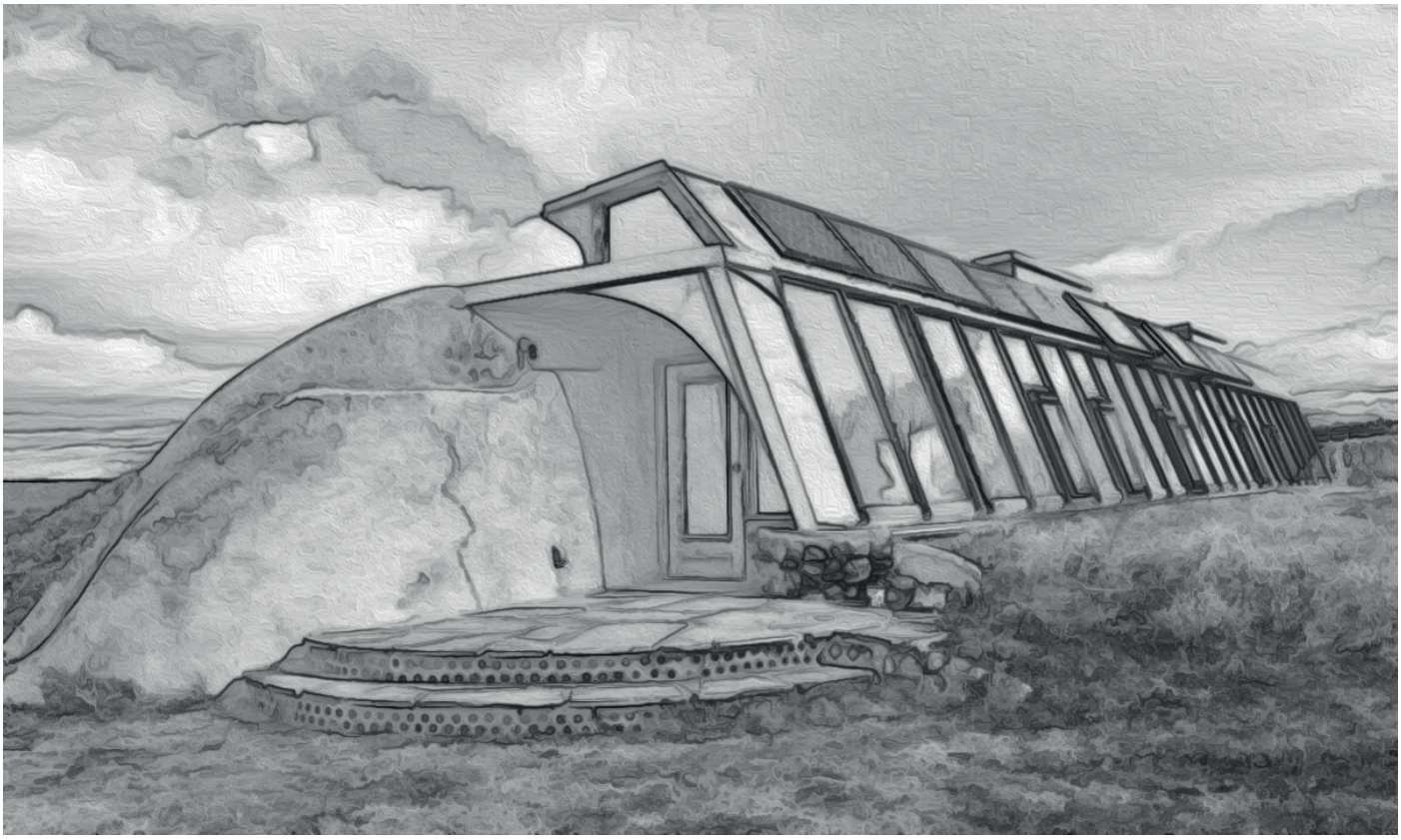
POLITECNICO
DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in
Architettura per il Progetto Sostenibile

APPLICAZIONE DEL CONCEPT ‘EARTHSHIP’ IN ITALIA



RELATORE
Prof. Guido CALLEGARI

CORRELATORE
Dott. Antonio Marco MANGIONE

CANDIDATA
Debora TANTILLO

Dicembre 2020

DEDICA

''A mio papà, il mio guerriero,
che mi insegna ogni giorno, che
quando il gioco si fa duro, i duri
incominciano a giocare.''

ABSTRACT

Nel mondo esiste un modello abitativo sperimentale definito Earthship. E' un edificio totalmente autosufficiente, realizzato con materiali di riciclo, riuso e reimpiego, di cui alcuni non sono soliti nella tradizione edilizia. E' diffuso in tutto il mondo e alcuni modelli sono stati replicati anche in Europa, ma in Italia non è stato ancora possibile costruirli.

Le principali difficoltà concernono l'assenza di normativa specifica a riguardo; ad esempio l'attività di reimpiego per alcuni materiali, non è ancora stata normata.
Per questo motivo, abbiamo affrontato il tema considerando ciò che accade a livello internazionale e in che modo gli aspetti di economia circolare, vengono applicati all'edilizia. In Italia nello specifico, il tema riguarda le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, in cui alcuni dei materiali indispensabili alla realizzazione della Earthship, non risultano nell'elenco dei materiali da costruzione previsti. Mentre per poter trasformare i rifiuti in risorse, da poter essere impiegate nelle costruzioni è necessario analizzare il Codice Ambiente e le direttive europee, al fine di adottare una procedura idonea.

Da questa situazione iniziale, è stato possibile esaminare le tematiche legate al mondo costruttivo sperimentale, basato su un approccio di economia circolare, mediante la selezione di 20 casi studio. L'analisi è stata mirata a definire e confrontare cinque differenti processi progettuali; la metodologia di mappatura ''volontaria'' harvest map, l'approccio di filiere dei Consorzi, i processi di demolizione selettiva e le filiere aziendali, che realizzano prodotti derivati da scarti di lavorazione.
In questo modo, l'obiettivo è stato quello di comprendere se realmente tutti i modelli definiti 'sostenibili', applichino il sistema economico circolare. E qualora questo non venisse rispettato, comprendere quali strategie attuare per giungere il prima possibile a far parte di

una rete virtuosa di progetti circolari.
Conclusa quest'analisi, è stato possibile concretizzare la ricerca, applicando tali approcci al progetto Earthship. Infatti, oltre a redigere elaborati di fattibilità preliminare, è stata focalizzata l'attenzione sul tema di approvvigionamento delle risorse, realizzando una mappatura dei materiali derivanti da differenti filiere territoriali.

Questo approccio è rafforzato dal fatto che, la tesi sia inserita nel contesto di un progetto di ricerca del Politecnico di Torino. Si tratta della partecipazione al bando ATOR di un progetto europeo, che da gennaio 2021, avvierà una sperimentazione di economia circolare su un territorio di 125.000 abitanti e 19 comuni, mediante l'avvio dell'ecosistema territoriale sul riuso, riciclo e reimpiego, chiamato Eco3R.
Il sito di progetto Earthship, è collocato in uno dei 19 comuni dell'ecosistema territoriale, all'interno del progetto ReLand, nel quadro di una convenzione fra il comune di Cambiano, il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino e l'associazione Off Grid Italia. Il progetto ReLand finalizzato alla realizzazione di un parco tematico sull'economia circolare, è stato ampliato a scala territoriale per promuovere una transizione verso il territorio gestito da CCS, un Consorzio virtuoso per la raccolta e il trattamento dei rifiuti.

In conclusione, l'obiettivo finale sarà quello di individuare nel progetto Earthship, un manifesto di circolarità, che inserito in un ecosistema territoriale, possa contribuire ad avviare un sistema integrato di progetti di economia circolare.

CITAZIONE

‘‘Qualunque cosa tu possa fare
o sognare di fare, incominciala!
L’audacia ha in sé genio, potere
e magia.’’

