella 08.12: Attacco a terra focus pianta antincendio

¹ <https://biblus.acca.it/progettazione-antincendio-cose-e-perche-e-importante/>

08.3.8 Analisi energetica

Il consumo energetico nel corso della vita di un edificio rappresenta uno dei principali fattori che contribuiscono sia alle emissioni di carbonio che ai costi operativi dell'edificio.

Uno degli obiettivi del progetto è la realizzazione di edifici sostenibili, non solo attraverso l'utilizzo di materiali a basse emissioni, ma, anche dal punto di vista energetico.

Il modello energetico sviluppato calcola il consumo energetico di un'aggregazione di moduli nell'arco di un anno intero, ed utilizza input quali condizioni meteorologiche, geometria, sistemi HVAC ecc.

Le analisi energetiche sono state effettuate sull'area di supporto psicologico (comprensiva di *hub* centro d'ascolto e *hub* di riabilitazione psicologica), ma, si evidenzia come analoghe riflessioni possono essere riportate a tutti i moduli di progetto.

Per la realizzazione del modello energetico abbiamo usufruito del plug-in di Revit, Cove.Tool. Tramite questo plug-in è stato possibile studiare il comportamento energetico dell'*hub*, tramite uno studio che viene elaborato utilizzando le ipotesi del codice energetico equivalente ASHRAE 2019 - IECC 2021¹.



Figura 08.79: Interoperabilità tra programmi BIM Revit

Conoscere la tipologia edilizia è un aspetto molto importante per comprendere il consumo specifico dell'edificio, la spesa e le strategie di controllo. Il caso oggetto di studio, come si può dedurre, rientra nel "tipo" di edificio "Centro di riabilitazione ambulatoriale", che comprende edifici che forniscono cure riabilitative e supporto per persone con infortuni, malattie e disabilità.

¹ <https://www.energycodes.gov/determinations>

La determinazione della tipologia edilizia dell'edificio ha permesso di effettuare un confronto con i dati CBECS 2003², con riferimento alla sfida Architettura 2030 che ha come obiettivo le emissioni zero del settore edilizio globale, che stabiliscono limiti per l'utilizzo dell'energia, i limiti di carichi di raffreddamento e di riscaldamento.

Sono stati definiti quindi dei punti di riferimento entro il quale il progetto deve rientrare.

In particolare, è stato analizzato il fattore IUE ($\text{kWh/m}^2/\text{anno}$), ovvero l'energia al metro quadro all'anno che si calcola dividendo l'energia totale consumata dall'edificio in un anno (KWh) per la superficie totale dell'edificio. I valori **limiti per IUE** sono definiti secondo ASHRAE 2019 - IECC 2021 pari a **45.34 $\text{kWh/m}^2/\text{anno}$** , per la tipologia edilizia considerata.

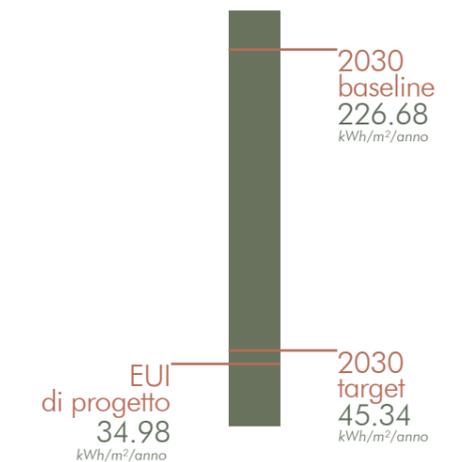


Figura 08.80: Analisi comparativa dell'energia

² <https://www.eia.gov/consumption/commercial/data/2003/>

Facendo un focus sull'*hub* centro d'ascolto, dell'area di supporto psicologico, si è raggiunto un **valore di progetto IUE** pari al **34.98 kWh/m²/anno**, dunque, inferiore al valore limite di target prefissato.

Nello specifico i carichi sono così ripartiti 47.26 kWh/m²/anno per il riscaldamento, 7.74 kWh/m²/anno per l'illuminazione, 4.46 kWh/m²/anno per eventuali apparecchiature elettriche, 3.24 kWh/m²/anno atti alla ventilazione meccanica, 4.36 kWh/m²/anno usati per la produzioni di ACS; mentre sono 32.09 kWh/m²/anno quelli prodotti dai pannelli fotovoltaici posti sul tetto (che occupano un'area di 25m²). A dominare i consumi è il carico di riscaldamento, il carico di illuminazione contribuisce al 11.54% dell'IUE totale, mentre il carico dell'attrezzatura contribuisce all'6.65% dei consumi. Il carico di acqua calda contribuisce al 6.5%, il carico della ventilazione contribuisce al 4.83% dell'IUE totale, mentre i pannelli fotovoltaici compensano -32,09 EUI dall'edificio.

Per il costo annuo di energia dell'edificio, viene ipotizzato un costo di 1.34 euro/kWh (valore predefinito definito dal software *Cove.Tool* in base alla geolocalizzazione del progetto) da cui risulta un costo totale di 5156.37 euro/anno.

L'edificio secondo il *LEED v.4.1* calcolato su *ASHARE 2010* acquisirebbe un punteggio di **18 punti LEED- Credito EAc2**, su 18. Ovvero, dei punti stimati che il progetto può ricevere nell'ambito del credito *EAc2* della versione *LEED v.4.1*.³

Si è ipotizzato poi uno scenario alternativo in cui la superficie di pannelli fotovoltaici installati corrispondesse al 50% della copertura andando così a produrre 66.46 kWh/m²/anno. In questo scenario l'edificio raggiunge un **valore di progetto IUE** pari al **0.6 kWh/m²/anno**.

In conclusione, l'analisi energetica effettuata tramite software BIM ha dimostrato che il progetto del centro di riabilitazione ambulatoriale è in grado

di raggiungere e superare gli obiettivi di sostenibilità energetica prefissati ad inizio analisi; assumendo un valore di EUI inferiore al target 2030. Questo risultato è stato ottenuto grazie l'utilizzo di soluzioni eco-efficienti per gli involucri, per gli impianti e per gli apparati tecnologici; riuscendo a soddisfare i requisiti del protocollo *LEED v.4.1* e acquisendo il punteggio massimo nel credito *EAc2*.

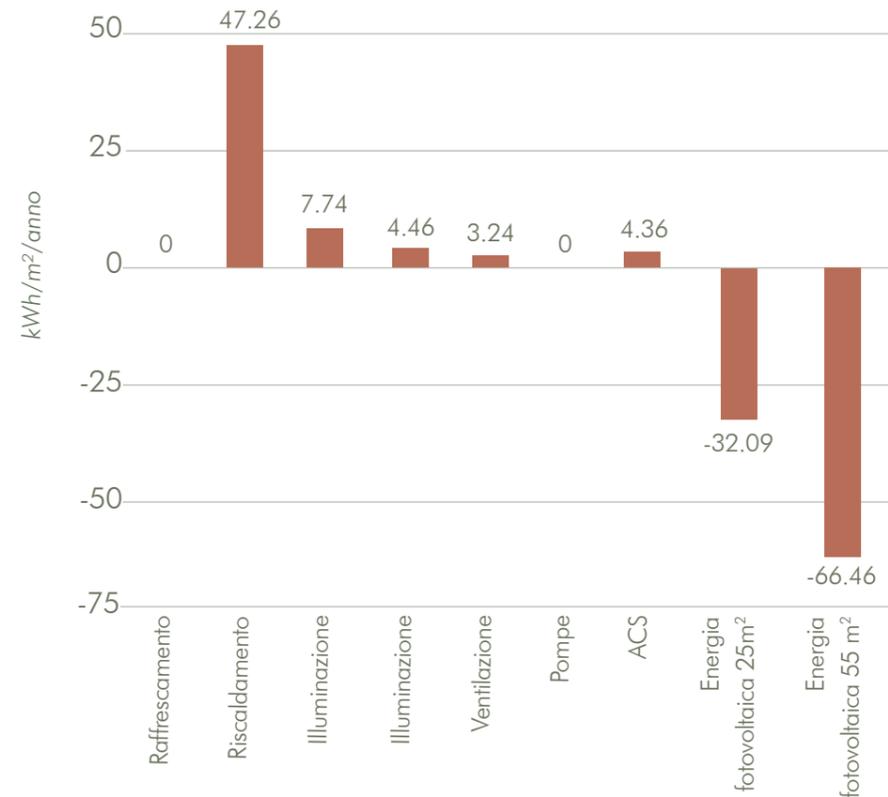


Grafico 08.1: Ripartizione complessiva dei carichi dell'IUE

08.4 Progetto strutturale

Per la realizzazione dei moduli di progetto si è scelto di adottare dei componenti modulari prefabbricati in stabilimento e poi assemblati in opera, garantendo così velocità di realizzazione, riduzione degli sprechi e una diminuzione dei costi di costruzione.

Da tutte queste considerazioni, che verranno approfondite di seguito, è nata l'idea di realizzare una struttura modulare prefabbricata, realizzata con un sistema costruttivo a secco.

08.4.1 La prefabbricazione

La prefabbricazione è un metodo di costruzione che prevede la realizzazione di componenti o moduli strutturali in un'officina o in un luogo dedicato, per poi essere trasportati e assemblati sul sito di costruzione. Questo approccio consente di ottenere vantaggi come maggiore velocità di costruzione, migliore controllo di qualità, riduzione dei costi e minore impatto ambientale.¹

La prefabbricazione: cenni storici

La storia della prefabbricazione risale a tempi antichi. Nel corso dei secoli, la prefabbricazione è stata impiegata in vari contesti e tempi.

La pratica di suddividere la costruzione in parti ha origine nel XVI secolo, quando c'era una forte domanda di realizzazione di insediamenti per la colonizzazione britannica. Uno dei primi esempi significativi di abitazione prefabbricata è rappresentato da *"The Portable Cottage"*, progettata da H. John Manning per suo figlio che si stava preparando a emigrare in Australia. La struttura era costituita da un telaio in legno con componenti standardizzate e intercambiabili.²

¹ J. Hearn, *A short history of prefabrication*, <https://www.prefabmuseum.uk/content/history/short-history-prefabrication>
² G. Herbert, *Journal of the Society of Architectural Historian*, Vol.31, No.4, pp. 261-275, University of California Press, 1972

Con l'avvento dell'industrializzazione, l'uso di elementi prefabbricati, soprattutto in ghisa e acciaio divenne sempre più diffuso.

Nel XIX secolo, l'avvento delle macchine e delle tecnologie di produzione in serie ha permesso la produzione su larga scala di componenti prefabbricati. Nel corso del XX secolo, la prefabbricazione ha continuato a svilupparsi e ad essere adottata in vari settori, come quello residenziale, commerciale e industriale. Sono state introdotte nuove tecnologie e materiali che hanno ampliato le possibilità di applicazione della tecnica di prefabbricazione. All'inizio del XX secolo, si diffuse in Nord America la pratica del *"balloon framing"*, che consisteva nella produzione di kit per la costruzione di case prefabbricate in legno pre-tagliato. Negli anni, le industrie, con lo sviluppo della prefabbricazione in ferro e calcestruzzo armato, si sono orientate verso una prospettiva di produzione in serie e di massa.

Tra gli architetti che trattavano questo tema vi era Le Corbusier (1887-1965), il quale progettò la *Maison Domino* e la *Maison Citrohan*, entrambe con l'obiettivo di fare riferimento al prodotto di massa e dimostrare che una casa è una macchina per vivere.³

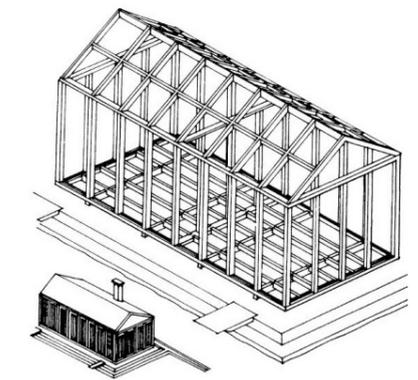


Figura 08.81: Disegno della struttura di *The Portable Cottage* di H. J. Manning
 Fonte: *Journal of the Society of Architectural Historians*.

³ Le Corbusier, p. 83., 1925

08.4.2 La prefabbricazione in legno

Per la realizzazione dei nostri moduli M.O.R.E. si è ricorso all'uso della prefabbricazione in legno, la quale rappresenta un'opzione conveniente per la realizzazione di unità ad alte prestazioni energetiche, rispettose dell'ambiente e caratterizzate da una notevole flessibilità degli spazi, oltre ad essere una tipologia di costruzione semplice e veloce.¹

Caratteristiche che rendono il legno il materiale più adatto per queste strutture modulari sono: la facilità nella sua modellazione, la bassa tossicità e la sua elevata resistenza.

Inoltre, il legno risponde a tematiche ambientali e sociali che sono orientate alla riduzione dell'inquinamento.

Le costruzioni in legno possono essere catalogate, come riportato nel libro "Sistemi costruttivi in legno. Tecnologie, soluzioni e strategie progettuali verso edifici Zero Energy" a cura del Prof. Mazzucchelli, in due macro-categorie: di tipo "leggero" e di tipo "massiccio".

La prima categoria caratterizzata da strutture che prevedono una coincidenza tra strato portante e strato isolante (costituito quindi da materiali non omogenei), questa tecnica può essere definita a *Timber Frame* (Telaio). La seconda categoria, invece, è caratterizzata dalla presenza di due strati: uno portante e uno di materiale isolante accostato a quello portante. Quest'ultima tipologia prende in considerazione le strutture realizzate con il cosiddetto *CLT* (*Cross Laminated Timber*).

Le analisi sul ciclo di vita sul lungo periodo, degli edifici con struttura portante in legno hanno dimostrato che le emissioni possono essere ridotte notevolmente utilizzando il legno come struttura, invece di altri materiali.

Pannelli Cross Laminated Timber

I pannelli *CLT* (*Cross Laminated Timber*), noti anche come pannelli *XLAM*, sono costituiti da strati di legno disposti uno sopra l'altro a 90 gradi. Questi strati sono generalmente incollati insieme, con un numero dispari di strati. La disposizione incrociata degli strati contribuisce all'aumento delle caratteristiche meccaniche del prodotto e al suo comportamento statico. Punti di forza dei pannelli *CLT* sono dati dalla loro velocità di applicazione rispetto ad altri materiali e dall'alta prestazione in caso di eventi sismici.

La composizione di pannelli in *CLT* è pari rispettivamente al 99.4% di legno di abete e al 0.6% di collanti.

Grazie alla ridotta quantità di colla utilizzata, questi pannelli rientrano tra i materiali biocompatibili e rispettano i principi della bioedilizia.

Da evidenziare nella progettazione, lo studio delle connessioni metalliche, che svolgono un ruolo fondamentale nel comportamento strutturale e vanno per questo ben progettate.

Le costruzioni che utilizzano pannelli strutturali *CLT* sono caratterizzate da una struttura tridimensionale monolitica.

Il *CLT* presenta un'elevata inerzia termica, ciò si traduce in prestazioni estive superiori.

Di norma, non è necessaria alcuna barriera al vapore sul lato interno di queste strutture.²

Il legno per la realizzazione dei pannelli, come si può intuire, viene ricavato dalle foreste e dai rifornimenti a disposizione. In primo luogo, a seguito del reperimento del materiale, si inizia la produzione delle tavole grazie all'utilizzo di macchinari meccanici e si incomincia a svolgere il processo di essiccazione delle stesse.

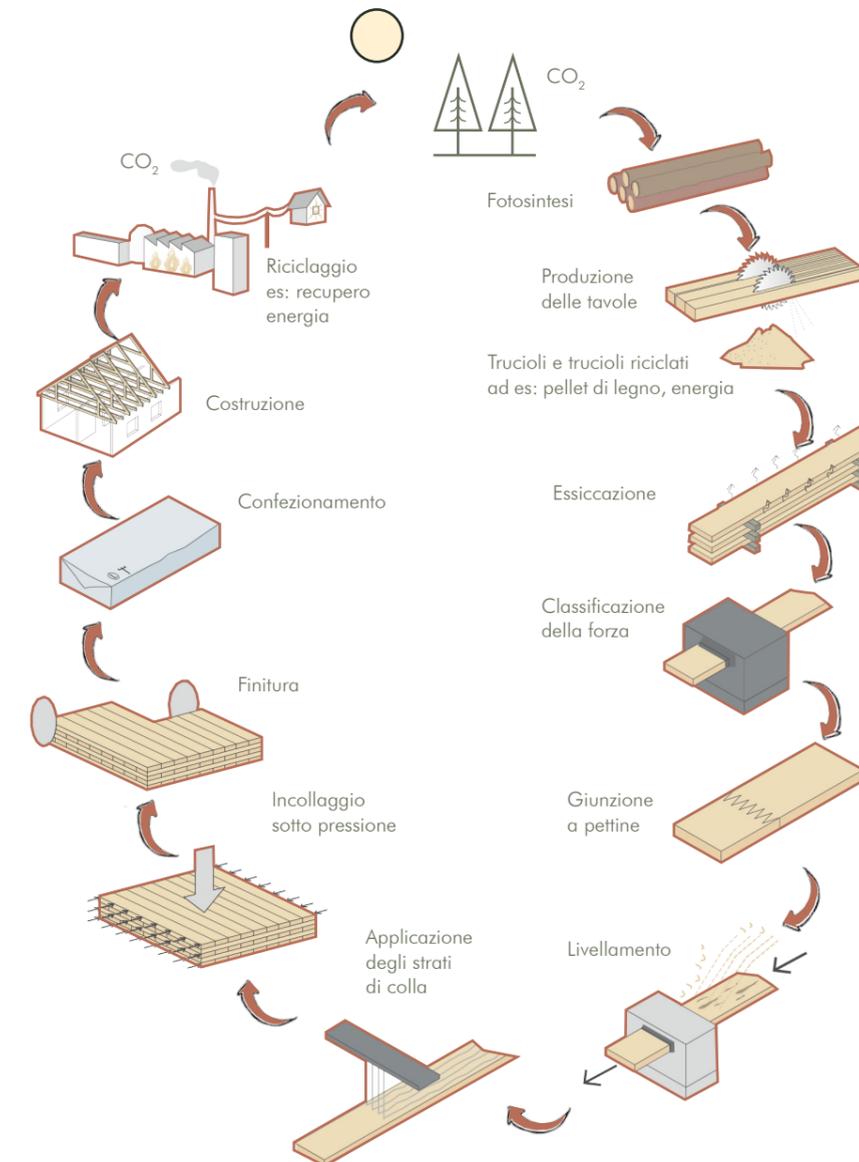


Figura 08.82: Schema del ciclo di vita del CLT
Fonte: Swedish Wood, The CLT Handbook: CLT structures – facts and planning

Le singole tavole ricavate nella fase iniziale, vengono sottoposte a prove di resistenza e in seguito vengono giunte a pettine per creare tavole lunghe. Una volta che la colla nelle giunture delle dita si è indurita, le tavole vengono piallate e poi si passa immediatamente alla fase di incollaggio in fogli.

Infatti, i lotti di tavole ottenuti vengono trasferiti alla linea di incollaggio e assemblati in grandi fogli, che vengono pressati insieme grazie all'utilizzo di specifici macchinari. La colla poi deve indurirsi per un tempo prestabilito, che dipende dal tipo di colla e dalle condizioni di temperatura e umidità presenti all'interno della sala d'incollaggio. Dopo l'incollaggio si arriva allo step della finitura finale dei componenti. Grazie a speciali macchine, si possono tagliare i bordi, fresare dei canali per le installazioni, realizzare fori e preparare giunzioni e fissaggi.

Vengono poi lucidate le superfici a vista di ogni pannello, ed infine i componenti vengono controllati visivamente ed etichettati prima di essere confezionati e caricati per il trasporto in un cantiere o in un magazzino.

È per noi importante sottolineare che il *CLT* (*Cross Laminated Timber*) è un materiale *ecofriendly* che utilizzato correttamente ha una lunga durata ed è anche riciclabile. Può quindi essere riutilizzato in nuove strutture o incenerito per il recupero energetico. Per contro, i pannelli possono essere fabbricati con un elevato grado di prefabbricazione e il loro peso proprio può arrivare a ridurre i vantaggi in termini di trasporto e montaggio.

¹ E.S. Mazzucchelli, *Sistemi costruttivi in legno*, pp. 75-96, 2016

² Rothoblaas, *X-LAM E MASS TIMBER*, <https://www.rothoblaas.it/x-lam-e-mass-timber>

Struttura intelaiata in legno: timber frame

Il sistema costruttivo a telaio in legno, oggi giorno, offre ai progettisti la soluzione più flessibile, economica e prestazionalmente vantaggiosa sul mercato.

I sistemi intelaiati in legno (*timber frame*) sono composti da montanti e traversi portanti con una sezione ridotta, che lavorano insieme agli elementi di irrigidimento e tamponamento, generalmente costituiti da lastre OBS.

La distanza tra i montanti solitamente è circa di 60 cm, ma, può variare in base alle caratteristiche di progetto e può raggiungere interassi di 80 cm.

Il telaio in legno si caratterizza per l'uso limitato di materiale legnoso (in volume), favorendo l'utilizzo diffuso di materiali isolanti. Questo comporta vantaggi durante la stagione invernale; tuttavia,, la leggerezza di tali strutture può comportare una diminuzione delle prestazioni estive (correlate alla capacità di accumulo termico).

Inoltre, la ridotta massa delle strutture leggere può penalizzare le prestazioni acustiche delle chiusure.³

Rispetto alla costruzione in muratura, una struttura a telaio in legno è più precisa e il peso complessivo della struttura è inferiore, soprattutto se si utilizzano rivestimenti leggeri; ciò può consentire la realizzazione di fondazioni leggere.

Il *timber frame*, ad oggi, risulta essere la forma più comune di prefabbricato in legno, che include isolante e utilizza collegamenti meccanici come viti, bulloni e piastre metalliche.⁴



Figura 08.83: Pareti e pilasti in CLT in una struttura in legno
Fonte: Dezeen

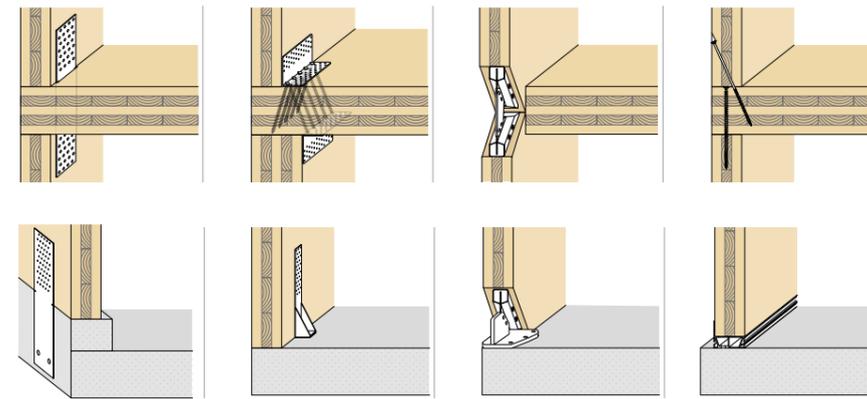


Figura 08.84: Connessioni CLT
Fonte: Rothoblaas.



Figura 08.85: Pareti in timber frame
Fonte: Ecohome

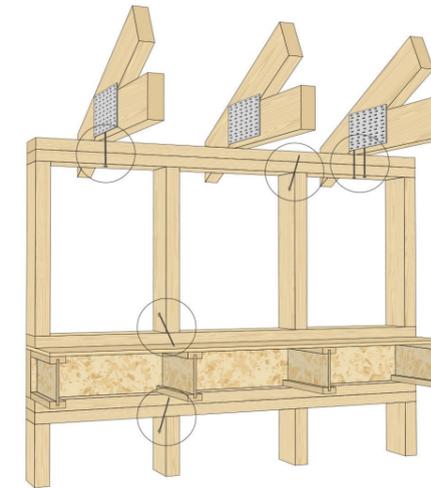


Figura 08.86: Sistema costruttivo timber frame
Fonte: Rothoblaas.



Figura 08.87: Abitazione in timber frame.
Fonte: Ingenio

³ Rothoblaas, SISTEMA COSTRUTTIVO TIMBER FRAME, <https://www.rothoblaas.it/sistema-costruttivo-timber-frame>

⁴ Ibidem

08.4.3 Scelta della struttura

In relazione agli obiettivi definiti all'inizio di questo lavoro e alla classifica dei criteri ottenuti dall'analisi SMARTER trattata nel capitolo 5.4, sono stati valutati e confrontati tra loro i sistemi costruttivi prefabbricati con pannelli strutturali in *CLT* e strutture in *timber frame*.

L'utilizzo di pannelli in *CLT* si è dimostrato vantaggioso in termini di prestazioni dell'elemento stesso, grazie all'elevata inerzia termica del materiale e alla sua capacità di fungere da freno all'umidità; tuttavia, questo materiale presenta un'elevata massa superficiale e di conseguenza maggiori costi sul materiale stesso.

Invece, l'utilizzo di un sistema intelaiato come il *timber frame* assicura maggiore leggerezza grazie all'alternanza tra i montanti e le cavità isolanti, che permettono anche di raggiungere un'elevato sfasamento termico. Un ulteriore vantaggio di questo sistema è la possibilità di posizionare i cablaggi impiantistici all'interno dell'intercapedine tra i montanti.

Entrambe le soluzioni sono in grado di soddisfare una parte dei requisiti prefissati (vedi tabella 08.13), abbiamo quindi deciso di combinare le due tipologie strutturali, utilizzando una struttura intelaiata in legno per gli elementi verticali, dato che non vi è la necessità di prestazioni tecniche e meccaniche elevate poiché le dimensioni dei moduli sono limitate), e pannelli *CLT* per il solaio inferiore.

La scelta del *timber frame* e del *CLT*, oltre a quanto riportato precedentemente, è data anche da motivazioni geografiche e di disponibilità immediata del prodotto. In particolare, nel caso dell'Ucraina e degli stati ad essa confinanti, si può dedurre dai dati che questi paesi sono tra i principali produttori di legno, e quindi utilizzano già questi sistemi costruttivi. In questo modo si può garantire una maggiore disponibilità di manodopera specializzata e di aziende convertibili alla realizzazione della struttura dei moduli.

Inoltre, per la scelta del materiale strutturale e di rivestimento, abbiamo analizzato e tenuto in considerazione le particolari qualità tattili, visive e olfattive del legno, come materiale da costruzione naturale, e il suo eccezionale rapporto resistenza/peso; che rende le costruzioni in legno sempre più ricercate dai progettisti.

Criteri	<i>CLT</i>	<i>Timber Frame</i>
Trasportabilità		X
<ul style="list-style-type: none"> • Leggerezza • Facilità di movimentazione 		X
Riuso	X	
Riciclabilità	X	X
Basse emissioni CO₂	X	X
Isolamento termico		
<ul style="list-style-type: none"> • Inerzia termica (estate) • Coibentazione (inverno) 	X	X
Isolamento Acustico	X	
Manodopera specializzata	X	X
Costo di produzione		X
Integrazione impianti		X
Freno all'umidità	X	

Tabella 08.13: Pro e Contro tecnologia *CLT* e *TIMBER FRAME*

Essendo il tema del cambiamento climatico particolarmente delicato, a cui fare sempre più attenzione nei prossimi anni, abbiamo optato per una tecnica costruttiva in legno perché vogliamo creare delle soluzioni costruttive efficienti anche sotto il profilo delle risorse sostenibili.

Pareti

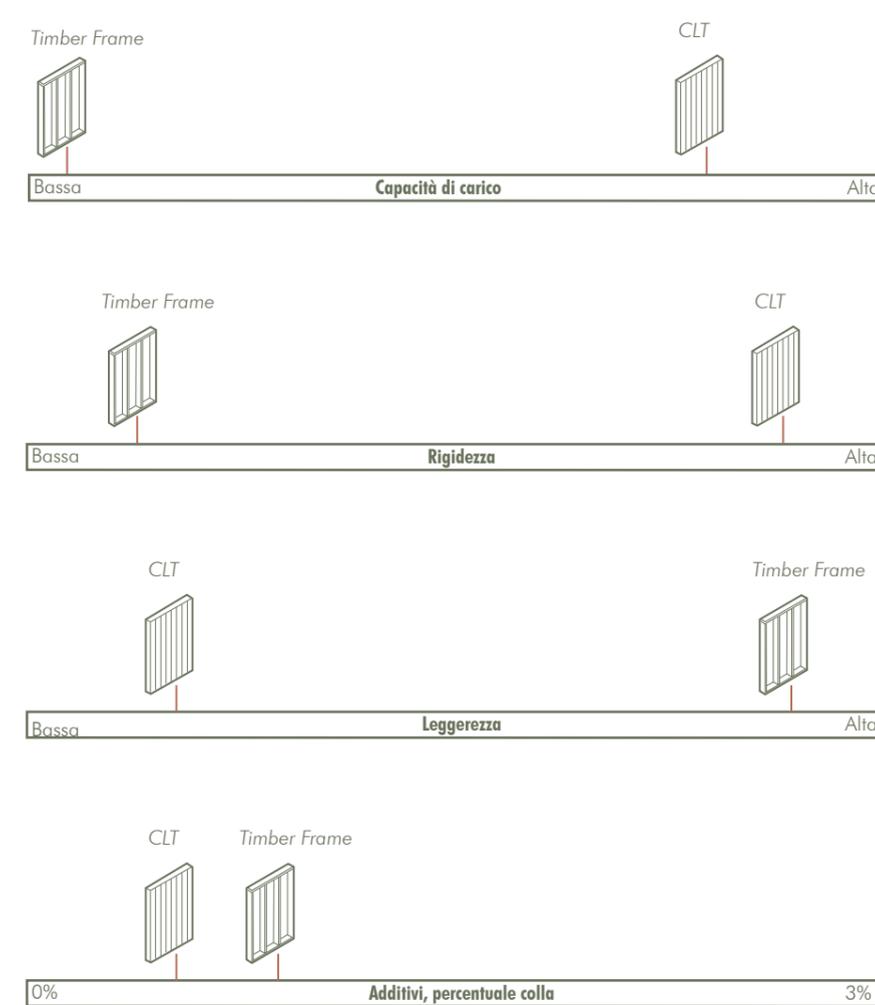


Figura 08.88: Schema pareti

Solai

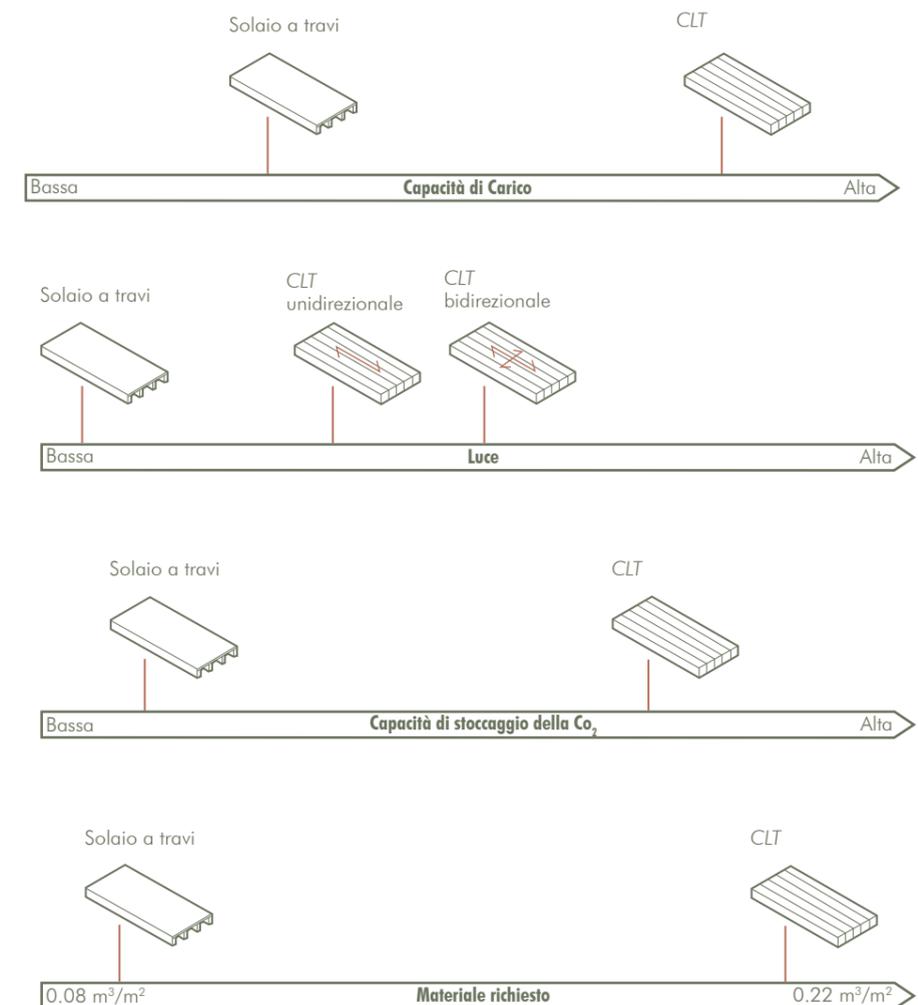


Figura 08.89: Schema solai

08.4.4 Struttura di progetto

Come già detto in precedenza, per il nostro progetto è stata scelta una struttura in legno, in particolare per le chiusure e le partizioni verticali è stata scelta la tecnologia *timber frame* in legno lamellare di abete di tipo GL24H, che ha delle eccellenti caratteristiche in termini meccanici, di leggerezza, di riutilizzo e di flessibilità.

I profili hanno una sezione di 10x20 cm, mentre per le controventature sono stati scelti dei pannelli *OSB (Oriented Strand Board)*, ovvero dei pannelli formati da "lamelle" in legno che garantiscono una buona resistenza alle sollecitazioni in quanto i vari strati vengo pressati e incollati, così da garantire compattezza e una superficie uniforme.

Per quanto riguarda la chiusura inferiore è stata invece scelta una soletta in XLAM di 10 cm a cinque strati, poiché la tecnologia permette una maggiore resistenza e una maggiore massa volumica. Infatti,, al di sotto di questa vengono fissate le vasche di laminazione e le travi a cui sono fissate le fondazioni con viti a elica.

In relazione alla copertura, si è scelta una struttura leggera composta da un pannello sandwich caratterizzato da due strati di assito in legno di abete di 2 cm con all'interno uno strato di isolamento in fibra di legno di 10 cm. Questa particolare struttura permette di resistere ai carichi, agli eventi meteorologici e allo stesso tempo garantisce leggerezza e l'utilizzo di materiali *bio-based*.

La scelta di utilizzare diverse tipologie di strutture in legno proviene dal fatto, che i nostri *hub* debbano essere smontati e riutilizzati in altri contesti in maniera rapida e di facile smontaggio e assemblaggio. Per questo motivo, uno dei criteri a cui deve rispondere la nostra struttura è sicuramente quello della leggerezza.

Timber Frame

Materiale utilizzato: Legno lamellare in abete GL24H

Normativa di riferimento: UNI EN 14080: 2013

Caratteristiche del legno:

Resistenza caratteristica media a flessione	f_{mk}	24.0 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare	f_{t90k}	0.5 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare	f_{c90k}	2.5 N/mm ²
Modulo elastico parallelo medio	E_{0m}	11500 N/mm ²
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0.05}$	9600 N/mm ²
Densità	ρ	385 kg/m ³
Resistenza caratteristica a trazione parallela	f_{t0k}	19.2 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione parallela	f_{c0k}	24.0 N/mm ²
Resistenza caratteristica a taglio	f_{vk}	3.5 N/mm ²
Modulo elastico perpendicolare medio	E_{90m}	300 N/mm ²
Modulo elastico tangenziale medio	G_m	650 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione termica lineare	α_l	0

CLT (Cross Laminated Timber)

Materiale utilizzato: XLAM

Normativa di riferimento: UNI EN 14080: 2013

Caratteristiche del legno:

Resistenza caratteristica media a flessione	f_{mk}	26.4 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare	f_{t90k}	0.12 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare	f_{c90k}	2.5 N/mm ²
Modulo elastico parallelo medio	E_{0m}	12000 N/mm ²
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0.05}$	9600 N/mm ²
Densità	ρ	420 kg/m ³
Resistenza caratteristica a trazione parallela	f_{t0k}	14 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione parallela	f_{c0k}	21 N/mm ²
Resistenza caratteristica a taglio	f_{vk}	3.3 N/mm ²
Modulo elastico perpendicolare medio	E_{90m}	370 N/mm ²
Modulo elastico tangenziale medio	G_m	690 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione termica lineare	α_l	0

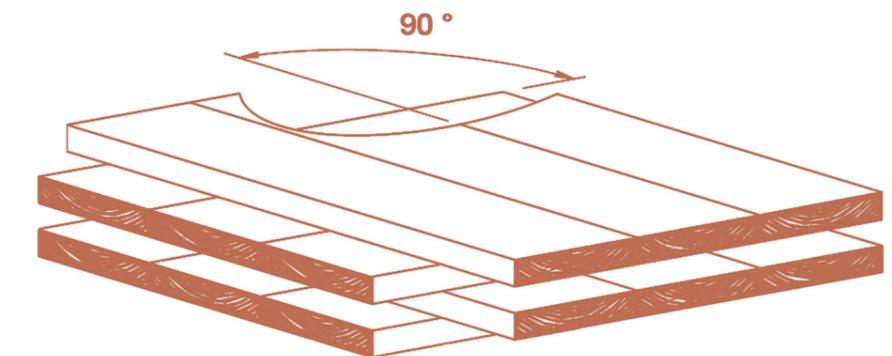


Figura 08.90: Sistema costruttivo in XLAM
Fonte: Binderholz

Pannello OSB

Materiale utilizzato:

Pannello a scaglie orientate di pioppo

Normativa di riferimento:

EN 310

Dimensioni:

Spessore	EN 324-1	22 mm
Lunghezza	EN 324-1	2500 mm
Larghezza	EN 324-1	1250 mm
Squadratura	EN 324-2	2 mm/m
Rettilinearità dei bordi	EN 324-2	1.5 mm/m

Caratteristiche del legno:

Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare	f_{190k}	0.3 N/mm ²
Resistenza a flessione longitudinale	f_{mkl}	18 N/mm ²
Resistenza a flessione trasversale	f_{mkt}	9 N/mm ²
Modulo elastico longitudinale	E_l	3500 N/mm ²
Modulo elastico trasversale	E_t	1400 N/mm ²
Densità	ρ	450 kg/m ³

Fase preliminare

Come già detto in precedenza, il nostro progetto prevede una struttura modulare che può ampliarsi attraverso l'aggregazione di un modulo tipo sia sull'asse delle ascisse, sia su quello delle ordinate, in funzione della dimensione degli spazi necessaria.

Per questo motivo le analisi di dimensionamento del progetto strutturale sono avvenute su un modulo base di tipo A come si può vedere in *figura 08.91* che riporta aperture su tutti i lati.

Questa tipologia di modulo nella realtà progettuale non è mai stato utilizzata ma,, per motivi di coerenza del progetto ci sembrava corretto effettuare tutti i dimensionamenti nel caso peggiore di instabilità possibile.

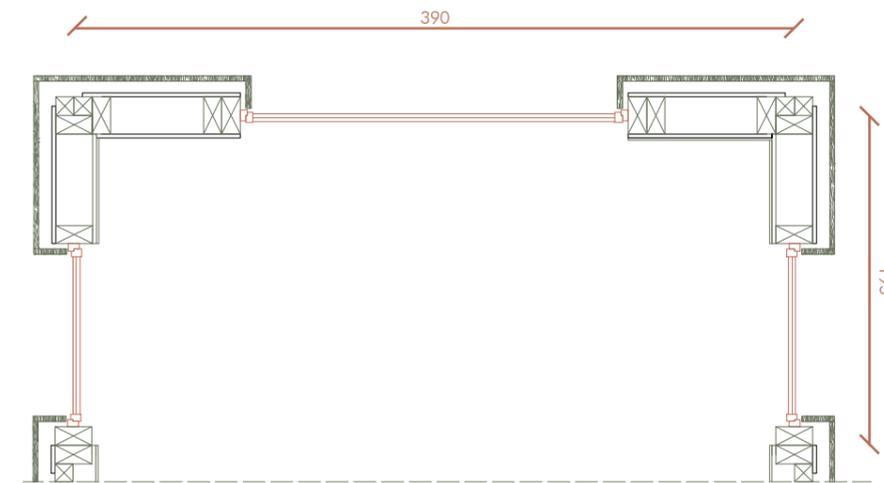


Figura 08.91: Configurazione modulo A per progetto strutturale

Ai fini del dimensionamento si è preso in considerazione un tempo utile di 20 anni, in quanto l'ipotesi di progetto risulta quella che dopo vent'anni vede il modulo dismesso e i materiali utilizzati verranno riciclati e recuperati per altri edifici o per la formazione di nuovi materiali.

Quadro normativo di riferimento

Essendo il nostro progetto situato in Ucraina, come normativa di riferimento, è stato preso in considerazione l'Eurocodice, ovvero una serie di normative europee utilizzate per la progettazione strutturale.

L'Eurocodice ci sembrava la soluzione migliore in quanto le normative ucraine sono molto complesse sia da trovare, sia da decifrare. Inoltre, nel caso in cui il nostro progetto fosse adottato per un'altra tipologia di emergenza, in un altro luogo, ci sembrava più opportuno scegliere una normativa che fosse utilizzata e riconosciuta a livello mondiale.

Gli Eurocodici utilizzati sono stati:

- Eurocodice 1: EN 1991 - Base della progettazione ed azioni sulle strutture
- Eurocodice 5: EN 1995 - Progettazione delle strutture in legno

Per una maggiore facilità di lettura, tutti gli elementi della normativa che verranno utilizzati in questo elaborato sono stati tradotti in lingua italiana.

08.4.5 Azioni agenti sulla costruzione

L'Eurocodice definisce come azione (F), una forza (carico) applicata alla struttura (azione diretta); oppure una deformazione imposta (azione indiretta), per esempio effetti sulla temperatura o assestamento.¹

Le azioni vengono classificate secondo la loro variazione nel tempo:

- **Azioni permanenti (G):** per esempio il peso proprio delle strutture, equipaggiamenti, impianti ausiliari e fissi
- **Azioni variabili (Q):** per esempio carichi imposti, carichi di vento o carichi di neve
- **Azioni accidentali (A):** per esempio esplosioni o urti di veicoli²

Riportiamo qui i carichi relativi alle stratigrafie di progetto utilizzate:

C.V.01 - CHIUSURA VERTICALE			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Finitura in larice	0.03	650	19.50
Tenuta all'acqua	0.0003	1.30	0.0004
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Isolamento in fibra di legno	0.2	120	24
Tenuta al vapore	0.0006	30	0.02
Finitura in abete	0.007	450	3.15
Peso totale (kg/m²)			66.47
Peso totale (kN/m²)			0.66

Tabella 08.14: Carichi chiusura verticale

¹ Eurocodice 1: EN 1991-1-1-4:2005
² ibidem

C.V.01 - CHIUSURA VERTICALE (LOCALE BAGNO)			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Finitura in larice	0.03	650	19.50
Tenuta all'acqua	0.0003	1.30	0.0004
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Isolamento in fibra di legno	0.2	120	24
Tenuta al vapore	0.0006	30	0.02
Finitura in cartongesso	0.007	800	10

Peso totale (kg/m²) 82.50

Peso totale (kN/m²) 0.83

Tabella 08.15: Carichi chiusura verticale (locale bagno)

P.V.01 - PARTIZIONE VERTICALE			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Finitura in abete	0.007	450	3.15
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Isolamento in canapa	0.08	40	3.20
Finitura in abete	0.007	450	3.15

Peso totale (kg/m²) 34.70

Peso totale (kN/m²) 0.35

Tabella 08.16: Carichi partizione verticale

P.V.01 - PARTIZIONE VERTICALE (LOCALE BAGNO)			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Finitura in abete	0.007	450	3.15
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Pannello OSB	0.022	450	9.90
Isolamento in canapa	0.08	40	3.20
Finitura in cartongesso	0.007	1085	13.60

Peso totale (kg/m²) 39.71

Peso totale (kN/m²) 0.40

Tabella 08.17: Carichi partizione verticale (locale bagno)

C.S.01 - CHIUSURA INCLINATA			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Finitura in alluminio	0.001	2800	19.50
Membrana carbon black	0.008	388	0.0004
Pannello OSB	0.024	450	9.90
Tenuta all'acqua	0.0003	600	9.90
Isolamento in fibra di legno	0.1	250	24
Isolamento in fibra di legno	0.1	120	24
Tenuta al vapore	0.0005	933	0.02
Finitura in abete	0.031	450	10

Peso totale (kg/m²) 68.30

Peso totale (kN/m²) 0.63

Tabella 08.18: Carichi chiusura inclinata

C.I.01 - CHIUSURA INFERIORE			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Parquet	0.015	450	6.750
Strato di livellamento	0.005	1500	7.50
Isolamento in fibra di legno	0.12	250	30
Membrana protettiva	0.0006	65	0.039

Peso totale (kg/m²) 44.29

Peso totale (kN/m²) 0.44

Tabella 08.19: Carichi chiusura inferiore

C.I.01 - CHIUSURA INFERIORE (LOCALE BAGNO)			
Materiale	Spessore (m)	Densità (kg/m ³)	Peso caratteristico (kg/m ²)
Parquet	0.015	450	6.750
Strato di livellamento	0.005	1500	7.50
Isolamento in fibra di legno	0.12	250	30
Membrana protettiva	0.0006	65	0.039

Peso totale (kg/m²) 44.29

Peso totale (kN/m²) 0.44

Tabella 08.20: Carichi chiusura inferiore (locale bagno)

Nelle analisi dei carichi delle diverse stratigrafie non vengono considerati i pesi propri degli elementi strutturali ma, solamente i pesi di tutti i materiali non strutturali.

Azione del vento

Le azioni del vento agiscono come pressioni sulle superfici delle strutture, l'azione, secondo normativa, viene semplificata e rappresentata come una forza che agisce su una superficie orizzontale.

Essa viene determinata attraverso valori caratteristici di pressione e di velocità, questi fattori dipendono dal clima, dalla variazione dell'altezza del vento e dalla categoria di terreno.

Il valore fondamentale da tenere quindi in considerazione è quello della velocità base del vento, il parametro valuta la velocità media del vento su 10 minuti, indipendentemente dalla direzione del vento e dal periodo dell'anno.

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}^3$$

Dove:

- v_b : è la velocità di base del vento, definita in funzione della direzione del vento e del periodo dell'anno a 10 m dal suolo su un terreno di tipo II
- c_{dir} : è il fattore direzionale (consigliato il valore 1)
- c_{season} : è il fattore di stagione (consigliato il valore 1)
- $v_{b,0}$: è il valore fondamentale della velocità base del vento

Il valore di velocità media del vento $v_{m(z)}$, dipende da un'altezza z al di sopra del terreno.

Si prendono poi in considerazione le diverse tipologie di terreno in base alla rugosità e all'orografia.

La velocità media del vento viene determinata attraverso la seguente espressione.

$$v_{m(z)} = c_{r(z)} \cdot c_{o(z)} \cdot v_b^4$$

Dove:

- $c_{r(z)}$: è il fattore di rugosità
- $c_{o(z)}$: è il fattore di orografie considerato pari a 1

Il fattore di rugosità del terreno $c_{r(z)}$ tiene conto della variabilità media del vento del sito dove la struttura è collocata.

Il fattore dipende dall'altezza z al di sopra del livello del suolo secondo la formula:

$$c_{r(z)} = k_r \cdot \ln(z/z_0) \text{ per } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_{r(z)} = c_r(z_{\min}) \text{ per } z \leq z_{\min}^5$$

dove:

- z_0 : è la lunghezza della rugosità
- k_r : è il fattore del terreno dipendente dalla lunghezza z_0 calcolata utilizzando la formula $k_r = 0.19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0.07}$
- $z_{0,II}$: è uguale a 0.05
- z_{\min} : è l'altezza minima definita nella *tabella 08.21*
- z_{\max} : è l'altezza definita pari a 200 m

Categoria di terreno	z_0 (m)	z_{\min} (m)
0 Mare o zona costiera esposta al mare aperto	0.003	1
I Laghi o aree pianeggianti con vegetazione trascurabile e senza ostacoli	0.01	1
II Area con vegetazione bassa come erba e ostacoli isolati (alberi, edifici) con separazioni di almeno 20 altezze di ostacolo	0.05	2
III Area con copertura regolare di vegetazione o edifici o con ostacoli isolati con separazioni di massimo 20 altezze di ostacolo (come villaggi, terreno suburbano, foresta permanente)	0.3	5
IV Area in cui almeno il 15% della superficie è ricoperta da edifici e la loro altezza media supera i 15 m	1.0	10

Tabella 08.21: Tabella 6.1 - Categorie d'uso - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 6.3.1.1

Come ultimo fattore viene definito quello di pressione del vento sulle superfici:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}^6$$

dove:

- w_e : è la pressione del vento sulle superfici
- $q_p(z_e)$: è la pressione di velocità di picco
- (z_e) : è l'altezza di riferimento per la pressione esterna
- c_{pe} : è il coefficiente di pressione per la pressione esterna

Per quanto riguarda il calcolo dell'azione del vento in copertura viene definita la tipologia di falda e l'inclinazione del 20% della stessa, per il vento sulle pareti verticali viene indicata l'altezza massima e la larghezza dell'edificio.

Dati di progetto per la città di Kharkiv:

Altitudine sul livello del mare	152 m
Velocità di base del vento (v_b)	30 m/s
Velocità media del vento $v_{m(z)}$	27.87 m/s
Coefficiente di esposizione $c_{r(z)}$	1.71
Fattore del terreno k_r	0.20
Lunghezza della rugosità z_0	0.05
Altezza minima z_{\min}	2
Pressione del vento w_e	663.35 N/m ²
Carichi da vento copertura inclinata	22.8 kg/m ²
	0.23 kN/m ²
Carichi da vento chiusure verticale	66.5 kg/m ²
	0.67 kN/m ²

Azione della neve

L'azione della neve in copertura può avere differenti nature, in primo luogo dipende dalle proprietà del tetto, quali la forma, la pendenza, le proprietà termiche, la rugosità della superficie, la quantità di calore generato sotto il tetto e il clima meteorico locale, in particolare la ventosità, le variazioni di temperatura e la probabilità di precipitazione.

Nel nostro caso di progetto si prende in considerazione l'azione descritta nel paragrafo 5.2 dell'*Eurocodice 1*, per situazioni progettuali preesistenti/transitorie:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_i \cdot s_k^7$$

dove:

- μ_i : è il coefficiente di forma del carico di neve
- s_k : è il valore caratteristico del carico di neve al suolo
- C_e : è il coefficiente di esposizione
- C_i : è il coefficiente termico

Topografia	C_e
Battuta dai venti	0.8
Normale	1.0
Al riparo	1.2

Tabella 08.22: Tabella 5.1 - Valori raccomandati di C_e per le differenti tipografie - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 5.2

Il coefficiente termico tiene conto della riduzione dei carichi di neve sui tetti con elevata trasmittanza termica ($> 1 \text{ W/m}^2\text{K}$), in particolare per alcuni tetti con copertura in vetro a causa dello scioglimento causato dalla perdita di calore. Per tutti gli altri casi $C_i = 1^8$

⁴ Eurocodice 1: EN 1991-1-1-4:2005, § 4.3.1
⁵ ibidem

⁶ Eurocodice 1: EN 1991-1-1-4:2005, § 5.2

⁷ Eurocodice 1: EN 1991-1-1-4:2005, § 5.2
⁸ ibidem

Per quanto riguarda i tetti a falda unica, la normativa utilizza la seguente tabella, nel nostro caso avendo un'inclinazione del 20%, corrispondente a 11°, i valori sono quelli mostrati nella tabella sottostante:

Angolo di inclinazione del tetto α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0.8	$0.8(60 - \alpha)/30$	0.0
μ_2	$0.8 + 0.8 \alpha/30$	1.6	--

Tabella 08.23: Tabella 5.2 - Coefficienti di forma del carico da neve - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 5.2

Viene riportata anche la figura che indica l'andamento dei coefficienti di forma del carico da neve:

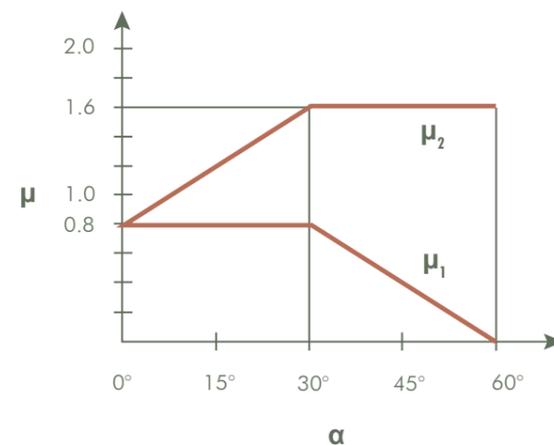


Figura xx: Figura 5.1 - Coefficienti di forma del carico da neve - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 5.3.2

Carichi da neve copertura inclinata

96 kg/m²

0.96 kN/m²

Sovraccarichi

Categoria	Uso specifico	Esempio	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)
A	Area per attività domestiche e residenziali	Locali in edifici residenziali e case; camere da letto e reparti negli ospedali; camere da letto in alberghi e ostelli e servizi igienici.	1.5 - 4	2 - 4
B	Aree uffici		2 - 3	1.5 - 4.5
C	Aree in cui le persone possono riunirsi (ed eccezione delle aree definiti nelle categorie A,B e D)	C1: Aree con tavoli, ecc. Ad esempio, aree do scuole, bar, ristoranti, mense, sale lettura, ricevimenti.	2 - 3	3 - 4
		C2: Aree con posti a sedere fissi Ad esempio aree in chiese, teatri o cinema, sale congressi, aule didattiche, sale riunioni, sale d'attesa, sale d'attesa ferroviarie.	3 - 4	2.5 - 7
		C3: Aree senza ostacoli per lo spostamento delle persone Ad esempio aree museali, sale espositive ecc. e aree di accesso di edifici pubblici e amministrativi, alberghi, ospedali, piazzali di stazioni ferroviarie.	3 - 5	4 - 7
		C4: Aree con possibili attività fisica Ad esempio sale da ballo, sale ginniche, palchi.	4.5	5
		C5: Aree suscettibili a grande folle Ad esempio edificio per eventi pubblici come sale da concerto, palazzetti dello sport comprese tribune, terrazze e aree di accesso e piattaforme ferroviarie.	5 - 7.5	3.5 - 4.5
D	Aree commerciali	D1: Aree di negozi al dettaglio in genere	4 - 5	3.5 - 7
		D2: Aree nei grandi magazzini	4 - 5	3.5 - 7

Tabella 08.24: Tabella 6.1 - Categorie d'uso - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 6.3.1.1

Nella tabella 08.24, vengono considerati i sovraccarichi dovuti alla tipologia d'uso dell'edificio, nel nostro caso avendo dei moduli di tipo socio-sanitario vengono considerate le categorie C1 e C2.

Vengono identificati due diverse tipologie di sovraccarichi:

- q_k : carichi verticali uniformemente distribuiti
- Q_k : carichi verticali concentrati

Categoria	Uso specifico
H	Tetti non accessibili tranne che la normale manutenzione e riparazione
I	Tetti accessibili con occupazione secondo le categorie da A a G
K	Tetti accessibili per servizi speciali, come aree di atterraggio di elicotteri

Tabella 08.25: Tabella 6.9 - Categorizzazione delle coperture - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 6.3.1.1

Per la categoria H, si ha un range di valori:

- q_k : 0 - 1 kN/m²
- Q_k : 0.9 - 1.5 kN

I valori consigliati da normativa sono quelli di $q_k = 0.4$ kN/m² e $Q_k = 1$ kN.

Combinazione di calcolo

Per le varie condizioni di carico vengono utilizzati i seguenti coefficienti di sicurezza (nelle condizioni più sfavorevoli):

Coefficienti di sicurezza per le varie combinazioni di carico				
TIPOLOGIA DI CARICO	SLU	SLE RARA	SLE FREQUENTE	SLE QUASI PERMANENTE
Carichi permanenti G_1	1.5	1.0	1.0	1.0
Carichi permanenti non strutturali G_2	1.5	1.0	1.0	1.0
Azioni variabili Q	1.5	1.0	1.0	1.0

Tabella 08.26: Coefficienti di sicurezza per le varie combinazioni carico

Riportiamo ora una tabella riepilogativa con i differenti carichi sulle varie strutture, in questa tabella i coefficienti di sicurezza non vengono considerati poiché, nel programma con cui abbiamo effettuato i dimensionamenti e le varie analisi, vengono acquisiti di default.