[Goethe]

INDICE

1. SVILUPPO SOSTENIBILE

1.1 Inquadramento 09
1.2 Evoluzione dei modelli abitativi 17
1.3 Edilizia circolare 25

2. SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI EDILIZI

2.1 Circolarità nei contesti internazionali 31
2.2 Confronto di casi studio 37
2.3 I progetti e le filiere circolari 53

3. EARTHSHIP

3.1 Modello sperimentale 61
3.2 I sei principi 69

4. PROGETTO PRELIMINARE

4.1 Reland 73
4.2 Eco3R 79

5. LA FILIERA

5.1 Aspetti normativi 91
5.2 Ricadute nei contesti nazionali 101
5.3 Applicazione del processo 107

6. VALUTAZIONI FINALI

6.1 Punti di forza e criticità 117

Allegati 121
Bibliografia 132
Rapporti ufficiali, Dossier e Tesi 133
Sitografia 135

1. SVILUPPO SOSTENIBILE

Progettare modelli abitativi in relazione al proprio contesto è una necessità del presente, dettata dalla situazione attuale del nostro Pianeta.

1.1 INQUADRAMENTO

Qual è la situazione attuale del nostro Pianeta e in quali aspetti l'architettura può contribuire a migliorarlo?
La risposta a questa riflessione e nuovi spunti di discussione si potranno cogliere all'interno di questo percorso di tesi, ma ciò che è possibile anticipare ora, riguarda l'importanza e l'incidenza che l'architettura ha sul nostro territorio. Infatti il settore edile assorbe in Italia circa il 40% dell'energia totale, soprattutto nella fase di gestione energetica degli edifici. Inoltre il 70% del patrimonio edilizio non risulta idoneo alla classe di efficienza energetica da standard normativi, consumando il doppio delle risorse necessarie.
A seguito di questa prima premessa, abbiamo ritenuto fondamentale, incominciare con l'analisi delle fasi principali che hanno portato alle consapevolezze attuali; riguardo il tema della sostenibilità e di conseguenza le potenzialità che i nuovi modelli sperimentali offrono.

La prima volta, nel corso della storia, in cui si incominciarono ad individuare e suggerire alcune possibili soluzioni ai problemi ambientali e ai cambiamenti climatici, avvenne nel 1972 con la pubblicazione del ''Rapporto Meadows'', stilato dal Club di Roma[1]. In quel momento, la situazione attuale veniva descritta con la possibilità di giungere, nel XXI secolo, al collasso dell'umanità, mantenendo i consumi identici, anno dopo anno. In questo modo, per la prima volta, un nuovo concetto si imbatté nelle discussioni; l'esistenza e la possibilità di calcolare i limiti di sviluppo umano sulla Terra. Le cause evidenziate fino a quel momento, erano associate alla disponibilità di risorse esauribili e la limitata capacità di assorbimento degli inquinanti da parte del Pianeta.
Il livello di attenzione, riguardo all'ambiente, è stato possibile mantenerlo alto, a seguito della crisi energetica[2] del 1973.
Infatti si iniziarono a sviluppare i primi modelli, in grado di dimostrare le relative conseguenze di agire in un mondo di dimensioni finite. Esso simulava le interazioni fra i principali fattori considerati alla base dei problemi dell'umanità. Il protagonista che sviluppò il modello denominato World 2 (Figura 1) fu Jay Forrester che insieme[3] al collega Dennis Meadows coordinarono un team di ricercatori

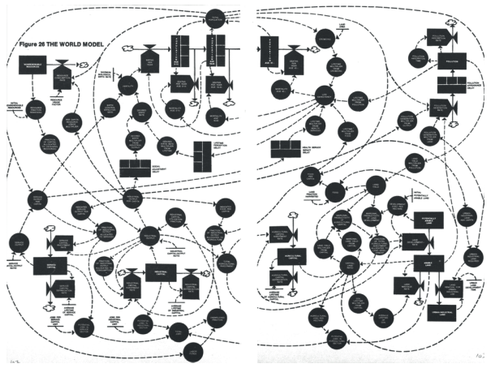


Figura 1 - Raffigurazione del modello World 2 -Tratta da Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgend Randers, William W. Behrens III, in ''The limits to growth'', 1972

[1] Club di Roma, è un'associazione nata nel 1968, dall'imprenditore italiano Aurelio Peccei e dallo scienziato scozzese Alexander king. Vede la partecipazione e il coinvolgimento di più soggetti differenti, come scienziati, economisti, avvocati e capi di Stato. Il nome dell'associazione è dovuto al fatto che la prima riunione si svolse a Roma alla Villa Farnesina.

[2] Lo sviluppo economico del dopoguerra durato circa un ventennio, si caratterizzò da unica risorsa; il petrolio, fonte privilegiata di energia per l'industria, i trasporti, il riscaldamento e nella produzione di materie plastiche, fino a quando non subì un aumento improvviso e sostenuto del prezzo della sua principale materia energetica.

per sviluppare un modello con cinque variabili:
- crescita demografica;
- produzione alimentare;
- industrializzazione;
- inquinamento;
- consumo di risorse non rinnovabili;

L’importanza di incominciare a discutere di problemi ambientali e delle responsabilità riguardo allo sviluppo umano, si concretizzò a tal punto che nel 1972 avvenne la prima conferenza ONU sul clima, indetta a Stoccolma. Questo evento segna un punto di svolta nello sviluppo della politica ambientale internazionale, poiché mediante la pubblicazione del Rapporto Commissione Brundtland, nel 1987 venne elaborata la teoria di sviluppo sostenibile, la cui definizione era: ‘’lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri.’’ (WCED,1987)
In altre parole è possibile spiegare il concetto di sviluppo sostenibile (Figura 2), come uno sviluppo che si basi su una crescita economica in grado di migliorare la qualità della vita nel rispetto dell’ecosistema. Infatti lo sviluppo economico è importante che avvenga nel rispetto delle risorse ambientali e cercando di limitare al minimo la povertà e le diseguaglianze. Per questo motivo, si tratta di sostenibilità esclusivamente, quando si applicano e rispettano simultaneamente i seguenti tre aspetti; ambientale, sociale ed economico.
Successivamente, nel 1990 il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico[4] redige la prima relazione di valutazione, nella quale si afferma che le emissioni prodotte dall’uomo si stanno aggiungendo alla componente naturale di gas serra dell’atmosfera. Mediante la pubblicazione di tale relazione è stato possibile istituire il Quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici[5]. In questo modo, nel 1995 le parti pattuiscono impegni più incisivi per i paesi sviluppati, ponendo quindi le basi per il protocollo di Kyoto[6]. Si tratta del primo trattato al mondo giuridicamente vincolante, poiché i 141 Stati firmatari, di cui 39 industrializzati, si impegnano a ridurre le loro emissioni di gas di almeno il 5%, rispetto all’anno 1990. La riduzione prevista per L’Europa raggiungeva l’8% e per il Giappone il 6%. Mentre agli Stati

Figura 2 - Raffigurazione del concetto sviluppo sostenibile - Tratta da IC info camere innovare e crescere

[3] Jay Forrester, è un noto ricercatore al Massachusetts Institute of Technology, situato a Boston. Inoltre si occupa della scienza che studia l’interazione fra i sistemi complessi; inserendosi tra i fondatori della Dinamica dei Sistemi

[4] Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, è un’istituzione nata 1988 che offre al mondo una visione scientifica chiara dell’attuale stato delle conoscenze in materia di cambiamento climatico e le sue potenziali ripercussioni ambientali e socio-economiche.

Uniti, che da soli producono il 23,5% dei gas serra mondiali, è stata richiesta una riduzione del 7%, la quale non è stata accettata con la motivazione che le restrizioni imposte avrebbero danneggiato la loro economia. Alcuni studi hanno stimato che un cittadino americano immetta ogni anno più di 20 tonnellate di CO_2 contro le 7,18 tonnellate di un italiano e le 1,68 tonnellate di un nigeriano. Oltre a questa disparità tra i Paesi, alcuni di questi, vengono definiti formalmente ‘’non industrializzati’’; esenti da obblighi, tra cui Cina, India e Brasile. Nonostante il loro impatto ambientale sia considerevole, come evidenziano i grafici riportati su un confronto di emissioni di CO_2 complessive (Figura 3) e quelle pro capite (Figura 4) riguardo Europa, Cina, India e Brasile.
Il termine della validità del Protocollo di Kyoto è stato dichiarato il 31 dicembre del 2012, con la maggior parte dei paesi che non hanno rispettato i limiti imposti. Alcuni ricercatori dell’IPCC, affermano che seppure si fossero rispettati i traguardi imposti dal trattato, non sarebbero risultati sufficienti a rallentare il riscaldamento globale. Infatti, per stabilizzare le concentrazioni di gas serra ai livelli attuali, sarebbe necessario ridurre le emissioni del 60-80%. Per comprendere meglio l’impatto ambientale di ogni settore, si possono confrontare i dati del 2012 sulle emissioni di gas ad effetto serra, rispetto ai valori del 1900, pubblicati da ReteClima[8].
Da questa analisi, riassunta nel grafico (Figura 5) si evince che sono due i settori in cui le emissioni sono aumentate; il settore dei trasporti, ma più di tutti il settore residenziale. Già da questi primi dati è possibile anticipare l’importanza e la responsabilità che possiede la progettazione, nel settore delle costruzioni.