Riepilogo carichi struttura				
ELEMENTO	G_2 NON STRUTTURALI	NEVE	VENTO	SOVRACCARICHI
Copertura inclinata	68.30 kg/m ²	96 kg/m ²	22.8 kg/m ²	40 kg/m ²
Chiusure verticali			66.5 kg/m ²	
Chiusura inferiore				300 kg/m ²

Tabella 08.27: Tabella riepilogativa dei carichi

Dimensionamento del pannello in XLAM

Per i pannelli CLT (Cross Laminated Timber) presenti nella chiusura inferiore viene effettuato un dimensionamento preliminare per capire di quanti strati è composto e lo spessore totale del pannello.

Questo dimensionamento avviene in base ai carichi permanenti e ai carichi variabili presenti sullo stesso e in base alla campata massima di progetto.

I calcoli sono stati effettuati su un riferimento di un solaio avente la campata della trave su due appoggi di lunghezza l , queste tabelle sono presenti nell'Eurocodice 5, relativo alle strutture in legno e nella versione attuale della Valutazione Tecnica Europea (ETA-06/0138).

Carico permanente	Carico variabile	Campata della trave su due appoggi l									
G_2	q_k	3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m	
kN/m ²	kN/m ²										
1.50	2.80					5s 150 DL	5s 160 DL	5s 200 DL			
	3.80	5s 100 DL	5s 120 DL	5s 130 DL	5s 150 DL	5s 170 DL	5s 200 DL	7s 220 DL	7s 250 DL	7s 280 DL	
	4.00										
	5.00	5s 110 DL		5s 140 DL	5s 160 DL	5s 180 DL	5s 200 DL				

Tabella 08.28: Dimensionamento solaio CLT, KLH, tabelle di predimensionamento

Il carico permanente del progetto risulta essere 0.44 kN/m², mentre il carico variabile 0.40 kN/m², essendo la campata di 1.95 m il pannello in CLT risulta essere quello di 5 strati con uno spessore di 100 mm.

I vari colori in tabella indicano, invece, la resistenza al fuoco, in particolare:

REI 30 REI 60 REI 90 REI 190

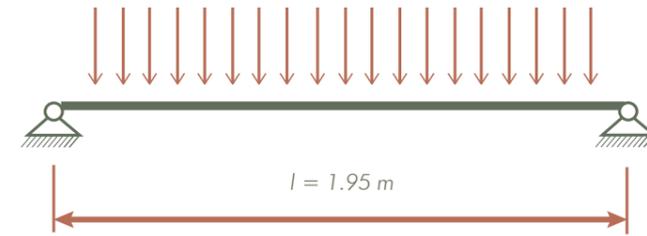


Figura 08.92: Schema trave appoggio - appoggio

Nella tabella 08.28 viene indicata la dicitura DL e DT, dove DL indica che gli strati esterni del pannello CLT sono in direzione longitudinale e DT indica che, gli strati esterni sono disposti in direzione trasversale.

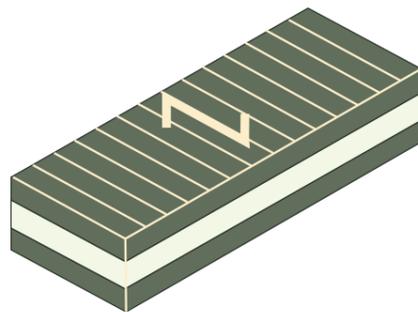


Figura 08.93: Schema pannello CLT, direzione trasversale

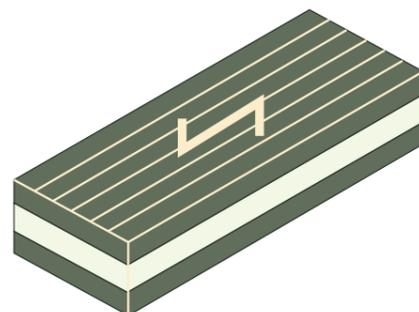


Figura 08.94: Schema pannello CLT, direzione longitudinale

08.4.6 Verifica elementi strutturali

Di seguito verranno verificati i principali elementi strutturali, quali il pannello situato nella chiusura inferiore in XLAM, le travi più sollecitate e infine il 3D strutturale.

Le verifiche sono state effettuate grazie all'utilizzo del software professionale Travilog e con l'ausilio della normativa europea, in particolare l'Eurocodice 5.

Secondo tale normativa, gli elementi non devono presentare labilità e devono garantire sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) e degli stati limite di esercizio (SLE), per garantire durabilità nel tempo prestabilito di 20 anni e resistenza strutturale e agli urti.

Per gli elementi strutturali in legno, l'Eurocodice presenta una tabella con le varie classi di carico e durata. Ovvero quanto le strutture sono sollecitate per l'effetto di un carico costante (per un certo periodo di tempo nella vita della struttura).

Classe di durata del carico	Ordine della durata accumulata del carico caratteristico
Permanente	Più di 10 anni
Lungo termine	6 mesi - 10 anni
Medio termine	1 settimana - 6 mesi
Breve termine	Meno di una settimana
Istantaneo	

Tabella 08.29: Tabella 2.1 - Classi di durata del carico - Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.3.1.2

Classe di durata del carico	Esempi carico
Permanente	Peso proprio
Lungo termine	Immagazzinamento
Medio termine	Carico sul pavimento, neve
Breve termine	Neve, vento
Istantaneo	Vento, carico accidentale

Tabella 08.30: Tabella 2.2 - Esempi assegnazione durata del carico - Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.3.1.2

È importante definire i vari fattori che influenzano la durata del carico, quali ad esempio l'umidità, essendo il legno, un materiale naturale, le variazioni di temperatura, umidità e altri agenti atmosferici possono provocare diverse variazioni di resistenza e duttilità del materiale, per questo motivo vengono definiti dei fattori correttivi definiti come k_{mod} . Nel legno, vengono poi considerate le imperfezioni dovute alla geometria degli elementi e la disomogeneità dei materiali.

Per il calcolo di resistenza del materiale viene definita la formula:

$$X_d = k_{mod} \cdot (X_k / Y_M)^1$$

dove:

- X_k : è il valore caratteristico delle proprietà di resistenza
- Y_M : è il fattore parziale per proprietà del materiale
- k_{mod} : è un fattore di modifica che tiene conto dell'effetto della durata del carico e del contenuto di umidità

¹ Eurocodice 5: EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.4

I valori del coefficiente parziale per le proprietà del materiale V_M vengono definiti nella tabella sottostante per le differenti tipologie di materiali:

Combinazioni fondamentali	
Legno massiccio	1.3
Legno lamellare incollato	1.25
Legno compensato, OBS	1.2
Pannelli truciolari	1.3
Pannelli di fibra, duri	1.3
Pannelli di fibra, medi	1.3
Pannelli di fibra, MDF	1.3
Pannelli di fibra, morbidi	1.3
Connessioni	1.3
Elementi di fissaggio	1.25
Combinazioni accidentali	1.0

Tabella 08.31: Tabella 2.3 - Coefficienti parziali consigliati per proprietà e resistenze dei materiali - Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.4

Vengono, ora, riportati i valori relativi al parametro k_{mod} presenti della tabella 3.1 dell' Eurocodice 5, solamente dei materiali che interessano la struttura di progetto, quali elemento in XLAM (qui indicato come legno massiccio), legno lamellare, pannelli OBS utilizzati per la controventatura e i pannelli rigidi per la copertura.

I valori si riferiscono alla durata del carico e alla classe di servizio.

Dove la classe di servizio 1 presenta un contenuto medio di umidità nel legno pari o inferiore al 12%. La classe di servizio 2 presenta un contenuto medio di umidità nel legno tenero pari o inferiore al 20%. Mentre la classe di servizio 3 ha un contenuto medio di umidità nel legno tenero superiore al 20%. Un esempio può essere dove il legno è direttamente esposto all'atmosfera esterna.

Materiali	Standard	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lungo termine	Medio termine	Breve termine	Istantaneo
Legno massiccio	EN 14081-1	1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
		2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
		3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90
Legno lamellare incollato	EN 14080	1	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
		2	0.60	0.70	0.80	0.90	1.10
		3	0.50	0.55	0.65	0.70	0.90
Legno compensato, OBS	EN 300 OBS/2	1	0.30	0.45	0.65	0.85	1.10
	OBS/3, OBS/4	2	0.40	0.50	0.70	0.90	1.10
	OBS/3, OBS/4	3	0.30	0.40	0.55	0.70	0.90
Pannelli rigidi	EN 662-2 HB.LA, HB.HLA 1-2	1	0.30	0.45	0.65	0.85	1.10
	HB.HLA1 - 2	2	0.20	0.30	0.45	0.60	1.80

Tabella 08.32: Tabella 3.1 - Valori di k_{mod} - Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 3.2

Pannello in XLAM

Per quanto riguarda gli elementi orizzontali, la verifica avviene con uno schema statico di appoggio - appoggio, in quanto la cosiddetta piastra in XLAM, poggia su una trave di bordo di sezione 16 x 40 cm a cui vengono avvitate le viti di fondazione. Queste travi di fondazione saranno poi sopraelevate rispetto al terreno, questo, per garantire la reversibilità della struttura.

È importante sottolineare che i pannelli di legno massiccio incollato a strati incrociati, hanno differenti resistenze e differenti caratteristiche meccaniche in base ai singoli strati.² Nel nostro caso gli strati resistenti risultano essere quelli dispari come indicato in *figura 08.95*, con il modulo elastico E_0 .

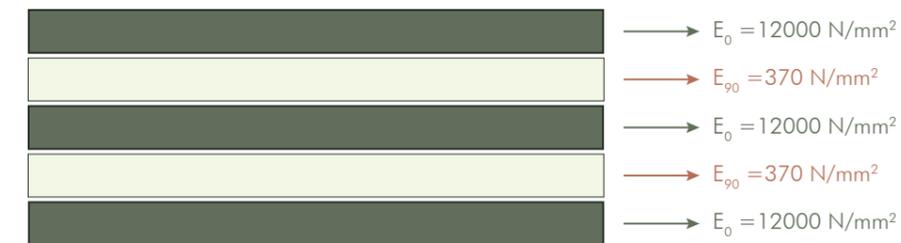


Figura 08.95: Schema pannello CLT, elementi resistenti

Per la verifica a flessione dell'elemento avente dimensione 1.95 x 3.90 m, si presuppone che l'elemento sia soggetto alla sollecitazione nella direzione di uno solo dei suoi assi principali, inoltre, la normativa sostiene che l'elemento massiccio rettangolare con densità caratteristica del legno $\leq 700 \text{ kg/m}^3$ (il nostro materiale ha una densità di 450 kg/m^3), non deve superare la tensione massima della sezione trasversale di 150 mm.

² Andrea Bernasconi, *il calcolo dell'XLAM*, promo_legno

In particolare, deve essere soddisfatta la seguente espressione:

$$\sigma_{i,0,d} \leq f_{i,0,d}^3$$

dove:

- $\sigma_{i,0,d}$: è il valore massimo della tensione di flessione del solaio relativo
- $f_{i,0,d}$: è il valore di resistenza a flessione

Inoltre, per la verifica a presso-flessione viene considerato il valore di profondità k_h definito come:

$$k_h = \min (150/h)^{0.2}$$

$$k_h = \min 1.3^4$$

dove h è la profondità per gli elementi flettenti o la larghezza per gli elementi tesi, in mm.

Viene anche definito il valore k_m ovvero il fattore che considera la redistribuzione delle sollecitazioni di flessione in una sezione trasversale. Si assume che il valore di k_m per legno massiccio e legno lamellare è uguale a:

- $k_m = 0.7$ per sezioni rettangolari
- $k_m = 1.0$ per le altre sezioni.

Attraverso il software di calcolo strutturale seguendo lo schema statico della *figura 08.92*, ci risultano verificate resistenza, stabilità e deformabilità.

Riportiamo in tabella xx i valori e gli schemi di taglio e deformata in Stato Limite Ultimo (SLU).

Le analisi sono state effettuate considerando una classe di servizio uguale a 2, con una classe di durate del carico permanente, considerando la freccia limite uguale a 150 mm come stabilisce la normativa e una deformazione a lungo termine.

³ Eurocodice 5: EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 6.1.2

⁴ Eurocodice 5: EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 3.2

Verifica di resistenza - verifica a pressoflessione

Sfruttamento	Ascissa (m)	Momento (kg·m)	k_{mod}	k_h	k_m	Verifica
0.02	0.975	144.44	0.60	1.10	0.6	SI

Tabella 08.33: Verifica di resistenza elemento in XLAM

Verifica di stabilità - verifica a flessotorsione

Sfruttamento	Ascissa (m)	Momento (kg·m)	k_{mod}	k_h	k_{crit}	Verifica
0.02	0.975	144.44	0.60	1.10	1.00	SI

Tabella 08.34: Verifica di stabilità elemento in XLAM

Dove k_{crit} è un fattore che tiene conto della ridotta resistenza alla flessione dovuta all'instabilità laterale.

Verifica di deformabilità

Sfruttamento	Lunghezza (m)	Spostamento (cm)	Spostamento limite (cm)	Lungo termine	Verifica
0.01	1.95	0.0	144.44	SI	SI

Tabella 08.35: Verifica di deformabilità elemento in XLAM

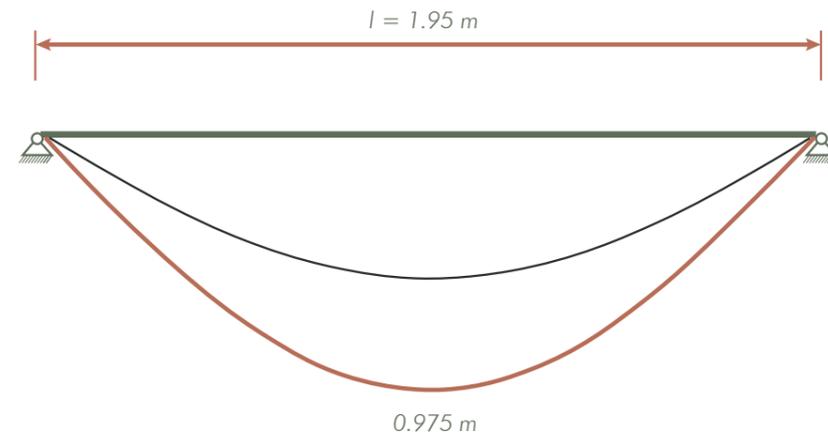


Figura 08.96: Deformata, SLU

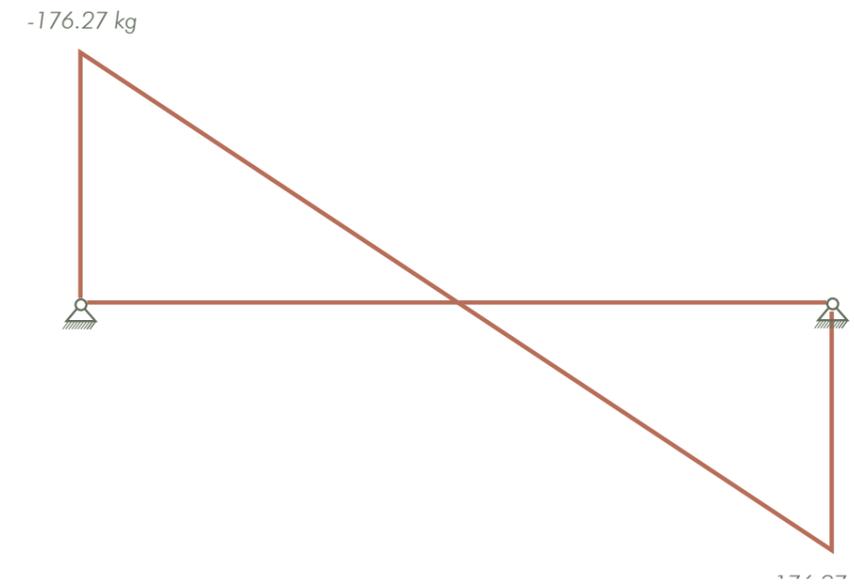


Figura 08.97: Taglio, SLU

Struttura timber frame

A seguito delle verifiche sull'elemento portante delle chiusure inferiori in XLAM, si è passati alle verifiche degli elementi trave, più sollecitati della struttura timber frame.

Per una maggiore chiarezza indichiamo nelle figure sottostanti, le travi sottoposte a carichi maggiori, che siamo andate a verificare.

È importante ricordare che le verifiche che siamo andate a svolgere sono conformi alla normativa europea vigente, che indica che gli elementi in legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma EN 14080.

Inoltre, i parametri utilizzati per le verifiche sono gli stessi riportati nei paragrafi precedenti, a differenza della profondità di riferimento in flessione, o larghezza in tensione a cui si applica un valore di 600 mm e del valore di profondità k_h che in questo caso è definito come:

$$k_h = \min(600/h)^{0.1}$$

$$k_h = \min 1.1^5$$

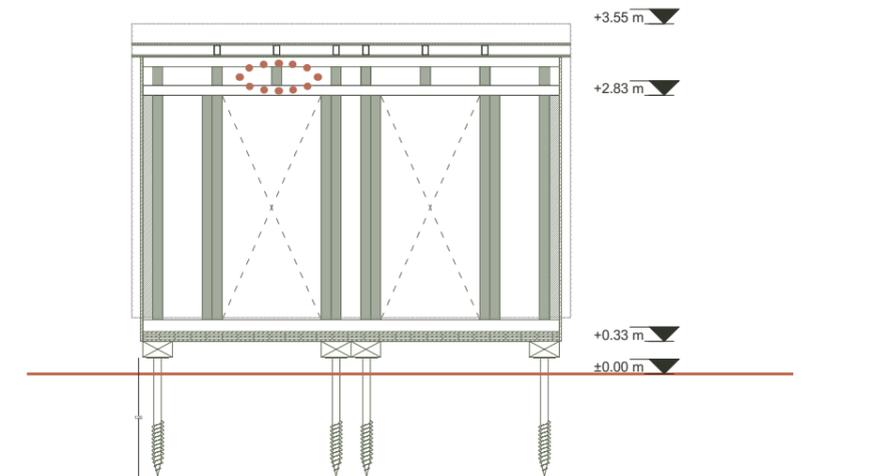


Figura 08.98: Sezione modulare strutturale - verifica travetto centrale tetto

5 Eurocodice 5: EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 3.2

Per semplicità di calcolo la sezione verificata ha subito una semplificazione. Le verifiche, infatti, sono state effettuate su una sezione a H come mostrato in figura 08.99.

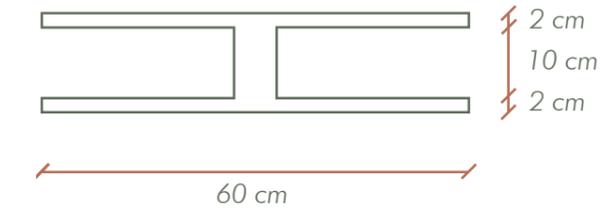


Figura 08.99: Sezione travetto centrale tetto

Nella realtà, infatti, la stratigrafia è composta da un assito superiore e inferiore di 2 centimetri e tra di essi 10 cm di pannello isolante in fibra di legno; dove sono posti i travetti in legno lamellare GL24H di sezione 10 x 6 cm, disposti con un interasse di 60 cm.

La trave risponde ad uno schema statico di appoggio - appoggio (vedi figura 08.100) con una campata di 3.90 m a luce unica dove sono presenti i carichi uniformemente distribuiti di:

- Permanente non strutturale: 40.00 kg/m
- Neve: 57.60 kg/m
- Vento: 14.00 kg/m
- Sovraccarico: 24.00 kg/m

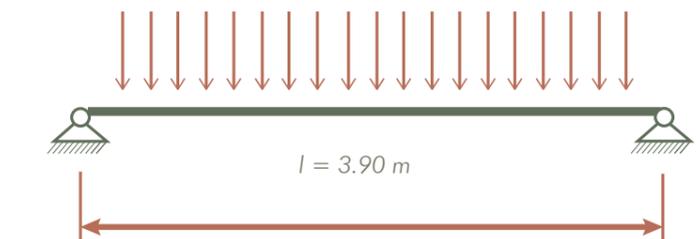


Figura 08.100: Schema statico trave appoggio - appoggio

Verifica di resistenza - verifica a pressoflessione

Sfruttamento	Ascissa (m)	Momento (kg/m)	k_{mod}	k_h	k_m	Verifica
0.23	1.950	353.82	0.60	1.10	1.00	SI

Tabella 08.36: Verifica di resistenza travetto centrale tetto

Verifica di stabilità - verifica a flessotorsione

Sfruttamento	Ascissa (m)	Momento (kg/m)	k_{mod}	k_h	k_{crit}	Verifica
0.23	1.950	353.82	0.60	1.10	1.00	SI

Tabella 08.37: Verifica di stabilità travetto centrale tetto

Verifica di deformabilità

Sfruttamento	Lunghezza (m)	Spostamento (cm)	Spostamento limite (cm)	Lungo termine	Verifica
0.18	3.90	0.5	2.6	SI	SI

Tabella 08.38: Verifica di deformabilità travetto centrale tetto

I diagrammi e le tabelle dei risultati sono relativi allo Stato Limite Ultimo (SLU).

È inoltre, significativo segnalare che gli appoggi sono a quote diverse poiché si ha l'inclinazione della falda del tetto del 20%, di conseguenza il limite inferiore dell'appoggio presenta un'ascissa di 0.84 m.

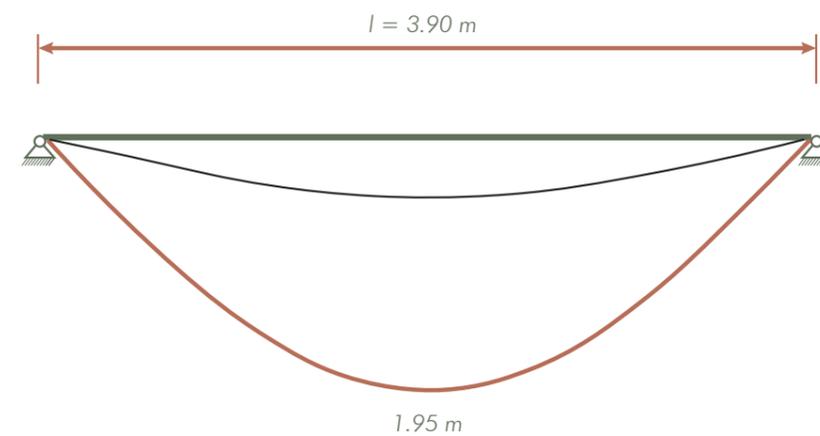


Figura 08.101: Deformata, SLU

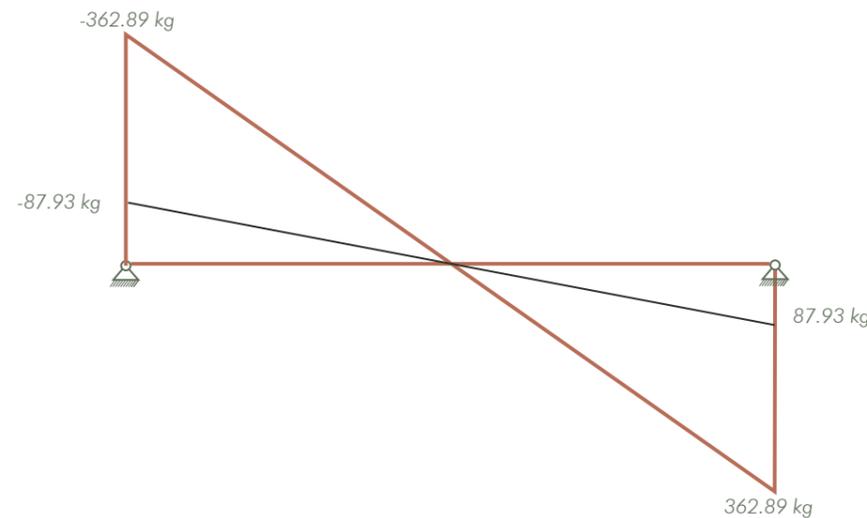


Figura 08.102: Taglio, SLU

La seconda trave verificata è quella indicata nella figura sottostante.

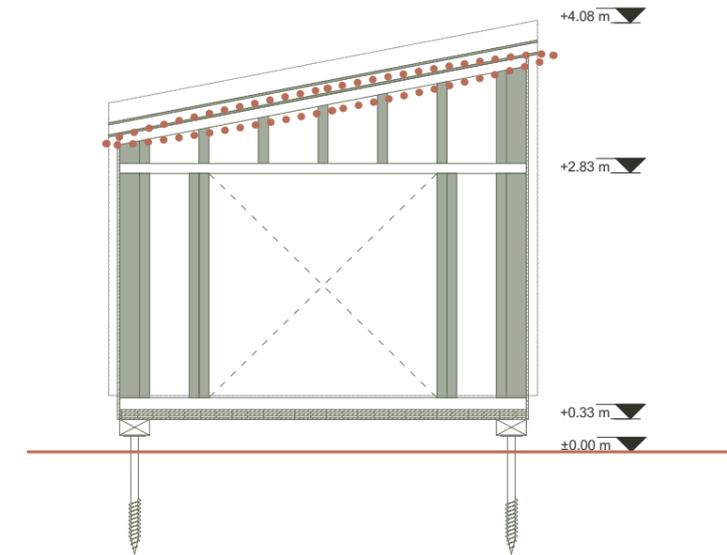


Figura 08.103: Sezione modulare strutturale - verifica trave

La trave di sezione 20 x 10 cm risulta poggiare sui montanti verticali della struttura timber frame, per questo motivo la trave presenta uno schema statico appoggio-appoggio su 6 campate con luci differenti. In particolare, quelle centrali hanno un interasse di 60 cm mentre quelle esterne 70 cm (i montanti verticali di bordo nella realtà sono formati da più parti, come mostrato nel dettaglio in figura 08.104, ma, per una semplificazione del modello si è optato per un montante unico di larghezza maggiore).

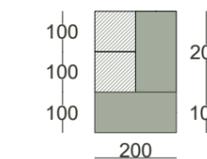


Figura 08.104: Dettaglio di bordo dell'impalcato strutturale

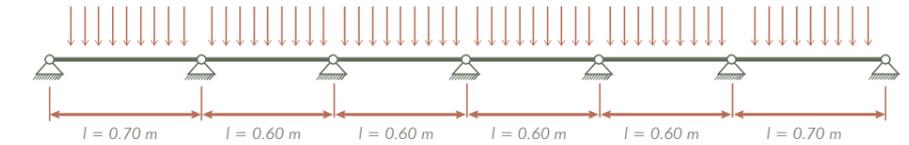


Figura 08.105: Schema statico trave appoggio - appoggio su sei campate

In questo caso i carichi applicati risultano essere i seguenti:

- Permanente non strutturale: 21.45 kg/m
- Neve: 31.20 kg/m
- Vento: 7.40 kg/m
- Sovraccarico: 13.00 kg/m

Come nel caso del travetto del tetto studiato nei paragrafi precedenti, anche qui la sezione della trave risulta essere in legno lamellare di abete GL24H. Le verifiche e i diagrammi di deformata e taglio sono rappresentati nello schema di SLU.

Per questa tipologia di verifica ci sembra significativo anche mostrare il grafico del momento flettente.

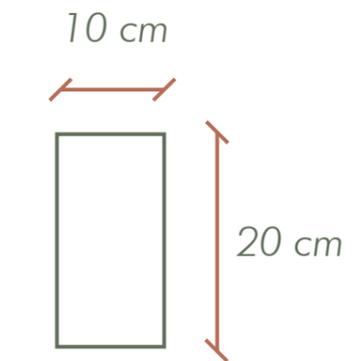


Figura 08.106: Sezione trave 20 x 10 cm

Verifica di resistenza - verifica a taglio

Numero Asta	Sfruttamento	Ascissa (m)	Taglio (kg)	k_{mod}	k_h	Verifica
1	0.02	0.7	39.91	1.00	1.10	SI
2	0.02	0	33.22	1.00	1.10	SI
3	0.02	0.6	32.02	1.00	1.10	SI
4	0.02	0	32.02	1.00	1.10	SI
5	0.02	0.6	33.22	1.00	1.10	SI
6	0.02	0	39.97	1.00	1.10	SI

Tabella 08.39: Verifica di resistenza trave

Verifica di stabilità - verifica a flessotorsione

Numero Asta	Sfruttamento	Ascissa (m)	Momento (kg/m)	k_{mod}	k_h	k_{crit}	Verifica
1	0.01	0.7	4.50	1.00	1.10	1.00	SI
2	0.01	0	4.50	1.00	1.10	1.00	SI
3	0.01	0.6	3.28	1.00	1.10	1.00	SI
4	0.01	0	3.28	1.00	1.10	1.00	SI
5	0.01	0.6	4.50	1.00	1.10	1.00	SI
6	0.01	0	4.50	1.00	1.10	1.00	SI

Tabella 08.40: Verifica di stabilità trave

Verifica di deformabilità

Sfruttamento	Lunghezza (m)	Spostamento (cm)	Spostamento limite (cm)	Lungo termine	Verifica
0.01	0.7	0.0	0.1	SI	SI
0.00	0.6	0.0	0.1	SI	SI
0.00	0.6	0.0	0.1	SI	SI
0.00	0.6	0.0	0.1	SI	SI
0.00	0.6	0.0	0.1	SI	SI
0.01	0.7	0.0	0.1	SI	SI

Tabella 08.41: Verifica di deformabilità trave

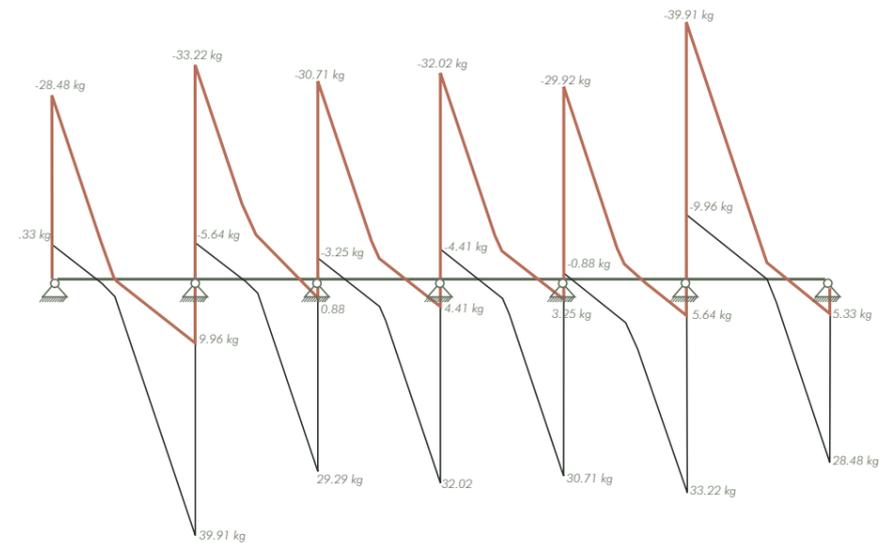


Figura 08.107: Deformata, SLU

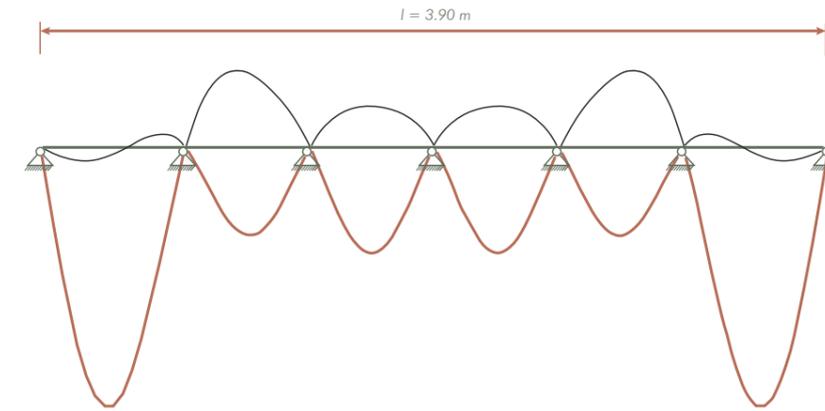


Figura 08.108: Deformata, SLU

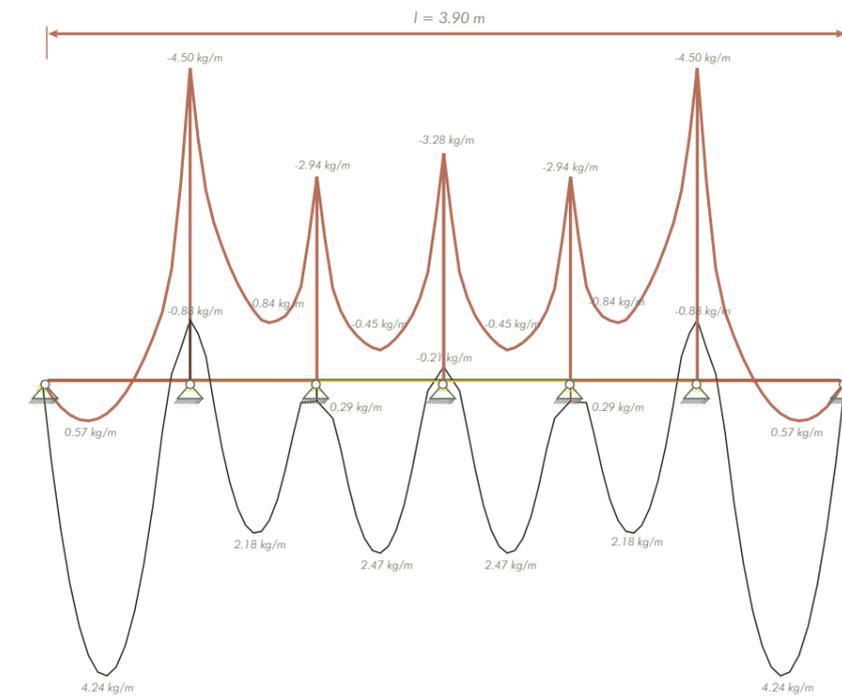


Figura 08.109: Momento, SLU

Modello 3D

Per avere una maggiore completezza, e un miglior quadro d'insieme, abbiamo sviluppato un modello 3D degli elementi strutturali sempre attraverso il software *Travilog - modulo legno*, che mostriamo in figura 08.110.

Il programma permette il disegno di elementi di fondazione (che nel nostro caso essendo particolari, poiché temporanei, non sono stati inseriti nel modello ma, valutati, poi, in un secondo momento, (come mostrato nel paragrafo 08.4.7), di elementi pilastro e travi e le controventature.

Il modello permette la visualizzazione degli elementi in 3D con una sezione reale e la visualizzazione unifilare dove possono essere indicati i carichi presenti sulla struttura, i vincoli esterni di fondazione e i vincoli interni tra le varie travi e pilastri.

Gli **elementi di fondazione** sono stati pensati come dei vincoli a terra, incastrati perfettamente, per una semplificazione del modello non sono state impostate le caratteristiche del terreno poiché il modulo risulta sopraelevato

Gli **elementi di controventatura**, ovvero i pannelli OSB, qui sono stati schematizzati con delle aste che non possiedono una sezione vera e propria. Agli estremi di queste aste sono state inserite delle cerniere che evitano la rotazione sull'asse y e sull'asse Z.

Grazie a questo modello abbiamo svolto, le analisi statiche che ci hanno permesso di capire quali fossero gli elementi più sollecitati e se la struttura fosse labile.

L'analisi sismica non è stata svolta, ma, in un secondo momento ci piacerebbe approfondire anche questo aspetto, nonostante le difficoltà relative alla normativa (che cambia di molto da luogo a luogo) e al fatto che essendo un modulo temporaneo risulta comunque difficile una progettazione sismica adeguata.

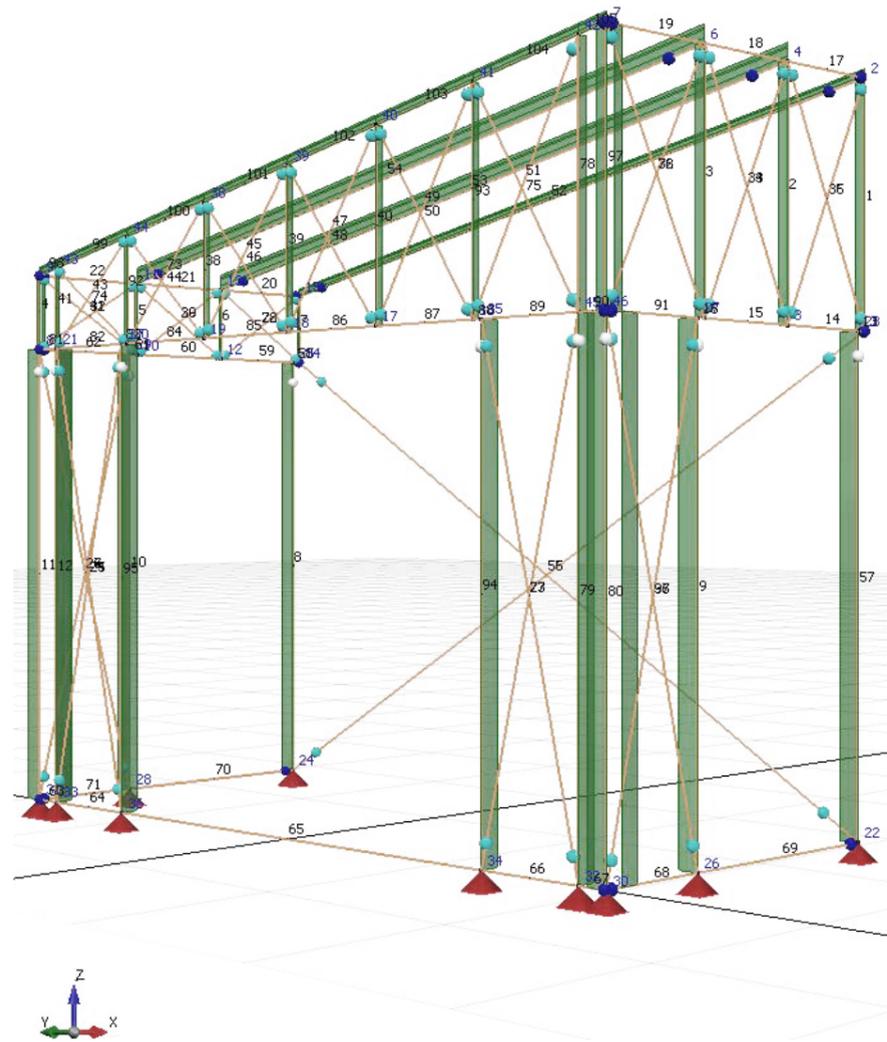
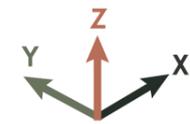


Figura 08.110: Modellazione 3D strutturale Trivilog

Riportiamo ora i diagrammi di involucro del modello 3D per noi più rilevanti in Stato Limite Ultimo (SLU) e in Stato Limite di Esercizio - rara (SLE_{rara}), da cui emergono i valori più significativi. In tutti i grafici viene preso come sistema di riferimento quello indicato qui sotto.



AZIONE ASSIALE - SLU

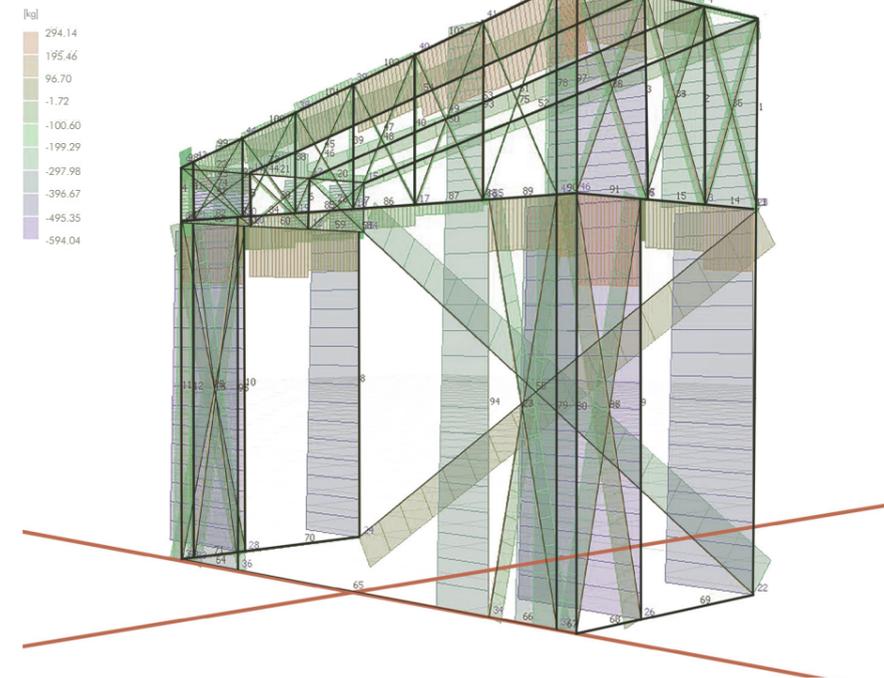


Figura 08.111: Diagramma involucro azione assiale in SLU

Per l'azione assiale i pilastri risultano correttamente compressi, mentre alcune travi vanno in trazione.

TAGLIO - SLU

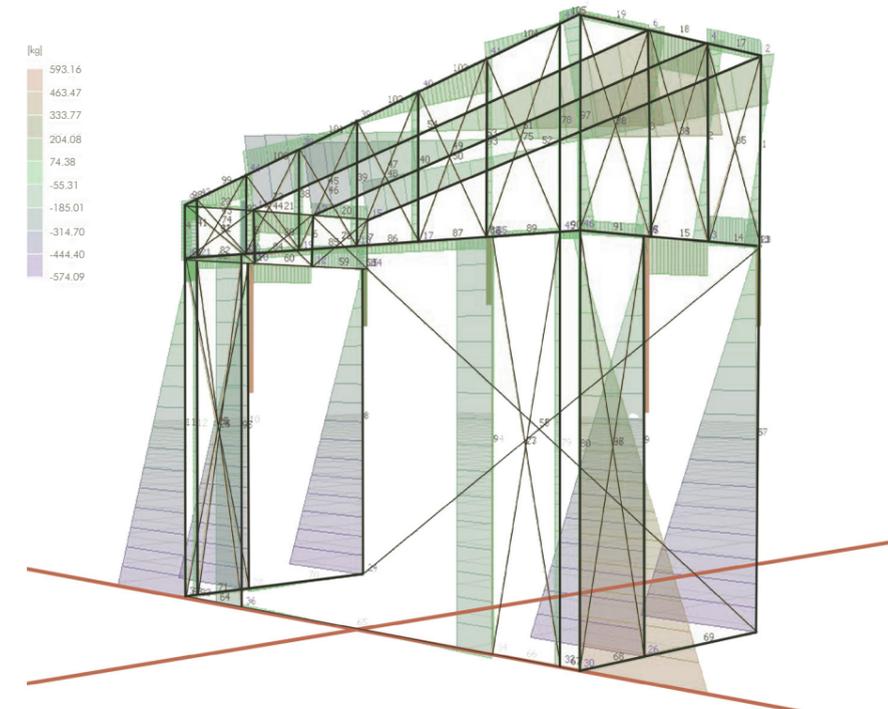


Figura 08.112: Diagramma involucro azione di taglio sull'asse y in SLU

I valori di taglio hanno come unità di misura i chilogrammi. L'andamento del diagramma sui pilastri, di taglio risulta essere lineare dove si ha un momento parabolico e risulta costante dove si ha un andamento del momento lineare. In questo caso ci soffermiamo solamente sui pilastri, poiché alla base ci sono dei valori significativi di taglio che meriterebbero un ulteriore approfondimento nel caso di una successiva analisi di tipo sismico.

MOMENTO Y - SLU

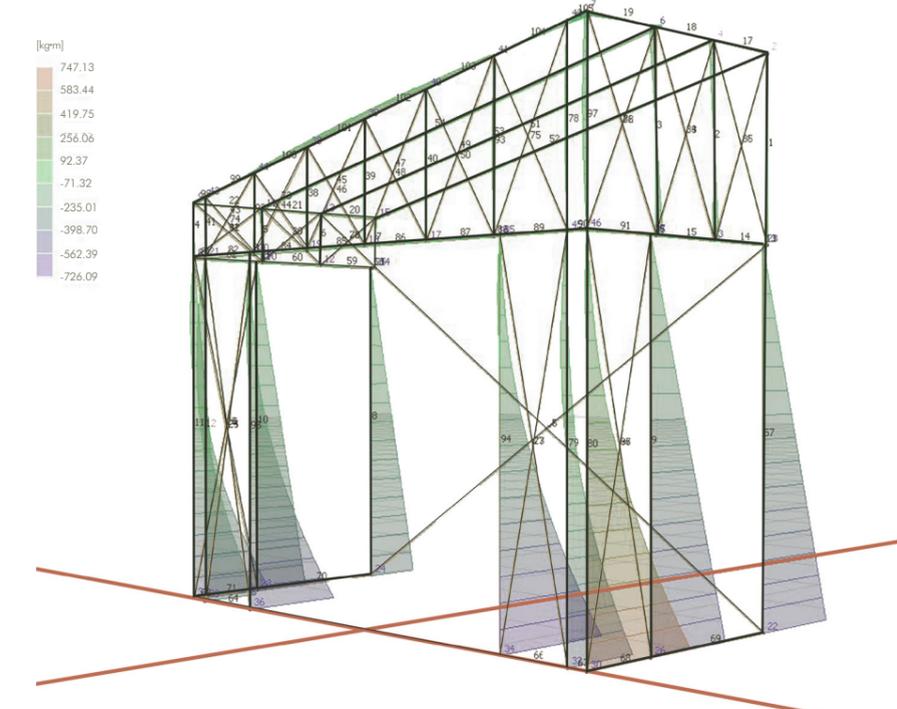


Figura 08.113: Diagramma involucro azione di momento sull'asse y in SLU

Nei diagrammi di involucro sull'asse y, possiamo notare per lo più dei momenti relativi all'azione del vento sui pilastri. L'andamento sui pilastri corrisponde ad una forma parabolica per quei pilastri dove è stato applicato un carico da vento della direzione dell'asse y, mentre nei pilastri dove abbiamo un carico da vento nella direzione x, il diagramma di involucro risulta lineare. Possiamo notare delle quantità di momento molto elevate, all'incirca di 730 kg·m sui pilastri a terra, ma, i momenti scaricano poi sul pannello in XLAM e sulle travi di fondazione.

MOMENTO Z - SLU

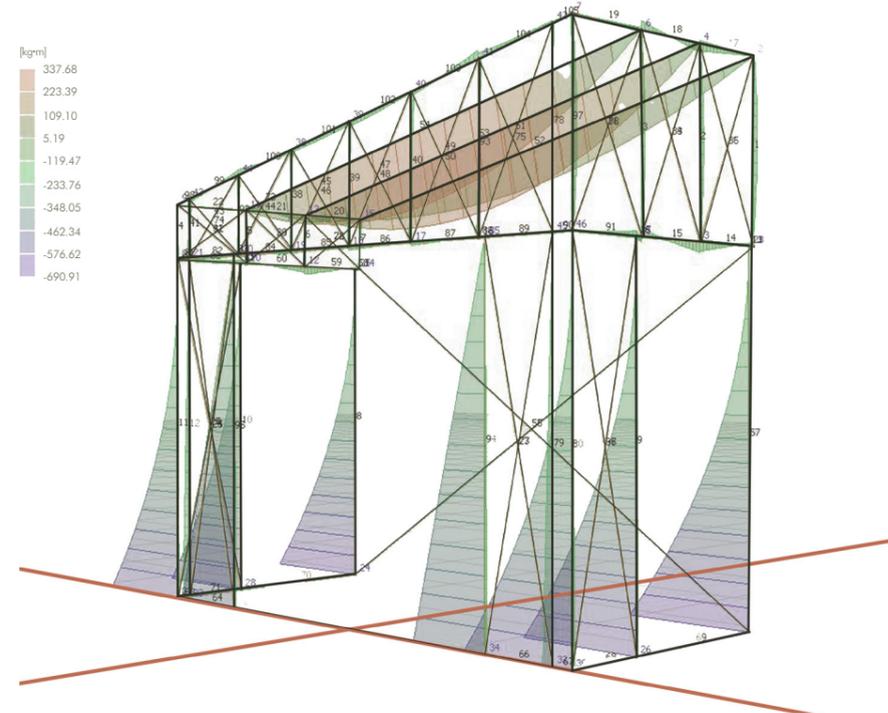


Figura 08.114: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse z in SLU

Come previsto, i diagrammi dei momenti in direzione dell'asse di riferimento z sulla copertura inclinata, risultano avere un andamento parabolico. Sui travetti della copertura, abbiamo agli estremi, abbiamo un momento nullo, con uno schema statico di appoggio-appoggio. Come si può notare il momento massimo è presente nel punto centrale del travetto e risulta essere di 337.68 kg·m. Dato che l'elemento presenta una notevole sollecitazione, con un momento massimo in campata, è stata svolta un'ulteriore verifica. L'andamento sui pilastri è in linea con quanto visto nei diagrammi di involuppo del momento in y, in corrispondenza degli appoggi dei pilastri sulla trave in mezzeria. Il momento dei pilastri risulta essere pari a 0 in quanto è presente una cerniera.

DEFORMATA - SLU

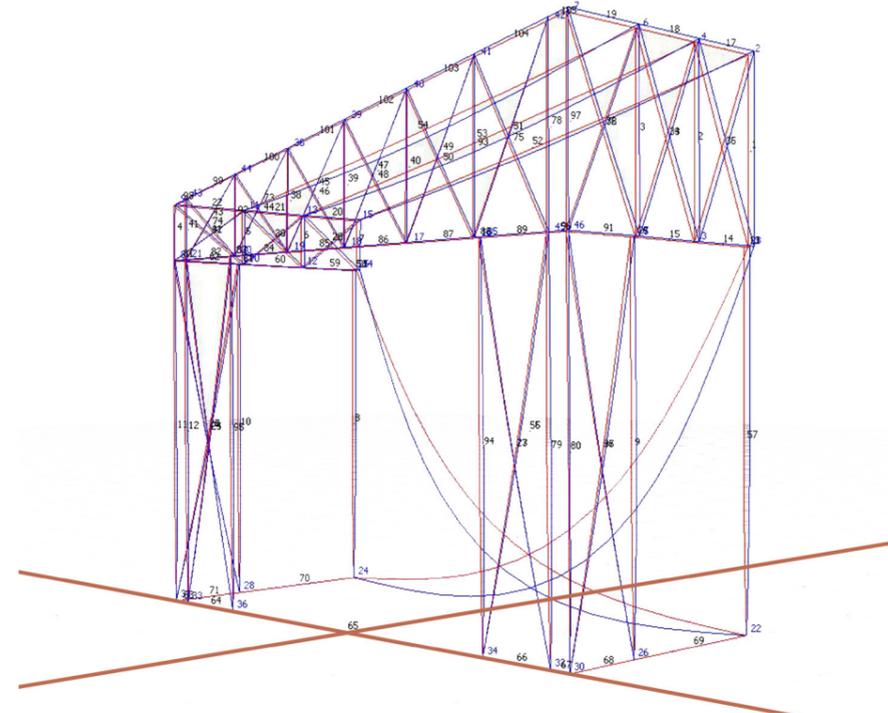


Figura 08.115: Diagramma involuppo deformata in SLU

La struttura deformata risulta corretta. L'unico elemento che risulta essere molto "deformato" è quello di controventatura, presente nella parete di 3.90 m. Esso risulta essere, però, un controvento temporaneo che verrà utilizzato solamente per la fase di montaggio e di trasporto, per rendere stabile la struttura. Infatti, in fase di cantiere verrà smontato perché il modulo strutturale verrà assemblato attraverso delle particolari piastre di collegamento, già analizzate nel progetto tecnologico, con altri moduli in base alla destinazione d'uso.

AZIONE ASSIALE - SLE RARA

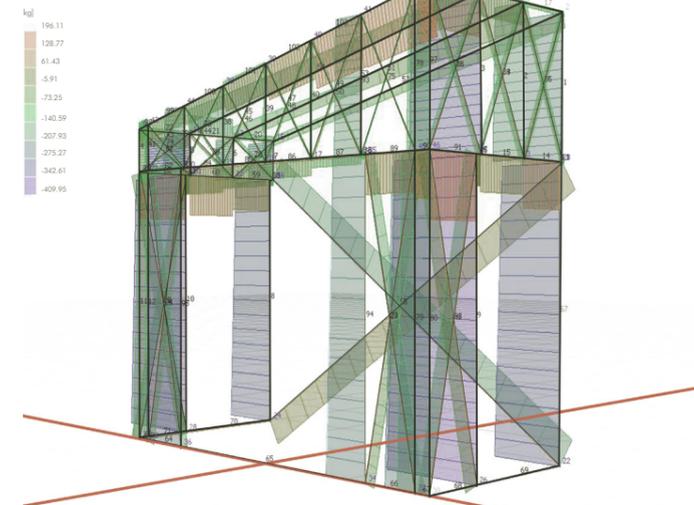


Figura 08.116: Diagramma involuppo azione assiale in SLE rara

TAGLIO - SLE RARA

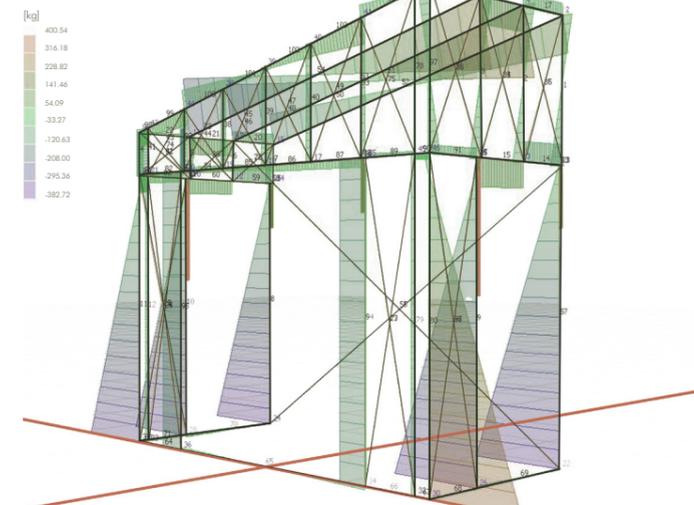


Figura 08.117: Diagramma involuppo azione di taglio sull'asse y in SLE rara

MOMENTO Y - SLE RARA

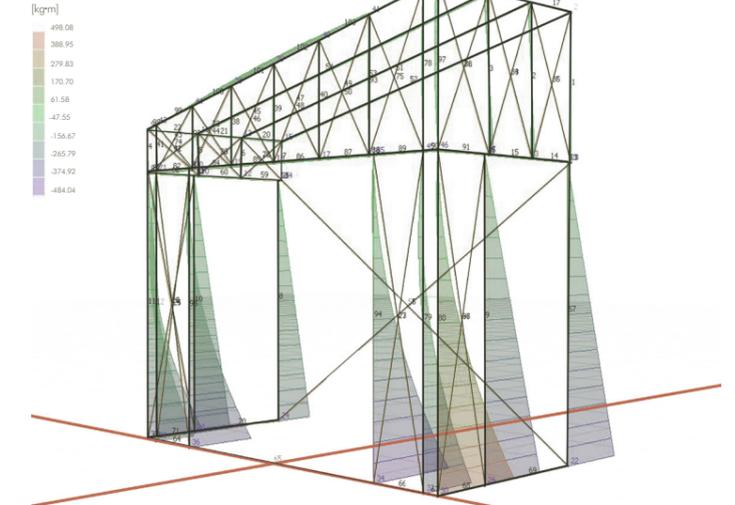


Figura 08.118: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse y in SLE rara

MOMENTO Z - SLE RARA

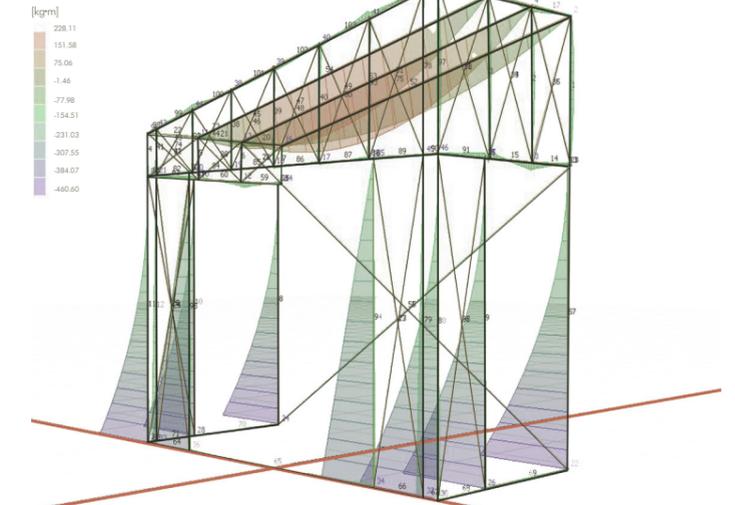


Figura 08.119: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse z in SLE rara

DEFORMATA - SLE RARA

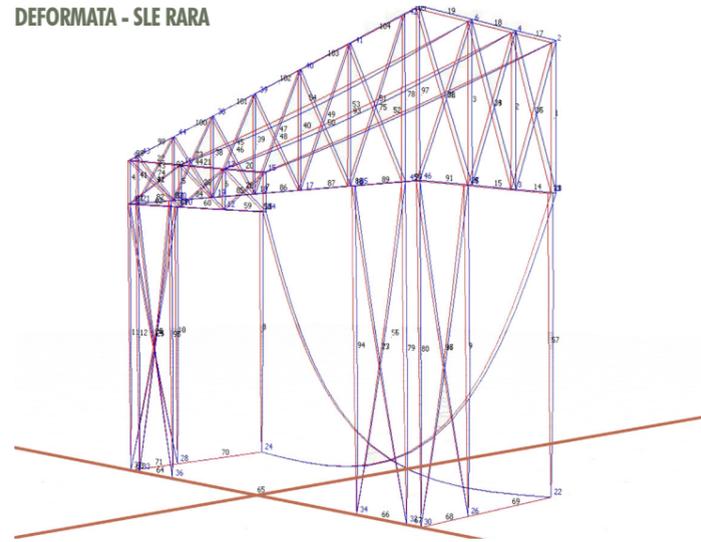


Figura 08.120: Diagramma involuppo deformato in SLE rara

Gli stessi ragionamenti effettuati per i diagrammi di involuppo di SLU possono essere effettuati sui grafici della SLE RARA.