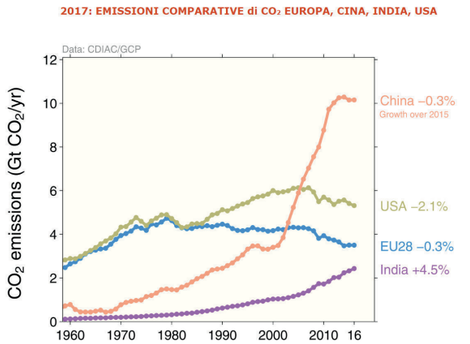


Figura 3 - Grafico delle emissioni di CO_2 complessive - Tratto dal Comitato Scientifico[7], aggiornato al 2017

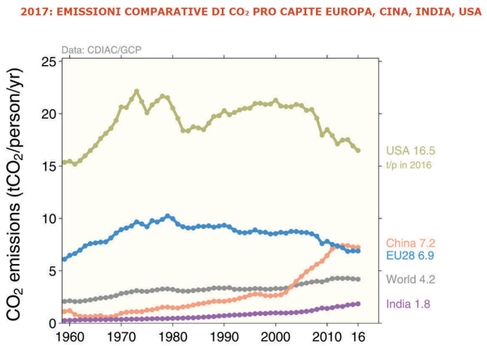


Figura 4 - Grafico delle emissioni di CO_2 pro capite - Tratto dal Comitato Scientifico, aggiornato al 2017

[5] Nel 1992 viene adottata la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, trattato internazionale fondamentale per ridurre il riscaldamento globale, stabilendo per i paesi industrializzati, obiettivi vincolanti di riduzione delle emissioni di gas.

[6] Il protocollo di Kyoto venne adottato nel 1997, ma entrò in vigore solamente nel 2005, grazie alla ratifica da parte della Russia che con la sua quota 17,4%, è stato possibile superare il 61,6%. Infatti, per entrare in vigore, era necessario che il trattato venisse ratificato da almeno 55 Nazioni e che queste stesse complessivamente rappresentassero non meno del 55% delle emissioni serra globali di origine antropica; biossido di carbonio, metano, protossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, esafluoro di zolfo.

Mentre nel settore energetico, è presente una riduzione in termini di emissioni prodotte. Nonostante i consumi di energia elettrica siano aumentati da 218,7 TWh a 307,2 TWh, si ottiene lo stesso una riduzione di emissioni grazie ad una generazione elettrica con combustibili a più basso tenore di carbonio. Il settore che ha ottenuto una maggiore riduzione è l’industria manifatturiera, ha incrementato l’uso del gas naturale in sostituzione dell’olio combustibile. Senza dubbio, ad aver influito maggiormente è stato il calo di produzione riscontrato durante la crisi economica. In generale i processi industriali hanno ridotto le emissioni di N2O nel settore chimico e dei gas fluorurati in tutti i settori. Infine anche la gestione e il trattamento dei rifiuti ha ottenuto una diminuzione di emissioni grazie alla diffusione del sistema di raccolta differenziata.

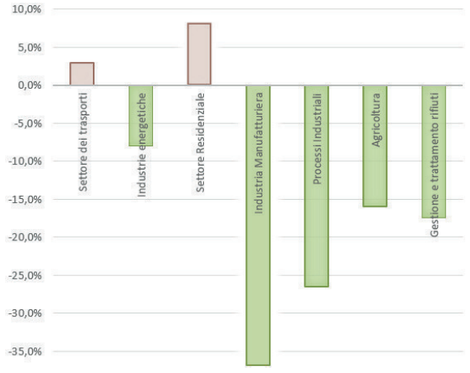


Figura 5 - Grafico delle emissioni di CO_2 prodotte nel 2012 - Tratto da elaborato personale

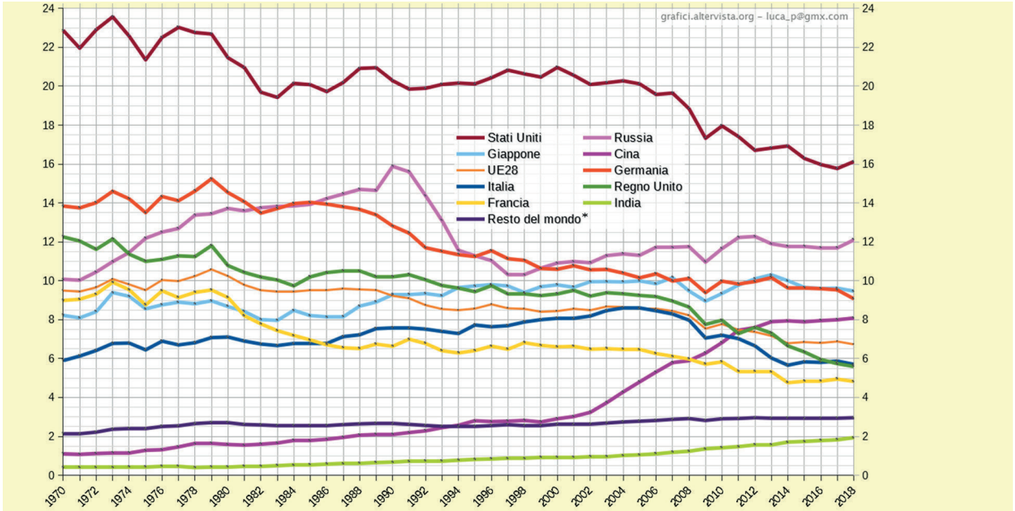


Figura 6 - Grafico delle emissioni di CO2 - Tratto dal Comitato Scientifico Italiano, aggiornato al 2018

Infine è possibile visualizzare l’andamento generale delle emissioni di CO_2 dal 1970 al 2018 dal grafico riportato (Figura 6).
Il passaggio successivo è stato definito dal “pacchetto clima-energia 20-20-20” varato dall’Unione Europea, contenuto nella Direttiva 2009/29/CE, è entrato in vigore nel giugno 2009 e sarà valido dal gennaio 2013 fino al 2020. Si tratta di tre azioni da compiere; volte a ridurre le emissioni di gas serra del 20%, aumentare la produzione di energia da fonti rinnovabili del 20%, al fine di ridurre i consumi energetici totali del 20%.

Successivamente, nel 2015 l’ONU ha approvato l’Agenda 2030, le cui tematiche sono state riassunte all’interno dei “17 punti per lo sviluppo sostenibile”. Tra quelle affrontate, citiamo la lotta alla povertà, alle disuguaglianze, alla riserva ambientale e alla promozione di economie circolari. Lo stesso anno, quasi 200 nazioni hanno siglato l’Accordo di Parigi, il primo accordo globale sul clima legalmente vincolante e universale della storia. Si tratta del raggiungimento di due obiettivi; quello minimo consiste nel contenere il riscaldamento medio del pianeta entro la soglia massima compresa tra 2°C. Mentre l’obiettivo desiderabile prevede di rimanere entro la soglia di 1,5°C.
Secondo gli ultimi dati pubblicati da Eurostat[9] nel 2017 la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia ha raggiunto il 17,5%, duplicando la quota che nel 2004 raggiungeva solo l’8,5%. La Svezia è il paese che detiene il maggior consumo finale di energia proveniente da fonti rinnovabili; il 53,9%. Seguono Finlandia con il 38,7%, Lettonia raggiunge il 37,2%, Austria con il 33,5% e Danimarca che ottiene il 32,2%. Nella lista di coloro che hanno raggiunto l’obiettivo per il 2020, troviamo Bulgaria, Italia, Repubblica Ceca, Estonia, Croazia, Lituania, Ungheria e Romania. Dal lato opposto, non soddisfano gli obiettivi 20.20.20 Lussemburgo (5,4%), Malta (6,0%), Belgio (8,7%) Regno Unito e Cipro (entrambi al 9,3%) e deludono particolarmente Francia (6,7%) e Paesi Bassi (7,4%) che dovranno aumentare la propria quota di energie rinnovabili sul consumo finale lordo di energia di almeno il 6% se vorranno rispettare i propri target nazionali.

Queste sono state le basi per cambiare notevolmente approccio sull’economia che è sempre stata di tipo lineare[10] (Figura 7) ad un economia circolare[11] (Figura 8) che sappia considerare in tutte le fasi,

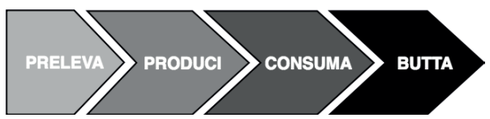


Figura 7 - Raffigurazione del sistema di economia lineare - Tratto dal sito web: “https://www.zerosprechi.eu/index.php/cos-e-l-economia-circolare”

[7] Il comitato scientifico della fondazione per lo sviluppo sostenibile in Italia e nel mondo, ha creato uno spazio virtuale di informazione e di discussione al sito web: www.comitatoscientifico.org in cui sono presenti paradigmi, teorie e scenari illustrate ed approfondite con particolare attenzione agli aspetti metodologici.

[8] Rete Clima, è classificato come Ente del Terzo Settore, istituito nel 2011, al fine di promuove azioni di Corporate Social Responsibility, incentivare l’applicazione di sistemi di economia circolare, sià nel settore privato, che negli appalti pubblici. Rete Clima è strutturata come network tecnico, in relazione al settore della ricerca accademica.

[9] Eurostat è l’Istituto di statistica dell’Unione Europea, che elabora e analizza i dati comparabili tra Paesi e regioni per fornirli all’attenzione della Commissione Europea.

[10] L’ecominia circolare si basa sul sistema; “estrarre, produrre, utilizzare e gettare”, definito anche “take-make-dispose”. Segue il principio di operare in una realtà con infinita disponibilità di risorse ed energia, situazione ben lontana da quella del nostro Pianeta.

dalla progettazione, produzione, fino alla destinazione a fine vita, ogni opportunità di limitare l’apporto di materia ed energia, dando la possibilità di riconquistare nuovo valore sociale e territoriale. In altre parole, l’economia circolare è un modello di produzione e consumo che implica condivisione, riutilizzo, reimpiego e riciclo dei materiali, il più a lungo possibile. In questo modo, il ciclo di vita dei prodotti, non segue un processo lineare, dalla produzione allo smaltimento, ma si estende al fine di ridurre i rifiuti al minimo. Infatti, quando un prodotto ha terminato la sua funzione, i materiali di cui è composto vengono disassemblati e reintrodotti, mediante differenti processi, nel

Figura 8 - Raffigurazione del sistema di economia circolare - Tratto dal sito web: “https://www.zerosprechi.eu/index.php/cos-e-l-economia-circolare”

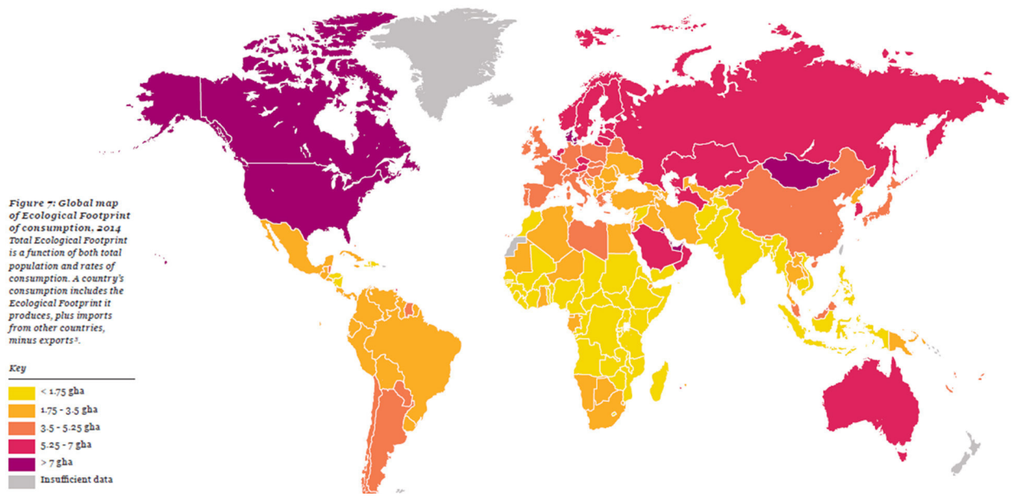


Figura 9 - Raffigurazione dell’impronta ecologica degli stati del mondo. Il colore più scuro corrisponde alla più alta (9-10) - Tratta da Global Footprint Network, aggiornata al 2018.

[11] La Ellen MacArthur Foundation, è un ente autonomo, nato nel 2010. Di recente si sono occupati di delineare tutte le opportunità economiche, che questo modello offre. Il lavoro svolto si può riassumere con la loro seguente citazione: “è un’economia pensata per potersi rigenerare da sola. I flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera”.

[12] L’impronta ecologica è un concetto introdotto da Mathis Wackernagel e William Rees, nel loro libro: “Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth”, pubblicato nel 1996.

ciclo economico.
Esistono altri indicatori che danno la percezione del nostro consumo di risorse. Tra questi possiamo citare; il concetto di impronta ecologica[12]. Si tratta di un indicatore che valuta il nostro consumo di risorse, in relazione a quelle disponibili, prodotte dalla Terra. A partire dal 1999 il WWF[13] aggiorna periodicamente il calcolo dell’impronta ecologica nel suo Living Planet Report[14] (Figura 9).
Quanti Pianeta Terra sarebbero necessari se la popolazione mondiale continuasse a vivere utilizzando le stesse risorse e nello stesso modo? La risposta è possibile individuarla nella raffigurazione che segue (Figura10).

Figura 10 - Raffigurazione del concetto di Overshoot Day, Tratto da Global Footprint Network Footprint Accounts - Aggiornato al 2017

Infine, esiste un ulteriore indicatore, che esprime il consumo di risorse, in relazione a quelle disponibili. Tale indicatore è definito ‘’Overshoot Day’’ ovvero il giorno dell’anno in cui esauriamo le risorse annuali generate dalla Terra. Quest’anno, a causa della crisi sanitaria causata dalla Pandemia e di conseguenza economica dovuta al lockdown, la data di inizio ufficiale del nostro debito con il Pianeta cade il 22 agosto. E’ stato guadagnato un mese, rispetto all’anno precedente che coincideva con il 29 luglio.
Secondo il Global Footprint Network, il COVID-19 ha causato, rispetto al 2019, una riduzione del 9,3% dell’impronta ecologica dell’umanità tra il 1 gennaio e il 22 agosto 2020.

[13] Il World Wide Fund for Nature (WWF) è la più grande organizzazione mondiale per la conservazione della natura. Nel 1961 è avvenuta la sua fondazione e ad oggi è presente nel mondo con 24 organizzazioni nazionali, 5 organizzazioni affiliate e 222 uffici di programma in 96 paesi. Trattano 1.300 progetti ogni anno per la tutela della biodiversità

[14] Il Living Planet Report, è un indicatore dello stato della biodiversità globale, elaborato dal WWF e dalla Zoological Society of London. E’ stato pubblicato per la prima volta nel 1998; nell’edizione del 2018, registrano un declino globale del 60% nella dimensione delle popolazioni di vertebrati, consiste nella perdita di più della metà, in meno di 50 anni.

1.2 EVOLUZIONE DEI MODELLI ABITATIVI

Spesso quando si individuano alcune tecnologie utili a migliorare il comfort interno e a ridurre le dispersioni con l'esterno, si tende a considerarle innovazioni completamente nuove, come se tutto iniziasse ora. In realtà molte soluzioni, erano già presenti in epoche più antiche, ma con il trascorrere degli anni, alcuni aspetti dell'architettura, come l'attenzione al territorio in cui si costruisce e l'orientamento degli edifici, si considerarono questioni superate o superabili dal progresso tecnologico. Questa visione ci ha condotto sempre più lontano dalle soluzioni che oggi, ci troviamo costretti ad adottare.