Non sono stati riportati i valori di taglio sull'asse z e momento sull'asse x, perché i valori risultavano trascurabili.

Inoltre, ci sembrava più significativo mostrare i diagrammi di SLU e SLE rara, omettendo quindi quelli di SLE frequente e SLE quasi permanente.

Riportiamo ora nella pagine a fianco la tabella con le principali reazioni vincolari relative ai nodi di progetto.

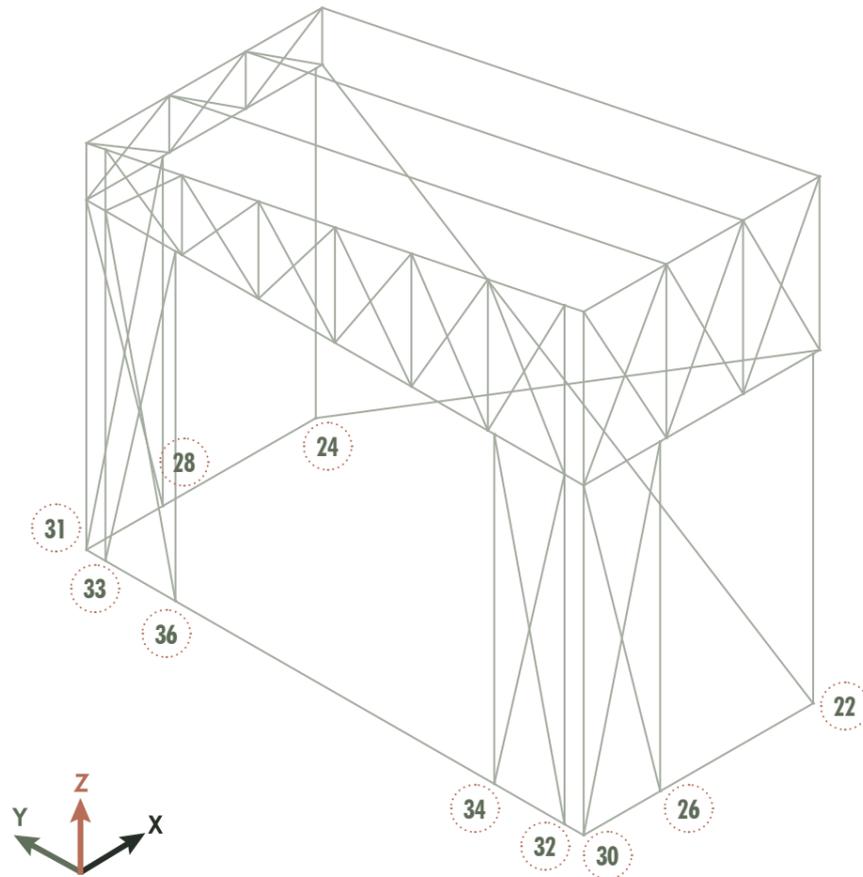


Figura 08.121: Struttura unifilare con l'indicazione dei nodi di disegno

COMBINAZIONE: SLU (STATICA)

Nodo	Rx max	Rx min	Ry max	Ry min	Rz max	Rz min	Mx max	Mx min	My max	My min	Mz max	Mz min
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m
22	242.52	72.10	708.48	7.54	472.30	169.02	-5.56	-688.69	575.49	172.15	0.00	0.00
24	151.34	47.48	705.61	8.53	413.91	-0.24	-18.13	-690.91	365.73	113.51	0.00	0.00
26	263.35	78.87	550.75	-3.67	532.94	158.20	8.78	-635.12	575.24	171.26	0.00	0.00
28	167.64	52.09	550.83	0.98	557.87	176.61	-2.34	-635.30	365.22	112.30	0.00	0.00
30	620.27	269.19	538.35	-6.14	377.74	86.05	14.67	-605.51	747.13	263.66	0.05	0.02
31	524.34	52.31	537.98	-6.36	94.18	-24.68	15.20	-604.61	537.29	114.14	0.02	0.01
32	475.73	226.09	37.25	-1.17	177.76	33.73	2.10	-54.18	455.84	177.06	0.00	0.00
33	435.47	214.62	36.96	-1.44	42.38	-39.66	1.69	-54.56	359.61	149.65	0.01	0.00
34	588.81	261.69	196.21	-6.67	289.70	58.07	20.63	-430.17	726.08	262.15	0.00	0.00
36	533.48	245.31	196.10	-6.82	421.31	135.11	10.56	-440.20	593.85	222.99	0.00	0.00

Tabella 08.42: Risultati reazioni vincolari SLU

COMBINAZIONE: SLE RARA INVILUPPO

Nodo	Rx max	Rx min	Ry max	Ry min	Rz max	Rz min	Mx max	Mx min	My max	My min	Mz max	Mz min
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m
22	161.68	90.17	472.33	9.41	328.15	186.36	-6.93	-459.14	383.65	215.3	0	0
24	100.89	59.4	470.39	10.68	288.07	66.25	-22.68	-460.6	243.81	142	0	0
26	175.55	98.63	366.02	-2.44	370.47	169.29	5.84	-420.67	383.17	214.76	0	0
28	111.76	65.13	367.21	1.25	385.83	194.66	-2.99	-423.52	243.06	141.18	0	0
30	413.52	336.47	356.99	-4.09	259.18	102.24	9.77	-399.1	498.08	329.66	0.03	0.03
31	349.56	65.37	356.7	-4.24	68.39	9.86	10.14	-398.4	358.19	142.7	0.01	0.01
32	317.15	282.63	24.46	-0.77	122.57	35.31	1.43	-35.48	303.89	221.37	0	0
33	290.32	268.28	24.22	-0.97	31.75	-15.32	1.06	-35.82	239.74	187.08	0	0
34	392.53	327.15	128.73	-4.45	207.5	94.07	14.36	-280.69	484.04	327.79	0	0
36	355.65	306.64	128.63	-4.55	294.83	142.71	5.53	-289.43	395.9	278.75	0	0

Tabella 08.43: Risultati reazioni vincolari SLE RARA

08.4.7 Attacco a terra

La struttura delle fondazioni è stata una delle problematiche più difficili da risolvere per il nostro progetto.

Infatti,, la sfida è stata quella di utilizzare delle fondazioni temporanee (come il modulo), in grado di non danneggiare l'ambiente circostante, ma, che allo stesso tempo fossero resistenti, sostenibili in termini ambientali e compatibili con un terreno non complanare come quello del parco.

Abbiamo optato quindi per una tipologia di fondazione molto particolare, ovvero quella di una fondazione a vite per quanto riguarda la parte del parco.

I nostri moduli però si estendono anche in alcune zone asfaltate e qui ci sembrava più opportuno utilizzare un plinto in calcestruzzo; in quanto risulta impossibile inserire una vite nel terreno e per il fatto che anche esso, essendo fuori terra rispetta i criteri di reversibilità.

Fondazioni a vite

Le fondazioni a vite (per il progetto abbiamo preso come riferimento in catalogo *GEOFIX*) costituiscono un sistema pratico e veloce per realizzare solide basi, adatte a sostenere diversi tipi di strutture e manufatti.

Sono una tipologia di fondazione in acciaio, dotate di spirale, con un'installazione in sito molto semplice, poiché vengono avvitate direttamente al suolo e una volta infisse diventano un solido supporto per molteplici utilizzi.¹ È un sistema utilizzato visti i suoi notevoli benefici a livello di installazione come:

- Installazione rapida efficace e precisa
- Non produce detriti di risulta
- Utilizza materiali riciclabili come l'acciaio senza l'utilizzo di *CLS*

¹ Le fondazioni a vite, Geofix, http://www.geofixstore.com/pluginAppObj_120_05/CATALOGO-GEOFIX-2021.pdf

Nelle fasi successive all'installazione le viti sono immediatamente fruibili e performanti e non necessitano di tempistiche di maturazione, come nel caso del calcestruzzo. Sono di lunga durata, ma, allo stesso tempo facilmente removibili e riutilizzabili.

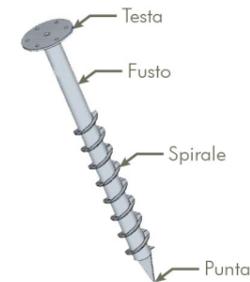


Figura 08.122: Struttura della vite di fondazione

- **Fusto:** elemento a sezione circolare di diametro a spessore variabile, è l'elemento che trasferisce il carico alle eliche della spirale
- **Spirale:** permette l'infissione della vite al suolo e assolve le funzioni di portata dei carichi
- **Testa:** è l'elemento di collegamento con la struttura
- **Punta:** ha la funzione di facilitare l'inflessione della vite nel terreno²

Esistono vari tipi di elementi che sono variabili in funzione dei carichi, della funzione dell'edificio e dalla tipologia di terreno.

Per il nostro progetto abbiamo optato per delle viti flangiatae.

² Le fondazioni a vite, Geofix, http://www.geofixstore.com/pluginAppObj_120_05/CATALOGO-GEOFIX-2021.pdf

Le viti flangiatae sono costituite da una flangia saldata in testa, che consente un solido supporto piano, utile all'appoggio e al collegamento delle strutture sovrastanti, ovvero delle travi di bordo in legno lamellare di abete GL24H di sezione 16x40.

Le flange presentano delle forature o asole che permettono il collegamento con gli elementi portanti attraverso bulloni o altri sistemi di collegamento. Passiamo ora al dimensionamento vero e proprio delle viti di fondazione, in base alle reazioni vincolari identificate in precedenza sui nodi critici del modello strutturale, si riporta la tabella con i valori massimi di compressione, taglio e trazione alla base della fondazione.

COMBINAZIONE SLU		
Taglio	Compressione	Trazione
kg	kg	kg
524.34	472.30	146.43

Tabella 08.44: Tabella con massimi valori di taglio, compressione e trazione in SLU

COMBINAZIONE SLE RARA		
Taglio	Compressione	Trazione
kg	kg	kg
620.27	472.30	174.03

Tabella 08.45: Tabella con massimi valori di taglio, compressione e trazione in SLE rara

Attraverso questi valori, risulta che la vite che si adatta maggiormente alle specifiche tecniche del produttore è la vite flangiatae TPF96 alta 120 cm.

Per quanto riguarda il terreno, non avendo molte informazioni a riguardo, si è preso in considerazione il caso peggiore possibile, ovvero quello di un terreno sciolto.

Riportiamo ora i valori dati da scheda tecnica del produttore di dimensione della vite e di valori a compressione, trazione e taglio che risultano essere verificati.

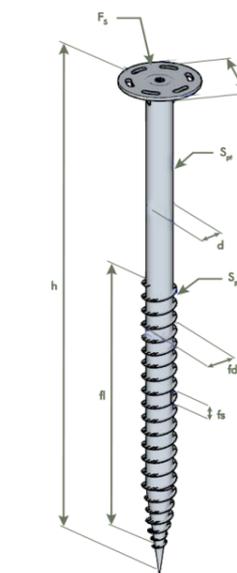


Figura 08.123: Vite flangiata

DIMENSIONI VITI FLANGIATE	
Altezza (h)	1200 mm
Diametro palo (d)	76 mm
Spessore palo (S_{pt})	3 mm
Diametro flangia (F_d)	220 mm
Spessore flangia (F_s)	10 mm
Diametro elica (f_d)	96 mm
Spessore elica (S_{pt})	2 mm
Passo elica (f_s)	40 mm
Sviluppo elica (fl)	500 mm
Peso	10.2 kg
Materiale	Acciaio S235
Protezione superficiale	Zincatura a caldo DIN EN ISO 1461

Tabella 08.46: Dimensioni vite flangiata

Altezza vite	Compressione		Trazione		Taglio	
	SLU	SLE RARA	SLU	SLE RARA	SLU	SLE RARA
1200 mm	1050 kg	2300 kg	160 kg	300 kg	700 kg	1400 kg

Tabella 08.47: Valori di compressione, trazione, taglio vite flangiatae

Fondazioni a plinto superficiale

Le fondazioni a plinto superficiale sono delle strutture prefabbricate costituite da un plinto in calcestruzzo, con annesso un piede regolabile in acciaio. Questo meccanismo permette l'utilizzo della fondazione su ogni tipologia di terreno ed è facilmente removibile.

Il sistema di fissaggio utilizzato è quello brevettato da *LAM AMBIENTE* con il nome *Easy foundation*, che garantisce velocità di realizzazione e praticità in caso di spostamento.³

Per questa tipologia di fondazione abbiamo ipotizzato un plinto di dimensioni 40 x 40 x 20 cm.

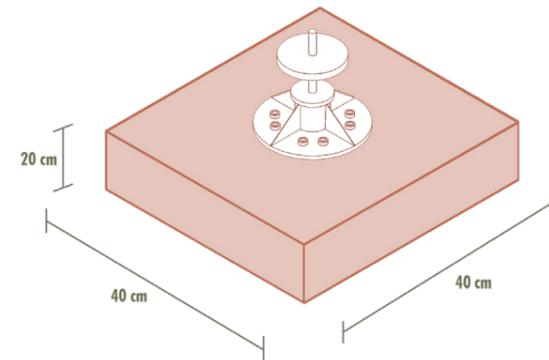


Figura 08.124: Plinto di fondazione

³ LAMAMBIENTE, Sistema Easyfoundation, <https://www.lamambiente.it/>

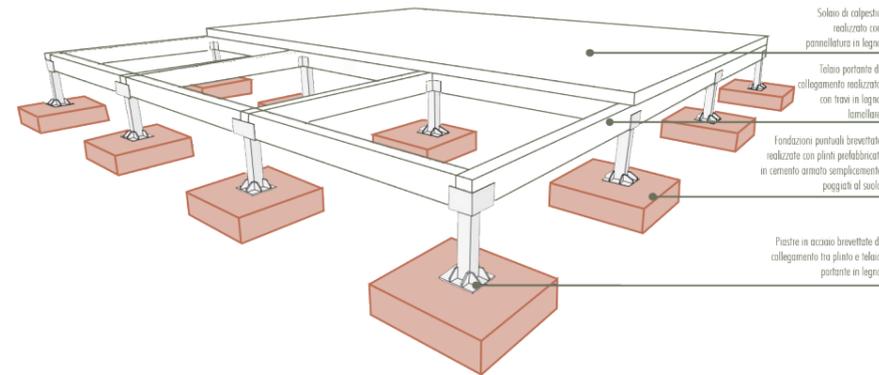


Figura 08.125: Sistema LAM Foundation

Sia i plinti di fondazione, sia le viti flangiate, verranno posizionate nei nodi estremi del progetto, ovvero nei nodi 24, 31, 30, 22 come viene indicato nella figura sottostante.

Riportiamo ora, nella pagina seguente, il modello tridimensionale strutturale del centro d'ascolto, ovvero l'edificio dove sono state effettuate tutte le principali analisi, così da avere un quadro completo della struttura e degli elementi che la caratterizzano.

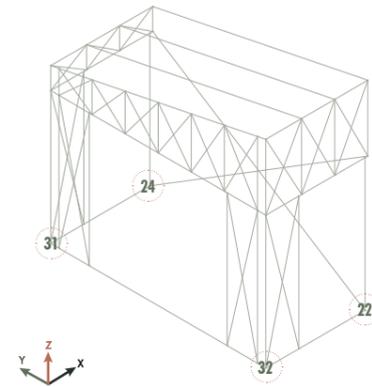


Figura 08.126: Struttura unifilare con l'indicazione dei nodi di fondazione

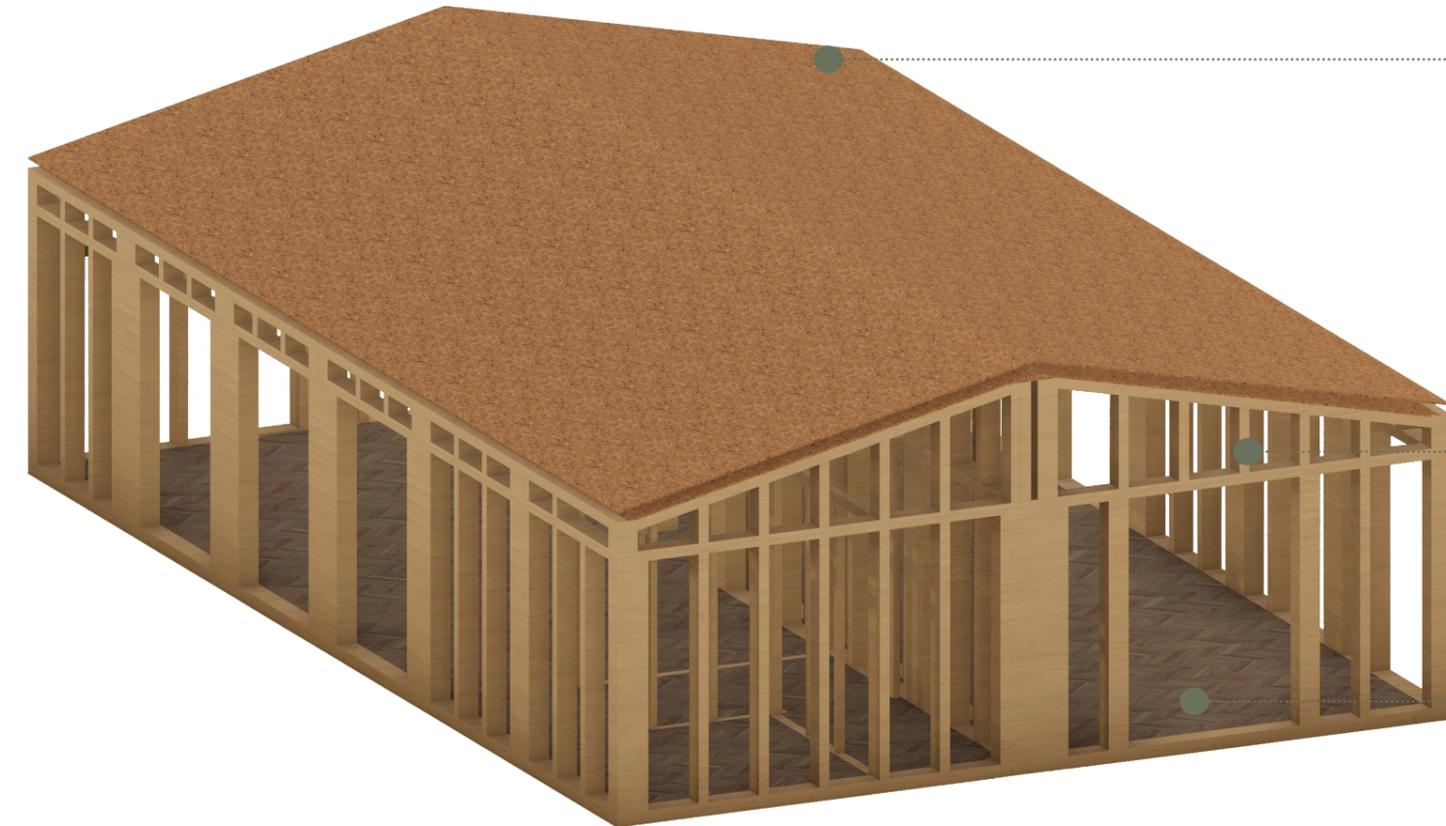


Figura 08.127: 3D strutturale centro d'ascolto

08.5 Progetto ergotecnico

Il progetto ergotecnico costituisce una fase cruciale nella progettazione, rivestendo un ruolo determinante nella comprensione accurata delle tempistiche e dei costi complessivi dell'intero progetto. Nel caso specifico del nostro progetto di emergenza, caratterizzato dalla necessità quasi immediata di risposte efficaci, è stato imperativo stabilire con precisione entro quale arco temporale desiderassimo avere i moduli di emergenza operativi sul territorio (ovvero pochi giorni). In questo contesto, una valutazione accurata del sito, della sua sicurezza e dei vincoli presenti è stata condotta con la massima attenzione possibile. È importante sottolineare che, purtroppo, la fase di progettazione ergotecnica è talvolta sottovalutata in alcuni progetti, nonostante rappresenti un elemento fondamentale per la realizzazione concreta di un progetto architettonico.

Lo studio approfondito di questa fase risulta essere una garanzia di successo nel perseguire gli obiettivi prefissati, specialmente in contesti urgenti e di emergenza come quello attuale.

Grazie alla prefabbricazione, che consente l'assemblaggio dei singoli moduli in stabilimento, dalla struttura portate alla finitura, si ha la possibilità di ridurre al minimo i tempi di cantiere.

08.5.1 Fasi di cantiere

Trasporto dei moduli dallo stabilimento al lotto di progetto

La fase del trasporto risulta tra le più importanti da analizzare, in quanto si riferisce allo spostamento delle componenti prefabbricate sul sito di costruzione; proprio per questo è stata verificata l'adeguatezza della strada per mezzi di trasporto di lunghezza maggiore rispetto ad una semplice autovettura quotidiana.

Le componenti prefabbricate sono quindi collocate sui mezzi di trasporto

seguendo una suddivisione che procede in relazione all'assemblaggio delle unità sul lotto di progetto. In questo modo viene ottimizzata la tratta da percorrere e il numero di mezzi necessari per il trasporto; ciò al fine di evitare l'affollamento del sito da parte dei mezzi di trasporto.

Secondo la legge 9 novembre 2021 n.156 (modifica dell'Art.61 del Codice della Strada) la lunghezza massima ammessa per gli auto-reticolati e gli auto-snodati passa da 16.50 a 18.75 m, al di fuori di questa misura il veicolo si deve considerare come "eccezionale". Sempre l'articolo 61 stabilisce che l'altezza massima del carico può essere di 4.30 m.

Di conseguenza per non ricadere nei mezzi di trasporto eccezionali, i moduli sono stati dimensionati in modo tale da rientrare nelle dimensioni massime standard di larghezza pari a 2.45 m.

Quindi, come principale veicolo di trasporto dei moduli si è scelto un mezzo di lunghezza 16.50 m con un piano di carico di 13.60 m, larghezza di 2.45 m e con la possibilità di trasporto fino a 32.8 tonnellate.

In sintesi, per il trasporto delle componenti prefabbricate sono stati previsti: 30 autoarticolati con dimensioni $b=2.45$ m, $l=13.6$ m e $h=4$ m.

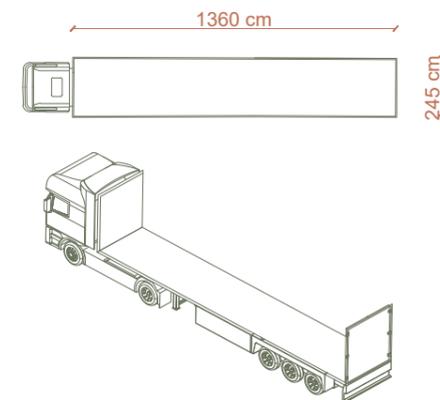


Figura 08.128: MEGA trailer - dimensionamento

Per assicurare la robustezza delle strutture durante il trasporto, queste saranno opportunamente fissate mediante cinghie omologate; in modo da garantire stabilità e prevenire eventuali spostamenti durante il percorso.

Dato l'elevato profilo degli elementi, si è inoltre, deciso di evitare il trasporto "coperto", optando invece per l'utilizzo di protezioni individuali (con teli) sui singoli moduli. Queste saranno rimosse una volta giunti a destinazione.

Per tutte le finiture ed elementi aggiuntivi, nonché per i sistemi di fissaggio non compresi nelle parti di prefabbricazione, provenienti da altri produttori, si è previsto l'utilizzo di mezzi di pertinenza delle aziende. Questi ultimi devono quindi rispettare i vincoli imposti ai mezzi standard, che prevedono un peso del carico massimo di 12 o 24 tonnellate.

Movimentazione dei moduli in sito

Date le dimensioni dei moduli, per il trasporto di questi elementi servono dei mezzi appositi sia per lo spostamento che per la loro movimentazione in cantiere; dunque, è stata analizzata attentamente la fattibilità del progetto anche durante questa fase, considerando la totalità del masterplan di progetto

La costruzione del "sistema" socio-sanitario avviene infatti per macro-aree, in cui è stato fittiziamente suddiviso l'intero lotto: in questo modo lo stoccaggio dei materiali da costruzione e delle parti prefabbricate che arrivano in cantiere sarà molto meno oneroso dal punto di vista economico e spaziale.

Per l'effettivo spostamento dei moduli dal "MEGA trailer" all'esatto punto di collocamento di progetto si è scelto di utilizzare un sollevatore telescopico rotativo. Questo dispositivo è particolarmente apprezzato per la sua capacità di estendere il braccio telescopico, consentendo di raggiungere altezze e distanze considerevoli. La sua rotazione permette di manovrare il carico con precisione e di accedere a punti difficili da raggiungere, per questo motivo si è scelto di usufruirne per il nostro progetto.

È stato preso in considerazione un modello di sollevatore tipo "DIECI - Pegasus Classic 75.25" e da scheda tecnica, in base al peso dei moduli (3.5 tonnellate) e all'altezza di sollevamento, se ne è ricavato il braccio. Quest'ultimo risultato essere di 12 metri.

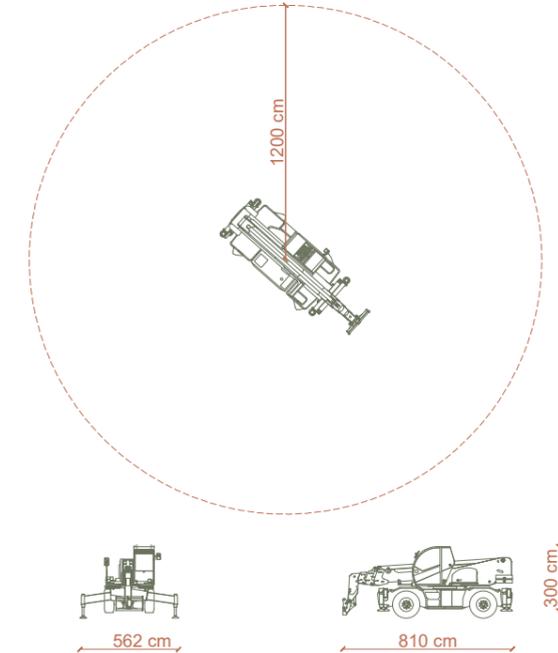


Figura 08.129: Sollevatore telescopico - dimensionamento



Attrezzatura progettata per movimentare carichi sospesi in totale sicurezza grazie alla struttura robusta e al gancio girevole a 360° dotato di linguetta di blocco.

Figura 08.130: DIECI, Gancio per piastra porta forche larga

Per garantire stabilità ai moduli e per non rischiare eventuali rotture degli stessi, è stato necessario controventare provvisoriamente le strutture in fase di trasporto. Questa controventatura è stata fissata alla trave perimetrale in legno in copertura e al CLT in fondazione, con elementi in acciaio e soprattutto rimovibile (al termine della movimentazione), in questo modo in caso di sollecitazioni o movimenti complessi il modulo riesce a rimanere stabile prima del suo posizionamento.

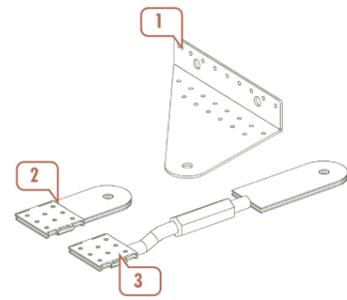


Figura 08.131: SOLTECH - Kit controvento

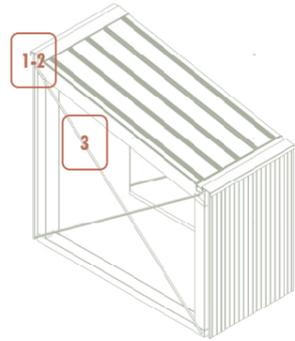


Figura 08.132: Posizionamento controvento

Accessibilità e viabilità in sito

È importante prestare attenzione anche all'accessibilità all'area di intervento e agli spazi di lavoro: risulta quindi fondamentale studiare accuratamente gli ingressi per i mezzi di trasporto conseguenti ai relativi raggi di curvatura, data la particolare situazione, è possibile ottenere delle deroghe da parte delle amministrazioni comunali.

Vista l'ampiezza del nostro sito di progetto sono previsti diversi accessi, ma, sicuramente uno di quelli principali si colloca lungo *Sumska Street*.

La viabilità intorno al lotto di cantiere si caratterizza per un traffico moderato sulla strada principale (*Sumska st.*) e quest'ultima si collega facilmente ad altre strade principali che portano verso ovest, come *Konstytutsii Square*, e anche verso il confine con la Russia.

Per evitare ulteriori problematiche, è stata effettuata un'analisi sulla viabilità, in particolare prendendo in considerazione il contesto intorno al cantiere, in modo da assicurarsi che non ci siano elementi di intralcio.

Si sono individuati diversi luoghi come l'università di Kharkiv, che è dislocata in più parti della città e lo zoo, che risulta comunque distante dalle zone in cui è previsto il posizionamento dei moduli.

Gli elementi che possono risultare un ostacolo nel sito di progetto sono gli alberi, presenti in grande quantità all'interno del parco urbano *Taras Ševčenko* (principale zona di cantiere).

Per gli automezzi sono state valutati i raggi di curvatura e sono stati ipotizzati i percorsi per la movimentazione, le strade già presenti all'interno del parco ci hanno favorito in questa parte di progetto, perché non è stato necessario realizzare nuovi percorsi secondari. In questo modo si riescono a ridurre ulteriormente le tempistiche di cantiere.

Gli ingressi pedonali, con ampiezza di 1.20 m, sono collocati ai lati degli ingressi carrabili delle varie zone. È stato per noi importante garantire il transito degli operai, ma, anche la continuità di accesso al parco urbano da parte dei cittadini.

Ovviamente tutti gli operai che accedono al sito devono essere muniti di attrezzatura di sicurezza, quale casco e scarpe anti-infortunistiche.

Ponteggi

Non saranno presenti ponteggi, data la particolare configurazione dei moduli e la necessità di una costruzione veloce e poca invasiva.

Limitazioni e segnaletica

È previsto che per le emissioni sonore, all'interno dei cantieri edili, dovranno essere rispettate le normative che contengono i limiti consentiti in materia di isolamento acustico.

Non sono state previste recinzioni intorno alle zone di posizionamento dei moduli, ma, possono essere aggiunte in caso di necessità e da richieste da parte del comune. Sono comunque necessarie le opportune segnaletiche a inizio cantiere e nelle aree in cui sono previsti spostamenti di elementi pesanti o a rischio caduta. (Le segnaletiche saranno fornite dal comune e quindi in lingua ucraina).

Qui sotto riportiamo un esempio di segnaletica standard per i cantieri, in inglese (lingua internazionale).



Figura 08.133: Segnaletica di cantiere

Le segnaletiche devono essere chiaramente visibili e individuabili.

Vincoli di cantiere

Non disponendo di molti dati sull'area non sappiamo se al di sotto del parco possano esserci linee elettriche, linee di gas o reperti, ma, non avendo necessità di scavare per le fondazioni non sono sorte problematiche in merito.

Servizi di cantiere

Per una corretta logistica di cantiere si deve ragionare su come poter organizzare gli spazi necessari alle funzionalità da integrare nel cantiere. Nella consueta pratica vengono inserite all'interno del cantiere le cosiddette "baracche", ovvero dei prefabbricati modulari, aventi dimensioni standardizzate, che possono essere uniti al fine di creare zone per la sosta dei lavoratori, zone ufficio, infermerie e spogliatoi, per gli operai.

Nel contesto del nostro cantiere, caratterizzato da una durata estremamente limitata e da un progetto d'emergenza, l'approccio tradizionale all'installazione di baracche per gli operai è stato rivisitato e ottimizzato.

Considerando la natura specifica del nostro progetto e la necessità di rispondere prontamente a un'emergenza, abbiamo deciso di adottare un approccio innovativo. Invece di trasportare e installare baracche tradizionali, ci siamo confrontati con esperti del settore e abbiamo deciso di sfruttare i prefabbricati previsti nel progetto come soluzione di baraccamento alternativa.

In particolare, abbiamo identificato i primi aggregati di moduli, destinati inizialmente all'installazione prefabbricata, e li abbiamo temporaneamente adibiti a "baracche di cantiere".

Questa decisione è stata presa con l'obiettivo di evitare la necessità di posizionare ulteriori strutture temporanee in cantiere, risparmiando così tempo e semplificando il processo.

Questo primo blocco di prefabbricati fungerà da baracca fino al completamento della porzione di cantiere corrispondente e successivamente verrà riconvertito alla sua destinazione finale. Questa strategia è stata adottata con la consapevolezza che il nostro cantiere richiede rapidità ed efficienza, e l'obiettivo è massimizzare l'utilizzo delle risorse disponibili, riducendo al minimo il tempo e lo sforzo necessari.

Prendendo come esempio la normativa italiana, (non avendo accesso a quella Ucraina), riguardante i servizi igienici nei cantieri, è previsto un bagno ogni 10 lavoratori.

Nella nostra scelta di garantire strutture igieniche adeguate per il nostro cantiere, abbiamo optato per l'utilizzo di bagni prefabbricati. Tale decisione è stata presa considerando la praticità e la rapidità di installazione, nonché la facile reperibilità dei bagni prefabbricati direttamente in loco.

I bagni prefabbricati rappresentano una soluzione efficace per soddisfare i requisiti normativi in modo tempestivo, ma, è importante sottolineare che, all'interno del nostro lotto di progetto, sono già presenti dei bagni pubblici.

Infatti,, nel vicino parco urbano sono disponibili diversi bagni accessibili, contribuendo ulteriormente a garantire che le esigenze igieniche del personale siano soddisfatte in modo completo.

Tutto ciò evidenzia il nostro impegno nel garantire condizioni di lavoro adeguate, rispettando le normative vigenti e assicurando il benessere degli operatori sul cantiere.

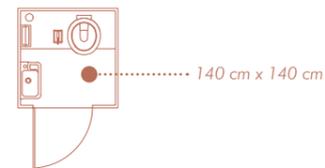


Figura 08.134: Servizi igienici di cantiere (bagno chimico)

Aree di cantiere

Il posizionamento del potenziale deposito dei rifiuti all'interno del cantiere è stato studiato al fine di massimizzare l'efficienza operativa. Abbiamo scelto di collocare l'area di stoccaggio dei rifiuti in prossimità dell'entrata principale dei mezzi, adottando una strategia volta a garantire una facile movimentazione degli stessi.

Inoltre, l'area di stoccaggio dei materiali di cantiere è stata prevista in prossimità dei primi moduli posizionati nel cantiere. Questa scelta mira a ridurre al minimo gli spostamenti e le distanze per il trasporto dei materiali, contribuendo a una gestione più agevole del cantiere.

Per quanto riguarda l'area di sosta dei mezzi, abbiamo stabilito che essa dovrà essere posizionata all'interno del cantiere, in vicinanza con l'accesso principale per i mezzi di trasporto e in prossimità dei punti strategici all'interno del cantiere.

In sintesi, la pianificazione accurata del posizionamento dell'area di stoccaggio e della zona di sosta dei mezzi è finalizzata a ottimizzare l'efficienza delle operazioni nel cantiere, garantendo contemporaneamente una gestione agevole e sicura delle risorse e dei materiali.



Figura 08.135: Render area salute mentale

Fasi di costruzione

In questa parte andremo a spiegare le varie fasi coinvolte nella costruzione e nel posizionamento dei moduli di emergenza. Non verrà presa in considerazione la fase di realizzazione in stabilimento, che può variare in base all'azienda produttrice, ma, inizieremo la nostra illustrazione a partire dalla messa in opera sul sito.

FASE 01 POSIZIONAMENTO VITI DI FONDAZIONE

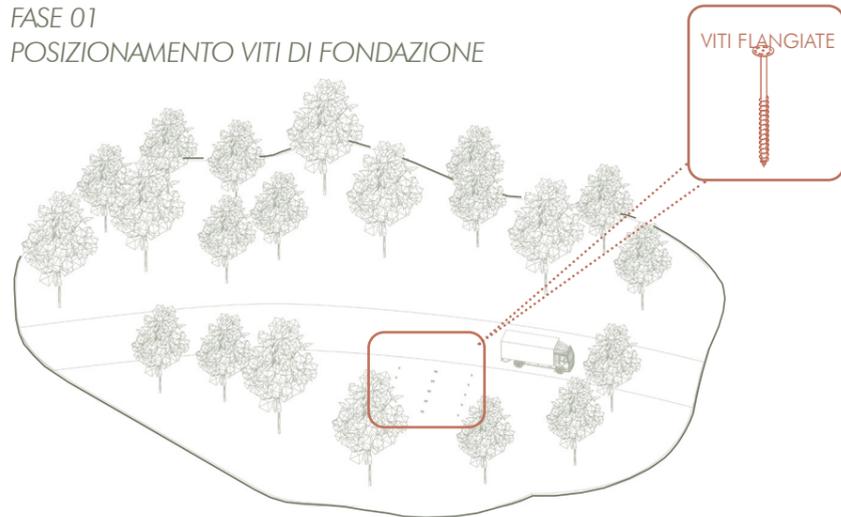


Figura 08.136: Fase 01 - cantiere

Arrivo dei camion con al loro interno gli elementi di fondazione. Posizionamento di questi elementi a vite (vedi capitolo 07.10.7), in base a quanto previsto da progetto strutturale. Inserimento degli elementi nel terreno grazie all'ausilio di manodopera specializzata e all'utilizzo di macchinari dedicati. Considerando la presenza di alcuni piccoli dislivelli nel terreno, sarà necessario operare con strumentazione specialistica per livellare le travi e assicurare una base uniforme per il posizionamento delle travi di supporto.

FASE 02 POSIZIONAMENTO DEGLI ELEMENTI TRAVE

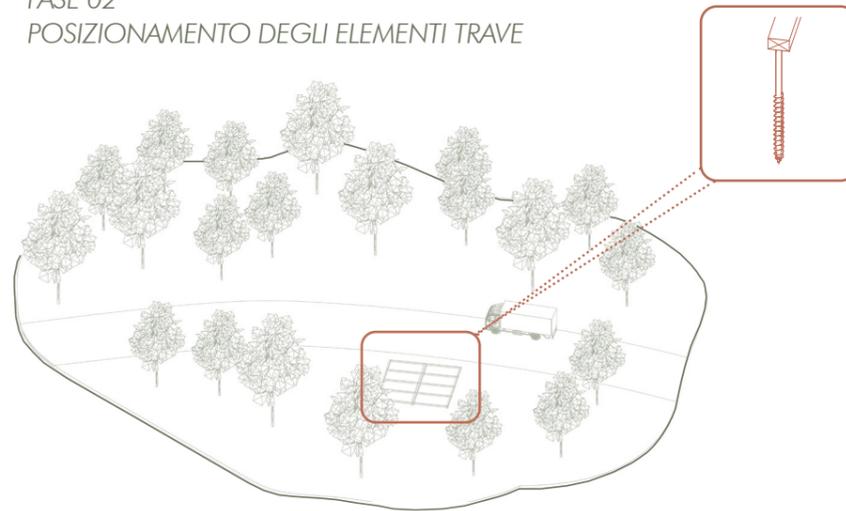


Figura 08.137: Fase 02 - cantiere

Arrivo degli automezzi in loco, con al loro interno gli elementi trave da posizionare al di sopra delle viti flangiate. Si va quindi a creare un reticolo di travi per l'appoggio e il fissaggio dei moduli. Vengono in primis fissate tra loro le travi in legno lamellare e le viti flangiate.

È importante notare che se i moduli vengono posizionati su superfici in cemento, come strade o piazze, saranno impiegati elementi di fondazione con plinti prefabbricati. In entrambi i casi, è indispensabile posizionare le travi in legno per il corretto fissaggio dei moduli.

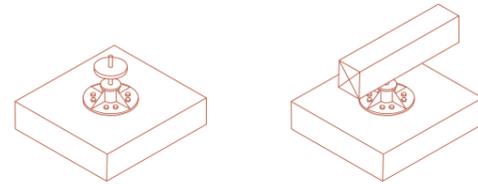


Figura 08.138: Elementi di fondazione con plinti prefabbricati

FASE 03 TRASPORTO E POSIZIONAMENTO DEI MODULI DI EMERGENZA

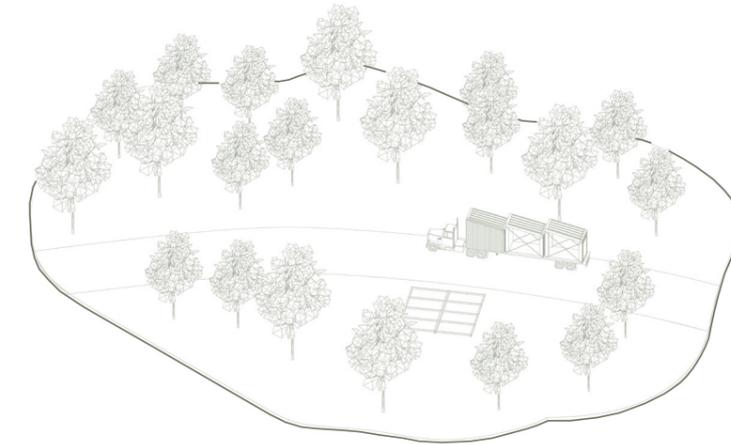


Figura 08.139: Fase 03 - cantiere

All'interno del cantiere, giungono gli autoreticolati (MEGA camion) che trasportano i singoli moduli di emergenza. Questi veicoli, non coperti, trasportano i moduli (temporaneamente controventati) avvolti da teloni antipioggia e fissati al camion tramite cinghie. I teloni vengono successivamente rimossi dalla manodopera specializzata appena prima del posizionamento dei moduli e vengono sistemati nell'area designata per lo stoccaggio. Nel frattempo, il camion si colloca nell'area destinata alla movimentazione dei moduli, al fine di facilitarne il successivo spostamento.

FASE 04 UTILIZZO DEL SOLLEVATORE TELESCOPICO E MOVIMENTAZIONE MODULI

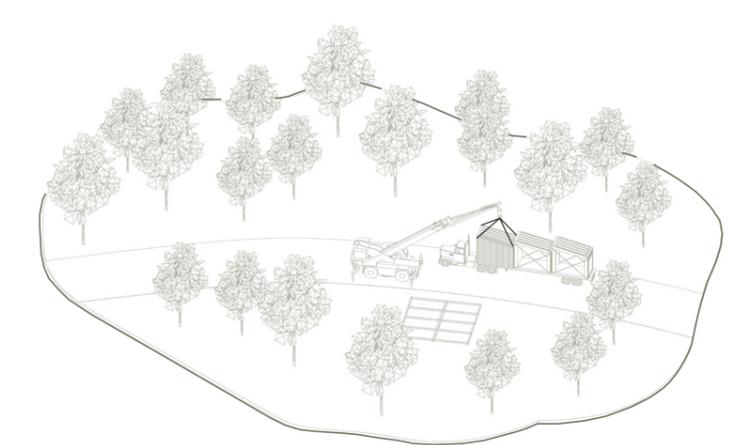


Figura 08.140: Fase 04 - cantiere

Il sollevatore telescopico rotativo giunge nell'area designata per le operazioni di sollevamento. Questo strumento fondamentale del cantiere consente di elevare i moduli con grande efficienza. Dotato di un braccio rotante lungo 12 metri, il sollevatore è in grado di raggiungere ogni punto in cui è necessario posizionare i moduli, avviando così l'operazione di sollevamento del primo modulo.

FASE 05
PROCEDURA DI SOLLEVAMENTO DEI MODULI

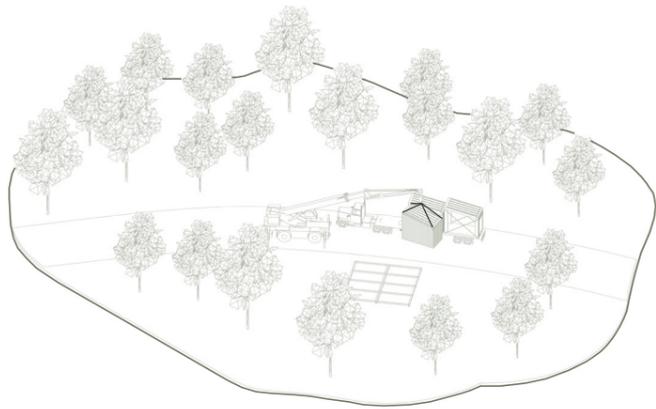


Figura 08.141: Fase 05 - cantiere

Una volta fissato il modulo al gancio del sollevatore, attraverso corde omologate, parte della squadra di lavoro contribuisce a gestire il peso durante il sollevamento, utilizzando corde per assicurare una movimentazione sicura e precisa. I movimenti del braccio verranno calibrati con particolare attenzione dall'operaio addetto al controllo del mezzo, seguendo le istruzioni del capo cantiere designato.

Le controventature provvisorie presenti sul modo ne garantiscono solidità e robustezza in caso di eventuali oscillazioni o movimenti particolari.

FASE 06
FISSAGGIO DEI MODULI ALLA BASE

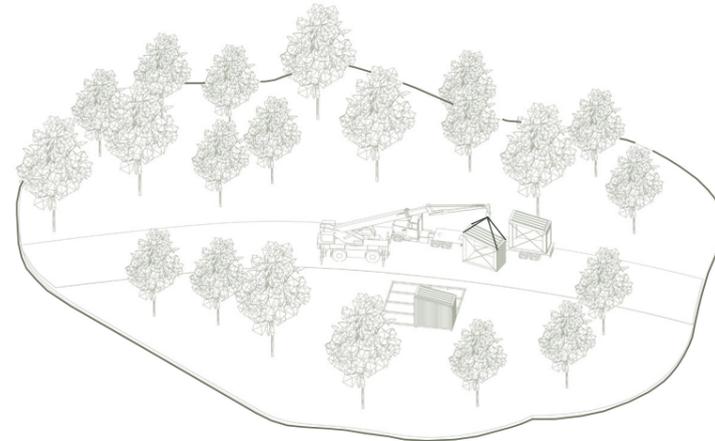


Figura 08.142: Fase 06 - cantiere

Posizionato il primo modulo, quest'ultimo viene fissato alle travi in legno lamellare (vedi fase 2) in modo da creare un blocco stabile. Questo fissaggio avviene dal basso, da parte di diversi operatori, essendo la struttura interamente prefabbricata.

I controventi provvisori vengono mantenuti fino al posizionamento del secondo modulo, al fine di creare il collegamento vero e proprio tra le strutture.

FASE 07
COLLEGAMENTO DEI MODULI IN SITO

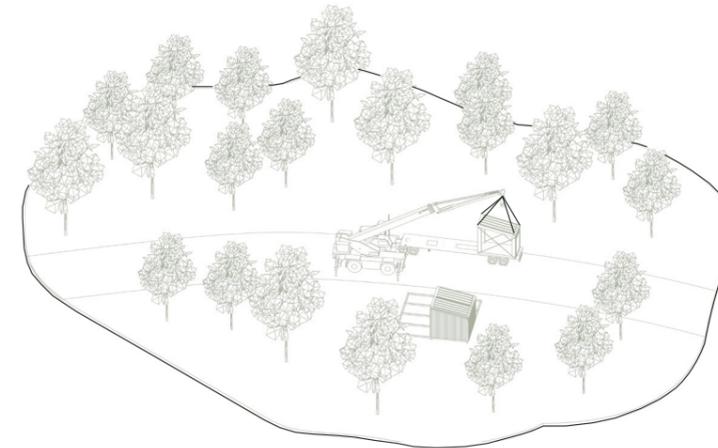


Figura 08.143: Fase 07 - cantiere

In questo momento avviene la vera e propria fase di collegamento tra i primi due moduli. Il controvento della parte più esterna del secondo modulo viene mantenuto, e verrà rimosso nel momento in cui verrà posizionato il terzo modulo. I passaggi vengono poi ripetuti in maniera logica per tutti i moduli seguenti, fino alla realizzazione della prima metà di struttura.

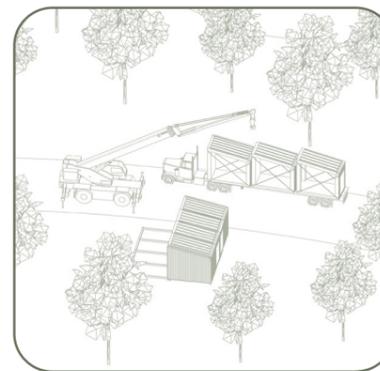


Figura 08.144: Aggregazioni moduli su asse x

FASE 08
AGGREGAZIONE FINALE MODULI

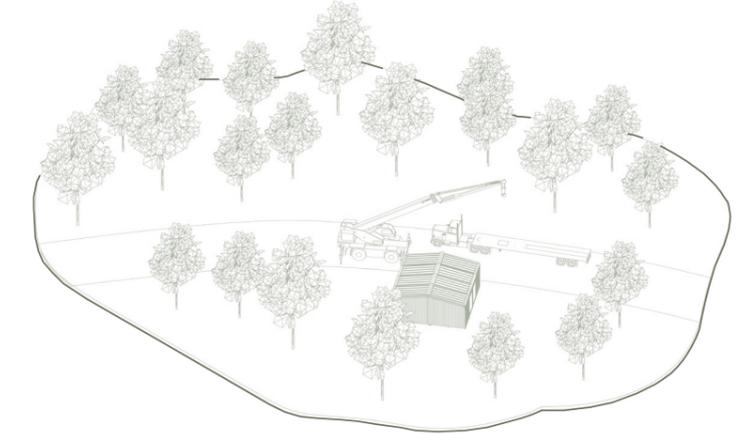


Figura 08.145: Fase 08 cantiere

Continuando con le medesime operazioni, vengono effettuati il posizionamento e il fissaggio dei moduli della seconda metà della struttura. In questo caso viene effettuata una fase di collegamento aggiuntiva che permette la realizzazione dell'hub. Vengono posizionati gli elementi di lattoneria aggiuntivi in copertura da parte degli operai.

È da specificare a seguito delle operazioni di "montaggio" e finalizzazione dei moduli, verranno collegate le parti impiantistiche (es. pannelli fotovoltaici), inserita la rampa di accesso prefabbricata (che giunge in cantiere su camion) e inseriti gli arredi interni.

Tutte queste operazioni dovrebbero essere effettuate in pochi giorni, in modo da rendere gli hub subito fruibili da parte della popolazione.

Zonizzazione di cantiere e accessi

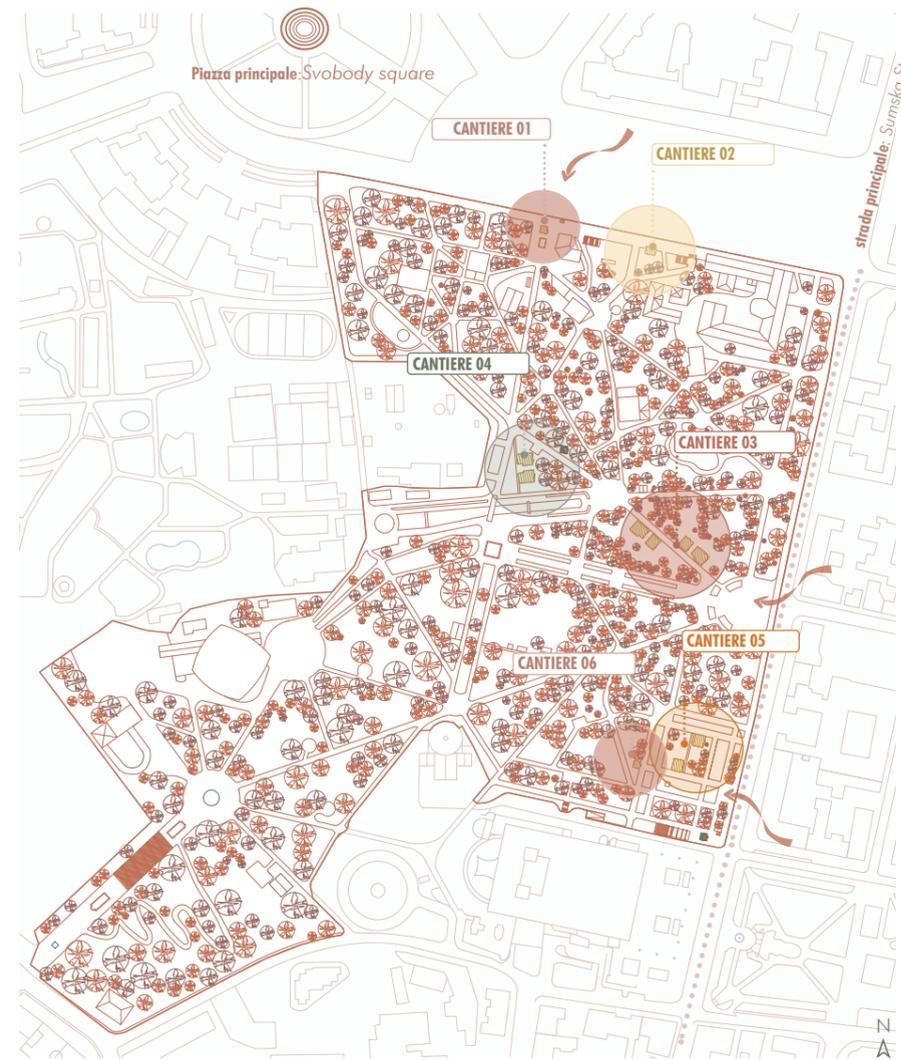


Figura 08.146: Cantiere generale - scala 1: 6000

In questa rappresentazione, presentiamo l'area principale del nostro cantiere, situata nel cuore del parco urbano Taras Ševčenko, nel centro della città di Kharkiv. Considerando l'ampia estensione di questa area, abbiamo adottato un approccio di zonizzazione, basato sul posizionamento dei moduli di emergenza all'interno del cantiere. È stato necessario condurre uno studio dettagliato dell'intera zona e valutare l'ampiezza dei percorsi preesistenti per determinare i punti migliori per l'accesso dei veicoli.

Gli accessi sono stati strategicamente collocati per consentire un facile raggiungimento delle diverse aree del cantiere, tenendo conto anche di eventuali vincoli paesaggistici. Ogni posizione è stata attentamente scelta per garantire spazi sufficienti per le manovre dei veicoli da cantiere.

Due accessi sono stati posizionati lungo la strada principale *Sumska St.*, mentre un ulteriore ingresso è stato collocato in prossimità della piazza centrale (*Svobody square* - in italiano Piazza della Libertà). La progettazione degli accessi (indicati con freccia rossa) e delle zone di intervento (segnate con i cerchi colorati), assicura una logistica efficiente e sicura all'interno del cantiere.

Entrando ora più nello specifico, all'interno del cantiere 03, andremo a spiegare alcuni dei ragionamenti principali fatti per l'organizzazione del layout (vedi tavola 105).

Zoom: cantiere 03

In questa area di cantiere, che noi chiamiamo area della salute mentale, sono presenti gli *hub* del centro d'ascolto e gli *hub* di riabilitazione psicologica. La scelta di studiare quest'area nello specifico è nata dal fatto che risulta essere la zona di cantiere più ampia, con il maggior numero di moduli da posizionare (40).

In generale il cantiere si sviluppa in 4 sotto-fasi, che corrispondono alle 4 differenti postazioni del sollevatore telescopico. Ovviamente queste 4 fasi sono legate anche ai 4 differenti *hub* da realizzare in loco.

In generale i camion accedono dalla strada principale *Sumska street* e si immettono all'interno del parco attraverso una piccola piazza posta ai lati della strada.

Subito iniziano i percorsi per arrivare all'area di cantiere, segnati in blu dal punto di vista grafico, con larghezza di 6 metri. L'accesso per gli operai rimane laterale, segnato in rosso (come da legenda) e l'accesso per i cittadini al parco permane sempre ai lati, non passando per le aree di cantiere.

Le aree di stoccaggio materiali e di stoccaggio rifiuti si posizionano all'inizio delle aree di cantiere in prossimità dei percorsi carrabili, in modo tale da facilitare la posa degli elementi.

I servizi igienici per gli operai sono stati posizionati in base a quanto studiato dalla normativa durante i corsi di ergotecnica edile (non avendo normative ucraine a nostra disposizione).

Inoltre, sono già presenti in loco dei servizi igienici pubblici.

Come si è precedentemente accennato, per quanto riguarda i baraccamenti si è deciso di collocare questa "funzione" al termine della prima fase,

all'interno della prima aggregazione.

Da non dimenticare è la necessità di fornire energia elettrica, necessaria per il funzionamento di alcune macchine e utensili durante la costruzione. Non volendo interferire sul terreno, si andranno ad utilizzare dei gruppi elettrogeni trasportabili. Questi elementi sono in grado di produrre diverse potenze, fino a 20 KVA, andando a generare energia elettrica.

Infine, si può notare dalla raffigurazione grafica nella pagina seguente come le aree di cantiere cercano di non espandersi troppo all'interno del parco, per non andare a intaccare il paesaggio circostante.

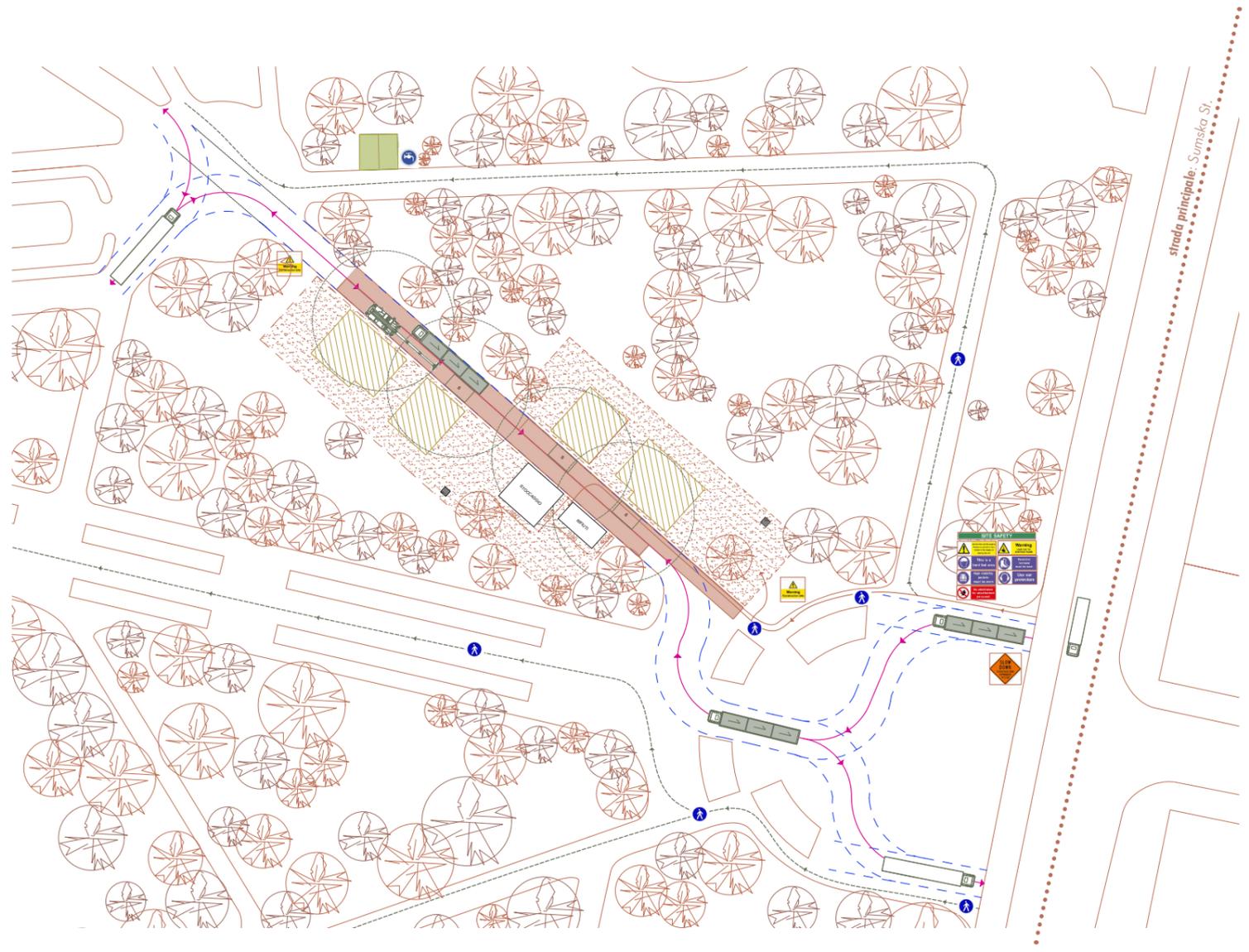


Figura 08.147: Cantiere 03 generale - area "salute mentale" - scala 1: 1000

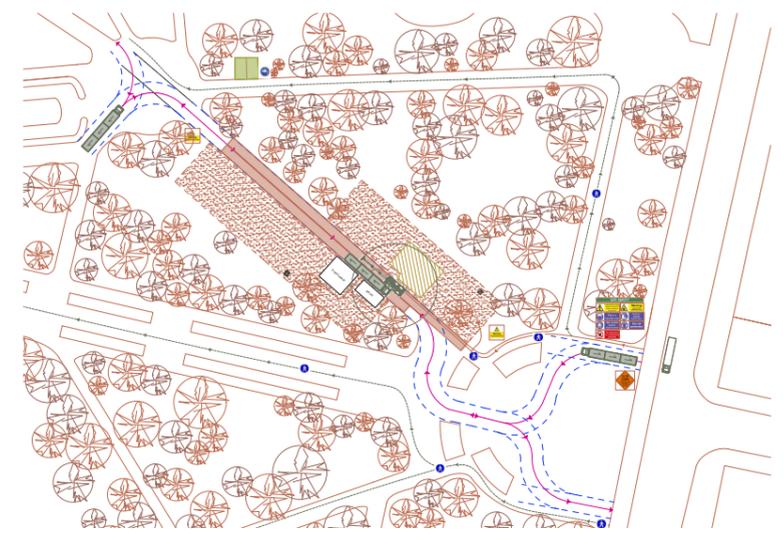


Figura 08.148: Fase 1 - cantiere 03

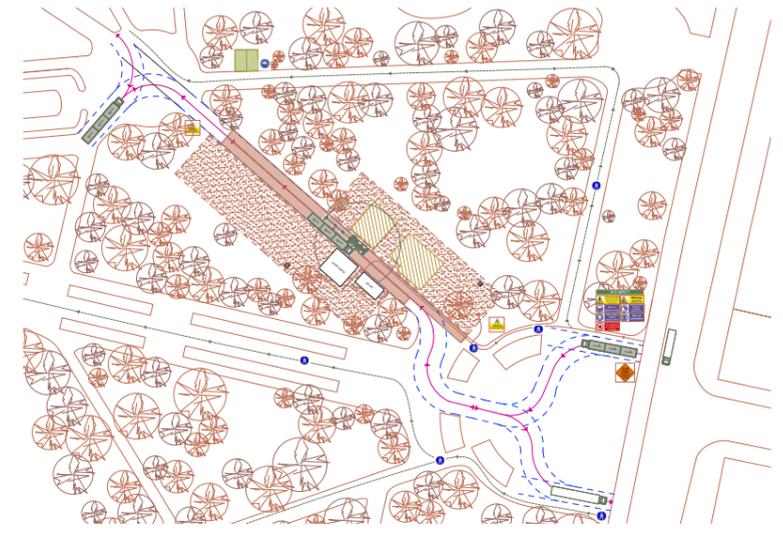


Figura 08.149: Fase 2 - cantiere 03

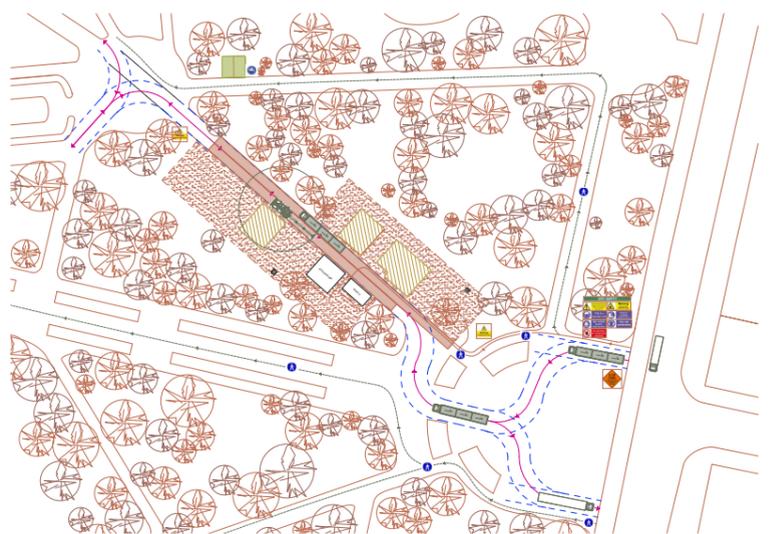


Figura 08.150: Fase 3 - cantiere 03

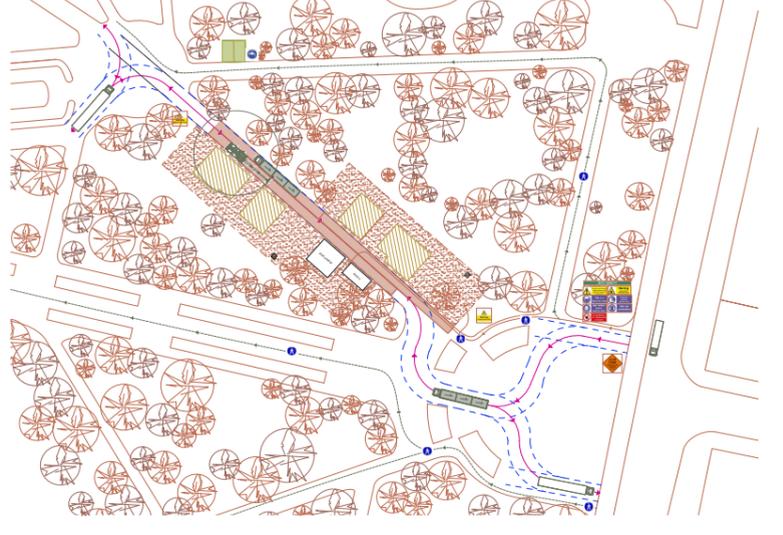


Figura 08.151: Fase 4 - cantiere 03

Considerazioni generali - finali

È fondamentale sottolineare che tutte le considerazioni precedentemente espresse sono state concepite considerando principalmente un contesto europeo, dove i mezzi su ruote possono raggiungere con relativa facilità le aree di cantiere trasportando i moduli dai centri di produzione. Tuttavia, siamo pienamente consapevoli che esistono numerose situazioni di emergenza in corso, in varie parti del mondo, il che potrebbe portare a una revisione della strategia di intervento.

Questo considerando che in alcune circostanze, soprattutto in paesi ancora in via di sviluppo, raggiungere i siti di progetto potrebbe essere molto più complesso a causa delle condizioni logistiche e geografiche. Pertanto, ciò ci induce a riflettere sul fatto che, i nostri moduli potrebbero richiedere un approccio di trasporto diverso.

Questa eventualità ci spinge a considerare soluzioni alternative e adattabili, poiché è importante che i nostri moduli siano versatili, e reversibili da molteplici punti di vista, anche da quello del cantiere, e quindi è fondamentale che essi si possano adeguare anche in contesti dove l'accesso ai luoghi di intervento è più difficile. Pur non entrando nei dettagli specifici di tali variazioni, è chiaro che sarebbe necessario studiare e implementare le modalità di trasporto più adatte a contesti complessi e meno accessibili, garantendo comunque l'efficienza e la tempestività delle operazioni di intervento.

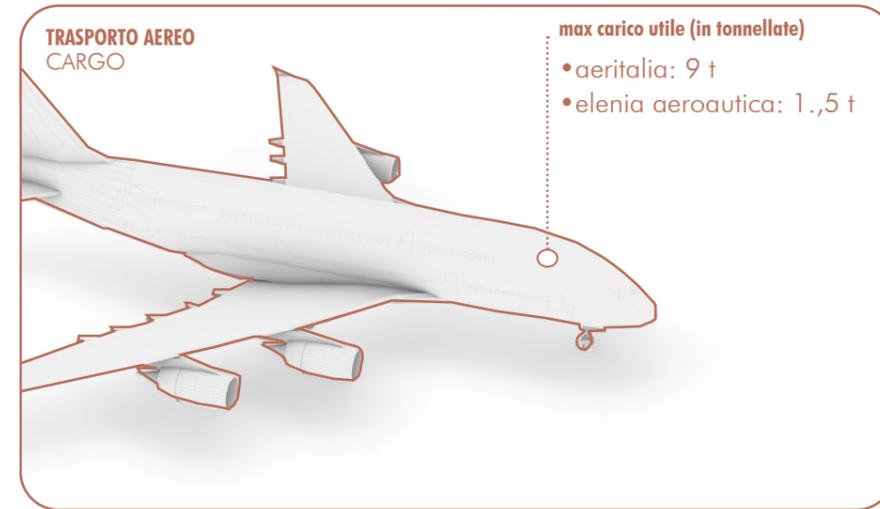


Figura 08.152: Aereo Cargo - trasporto alternativo

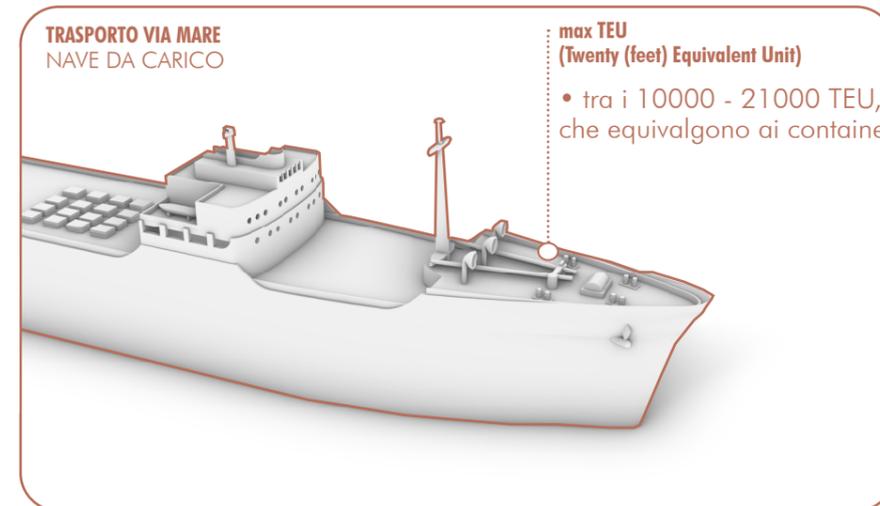


Figura 08.153 Nave da carico - trasporto alternativo

08.5.2 Computo metrico estimativo (CEM)

Un documento essenziale, finalizzato alla valutazione dei costi relativi a un intervento edile, è il computo metrico.

La stima che viene effettuata è formulata attraverso l'enumerazione dettagliata di tutte le lavorazioni necessarie, accompagnate dai relativi costi unitari. Nello specifico, ogni opera edile, è stata descritta nel computo metrico estimativo con le relative quantità e i prezzi unitari.

Attraverso questo documento siamo state in grado di definire in modo accurato tutte le opere necessarie (ad eccezione delle opere impiantistiche che non sono state valutate).

Abbiamo voluto soffermarci su questa parte, nel nostro elaborato finale, perché sappiamo quanto sia d'interesse questo documento, non solo per il progettista, ma, soprattutto per il committente (es: comune di Kharkiv) e l'impresa esecutrice.

Per questo documento è stato preso in considerazione il prezzario 2023 della regione Trentino-Alto-Adige, in quanto ci è risultato difficile trovare dei prezzari ucraini.

È stata presa in considerazione questa zona d'Italia, per il fatto che è una delle massime esperte in fatto di lavorazione del legno (poiché ci sono numerose aziende che si occupano di prefabbricazione con strutture in legno).

Il formato del computo viene presentato come una tabella con righe e colonne ed è stata realizzata con il software *Excel*.

Nel nostro caso abbiamo deciso di far interagire il software office con il programma *BIM Autodesk Revit*.

Abbiamo infatti creato una tabella all'interno del programma BIM, che

ha consentito il raggruppamento di tutti i materiali inseriti all'interno del modello e una loro quantificazione. Abbiamo estratto questo abaco dei materiali e lo abbiamo inserito all'interno di *Excel*. In questo modo abbiamo ricavato le quantità di materiali presenti nel progetto selezionato.

Le quantità delle lavorazioni sono espresse nell'unità di misura corretta, che varia a seconda del tipo di lavorazione e può comprendere metri quadri [m²], metri cubi [m³], kilogrammi [kg], ecc... Quindi in alcuni casi è stato necessario effettuare delle conversioni. Le colonne che seguono all'interno della tabella riguardano gli importi, suddivisi tra prezzi unitario e totale. Il prezzo unitario di ciascuna lavorazione è dedotto dal prezzario e in alcuni casi dalle schede tecniche degli elementi (prezzi da produttore).

È importante dire che per i prezzi ottenuti da scheda tecnica del produttore è presente la sigla N.V., ovvero *Nuova Voce*, proprio per richiamare il fatto che il prodotto non è presente nel prezzario regionale.

Abbiamo quindi trovato, al termine del processo, il prezzo totale per ogni lavorazione individuata.

L'esecuzione di questo computo ci ha fornito un'approfondita comprensione del valore delle "nostre scelte" e del costo effettivo del nostro progetto, soprattutto considerando un possibile cliente. È evidente che avremmo potuto ottenere una stima dei costi più precisa per l'area di Kharkiv se avessimo utilizzato i loro prezzari specifici (che non siamo state in grado di ricavare, a causa della mancanza di informazioni sulla rete).

Computo metrico - hub centro d'ascolto

Nelle pagine seguenti riportiamo la stima del costo complessivo del nostro *hub* centro d'ascolto. Abbiamo deciso di prendere in considerazione questo specifico edificio perché è quello con le dimensioni maggiori (110 m² in totale).

All'interno del computo non sono presenti i costi degli arredi (che possono variare in base alle esigenze dell'utente) e il costo delle opere impiantistiche, come già anticipato

- 1 - HUB CENTRO D'ASCOLTO (H03)
- 2 - HUB RIABILITAZIONE PSICOLOGICA (H04)
- 3 - HUB RIABILITAZIONE PSICOLOGICA (H04)
- 4 - HUB CENTRO D'ASCOLTO (H03)
- 5 - HUB CENTRO D'ASCOLTO MINI (H03)
- 6 - HUB SOSTEGNO BAMBINI (H02)
- 7 - HUB SOSTEGNO BAMBINI (H02)
- 8 - HUB CENTRO D'ASCOLTO MINI (H03)
- 9 - HUB RIABILITAZIONE FISICA (H05)
- 10 - HUB RIABILITAZIONE FISICA (H05)
- 11 - HUB RIFORMIMENTI (H01)

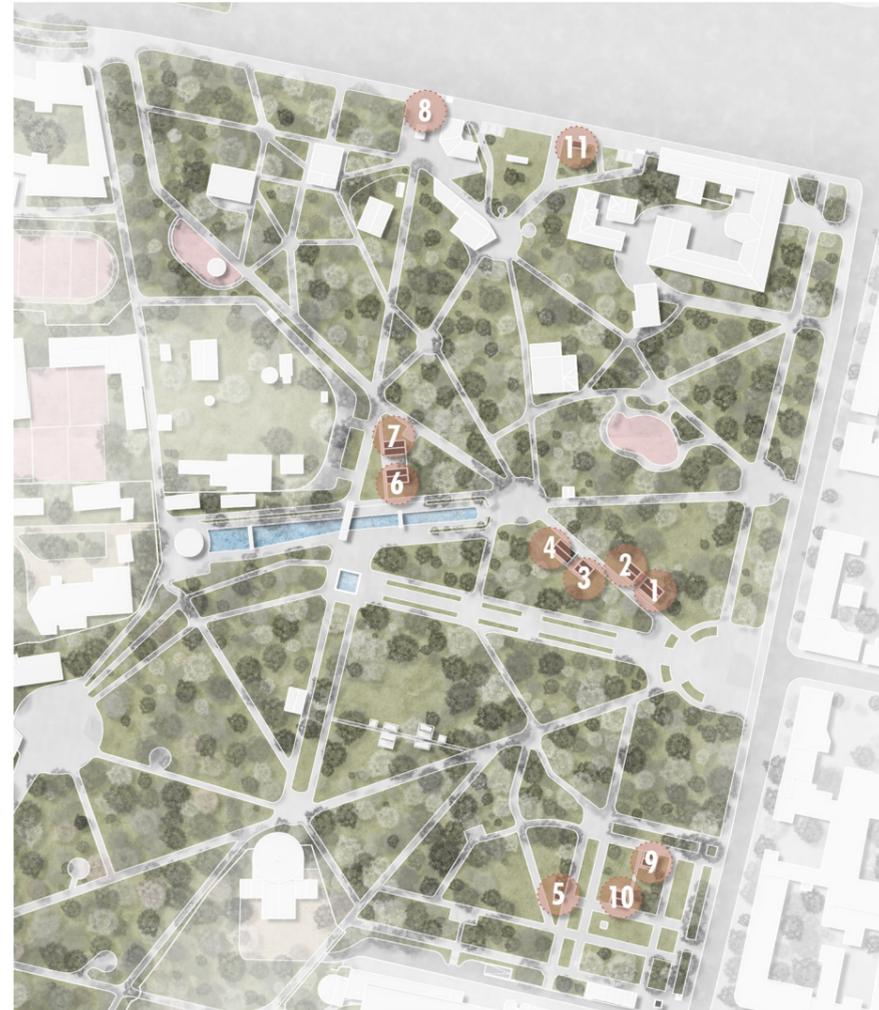


Figura 08.154: Indicazione posizionamento hub

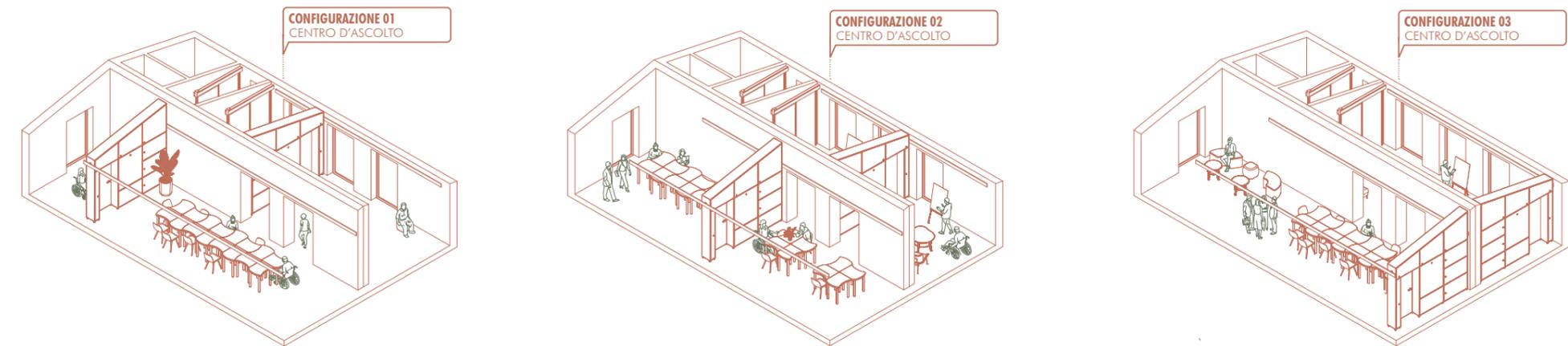


Figura 08.155: Configurazioni centro d'ascolto scelto per computo metrico

TIPOLOGIA OPERA		STRATO DI RIFERIMENTO STRATIGRAFIA	CODICE	DESCRIZIONE	NOTE	SPESSORE		AREA		VOLUME		N° ELEMENTI	PREZZO		% MANODOPERA	% NOLO	% COSTO MATERIALE	PREZZO FINALE	
OPERE CIVILE	OPERE PRELIMINARI		N.V.	Preparazione delle aree in genere per la bonifica da ordigni bellici compreso l'estirpazione d'erbe				211	m ²				0.35	€/m ²	0	0	0	73.85	€
H03 - CENTRO D'ASCOLTO																			
FONDAZIONI																			
OPERE EDILI	OPERE DA LATTONIERE	Viti di fondazione	N.V.		Peso 12 kg							48	80	€/pz				3840	€
CHIUSURA VERTICALE																			
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Strutture	B.27.10.0030.005	Classe di resistenza GL 24						6.13	m ³		2115.26	€/m ³	9.23	2.04	67.79	12974.75	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Finitura esterna	B.27.15.0022.020	Perline in legno di larice		0.03	m	90	m ²	2.70	m ³		70.28	€/m ²	0	0	0	6325.20	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Strato di ventilazione con listellatura in legno di abete	B.27.15.0010.005	Sezione 7x6 cm	Area dei listelli 10.8 m2	0.06	m	90	m ²	5.40	m ³	360	5.29	€/pz	31.15	2.02	45.94	1904.4	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di tenuta all'acqua, membrana altamente traspirante monolitica resistente ai raggi uv	N.V.	Impermeabilizzazione, stabilità ai raggi UV e capacità di reazione al fuoco		0.0006	m	124	m ²	0.07	m ³		3.36	€/m ²	0	0	0	416.64	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Strato di supporto	B.27.15.0040.010	Tavolato Stratificato orientato - OSB3, spessore 22 mm		0.022	m	322	m ²	7.08	m ³		18.15	€/m ²	0	0	0	5844.3	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di isolamento termico	N.V.	Pannello in fibra di legno		0.2	m	162	m ²	32.40	m ³		18.5	€/m ²	0	0	0	2997	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Membrana a diffusione variabile con rete di rinforzo	B.24.60.0010.005	Barriera vapore in polietilene, spessore 0.3 mm		0.0003	m	161	m ²	0.05	m ³		1.91	€/m ²	0	0	0	307.51	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Rivestimento interno in abete intagliato	B.27.15.0020.010	Perline in legno di abete		0.001	m	89	m ²	0.09	m ³		13.505	€/m ²	0	0	0	1201.945	€
OPERE EDILI	BIODELIZIA	Lastra in gesso rivestita ad alta densità, resistente al fuoco e all'umidità	N.V.	GKB con barriera al vapore, Lastra in gesso rivestito con lamina di alluminio		0.0125	m	161	m ²	2.01	m ³		9.09	€/m ²	0	0	0	1463.49	€

TIPOLOGIA OPERA		STRATO DI RIFERIMENTO STRATIGRAFIA	CODICE	DESCRIZIONE	NOTE	SPESSORE		AREA		VOLUME		N° ELEMENTI	PREZZO	% MANODOPERA	% NOLO	% COSTO MATERIALE	PREZZO FINALE €		
PARTIZIONE VERTICALE																			
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Strato di supporto	B.27.15.0040.010	Tavolato Stratificato orientato - OSB3, spessore 22 mm		0.022	m	40	m ²	0.86	m ³		18.15	€/m ²	0	0	0	726	€
OPERE EDILI	BIODELIZIA	Lastra in gesso rivestita ad alta densità, resistente al fuoco e all'umidità	N.V.	GKB con barriera al vapore, Lastra in gesso rivestito con lamina di alluminio		0.0125	m	72	m ²	0.9	m ³		9.09	€/m ²	0	0	0	654.48	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Rivestimento interno in abete intagliato	B.27.15.0020.010	Perline in legno di abete		0.001	m	28	m ²	0.028	m ³		13.505	€/m ²	0	0	0	378.14	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di isolamento termico	N.V.	Pannello in fibra di canapa		0.08	m	20	m ²	1.6	m ³		14.2	€/m ²	0	0	0	284	€
CHIUSURE INFERIORE																			
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Finitura interna	N.V.	Parquet in rovere massello		0.015	m	109	m ²	0.87	m ³		25	€/m ²	0	0	0	2725	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di incollaggio	A.05.10.0025.015	Malta fine auto livellante in sacchi di carta		0.005	m	109	m ²	0.545	m ³		1.35	kg	0	0	0	33.75	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Isolamento termico	N.V.	Pannello in fibra di legno Naturaboard		1.2	m	109	m ²	13.1	m ³		19.21	€/m ²	0	0	0	2093.89	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Pannello in XLAM	O.04.10.0030.005	Parete in legno a pannelli con assi incollate XLAM (CLT), spessore 8 cm		0.08	m	109	m ²	10.91	m ³		144.25	€/m ²	0	0	0	15723.25	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Pannello in XLAM	O.04.10.0030.010	Parete in legno a pannelli con assi incollate XLAM (CLT), 12.50% di sovrapprezzo per ogni aumento di 2 cm dello spessore dell'XLAM		0.02	m	109	m ²	10.91	m ³		18.03	€/m ²	0	0	0	1965.41	€

TIPOLOGIA OPERA		STRATO DI RIFERIMENTO STRATIGRAFIA	CODICE	DESCRIZIONE	NOTE	SPESSORE	AREA	VOLUME	N° ELEMENTI	PREZZO	% MANODOPERA	% NOLO	% COSTO MATERIALE	PREZZO FINALE €					
CHIUSURE INCLINATA																			
OPERE EDILI	OPERE DA LATTONIERE	Finitura esterna	B.30.10.0025.005	Manto grecato in alluminio preverniciato		0.001	m	111	m ²	0.111	m ³		37.32	€/m ²	0	0	0	4142.52	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Membrana antirombo e anticondensa	N.V.	Membrana traspirante e drenante antirombo che consente l'evacuazione delle condense che si possono formare sotto la copertura metallica		0.008	m	111	m ²	0.888	m ³		4.86	€/m ²	0	0	0	539.46	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Strato di perlinatura		Tavolato Stratificato orientato · OSB3, spessore 25 mm		0.024	m	111	m ²	2.664	m ³		19.72	€/m ²	0	0	0	2188.92	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Strato di ventilazione con listellatura in legno di abete	B.27.15.0015.010	Listelli in legno, sezione 4x3	Area dei listelli 7 m ²	0.04	m	111	m ²	4.44	m ³	350	3.1	€/pz	50.26	1.71	27.1	1085	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di tenuta all'acqua, membrana altamente traspirante monolitica resistente ai raggi uv	N.V.	Impermeabilizzazione, stabilità ai raggi UV e capacità di reazione al fuoco		0.0003	m	111	m ²	0.0333	m ³		3.36	€/m ²	0	0	0	372.96	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di isolamento termico	N.V.	Pannello in fibra di legno		0.1	m	111	m ²	11.1	m ³		15	€/m ²	0	0	0	1665	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Strato di isolamento termico	N.V.	Pannello in fibra di legno		0.1	m	111	m ²	11.1	m ³		18.5	€/m ²	0	0	0	2053.5	€
OPERE EDILI	OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE ED ISOLAZIONE TERMOACUSTICA	Membrana a diffusione variabile con rete di rinforzo	B.24.60.0010.005	Barriera vapore in polietilene, spessore 0.3 mm		0.0005	m	111	m ²	0.0555	m ³		1.91	€/m ²	0	0	0	212.01	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Elemento portante in legno	B.27.15.0005.005	Tavolato in legno		0.02	m	111	m ²	2.22	m ³		14.7	€/m ²	14.27	0.81	63.95	1631.7	€
OPERE EDILI	OPERE DA CARPENTERIE IN LEGNO	Finitura interna	B.27.15.0020.010	Perline in legno di abete		0.031	m	111	m ²	3.441	m ³		12	€/m ²	0	0	0	1332	€

TIPOLOGIA OPERA	STRATO DI RIFERIMENTO STRATIGRAFIA	CODICE	DESCRIZIONE	NOTE	SPESSORE	AREA	VOLUME	N° ELEMENTI	PREZZO	% MANODOPERA	% NOLO	% COSTO MATERIALE	PREZZO FINALE €		
INFISSI E PORTE															
OPERE EDILI	OPERE DA SERRAMENTISTA IN PVC	N.V.	Finestra Internorm KF410 PVC-ALU	130 x 220 cm				6	350	€/pz	0	0	0	2100	€
OPERE EDILI	OPERE DA SERRAMENTISTA IN PVC	N.V.	Finestra Internorm KF410 PVC-ALU	34 x 220 cm				1	350	€/pz	0	0	0	350	€
OPERE EDILI	OPERE DA SERRAMENTISTA IN PVC	N.V.	Finestra da tetto VELUX GGL_EDW_MK04					1	800	€/pz				800	
OPERE EDILI	OPERE DA FALEGNAME E SERRAMENTISTA	N.V.	Porte da esterno in legno					1	800	€/pz	0	0	0	800	€
OPERE EDILI	OPERE DA FALEGNAME E SERRAMENTISTA	B.36.20.0014.005	Porte tamburate lisce laminate con telaio in legno, laminato liscio o bucciato: ad un battente fino a 1.60 m²					3	345.4	€/pz	0	0	0	1036.2	€
ALTRO															
OPERE EDILI	OPERE DA SERRAMENTISTA IN PVC	B.62.09.0110.002	Battiscopa, Canalina in PVC, a scomparti, dimensioni (68,5x22) mm, scomp.3	Lunghezza 59 m					24.11	€/m	0	0	0	1422.49	€
OPERE EDILI	OPERE DA LATTONIERE	B.02.10.0017.010	Canale o pluviale in pvc					80	7.66	m	0	0	0	612.8	€
												Totale	81977.56	€	
												Totale	745	€/m²	

Nello specifico qui riportiamo, in maniera semplificata, un sunto di quanto ricavato all'interno delle tabelle delle pagine precedenti del computo metrico estimativo dell'*hub* del centro di ascolto.

In primo luogo, si sono svolte le lavorazioni generiche sull'area, nel nostro caso hanno riguardato solamente le opere di bonifica bellica comprendendo anche l'estirpazione di erbe.

Non sono stati poi svolti scavi o rimozioni di alberi, in quanto le fondazioni sono superficiali e gli alberi essendo in un parco, sono stati preservati.

Successivamente sono state elencate le opere di fondazioni, che per il centro d'ascolto sono composte solamente da 48 viti di fondazione flangiate, essendo l'*hub* più grande da prendere in considerazione.

Poi siamo passate ai diversi materiali che compongono le varie stratigrafie e altri elementi che compongono l'edificio:

- Chiusure verticali
- Partizioni verticali
- Chiusura inclinata
- Chiusura inferiore
- Infissi e porte
- Altro

I prezzi indicati nel riassunto della pagina successiva sono stati approssimati, si possono vedere i prezzi dettagliati nella *tabella 08.48*.

RIEPILOGO COMPUTO METRICO

CENTRO D'ASCOLTO - MORE

OPERE PRELIMINARI

BONIFICA BELLICA

80 €

OPERE STRUTTURALI

STRUTTURA A TELAIO IN LEGNO

10 000 €

PANNELLI IN XLAM

18 000 €

OPERE EDILI

MURI

22 000 €

PAVIMENTI

5 000 €

COPERTURA

15 000 €

SERRAMENTI

40 000 €

TOTALE

80 000 €

Confronto prezzi

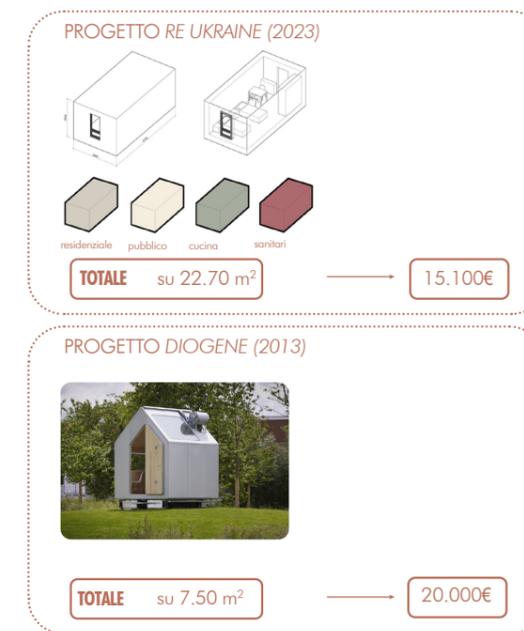


Figura 08.156: Confronto prezzi tra progetti

Sono stati presi in considerazione due casi studio per capire la differenza di prezzi e fare un confronto con quanto ottenuto. I progetti scelti sono *RE UKRAINE* dello studio ucraino *Balbek Bureau* e il progetto *DIOGENE* dello studio *RPBW (Renzo Piano Building Workshop)*.

Il primo è stato selezionato perché essendo un progetto ucraino e quello più recente (come anno) tra quelli scelti per l'analisi multi-criteri *SMARTER* ci sembrava un buon parametro di confronto. Il secondo caso studio è stato preso in considerazione perché è risultato essere il progetto "vincente" sempre dall'analisi *SMARTER*.

Prezzi al metro quadro



Figura 08.157: Confronto prezzi al metro quadro

Dall'analisi dei prezzi al metro quadro, emerge chiaramente che il nostro progetto presenta un costo nella norma (ottimale). Rispetto al progetto di Renzo Piano, è stato valutato escludendo i costi degli impianti, il che potrebbe comportare un aumento di spesa; tuttavia, si mantiene all'interno del range di costi usuali.

È importante notare che anche il progetto *RE UKRAINE* è stato valutato seguendo la nostra medesima logica, al contrario il progetto *Diogene* ha un prezzo più elevato perché ha utilizzato materiali e elementi impiantistici ad alto costo (costruzione da parte di *VITRA*).

08.6 Valutazione LCA

M.O.R.E. & LCA

Mettendo in primo piano il concetto di sostenibilità ambientale, ci siamo poste come obiettivo il raggiungimento della classe A, in quanto sono state selezionate tecnologie innovative e strategie impiantistiche e di gestione il più possibile sostenibili, al fine di ottenere la minima emissione di CO₂. Un altro obiettivo di questo studio è stata la valutazione delle emissioni entro vari orizzonti temporali, e discutere come queste variazioni vanno a variare i risultati che si possono ottenere.

Le strutture d'emergenza solitamente hanno un ciclo di vita limitato, essendo principalmente temporanee e non superando un certo numero di anni. Tuttavia, nel nostro caso specifico, le strutture sono progettate in modo che possano essere riutilizzate anche al termine della situazione per le quali sono state concepite. In questa prospettiva abbiamo definito diversi scenari.

Innanzitutto, abbiamo ipotizzato uno **scenario 01** in cui il modulo vede una vita utile di 20 anni, conformemente alla stima media per le strutture d'emergenza, seguita dalla sua completa dismissione. In secondo luogo, **scenario 02**, abbiamo esaminato un'altra prospettiva, prevedendo una vita utile del modulo di 60 anni, comparabile alla durata media di un edificio standard, sempre mantenendo la posizione originaria. Infine, nello **scenario 03**, abbiamo mantenuto una vita utile dei moduli di 60 anni, ma, abbiamo considerato l'effetto del loro spostamento in un'altra posizione durante questo periodo (30 anni in Ucraina e 30 anni in un'altra posizione). In quest'ultimo scenario sarà necessaria più manutenzione.

Fondamentale sottolineare che, in tutti e tre gli scenari, alcuni materiali a fine vita possono subire dei processi per cui possono essere riutilizzati o riciclati.

Per comprendere appieno le differenze tra i vari scenari, abbiamo scelto di utilizzare il software *OneClick LCA*. Questo programma risulta essere conforme allo standard *EN 15978* e fornisce una *LCA* di tipo attributivo.

Per valutare il peggior scenario possibile (aggregazione più grande e con il maggior numero di materiali), abbiamo considerato l'*hub* centro d'ascolto, anche per garantire coerenza e continuità con le analisi condotte nei capitoli precedenti.

Per condurre l'intera analisi è stato necessario raccogliere informazioni dettagliate sul *hub* centro d'ascolto, sulla quantità di materiali e sulla loro qualità. Per la definizione accurata delle quantità di materiali presenti all'interno dell'edificio e di ogni pacchetto tecnologico, è stato utilizzato il software *Revit* con l'ausilio anche del computo metrico estimativo.

I dati input per i materiali da costruzione si sono basati principalmente sulle librerie di *One Click LCA* e su EPD specifici del prodotto. Tutti i parametri riguardanti i pannelli solari fotovoltaici (PV), il sistema di ventilazione, il consumo di acqua annuale, sono stati inseriti nel programma e il processo di analisi è stato formulato automaticamente.

Il programma di calcolo *LCA* da la possibilità di creare diversi modelli (ogni modello corrispondente ad uno scenario), i quali sono stati confrontati per comprendere la differenza di impatto. Abbiamo quindi inserito tutti i parametri necessari all'intero della piattaforma e in questo modo abbiamo ottenuto i nostri risultati e siamo riuscite a inquadrare la classe energetica di appartenenza del nostro *hub*.

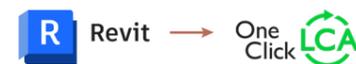


Figura 08.158: Interoperabilità tra il software Revit e OneClick LCA

Ma cosa sono le classi energetiche di un edificio?

Le classi energetiche hanno un range che va da A (classe più efficiente) fino a G (classe meno efficiente, peggiore). Queste classi si basano su dei valori di CO₂ emessa, in particolare si basano su valori espressi in Kg CO₂e/m² (dove e sta per equivalente). Più il valore è alto, più l'edificio ha impatto sull'ambiente e quindi nuoce al nostro futuro e rovina la qualità delle nostre vite. Nella tabella sottostante abbiamo riportato gli intervalli di valori associati alle diverse classi.

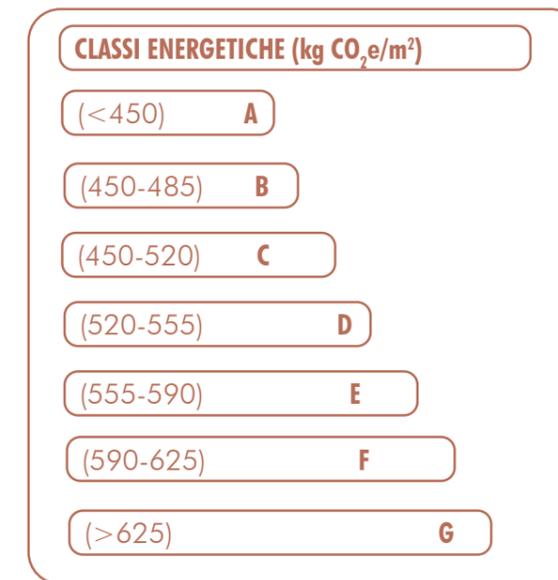


Figura 08.159: Classi energetiche

Ovviamente le strutture con una classificazione energetica più alta (come la classe A o B) tendono ad essere più sostenibili, non solo da un punto di vista energetico, ma, anche sotto un punto di vista economico, comportando minori costi di gestione e di consumo energetico (rispetto alle classi inferiori).

Nel nostro caso specifico, valutando i tre differenti scenari, abbiamo ottenuto in tutte e tre le casistiche una **classe energetica A** considerando le fasi del ciclo di vita A1-A4, B4-B5, C1-C4.

Dallo scenario 01 è emerso:

(<450) **A** ← 378 kg CO₂e/m²

Dallo scenario 02 è emerso:

(<450) **A** ← 37 kg CO₂e/m²

Dallo scenario 03 è emerso:

(<450) **A** ← 379 kg CO₂e/m²

Ora, entrando nello specifico andremo a esplicitare e confrontare i 3 diversi casi studio.

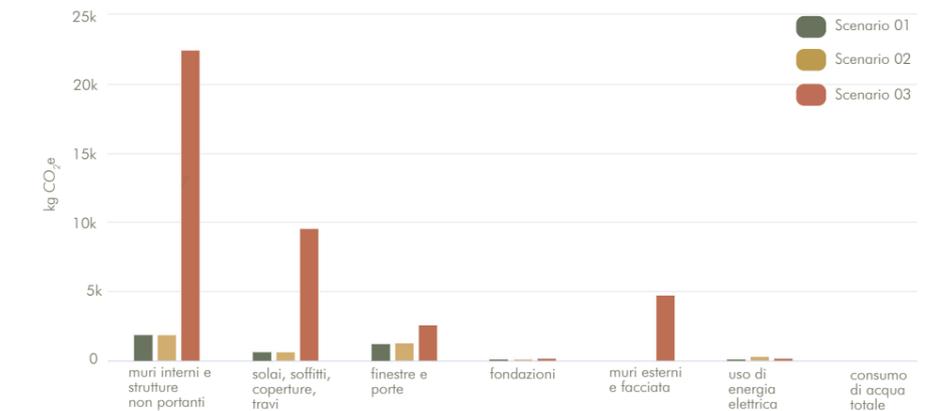


Grafico 08.2: Confronto impatti materiali

Riportiamo, ora, dei grafici relativi agli impatti dei diversi materiali sulle stratigrafie di progetto, per quanto riguarda i moduli dell'LCA A1-3.

Partizione verticale (A1-3)
Totale = 106.9 kgCO₂-eq

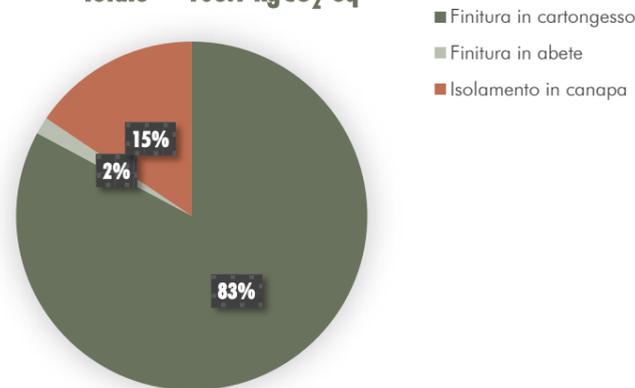


Grafico 08.3: LCA A1-A3 Partizione verticale

Chiusura verticale (A1-3)
Totale = 4826.9 kgCO₂-eq

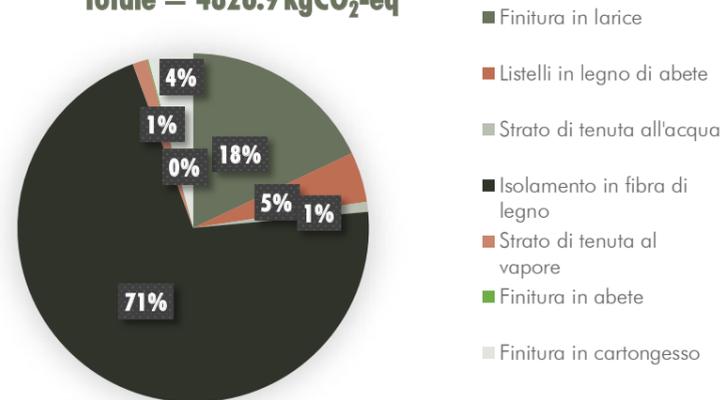


Grafico 08.5: LCA A1-A3 Chiusura inferiore

Chiusura inferiore (A1-3)
Totale = 4894.6 kgCO₂-eq

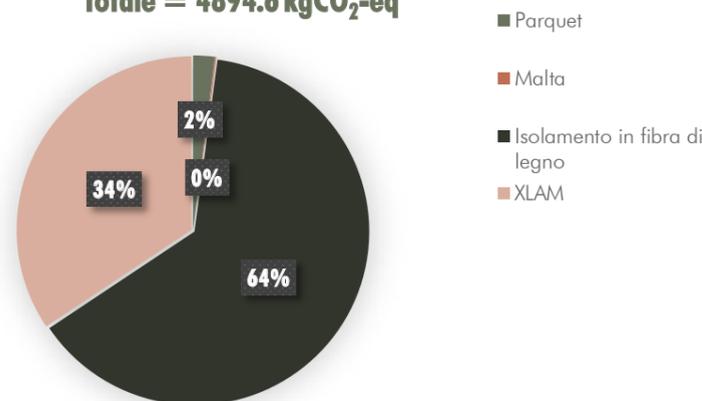


Grafico 08.4: LCA A1-A3 Chiusura verticale

Chiusura inclinata (A1-3)
Totale = 6990.4 kgCO₂-eq

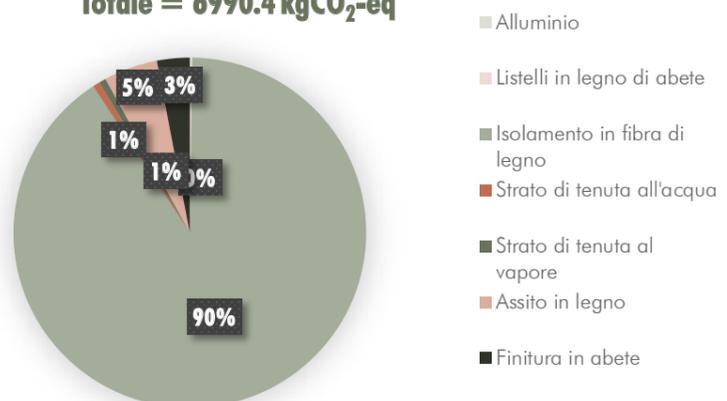


Grafico 08.6: LCA A1-A3 Chiusura inclinata

Materiali strutturali

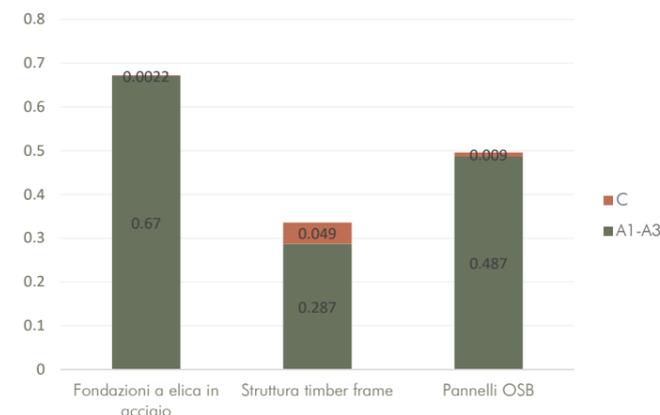


Grafico 08.7: LCA A1-A3 - C Materiali strutturali

Dai diversi grafici si evince come in generale (per tutti e 3 gli scenari) gli elementi di fondazione, al contrario di quanto normalmente accade, sono gli elementi meno impattanti. Questo dovuto al fatto che i nostri moduli non utilizzano fondazioni in C.A., ma, sono caratterizzati da strutture puntuali, viti flangiate, in acciaio. Non solo questo tipo di fondazione va a influenzare di meno sulla % di emissioni di CO₂, ma, può essere anche riutilizzato.

Al contrario, muri interni, solai e soffitti risalgono essere i "punti deboli" dei nostri hub. Questo perché queste stratigrafie sono quelle che hanno al loro interno il maggior numero di membrane e materiali ad alte emissioni. Per esempio, in copertura, abbiamo deciso di utilizzare l'alluminio. Questa scelta, portata avanti per motivi estetici, tecnologici e di manutenzione, ha aumentato il livello di CO₂ emessa nell'ambiente. Questo materiale però può essere facilmente riciclato e riutilizzato per scopi futuri.

Nello specifico, lo scenario 01 risulta essere quello che con materiali va ad impattare di meno, pur avendo un ciclo di vita di 20 anni (quindi meno circolarità), mentre il terzo scenario, risulta essere quello per cui i materiali vanno ad emettere una maggiore quantità di kg CO₂e.

Dai risultati riportati, il secondo scenario emerge come il più *carbon neutral*, con un valore di 37 kgCO₂e/m², quindi con emissioni prossime al valore zero (obiettivo).

Grazie all'utilizzo di fonti rinnovabili il consumo di energia è minimo e quindi questa componente non va ad influire sul numero di kgCO₂e/m².

Dalla rappresentazione grafica riportata qui sotto, è possibile notare tre colonne che si riferiscono ai tre diversi scenari, le quali a loro volta sono suddivise in parti.

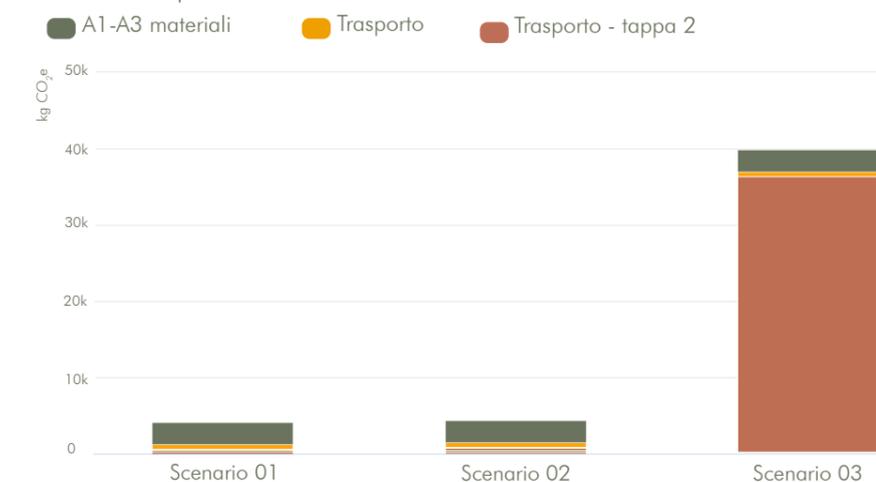
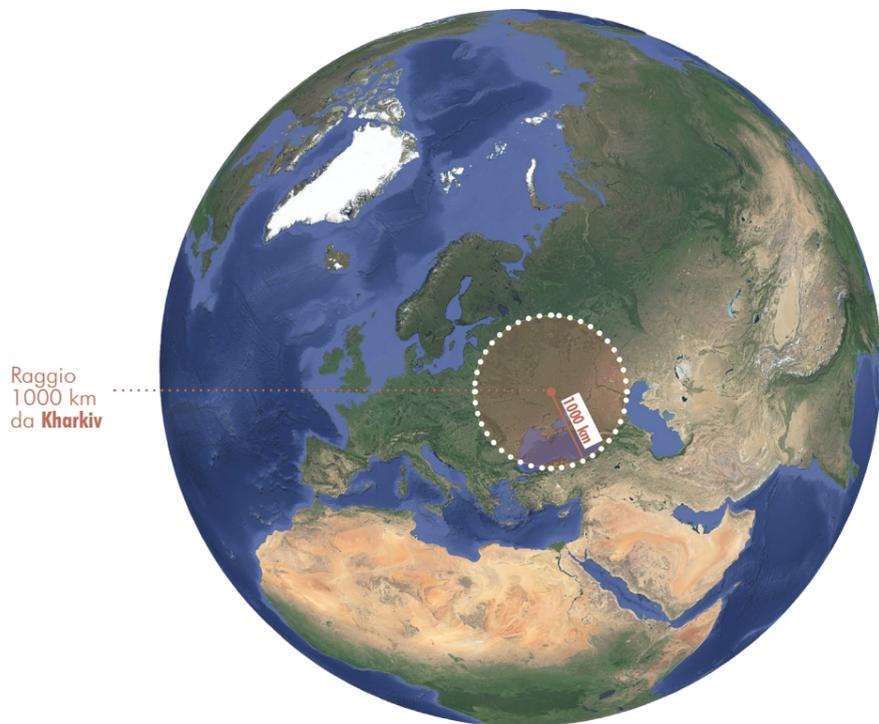


Grafico 08.8: Confronto impatti tra scenari

È possibile notare, in maniera anche evidente, come il trasporto da una località ad un'altra vada ad influire notevolmente sulla % di CO₂ emessa. Questo perché noi abbiamo ipotizzato lo spostamento dei nostri moduli in un raggio di 1000 km dal Kharkiv. Abbiamo preso in considerazione questa lunghezza e optato un trasporto aereo verso la Turchia (a sud del cerchio), il che ha implementato notevolmente la quantità di emissioni dovute al trasporto (secondo trasporto nello specifico).