L'invenzione del vetro è stata forse la discontinuità tecnologica più importante di tutta l'evoluzione dell'abitare.
Attraverso l'applicazione del vetro[15] alle finestre è stato possibile creare degli ambienti interni in cui vivere e poter svolgere diverse attività, poiché non più buie e fredde. Ma fino al 1600, le finestre avevano il solo compito di far entrare la luce, non si potevano ancora aprirle per permettere la ventilazione, poiché erano troppo pesanti per poterle sistemare in un battente mobile, infatti i pezzi di vetro irregolari erano tenuti insieme dal piombo. Fino all'inizio del XIX secolo, le dimensioni delle finestre sono limitate a causa del prezzo economico del vetro e della stabilità strutturale.
Il suo eccessivo costo era dovuto alla produzione per colata, svolta in sei fasi: preparazione della miscela, fusione, colata, ricottura, molatura e lucidatura. L'efficacia della produzione e la riduzione in termini economici è avvenuto per merito di tre innovazioni; la prima del 1861, permetteva di unificare le due fasi di miscela e di fusione. La seconda del 1880 portò all'aggregazione delle fasi di colata e ricottura. Infine nel 1922, nacque un processo sviluppato dalla Pilkington Brothers e dalla Ford, che unificava le fasi di fusione e colatura di vetro che attraverso i rulli passava al forno di ricottura. L'ultima fase, avvenne nel 1952, è stata decisiva per l'innovazione industriale del vetro, definita con il termine float glass. Prevedeva di unificare tutte le fasi, adagiando il nastro continuo di vetro su un bagno di stagno fuso. Il vantaggio di tale processo consistevano nella riduzione dell'80% di manodopera e nella riduzione dei costi energetici per il 50%.

Quindi il progresso per migliorare la tecnologia del vetro è incominciato dalla necessità di far entrare la luce, rimanendo al riparo, successivamente di garantire la ventilazione, fino ad ottenere la consapevolezza che l'energia solare passante per il vetro, si potesse sfruttare accumulandola all'interno della struttura dell'edificio. Questo processo impostato in questi termini, si può definire positivo poiché tiene conto sia del comfort individuale sia di come recuperare l'energia. Infatti per massimizzare questo effetto benefico è importante che la superficie vetrata sia esposta al sole per la maggior parte del tempo, orientandola a sud. Ma con il trascorrere degli anni, sono stati dimenticati gli obiettivi e le funzioni principali del vetro,

[15] La sua nascita risale intorno al 5000 a.C, è stata raccontata da Plinio, come una scoperta casuale, in cui il fuoco ha fuso insieme la calce e la sabbia creando delle perline di vetro. Inizialmente veniva utilizzato solo per realizzare contenitori e ornamenti, solo nel Medioevo è stato applicato alle finestre. Da altri ritrovamenti come a Pompei è stato possibile notare, che già i romani realizzavano superfici di vetro per le finestre, ma erano perlopiù vetro traslucido, poiché non riuscivano a raggiungere temperature alte, per creare superfici trasparenti e senza bolle d'aria.

causando la ‘’moda’’ degli edifici vetrati, in cui per garantire lo stesso comfort interno, il consumo di energia è notevolmente maggiore, determinando un forte impatto ambientale.

Il tema dell’orientamento[16] dell’edificio è stato al centro della progettazione urbanistica, in territori del mediterraneo e in Asia; già in epoche molto antiche.
Le città venivano orientate esattamente secondo gli assi nord-sud ed est-ovest, le abitazioni venivano progettate con la facciata a sud ed un cortile interno, un esempio di questo impianto è la città di Olinto, in Grecia (Figura 11). La quale, per ripararsi dal sole e dal vento e continuare a svolgere le proprie attività, realizzò strade strette e tortuose. Mentre le strade dritte e larghe erano disposte in modo significativo da tracciare gli assi principali della città. Inoltre sono già presenti sistemi di raccolta d’acqua piovana[17] e raccolta dei rifiuti già molto avanzati. Un’altra città manifesto di tali principi è la città di Yemen (Figura 12), la quale risale al IV-V secolo a.C. La distribuzione di piazze, strade e vicoli ciechi è stata progettata per permettere la raccolta dei rifiuti umani da usare come concime. Ogni abitazione era dotata di gabinetti[18] che scaricavano all’esterno differenziando le urine dalle feci, che mediante condotti in facciata venivano raccolte in ceste, dove si essiccavano rapidamente grazie al clima caldo e secco per poi essere usate nei campi come fertilizzanti.

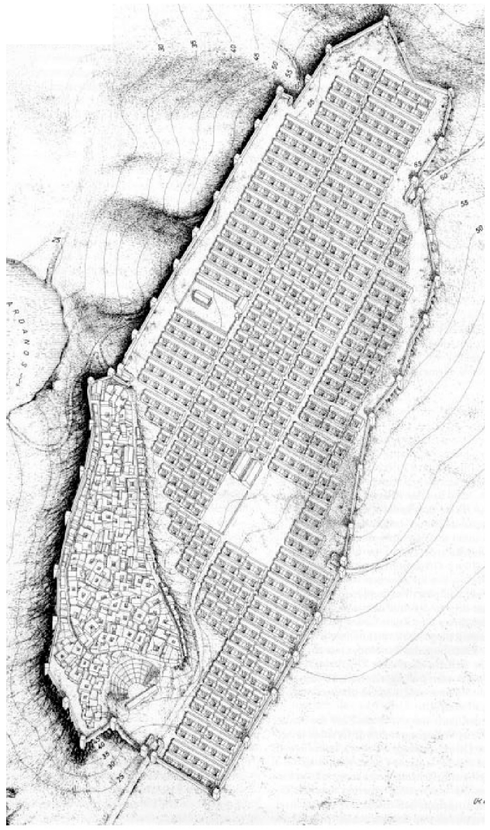


Figura 11 - Raffigurazione della città di Olinto, Grecia - Tratto dal documento ‘’Case e città solari del Mediterraneo antico’’ di John Perlin e Ken Butti

[16] Vitruvio ha posto molta attenzione al tema dell’orientamento degli edifici; presente nel VI libro del De Architectura ed espresso con il concetto di ‘’salubritas’’. Questo aspetto venne completamente ignorato a partire dalla seconda metà del XX secolo, con conseguenze energetiche dannose.

[17] L’acqua veniva raccolta dalle terrazze e convogliata in cisterne scavate sotto le case. Nei periodi di siccità, occorreva trasportare l’acqua dai luoghi lontani, distribuendola nelle fontane, che costituivano un luogo importante di interazione sociale.

Nel Medioevo alcuni aspetti peggiorano, come ad esempio le strade sempre più strette e tortuose che non permettevano la realizzazione di collettori fognari.
La città, in questo modo, diventava sempre più insalubre; la pulizia delle strade era affidata ai cittadini, come la gestione dei rifiuti che venivano trasportati nelle discariche fuori dalla città o nei fiumi. Questo degrado urbano medievale continuò fino all’inizio del XIX secolo, in molte città europee. Una di queste è Parigi, che fino alla seconda metà del XVII secolo, nonostante le leggi imponessero le fosse per le latrine (Figura 13) in ogni abitazione, erano poche quelle impossesso.