Raggio 1000 km da Kharkiv

Figura 08.160: Raggio di trasporto da Kharkiv

In generale, questo raggio è soltanto un'ipotesi progettuale per il ricollocamento dei nostri moduli, siamo consapevoli che le distanze e i luoghi in cui gli hub potrebbero andare a posizionarsi sono molteplici e quindi anche fuori dal cerchio di diametro 2000 km.

Nei casi in cui la distanza dovesse essere maggiore a quella considerata, l'impatto dovuto al trasporto aumenterebbe notevolmente.

Per questo motivo appare più congeniale immaginare i moduli nello stesso punto e poi dismessi.

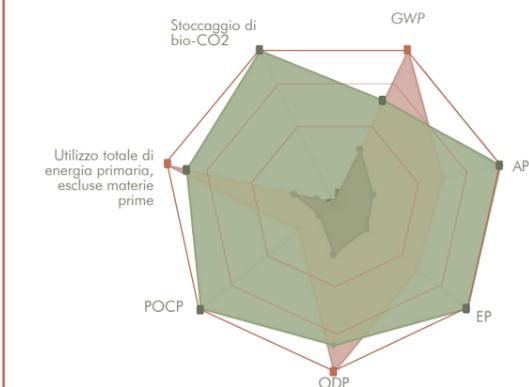
Nella casistica peggiore riscontrata, ovvero il terzo scenario, i materiali più impattanti risultano essere i seguenti:

Legname **9556.21 kg CO₂e**
 OBS **7752.40 kg CO₂e**
 CLT e legno lamellare **7476.47 kg CO₂e**

Legno trattato **4901.54 kg CO₂e**
 Cartongesso specifico **3226.99 kg CO₂e**
 Isolante organico **2638.98 kg CO₂e**
 Vetro standard **2412.40 kg CO₂e**
 Membrane di plastica **1440.19 kg CO₂e**
 Alluminio **368.71 kg CO₂e**

Possiamo quindi affermare che i materiali strutturali risultano essere quelli che contribuiscono maggiormente alla quantità di CO₂ emessa dall'hub centro d'ascolto.

SCENARIO 01



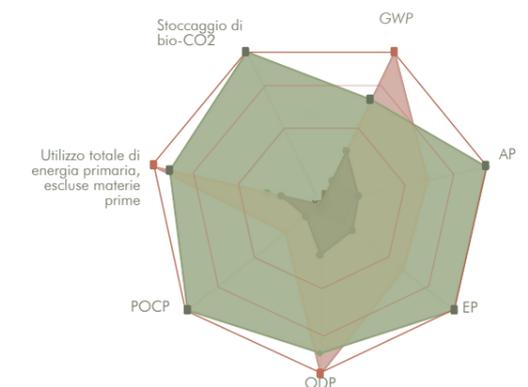
Stoccaggio di carbonio biogenico

Finestre e porte 540.52 kg CO₂e bio

GWP (Global Warming Potential)

Muri interni... 1879.21 kg CO₂e
 Solai, soffitti... 660.28 kg CO₂e
 Finestre e porte 1220.29 kg CO₂e

SCENARIO 02



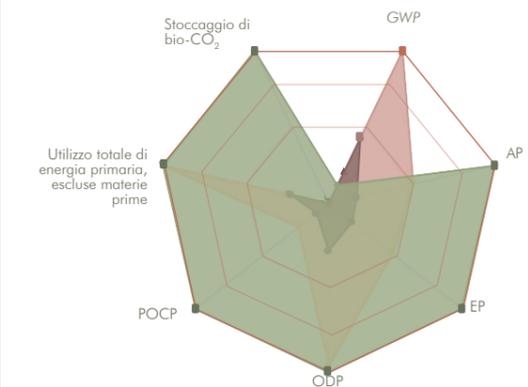
Stoccaggio di carbonio biogenico

Finestre e porte 549.4 kg CO₂e bio

GWP (Global Warming Potential)

Muri interni... 1868.47 kg CO₂e
 Solai, soffitti... 653.83 kg CO₂e
 Finestre e porte 1283.95 kg CO₂e

SCENARIO 03



Stoccaggio di carbonio biogenico

Finestre e porte 594.40 kg CO₂e bio

GWP (Global Warming Potential)

Muri interni... 22473.25 kg CO₂e
 Solai, soffitti... 9597.22 kg CO₂e
 Finestre e porte 3604.00 kg CO₂e

■ Muri interni e strutture non portanti ■ Solai, soffitti, coperture ■ Finestre e porte

Grafico 08.9: Grafici "spider" - confronto GWP e CO₂ bio

Come già avevamo evidenziato, lo scenario 03 risulta essere il peggiore dal punto di vista ambientale.

I valori di *GWP* (*Global Warming Potential*), ovvero del Potenziale di riscaldamento globale, sono molto più alti per questa casistica rispetto alle prime due.

È da tenere presente che il *GWP* tiene conto del potenziale di assorbimento della radiazione infrarossa di un gas serra e della sua durata nell'atmosfera. Ad esempio, il metano (CH₄) ha un *GWP* maggiore alla CO₂ (anidride carbonica), ma, persiste per un periodo più ridotto in atmosfera.

Per quanto riguarda lo stoccaggio di carbonio biogenico, si sono considerati i valori descritti dal database *KBOB* di cui riportiamo le tabelle riassuntive.

GWP BIOGENICA - SCENARIO 01

Lo scenario 01 considera un tempo di stoccaggio degli elementi di 10 anni, ovvero la stessa tempistica del fine vita dell'edificio.

Per i tempi di rotazione si considerano un tempo di rotazione di 60 anni per il legno lamellare e l'XLAM, un tempo di 40 anni per i pannelli OBS e il larice, un tempo di 30 anni per il legno di abete, la fibra di legno e il parquet.

Per la canapa si considera un tempo di rotazione di un anno.

Come si può intuire questo caso risulta essere quello peggiore in quanto il tempo di stoccaggio della CO₂ biogenica risulta essere ridotto.

Nell'istogramma indicato come *grafico 08.10* si può bene intuire che i valori si riferiscono alle quantità di *GWP* biogenica espressa come kgCO₂ - eq/m².

Materiale	Volume (m³)	Massa (kg)	GWP Biogenica (kgCO ₂ - eq)	GWP Biogenica (kgCO ₂ - eq/m²)
Struttura in legno lamellare GL24H	6.12	2356.20	336.98	3.06
Pannello OBS	10.60	6415.42	28.48	0.26
XLAM	10.91	4582.20	655.35	5.96
Finitura in larice	2.70	1309.50	19.85	0.18
Listelli di supporto in abete	7.41	7076.55	-472.67	-4.30
Isolante in fibra di legno	67.70	8124.00	123.14	1.12
Finitura in abete	10.58	5130.33	-311.04	-2.83
Parquet	0.80	360.00	-50.98	-0.46
Assito tetto in legno di abete	2.22	1221.00	-20.17	-0.18
Isolante in canapa	1.60	64.00	-8.31	-0.08

Tabella 08.49: Tabella calcolo GWP Biogenica - scenario 01

GWP BIOGENICA - SCENARIO 02

Materiale	Volume (m³)	Massa (kg)	GWP Biogenica (kgCO ₂ - eq)	GWP Biogenica (kgCO ₂ - eq/m²)
Struttura in legno lamellare GL24H	6.12	2356.2	-973.51	-8.85
Pannello OBS	10.60	6415.42	-968.47	-8.80
XLAM	10.91	4582.2	-1893.22	-17.21
Finitura in larice	2.7	1309.5	-968.47	-8.80
Listelli di supporto in abete	7.41	7076.55	-4490.38	-40.82
Isolante in fibra di legno	67.7	8124	-4679.18	-42.54
Finitura in abete	10.578	5130.33	-2954.92	-26.86
Parquet	0.8	360	-484.27	-4.40
Assito tetto in legno di abete	2.22	1221	-191.62	-1.74
Isolante in canapa	1.6	64	-27.71	-0.25

Tabella 08.50: Tabella calcolo GWP Biogenica - scenario 02

Nello scenario due i tempi di stoccaggio della CO₂, risultano essere tutti di 60 anni, come fine vita.

Abbiamo ipotizzato, inoltre, solo processi di manutenzione ordinaria e sostituzioni parziali dei materiali, in quanto l'edificio resta sempre nella medesima posizione.

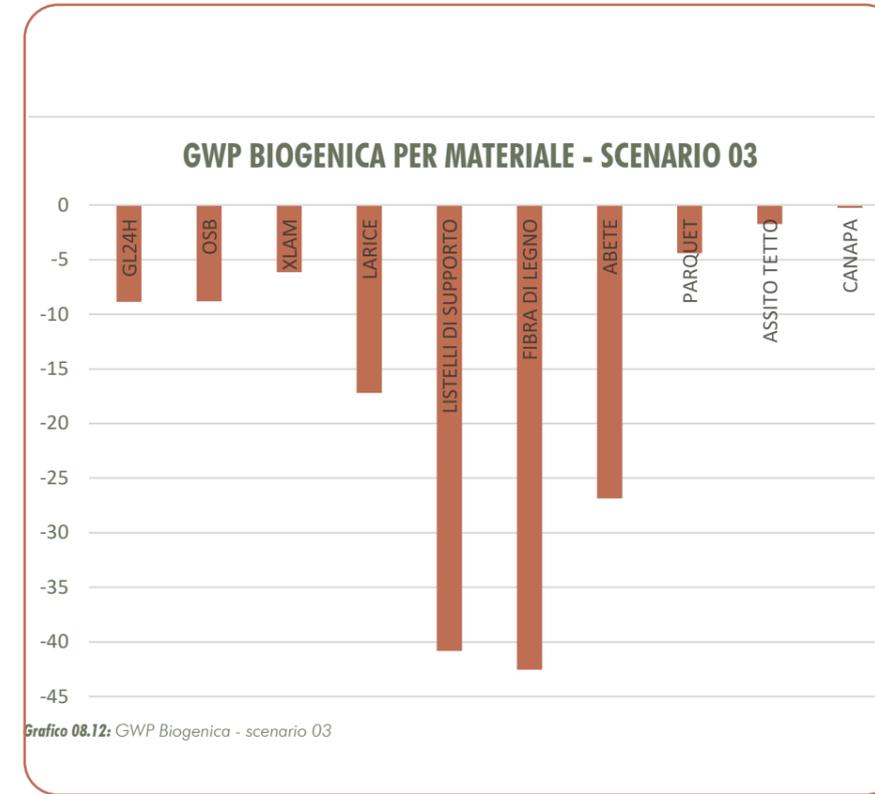
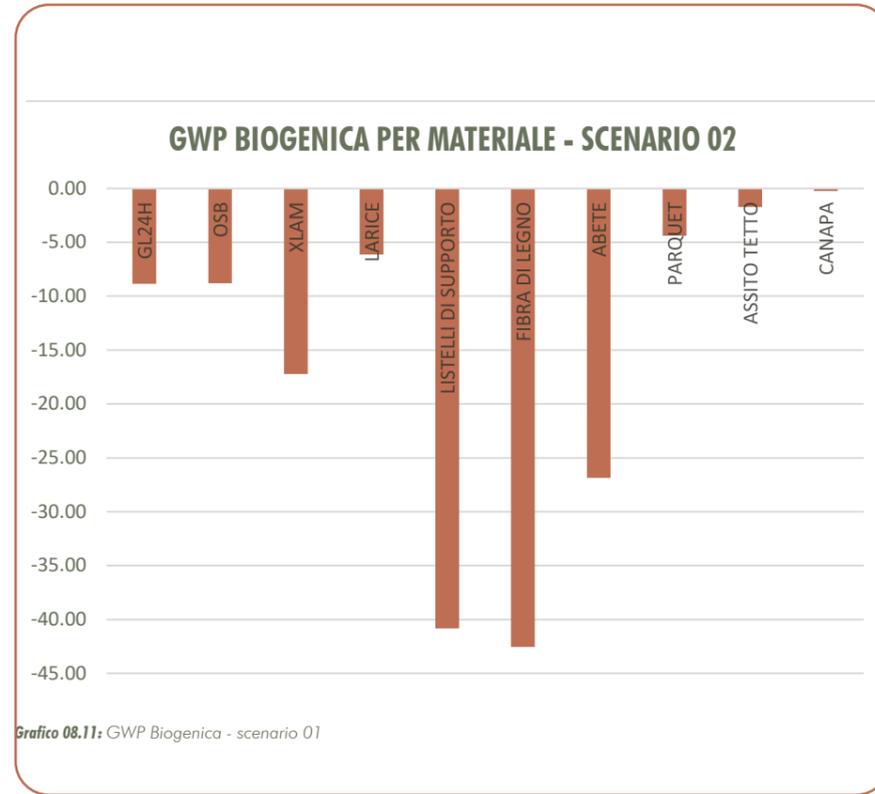
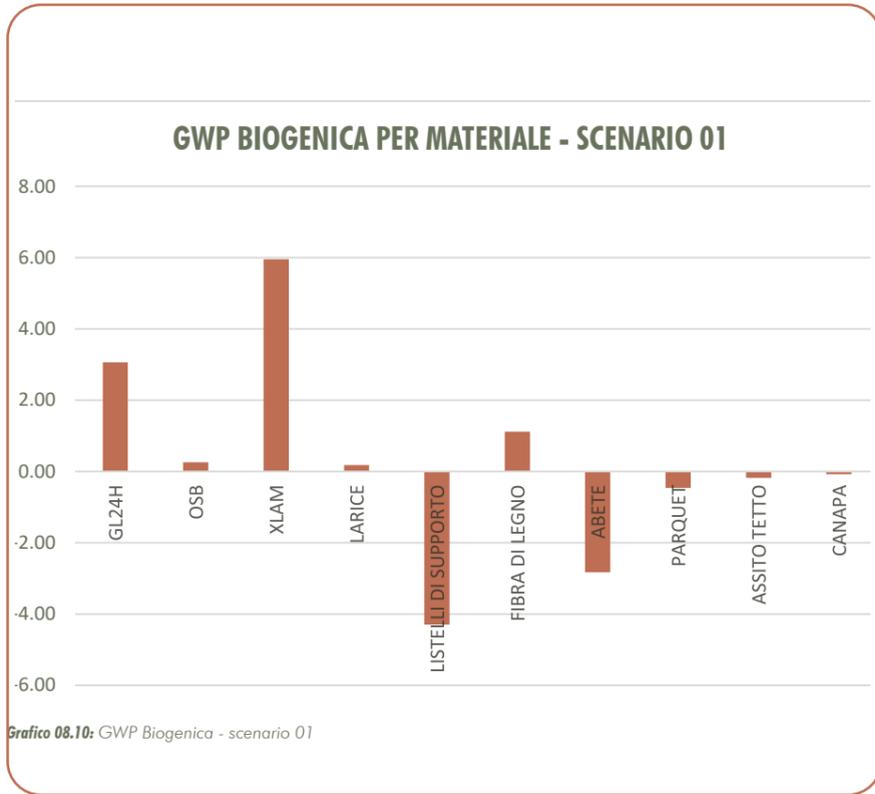
Per quanto riguarda i tempi di rotazione sono i medesimi dello scenario 01, essendo i materiali identici.

GWP BIOGENICA - SCENARIO 03

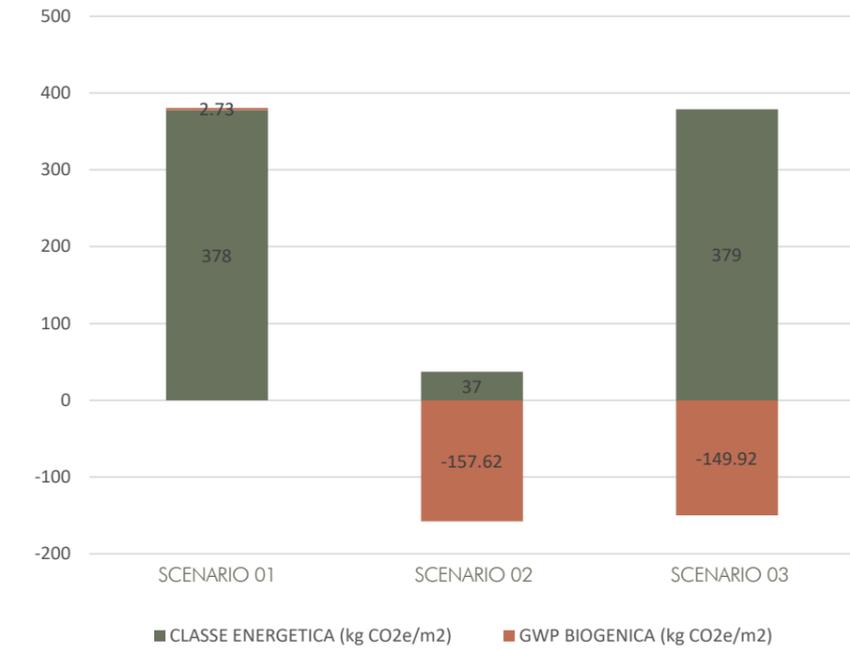
Materiale	Volume (m³)	Massa (kg)	GWP Biogenica (kgCO ₂ - eq)	GWP Biogenica (kgCO ₂ - eq/m²)
Struttura in legno lamellare GL24H	6.12	2356.2	-973.51	-8.85
Pannello OBS	10.60	6415.42	-968.47	-8.80
XLAM	10.91	4582.2	-1893.22	-17.21
Finitura in larice	2.7	1309.5	-158.79	-1.44
Listelli di supporto in abete	7.41	7076.55	-4490.38	-40.82
Isolante in fibra di legno	67.7	8124	-4679.18	-42.54
Finitura in abete	10.578	5130.33	-2954.92	-26.86
Parquet	0.8	360	-152.93	-1.39
Assito tetto in legno di abete	2.22	1221	-191.62	-1.74
Isolante in canapa	1.6	64	-27.71	-0.25

Tabella 08.51: Tabella calcolo GWP Biogenica - scenario 03

Per quanto concerne lo scenario 3, abbiamo ipotizzato un cambio delle finiture esterne e del parquet interno dopo i 30, cosicché quando si sposteranno nella nuova localizzazione risulteranno adeguati. Per gli altri materiali è prevista una manutenzione ordinaria



Confronto tra scenari



Come si può notare, lo scenario 01, avendo tempi di stoccaggio ridotti, risulta addirittura sfavorevole, apportando un valore aggiuntivo di 2.73. Gli scenari 02 - 03 hanno dei valori di biogenica buoni che vanno a migliorare la classe energetica dell'edificio, poiché hanno tempi di stoccaggio dell'anidride carbonica maggiori.

Hub circolari

Fin dall'inizio del nostro percorso di tesi uno degli obiettivi che ci eravamo poste è quello di "circolarità dell'edificio". Al termine di questo processo, siamo riuscite ad analizzare questo aspetto, grazie al software *OneClick LCA*. È emerso dalle analisi che in generale i nostri moduli raggiungono la piena circolarità nel secondo scenario.

Qui a lato è possibile visualizzare nello specifico i dati e le percentuali che caratterizzano le diverse casistiche studiate.

La circolarità degli edifici rappresenta un approccio innovativo e sostenibile alla progettazione, alla costruzione e alla gestione degli edifici, che si ispira al concetto intrinseco di economia circolare. Questo approccio mira a ridurre al minimo l'uso delle risorse naturali, a limitare i rifiuti e le emissioni di carbonio durante l'intero ciclo di vita di un edificio, e a promuovere il riutilizzo, il riciclo e il recupero dei materiali da costruzione. Si può dire che, incorporando principi di progettazione modulare, materiali riciclabili e processi di costruzione a basso impatto ambientale, i nostri *hub* sono progettati per massimizzare l'efficienza energetica, ridurre l'impronta ecologica e favorire la resilienza ambientale. Inoltre, questi edifici d'emergenza sono pensati per adattarsi alle esigenze mutevoli degli occupanti nel tempo, incoraggiando un utilizzo flessibile degli spazi e di conseguenza una durata prolungata delle strutture. L'adozione della circolarità negli edifici rappresenta quindi un importante passo avanti verso la realizzazione di ambienti costruiti più sostenibili, resilienti e rispettosi dell'ambiente (come richiesto dall'SDG 11).

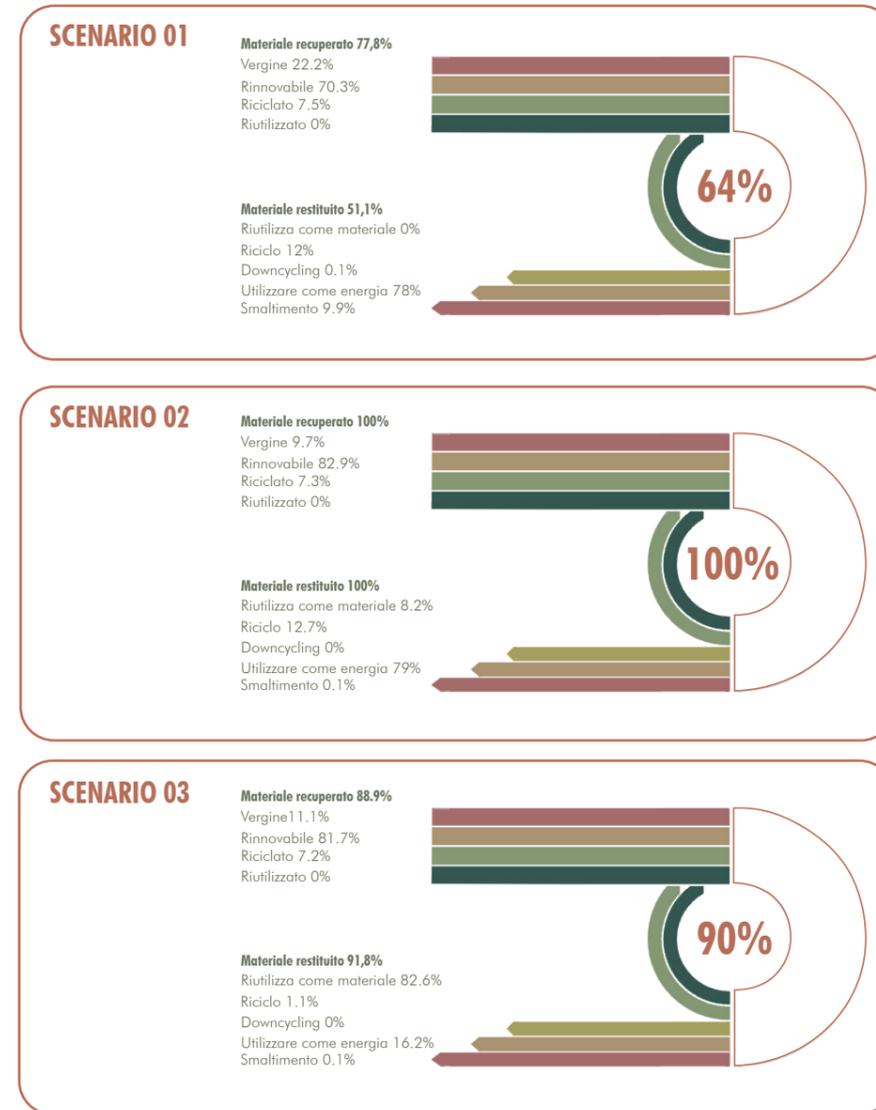


Figura 08.161: Scenari LCA

Commenti

Questo studio mostra un significativo miglioramento del potenziale di riscaldamento globale (GWP) quando la durata della vita utile viene estesa da 20 a 60 anni.

I valori finali sottolineano l'importanza dell'utilizzo di materiali edilizi organici e in legno, a causa del loro processo di produzione meno intensivo e dalla minor produzione di carbonio rispetto alle scelte tradizionali, come l'acciaio e il calcestruzzo.

Infatti,, dal punto di vista ambientale ed energetico, i materiali a base di legno sono considerati materiali edilizi sostenibili con un bassissimo contenuto di carbonio fossile incorporato e utilizzo di energia primaria. Questo è principalmente dovuto al loro processo di produzione energetica meno intensivo. I materiali non lignei potrebbero essere più economici, ma, mostrano comunque impatti ambientali significativamente più alti. *Wallhagen et al.* hanno dimostrato che il calcestruzzo utilizzato per le fondamenta ha il *rating* di impatto più elevato, seguito da materiali in vetro e acciaio, quest'ultimo scelto per il nostro caso.

I componenti utilizzati si sono rivelati ottimali, in quanto possono essere facilmente riutilizzati e smantellati per altri scopi.

Ovviamente, vista la necessità di spostamento da un luogo all'altro per cambiare destinazione ai moduli o ai materiali, questa fase, caratterizzata da un maggior trasporto, risulta la principale contribuente in termini di emissioni. In generale, senza la possibilità di riutilizzare le componenti, il trasporto e il trattamento di smaltimento rifiuti dopo la dismissione, comporterebbero un grosso aumento della CO₂ nell'ambiente.

Ovviamente, la corrispondenza tra modello e realtà è un problema ben noto, infatti possiamo affermare che, i risultati e le analisi esposte in questo capitolo sono frutto di ragionamenti studiati, ma, sicuramente sono da considerarsi ancora come approssimativi.

Infatti,, avendo la possibilità di utilizzare solo le funzionalità fornite dalla licenza studenti del Politecnico di Milano, una percentuale delle azioni disponibili sul programma *OneClick LCA* risulta bloccata. L'efficienza di tale strumento utilizzato dipende da molti fattori, ad esempio la grande quantità di dati dell'inventario richiesti e la complessità del programma stesso. Sappiamo per certo che i nostri studi possono essere ampliati e approfonditi ulteriormente attraverso l'utilizzo di software che utilizzano approcci più complessi e dettagliati e anche attraverso l'interoperabilità tra *OneClick LCA* e programmi di modellazione informativa. Nel nostro caso i dati sono stati inseriti a mano, ma, ci sono strumenti che permettono l'importazione di modelli e l'inserimento di alcuni fattori non impliciti dalla modellazione.

Certamente stiamo acquisendo una consapevolezza sempre più profonda sull'importanza di questo tipo di analisi, specialmente considerando i continui cambiamenti climatici con cui ci confrontiamo quotidianamente. Se intendiamo intervenire, è fondamentale agire sin dall'inizio, progettando strutture ed edifici che siano efficienti e rispettosi dell'ambiente, il quale subisce quotidianamente le conseguenze delle nostre azioni dannose. Se desideriamo migliorare le condizioni nei prossimi anni, dobbiamo dedicare costante attenzione alla sostenibilità, non solo nei grandi progetti, ma, anche in quelli di dimensioni ridotte e temporanei. Poiché ogni azione che influisce sulla terra e causa cambiamenti non è transitoria, ma, permanente.

09 CONCLUSIONI

09.1 RISULTATI OTTENUTI

09.2 PROSPETTIVE FUTURE



09.1 Risultati ottenuti

In contesti caratterizzati da situazioni di emergenza, l'introduzione di nuove soluzioni architettoniche sostenibili assume un ruolo di rilievo, poiché le richieste aumentano in modo significativo.

È fondamentale comprendere che nei paesi colpiti dalla povertà o dalla guerra, l'innovazione architettonica deve essere improntata alla sostenibilità, alla circolarità e alla resilienza, rispondendo alle specifiche condizioni locali e mirando a creare non solo strutture di base, ma, spazi capaci di garantire migliore qualità di vita.

Questo approccio deriva dall'attenzione costante che abbiamo sempre dedicato all'architettura d'emergenza in relazione alle esigenze delle comunità e degli stakeholders coinvolti.

Fin dall'inizio del nostro percorso, abbiamo adottato un approccio razionale e logico per comprendere le varie tipologie di strutture d'emergenza che possono presentarsi in situazioni contingenti.

In questo contesto abbiamo deciso di riprendere qui l'utilità delle Analisi Multi-criteri, che sono in grado di supportare la risoluzione di problemi complessi, aprendo il processo di valutazione agli stakeholders e facendo quindi emergere non solo i relativi punti di vista, ma, anche la convergenza tra obiettivi e interessi distinti, verso l'identificazione dell'alternativa più soddisfacente. In particolare, l'AHP ha permesso di individuare l'area più adatta alla localizzazione del progetto, questo facilitando quindi anche la progettazione preliminare e definitiva. Ciò ha consentito al gruppo di lavoro di fare dei ragionamenti anche sugli aspetti di costruzione in loco, che hanno influito sui costi di realizzazione e le relative tempistiche.

Successivamente il *Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking* ha permesso di valutare 30 strutture selezionate sulla base di 6 criteri e 16 sotto-criteri. Questo ci ha permesso di individuare le migliori pratiche, e di fornire indicazioni concrete, per la progettazione e la realizzazione di interventi architettonici efficaci ed efficienti in contesti emergenziali.

Al termine del nostro processo di progettazione, abbiamo ritenuto fondamentale sottoporre il nostro modulo emergenziale ad una valutazione, sulla base dei criteri selezionati, al fine di valutare le differenze tra i 30 casi studio e la nostra idea progettuale.

M.O.R.E. & SMARTER

Procedendo con la valutazione dei nostri moduli, denominati M.O.R.E., applicati a Kharkiv, è stata elaborata una scheda riassuntiva per evidenziare i punteggi assegnati, sulla base dei criteri e dei sotto-criteri definiti nell'analisi SMARTER (vedi figura 09.3)

Criterio: Adattabilità contestuale

Inizialmente, è stato attribuito un punteggio di 8 su 10 al criterio dell'adattabilità contestuale, considerando le qualità tecnologiche del nostro progetto. Infatti, la struttura del modulo consente la localizzazione sia in terreni a bassa resistenza, sia su piani solidi, come il cemento, grazie all'utilizzo di viti flangiate (nel primo caso) o di piedini posti su plinti prefabbricati (nel secondo caso). Inoltre, le stratigrafie possono essere implementate e modificate in base alle specifiche esigenze climatiche di ciascun contesto, garantendo un'adattabilità significativa. Ciò evidenzia la resilienza architettonica di tutto il modulo, in grado di adattarsi non solo al contesto grazie alle sue caratteristiche strutturali, ma, anche attraverso l'implementazione tecnologica.

Criterio: Adattabilità progettuale

L'adattabilità progettuale, uno dei criteri più rilevanti, è risultato essere tra i più soddisfacenti; infatti, si sono ottenuti dei punteggi molto elevati grazie alla modularità del progetto, alla sua replicabilità e alle possibilità di aggregazione. Viene quindi a confermarsi la versatilità del nostro approccio progettuale.

Criterio: Fattibilità tecnica

Considerando il contesto emergenziale in cui operiamo, è importante notare che la manodopera disponibile è in gran parte composta da lavoratori specializzati, ma, è possibile interagire anche con operai del settore edile che non possiedono particolari specializzazioni. Tuttavia, non è stato difficile assegnare un punteggio al sotto-criterio della trasportabilità, poiché abbiamo sempre considerato questo aspetto sin dall'inizio del nostro percorso. Le dimensioni e il peso del nostro modulo consentono una movimentazione agevole, grazie a strumenti edili standard, evitando così l'ausilio di trasporti eccezionali; che comporterebbero costi aggiuntivi e tempi più lunghi.

Criterio: Performance architettoniche

Per quanto riguarda le performance architettoniche, possiamo affermare che, grazie alla selezione di isolanti acustici di alta qualità, si è ottenuto il punteggio massimo. Tuttavia, per quanto riguarda l'aspetto acustico, sono stati seguiti i consigli forniti dagli esperti nel campo emergenziale, che suggeriscono di non applicare un isolamento eccessivo. Ciò deriva dalla necessità di rimanere sempre consapevoli di cosa accade nell'ambiente circostante, per potersi proteggere. Abbiamo verificato il rapporto aero-illuminante (RAI) per garantire la qualità degli ambienti esterni, assicurando valori inferiori a 1/8.

Criterio: Sostenibilità economica

Dal punto di vista economico, abbiamo riscontrato che l'hub centro d'ascolto risulta significativamente più conveniente, con un costo ottimale, come documentato nel paragrafo 08.5.2, in confronto con il caso studio vincente.

Criterio: Uso di risorse rinnovabili

In generale, l'utilizzo di pannelli fotovoltaici consente di produrre energia elettrica da fonti rinnovabili, mentre il sistema di accumulo con vasche di raccolta garantisce la qualità e il riutilizzo dell'acqua, conferendo quindi un punteggio massimo di 10 punti per questo aspetto.

Dai risultati ottenuti emerge chiaramente come i moduli M.O.R.E. siano riusciti a garantire elevati standard di qualità architettonica, ingegneristica e ambientale. Siamo estremamente soddisfatte del fatto che i nostri ragionamenti e le nostre azioni ci abbiano condotto alla definizione di moduli altamente efficienti e performanti.

L'approccio multi-criteri che abbiamo adottato ci ha permesso di identificare in modo specifico i criteri da attribuire alle nostre strutture, consentendoci così di sviluppare il progetto in modo razionale, basandoci su decisioni ponderate piuttosto che casuali. Siamo convinte che questa metodologia ci abbia guidato verso soluzioni ottimali e adatte alle esigenze specifiche dei contesti in cui i nostri moduli verranno impiegati.

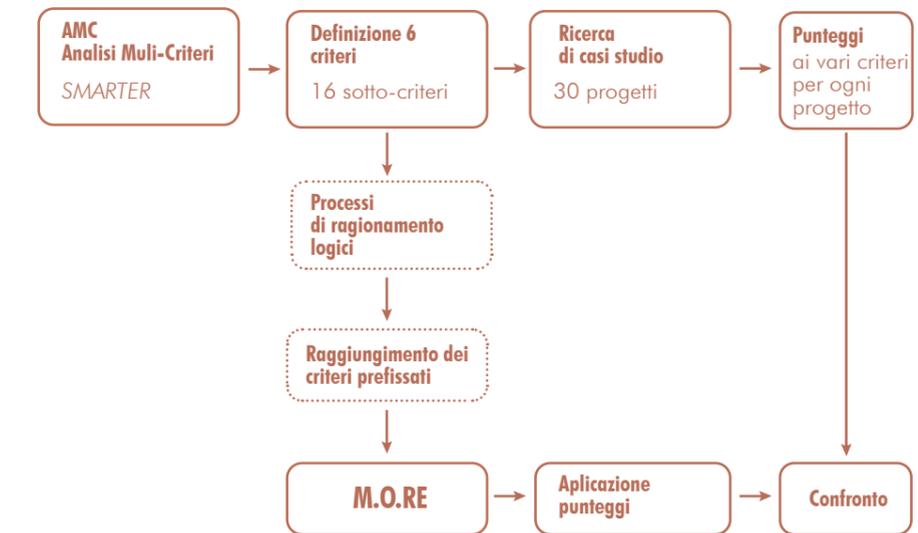


Figura 09.1: Fasi del processo di progetto

M.O.R.E. vs DIOGENE

In generale, il progetto M.O.R.E. si distingue per la sua eccellente capacità di soddisfare i criteri presi in considerazione, in particolare il criterio dell'adattabilità progettuale, il quale ha ottenuto il punteggio più alto nell'analisi *SMARTER* e quindi risulta essere il più rilevante. Se analizziamo i 16 sotto-criteri, emerge chiaramente che M.O.R.E. non solo soddisfa meglio il secondo criterio, ma, riesce anche a superare il progetto dello studio *RPBW* per quanto riguarda la flessibilità degli spazi interni, considerato il sotto-criterio più significativo. I nostri moduli, grazie alle loro caratteristiche, hanno ottenuto un punteggio di 10/10 per questo ultimo aspetto citato. Inoltre, per quanto riguarda la modularità della struttura, il nostro progetto raggiunge il massimo punteggio, equiparando così il risultato ottenuto da Diogene.

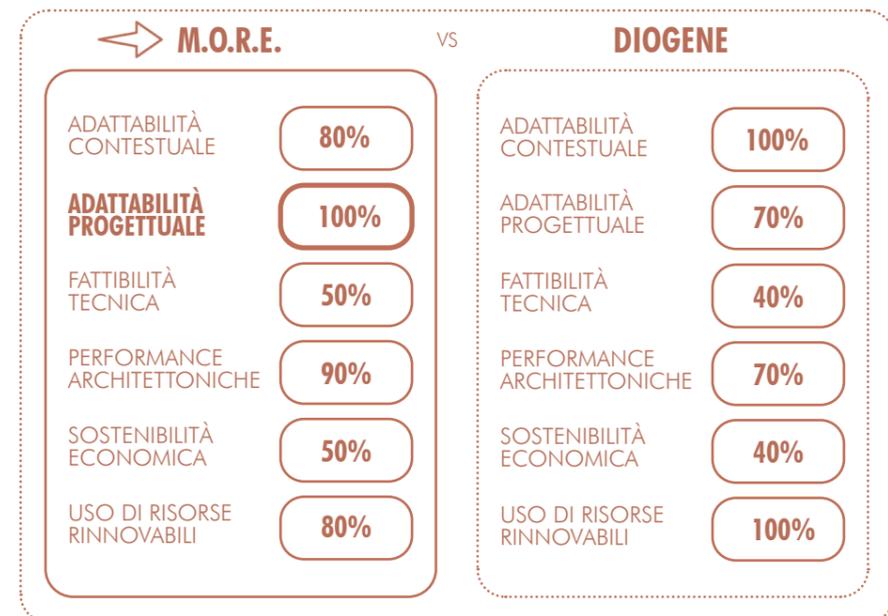


Figura 09.4: Schema di confronto M.O.R.E. e Diogene

M.O.R.E. vs RE-UKRAINE

Il progetto M.O.R.E. emerge come più performante rispetto all'attuale progetto condotto dallo studio ucraino, *Balbek Bureau*, sotto diversi aspetti. Anche se è importante sottolineare che il progetto dello studio ucraino potrebbe subire modifiche in corso d'opera, potenzialmente aumentando il suo livello di adattabilità e efficacia, rimane innegabile che la nostra proposta progettuale risulti più adatta per il contesto preso in considerazione. Ciò implica che il nostro progetto potrebbe essere implementato sul campo con maggiore successo e che potrebbe essere effettivamente una svolta per questa situazione delicata.

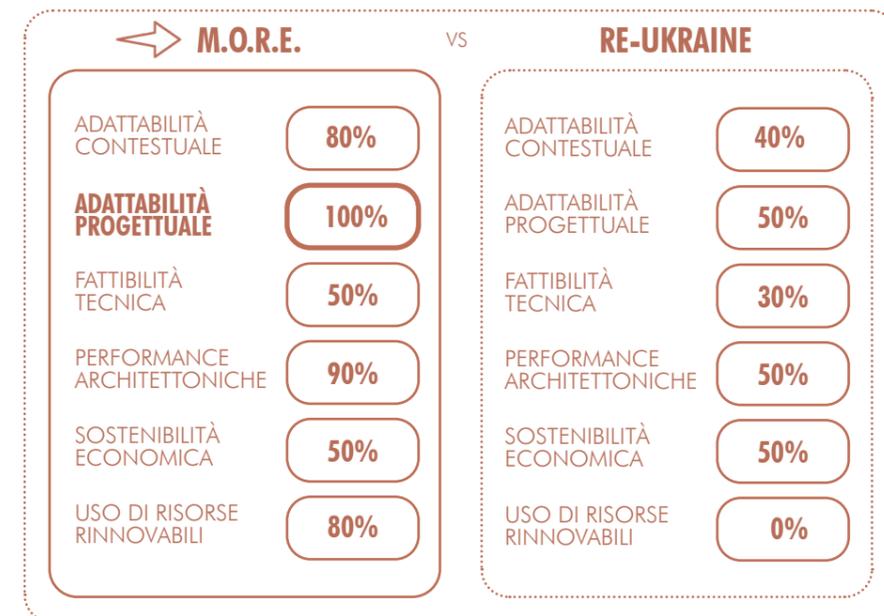


Figura 09.5: Schema di confronto M.O.R.E. e Re-Ukraine

È importante sottolineare che il progetto più soddisfacente tra i 30 casi studio, *Diogene*, realizzato nel 2013 dallo studio Renzo Piano, risulta estremamente avanzato, superando addirittura alcuni tra i progetti più recenti. Questo conferma la sua innovazione e la sua efficacia nel tempo, rappresentando un punto di riferimento significativo nel panorama dell'architettura d'emergenza. Al contrario, il recente progetto dello studio ucraino di Kiev, pur avendo studiato i dati relativi all'attuale emergenza Russia-Ucraina e probabilmente avendo un accesso più completo ai server nazionali, non è riuscito a soddisfare in modo adeguato i criteri prestabiliti. Ciò non significa che questo progetto non sia adatto per la situazione, ma, sicuramente, come già accennato, potrà essere implementato, soprattutto con tecnologie rinnovabili. Se dovessimo entrare più nello specifico scopriremmo che, anche per quanto riguarda le performance architettoniche, i nostri moduli permettono minime emissioni e soddisfano meglio i requisiti di isolamento termico e di rapporto aero-illuminante.

In conclusione, il nostro elaborato finale si è concentrato sulla realizzazione di moduli per situazioni di emergenza, in particolare, per una situazione di conflitto, e siamo estremamente soddisfatte dei risultati ottenuti e delle metodologie adottate per raggiungere tali risultati. Possiamo affermare con certezza che gli obiettivi prefissati sono stati pienamente raggiunti e che le tecnologie impiegate sono state valutate come efficienti e sostenibili.

Risulta di fondamentale importanza il fatto di procedere in modo sistematico e al contempo sistemico, stabilendo sempre obiettivi chiari e procedendo in modo razionale. Questo approccio ha dimostrato di essere rilevante per il successo del nostro progetto.

Naturalmente, riconosciamo che il nostro lavoro potrebbe essere oggetto di ulteriori studi e implementazioni in futuro, e siamo aperte alla possibilità di approfondire e perfezionare il nostro progetto in base a nuove scoperte e necessità emergenti.

M.O.R.E. & LEED

Negli ultimi anni, l'attenzione verso la sostenibilità ambientale e il risparmio energetico è cresciuta in modo significativo, rendendo sempre più cruciale per i progetti architettonici soddisfare i requisiti *LEED* (*Leadership in Energy and Environmental Design*).



Figura 09.6: Livelli certificazione LEED

I progetti che perseguono la certificazione *LEED* ottengono dei punti in base alle caratteristiche di sostenibilità delle diverse aree tematiche. Sulla base del punteggio finale raggiunto, un progetto ottiene quindi uno dei quattro livelli di certificazione *LEED*: base, argento, oro e platino.¹

Per gli standard *LEED* v.4 sono previsti 7 macrocategorie:

- Sostenibilità del Sito (2 prerequisiti, 11 crediti)
- Gestione efficiente delle acque (3 prerequisiti, 4 crediti)
- Energia ed atmosfera (4 prerequisiti, 7 crediti)
- Materiali e risorse (3 prerequisiti, 9 crediti)
- Qualità dell'aria negli ambienti interni (3 prerequisiti, 9 crediti)
- Luogo e Trasporti (8 crediti)
- Innovazione e priorità regionali (3 crediti)²

Gli edifici vengono valutati in base alla loro categoria di appartenenza, che possono distinguersi secondo *LEED* v4.1 in: nuova costruzione, scuole, vendita al dettaglio, centri dati, magazzini e centri di distribuzione, ospitalità e il numero massimo di punti assegnati varia a seconda della categoria.

¹ USGBC. *LEED* v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, 2019

² *LEED*, I crediti LEED® nella valutazione di un progetto, <https://www.certificazioneleed.com/edifici/crediti-leed/>

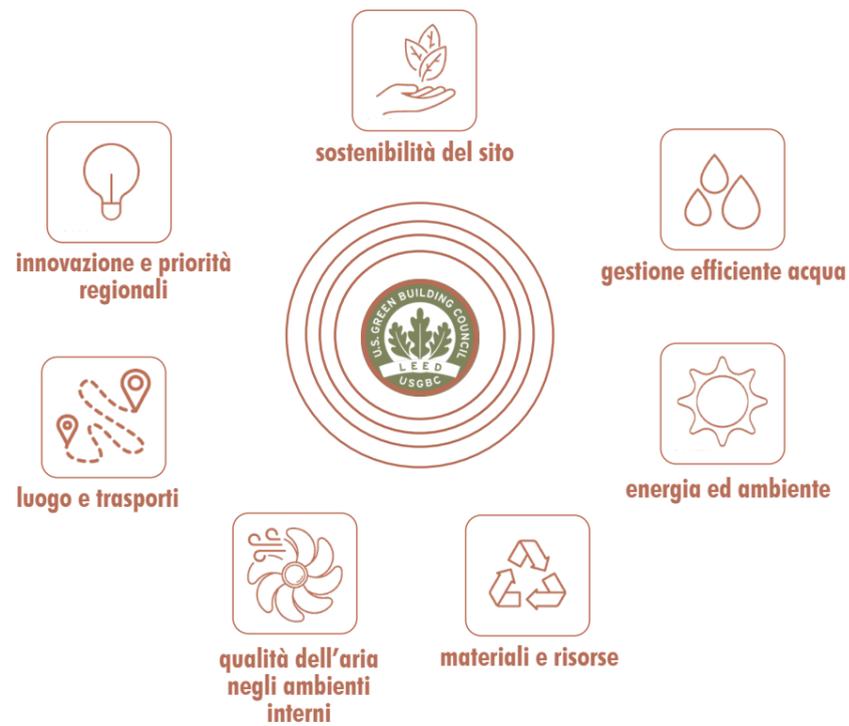


Figura 09.7: Criteri LEED

Rispettare i requisiti *LEED* non solo garantisce un impatto positivo sull'ambiente e sulla salute umana (per noi fondamentale), ma, può anche portare a numerosi vantaggi, tra cui la riduzione dei costi operativi, un aumento del valore dell'edificio e una maggiore soddisfazione da parte degli utenti finali. Per questo motivo è stato estremamente importante considerare i requisiti della certificazione, fin dalle fasi iniziali della nostra progettazione.

Fin dall'inizio del nostro progetto, abbiamo fatto del raggiungimento del maggior numero possibile di crediti *LEED* un obiettivo sostenibile. La nostra valutazione dell'edificio si è estesa su diversi fronti, concentrandoci innanzitutto sull'importanza del comfort interno. Per questo motivo, abbiamo esaminato attentamente la qualità visiva dei nostri spazi e abbiamo dedicato particolare attenzione al comfort degli occupanti. Proprio per questo motivo siamo riuscite ad ottenere un punto relativo a *IEQ c8 - Viste di qualità* (dove c sta per credito), massimo punteggio assegnabile, grazie ad un collegamento con l'ambiente esterno naturale attraverso viste di qualità.

Attraverso l'utilizzo del software energetico, siamo state in grado di apprendere che il nostro edificio ha ottenuto 18 crediti *LEED* per la parte energetica e 8 crediti *LEED* per quanto riguarda l'utilizzo di acqua, in particolare i seguenti: *EA c2 - Prestazione energetica minima e prestazione energetica ottimizzata*, *WE p2, WE c2 - Riduzione dell'uso dell'acqua interna*. Siamo quindi state in grado di ridurre i danni ambientali ed economici associati al consumo eccessivo di energia, mediante il raggiungimento di un livello minimo di efficienza energetica per l'edificio e i suoi sistemi (senza considerare i sistemi di energia rinnovabili), ed inoltre, abbiamo verificato la riduzione del consumo di acqua per usi interni di più del 20% rispetto ad un valore di riferimento assegnato dal programma (es: WC=6.0 litri per flusso).

Abbiamo sempre cercato di seguire il formato standard fornito da *LEED* per valutare le nostre azioni, cercando di incorporare il maggior numero possibile di aspetti; anche se non è stato possibile analizzare ogni singolo dettaglio del progetto in modo esaustivo. Siamo comunque consapevoli che, al nostro edificio *hub* centro d'ascolto, verranno attribuiti ulteriori punti, soprattutto per quanto riguarda *LT c5 - Accessibilità a servizi di trasporto efficienti*, *LT c6 - Infrastrutture ciclabili*. Ciò dovuto al fatto che si incoraggia lo sviluppo del progetto in un luogo che dimostra la presenza di soluzioni di trasporto multi modali e il ridotto utilizzo di veicoli a motore; con la conseguente diminuzione delle emissioni di gas serra e di inquinamento dell'aria.

Si promuove all'interno del parco urbano l'utilizzo di biciclette per ridurre le distanze da percorrere, motivando l'attività fisica, portando ad un miglioramento della salute mentale.

I nostri ambienti possono essere ventilati sia naturalmente che meccanicamente e la ventilazione può essere controllata in modo agevole, come richiesto per strutture sanitarie. Oltre a ciò, data la grande quantità di aperture presenti, si vanno a rafforzare i ritmi circadiani e si riduce l'uso dell'illuminazione artificiale, permettendo l'accesso all'interno dell'ambiente di luce naturale e visione verso l'esterno (*IEQ c7 - Luce diurna*). In questo caso, data la funzione socio-sanitaria assegnata ai nostri *hub*, verrebbe assegnato un punteggio di 2 punti.

Sappiamo che visto le scelte sostenibili fatte per i materiali, e per le tecnologie utilizzate, il nostro edificio potrebbe acquisire punti nella categoria *LEED* (materiali e risorse), grazie alla valutazione del credito *MR c1 - Riduzione dell'impatto del ciclo di vita dell'edificio*. Inoltre, visto l'utilizzo di arredi appositamente scelti per scopi socio-sanitari e ospedalieri, andremmo incontro al credito *MR c7 - Mobilio e arredi medicali*; non solo, grazie alla flessibilità interna dei nostri ambienti, del loro utilizzo, (granitica dalla presenza di pareti mobili), sarà possibile attribuire punti al nostro progetto (Progettazione ai fini della flessibilità).

Ci sarebbero numerosi aspetti da considerare per poter assegnare in modo preciso la categoria *LEED* ad un edificio.

Durante questo percorso non è stato possibile approfondire più di quanto emerso, ma, sicuramente sarà interessante in futuro, ampliare gli studi nel campo delle certificazioni di sostenibilità.

Ulteriori risultati

Nei capitoli all'interno di questa tesi abbiamo esaminato diversi approcci, con particolare attenzione all'utilizzo della tecnica *LCA* (come visto nello specifico nel precedente capitolo) e alle conoscenze acquisite da *SMARTER*. L'integrazione tra le due tecniche ci ha permesso di ottenere un edificio altamente performante, evidenziando che le scelte adottate sono state ottimali per il contesto di applicazione. I risultati ottenuti hanno fornito evidenze in merito alla classe energetica delle nostre strutture, classificandole in classe A, con un valore di CO₂ emessa in atmosfera minimo.

I risultati derivanti dall'elaborazione del computo metrico estimativo (*CEM*), dettagliatamente esposti nel relativo capitolo, dimostrano che la selezione dei materiali è stata guidata non solo dai principi di sostenibilità ambientale, come visto nella *LCA*, ma, anche dalla ricerca di soluzioni economicamente vantaggiose, senza quindi trascurare l'importanza economica. Abbiamo puntato a garantire che i costi della nostra struttura fossero in linea con quelli delle strutture d'emergenza già esistenti, evitando di adottare soluzioni costose pur avanzate. È importante riconoscere che, nonostante la bassa priorità rivolta alla sostenibilità economica (criterio con importanza ultima nella analisi *SMARTER*: costo di costruzione), potendo contare su molte finanze internazionali e non, il costo finale del progetto non è stato sottovalutato dal gruppo di tesi.

Inoltre, se avessimo avuto più tempo a disposizione, avremmo voluto arricchire ulteriormente il nostro percorso progettuale attraverso uno studio più approfondito sulle tempistiche di progettazione e costruzione, attraverso un cronoprogramma dettagliato. È infatti possibile che, in futuro, si rendano necessarie ulteriori operazioni in loco.

Riconosciamo nel complesso il valore progettuale dato dall'interazione tra le diverse discipline e metodologie coinvolte nel processo.

Riflessione critica integrata

Attraverso l'applicazione di tecniche integrate, multicriteriali, caratterizzate da obiettivi e approcci semplici, in grado di risolvere problemi complessi, siamo riusciti a collegare tutti gli aspetti presenti nel nostro progetto.

Questo ci ha permesso di ottenere degli output che hanno contribuito a definire i principali aspetti caratterizzanti il nostro progetto e l'area di intervento.

Senza l'utilizzo di questi approcci, avremmo rischiato di definire delle strutture non conformi alle esigenze attuali, inadatte agli standard che ci eravamo prefissate. Non saremmo state in grado di valutare le caratteristiche fondamentali da assegnare ai pacchetti tecnologici e alle strutture, cruciali per garantire la sostenibilità e l'adattabilità progettuale; e non saremmo quindi state in grado di garantire le migliori performance architettoniche. Di conseguenza, non avremmo raggiunto i parametri di sostenibilità economica e ambientale che ci eravamo prefissate. Senza l'utilizzo di una SMARTER (*Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking*), non avremmo ottenuto ottimi risultati nelle analisi *Life Cycle Assessment (LCA)*.

La classe energetica sarebbe stata più bassa. Le scelte dei materiali e delle strutture sarebbero state diverse e probabilmente non performanti, con un impatto maggiore sull'ambiente. Grazie a questo approccio multi-criteri, siamo state in grado di valutare in modo completo e accurato le implicazioni ambientali delle nostre decisioni, contribuendo così a ridurre l'impatto negativo del nostro progetto sull'ecosistema circostante.

Tutti i ragionamenti si collegano tra di loro in una concatenazione di elementi e caratteristiche che si compenetrano e formano un insieme uniforme e performante. Dalla scelta dell'area di progetto, al dettaglio costruttivo, tutto è collegato; fino alla stima della fattibilità economica del progetto attraverso il *Computo Metrico Estimativo (CME)*.

Questo processo ha avuto inizio dalla scelta di utilizzare approcci metodologici intelligenti, che favoriscono l'integrazione tra diversi settori disciplinari e supportano il processo decisionale, non solo riguardo agli aspetti tecnologici e ambientali, ma, anche per quanto riguarda le strategie complessive.

Va sottolineato che tutto ciò non sarebbe stato possibile senza l'aiuto prezioso del grosso gruppo di esperti che siamo riuscite a contattare. Grazie alle loro conoscenze e competenze, siamo riuscite a orientare al meglio il nostro progetto verso l'obiettivo prefissato, ovvero la progettazione di strutture d'emergenza, garantendo qualità, efficienza e sostenibilità in tutte le fasi del processo.

Inoltre, il coinvolgimento degli esperti non si è limitato alla sola dimensione multicriteriale. Essi hanno approfondito anche gli aspetti neuroscientifici, contribuendo così a un'interfaccia più efficace e sinergica tra i diversi ambiti, dall'architettura all'urbanistica. Questo approccio interdisciplinare ci ha permesso di comprendere meglio le esigenze e le preferenze degli utenti finali, integrando le conoscenze scientifiche con le esigenze pratiche del progetto.

Ogni aspetto del nostro progetto è intrinsecamente collegato agli altri. Ogni scelta, ogni decisione non è presa settorialmente, ma, fa parte di un quadro più integrato e complesso. Il nostro obiettivo è quello di realizzare un framework metodologico integrato a supporto della progettazione architettonica sostenibile, resiliente e circolare, in grado di supportare il processo decisionale e in particolare in modo di soddisfare una vasta gamma di attributi e richieste, garantendo al contempo sostenibilità e qualità a lungo termine.

“Se vogliamo migliorare la qualità dell'ambiente in cui viviamo, l'unico modo è coinvolgere tutti.”

Richard Rogers

09.2 Prospettive future

Fin dall'inizio della nostra tesi le domande di ricerca cruciali sono state: *come è possibile sviluppare un'architettura d'emergenza adeguata? È possibile seguire un framework logico in grado di soddisfare le esigenze delle persone?*

Il progetto M.O.R.E. è il frutto non solo di questi quesiti, ma, una possibile risposta all'attuale domanda di città, regioni e paesi in stato di emergenza. Questo progetto non solo rappresenta un importante traguardo per noi, ma, costituisce anche un'innovazione significativa, in quanto sintesi di una serie di metodologie, riflessioni e analisi. M.O.R.E. è quindi, non solo uno stimolo per il nostro lavoro, ma, ha il potenziale per essere una possibile fonte di ispirazione per progetti futuri.