L’invenzione dei primi bagni è attribuita alle civiltà mesopotamiche del IV millennio a.C. Erano pozzi profondi 4-5 metri, sprovvisti di risciacquo: i solidi restavano all’interno, i liquidi filtravano nel terreno attraverso alcuni fori. Nell’antico Egitto le latrine venivano disposte in una stanza adiacente alla casa (solo dei più abbienti), con un vaso in arenaria che convogliava in una cavità piena di sabbia, per assorbire liquami e odori. Sugli escrementi si gettava acqua e la fossa veniva svuotata a mano, gettando i rifiuti nei campi come fertilizzante. Mentre un altro sistema prevedeva di smaltire il materiale accumulato, mediante un sistema fognario realizzato da canalizzazioni sotterranee. Un esempio di questo è stato prodotto dalla civiltà minoica, nel Palazzo di Cnosso. Il concetto di latrine pubbliche, è stato realizzato dopo 1000 anni,

Figura 12 - Raffigurazione del centro storico di Shibam, all’interno della cinta muraria - Tratto dal documento ‘’Il colore dell’architettura di terra: Shibam’’ di Massimo Corradi

Figura 13 - Immagine delle latrine romane - Tratto dal sito web: https://www.romanoimpero.com/2011/04/latrine-romane.html

[18] Il gabinetto veniva definito a due comparti, poiché in cui quello anteriore venivano raccolti i liquidi e in quello posteriore i solidi. Era un sistema del tutto simili al ‘’nuovo’’ tipo di wc a due vie che viene oggi proposto dall’Europa centro-settentrionale.

dalla civiltà ellenistica. Il sistema è stato sviluppato in seguito dai romani, mediante aperture di forma circolare create in panche di legno o pietra, posizionate sopra a un sistema di drenaggio. Un piccolo canale sul pavimento, davanti ai gabinetti, doveva servire a fare defluire l’acqua usata per lavare le spugne con cui si pulivano, sicuramente la riservatezza non era possibile.
A Londra, la situazione risultava leggermente migliore, poiché a seguito dell’incendio del 1666 che distrusse 13.000 edifici, venne nominato un responsabile per ogni quartiere con il compito di controllare la pulizia delle strade.
Il water closet cominciò a diffondersi alla fine del XVIII secolo, era composto da una valvola piatta che attraverso un’asticella permetteva l’apertura di un condotto per garantire lo scarico sul fondo. Nel XIX secolo, venne introdotto il sistema definito a ‘’collo d’oca’’, il quale è risultato utile ad impedire la risalita di odori dal pozzo nero.

E’ possibile associare altre tecniche utilizzate nell’antichità ai sistemi oggi presenti; una di queste è l’ipocausto[19] (Figura 14) la tecnica per il riscaldamento, riconducibile al sistema di pannelli radianti a pavimento.
Tale tecnica, è stata introdotta da C. Sergio Orata nel I secolo a.C, a Roma, non era la più comune ma senza dubbio la più sofisticata e confortevole. L’ipocausto si può ottenere in due modi: a canali e a pilastri. Nel primo caso, i fumi della combustione venivano prodotti in un locale sotterraneo, attraverso un canale venivano trasportati sotto il pavimento fino al centro dell’ambiente da riscaldare; da lì si irradiavano quattro canali che raggiungevano gli angoli della stanza. I fumi passavano in condotti posizionati alla base dei muri, per poi risalire in un intercapedine; in questo caso il calore radiante proveniva prevalentemente dai muri. Nell’ipocausto a pilastri era il pavimento a essere riscaldato; sostenuto da una struttura in pilastri di mattoni. I fumi provenienti dalla fornace attraversavano questo intercapedine e venivano estratti attraverso canali di laterizio incassati nelle pareti. L’utilizzo di questo sistema, non era diffuso, bensì riservato ad esclusione dei più ricchi; questo era dovuto a due fattori principali. Il primo riguardava il notevole consumo di legna, per il suo corretto

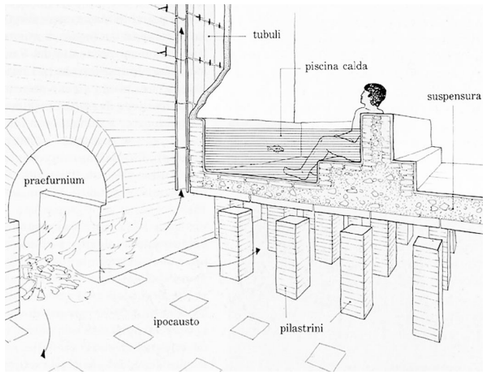


Figura 14 - Raffigurazione dell’ipocausto - Tratto dal sito web: http://www.lasinodoro.it/terme-di-caracal-la-roma/ipocausto/

[19] Deriva dal termine latino hypocaustum, il quale è un calco dal greco **ὑπόκαυστον** (da **ὑπό** = “sotto” e **καίω** = “brucio”), infatti questo tipo di riscaldamento era già conosciuto nell’antica Grecia, risale al 100 a.C dai resti delle Terme di Cladeo a Olimpia. Furono i Romani che lo perfezionarono e lo utilizzarono per riscaldare le terme romane.

funzionamento, il secondo motivo era dovuto ai lunghi tempi di accensione.
Mentre il sistema di riscaldamento più diffuso nell’antica Roma; erano i bracieri realizzati con dimensioni molto variabili. Uno di questi è stato ritrovato a Pompei nel tepidarium[20] delle Terme del Foro, presenta una superficie di quasi 2 m^2.
Un altro sistema noto per il riscaldamento e utilizzato nelle abitazioni comuni, era il focolare[21]. Quest’ultimo veniva posto al centro dell’unica stanza presente, scavato nel pavimento di terra battuta e circoscritto da pietre. La diffusione di questo sistema si dimostrò limitata, fino al XV secolo, il motivo era dovuto al tiraggio dei camini, che provocava forti correnti d’aria. In questo modo si preferiva respirare il fumo, piuttosto che patire il freddo.
Nel tardo Medioevo si sviluppò una variante intermedia fra il focolare centrale e il camino; il ‘’foghér’’. Quest’ultimo era una stanza-camino a pianta circolare, adiacente alla casa con cui comunicava tramite una porta, nella zona cucina e soggiorno. Il fumo prodotto usciva dal tetto sagomato a cono che si chiudeva su una canna fumaria alta qualche metro.
Senza dubbio, le prime stufe si dimostrarono un ottima alternativa, poiché l’assenza di una struttura fissa, come invece presentava il camino, offriva disposizioni meno vincolanti, con la possibilità di scaldare più stanze e creare in questo modo ambienti separati all’interno della casa. Le prime stufe comparvero nel XV secolo nei paesi più freddi, Russia, Cina, Svizzera e Svezia, erano molto grandi ed erano realizzate in muratura o ceramica. Nel XVIII secolo si svilupparono le stufe attuali; un involucro di mattoni refrattari, di ferro e di ghisa, dentro il quale si brucia legna o carbone, con un tubo che porta all’esterno i fumi. E’ un sistema più efficiente del camino e più facile da installare, facendo passare il tubo di scarico dei fumi dove occorre.

In modo analogo, possiamo osservare gli sviluppi tecnologici che hanno caratterizzato il sistema di raffrescamento; basato essenzialmente sul principio di incrementare la velocità dell’aria, al fine ridurre la percezione di caldo. In assenza di sistemi meccanici per farlo, sin dal tempo degli egizi

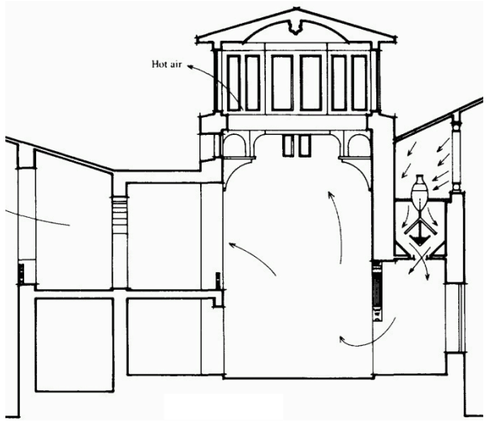


Figura 15 - Raffigurazione del sistema ‘’malqaf’’ - Tratto dal sito web: https://www.tes.com/lessons/zxksqmb-BjvYQA/architetture-bioclimatiche

[20] Il tepidarium, dal latino tepidarium - da tepidus = tiepido, era la parte delle antiche terme romane destinata ai bagni in acqua tiepida.
[21] In Polonia, ancora nel XIX secolo la casa rurale definiva ‘’stanza nera’’ (czarna izba) la stanza che accoglieva il focolare senza camino a causa della fuliggine, mentre l’altra era la ‘’stanza bianca’’ (biala izba). La stessa nomenclatura veniva usata anche in Russia e nei nostri territorio, nelle Alpi Carniche, è presente il ‘’fogolar’’ e la stanza prende il nome di ‘’ca’ da fum’’.

e degli assiri, si usava il ‘’malqaf’’ (Figura 15); una torretta aperta, posta sul tetto della casa, per raccogliere o convogliare all’interno il vento fresco proveniente da nord. L’aria usciva dalle finestre poste in alto e dalla volta del ‘’qaa’’, il cortile coperto sul quale si affacciavano tutte le stanze della casa. In alcuni casi, l’aria esterna lambiva superfici d’acqua in modo da evaporare e umidificare gli ambienti. Questo sistema di raffrescamento e ventilazione definito come la ‘’torre del vento’’ (Figura 16) è presente in molti paesi mediorientali e si classificano in ‘’unidirezionali’’ o ‘’multi-direzionali’’, in cui quattro o più prese d’aria sono sistemate sulla testa della torre. Quest’ultima è frequente negli Emirati, dove il vento non ha direzioni prevalenti. Mentre applicazioni del ‘’malqaf’’ sono presenti a Baghdad, in edifici multipiano con più appartamenti. Nella stessa località, troviamo la ‘’punkah’’, un gigantesco ventaglio rettangolare appeso al soffitto e manovrato a mano con un sistema di corde.

In Iraq è possibile trovare dei salotti semi-sotteranei chiamati ‘’sirbàb’’[22]. L’applicazione di questo sistema è presente ad Aleppo, in alcune antiche ville nobiliari e a Palermo, con il nome di ‘’camera dello scirocco’’. Il luogo veniva rinfrescato grazie all’acqua, che all’interno di canali e fontane, evapora rinfrescando e umidificando l’aria. Altri sistemi di raffrescamento venivano realizzati inserendo il ghiaccio nell’intercapedine delle pareti nella stanza destinata al riposo pomeridiano.

Quando si sfruttano le risorse del territorio e i fenomeni naturali, possiamo vivere in modo sostenibile, garantendo il comfort alla maggior parte delle persone e non ad esclusione dei più abbienti, come accadeva in passato. Secondo questa logica si sono sviluppati il sistema fotovoltaico e il solare termico[23] che hanno permesso un avanzamento per raggiungere gli obiettivi di edificio ad energia zero. Infatti oggi, nella maggior parte dei Paesi è obbligatorio il sistema di produzione di acqua calda con il solare termico per tutte le nuove costruzioni.

Per quanto riguarda la produzione di elettricità, esistono studi che risalgono al 1876 da parte di due scienziati britannici William Adams e

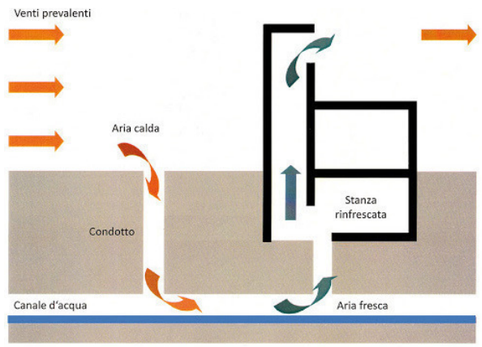


Figura 16 - Raffigurazione del sistema ‘’torre del vento’’ - Tratta dal sito web: http://www.laterizio.it/xml/41fo0wD--nike-air-force-one-hyperfuse-fine.html

[22] Il termine ‘’sirbàb’’ dall’antico persiano sard; freddo e ab; acqua.

[23] Il primo scaldacqua solare commerciale, nominato Climax Solar Water Heater, venne brevettato dal fisico svizzero Horace de Saussure nel 1881. Consisteva in una scatola isolata termicamente con quattro recipienti di acciaio neri, coperti da una superficie vetrata, riempiti d’acqua scaldata dal sole, giungeva al rubinetto per caduta. Nel 1909, il sistema venne migliorato da William J. Bailey con tubi saldati su una piastra metallica nera. Tale sistema venne definito Day and Night, aveva un costo maggiore ma risparmiava gas per il 70% rispetto al 40% del sistema Climax.

Richard Day. I quali scoprirono che il selenio era capace di trasformare direttamente la luce in elettricità. Successivamente nel 1953, il fisico Gerald Pearson si trovò casualmente a costruire la prima cella solare. L’anno dopo venne sperimentata la prima cella al silicio capace di convertire direttamente energia solare in elettricità, con un’efficienza del 6%.
I primi quartieri che si svilupparono dando seguito a queste tecnologie sono ad esempio il quartiere Göteborg, in Svezia; composto da case a schiera, che con una corretta e attenta progettazione non ha avuto la necessità di inserire il sistema di riscaldamento. In questo modo il maggior costo impiegato nella progettazione e nelle tecnologie dell’involucro dell’edificio, vengono compensate dal risparmio che deriva dall’assenza di impianto, senza tralasciare il guadagno ambientale.
Il medesimo sistema è stato utilizzato per il quartiere di BedZed a Londra, in cui troviamo alcuni principi antichi integrati con le tecnologie attuali. Infatti gli edifici hanno la parte più alta rivolta a sud e quella più bassa a nord, riducendo così le superfici che disperdono. Sicuramente tale organizzazione permette di evitare che gli edifici si ombreggino reciprocamente.

Il più grande e ambizioso progetto, in cui troviamo l’espressione di tanti modelli abitativi sperimentali è stato avviato nel 1970 ed ancora in evoluzione. Si tratta della città di Arcosanti (Figura 17), in Arizona nella Paradise Valley, ideata dall’architetto e urbanista torinese Paolo Soleri, il quale applica un approccio da lui nominato ‘’arcologia’’[24] incredibilmente anticipatrice e precursore delle soluzioni contemporanee di progettazione sostenibile. Si tratta di un cantiere di sperimentazione permanente per nuove forme di aggregazione, con tecniche come il metodo della formatura a terra, l’inserimento di elementi prefabbricati e altre parti realizzate in opera. Lo schema

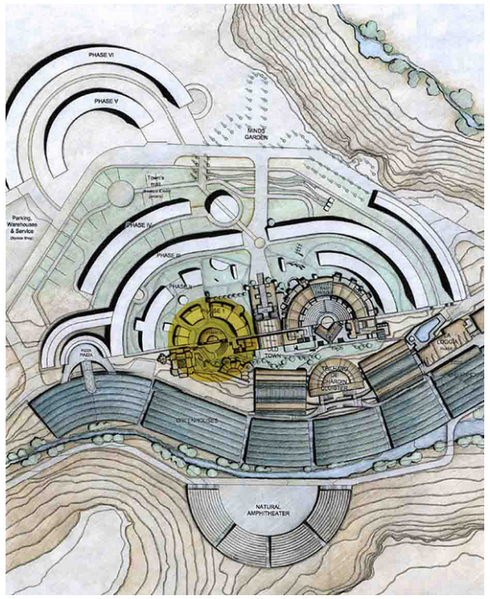


Figura 17 - Raffigurazione del progetto della città di Arcosanti - Tratta dal sito web: https://www.artwave.it/architettura/progettisti/arcosanti-il-sogno-sostenibile-di-paolo-soleri/

[24] Il termine “arcologia” è una crasi di architettura ed ecologia, la comunità di un luogo si pone l’obiettivo di ritrovare un legame con la natura, realizzando la propria città-laboratorio nei criteri di sostenibilità.

funzionale, si basa sulla realizzazione di un insediamento progettato su terrazzamenti conformi alla morfologia del territorio. La struttura urbana è organizzata in modo compatto, a vantaggio del trasporto pubblico rispetto a quello privato. Il fulcro dell’opera si struttura con due grandi edifici, uniti da un “collegamento” arcologico, ideato per ospitare 5000 abitanti. Il vero motore ecologico del tutto, risiede nel cambiamento dello stile di vita in relazione al contesto sociale ed ambientale.
In conclusione, possiamo affermare che i nuovi modelli abitativi sperimentali, tra cui l’Earthship oggetto di questa tesi, si pongono l’obiettivo di riprendere molte tecniche già usate in passato integrandole con alcune tecnologie, che nel tempo sono state innovate e migliorate.