Siamo consapevoli che questa idea potrebbe essere in futuro ulteriormente raffinata per trovare una sua reale e pratica implementazione, soprattutto considerando il continuo progresso scientifico (ad esempio nel campo della neuroscienza e della sostenibilità).

Si identificano una serie di prospettive future per una possibile prosecuzione. La prima prospettiva futura potrebbe riguardare un maggiore attenzione rivolta all'aspetto energetico e dell'impatto ambientale.

Infatti,, si potrebbe ottenere un quadro più dettagliato delle problematiche, e migliorare l'efficienza dei nostri moduli, se avessimo accesso a strumenti più avanzati per calcolare l'impatto del ciclo di vita. Questo aspetto, se approfondito, comporterebbe il cambiamento di alcune scelte progettuali, in modo da rendere i moduli ancora più performanti. Nell'ambito impiantistico, non siamo entrate particolarmente nel dettaglio, ad esempio non abbiamo eseguito la modellazione MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbin*g). Effettuare una modellazione BIM (*Building Information Modeling*) di questa parte potrebbe rivelare eventuali conflitti tra le strutture e gli elementi impiantistici. Siamo tutt'ora consapevoli che, essendo i nostri moduli completamente prefabbricati e di dimensioni ridotte, gli impianti non presentano problematiche in termini di interazioni con gli altri elementi.

Tuttavia, comprendere meglio questi aspetti a livello impiantistico aiuterebbe a ottimizzare ulteriormente il nostro progetto.

Seconda prospettiva futura potrebbe essere un ulteriore approfondimento sull'approccio metodologico multi-criteri; integrando questo valido strumento a supporto di altre decisioni. Abbiamo esplorato questa interessante area utilizzando strumenti come SMARTER (*Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking*) e AHP (*Analytic Hierarchy Process*), tuttavia, esistono numerose altre tecniche multi-criteri che potrebbero essere esaminate e risultare utili per approfondire alcuni aspetti del nostro progetto. In un'ottica di sviluppo futuro non si esclude la possibilità di integrare nel *workflow* di progetto analisi multi-criteri più complesse, come ad esempio la SWOT AHP che prevede la combinazione tra approccio SWOT (*Albert Humphrey*) e il processo di gerarchia analitica AHP (*Thomas L. Saaty*). In generale, va evidenziato che la raccolta di dati affidabili per condurre le analisi è stata particolarmente impegnativa, soprattutto data l'incertezza causata della situazione di conflitto in atto, in continua evoluzione.

Si sottolinea inoltre, che, l'applicazione di questo framework ad altri contesti d'emergenza, attraverso il coinvolgimento di altri esperti, potrebbe condurre a risultati più approfonditi sotto l'aspetto progettuale e urbanistico. L'utilizzo di queste metodologie multi-criteri potrebbe diventare fondamentale per capire come intervenire in modo rapido ed efficace sui territori colpiti da calamità. Siamo convinte che perseguire la ricerca e ampliare le metodologie utilizzate possa portare a una maggiore comprensione e solidità dei nostri risultati nel tempo.

Nonostante la progettazione di moduli d'emergenza possa portare a risultati analitici dal punto di vista architettonico e urbanistico, capire le esigenze della popolazione, e degli stakeholders, e individuare delle opzioni alternative dal punto di vista urbanistico e architettonico, così come integrare tecniche valutative, arricchisce la "cassetta degli attrezzi" dei giovani professionisti per rispondere a problemi reali con implicazioni spaziali, in cui il framework metodologico sviluppato ha un importante ruolo di supporto al processo decisionale.

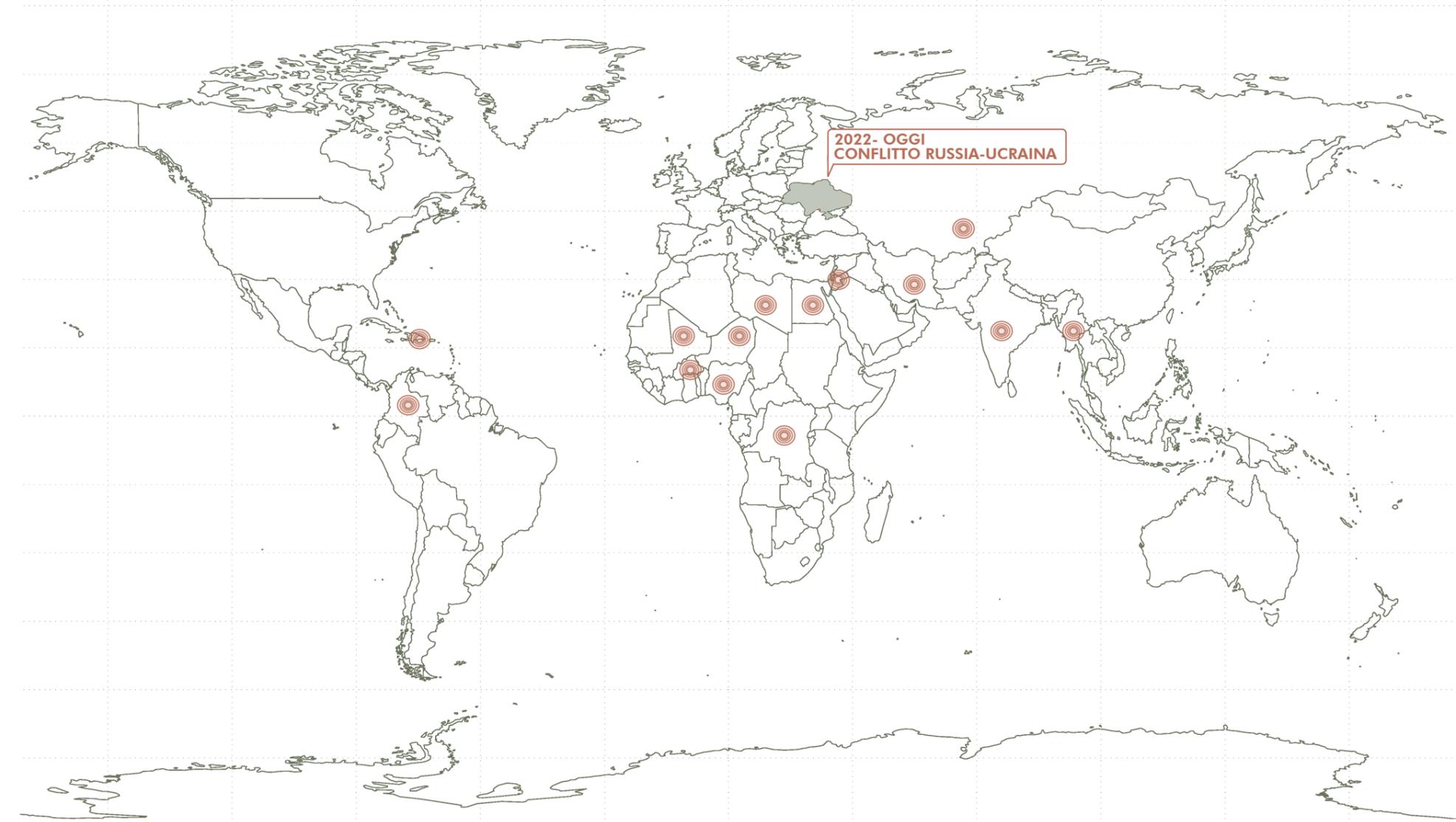


Figura 08.8: Conflitti armati in atto

Conclusioni

M.O.R.E. va oltre il semplice concetto di progetto d'emergenza.

È un framework integrato di metodologie e pratiche che hanno richiesto mesi di studio, analisi approfondite, e sperimentazioni mirate durante l'intero processo di progettazione. Questa idea progettuale nasce attraverso l'utilizzo consapevole di tecniche multi-criteri, studi approfonditi in materia neuroscientifica, architettonica, tecnologica, ergotecnica, strutturale ed energetica. Il progetto integra le diverse componenti e si presenta come un'architettura in grado di rispondere agli impatti causati da scenari di emergenza antropici e naturali. M.O.R.E. non trascura alcun aspetto che riguardi l'abitante, considerando non solo il modo in cui vivere attualmente, ma, anche, e soprattutto, come si potrebbe vivere in futuro. Inoltre, attraverso l'analisi di mutevoli scenari, tiene conto della progettualità circolare attraverso il riuso e il riadattamento delle soluzioni architettoniche per destinazioni e bisogni differenti, che possono variare nel tempo. Questo significa che le componenti sono pensate non solo per la sua funzione primaria, ma, anche per le potenziali funzioni secondarie e trasformazioni future.

L'approccio progettuale considera non solo il conflitto Russia-Ucraina in sé, ma, anche l'impatto sull'ambiente circostante e la sostenibilità che ne deriva, attraverso approcci LCA. L'innovazione tecnologica a livello architettonico si integra con la sostenibilità ambientale, garantendo che la soluzione proposta non solo sia all'avanguardia dal punto di vista tecnologico, ma, anche rispettosa dell'ambiente e delle risorse naturali.

Tutto il nostro percorso si fonda nella ricerca e nell'analisi delle esperienze passate, ed è proprio qui che sta l'innovazione. Abbiamo riconosciuto e adottato le qualità dei migliori esempi di architettura d'emergenza, ne abbiamo studiato l'evoluzione, e al contempo abbiamo affrontato e risolto le criticità che venivano a galla. Si è trattato di rendere più accessibile e comprensibile un processo complesso, attraverso l'utilizzo di soluzioni comuni, ma, innovative.

In questo processo abbiamo attinto ai principi delle tecniche classiche e tradizionali, rielaborandole e adattandole a nuove situazioni e contesti, conferendo loro una veste e una scala completamente rinnovate.

L'utilizzo di tecniche multi-criteri per ottenere risposte logiche è stata per noi una pratica intelligente e strategica, poiché ci ha consentito di considerare una gamma più ampia di variabili e di valutare le diverse opzioni in modo completo ed equilibrato. È incoraggiante sapere che questo processo iniziale ha contribuito in modo significativo al successo complessivo del progetto. La preparazione accurata e la considerazione attenta di diverse prospettive ci ha permesso di raggiungere un risultato ottimale.

Per noi questa idea progettuale è diventata un mezzo di comunicazione, esprime un percorso collettivo in cui si sono condivise competenze tecniche con esperti, sensibilità estetica e capacità inventive, ma, soprattutto coinvolgimento emotivo ed esperienze personali. Lavorare per un intervento umanitario non rappresenta soltanto un impegno professionale, ma, soprattutto una scelta personale, motivata dalla volontà di promuovere il benessere e il rinnovamento.

M.O.R.E. ha la capacità di generare nuove soluzioni e di far proprie le storie della comunità. Spostandosi e adattandosi ad una varietà di contesti, è in grado di rinascere in nuove terre. Pur mantenendo una forma tradizionale e semplice, si distingue per il pensiero innovativo che lo anima, e la sua flessibilità gli consente di andare in contro alle mutevoli condizioni esterne. Come ci insegnano i grandi maestri, *architettura è rifugio*, rappresenta per un individuo una fonte di memorie, un elemento inscindibile dell'identità personale che abbraccia sia il presente che il futuro. In risposta alla situazione d'emergenza attuale, **M.O.R.E.** propone una soluzione che guarda al domani, considerando sia le esigenze individuali che quelle della comunità. Si adatta alle diverse situazioni, interagisce con l'ambiente circostante e si dedica al benessere dell'uomo.

FEELING M.O.R.E. U(karine)NITED

“Non si può pensare un'architettura senza pensare alla gente.”

Richard Rogers

INDICE DEI RIFERIMENTI



Indice dei riferimenti

Bibliografia

Alex, F., 2016. *Un’emergenza sostenibile*. Mimesis Edizioni.

Benedetti, C., 2014. *Costruire in legno - Edifici a basso consumo energetico*. Bolzano University Press.

Bernasconi, A., 2011. *Il calcolo dell’XLAM. Basi, normative, progettazione, applicazione*, promo_legno.

Bernasconi, A., Schickhofer, G., Traetta, G., n.d. *Costruzione di edifici in legno*. promo_legno.

Berta, L., Bovati, M., 2007. *Progettare con il legno*.

Bly, J., 2021. *CriSIS resource management in Disaster*. Royal Roads university, Victoria, Canada.

Borghi, F., 2014. *M.A.D.E MULTIPLE ARCHITECTURES for DYNAMIC EMERGENCY*. Politecnico di Milano, Milano.

Borgström, E., Fröbel, J., 2019. *The CLT Handbook. CLT structures - facts and planing*. Swedish Wood.

Brunelli, M., 2010. *ABITARE L’EMERGENZA - WORKSHOP E RICERCA PER UN PROGETTO MODULARE TEMPORANEO* (Tesi di laurea). Politecnico di Milano, Mantova.

Caffarelli, A., De Simoni, G., Pignatelli, A., Tsolakoglou, K., *SISTEMI FOTOVOLTAICI. PROGETTAZIONE, GESTIONE, MANUTENZIONE IMPIANTISTICA*, Maggioli Editore. ed.

Cairolì, T., Portogallo, C., 2017. *HOME. Humanitarian and (un)Ordinary Machine for Emergency*. Politecnico di Milano, Milano.

Calza, F., 2010. *Manuale degli impianti termici e idrici*, Tecniche Nuove. ed.

Cardoso, A., Karla, J., 2020. *Bridging therapeutic landscapes to healthcare facilities. Design strategies and application at the IESS Hospital, Cuenca, Ecuador*. Politecnico di Milano.

Cerfedà, M., 2015. *PLOT & PLUG*. Politecnico di Milano, Milano.

Champaneri, P., 2018. *Disaster resilient houses. Approach towards flood resilient community*. IDUS UNIVERSITY IDEA.

Chen, M., 2021. *“Temporary” Housing to Heal: A Missing Piece of Post-Disaster Community Psychological Resilience Building*. UPPSALA UNIVERSITET, Svezia.

Colucci A. (2012), *Le città resilienti: approcci e strategie*, Polo Interregionale di Eccellenza Jean Monnet, Pavia.

Conti, G., 2020. *Manuale di impianti elettrici. Progettazione, realizzazione e verifica delle installazioni elettriche in conformità con le Norme tecniche e di legge*, HOEPLI. ed.

Cristina, M., 2013. *ARCHITETTURA SOTTOVUOTO: PROGETTO DI UNA STRUTTURA DI RICOVERO PER SITUAZIONE DI EMERGENZA* (Tesi di laurea). Politecnico di Milano, Milano.

Di Rella, M., 2019. *La danza terapia per implementare il benessere psico-fisico del soggetto fibomialgico*, (Laurea in teoria e metodologia dell’allenamento). Scuola di medicina scienze e tecniche dello sport.

Douglas, B., Pryor, S., Rammer, D.R., Mohammad, M., 2013. *CLT Handbook: Cross Laminated Timber*. USDA Forest Service Binational Wood Council.

Eltoum, E., 2020. *Life cycle assessment as a decision-making tool in the design choices of buildings*. Politecnico di Torino.

Masini, E., Mugnai, L., Boncinelli, S., 2015. *Gestione della Continuità Operativa delle Strutture Ospedaliere in Condizione di Maxi-emergenza*. Firenze University Press.

Faratti, A., 2015. *Soluzioni costruttive per edifici in legno*. Rockwool Italia S.p.a.

Fiandaca, O., Lione, R., 2009. *Il sisma. Ricordare, prevenire, progettare*. Alinea.

Figueira J., Greco S., Ehrogott M., 2005. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*.

Fiori, M., Re Cecconi, F., 2018. *Impianti idrico-sanitari, di scarico e di raccolta delle acque nell’edilizia residenziale*. Progetto, esecuzione e collaudo.

Firrone, T., 2010. *Il legno: tradizione e innovazione*.

Gaudio, S., Palermo, A. Viapiana M.F., 2020. *La resilienza urbana nella pianificazione di emergenza*. Franco Angeli Edizioni.

Ghazi, E., 2017. *NUOVI ORIZZONTI E NUOVE POTENZIALITA’ DELLO SPAZIO PUBBLICO -INTERAZIONE, SOCIALITA’, COMUNICAZIONE, NEUROSCIENZA* (Tesi di dottorato). Sapienza - Università di Roma, Roma.

Giordano, G., 1999. *Tecnica delle costruzioni in legno*. Hoelpi, Milano.

Grahn, P., Bengtsson, I.-L., Andersson, L.W., Lavesson, L., 2007. Innovative Approaches to Research Excellence in Landscape and Health. OPENspace Research Centre.

Hauge, J.B., Boyle, E., Mayer, I., Nadolski, R., Riedel, J.C.K.H., Moreno-Ger, P., Bellotti, F., Lim, T., Ritchie, J., 2014. *Study Design and Data Gathering Guide for Serious Games’ Evaluation*, in: *Psychology, Pedagogy, and Assessment in Serious Games*. pp. 394–419.

HUNKELER, P., 2011. *Il bambino sorride se hai la musica giusta: la musica come colonna sonora delle emozioni* (Dipartimento formazione e apprendimento-Scuola dell’infanzia). Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI).

Iacob, I.B., 2019. *“Spazi sensibili” Museografia e neuroscienze* (Tesi di laurea magistrale). Politecnico di Torino, Torino.

Imperadori, M., Brambilla, A., Brunone, F., Feifer, L., Salvalai, G., Vanossi, A., 2019. *ACTIVE HOUSE Progettazione e innovazione con tecnologie di costruzione stratificata a secco*. Maggioli Editore.

Iuppa, N., Borst, T., 2007. *Story and Simulations for Serious Games Tales from the Trenches*.

Karacabeyli, E., Gagnon, S., 2019. *Canadian CLT Handbook 2019 EDITION*. FPIInnovations.

Karlson, L., 2002. *Life Cycle Assessment (LCA) - a Sustainable Management Tool?* Royal Institute of Technology, KTH.

Leung, V., Wai MA, T., Cheuk Ying, S.S., 2019. *The Knot, Emergency operation centre*. Cina.

Luigi M., 2014. *I Beni Culturali in condizioni di emergenza*. Altralinea.

Lumina, F.F., Mutti, E., Polese, I., 2015. *ARCA PROJECT. Architecture of Resilience and Community Accomodation*. Politecnico di Milano, Lecco.

Lundgren, J., Carboni, F.T., 2014. *FROM EMERGENCY SHELTERS TO HOMES. Design of paperboard housing exploring living conditions in post-disaster settlements*. Chalmers University of Technology Gothenburg, Svezia.

Mallgrave, H.F., 2015. *L’empatia degli spazi. Architettura e neuroscienze*.

Marco Navarra, Liliana Adamo, 2017. *Terre fragili*. Liliana Adamo.

Mariagiulia Bennicelli Pasqualis, 2014. *Case temporanee. Strategie innovative per l’emergenza abitativa post-terremoto*. Franco Angeli Edizioni.

Martignoni, M., Melzi, L., Minoia, R., 2012. *TenT-RE* (Tesi di laurea). Politecnico di Milano, Milano. Mauser, P., 1969. Building and typologies.

Mazzucchielli, 2013. Edifici ad energia quasi zero - Materiali, tecnologie e strategie progettuali per involucri innovativi ad alte prestazioni. Maggioli, Rimini.

Mazzucchielli, E.S., 2016. *Sistemi costruttivi in legno - Tecnologie, soluzioni e strategie progettuali verso edifici Zero Energy*. Maggioli, Rimini.

McDonough, C., 2012. *Disaster Relief: A Psychological Approach to Temporary Housing*. THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY.

Meuser, P., 2020. *Construction and Design Manual Prefabricated Housing*. DOM publisher.

Mora, S., 2019. *CATASTROFI E RESIDUI* (TESI DI LAUREA MAGISTRALE). Politecnico di Torino.

Olberti, I., 2011. *L’isolamento termico dell’edificio-Dal materiale alla messa in opera del prodotto*. Maggioli Editore, Repubblica di San Marino.

Petrović, B., 2021. *Life cycle assessment and life cycle cost analysis of a single-family house*. Gävle University.

Piazza, M., Tomasi, R., Moderna, R., 2005. *Strutture in legno*. Hoelpi, Milano.

Pini, D., Stefani, L., 2000. *Dall’emergenza alla ricostruzione un intervento urbano in Bosnia Erzegovina*. L’Harmattan Italia.

Polettini, F., 2018. *SMARTNESS ASSESSMENT OF RURAL AREAS: MULTICRITERIA RATING WITH ALPINE STAKEHOLDERS* (Tesi di laurea magistrale). Politecnico di Milano, Milano.

Poli, M., Spada, danilo, 2007. *MUSICA E NEUROPSICOLOGIA: PUNTI DI INCONTRO* (Psicologia). Facoltà di Medicina e Chirurgia Università di Milano, Milano.

Prati G., Pietrantonì L. (2009), *Resilienza di comunità: definizioni, concezioni e applicazioni*, Psychofenia, 20, vol. XII, pp. 1-26.

Raimondi, C., Magri, V., 2019. *mFRAMADAM* (Progetto). Università degli studi di Bologna, Italia.

Ribera, A., 2015. *Legno - L’universo costruttivo in un materiale nuovo*. Ribera legnoformazione, Arese.

Ricci, C., 2014. *Danzando le emozioni* (Dipartimento formazione e apprendimento > Scuola dell’infanzia). Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI).

Rob Roggema, Wanglin Yan, 2017. *Tsunami and Fukushima Disaster: Design for Reconstruction*. Springer International Publishing.

Ruth, L., 2000. *Trauma: A Genealogy*.

Ruzzon, D., 2022. *Tuning Architecture with Humans: Neuroscience Applied to Architectural Design*.

Santoro, G., 2009. *PROGETTARE LA SOSTENIBILITA* (Laurea Magistrale in Architettura). Politecnico di Milano.

Shahrad, A., 2012. *What are the design principles of Healing Gardens; For people who are suffering from stressrelated diseases?* Swedish University of Agricultural Sciences.

Silecchia, A., Vignoli, S., 2022. *DIVENIRE - Moduli Abitativi Temporanei Adattivi Sistema di Ospitalità diffusa per l’Area Archeologica di Roca Vecchia.* Politecnico di Milano.

Silva, S., 2017. *CONTRIBUTO ALLA RISOLUZIONE DELLE EMERGENZE TERRITORIALI POST CATASTROFE: PROPOSTA DI UNITA' MODULARI PREFABBRICATE A STRUTTURA LIGNEA “WOOD BOX.”* Politecnico di Milano.

Sinopoli, N., Tatano, V., 2002. *Sulle tracce dell’innovazione.* F. Angeli.

Thompson, C.W., Aspinall, P., Bell, S., 2010. *Innovative Approaches to Researching Landscape and Health.*

Pizzol T., 2021. *MODELLAZIONE FEM MULTI-SCALA DI SISTEMI DI RINFORZO IN CLT PER STRUTTURE ESISTENTI IN MURATURA: ANALISI DI SENSITIVITÀ PER L’INTERVENTO INTEGRATO E APPLICAZIONE AL COMPLESSO “CATTEDRA” DI CANOVE DI ROANA (VI).*

Totaro, L., 2017. *Un approccio integrato per la valutazione dei beni culturali. Applicazione alla Chiesa di S. Maria dei Miracoli a Venezia* (Tesi di laurea magistrale). Politecnico di Torino.

Wagemann, E., 2012. *TRANSITIONAL ACCOMMODATION AFTER DISASTER Short term solutions for long term necessities.* University of Cambridge.

Watts, A., 2011. *Modern Costruction Envelopes.* SprongerWien, New York.

Siti consultati

“A welcome distraction”: *How a dance class helps Ukrainians deal with war trauma*, n.d, <https://edition.cnn.com/videos/world/2022/03/24/romania-ukraine-refugees-dance-class-dnt-ebof-marquez-intl-vpx.cnn>, ultima consultazione 22 febbraio 2023.

ABOUT HIV [WWW Document], n.d. Centers for Disease Control and Prevention. URL <https://www.cdc.gov/hiv/basics/whatishiv.html#:~:text=What%20is%20HIV%3F,they%20have%20it%20for%20life>, ultima consultazione 12 giugno 2023.

About Making Cities Resilient 2030 [WWW Document], n.d. URL <https://mcr2030.undrr.org/>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Avoiding civilian harm during military cyber operations [WWW Document], n.d. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/avoiding-civilian-harm-during-military-cyber-operations/>, ultima consultazione 11 marzo 2023.

Back to basics: *humanitarian principles in contemporary armed conflict* [WWW Document], n.d. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/back-to-basics-humanitarian-principles-in-contemporary-armed-conflict/>, ultima consultazione 22 settembre 2023.

Bari, J., 2022. *The challenges of running a business in Ukraine’s second city* [WWW Document]. URL <https://www.bbc.com/news/business-60261804>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Burnett, E., *UDMTA Ukrainian Association of Dance and Movement Therapy* [WWW Document]. URL <https://edition.cnn.com/videos/world/2022/03/24/romania-ukraine-refugees-dance-class-dnt-ebof-marquez-intl-vpx.cnn>, consultazione 24 maggio 2023

Caballero, J.G., Pires, L.S., Álvarez, J.A., 2022. *The Ukraine war as of May 3: Russian and Ukrainian forces fight to control outskirts of Kharkiv* [WWW Document]. EL PAIS. URL <https://english.elpais.com/international/2022-05-04/the-ukraine-war-in-maps-russian-and-ukrainian-forces-fight-to-control-outskirts-of-kharkiv.html>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Catalogo di materiali di legno o a base legno [WWW Document]. URL www.dataholz.com, ultima consultazione 12 dicembre 2023.

Cinnella, E., n.d. *UCRAINA. IL PASSATO PER CAPIRE IL PRESENTE* [WWW Document]. della porta. URL <https://www.dellaportaeditori.it/marginalia/ucraina-il-passato-per-capire-il-presente/>, ultima consultazione 12 dicembre 2023.

Climate change, conflict and humanitarian action [WWW Document], n.d. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/climate-change-conflict-and-humanitarian-action/>, ultima consultazione 12 dicembre 2023.

CLIMATIC RESEARCH UNIT [WWW Document], n.d. URL <https://www.uea.ac.uk/groups-and-centres/climatic-research-unit>, ultima consultazione 12 dicembre 2023.

Come si trasmette il virus Hiv [WWW Document], 2023. URL <https://www.salute.gov.it/portale/hiv/dettaglioContenutiHIV.jsp?lingua=italiano&id=5210&area=aids&menu=vuoto#:~:text=Le%20vie%20di%20trasmissione%2C%20quindi,psicoattive%3B%20trasfusioni%20di%20sangue%20contaminato>, ultima consultazione 22 dicembre 2023.

Cottino P., Zeppetella P., 2009, *Creatività, sfera pubblica e riuso sociale degli spazi. Forme di sussidiarietà orizzontale per la produzione di servizi non convenzionali*, Cittalia - Fondazione Anci Ricerche, Roma. <http://www.anci.it/Contenuti/Allegati/Paper2.pdf>, 22 febbraio 2023.

Country: *Ukraine* [WWW Document], n.d. . Climate Change Knowledge Portal. URL <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/ukraine/climate-data-historical>, ultima consultazione 21 novembre 2022.

Covid-19 - *Situazione nel mondo* [WWW Document], n.d. URL <https://www.salute.gov.it/portale/nuovocoronavirus/dettaglioContenutiNuovoCoronavirus.jsp?area=nuovoCoronavirus&id=5338&lingua=italiano&menu=vuoto>, ultima consultazione 12 novembre 2022.

COVID-19 *and conflict* [WWW Document], URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/covid-19-and-conflict/>, ultima consultazione 12 novembre 2022.

Dance Therapy program honored for innovation [WWW Document], 2017. Lesley University. URL <https://lesley.edu/news/dance-therapy-program-honored-for-innovation>, ultima consultazione 12 novembre 2022.

Davies, K.M., 2022. *Could virtual reality hold the key to fighting disinformation in the aftermath of Euromaidan* [WWW Document]. URL <https://www.calvertjournal.com/features/show/11447/aftermath-vr-euromaidan-kyiv-revolution-photography-virtual-reality-info-wars>, ultima consultazione 14 dicembre 2023.

Demottaz, C., *Urban Profiling and Recovery in Ukraine Across the HPD Nexus* [WWW Document]. URL <https://wuf.unhabitat.org/event/urban-profiling-and-recovery-ukraine-across-hpd-nexus>, ultima consultazione 6 dicembre 2022.

Denchak, M., 2023. *Greenhouse Effect 101* [WWW Document]. NRDC. URL <https://www.nrdc.org/stories/greenhouse-effect-101>, ultima consultazione 8 Maggio 2023.

Determinations [WWW Document]. *Building Energy Codes Programs*. URL <https://www.energycodes>, ultima consultazione 06 febbraio 2024.

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) [WWW Document], 2023. URL <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nabau/auslegungendinv18599-68632>, ultima consultazione 14 febbraio 2024.

Droege, C., 2022. *Armed conflict in Ukraine: a recap of basic IHL rules* [WWW Document]. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/2022/03/17/armed-conflict-in-ukraine-a-recap-of-basic-ihl-rules/>, ultima consultazione 22 novembre 2024.

Easy Foundation [WWW Document], n.d. URL <https://www.lamambiente.it/>, ultima consultazione 26 febbraio 2024.

Emergency Architecture [WWW Document], 2020. URL <https://www.archdaily.com/tag/adtopic-2020-emergency-architecture>, ultima consultazione 19 ottobre 2023.

Energy system of Ukraine [WWW Document], n.d. . iea. URL <https://www.iea.org/countries/ukraine>, ultima consultazione 11 gennaio 2023.

Evans, M., n.d. *Future war in cities: Urbanization’s challenge to strategic studies in the 21st century* [WWW Document]. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/>, ultima consultazione 14 febbraio 2024.

Explore all Country - Ukraine [WWW Document], 2023. . cia. URL <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/ukraine/>, ultima consultazione 20 settembre 2022.

Fondazioni a vite [WWW Document], n.d. URL <https://www.geofix.eu/>, ultima consultazione 17 gennaio 2024.

Fonzo, E., 2022. *Quali sono state alcune delle peggiori epidemie e pandemie della storia* [WWW Document]. GEOPOP. URL <https://www.geopop.it/epidemie-e-pandemie-della-storia/>, ultima consultazione 14 aprile 2023.

Gender and conflict [WWW Document], n.d. . Humanitarian law and policy. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/gender-and-conflict/>, ultima consultazione 30 maggio 2024.

Gubkina, I., Hatherley, O., 2022. *Modernist Kharkiv: behind the battle to protect avant-garde architecture in post-Maidan Ukraine* [WWW Document]. Calvertjournal. URL <https://www.calvertjournal.com/articles/show/8568/modernist-kharkiv-battle-protect-avant-garde-architecture-maidan-ukraine>, ultima consultazione 24 marzo 2023.

Harding, L., 2022. *‘Everything has gone’: liberated Ukrainians on rebuilding Kharkiv* [WWW Document]. theguardian. URL <https://www.theguardian.com/world/2022/oct/10/everything-has-gone-liberated-ukrainians-on-rebuilding-kharkiv>, ultima consultazione 4 gennaio 2024.

Harding, L., 2022. *Russians occupying Kharkiv region demanded personal data in return for food* [WWW Document]. theguardian. URL <https://www.theguardian.com/world/2022/sep/24/russians-occupying-kharkiv-region-demanded-personal-data-in-return-for-food>, ultima consultazione 5 novembre 2022.

Harding, L., Sabbagh, D., 2022. *Ukraine takes control of entire Kharkiv region and towns seized at onset of Russian invasion* [WWW Document]. theguardian. URL <https://www.theguardian.com/world/2022/sep/13/ukraine-reclaim-control-of-kharkiv-and-towns-seized-at-onset-of-russian-invasion>, ultima consultazione 5 novembre 2022.

Herre, B., Hasell, J., Roser, M., Rosado, P., 02/24. *Nuclear Weapons* [WWW Document]. our world in data. URL <https://ourworldindata.org/nuclear-weapons> ultima consultazione 15 dicembre 2022.

Horobin, W., 2022. *Shock of War Threatens Lasting Impact on Global Economy* [WWW Document]. URL <https://time.com/6185394/global-economy-war/>, ultima consultazione 5 ottobre 2023.

How Putin unleashed the ‘Syria playbook’ on Ukraine [WWW Document], n.d. URL <https://www.abc.net.au/news/2022-05-26/damage-data-reveals-extent-of-vicious-russian-tactics/101070918>Humanitarian, ultima consultazione 7 dicembre 2022.

low and policy [WWW Document], n.d. Humanitarian law and policy. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Humanitarian Principles [WWW Document], n.d. . Humanitarian law and policy. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/topics/humanitarian-principles/>, ultima consultazione 15 aprile 2023.

Humanitarian standards [WWW Document], n.d. spherestandards. URL <https://www.spherestandards.org/humanitarian-standards/>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Infezione da Hiv e Aids [WWW Document], 2022. URL <https://www.epicentro.iss.it/aids/epidemiologia-mondo> ultima consultazione 15 aprile 2023.

Influencing Behaviour in Armed Conflict [WWW Document], n.d. Humanitarian law and policy. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/influencing-behaviour-in-armed-conflict/>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Influenza stagionale [WWW Document], n.d. URL <https://www.bag.admin.ch/bag/it/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/vergangene-epidemien-pandemien/grippepandemie.html>, ultima consultazione 18 aprile 2023.

Infographic - How the Russian invasion of Ukraine has further aggravated the global food crisis [WWW Document], n.d. URL <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/how-the-russian-invasion-of-ukraine-has-further-aggravated-the-global-food-crisis/>, ultima consultazione 15 dicembre 2022.

Ingram, G., 1995. *Sarajevo architects’ plan for peacetime reconstruction* [WWW Document]. URL <https://apnews.com/article/bdaeb4e644ea4fdb9b6793c92e06d51f>, ultima consultazione 20 giugno 2023.

Ivannikova, M., 2004. *Ukrainian Music Therapy - Does It Have a Chance to Exist?* [WWW Document]. URL <https://voices.no/index.php/voices/article/view/1627/1387>, ultima consultazione 16 novembre 2022.

Julie Powell, *Food Writer of ‘Julie & Julia,’ Dies at 49* [WWW Document], 2022. KQED. URL <https://www.kqed.org/arts/13921196/julie-powell-food-writer-of-julie-julia-dies-at-49>, ultima consultazione 29 dicembre 2022.

Katia Accossato, n.d. *Camenzind #19* [WWW Document]. URL <https://www.cazmag.com/Camenzind-19>, ultima consultazione 30 giugno 2023.

Kenzuka, 2017. *Edilizia di emergenza* [WWW Document]. Archistart. URL <https://www.archistart.net/portfolio-item/edilizia-demergenza-progettazione-di-moduli-abitativi-containerizzati-e-di-moduli-abitativi-smontabili-in-prefabbricato-leggero/>, ultima consultazione 30 giugno 2023.

Kharkiv 2022 *What shall we do with these buildings?* [WWW Document], n.d. greyscape. URL <https://www.greyscape.com/kharkiv-2022-what-shall-we-do-with-these-buildings/>, ultima consultazione 1 agosto 2023.

KNAUF ITALIA - MANUALE LEED V4 [WWW Document], n.d. URL https://www.knauf.it/LEED_v4_knauf_italia.aspx, ultima consultazione 28 novembre 2023.

Koshiw, I., Ram, E., 2022. *Kharkiv catalogues war’s toll on its architectural gems* [WWW Document]. theguardian. URL <https://www.theguardian.com/world/2022/may/05/kharkiv-catalogues-war-toll-on-architectural-gems-historic-buildings-ukraine>, ultima consultazione 11 settembre 2023.

Kudelko, S., n.d. *History of Kharkiv* [WWW Document]. URL <https://www.city.kharkiv.ua/en/o-xarkove/istoriya/istoricheskij-ocherk.htm>, ultima consultazione 6 ottobre 2022.

La nuova Agenda 2030 [WWW Document], n.d. . ONU. URL <https://unric.org/it/agenda-2030/>, ultima consultazione 07 luglio 2023.

Le Pandemie Influenzali del Ventesimo Secolo [WWW Document], 2010. . Istituto superiore della Sanità. URL <https://www.epicentro.iss.it/passi/storiePandemia#:~:text=Nel%20ventesimo%20secolo%20si%20sono,Spagnola%2C%20Asiatica%20e%20Hong%20Kong>, ultima consultazione 9 aprile 2023.

Le pandemie nella storia: dal vaiolo del ‘500 al Covid-19 [WWW Document], 2020. . Fondazione veronesi. URL <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/articoli/lesperto-risponde/le-pandemie-nella-storia-dal-vaiolo-del-500-al-covid-19>, ultima consultazione 13 febbraio 2023.

LEED credit library [WWW Document], n.d. . LEED. URL <https://www.usgbc.org/credits>, ultima consultazione 8 marzo 2024.

LEED rating system [WWW Document], n.d. . U.S. Green Building Council. URL <https://www.usgbc.org/leed>, ultima consultazione 8 marzo 2024.

LEED v4.1 [WWW Document], n.d. . U.S. Green Building Council. URL <https://www.usgbc.org/leed/v4.1>, ultima consultazione 8 marzo 2024.

Lista di terremoti [WWW Document], n.d. URL https://it.wikipedia.org/wiki/Lista_di_terremoti, ultima consultazione 9 gennaio 2023.

Local architects to contribute to the development of the new master plan for Kharkiv [WWW Document], 2022. . unece. URL <https://unece.org/media/Housing-and-Land-Management/news/368159>, ultima consultazione 5 aprile 2023.

Maiztegui, B., 2020. *Architecture for Emergencies: On-site Construction or Prefabrication?* [WWW Document]. archdaily. URL <https://www.archdaily.com/939936/architecture-for-emergencies-on-site-construction-or-prefabrication>, ultima consultazione 5 agosto 2023.

Maps: Tracking the Russian Invasion of Ukraine [WWW Document], 2023. NyTimes. URL <https://www.nytimes.com/interactive/2022/world/europe/ukraine-maps.html>, ultima consultazione 17 agosto 2023.

Masae analytics [WWW Document], n.d. . masae-analytics. URL <https://www.masae-analytics.com/what-we-do>, ultima consultazione 23 novembre 2023.

Massimo, T., n.d. *Massimo Tadi’s Lab* [WWW Document]. Research gate. URL <https://www.researchgate.net/lab/Massimo-Tadi-Lab>, ultima consultazione 7 settembre 2023.

Minimum energy performance [WWW Document], n.d. . U.S. Green Building Council. URL <https://www.usgbc.org/credits/retail-new-construction/v4/ea103>, ultima consultazione 4 gennaio 2023.

Moduli Abitativi d’Emergenza SAFEHOUSE [WWW Document], n.d. . supercanali. URL <https://www.supercanali.it/6moduli-abitativi/>, ultima consultazione 24 maggio 2023.

Neter, E., Boehnke, K., n.d. *Special Issue on: “War in Europe, again? Adversity, coping, and resilience”* [WWW Document]. URL <https://iaap-journals.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/17580854/homepage/cfp-adversity-coping-resilience>, ultima consultazione 30 apile 2023.

New Ukrainian cities and villages start here [WWW Document], n.d. . Restart Ukraine. URL <https://restartukraine.io/>, ultima consultazione 30 apile 2023.

Ossenbach, S., 2020. *Architettura resistente ai disastri: come la progettazione può limitare i rischi* [WWW Document]. URL <https://blog.dormakaba.com/it/architettura-resistente-ai-disastri-come-la-progettazione-puo-limitare-i-rischi/>, ultima consultazione 2 novembre 2023.

O’Sullivan, F., 2022. *A Vision to Build a City of Refugees in Ukraine* [WWW Document]. URL <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-05-12/temporary-villages-could-shelter-ukraine-s-war-refugees>, ultima consultazione 11 maggio2023.

Painting from a new perspective [WWW Document], n.d. . Tilt Blush. URL <https://www.tiltbrush.com/>, ultima consultazione 8 novembre 2022.

Pané, G.H., 2020. *Le grandi pandemie della storia* [WWW Document]. URL https://www.storicang.it/a/le-grandi-pandemie-della-storia_14759, ultima consultazione 2 marzo 2023.

Patrick, C., n.d. *LEED points and cove.tool* [WWW Document]. cove.tool. URL <https://help.covetool>.

[com/en/articles/2780801-leed-points-and-cove-tool](https://www.unece.org/media/Housing-and-Land-Management/news/368159), ultima consultazione 1 marzo 2023. *Prima del Coronavirus: le pandemie ed epidemie dal ‘900 a oggi* [WWW Document], 2020. . fondazionehumanitarisricerca. URL <https://fondazionehumanitarisricerca.it/prima-del-coronavirus-le-pandemie-ed-epidemie-dal-900-a-oggi/>, ultima consultazione 12 luglio 2023.

Pšeničková, J., 2022. *Improvvisato ma, dignitoso. Gli architetti ucraini hanno presentato città modulari per i rifugiati* [WWW Document]. forbes. URL <https://forbes.cz/provizorni-ale-dustojne-ukrajinsky-architekt-predstavil-modularni-mesta-pro-uprchliky/>, ultima consultazione 15 aprile 2023.

RAINEY, K.G., 2022. *Special Report on the Humanitarian Disaster in Ukraine* [WWW Document]. URL <https://www.riskandresiliencehub.com/special-report-on-the-humanitarian-disaster-in-ukraine/>, consultazione 18 ottobre 2023.

RAMIS, S., MICHEL, E., 2023. *Russia-Ukraine War: Impact On Civilians* [WWW Document]. barrons. URL <https://www.barrons.com/news/russia-ukraine-war-impact-on-civilians-d35ff743>, ultima consultazione 29 dicembre 2022.

Recovery and reconstruction of Ukraine [WWW Document], n.d. EU. URL https://eu-solidarity-ukraine.ec.europa.eu/eu-assistance-ukraine/reconstruction-ukraine_en, ultima consultazione 18 ottobre 2023.

Re:create [WWW Document], n.d. URL <https://recreateua.com/gallery/Kharkiv>, ultima consultazione 18 ottobre 2023.

Redazione, 2022. *Il legame tra architettura ed emozioni. La ricerca NuArch su Scientific Reports* [WWW Document]. Ocio - Lombardini22. URL <https://ocio.lombardini22.com/post/il-legame-tra-spazio-e-corpo>, ultima consultazione 22 agosto 2023.

RELIEF HOUSING UNIT (RHU) [WWW Document], n.d. . bettershelter. URL <https://shop.bettershelter.org/products/hemma-a-better-shelter>, ultima consultazione 18 ottobre 2023.

Relief Housing Unit (RHU) [WWW Document], n.d. . bettershelter. URL <https://bettershelter.org/rhu/>, ultima consultazione 6 aprile 2023.

RE:UKRAINE HOUSING [WWW Document], n.d. . balbek. URL <https://www.balbek.com/reukraine-eng>, ultima consultazione 27 agosto 2023.

Riverclak sistemi fotovoltaici [WWW Document], n.d. . riverclack. URL <http://www.riverclack.com/it/solar.html>, ultima consultazione 7 ottobre 2023.

Shestopalov, S., 2022. *Incredible Art Nouveau Architecture of Kharkiv... and the War How much of Kharkiv will survive the 2022 Russian invasion?* [WWW Document]. URL <https://medium.com/5-a-m/kharkiv-art-nouveau-and-war-508b3fe879fe>, ultima consultazione 19 ottobre 2023.

Shower Loop Open Source - Open Hardware - Ecological - Economical. [WWW Document], n.d. URL <https://showerloop.cc/>, ultima consultazione 28 gennaio 2024.

Showerloop - Guide 1: Overview [WWW Document], n.d. . wikifab. URL <https://wikifab.org/wiki/>, ultima consultazione 28 gennaio 2024.

Showerloop [WWW Document], n.d. URL <https://showerloop.org/>, ultima consultazione 28 gennaio 2024.

Smahina, A., 2022. “We worked like sappers on a minefield”: how Art Therapy Center in Rivne helps IDP children and their parents [WWW Document]. URL <https://rubryka.com/en/article/art-therapy-center-rivne/>, ultima consultazione 2 aprile 2023.

Supporting community through the war in Ukraine [WWW Document], 2022. . sportanddev. URL <https://www.sportanddev.org/en/article/news/supporting-community-through-war-ukraine>, ultima consultazione 3 gennaio 2023.

The Intergovernmental Panel on Climate Change [WWW Document], n.d. . ipcc. URL <https://www.ipcc.ch/>, ultima consultazione 30 marzo 2023.

The Paris Agreement [WWW Document], n.d. . United Nations. URL <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>, ultima consultazione 22 settembre 2023.

The UN Agenda 2030 for Sustainable Development [WWW Document], n.d. Agenzia per la Coesione Territoriale. URL <https://www.agenziacoesione.gov.it/comunicazione/agenda-2030-per-lo-sviluppo-sostenibile/?lang=en>, ultima consultazione 22 settembre 2023.

Tiahnyriadno, L., 2022. Psychologists at war: how team of therapists helps residents of liberated communities survive horrors of russian occupation [WWW Document]. URL <https://rubryka.com/en/article/psychologists-and-war/>, ultima consultazione 22 settembre 2023.

Timeline - EU response to Russia’s invasion of Ukraine [WWW Document], n.d. . European Council, Council of the European Union. URL <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-response-ukraine-invasion/timeline-eu-response-ukraine-invasion/>, ultima consultazione 4 maggio 2023.

Trauma-informed Design Society [WWW Document], 2022. . tid. URL <https://traumainformedesign.org/>, ultima consultazione 24 luglio 2023.

Tropical Cyclone Names [WWW Document], n.d. . National hurricane center and central pacific hurricane center. URL <https://www.nhc.noaa.gov/aboutnames.shtml>, ultima consultazione 14 marzo 2023.

Ukraine Datasets [WWW Document], n.d. URL <https://www.imf.org/external/datamapper/profile/UKR>, ultima consultazione 30 settembre 2023.

Ukraine Gridded Population [WWW Document], n.d. URL <https://worldmapper.org/maps/gridded-population-ukr/>, ultima consultazione 30 settembre 2023.

Ukraine introduces priority urban planning measures to overcome the war consequences [WWW Document], 2022. . cms-lawnow. URL <https://www.cms-lawnow.com/ealerts/2022/06/ukraine-introduces-priority-urban-planning-measures-to-overcome-the-war-consequences>, ultima consultazione 17 gennaio 2023.

Ukraine Recovery and Reconstruction Needs Estimated \$349 Billion [WWW Document], n.d. URL <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/09/09/ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-estimated-349-billion> ultima consultazione 17 gennaio 2023.

Ukraine [WWW Document], 2023. . cia. URL <https://www.cia.gov/the-world-factbook/countries/ukraine/>, ultima consultazione 30 settembre 2023.

Ukraine [WWW Document], n.d. . International Agency for Research on Cancer. URL <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/804-ukraine-fact-sheets.pdf>, ultima consultazione 30 settembre 2023.

Ukraine [WWW Document], n.d. . the world bank. URL <https://data.worldbank.org/country/UA>, ultima consultazione 30 settembre 2023.

Ukraine [WWW Document], n.d. . Weather Online. URL <https://www.woespana.es/reports/climate/Ukraine.htm>, ultima consultazione 30 settembre 2023.

UN4Kharkiv: Integrated Rehabilitation of Settlements (Territories) in Ukraine With a pilot project in the city of Kharkiv [WWW Document], n.d. . unece. URL <https://unece.org/housing/un4kharkiv>, ultima consultazione 27 settembre 2023.

UNECE to coordinate UN Task Force on new Master Plan for the city of Kharkiv [WWW Document], 2022. URL <https://unece.org/media/Housing-and-Land-Management/press/367310>, ultima consultazione 1 novembre 2023.

UNHCR, n.d. *Ukraine Reugee Situation* [WWW Document]. URL <https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine>, ultima consultazione 1 novembre 2023.

Urban warfare [WWW Document], n.d. . HUMANITARIAN LAW AND POLICY. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/urban-warfare/>, ultima consultazione 21 ottobre 2023.

Voller, F., Innocenti, F., Gemmi, F., n.d. *La letalità del nuovo coronavirus* [WWW Document]. ARS Toscana. URL <https://www.ars.toscana.it/aree-d'intervento/la-salute-di/2-articoli/4256-mortalita-nuovo-coronavirus-2019-ncov-cina.html#:~:text=La%20letalit%C3%A0%20complessiva%20si%20attesta,altro%20coronavirus%20che%20si%20%C3%A8>, ultima consultazione 12 aprile 2023.

Vibing Together: Dance Experiences in Social Virtual Reality, 2022, https://www.youtube.com/watch?v=V9T_al2v8fo, ultima consultazione 17 novembre 2022.

WAR CRIMES WATCH UKRAINE [WWW Document], 2023. pbs. URL <https://www.pbs.org/wgbh/frontline/interactive/ap-russia-war-crimes-ukraine/?facets=Kharkiv%7C%7C>, ultima consultazione 22 novembre 2023.

War, law and the environment [WWW Document], n.d. . HUMANITARIAN LAW AND POLICY. URL <https://blogs.icrc.org/law-and-policy/category/special-themes/war-law-environment/>, ultima consultazione 28 ottobre 2023.

WFMT: Music Therapy CrISIS Support, 2022, https://www.youtube.com/watch?v=Qey0qsHl5gk&fbclid=IwAR0R0qJByDqFM0mXb8E6RkmUreXqco6wjOWxQ3oWO_IxAsJ1gl2sixfCbDo, ultima consultazione 17 novembre 2022.

What is different about crises in cities? Humanitarian crises in urban environments are complex and require effective, context-specific approaches to addressing vulnerability and risk reduction, preparedness and response. [WWW Document], n.d. . global alliance for urban crISIS. URL <https://www.urbancrises.org/>, ultima consultazione 9 aprile 2023.

What Is Research Methodology? (Why It’s Important and Types) [WWW Document], 2022. URL <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/research-methodology>, ultima consultazione 12 marzo 2023.

Wiley, O., 2022. *How to preserve a child’s physical and mental health during the war. Experience of leading psychologists* [WWW Document]. URL <https://rubryka.com/en/article/child-health-during-war/>, ultima consultazione 28 settembre 2023.

York, J., 2022. *Fighting for the future: Ukraine tackles rebuilding cities destroyed by war* [WWW Document]. france24. URL <https://www.france24.com/en/europe/20220516-fighting-for-the-future-ukraine-tackles-rebuilding-cities-destroyed-by-war>, ultima consultazione 14 maggio 2023.

Бомбосховища та укриття нанесли на карту Харкова [WWW Document], 2022. URL <https://api.visicom.ua/uk/posts/harkivmap260122>, ultima consultazione 3 gennaio 2024. Геопортал Харкова [WWW Document], n.d. URL <https://smart.citynet.kharkov.ua/>, ultima consultazione 3 gennaio 2024.

Карта Харькова [WWW Document], n.d. URL <https://gid.turtella.ru/Ukraine/Kharkiv/map/>, ultima consultazione 14 luglio 2023.

На випадок блекауту у Харкові працюватиме 34 тимчасові автобусні маршрути: Мапа та графік [WWW Document], 2022. URL <https://dumka.media/ukr/suspilstvo/1669390559-na-vipadak-blekautu-u-harkovi-pratsyuvatime-34-timchasovi-avtobusni-marshruti-mapa-ta-grafik>, ultima consultazione 17 settembre 2023.

Новини [WWW Document], 2023. URL <https://www.city.kharkiv.ua/uk/novosti/osvta.html>, ultima consultazione 13 gennaio 2024.

Про район [WWW Document], n.d. URL <https://www.city.kharkiv.ua/uk/gorodskaya-vlast/ispolnitelnyie-organyi/rajonnyie-administraczii/shevchenkivskij-rajon/dzerzhinskij-rajon.html>, ultima consultazione 13 dicembre 2022.

Шевченківський район [WWW Document], 2016. URL <https://ppr.kharkov.ua/ua/shevchenkivskiyi-district>, ultima consultazione 3 gennaio 2024.

Normative

2021 International Energy Conservation Code (IECC) and ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019, 2021. BS EN 15978:2011 – Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method, 2011.

DIN 1989-1:2002-04 Rainwater harvesting systems - Part 1: Planning, installation, operation and maintenance, 2002.

DIN V 18599-9:2016-10 Energy efficiency of buildings - Calculation of the net, final and primary energy demand for heating, cooling, ventilation, domestic hot water and lighting - Part 9: Final and primary energy demand of power generation plants, 2016.

EN 12464-1:2021 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, 2021.

EN ISO 14044:2006+A2:2020 – Environmental management – Life cycle assessment, 2006.

Standard 90.1-2022—Energy Standard for Sites and Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, 2022.

UNI 9182:2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo, 2014.

UNI 9184:1987 Edilizia - Sistemi di scarico delle acque meteoriche - Criteri di progettazione, collaudo e gestione., 1987. UNI 10349-1:2016 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici, 2016.

UNI 10351:2021 Materiali da costruzione - proprietà termoisometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto, 2021.

UNI EN 1995-1-1:2014 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici, 1995.

UNI EN 12056-3:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici - Sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo, 2001.

UNI/TS 11300 - Prestazioni energetiche degli edifici, 2014.

UNI/TS 11445:2012 Impianti per la raccolta e utilizzo dell’acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione, 2012.

Страница 8: ДБН В.1.2-2:2006. НАВАНТАЖЕННЯ І ПЛИВИ Норми проектування (29646), 2006.

Eurocodice

Documenti e report

2022 Russia-Ukraine War: The Third-Country Student refugee Report, 2022.

A Bovary si inaugura “Peace Village” progettato da Mario Cucinella e donato da MEAN e imprese italiane, 2023.

Ackerman, F., 2012. *Problem structuring methods ‘in the Dock’: Arguing the case for Soft OR.*

Aksoy, Y., Duyan, E., 2020. CONTEMPORARY ISSUES IN ARCHITECTURE - ECOLOGY, URBAN ENVIRONMENT, EXPERIENCE.

Alvarez, J., Plantec, J.-Y., Vermeulen, M., Kolski, C., 2022. *RDU Model dedicated to evaluate needed counsels for Serious Game projects.*

Antonini, E., Giglio, F., Boeri, A., 2020. *Verso l’emergenza permanente: Design-Build-Living Reversible.*

Appiotti F., Assumma V., Bottero M., Campostrini P, Datola G., Lombardi P, Rinaldi E., 2022. *Definition of a Risk Assessment Model within a European Interoperable Database Platform (EID) for Cultural Heritage.*

Ascione, G., 2014. ARCHITETTURA E NEUROSCIENZE.

Assumma, V., 2022, *Analisi Multi-criteri*

Assumma, V., 2022, *Stakeholder analysis*

Assumma, V., 2022. *Valutazione e complessità.*

Baja, K., 2019. *GUIDE TO DEVELOPING RESILIENCE HUBS. Urban Sustainability Directors Network (USDN).*

Banar, M., Ozkan, A., Kulac, A., 2015. *Application of ANP And ELECTRE for the Assessment of Different Site Remediation Technologies.*

Bau umwelt, n.d. *EPD AGEPAN® e Greenline® OSB (Oriented Strand Board).*

Belton, V., Stewart, T., n.d. *Problem Structuring and Multiple Criteria Decision Analysis.*

Bianco, S., n.d. *Neuroscienza e amore dell’orso per la geometria.*

Biraghi, M., 2010. *Peter Eisenman. Teoria aperta.*

Bonnet, S., 2015. *Physical Rehabilitation Centres: Architectural Programming Handbook.* ICRC.

Bonzano, n.d. *Pannello OSB.*

Boyd, G.A., Linehan, D., 2012. *War + Architecture & Space.*

Brown, D., 2022. *Briefing al Consiglio di sicurezza sulla situazione umanitaria in Ucraina, New York, 21 ottobre 2022. Presented at the ucraina.*

Brownell, B., 2017. *Assessing Architecture Through Neuroscience and Psychology.*

Brundtland Report, 1987. Nazioni Unite.

Bruni, J., 2022. *The February 2022 Russian Invasion of Ukraine: The Last “Soveit War” & its global impact.*

Building urban resilience: A guide for Red Cross and Red Crescent engagement and contribution Outcome Report of the artnership on Urban Disaster Risk Reduction and Management, 2017.

Building with cross laminated timber Load-bearing solid wood components for walls, ceilings and roofs, 2010.

BUILDING WITH TIMBER - XLAM DOLOMITI, n.d.

CLT AND MASS TIMBER Solutions to design and build with solid panel systems, n.d.

CLT by Stora Enso Technical brochure, n.d.

CLT plus. Cross Laminated Timber by Theurl, n.d.

Cluster Coordination Performance Monitoring - Action Plan 2022, 2023.

Come la forma dell’architettura influisce sulle emozioni, 2021.

COMMERCIAL BUILDINGS ENERGY CONSUMPTION SURVEY (CBECS), 2003.

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS - UKRAINE RELIEF AND RECONSTRUCTION, 2022.

Danger, R., 2018. Dance Movement Therapy (D/MT) and the Use of Music for First Grade Students with a History of Trauma at an Urban School.

David Barnard-Wills, Cerwyn Moore, Joel McKim, 2012. Introduction: Spaces of Terror and Risk (No. 15(2)), Space and culture.

De Ramos e Paula, L.E., Trugilho, P.F., Napoli, A., Bianchi, M.L., 2011. CHARACTERIZATION OF

RESIDUES FROM PLANT BIOMASS FOR USE IN ENERGY GENERATION.

Designazione dell’Ucraina per lo status di protezione temporanea, 2022.

Di Maro, A., 2016. *LE NEUROSCIENZE APPLICATE ALL’ARCHITETTURA: GLI ELEMENTI.*

Eberhard, J.P., 2009. *Applying Neuroscience to Architecture.*

ekolution, n.d. *EPD EKOLUTION® HEMP FIBRE INSULATION.*

Emergency Preparedness and Response Section (EPRS), 2007. *Handbook for Emergencies (No. 3).* UN High Commissioner for Refugees (UNHCR).

EU solidarity with Ukraine, 2024.

Evans, M., 2016. *Future war in cities: Urbanization’s challenge to strategic studies in the 21st century (No. 98).*

Figueira, J., n.d. *ELECTRE METHODS.*

Galanti, M.A., 2016. *La sana ambivalenza delle emozioni e la musica.*

Gallese, V., 2017. *Intervista su Architettura e Neuroscienze con Sarah Robinson.*

Garcia, A.M., 2020. *Empathy in Architecture: Using Trauma-Infomed Design to Promote Healing.*

Gauthier, A., Porayska-Pomsta, K., Mayer, S., Dumontheil, I., Farran, E.K., Bell, D., Mareschal, D., 2022. *Redesigning learning games for different learning contexts: Applying a serious game design framework to redesign Stop & Think.*

Guest, G., Cherubini, F., Stromman, A., 2012. *Global Warming Potential of Carbon Dioxide Emissions from Biomass tored in the Anthroposphere and Used for Bioenergy at End of Life.*

Himmelfarb, A., 2023. *UKRAINE RAPID DAMAGE AND NEEDS ASSESSMENT.*

HUMANITARIAN RESPONSE PLAN UKRAINE, 2023.

Humanitarian Shelter and Settlements Guidelines - DG ECHO Thematic Policy Document (No. 9), 2017. European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations.

Hunton, n.d. *EPD Hunton Trefiberisolasjon PlateTM.*

Ibu, n.d. *EPD Mehrschichtparkett Parador GmbH.*

Impact of Russia’s invasion of Ukraine on the markets: EU response, n.d.

Imperadori, M., 2022. *Innovazione per l’emergenza.*

Infographic - *EU temporary protection for displaced persons, n.d.*

International review of Red Cross (No. 924), 2023. , International Review of the red cross.

Internorm, n.d. *KF 310 FINESTRE IN PVC-ALLUMINIO.*

Karaoglan Cemre, F., Alacam, S., 2018. *Design of a Post-Disaster Temporary Living Space Through the Use of Shape Evolution.*

Kharkiv Damage Assessment Overview, 2022.

Kharkiv location profile, 2023.

Khavanin, A., Mortazavi, B., Seyyed, O.A., 2017. *Selection of the optimal method for analysis of accidents in petroleum industry using fuzzy ANP and TOPSIS multi – criteria decision methods.*

Knauf, n.d. *Lastra in gesso rivestito Knauf Idroignilastra® GKFI (HF).*

Korzeniowska-Bihun, A., 2021. *City in conflict - Kharkiv- Ukraine.*

Krechmarovskaya, N., *Источник: <https://kharkov.comments.ua/news/war/2022/14019-v-harkovskoy-oblasti-otkryli-punkti-nezlamnosti-karta.html>*, © Comments.ua, 2022. *В Харьковской области работают “пункти незламності” (КАРТА).*

La Rosa, M., 2020. *Introduzione alla neuroarchitettura: cos’è e come migliora la qualità della vita.*

Langer, T., Weber, M., Eisenführ, F., 2010. *Rational Decision Making.*

Ledur, J., Karklis, L., Mellen, R., Alacantara, C., Steckelberg, A., 2023. *Follow the 600-mile front line between Ukrainian and Russian forces.*

Lee, N.-Y., Lee, D.-K., Lee, H.-S., 2014. *Effect of virtual reality dance exercise on the balance, activities of daily living, and depressive disorder status of Parkinson’s disease patients.*

LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, 2019.

Liu, Y.-C., Chang, C.-L., 2018. *The Application of Virtual Reality Technology in Art Therapy: A Case of Tilt Brush.*

Martìn, I., 2022. *The War in Ukraine: A migration CrISIS Like No Other.*

Marttunen, M., n.d. *Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in Practice: A literature Review of Method Combinations.*

Media advisory: Briefing by United Nations agencies on the humanitarian response to support people impacted by the war in Ukraine, 2022.

Ministry of Emergency Situations of Ukraine, n.d. EMERGENCY RESPONSE SYSTEM IN UKRAINE AND THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF UKRAINE TASKS.

Moelven, n.d. EPD Sibirsk lerk.

Muir, M., Oesterle, M., Amber, G., Pew, J., 2022. Detroit Resilience Hub Framework: Best Practices for the Implementation of Resilience Hubs in Detroit, Michigan.

Myagmartseren, P., Buyandelger, M., Brandt, A., 2017. Implications of a Spatial Multicriteria Decision Analysis for Urban Development in Ulaanbaatar, Mongolia.

Mysak, N., Meuser, P., 2022. New European Bauhaus Housing Urgency in Ukraine (Project A).

Naturaliabau, n.d. NATURATHERM HD.

Naturaliabau, n.d. NATURATHERM.

Naturaliabau, n.d. NATURAHANF FLEX.

New European Bauhaus From concept to action, n.d.

NGDC/WDS Global Historical Tsunami Database, n.d.

Niemeyer, M., Kozub, N., 2022. New European Bauhaus Circular Housing in Ukraine (Project B).

NuArch - Come la forma dell'architettura influisce sulle emozioni, 2020.

OCHA, 2023. UKRAINE 2022 Flash Appeal: Funding Snapshot As of 21 February 2023.

OCHA, 2022a. Ukraine: Situation Report, 16 Nov 2022. OCHA.

OCHA, 2022b. UKRAINE – ESCALATION OF ATTACKS ACROSS THE COUNTRY (No. 6). OCHA.

OCHA, 2022c. Ukraine: Situation Report, 21 Sep 2022. OCHA.

OCHA, 2022d. Ukraine: Situation Report, 14 Sep 2022. OCHA.

OCHA, 2022e. Ukraine CrISIS Response Summary (24 February - 1 August 2022).

OCHA, 2022f. UKRAINE 5W OPERATION PRESENCE AS 31 DECEMBRE 2022.

OCHA, n.d. Ucraina: piano di risposta umanitaria (febbraio 2023) [EN/UK].

OCHA, n.d. Humanitarian supplies and pipeline.

One year of emergency healthcare in war-torn Kharkiv, 2023.

Onniboni, L., n.d. Neuroarchitettura, il valore delle neuroscienze applicate all'Architettura.

Pasenen, P., Castro, R., 2019. Carbon Heroes Benchmark Program – whole building embodied carbon profiling.

Pereira Basilio, M., Pereira, V., Gomes Costa, H., Santos, M., Ghosh, A., 2022. A systematic Review of the Applications of Multi-criteria Decision Aid Methods (1977-2022).

Pittau, F., 2022. La metodologia Life CycleAssessmentLCA.

Promoting resilience in situations of conflict and fragility (No. 4), 201, EU.

Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia, 2014. . Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Roma.

Rebuild Ukraine, un piano di ricostruzione post-confitto, 2022.

Red Stag, n.d. EPD Sawn and Planed Timber.

Refugee Housing Unit – RHU, n.d. UNHCR.

Riverclack, n.d. SOLAR DECK/ VERSATILITÀ.

Riwega, n.d. USB Drenlam Light.

Robinson, S., Pallasmaa, J., 2021. LA MENTE IN ARCHITETTURA - Neuroscienze, incarnazione e il futuro del design.

Roche, J., 2020. SUPPORTIVE HOUSING PROJECTS.

Rothoblaas, n.d. VAPOR 150.

Rothoblaas, n.d. TRASPIR EVO UV ADHESIVE 250.

Rothoblaas, n.d. TRASPIR EVO UV 210.

Rusu, M., 2020. The War in Ukraine explained.

Ruzzon, D., 2020. TUNED - neuroscience applied to architectural design. Saglar Onay, N., n.d. Interior solutions for standard emergency architecture.

Sandro, S., 2019. Dispensa 5a - La valutazione degli investimenti ambientali.

Santoni, n.d. Riscaldamento elettrico GRID.

Santorio, F.S., Aelbrecht, P., Kamalipour, H., Frank, A., 2021. Towards an antifragile urban form: a research agenda for advancing resilience in the built environment.

Scholten, L., Kapelan, Z., Mittal, A., 2022. A review of serious games for urban water management decisions: current gaps and future research directions.

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, 2015.

Shelter/ NFI Cluster Ukraine. 2022 Response Dashboard, n.d.

Social Protection for Recovery, 2022. . WORLD BANK ECA ECONOMIC UPDATE FALL 2022.

sonnen, n.d. SISTEMA DI ACCUMULO sonnenBatterie hybrid 9.53.

Special report, Russia's war on Ukraine, one year on, 2023.

Stigsdotter, U.K., Grahn, P., 2022. What Makes a Garden a Healing Garden?

Stoppani, T., 2016. Architecture and Trauma.

Stouhi, D., 2021. Form Follows Feeling: Trauma -Informed Design and the Future of Interior Spaces.

SUPPORT UKRAINE RECOVERY - INTRODUCING THE ILO SERVICE OFFER, 2022.

Thomas, S.C., Martin, A.R., 2012. Carbon Content of Tree Tissues: A Synthesis.

Udjaja, Y., Ramdhan, D., 2023. Experiential game learning design framework: mechanical content of serious game.

Ukraine - Infographic, August 2022, 2022.

Ukraine Humanitarian Contact List Humanitarian Contact List: Sign up with OCHA, n.d.

Ukraine: Humanitarian Response: Estimated People Reached (as of 15 September 2022), 2022.

UNCDF, 2022. FINANCING INFORMATION BRIEF Kharkiv City, Ukraine.

Villa, F., 2022. OLTRE 7 PROFUGHI UCRAINI SU 10 SOFFRONO DI ANSIA E 8 SU 10 NON RIESCONO PIÙ A IMMAGINARE IL FUTURO. XLAM DOLOMITI, n.d. XLAM.

Yang, L., Gueroui, A., Halada, M.D., n.d. Application of fabricated temporary architecture during emergency situations.

Yeloyeva, A., 2018. Kharkov city analysis.

Zaremba, K., Solodkyi, S., 2018. SILENCE OF KHARKIV: KHARKIV DIMENSION OF EUROPEAN INTEGRATION.

Оцінка впливу війни на людей, 2023. Programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo (UNDP). ПУНКТ НЕЗЛАМНОСТІ, n.d.

Articoli

Ali Shah, S.N., Majeed, G., Akmal Ali, R., Hussain, T., 2022. Russia-Ukraine CrISIS and Its Impact on South Asia. <https://doi.org/10.47067/ramss.v5i2.219>.

Azzazy, S., Ghaffarianhoseini, A., GhaffarianHoseini, A., Naismith, N., Dobarjeh, Z., 2020. A critical review on the impact of built environment on users' measured brain activity. ARCHITECTURAL SCIENCE.

REVIEW VOL. 64, NO. 4, 319–335. <https://doi.org/10.1080/00038628.2020.1749980>.

Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A., Gramann, K., 2017. Walking through Architectural Spaces: The Impact of Interior Forms on Human Brain Dynamics. Front. Hum. Neurosci. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00477>.

Barron, H., Ward, E., 1994. SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement.

Blecic', I., Cecchini, A., 2018. Planning for Antifragility and Antifragility for Planning.

Bower, I., Richard, T., Enticott, P.G., 2019. Impact of built environment design on emotion measured via neurophysiological correlates and subjective indicators: A systematic review.

Buhaug, H., Benjaminsen, T.A., Gilmore, E.A., 2022. CLIMATE-DRIVEN RISKS TO PEACE OVER THE 21ST CENTURY.

Caridwen, O., Crane, J., 2012. Trauma-Informed Design of Supported Housing: A Scoping Review through the Lens of Neuroscience.

Chan, H.-S., Chu, H.-Y., Chen, M.-F., 2022. *Effect of horticultural activities on quality of life, perceived stress, and working memory of community-dwelling older adults*. Geriatric Nursing Volume 48.

Coaffee, J., Sassen, S., Harb, M., Greenberg, M., n.d. *A Balanced Response? The Quest for Proportionate Urban Security*. INTERNATIONAL JOURNAL OF URBAN AND REGIONAL RESEARCH 2017.

Coburn, A., Vartanin, O., Chatterjee, A., 2017. *Buildings, Beauty, and the Brain: A Neuroscience of Architectural Experience*. Journal of Cognitive Neuroscience.

Dahan, K.B., Bradley, S.E., Arriola, N.B., Downs, K., 2021. *Blocking out the rabbit holes: Photovoice and community gardening as a healing space for veterans*. Wellbeing space & society Volume 2.

De Piva, A., 2018. *Neuroscience for Architecture: How Building Design Can Influence Behaviors and Performance*. Journal of Civil Engineering and Architecture 12. <https://doi.org/10.17265/1934-7359/2018.02.007>.

Dhanesh, G.S., Rahman, N., 2021. *Visual communication and public relations: Visual frame building strategies in war and conict stories*. Public Relations Review Volume 47.

Ellard, C., 2020. *Neuroscience, Wellbeing, and Urban Design: Our Universal Attraction to Vitality*.

Emergency and relief architecture. Motivation and guidelines for temporary shelters., n.d. 329.

Espeso, C.S.-R., 2022. *From safe places to therapeutic landscapes: The role of the home in panic disorder recovery, in Wellbeing space & society*. Wellbeing space & society.

Esposito De Vita, G., Trillo, C., Martinez- Perez, A., 2016. *Community planning and urban design in contested places. Some insights from Belfast*.

Esteky, S., Wooten, D.B., Bos, M.W., 2021. *Illuminating illumination: Understanding the influence of ambient lighting on prosocial behaviors*. Journal of Environmental Psychology.

F. Hutton Barron, Bruce E. Barrett, n.d. *The efficacy of SMARTER - Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking*.

Figueira, J.R., Greco, S., Roy, B., 2021. *Electre-Score: un primo metodo basato sull'outranking per le azioni di punteggi*.

Gill, A.Q., Alam, S.L., Eustace, J., 2015. *Social Architecture: An Emergency Management Case Study*. Gill, N., 2019. *The Importance Of Trauma-Informed Design*.

Havlick, D.G., Cervený, L.K., Derrien, M.M., 2021. *Therapeutic landscapes, outdoor programs for veterans, and public lands*. Social Science & Medicine.

Ketchum, P.A.H.-, Marck, P., Reutter, L., Halpenny, E., 2011. *Strengthening access to restorative places: Findings from a participatory study on engaging with nature in the promotion of health*. Health & Place

Volume 17.

Kotak, H., 2023. *Feature Friday: Federica Sanchez*.

Kravchenko, V., 2020. *Borderland City: Kharkiv*.

Küller, R., Mikellides, B., Janssens, J., 2009. *Color, Arousal, and Performance-A Comparison of Three Experiments*. <https://doi.org/10.1002/col.20476>.

Lengen, C., 2015. *The effects of colours, shapes and boundaries of landscapes on perception, emotion and mentalising processes promoting health and well-being*.

Lucchini, M., Bonenberg, A., 2022. *A common ground between neurosciences and architectural design: empathy, embodiment, emotion*. Space Form|Przestrzen i Forma 50. <https://doi.org/> <http://doi.org/10.21005/pif.2022.50.B-01>.

Musiaka, Ł., Sudra, P., Spórna, T., 2021. *Spatial Chaos as a Result of War Damage and Post-War Transformations*. Example of the Small Town of Węgorzewo.

Nikookar, E., Varsei, M., Wieland, A., 2021. *Gaining from disorder: Making the case for antifragility in purchasing and supply chain management*.

Posokhov, S., Rachkov, Y., 2020. *Kharkiv As a University City: The Evolution of Symbolic Space*. <https://doi.org/10.21226/ewjus571>.

Rapuano, M., Ruotolo, F., Ruggero, G., Masullo, M., Maffei, L., Galderisi, A., Palmieri, A., Iachini, T., 2022. *Spaces for relaxing, spaces for recharging: How parks affect people's emotions*. Journal of environmental psychology.

Redazione online, 2015. *I peggiori terremoti degli ultimi 10 anni*.

Rentschler, J., Salhab, M., Jafino, B.A., 2022. *Flood exposure and poverty in 188 countries*.

Reti di distribuzione acqua calda e fredda sanitaria: dal progetto all'applicazione, 2020. 59.

Ricci Sargentini, M., 2022. *Sasha Anisimova: «Disegno com'era la vita nella mia Kharkiv distrutta dalle bombe. E sogno di tornarci»*. Corriere della sera.

Rizzi, D., Ciuffo, G., Landoni, M., Mangiagalli, M., Ionio, C., 2023. *Psychological and environmental factors influencing resilience among Ukrainian refugees and internally displaced persons: a systematic review of coping strategies and risk and protective factors*. Frontiers in Psychology. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1266125>.

Schmidt, K., Aumann, I., Hollander, I., Damm, K., Graf von der Schulenburg, J.-M., 2015. *Applying the Analytic Hierarchy Process in healthcare research: A systematic literature review and evaluation of reporting*. <https://doi.org/DOI.10.1186/s12911-015-0234-7>.

Serlin, I.A., 2020. *Dance/Movement Therapy: A Whole Person Approach to Working with Trauma and Building Resilience*. American Journal of Dance Therapy.

Shemesh, A., Talmon, R., Karp, O., Amir, I., Bar, M., Grobman, Y.J., 2017. *Affective response to architecture – investigating human reaction to spaces with different geometry* Architectural Science Review. <https://doi.org/10.1080/00038628.2016.1266597>.

Sobhaninia, S., Amirzadeh, M., Lauria, M., Sharifi, A., 2023. *The relationship between place identity and community resilience: Evidence from local communities in Isfahan, Iran*.

Souza, E., 2023. *How Colors Change the Perception of Interior Spaces*.

Stoppani, T., n.d. *The architecture of the disaster*.

Stowell, D.R., Owens, G.P., Burnett, A., 2018. *A pilot horticultural therapy program serving veterans with mental health issues: Feasibility and outcomes*.

Taherdoost, H., 2017. *Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP): A Step by Step Approach*.

Thompson, C.W., 2010. *Linking landscape and health: The recurring theme*. Landscape and Urban Planning Volume 99.

Trent, S., 2022. *As bombs fall, a Ukrainian professor teaches economics — and survival*. The Washington Post.

Turner, G., 2014. *Is global collapse imminent?* MSSI Research Paper No. 4.

Turner, G., 2012. *On the cusp of global collapse? Updated comparison of the Limits to Growth with historical data*. GaiA 116–124.

Valenti, A., 2009. *Architettura per l'emergenza Progetti senza frontiere. Case d'urgenza per affrontare calamità e disastri*.

Vartanin, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L.B., Gonzalez-Mora, J.L., Leder, H., Modrono, C., Nadal, M., Rostrup, N., Skov, M., 2014. *Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.11.006>.

Wang, H., Wang, Z., Newman, G., 2018. *Urban Planning as an Extension of War Planning: The Case of Shenyang, China, 1898-1966*. Wang, S., Sanches de Oliveira, G., Djebbara, Z., Gramann, K., 2022. *The Embodiment of Architectural Experience: A Methodological Perspective on Neuro-Architecture*. Front. Hum. Neurosci. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.833528>.

Zhurzhenko, T., 2015. *The Fifth Kharkiv*. New Eastern Europe.

INDICE DELLE FIGURE



Indice delle figure

Capitolo 2

Figura 02.1: Vançon e Levine	14
Figura 02.2: Kemal Jufri, Inondazione Indonesia, 2018	20
Figura 02.3: Rifugiati nella stazione di Kiev, 2022	22
Figura 02.4: Coordinazione emergenze UNHCR	24
Figura 02.5: Federico Del Bene, Lobos Island desertification, 2006	32
Figura 02.6: David Ramos, Paziente di una casa di cura che mostrava sintomi di Coronavirus	33
Figura 02.7: Foto eruzione Etna, 2022	35
Figura 02.8: Gianatti, foto frana a Forcola sulla Provinciale	36
Figura 02.9: Gli incendi boschivi in Messico, 2022.	36
Figura 02.10: Alfred Sisley, dettaglio di Inondazione di Port-Marly, 1876	37
Figura 02.11: Mappa dei paesi con il più alto rischio di alluvione per popolazione colpita, 2022.	38
Figura 02.12: Giovanni Battista Tinti, particolare affresco Pinacoteca Comunale di Cento, 1558-1604	39
Figura 02.13: Mappa dei principali terremoti degli ultimi anni	40
Figura 02.14: Terremoto e maremoto dell'Oceano Indiano (Sumatra) - Indonesia	41
Figura 02.15: Terremoto del Kashmir - Pakistan	41
Figura 02.16: Terremoto del Sichuan - Cina	42
Figura 02.17: Terremoto dell'Aquila - Italia	42
Figura 02.18: Terremoto di Haiti	43
Figura 02.19: Terremoto di Sumatra - Indonesia	43
Figura 02.20: Terremoto del Maule - Cile	44
Figura 02.21: Matthew M. Bradley, Terremoto e maremoto del Tōhoku - Giappone	44
Figura 02.22: Terremoto dell'Alaska - Stati Uniti	45
Figura 02.23: Terremoto Provincia di Kahramanmaraş - Turchia - Siria	45
Figura 02.24: Scott Olsson, foto dei residenti di Dawson Springs, dopo il tornado, 2021	46
Figura 02.25: Paul Nash, Spring in the Trenches, 1917	49
Figura 02.26: Foto dell'invaso dopo la frana del Vajont del 4 Novembre 1960	53
Figura 02.27: Foto del disastro ambientale in Sri Lanka, tonnellate di prodotti chimici in mare, 2021	53
Figura 02.28: Sergio Michilini, Pellegrinaggio nucleare, 1980	54
Figura 02.29: Foto dell'isola di plastica: il Great Pacific Garbage Patch	55
Figura 02.30: Flussi nel decennio superiori a 200 mila persone. Lo spessore dei flussi è proporzionale al numero di migranti	56
Figura 02.31: Numero di persone che vivono in estrema povertà, numero di persone sotto la linea di povertà dei 2.15 dollari per giorno, 2019	57
Figura 02.32: Pietro Geranzani, l'Europa durante la pioggia II. Farfalla, 2017	59

Figura 02.33: Tendenze terroristiche tra il 2010 e il 2021	61
Figura 02.34: Emile Ducke, soldato ucraino a Mariupol	64
Figura 02.35: Tyler Hicks, Veicoli militari ucraini sul ciglio della strada fuori Severodonetsk	65
Figura 02.36: Ciclo di vita dei moduli di emergenza	66
Figura 02.37: Paper Log House - Kobe (Giappone)	67
Figura 02.38: Container CURA	68
Figura 02.39: Ospedali prefabbricati	68

Capitolo 3

Figura 03.1: La triade vitruviana	73
Figura 03.2: Alice Ghezzi, Discussione "Tuning Architecture with Humans" - Politecnico di Milano	75
Figura 03.3: Alice Ghezzi, Michaël Vrijhof durante la Conferenza "The Shapes of Human Expektations" - NAAD	77
Figura 03.4: Alice Ghezzi, Tavolo di discussione durante la Conferenza "The Shapes of Human Expektations" - NAAD	77
Figura 03.5: Trauma-informed Design Framework "Designing for Healing Dignity and Joy (2020). Shopworks Architecture Group, 14 Engineering & University of Denver Center for Housing and Homelessness Research"	79
Figura 03.6: Trauma Architecture	82
Figura 03.7: Pedro Yannucchi, Il ruolo dei colori in architettura	84

Capitolo 4

Figura 04.1: Jim Hylebroek, Operai installano nuove finestre per un complesso danneggiato	88
Figura 04.2: Felipe Dana, Cittadino cammina fra le macerie di una casa in fiamma, distrutta dopo l'attacco russo a Kharkiv	90
Figura 04.3: Serhij Zhadan - Himmel Über Charkiv (Cielo sopra Kharkiv)	92
Figura 04.4: Collage di varie testate giornalistiche in riferimento alla città di Kharkiv	93
Figura 04.5: Gli sport di gruppo e le sessioni di allenamento regolari in palestra fanno parte della vita al Centro di riabilitazione di Unbroken	99
Figura 04.6: Olha, residente a Leopoli, lavora con la fisioterapista Maria per riacquistare l'uso della mano dopo un incidente domestico	99
Figura 04.7: Jelle Krings, Cabina di un treno di evacuazione	100

Capitolo 5

Figura 05.1: Aree di progetto - Kharkiv	109
Figura 05.2: Gruppo tesi insieme a relatrice e co-relatore alla conferenza MCDA - Politecnico di Milano	130
Figura 05.3: Alice Ghezzi e Lidia Bernasconi espongono il lavoro alla conferenza MCDA - Politecnico di Milano	131

Figura 05.4: Bottero & mondini - schema del fiore di loto	134
--	-----

Capitolo 6

Figura 06.1: Il Modulo A	139
Figura 06.2: Il Modulo C	139
Figura 06.3: Aggregazione tipo 01	140
Figura 06.4: Aggregazione tipo 02	140
Figura 06.5: Aggregazione tipo 01 plus	141
Figura 06.6: Aggregazione tipo 02 plus	142
Figura 06.7: Aree configurazioni	142
Figura 06.8: Struttura delle pareti del modulo tipo A	143
Figura 06.9: Struttura delle pareti del modulo tipo A	143
Figura 06.10: Struttura delle pareti del modulo tipo C	143
Figura 06.12: Dettaglio parete esterna	144
Figura 06.13: Concept frangisole a gomito esterno - tipi di aperture	144
Figura 06.14: Arredo con forme organiche	145
Figura 06.15: Tavolino componibile	145
Figura 06.16: Configurazioni parete mobile	146
Figura 06.17: Concept moduli	147
Figura 06.18: Modulo A	148
Figura 06.19: Modulo C	148
Figura 06.20: United Nations, Sustainable Development Goals	149
Figura 06.21: United Nations, Sustainable Development Goals	149

Capitolo 7

Figura 07.1: Marina Shuyeva, 37, visita un monastero a Kiev per pregare per la sua famiglia rimasta a Kharkiv	152
Figura 07.2: Mappa globo, inquadramento Ucraina	153
Figura 07.3: Inquadramento Ucraina	155
Figura 07.4: Cartogramma della popolazione a griglia	156
Figura 07.5: Donne sconvolte durante la guerra	158
Figura 07.6: Lynsey Addario, donne in guerra	159
Figura 07.7: Finbarr O'Reilly, soldati ucraini al fronte	160
Figura 07.8: Konstantyn Liberov, Insider	161
Figura 07.9: Kharkiv - negozi chiusi e città semi-distrutta	167
Figura 07.10: Rappresentazione grafica di alcuni punti della SWOT	168
Figura 07.11: Identificazione area pilota	171

Figura 07.12: Rappresentazione grafica di alcuni punti della SWOT	172
Figura 07.13: Urban masterplan	183
Figura 07.14: Concept map	184
Figura 07.15: Ripartizione della stima dell'utenza	186
Figura 07.16: Principali specie utilizzate	189
Figura 07.17: Concept giardini terapeutici	192
Figura 07.18: Progetto di un giardino terapeutica nel distretto di Podil nella città di Kiev, dell'urbanista Mikael Colville-Andersen	195
Figura 07.19: Concept giardini terapeutici	196

Capitolo 8

Figura 08.1: Organigramma funzionale	201
Figura 08.2: Configurazioni pareti mobili - centro d'ascolto	203
Figura 08.3: Concept 3D configurazioni pareti mobili - centro d'ascolto	204
Figura 08.4: Concept 3D - configurazioni colori pareti - centro d'ascolto configurazione 01	204
Figura 08.5: Colori e materiali finiture - alcuni esempi	205
Figura 08.6: Render interno - hub centro di ascolto	207
Figura 08.7: Risultati grafici qualità visiva - zona salute mentale	208
Figura 08.8: Usgbc, Quality views	209
Figura 08.9: Risultati grafici qualità visiva - edifici salute mentale	210
Figura 08.10: Render interno - hub salute mentale	211
Figura 08.11: Partizione verticale	215
Figura 08.12: Partizione esterna verticale (aggregazione y)	216
Figura 08.13: Chiusura verticale	217
Figura 08.14: Chiusura inferiore	218
Figura 08.15: Chiusura inclinata	219
Figura 08.16: Fase di unione dei moduli	221
Figura 08.17: Nodi tecnologici	222
Figura 08.18: Nodo tecnologico colmo metallico	223
Figura 08.19: Nodo tecnologico verticale colmo metallico	224
Figura 08.20: Verifica ponte termico nodo tecnologico verticale colmo metallico	224
Figura 08.21: Nodo tecnologico verticale gronda - finestra	225
Figura 08.22: Verifica ponte termico nodo tecnologico verticale gronda - finestra	225
Figura 08.23: Keyplan centro d'ascolto	226
Figura 08.24: Sezione esecutiva AA'	227
Figura 08.25: Sezione esecutiva CC'	228
Figura 08.26: Sezione esecutiva BB'	228

Figura 08.27: Pianta esecutiva	230
Figura 08.28: Verifica RAI - pianta configurazione 01 centro d'ascolto	231
Figura 08.29: Interoperabilità tra programmi BIM	231
Figura 08.30: Scala LUX	232
Figura 08.31: Posizionamento sole - 21 giugno - 9:30	233
Figura 08.32: Posizionamento sole - 21 giugno - 12:30	233
Figura 08.33: Posizionamento sole - 21 giugno - 17:30	233
Figura 08.34: Luce diurna - 21 giugno - 9:30	233
Figura 08.35: Luce diurna - 21 giugno - 12:30	233
Figura 08.36: Luce diurna - 21 giugno - 17:30	233
Figura 08.37: Posizionamento sole - 21 dicembre - 9:30	234
Figura 08.38: Posizionamento sole - 21 dicembre - 12:30	234
Figura 08.39: Posizionamento sole - 21 dicembre - 17:30	234
Figura 08.40: Luce diurna - 21 dicembre - 9:30	234
Figura 08.41: Luce diurna - 21 dicembre - 12:30	234
Figura 08.42: Luce diurna - 21 dicembre - 17:30	234
Figura 08.43: Luce diurna - annuale - no persiane	235
Figura 08.44: Luce diurna - annuale - con persiane	235
Figura 08.45: Render esterno - area "salute mentale"	236
Figura 08.46: Interoperabilità tra programmi BIM Rhino	237
Figura 08.47: Processo di analisi Grasshopper + Ladybug - mese di giugno	238
Figura 08.48: Processo di analisi Grasshopper + Ladybug - mese di dicembre	239
Figura 08.49: Analisi Grasshopper + Ladybug - mese di giugno	240
Figura 08.50: Analisi Grasshopper + Ladybug - mese di dicembre	240
Figura 08.51: Analisi Grasshopper + Ladybug - 21 giugno	241
Figura 08.52: Analisi Grasshopper + Ladybug - 21 dicembre	241
Figura 08.53: Processo di analisi Grasshopper + Ladybug - 21 giugno	242
Figura 08.54: Comfort termico giugno	244
Figura 08.55: Comfort termico dicembre	244
Figura 08.56: Comfort termico 21 giugno	245
Figura 08.57: Comfort termico 21 dicembre	245
Figura 08.58: Schema funzionamento impianto elettrico	247
Figura 08.59: Interoperabilità tra programmi BIM Revit - Dialux	247
Figura 08.60: Analisi LUX dei moduli presenti nell'area di supporto psicologico effettuata tramite software Dialux	248
Figura 08.61: Schema impianto elettrico	250
Figura 08.62: Sistema fotovoltaico adottato all'interno dei moduli M.O.R.E. Tipo SOLAR FRAME integrato alla copertura Riverclack®	251

Figura 08.63: Sistema SonnenBatterie hybrid 9.53/10: capacità nominale di 10 kWh	251
Figura 08.64: Pianta delle coperture del modulo di ascolto	252
Figura 08.65: Sezione e pianta distribuzione sistema elettrico	253
Figura 08.66: Schema funzionamento impianto elettrico	253
Figura 08.67: Moduli bagno nelle configurazioni B.01(sx) e B.02 (dx)	253
Figura 08.68: Ciclo della doccia showerloop - https://showerloop.cc/	254
Figura 08.69: Pianta delle coperture del modulo "centro d'ascolto"	256
Figura 08.70: Dettaglio quotato di gronda	256
Figura 08.71: Pianta con posizionamento dei pluviali nei moduli A e C	257
Figura 08.72: Dettagli di sezione sui pluviali nelle tre opzioni: (1) inclinazione favorevole del terreno; (2) inclinazione sfavorevole del terreno; (3) accumulo nelle vasche di raccolta dell'acqua	257
Figura 08.73: Schema di distribuzione delle vasche di raccolta dell'acqua meteorologica	258
Figura 08.74: Schema idraulico modulo B.01	260
Figura 08.75: Schema idraulico modulo B.02	260
Figura 08.76: Schema distribuzione della rete di scarico del modulo B.01	263
Figura 08.77: Schema distribuzione della rete di scarico del modulo B.02	263
Figura 08.78: Pianta antincendio, area salute mentale	264
Figura 08.79: Interoperabilità tra programmi BIM Revit	265
Figura 08.80: Analisi comparativa dell'energia	265
Figura 08.81: Disegno della struttura di The Portable Cottage di H. J. Manning	267
Figura 08.82: Schema del ciclo di vita del CLT	269
Figura 08.83: Pareti e pilastri in CLT in una struttura in legno	270
Figura 08.84: Connessioni CLT	270
Figura 08.85: Pareti in timber frame	271
Figura 08.86: Sistema costruttivo timber frame	271
Figura 08.87: Abitazione in timber frame	271
Figura 08.88: Schema pareti	273
Figura 08.89: Schema solai	273
Figura 08.90: Sistema costruttivo in XLAM	275
Figura 08.91: Configurazione modulo A per progetto strutturale	276
Figura 08.92: Schema trave appoggio - appoggio	284
Figura 08.93: Schema pannello CLT, direzione trasversale	284
Figura 08.94: Schema pannello CLT, direzione longitudinale	284
Figura 08.95: Schema pannello CLT, elementi resistenti	287
Figura 08.96: Deformata, SLU	288
Figura 08.97: Taglio, SLU	288
Figura 08.98: Sezione modulo strutturale - verifica travetto centrale tetto	289

Figura 08.99: Sezione travetto centrale tetto	289
Figura 08.100: Schema statico trave appoggio - appoggio	289
Figura 08.101: Deformata, SLU	290
Figura 08.102: Taglio, SLU	290
Figura 08.103: Sezione modulo strutturale - verifica trave	291
Figura 08.104: Dettaglio di bordo dell'impalcato strutturale	291
Figura 08.105: Schema statico trave appoggio - appoggio su sei campate	291
Figura 08.106: Sezione trave 20 x 10 cm	291
Figura 08.107: Deformata, SLU	292
Figura 08.108: Deformata, SLU	293
Figura 08.109: Momento, SLU	293
Figura 08.110: Modellazione 3D strutturale Travilog	294
Figura 08.111: Diagramma involuppo azione assiale in SLU	294
Figura 08.112: Diagramma involuppo azione di taglio sull'asse y in SLU	295
Figura 08.113: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse y in SLU	295
Figura 08.114: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse z in SLU	296
Figura 08.115: Diagramma involuppo deformata in SLU	296
Figura 08.116: Diagramma involuppo azione assiale in SLE rara	297
Figura 08.117: Diagramma involuppo azione di taglio sull'asse y in SLE rara	297
Figura 08.118: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse y in SLE rara	297
Figura 08.119: Diagramma involuppo azione di momento sull'asse z in SLE rara	297
Figura 08.120: Diagramma involuppo deformata in SLE rara	298
Figura 08.121: Struttura unificare con l'indicazione dei nodi di disegno	298
Figura 08.122: Struttura della vite di fondazione	300
Figura 08.123: Vite flangiata	301
Figura 08.124: Plinto di fondazione	302
Figura 08.125: Sistema LAM Foundation	302
Figura 08.126: Struttura unificare con l'indicazione dei nodi di fondazione	302
Figura 08.127: 3D strutturale centro d'ascolto	303
Figura 08.128: MEGA trailer - dimensionamento	304
Figura 08.129: Sollevatore telescopico - dimensionamento	305
Figura 08.130: DIECI, Gancio per piastra porta forche larga	305
Figura 08.131: SOLTECH - Kit controvento	306
Figura 08.132: Posizionamento controvento	306
Figura 08.133: Segnaletica di cantiere	307
Figura 08.134: Servizi igienici di cantiere (bagno chimico)	308
Figura 08.135: Render area salute mentale	309

Figura 08.136: Fase 01 - cantiere	310
Figura 08.137: Fase 02 - cantiere	310
Figura 08.138: Elementi di fondazione con plinti prefabbricati	310
Figura 08.139: Fase 03 - cantiere	311
Figura 08.140: Fase 04 - cantiere	311
Figura 08.141: Fase 05 - cantiere	312
Figura 08.142: Fase 06 - cantiere	312
Figura 08.143: Fase 07 - cantiere	313
Figura 08.144: Aggregazioni moduli su asse x	313
Figura 08.145: Fase 08 cantiere	313
Figura 08.146: Cantiere generale - scala 1: 6000	314
Figura 08.147: Cantiere 03 generale - area "salute mentale" - scala 1: 1000	316
Figura 08.148: Fase 1 - cantiere 03	317
Figura 08.149: Fase 2 - cantiere 03	317
Figura 08.150: Fase 3 - cantiere 03	317
Figura 08.151: Fase 4 - cantiere 03	317
Figura 08.152: Aereo Cargo - trasporto alternativo	318
Figura 08.153: Nave da carico - trasporto alternativo	318
Figura 08.154: Indicazione posizionamento hub	320
Figura 08.155: Configurazioni centro d'ascolto scelto per computo metrico	321
Figura 08.156: Confronto prezzi tra progetti	331
Figura 08.157: Confronto prezzi al metro quadro	331
Figura 08.158: Interoperabilità tra il software Revit e OneClick LCA	332
Figura 08.159: Classi energetiche	333
Figura 08.160: Raggio di trasporto da Kharkiv	336
Figura 08.161: Scenari LCA	342

Capitolo 9

Figura 09.1: Fasi del processo di progetto	347
Figura 09.2: Render M.O.R.E.	348
Figura 09.3: Scheda progetto M.O.R.E.	349
Figura 09.4: Schema di confronto M.O.R.E. e Diogene	350
Figura 09.5: Schema di confronto M.O.R.E. e Re-Ukraine	350
Figura 09.6: Livelli certificazione LEED	351
Figura 09.7: Criteri LEED	352
Figura 08.8: Conflitti armati in atto	357

INDICE DEI GRAFICI
INDICE DELLE TABELLE



Indice dei grafici

Capitolo 2	
Grafico 02.1: Morti in conflitti a livello statale per regione del mondo	52
Capitolo 5	
Grafico 05.1: Grafico priorità	117
Grafico 05.2: Ranking dei 30 casi studio	129
Grafico 05.3: CME e Stime parametriche	132
Grafico 05.4: Interrelazione progetto e CME	133
Grafico 05.5: Fasi del processo LCA - ISO 14040	135
Capitolo 7	
Grafico 07.1: Temperature minime e massime, media mensile e precipitazioni dal 1991 al 2020	155
Grafico 07.2: Grafico precipitazione nella città di Kharkiv	165
Grafico 07.3: La popolazione di Kharkiv nel periodo dal 2021 al 2023	166
Grafico 07.4: Indice di complessità	181
Grafico 07.5: Stakeholder circle diagram	182
Grafico 07.6: Matrice potere interesse	182
Grafico 07.7: Popolazione 2021 suddiviso per fasce di età nella città di Kharkiv	185
Grafico 07.8: Popolazione settembre 2022 suddiviso per fasce di età nell’area di studio	185
Grafico 07.9: Stima dell’utenza del parco per fasce di età	186
Capitolo 8	
Grafico 08.1: Ripartizione complessiva dei carichi dell’IUE	266
Grafico 08.2: Confronto impatti materiali	333
Grafico 08.3: LCA A1-A3 Partizione verticale	334
Grafico 08.4: LCA A1-A3 Chiusura verticale	334
Grafico 08.5: LCA A1-A3 Chiusura inferiore	334
Grafico 08.6: LCA A1-A3 Chiusura inclinata	334
Grafico 08.7: LCA A1-A3 - C Materiali strutturali	335
Grafico 08.8: Confronto impatti tra scenari	335
Grafico 08.9: Grafici “spider” - confronto GWP e CO ₂ bio	337
Grafico 08.10: GWP Biogenica - scenario 01	340
Grafico 08.11: GWP Biogenica - scenario 01	340
Grafico 08.12: GWP Biogenica - scenario 03	341
Grafico 08.13: Confronto scenari	341

Indice delle tabelle

Capitolo 2	
Tabella 02.1: Tornado degli ultimi anni	46
Tabella 02.2: Tornado degli ultimi anni	47
Tabella 02.3: Riassunto catastrofi naturali degli ultimi anni	48
Capitolo 5	
Tabella 05.1: Scala di Saaty	107
Tabella 05.2: Risultati analisi multi-criteri area 1	110
Tabella 05.3: Risultati analisi multi-criteri relativi al nodo circolarità	110
Tabella 05.4: Risultati analisi multi-criteri relativi al nodo resilienza	111
Tabella 05.5: Risultati analisi multi-criteri relativi al nodo rischio	111
Tabella 05.6: Risultati analisi multi-criteri area 1 - sotto-criteri di circolarità	112
Tabella 05.7: Risultati analisi multi-criteri area 2 - sotto-criteri di circolarità	112
Tabella 05.8: Risultati analisi multi-criteri area 3 - sotto-criteri di circolarità	113
Tabella 05.9: Risultati analisi multi-criteri area 1 - sotto-criteri di resilienza	113
Tabella 05.10: Risultati analisi multi-criteri area 2 - sotto-criteri di resilienza	114
Tabella 05.11: Risultati analisi multi-criteri area 3 - sotto-criteri di resilienza	114
Tabella 05.12: Risultati analisi multi-criteri area 1 - sotto-criteri di rischio	115
Tabella 05.13: Risultati analisi multi-criteri area 2 - sotto-criteri di rischio	115
Tabella 05.14: Risultati analisi multi-criteri area 3 - sotto-criteri di rischio	116
Tabella 05.15: Tabella priorità	116
Tabella 05.16: Tabella ranking finale delle alternative	117
Tabella 05.17: Analisi di sensitività per i diversi criteri	118
Tabella 05.18: Classi di competenza	120
Tabella 05.19: Pesi Ponderati	121
Tabella 05.20: Pesi locali, Pesi generali e Pesi globali	121
Tabella 05.21: Classifica sotto-criteri	122
Tabella 05.22: Definizione criteri e sotto-criteri - 01	124
Tabella 05.23: Definizione criteri e sotto-criteri - 02	125
Tabella 05.24: Definizione criteri e sotto-criteri - 03	126
Tabella 05.25: Definizione criteri e sotto-criteri - 04	127
Capitolo 7	
Tabella 07.1: Popolazione per distretto al 1 febbraio 2022 e popolazione media a gennaio 2022	165
Tabella 07.2: Indice di complessità	181

Tabella 07.3: Indice di centralità	181
Tabella 07.4: Riepilogo dimensionamento hub nel caso studio di Kharkiv	186

Capitolo 8

Tabella 08.1: Densità di utilizzo della densità di utilizzo degli apparecchi per diversi tipi di edificio, Manuale per l’utente dello standard ASHRAE 90.1-2013 (tabella GC)	248
Tabella 08.2: Carico elettrico annuale per l’unità tipo	249
Tabella 08.3: Unità di carico dei moduli B.01	259
Tabella 08.4: Unità di carico dei moduli B.02	259
Tabella 08.5: Portate dei moduli B.01 e B.02	259
Tabella 08.6: Metodo semplificato calcolo diametri tubazioni modulo B.01 in caso di distribuzione ramificata a T in bagni semplici	260
Tabella 08.7: Metodo semplificato calcolo diametri tubazioni modulo B.02 in caso di distribuzione ramificata a T in bagni collettivi	261
Tabella 08.8: Coefficienti di scarico	262
Tabella 08.9 Desing-units in base al diverso sistema e apparecchio sanitario	262
Tabella 08.10: Portata consentita acque nere e diametro nominale	262
Tabella 08.11: Limiti di applicazione per tubazioni ventilate di allacciamento	263
Tabella 08.12: Attacco a terra focus pianta antincendio	264
Tabella 08.13: Pro e Contro tecnologia CLT e TIMBER FRAME	272
Tabella 08.14: Carichi chiusura verticale	277
Tabella 08.15: Carichi chiusura verticale (locale bagno)	278
Tabella 08.16: Carichi partizione verticale	278
Tabella 08.17: Carichi partizione verticale (locale bagno)	278
Tabella 08.18: Carichi chiusura inclinata	278
Tabella 08.19: Carichi chiusura inferiore	279
Tabella 08.20: Carichi chiusura inferiore (locale bagno)	279
Tabella 08.21: Tabella 6.1 - Categorie d’uso - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 6.3.1.1	280
Tabella 08.22: Tabella 5.1 - Valori raccomandati di C _g per le differenti tipografie	
_____ Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 5.2	281
Tabella 08.23: Tabella 5.2 - Coefficienti di forma del carico da neve	
_____ Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 5.2	282
Tabella 08.24: Tabella 6.1 - Categorie d’uso - Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 6.3.1.1	282
Tabella 08.25: Tabella 6.9 - Categorizzazione delle coperture	
_____ Eurocodice 1 - EN 1991-1-1:2002, § 6.3.1.1	283
Tabella 08.26: Coefficienti di sicurezza per le varie combinazioni carico	283
Tabella 08.27: Tabella riepilogativa dei carichi	283

Tabella 08.28: Dimensionamento solaio CLT, KLH, tabelle di predimensionamento	284
Tabella 08.29: Tabella 2.1 - Classi di durata del carico	
_____ Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.3.1.2	285
Tabella 08.30: Tabella 2.2 - Esempi assegnazione durata del carico	
_____ Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.3.1.2	285
Tabella 08.31: Tabella 2.3 - Coefficienti parziali consigliati per proprietà e resistenze dei materiali	
_____ Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 2.4	286
Tabella 08.32: Tabella 3.1 - Valori di k _{mod} - Eurocodice 5 - EN 1991-1-1:2004+A1:2008, § 3.2	286
Tabella 08.33: Verifica di resistenza elemento in XLAM	288
Tabella 08.34: Verifica di stabilità elemento in XLAM	288
Tabella 08.35: Verifica di deformabilità elemento in XLAM	288
Tabella 08.36: Verifica di resistenza travetto centrale tetto	290
Tabella 08.37: Verifica di stabilità travetto centrale tetto	290
Tabella 08.38: Verifica di deformabilità travetto centrale tetto	290
Tabella 08.39: Verifica di resistenza trave	292
Tabella 08.40: Verifica di stabilità trave	292
Tabella 08.41: Verifica di deformabilità trave	292
Tabella 08.42: Risultati reazioni vincolari SLU	299
Tabella 08.43: Risultati reazioni vincolari SLE RARA	299
Tabella 08.44: Tabella con massimi valori di taglio, compressione e trazione in SLU	301
Tabella 08.45: Tabella con massimi valori di taglio, compressione e trazione in SLE rara	301
Tabella 08.47: Valori di compressione, trazione, taglio vite flangiate	301
Tabella 08.46: Dimensioni vite flangiata	301
Tabella 08.48: Computo metrico stimativo hub centro di ascolto	328
Tabella 08.49: Tabella calcolo GWP Biogenica - scenario 01	338
Tabella 08.50: Tabella calcolo GWP Biogenica - scenario 02	339
Tabella 08.51: Tabella calcolo GWP Biogenica - scenario 03	339

ALLEGATI



Indice degli allegati

Schedatura casi studio

01. *Re-Ukraine*, Balbek bureau, 2023
02. *Peace village*, Mario Cucinella Architects, 2022
03. *Urban Camp*, Felipe Campolina, 2022
04. *Cura*, Carlo Ratti & Italo Rota, 2020
05. *Emergency hospital*, MMW, 2020
06. *Emergency quarantine facility*, WTA Architecture + Design, 2020
07. *Ritiro 3x3*, Estudio Diagonal Architects , 2020
08. *Tecla*, Mario Cucinella Architects, 2020
09. *Weaving home*, Abeer Seikaly, 2020
10. *Rural housing prototype in Apan*, DVCH De Villar CHacon Architecture, 2019
11. *Bi(h)ome*, Kevin Daly Architects, 2018
12. *Disaster relief-folding pod*, Studio Hariri & Hariri Architecture D.P.C., 2018
13. *Hope on water*, SO?, 2018
14. *Leaving unit*, OFIS Architetti, 2017
15. *M.a.di.*, Renato Vidal, 2017
16. *Better shelter*, IKEA Foundation, 2016
17. *The hex house*, Architects for Society, 2016
18. *Maidan tent*, Studio ABVM e Leo Bettini Oberkalmsteiner, 2016
19. *Ablenook*, Univeristy of South Florida - Sean Verdecia e Jason Ross, 2015
20. *Eaa foundation tents*, Zaha Hadid Architects, 2015
21. *Living shelter*, WY-TO, 2015
22. *Su+re house*, Stevens Institute of Technology, 2015
23. *Maawa x*, Abdallah Al Raggad- studio Maawa, 2013
24. *Nomade home*, Gerold Peham, 2013
25. *Diogene*, Renzo Piano con Vitra, 2013
26. *Folf flat shelter*, Adrian Lippmann, 2010
27. *Soe ker tie house*, TYIN tegnestue Architects, 2009
28. *Ecobitat*, Felipe Campolina, 2008
29. *M.a.p.i.*, Spadolini Pierluigi, 1984
30. *High performance tents*, Ferrino, n.d.

SMARTER

- Codifica delle emergenze e dei casi studio
- Analisi Qualitativa-Quantitativa
- Analisi pesi criteri per caso studio
- Analisi pesi - SMARTER
- Ranking casi studio

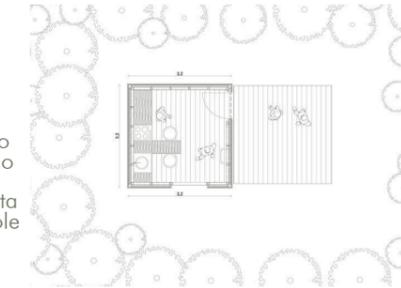
Bauhaus



Figura xx: Nicolas Saieh, Ritiro 3x3
 Fonte: Idealista

Descrizione del progetto:

Nel paesaggio della foresta pluviale vicino alla città di La Unión, nel sud del Cile, Estudio Diagonal Architects progetta questo cosiddetto 3x3 Retreat per esemplificare la tensione tra la 'geometria radicale' e lo spirito organico del suo sito. La minuscola casa e il paesaggio si fondono perfettamente insieme, esaltando la bellezza naturale dell'ambiente naturale. La cabina è stata progettata per introdurre una dimora confortevole e intima per l'uso quotidiano che evita di disturbare la foresta pluviale, anzi, la valorizza.



Informazioni tecniche e architettoniche:

Tipologia di emergenza:	n.d.
Superficie:	18 m ²
Materiale principale:	Legno
Tecnica costruttiva strutturale:	Struttura in legno
Costo di progetto:	n.d.
Tempistiche di realizzazione (in loco):	n.d.
Modalità di installazione:	Montaggio in loco
Numero di operai:	n.d.
Vita utile stimata:	n.d.
Numero di utenti stimati:	2

Punti di forza:

Integrazione con la natura circostante.

Punti di debolezza:

n.d.

Reimpieghi:

n.d.

Dati di progetto:

Ubicazione: La Unión (CHL)
 Coordinate: -40°17'0" S, -73°05'0" O
 Clima: Tropicale



Criteri di valutazione:

Adattabilità contestuale	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Adattabilità a condizioni climatiche	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Adattabilità a condizioni geografiche locali	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Adattabilità progettuale	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Flessibilità involucro esterno	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Flessibilità spazi interni	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Modularità struttura	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Fattibilità tecnica	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Manodopera	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Trasportabilità	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Performance architettoniche	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Isolamento termico	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Isolamento acustico	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Materiali a bassa emissione di CO ₂	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Rapporto aero-illuminante	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Sostenibilità economica	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Costo di costruzione	● ● ● ● ● ○ ○ ○ ○ ○
Riciclabilità	● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
Riuso	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Uso di risorse rinnovabili	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Autoproduzione energia	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Sistema accumulo acqua	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

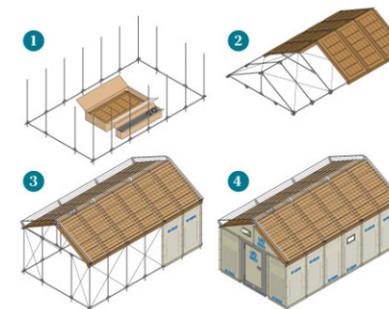
Fonti di riferimento:
 • [https://www.designboom.com/architecture/3x3-retreat-estudio-diagonal-architects-union-chile-03-28-2023/;](https://www.designboom.com/architecture/3x3-retreat-estudio-diagonal-architects-union-chile-03-28-2023/)
 • <https://www.arkitectureonweb.com/it/web/timberonweb/-/tra-geometria-radicale-e-organicita-formale-rifugio-3x3>



Figura xx: -, Better Shelter
Fonte: UNHCR

Descrizione del progetto:

Better Shelter rappresenta un modulo abitativo confortevole e sicuro, resistente al fuoco e alle intemperie e allo stesso semplice, facile da montare e da smontare. Realizzato e promosso da Ikea Foundation in collaborazione con UNHCR (Alto commissariato delle Nazioni Unite per i rifugiati), Better Shelter trasporta infatti il design intelligente degli arredi Ikea in un modello innovativo di rifugio temporaneo che, racchiuso in due box di cartone, può essere trasportato e poi assemblato in circa quattro ore a seconda dell'esperienza e delle condizioni del luogo.



Informazioni tecniche e architettoniche:

Tipologia di emergenza:	Incendio, conflitto armato
Superficie:	17,5 m ²
Materiale principale:	Pannelli in poliolefine riciclabili
Tecnica costruttiva strutturale:	Telaio in acciaio zincato
Costo di progetto:	655\$
Tempistiche di realizzazione (in loco):	4 ore
Modalità di installazione:	Assemblaggio prefabbricati
Numero di operai:	4
Vita utile stimata:	5 anni
Numero di utenti stimati:	5

Punti di forza:

Resistente al fuoco secondo le norme europee (in caso di incendio gli occupanti avranno tutto il tempo di uscire dal riparo) e qualsiasi componente, se danneggiato, potrà essere sostituito singolarmente senza dover intervenire sull'intera struttura come accade invece per le tende.

Punti di debolezza:

n.d.

Reimpieghi:

n.d.

Dati di progetto:

Ubicazione:
Coordinate:
Clima:

Varie
Varie
Vari



Criteri di valutazione:

Adattabilità contestuale	●●●●●○○○○○○○○
Adattabilità a condizioni climatiche	●●●●●○○○○○○○○
Adattabilità a condizioni geografiche locali	●●●●●○○○○○○○○
Adattabilità progettuale	●●●●●○○○○○○○○
Flessibilità involucro esterno	○○○○○○○○○○○○○○
Flessibilità spazi interni	○○○○○○○○○○○○○○
Modularità struttura	●●●●●○○○○○○○○
Fattibilità tecnica	●●●●●○○○○○○○○
Manodopera	●●●●●○○○○○○○○
Trasportabilità	●●●●●○○○○○○○○
Performance architettoniche	●●●●●○○○○○○○○
Isolamento termico	●●●●●○○○○○○○○
Isolamento acustico	●●●●●○○○○○○○○
Materiali a bassa emissione di CO ₂	●●●●●○○○○○○○○
Rapporto aero-illuminante	●●●●●○○○○○○○○
Sostenibilità economica	●●●●●○○○○○○○○
Costo di costruzione	●●●●●○○○○○○○○
Riciclabilità	●●●●●○○○○○○○○
Riuso	●●●●●○○○○○○○○
Uso di risorse rinnovabili	●●●●●○○○○○○○○
Autoproduzione energia	●●●●●○○○○○○○○
Sistema accumulo acqua	○○○○○○○○○○○○○○

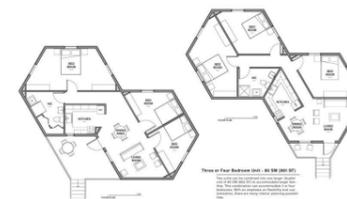
Fonti di riferimento:
 • <https://www.dezeen.com/2013/07/03/ikea-develops-flat-pack-refugee-shelters/>;
 • <https://www.teknoing.com/news/progettazione/come-fatto-better-shelter-il-rifugio-ikea-per-gli-stollati/>;
 • <https://weburbanist.com/2013/10/27/deconstructing-the-1000-ikea-flat-pack-refugee-shelter/>;
 • <https://www.youtube.com/watch?v=KZ2HbvjBM14>.



Figura xx: -, The Hex House
Fonte: Dezeen

Descrizione del progetto:

La Hex House è stata progettata per essere conveniente, sostenibile e facilmente implementabile. La forma esagonale è stata scelta per una questione di stabilità, il che significa che l'interno non necessita di alcun supporto strutturale aggiuntivo. I pannelli della parete e del tetto sono autoportanti. Tutte le parti della struttura sono progettate per essere imballate in piano e spedite.



Informazioni tecniche e architettoniche:

Tipologia di emergenza:	Conflitto armato, migrazione, povertà, terrorismo
Superficie:	40 m ²
Materiale principale:	SIP (pann. metallici coibentati strutturali) con rivestimento
Tecnica costruttiva strutturale:	SIP
Costo di progetto:	15000\$/20000\$ x un.
Tempistiche di realizzazione (in loco):	5/8 giorni
Modalità di installazione:	In loco montaggio degli elementi
Numero di operai:	5
Vita utile stimata:	15/20 anni
Numero di utenti stimati:	4

Punti di forza:

Design modulare e scalabile, utilizzo di materiali sostenibili e tecniche sostenibili (pannelli solari, raffreddamento passivo, raccolta dell'acqua piovana e compostaggio e servizi igienici a biogas offrono alle famiglie maggiore indipendenza, riducono al minimo la loro impronta di carbonio e aggiungono risparmi operativi), resistenza al vento.

Punti di debolezza:

n.d.

Reimpieghi:

Alloggio per i lavoratori agricoli per la stagione della semina o del raccolto, locale militare o alloggio temporaneo.

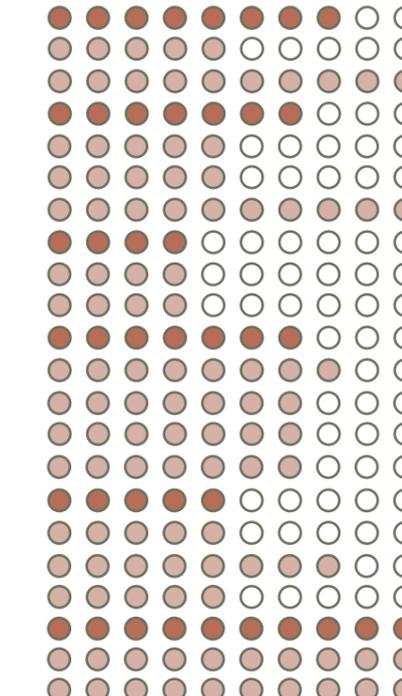
Dati di progetto:

Ubicazione: Amman (JOR)
Coordinate: 31°57'18"N, 35°56'42"E
Clima: Temperato arido



Criteri di valutazione:

- Adattabilità contestuale
 - Adattabilità a condizioni climatiche
 - Adattabilità a condizioni geografiche locali
- Adattabilità progettuale
 - Flessibilità involucro esterno
 - Flessibilità spazi interni
 - Modularità struttura
- Fattibilità tecnica
 - Manodopera
 - Trasportabilità
- Performance architettoniche
 - Isolamento termico
 - Isolamento acustico
 - Materiali a bassa emissione di CO₂
 - Rapporto aero-illuminante
- Sostenibilità economica
 - Costo di costruzione
 - Riciclabilità
 - Riuso
- Uso di risorse rinnovabili
 - Autoproduzione energia
 - Sistema accumulo acqua



Fonti di riferimento:
 • <https://architizer.com/projects/hex-house/>;
 • <https://hex-house.com/>;
 • <https://www.dezeen.com/2016/04/14/architects-for-society-low-cost-hexagonal-shelter-housing-refugees-crisis-humanitarian-architecture/amp/>;
 • <https://housinginnovation.co/rapidshelter/the-hex-house/>.



Figura xx: -, AbleNook
Fonte: Inhabitat

Descrizione del progetto:

AbleNook , un modulo abitativo prefabbricato che può essere utilizzato sia per alloggi, aule o anche spazi per uffici flessibili. Le parti per il rifugio modulare sono imballate in piano, spedite e assemblate in un attimo.



Informazioni tecniche e architettoniche:

Tipologia di emergenza:	Incendio, migrazione
Superficie:	6 m ² /93 m ²
Materiale principale:	Pannelli coibentati strutturali in alluminio (SIP)
Tecnica costruttiva strutturale:	Telaio in alluminio estruso
Costo di progetto:	60000\$
Tempistiche di realizzazione (in loco):	2 ore
Modalità di installazione:	Posizionamento direttamente in loco
Numero di operai:	n.d.
Vita utile stimata:	n.d.
Numero di utenti stimati:	4

Punti di forza:

I martinetti regolabili per le gambe consentono di schierare AbleNook su terreni selvaggiamente irregolari. Il design espandibile consente di installare unità aggiuntive una accanto all'altra o una sopra l'altra.

Punti di debolezza:

Struttura adatta prevalentemente per persone che vivono nel sud-est asiatico (climi di tipo tropicale).

Reimpieghi:

Ross e Verdecia originariamente avevano immaginato l'AbleNook per gli alloggi di soccorso in caso di calamità, ma, prevedono anche che venga utilizzato per alloggi prefabbricati, aule modulari, spazi per uffici flessibili o persino applicazioni militari.

Dati di progetto:

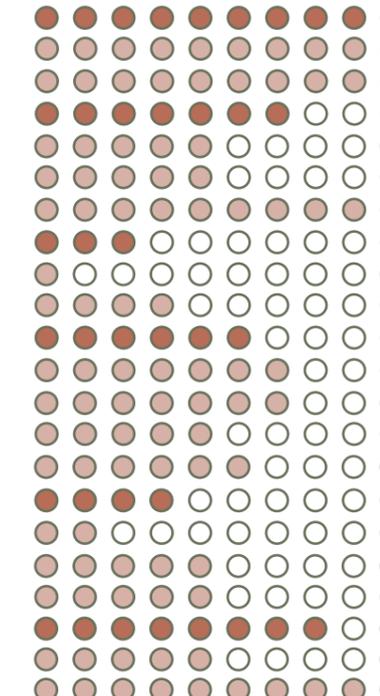
Ubicazione:
Coordinate:
Clima:

Varie
Varie
Vari



Criteri di valutazione:

- Adattabilità contestuale
 - Adattabilità a condizioni climatiche
 - Adattabilità a condizioni geografiche locali
- Adattabilità progettuale
 - Flessibilità involucro esterno
 - Flessibilità spazi interni
 - Modularità struttura
- Fattibilità tecnica
 - Manodopera
 - Trasportabilità
- Performance architettoniche
 - Isolamento termico
 - Isolamento acustico
 - Materiali a bassa emissione di CO₂
 - Rapporto aero-illuminante
- Sostenibilità economica
 - Costo di costruzione
 - Riciclabilità
 - Riuso
- Uso di risorse rinnovabili
 - Autoproduzione energia
 - Sistema accumulo acqua



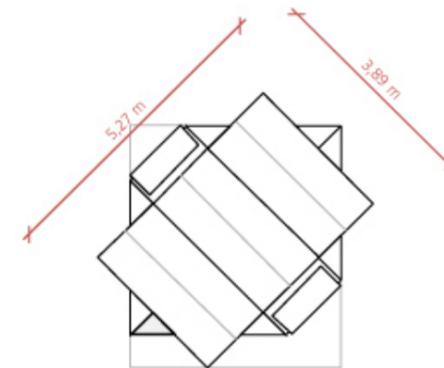
Fonti di riferimento:
 • <https://architizer.com/projects/ablenook-disaster-relief-dwelling/>;
 • <https://archinect.com/news/article/149954877/students-design-disaster-relief-structure-that-takes-2-hours-to-assemble>;
 • <https://ablenook.com/>



Figura xx: Adrian Lippmann, Fold flat shelter
Fonte: Fold flat shelter

Descrizione del progetto:

La struttura di base è costituita da due piramidi tronche che si compenetrano. L'area del pavimento e del tetto sono entrambe quadrate. I tamponamenti esterni sono autoportanti. Una delle caratteristiche principali del progetto, oltre alla forma, sono i colori vivaci in cui può essere prodotto; questo potrebbe dare alle persone bisognose un senso di sollievo e dare loro una nuova identità.



Informazioni tecniche e architettoniche:

Tipologia di emergenza:	Migrazione, povertà
Superficie:	8 m ² /18 m ²
Materiale principale:	Pannelli compositi leggeri (Dibond® o Alucobond®)
Tecnica costruttiva strutturale:	Sotto-struttura costituita da una sezione a L
Costo di progetto:	n.d.
Tempistiche di realizzazione (in loco):	5 ore
Modalità di installazione:	In loco montaggio degli elementi
Numero di operai:	2
Vita utile stimata:	n.d.
Numero di utenti stimati:	2/4

Punti di forza:

Il tetto è progettato per poter raccogliere l'acqua piovana che scorre in serbatoi interni, oppure è possibile installare pannelli solari sulla parte superiore. Il materiale è altamente affidabile, può sopportare carichi ed è utilizzabile in tutti i tipi di clima.

Punti di debolezza:

n.d.

Reimpieghi:

n.d.

Dati di progetto:

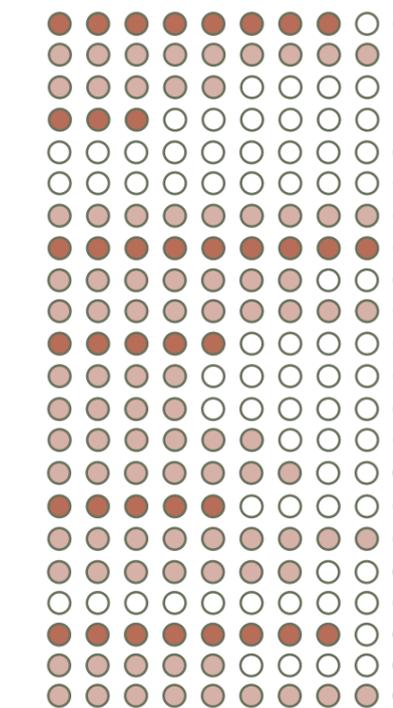
Ubicazione:
Coordinate:
Clima:

Varie
Varie
Vari



Criteri di valutazione:

- Adattabilità contestuale
 - Adattabilità a condizioni climatiche
 - Adattabilità a condizioni geografiche locali
- Adattabilità progettuale
 - Flessibilità involucro esterno
 - Flessibilità spazi interni
 - Modularità struttura
- Fattibilità tecnica
 - Manodopera
 - Trasportabilità
- Performance architettoniche
 - Isolamento termico
 - Isolamento acustico
 - Materiali a bassa emissione di CO₂
 - Rapporto aero-illuminante
- Sostenibilità economica
 - Costo di costruzione
 - Riciclabilità
 - Riuso
- Uso di risorse rinnovabili
 - Autoproduzione energia
 - Sistema accumulo acqua



Fonti di riferimento:
 • <https://form-al.de/foldflatshelter/>;
 • <https://designbuzz.com/fold-flat-shelter-beacons-ingenuity-in-disaster-relief-shelter-design/>.

Codifica delle emergenze e dei casi studio

Eventi naturali (in ordine alfabetico, vedi cap.02.3)

- N.01** Desertificazione
- N.02** Epidemia
- N.03** Eruzione vulcanica
- N.04** Frana
- N.05** Incendio
- N.06** Inondazione
- N.07** Terremoto
- N.08** Tornado
- N.09** Tsunami
- N.10** Uragano
- N.11** Valanga

Eventi antropici (in ordine alfabetico, vedi cap.02.3)

- A.01** Conflitto armato
- A.02** Crollo di dighe
- A.03** Disastro chimico/petrochimico
- A.04** Disastro nucleare
- A.05** Isole di plastica
- A.06** Migrazione
- A.07** Povertà
- A.08** Riscaldamento globale da effetto serra antropico
- A.09** Terrorismo

Casi studio (in ordine di anno di progetto)

- CS.01** *Re-Ukraine, 2023*
- CS.02** *Peace village, 2022*
- CS.03** *Urban Camp, 2022*
- CS.04** *Cura, 2020*
- CS.05** *Emergency hospital, 2020*
- CS.06** *Emergency quarantine facility, 2020*
- CS.07** *Ritiro 3x3, 2020*
- CS.08** *Tecla, 2020*
- CS.09** *Weaving home, 2020*
- CS.10** *Rural housing prototype in Apan, 2019*
- CS.11** *Bi(h)ome, 2018*
- CS.12** *Disaster relief-folding pod, 2018*
- CS.13** *Hope on water, 2018*
- CS.14** *Leaving unit, 2017*
- CS.15** *M.a.di., 2017*
- CS.16** *Better shelter, 2016*
- CS.17** *The hex house, 2016*
- CS.18** *Maidan tent, 2016*
- CS.19** *Ablenook, 2015*
- CS.20** *Eaa foundation tents, 2015*
- CS.21** *Living shelter, 2015*
- CS.22** *Su+re house, 2015*
- CS.23** *Maawa x, 2013*
- CS.24** *Nomade home, 2013*
- CS.25** *Diogene, 2013*
- CS.26** *Folf flat shelter, 2010*
- CS.27** *Soe ker tie house, 2009*
- CS.28** *Ecobitat, 2008*
- CS.29** *M.a.p.i., 1984*
- CS.30** *High performance tents, n.d.*

Analisi Qualitativa-Quantitativa

Legenda colori e valori

- CS. utilizzato per emergenza 3
- CS. utilizzabile per emergenza 2
- CS. non adatto per emergenza 0
- Non definibile 1

Note

Dall'analisi di corrispondenza tra casi studio e tipologie di emergenza, è emerso che il caso studio più utilizzabile per diversi tipi di emergenze è *The hex house*, un progetto realizzato nel 2016 da Architects for Society. Al contrario, il progetto *Ritiro 3x3* dello studio Diagonal Architects, dai nostri studi non risulta facilmente utilizzabile per emergenze di diverso tipo.



	N.01	N.02	N.03	N.04	N.05	N.06	N.07	N.08	N.09	N.10	N.11	A.01	A.02	A.03	A.04	A.05	A.06	A.07	A.08	A.09	
CS.01	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	1	0	2	11
CS.02	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1	0	2	9
CS.03	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	0	2	12
CS.04	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	7
CS.05	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	2	9
CS.06	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	8
CS.07	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	6
CS.08	2	0	0	0	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	3	2	3	0	22
CS.09	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	3	3	2	0	15
CS.10	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	15
CS.11	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0	14
CS.12	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3	0	1	1	1	3	3	1	2	23
CS.13	0	0	1	1	1	2	3	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	21
CS.14	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2	1	1	1	1	2	2	1	1	19
CS.15	0	2	0	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	2	2	1	1	23
CS.16	0	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	0	2	2	0	2	26
CS.17	1	1	0	0	1	1	1	2	1	2	1	3	1	1	1	0	3	3	1	3	27
CS.18	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	1	2	13
CS.19	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	0	3	2	1	2	25
CS.20	2	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	0	1	1	0	3	3	1	3	22
CS.21	1	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	2	0	1	1	0	3	3	2	0	24
CS.22	1	0	1	1	1	3	1	2	1	3	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	19
CS.23	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	3	1	1	12
CS.24	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	3	0	0	0	10
CS.25	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	2	2	2	2	2	25
CS.26	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	3	1	0	13
CS.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	1	0	6
CS.28	0	0	0	0	1	3	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	0	1	0	18
CS.29	0	1	0	0	0	2	1	1	1	1	0	3	1	1	1	0	2	0	0	1	16
CS.30	1	0	0	0	0	0	3	2	1	1	0	3	0	0	0	0	1	1	1	3	17

Analisi pesi criteri per caso studio

Legenda colori e codici

Valore massimo assegnato al criterio

Valore minimo assegnato al criterio

Adattabilità contestuale

Adattabilità a condizioni climatiche
Adattabilità a condizioni geografiche

Adattabilità progettuale

Flessibilità involucro esterno
Flessibilità spazi interni
Modularità struttura

Fattibilità tecnica

Manodopera
Trasportabilità

Performance architettoniche

Isolamento termico
Isolamento acustico
Materiali a bassa emissione di CO₂
Rapporto aero-illuminante

Sostenibilità economica

Costo di costruzione
Riciclabilità
Riuso

Uso di risorse rinnovabili

Autoproduzione energia
Sistema accumulo acqua

Note

I punteggi assegnati ai criteri per ogni caso studio sono su una scala da 0 (peggiore punteggio) a 10 (miglior punteggio).

	A	A01	A02	B	B01	B02	B03	C	C01	C02	D	D01	D02	D03	D04	E	E01	E02	E03	F	F01	F02	Tot
CS.01	4	5	2	5	5	5	5	3	1	4	5	7	5	2	6	5	4	2	10	0	0	0	22
CS.02	4	4	3	5	0	5	10	4	4	4	3	4	2	2	3	3	4	3	1	3	5	0	22
CS.03	1	1	1	3	0	0	10	4	4	4	5	4	4	4	8	2	4	3	0	0	0	0	15
CS.04	6	10	1	3	0	0	10	3	1	4	4	7	7	2	2	4	5	3	5	0	0	0	20
CS.05	6	10	1	4	0	1	10	3	1	4	3	4	4	2	2	3	3	5	0	3	5	0	22
CS.06	5	5	5	3	0	5	5	6	4	7	3	1	1	2	7	3	4	4	0	0	0	0	20
CS.07	5	5	5	3	0	0	10	6	4	7	6	5	5	8	4	4	5	8	0	0	0	0	24
CS.08	8	10	5	2	0	0	5	4	0	7	8	7	7	10	7	2	1	5	1	0	0	0	24
CS.09	5	5	5	3	0	0	10	6	4	7	4	1	1	7	5	3	6	4	0	8	5	10	29
CS.10	1	1	1	3	0	0	10	4	4	4	5	4	4	5	7	5	4	6	0	0	0	0	18
CS.11	5	5	5	3	0	5	3	2	2	2	6	3	3	9	9	6	4	9	5	0	0	0	22
CS.12	5	5	5	3	0	0	10	9	10	7	4	4	4	3	5	5	5	4	5	0	0	0	26
CS.13	5	5	5	3	0	0	10	1	1	0	3	4	4	3	2	3	5	4	0	0	0	0	15
CS.14	5	5	5	7	5	5	10	3	1	4	7	7	7	8	6	4	4	8	0	0	0	0	26
CS.15	5	5	5	3	0	0	10	1	1	1	8	7	7	8	8	2	0	6	1	3	5	0	22
CS.16	5	5	5	3	0	0	10	4	4	4	4	4	4	3	3	6	9	3	5	5	5	0	27
CS.17	8	5	10	7	5	5	10	4	4	4	7	8	7	7	7	5	5	8	5	10	10	10	41
CS.18	3	5	1	5	0	5	10	1	1	1	4	0	0	6	9	3	2	6	0	0	0	0	16
CS.19	10	10	10	7	5	5	10	3	1	4	6	7	7	5	6	4	2	5	5	5	5	8	35
CS.20	5	5	5	2	0	0	5	2	0	4	2	0	0	4	2	3	2	7	0	0	0	0	14
CS.21	2	1	5	6	1	0	10	7	4	10	3	4	4	1	4	4	7	5	1	8	5	10	30
CS.22	10	10	10	4	1	1	10	1	1	1	8	7	7	8	9	2	1	5	0	3	5	0	28
CS.23	1	1	5	2	0	0	5	10	10	10	4	1	1	8	5	7	10	10	0	3	5	0	27
CS.24	10	10	10	7	5	5	10	3	1	4	7	7	7	5	8	4	1	4	7	0	0	0	31
CS.25	10	10	10	7	5	5	10	4	0	7	7	7	7	8	6	4	4	9	0	10	10	10	42
CS.26	8	10	5	3	0	0	10	9	7	10	5	4	4	6	7	5	9	7	0	8	5	10	38
CS.27	3	1	5	3	0	0	10	10	10	10	6	4	4	10	7	3	5	8	0	5	0	10	30
CS.28	8	5	10	3	0	0	10	4	4	4	7	7	7	6	7	4	3	6	5	3	5	0	29
CS.29	8	5	10	5	1	5	10	7	10	4	6	7	7	2	7	6	5	3	10	0	0	0	32
CS.30	3	5	1	3	0	0	10	10	10	10	4	1	1	5	8	7	8	6	0	0	0	0	27

Allegati

Analisi pesi - SMARTER

Note - Criteri



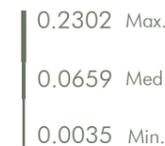
Dall'analisi analisi multi-criteri - SMARTER abbiamo potuto stilare la classifica generale per i criteri (vedi paragrafo 05.4). Al primo posto si colloca l'adattabilità progettuale (vedi tavola 05.20) che sarà il criterio che andrà a guidare la progettazione per il concept architettonico.



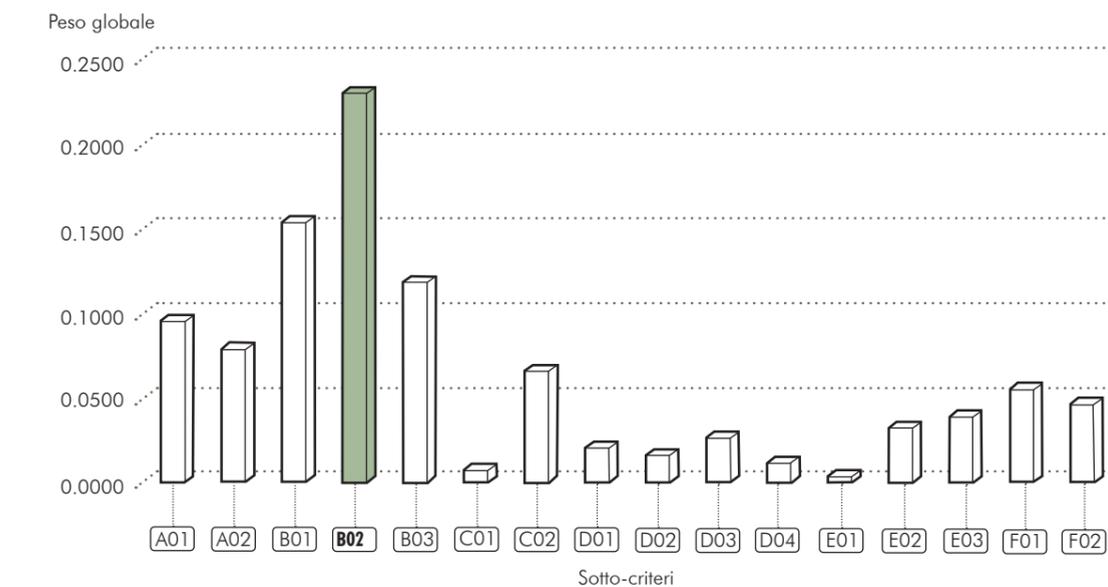
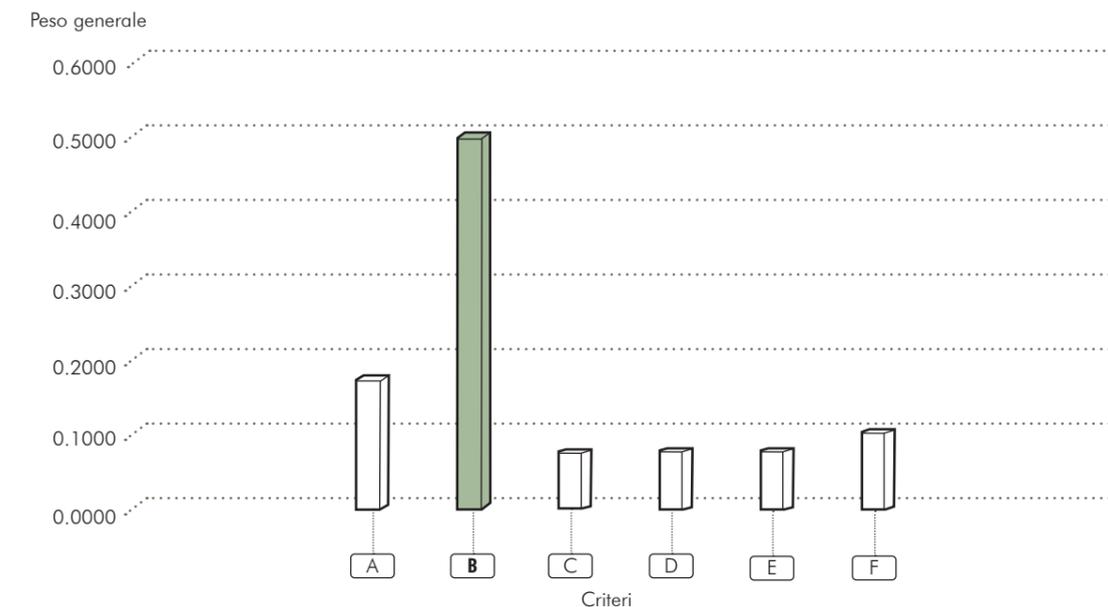
Note - Sotto-criteri



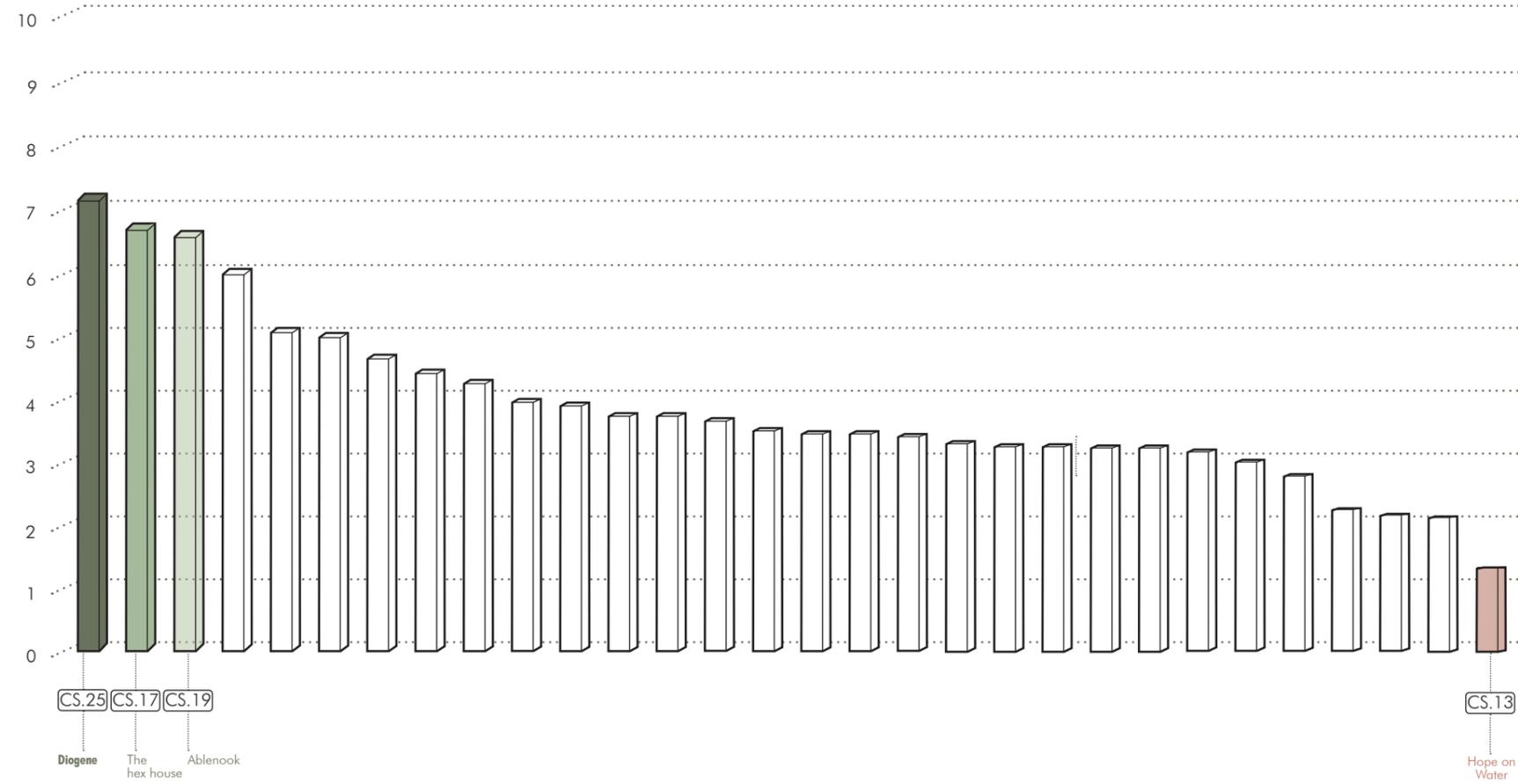
Parlando nuovamente di AMC (analisi multi-criteri), attraverso l'utilizzo della metodologia SMARTER siamo riuscite ad ottenere il ranking relativo ai sotto-criteri appartenenti ad ogni gruppo di criteri. In cima alla classifica si colloca la flessibilità degli spazi interni (vedi tabella 05.21), appartenente alla categoria B.



Allegati

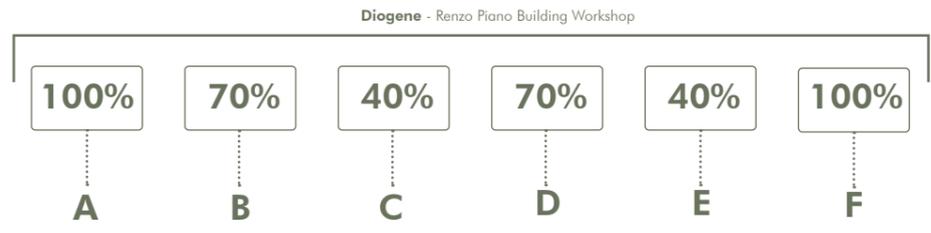


Ranking casi studio



Note

Grazie all'assegnazione di pesi ai diversi criteri e sotto-criteri, sulla base di 30 casi studio selezionati, siamo state in grado di redigere una classifica finale delle alternative. È emerso come "DIOGENE" di Renzo Piano Building Workshop sia il caso di analisi con le caratteristiche complessive migliori.



KHARKIV

ON FEBRUARY 24, 2022, RUSSIA MILITARILY INVADED UKRAINE, THUS STARTING THE LARGEST MILITARY ACTION IN EUROPE SINCE THE SECOND WORLD WAR.

UKRAINE IS CURRENTLY IN A STATE OF EMERGENCY. FOR THIS REASON, OUR PROJECT WANTS TO GIVE CONCRETE HELP TO THE COUNTRY, IN PARTICULAR TO THE CITY OF KHARKIV, ONE OF THE MOST AFFECTED BY THE CONFLICT.

KHARKIV, IN FACT, IS THE SECOND LARGEST CITY IN UKRAINE ONLY AFTER THE CAPITAL KIEV, LOCATED IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE COUNTRY, NEAR THE RUSSIAN BORDER, IN THE KHARKIV OBLAST REGION. THE CITY IS AN IMPORTANT STRATEGIC POINT, FROM A CULTURAL POINT OF VIEW THERE IS THE KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY NAMED AFTER V.N. KARAZINA, AN IMPORTANT RESEARCH CENTER THAT ATTRACTS MANY STUDENTS EVERY YEAR.

GIVEN THE IMPORTANCE OF THE CITY, OUR PROJECT INVOLVES THE INSERTION OF EMERGENCY, HEALTH AND PSYCHO-PHYSICAL WELL-BEING MODULES PLACED WITHIN THE CITY CENTER. IN PARTICULAR IN THE TARAS SHEVCHENKO URBAN PARK, RIGHT NEAR THE UNIVERSITY, THE ZOO AND THE FREEDOM SQUARE.

ALL THESE PLACES JUST MENTIONED HAVE BEEN PARTIALLY OR TOTALLY DESTROYED BY RUSSIAN BOMBS.

KHARKIV CITY CENTER

TARAS SHEVCHENKO URBAN PARK - MAJDAN SVOBODY SQUARE

FEBRUARY 24 - 2022

RUSSIA - UKRAINE WAR

MASTERPLAN AND CONCEPT MAP

MULTI-CRITERIA ANALYSIS
 TO CHOOSE THE PROJECT AREA WE USED A PARTICULAR **DECISION-MAKING METHODOLOGY**, NAMELY THE **AHP ANALYSIS** (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS). THE AHP ALLOWED US TO HAVE CLEAR AND OPTIMAL RESULTS THANKS TO ITS ANALYTICAL AND SYNTHETIC APPROACH. THE ANALYSIS IS BASED ON A HIERARCHY WITH THE GOAL AT THE TOP, FOLLOWED BY THE CRITERIA WHICH IN OUR CASE WERE **CIRCULARITY, RISK AND RESILIENCE**, WHICH IN TURN ARE DIVIDED INTO SUB-CRITERIA. FINALLY WE HAVE THE **ALTERNATIVES**. THE THREE ALTERNATIVES IDENTIFIED ARE **AREA 1** IN CORRESPONDENCE WITH THE FREEDOM SQUARE AND THE TARAS SHEVCHENKO URBAN PARK, WHICH TURNED OUT TO BE THE WINNER. **AREA 2** NEAR THE METALIST STADIUM, BELOW THE KHARKIV RIVER AND **AREA 3** IN THE RESIDENTIAL NEIGHBORHOOD OF SALTIVKA, LOCATED NORTHEAST OF THE CITY ON THE BORDER WITH RUSSIA, WERE COMPLETELY DESTROYED DUE TO THE CONFLICT.

MASTERPLAN
 THE CONCEPT MAP WAS A VERY USEFUL TOOL FOR THE CREATION OF THE **MASTERPLAN** OF THE PROJECT AREA, THAT IS AREA 1. THANKS TO THE CONCEPT MAP WE IDENTIFIED THE MAIN ACCESS ROUTES, SAFE ROADS AND THE POSITIONING OF THE HUBS AND AREAS OF LEISURE.



MULTI-CRITERIA ANALYSIS

- AREA 1 - CITY CENTER
- AREA 2 - UNDER THE KHARKIV RIVER
- AREA 3 - SALTIVKA DISTRICT

- LEGEND:**
- Multifunctional emergency hubs
 - Leisure areas
 - Safe routes
 - Cycle-pedestrian paths
 - Main road
 - Access portals to the area



RESILIENCE

TRAUMA

INCLUSIVENESS

ART THERAPY

DANCE THERAPY

THERAPEUTIC GARDENS

EMOTIONS

ART HELPS YOU BRING OUT THE CREATIVE PART YOU HAVE. IT ALLOWS YOU TO USE YOUR IMAGINATION. DARWIN CLAIMED THE PRODUCTION AND APPRECIATION OF MUSIC EXISTED BEFORE THE POWER OF SPEECH.

CONTACT WITH NATURE IMPROVES MOOD, GUARANTEES GREATER WELL-BEING AND HELPS PATIENTS' REHABILITATION.

A USEFUL DISTRACTION

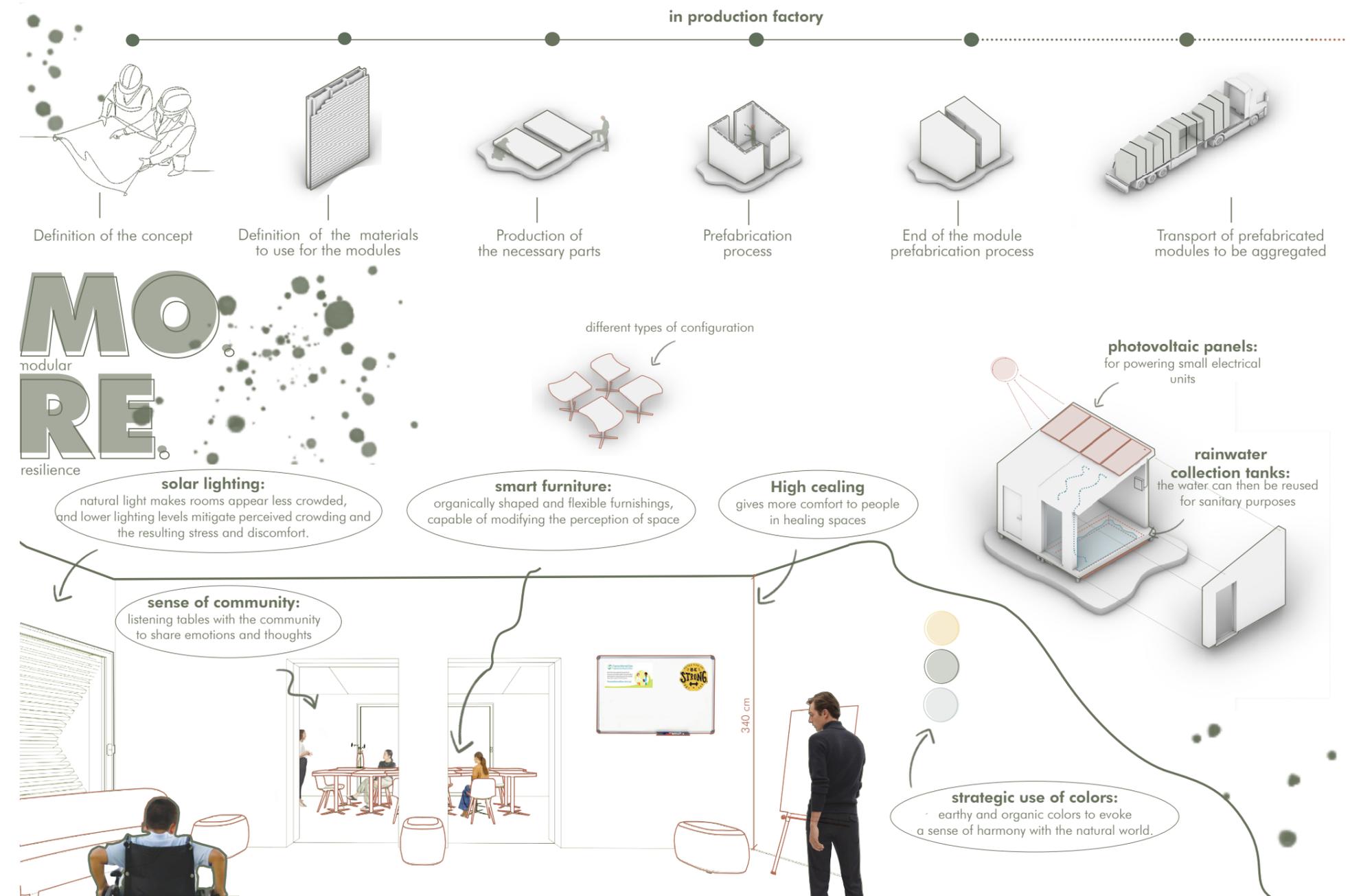
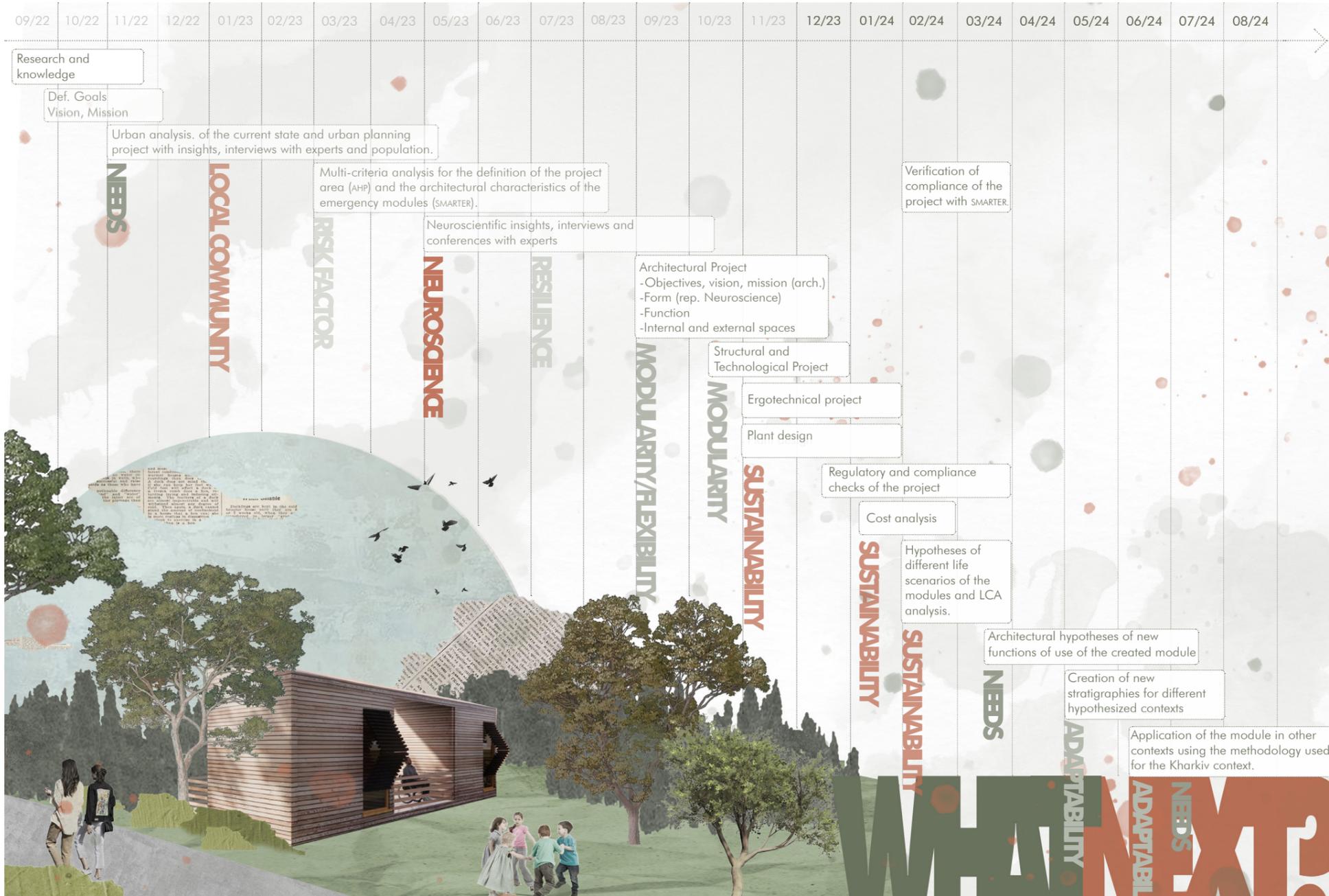
ART HELPS YOU BRING OUT THE CREATIVE PART YOU HAVE. IT ALLOWS YOU TO USE YOUR IMAGINATION.

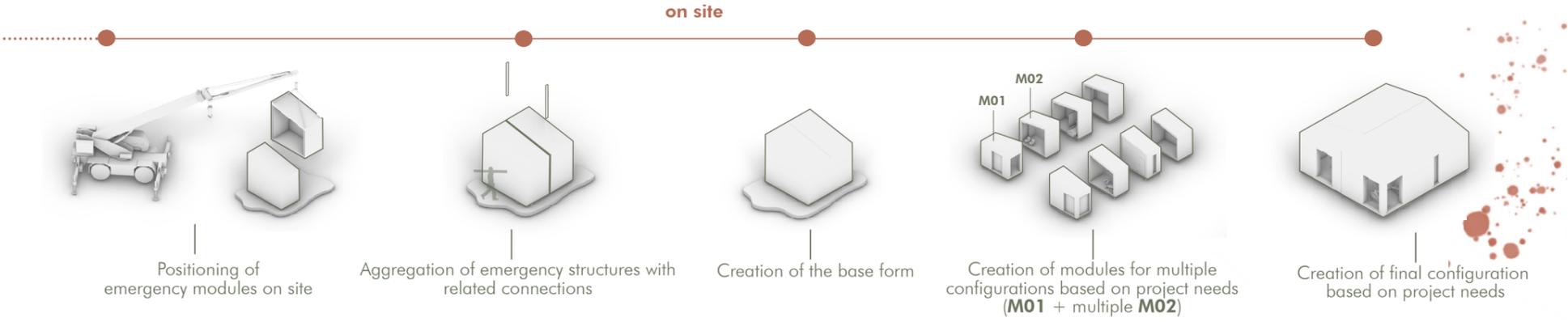
COLOR THEORY IS USED IN A VARIETY OF INDUSTRIES TO INFLUENCE HOW PEOPLE BEHAVE AND THINK ABOUT ENVIRONMENTS. IT'S A VERY NEW FIELD OF RESEARCH, AT LEAST IN THE MEDICAL WORLD.

IS TO SUPPORT THE PERSON AND HELP THEM DEAL WITH AILMENTS THROUGH THE USE OF TECHNIQUES THAT AIM AT ARTISTIC EXPRESSION, ENCOURAGING DIALOGUE BETWEEN THE PERSON INVOLVED, IN ORDER TO IMPROVE THEIR MENTAL CONDITION AND CONSEQUENTLY THE QUALITY OF LIFE. ART THERAPY TECHNIQUES ARE NOT ONLY USED TO HELP PEOPLE BUT ALSO TO FIND INTERNAL RESOURCES TO OVERCOME THE CRISIS AND ADAPT TO A NEW LIFE.

IS THE THERAPEUTIC USE OF MOVEMENT TO PROMOTE THE EMOTIVE, COGNITIVE, PHYSICAL AND SOCIAL INTEGRATION OF THE INDIVIDUAL. THE USE OF DANCE THERAPY AS A WHOLE PERSON APPROACH TO WORK AGAINST TRAUMAS AND BUILD RESILIENCE TO ACHIEVE INDIVIDUAL AND COMMUNITY CHANGES THROUGHOUT THE WORLD. IT IS AN EFFECTIVE WAY TO EXPRESS THEMSELVES AND FIND A SYMBOLIC EXPRESSION OF THEIR SUFFERINGS AND HOPES FOR THE FUTURE.

IS COMMON SPACES WHERE ONE FINDS SELF-CONFIDENCE, THE DESIRE TO WORK AND CREATE THROUGH THE CARE OF A LIVING BEING. NEW HOPES, NEW MOTIVATIONS, NEW STIMULI. THIS IS THE SUPPORT THAT HORTICULTURAL THERAPY CAN GIVE TO SUBJECTS TREATING PARTICULAR PATHOLOGIES, DISABILITIES, STRESS, DEPRESSION, ANXIETY. HELPS DEVELOP MOTOR SKILLS, IMPROVES LEARNING ABILITY, STRENGTHENS THE COGNITIVE, STIMULATING CONCENTRATION, LOGICAL SKILLS AND MEMORY, INCREASING SELF-ESTEEM, FINALLY IT PROMOTES SOCIAL INTEGRATION.





emergency architecture

sustainable and natural materials:
 from biophilic design and neuroscience we have learned the importance of using natural materials, which can stimulate our body and give positive sensations



GOALS TO ACHIEVE

NEUROSCIENCE

Neuroscience studies have been applied inside the hubs, in fact the furnishings all have circular shapes, the materials have been carefully chosen to ensure that people feel welcomed in a warm and safe place, while the spaces are large, bright and hospitable.

KHARKIV, UKRAINE

Emergency hubs can be used in various contexts, but our case study is located in Kharkiv in Ukraine, as the city was bombed and destroyed due to the Russia-Ukraine conflict, which is still ongoing today.

MODULARITY

The hub has a modular structure that allows it to be aggregated to have larger spaces, but at the same time prefabricated so that it can be transported in a simple, economical and safe way.

SPACES FOR ART

Through spaces used for art therapy and dance therapy, we want to provide another environment within the Taras Shevchenko urban park for overcoming trauma and for group work.

NEEDS OF THE POPULATION

The hub has a modular structure that allows it to be aggregated in order to have larger spaces, but at the same time prefabricated so that it can be transported in a simple, economical and safe way.

LOCAL COMMUNITY

Local people can be of considerable help in the construction and assembly of the hubs, so as to have the necessary spaces in the shortest possible time and at low costs.

FLEXIBILITY

The project is flexible in various aspects: it can be applied in different emergency contexts, both natural and artificial. Once the emergency is over, the hub can be reused for other functions and become a permanent building, or it can be moved and adapted to another emergency context.

RISK FACTOR

In the case of Kharkiv, during the war, there may be other bombings that create destruction and death for this reason the project area becomes a protected area that bears the symbol of the red cross, so that it cannot be bombed.

GREEN SPACES

The project, in addition to the emergency hubs, includes green spaces used as greenhouses, therapeutic gardens and sensory gardens which give the context well-being and safety.

SUSTAINABILITY AND CIRCULARITY

The application aims to have the least impact possible from an environmental point of view, trying to be energetically self-sufficient thanks to the use of solar panels, electric heating, storage tanks, local and bio-based materials. As regards circularity, we thought about reusing war rubble.

RINGRAZIAMENTI



A tutte le persone che hanno dedicato il loro tempo, la loro esperienza e si sono interessate al nostro lavoro, grazie per averci fatte crescere personalmente e professionalmente.

Un primo ringraziamento speciale è rivolto alla nostra relatrice, la Professoressa Vanessa Assumma, che è sempre stata più che disponibile e che ci ha stimolato nella continua ricerca e nell'utilizzo di approcci innovativi. La ringraziamo soprattutto per tutto l'interesse personale che ha mostrato per il nostro lavoro, nella sua interezza, e la gentilezza che ha mostrato durante i nostri incontri e ai preziosi consigli che ci ha fornito.

Grazie per averci dato la possibilità di relazionarci in più occasioni con esperti in campo multi-criteri, che ci hanno permesso di ampliare il nostro bagaglio culturale in questo mondo così ricco di sviluppi.

Al Prof. Enrico Sergio Mazzucchelli, che fin dal primo incontro si è dimostrato immensamente disponibile e interessato agli argomenti che abbiamo affrontato. Ci aiutato non solo per la parte energetica, ma, anche per tutta la parte tecnologica ed ergotecnica.

Il suo aiuto è stato più che prezioso durante il nostro percorso e ha mostrato sempre estrema pazienza, costanza e competenza.

La ringraziamo per averci supportato e per averci fornito numerosi spunti innovativi, anche durante momenti d'incertezza.

Al nostro correlatore, il Prof. Francesco Pittau, che grazie alle sue conoscenze ci ha fornito dei consigli utili per lo sviluppo delle parti tecnologiche e della parte di valutazione LCA.

Grazie per averci avvicinate e guidate nella definizione di tecnologie che potessero avere un basso impatto ambientale.

La ringraziamo per avere condiviso con noi la sua esperienza durante tutte le fasi di definizione del progetto.

Alla professoressa Angela Colucci, che durante il corso di progettazione urbanistica

si è mostrata sempre molto coinvolta sotto l'aspetto ambientale ed umano del nostro progetto, offrendoci una guida su come intervenire con delicatezza sul contesto in cui siamo andate ad agire.

Al Prof. Matteo Colombo, che, seppur in pochi incontri, è stato in grado di darci consigli importanti per la parte strutturale del nostro progetto.

Al Prof. Davide Ruzzon, che grazie alle sue competenze in ambito di relazione tra architettura e neuroscienze è riuscito a guidarci durante la definizione degli aspetti legati all'integrazione tra queste due materie.

Grazie per averci rese partecipi durante le sue conferenze sul tema e per averci coinvolto attivamente. Grazie per averci fatto esprimere liberamente i nostri pensieri.

Alla ricercatrice Federica Sanchez, che sempre grazie alla sua formazione, relativa all'ambito che vede in relazione architettura e neuroscienze, ha saputo spronarci a migliorare gli aspetti legati alla percezione dello spazio interno e ci ha ascoltate quando avevamo bisogno di consigli su questo campo.

A Michael Vrijhof, che oltre ad essere una persona cordiale, è stato in grado di farci immergere nell'aspetto neuroscientifico legato all'architettura; soprattutto grazie ai progetti che ha portato avanti con Office for The New Earth.

Grazie per essersi sempre mostrato disponibile e per averci aperto gli occhi sull'importanza del legno e dei materiali naturali, soprattutto per ambienti legati a contesti di emergenza.

Alla Professoressa Chiara Ionio, dell'Università Cattolica del Sacro Cuore. Grazie per la sua competenza professionale, in materia di aiuto psicologico durante eventi traumatici, è stata in grado di guidarci nella definizione di un'architettura che tenesse presente degli aspetti legati al trauma. I suoi consigli umanistici hanno fatto sì che il nostro progetto seguisse le linee guida di spazio vivibile, sicuro e non opprimente.

A Lorenzo S.Massuchielli, Responsabile dell'Unità Operativa della Croce Rossa Italiana che opera per le azioni di prevenzione non strutturale e risposta alle emergenze a livello internazionale; che con le sue vaste abilità tecniche in ambito emergenziale e alle sue esperienze sul campo, è stato fondamentale per la parte iniziale del nostro progetto. Ci ha saputo spiegare in modo dettagliato come si interviene in caso di emergenza e cosa è necessario fare, ci ha inoltre, fornito documenti per meglio comprendere i danni causati dagli attacchi russi.

All'architetto Oleg Drozdov, dello studio ucraino Drozdov&Parteners, per averci dedicato una grossa parte del suo tempo prezioso e per averci dato la possibilità di apprendere informazioni sul conflitto e sulla situazione in atto a Kharkiv. Lo ringraziamo particolarmente per tutti i consigli che ci ha dato sulla parte architettonica e sulla prima fase concettuale, ma, soprattutto per aver condiviso la sua esperienza personale con noi.

Al Prof. Denys Kozak, della Kharkiv School of Architecture (KHSА), che durante il primo incontro si è dimostrato appassionato al nostro tema di tesi. In particolare lo ringraziamo per tutti i preziosi spunti architettonici che ci ha fornito e alla sua personale testimonianza, non solo come architetto e professore ma, soprattutto come cittadino di Kharkiv.

Il Prof. Guido Minucci e al dottorando Yahya Yasser Mohamed Shaker che durante il corso di progettazione urbanistica, ci hanno aiutato nella fase conoscitiva e di studio del contesto, dandoci consigli utili e numerosi spunti su come affrontare un tema così delicato come la progettazione in ambito emergenziale. Grazie a loro abbiamo iniziato a costruire un primo network di persone del luogo, che ci sono state davvero d'aiuto per capire meglio la situazione in atto.

A tutti i cittadini di Kharkiv, che ogni giorno lottano per riportare la loro città ad una nuova rinascita. Grazie a tutti coloro che sono stati in grado di ricavare dello spazio nelle loro vite per

dialogare con noi e per raccontarci cosa stanno provando e cosa immaginano per il futuro della loro città.

Un grazie va soprattutto a Julia Derke che ha voluto raccontarci la sua storia.

Un ringraziamento speciale, va anche all'Ingegnere Pietro Barattieri che negli ultimi mesi ci ha dato un enorme supporto, fornendoci gli strumenti e le nozioni base per la definizione della parte strutturale del progetto. Grazie per la disponibilità e per il tempo che ci hai dedicato.

Al team dello studio Atelier Verticale, in particolare a Mohammad El-Ghandour che con le sue competenze nell'ambito di modellazione 3D e di modellazione geometrica generativa, ci ha introdotto all'uso di nuovi strumenti per le analisi di tipo energetico e illuminotecnico. Si è dimostrato sempre disponibile e cordiale, comprendendo le difficoltà del nostro lavoro.

Un ulteriore ringraziamento va anche a tutti i professori del Politecnico di Milano con cui ci siamo interfacciate durante i nostri anni di carriera universitaria, che ci hanno spronate ad essere persone migliori, grazie a consigli e a critiche formative. Un grazie va anche ai professori del corso di Modellazione Informativa, che ci hanno consigliato come meglio procedere durante tutto il periodo di elaborazione della tesi, ma, soprattutto come esprimere i nostri pensieri in modo efficace.

Un ringraziamento speciale va anche al nostro polo territoriale di Lecco e alle persone che vi lavorano, in particolare a Sandro Morselli, figura di riferimento del polo.

*Grazie
Alice, Elisabetta, Lidia*