1.3 EDILIZIA CIRCOLARE

Dall’analisi effettuata in precedenza, riguardo le questioni ambientali, è chiaro quanto sia importante cambiare notevolmente approccio sui consumi e sull’impatto che ognuno di noi ha, nel territorio. A questo discorso si va a sommare l’impatto ambientale dell’edilizia; essendo uno tra i settori economici più energivori ed inquinanti al mondo, secondo quanto riportato dal Rapporto Rifiuti Speciali 2019 elaborato dall’ISPRA. L’analisi condotta, relativa all’anno 2017, mette in evidenza come il 41% totale dei rifiuti prodotti in Italia sia riconducibile al comparto delle costruzioni e demolizioni, che hanno generato oltre 57 milioni di tonnellate di materiali di scarto, risultando responsabile di una fetta tra il 25% e il 40% delle emissioni globali di carbonio.
Per fare un confronto con altri Paesi Europei; in Francia, il settore edilizio produce ogni anno 50 milioni di tonnellate di rifiuti: il 65% di questi materiali provengono da lavori di demolizione, il 28% dalle ristrutturazioni e il 7% dalle nuove costruzioni. La stima effettuata sulle tonnellate di rifiuti prodotti, fa emergere che solamente il 50% viene riciclato; come riportano i dati forniti dal Ministero dell’Ambiente, dell’Energia e del Mare.
Nel Regno Unito, un terzo dello spreco di risorse a livello nazionale proviene dall’edilizia. Ogni anno, confluiscono nel processo edilizio 400 milioni di tonnellate di materiale.
Per questi motivi, è indispensabile attuare un cambiamento significativo nella progettazione; ragionando in termini di circolarità. Promuovere il riuso e il riciclo dei materiali esistenti è un ottimo contributo per ridurre la produzione di rifiuti e poterli trasformare in risorse. E’ da questo principio che nasce l’espressione ‘’Edilizia Circolare’’[25]; caratterizzata dalla volontà di rispondere in modo creativo alle problematiche economiche e ambientali del settore delle costruzioni, mediante l’applicazione dei principi dell’economia circolare (Figura 18). L’obiettivo è quello di definire un nuovo modello processuale, in grado di valorizzare ogni singola risorsa, senza trascurare funzionalità, qualità estetica ed economicità degli edifici.
Nella nostra realtà nazionale, queste tematiche

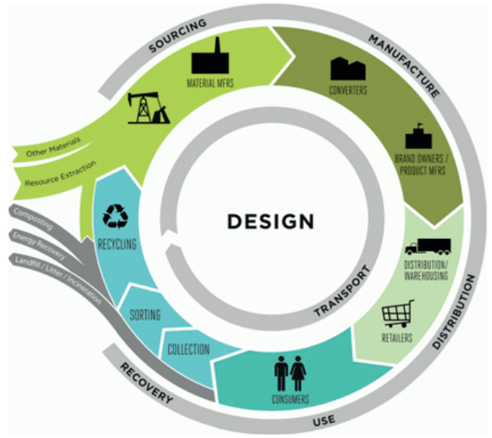


Figura 18 - Raffigurazione del processo di “Circular Design” - Tratto dal sito web: “https://www.green.it/un-nuovo-modello-economico-edilizia/”

[25] Con il termine Edilizia Circolare, si intende l’applicazione dei principi di circolarità nel mondo dell’edilizia. Ovvero la capacità di rigenerare un materiale per impiegarlo nelle costruzioni, in questo modo un qualsiasi scarto di produzione può essere una nuova risorsa, per un edificio. Infatti, il materiale di partenza non deve appartenere esclusivamente alla categoria edile; tuttavia esistono differenti esempi di prodotti di uso quotidiano o componenti derivati dal settore meccanico e automobilistico, impiegate per realizzare edifici.

vengono affrontate solo da alcuni anni e nell’ultimo periodo si stanno unendo le forze, per creare una mentalità circolare nell’edilizia ma anche per aggiornare le normative in termini di rifiuti. Nel maggio del 2016, da una comunione di intenti di Habitech[26] e di Riva del Garda Fierecongressi[27] è nato RE-Lab, una realtà che mira a diffondere il concetto di edilizia circolare. Per comprendere ancora meglio le potenzialità di questo nuovo approccio progettuale (Figura 19), riportiamo le parole di Thomas Miorin[28] presidente di RE-Lab e co-fondatore di Rebuild: ‘‘Il flusso economico di un edificio circolare ha delle prestazioni migliori rispetto a quelle di un edificio tradizionale, in quanto a fine vita prevede una banca di materiali, una banca di componenti che si possono rimettere in circolo in modo nuovo’’.
REbuild ha calcolato che in campo edilizio sarebbe necessario riqualificare una casa al minuto. Considerato che il patrimonio immobiliare italiano è il secondo più vecchio al mondo dopo quello tedesco. Infatti, Il 76% delle case presenti sul territorio nazionale, hanno più di 40 anni, quindi necessitano non solo di una riqualificazione architettonica, funzionale ed energetica, ma anche strutturale. Quasi il 90% delle nostre case sono oltre la classe D. Inoltre, occorre sottolineare che si tratta di un Paese costituito per l’88% del patrimonio nazionale da immobili; di cui il 62% residenziale e il 26% non residenziale, come attestano i dati riportati dall’Istat nel 2015. Quindi, risulta ancora più urgente operare verso una riqualificazione dell’esistente ed evitare che l’intero patrimonio immobiliare venga svalutato, a causa della sua inadeguatezza ai criteri di sostenibilità ed efficienza energetica. Infine, per raggiungere il traguardo auspicato dalla Commissione Europea nell’Energy Roadmap 2050 occorre ripensare alle tecnologie, alla filiera e ai processi finanziari e amministrativi del settore edilizio. Forse un cambiamento in questa direzione sarà possibile con il nuovo Decreto Rilancio, pubblicato in Gazzetta Ufficiale, il 6 agosto 2020, che introduce all’art.119 il cosiddetto ‘‘Superbonus’’. Si tratta di una detrazione fiscale al 110% con cessione del credito, da richiedere per alcune specifiche

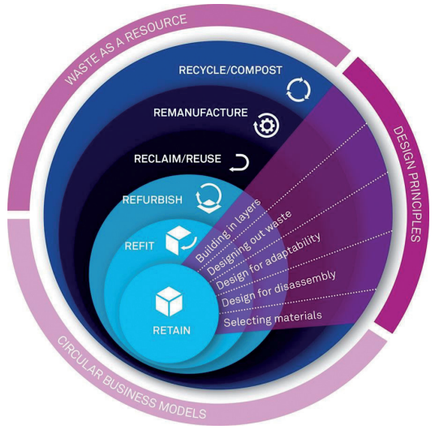


Figura 19 - Raffigurazione del processo di “Edilizia Circolare’’ - Tratto dal sito web: “https://www.green.it/edilizia-circolare-thomas-miorin/ ’’

opere trainanti e trainate, che permettano all’immobile il superamento di due classi energetiche.

Per quanto concerne l’edilizia circolare è importante sottolineare la sua organizzazione, basata sui 5 principi cardine dell’economia circolare, quali:
- Energie Rinnovabili (Figura 20): affidarsi esclusivamente ad energie prodotte da fonti rinnovabili e all’ utilizzo di materie prime rinnovabili, riciclabili o biodegradabili, caratterizzati da una capacità di rigenerarsi naturalmente in tempi brevi.
- Modularità e versatilità (Figura 21): la priorità in questi termini è importante affinché il suo uso si possa adattare al cambiamento delle condizioni esterne.
- Eco progettazione (Figura 22): Progettare i prodotti pensando fin da subito al loro impiego a fine vita, quindi con caratteristiche che ne permetteranno lo smontaggio o la ristrutturazione.
- Approccio sistemico (Figura 23): sviluppare la progettazione con l’obiettivo di ottenere prodotti che garantiscano un ciclo di vita più lungo. In modo da garantire alle aziende di riparare, aggiornare e rigenerare i propri prodotti, preservandoli da uno spreco di materiali ed energia.
- Recupero dei materiali (Figura 24): la creazione di nuovi cicli produttivi, in cui gli scarti non vengono eliminati ma recuperati, riciclati o rigenerati per essere nuovamente utilizzati. Questo processo previene la produzione di rifiuti e la progettazione degli elementi viene effettuata in modo che possano essere facilmente reinseriti a fine vita, all’interno di un ciclo biologico o tecnico della materia. In questo modo gli scarti diventano nutrimento e viene eliminato il concetto di rifiuto.
Un esempio di questo approccio emerge dall’azienda francese ‘‘Recovering’’, la quale supporta l’avanzamento dell’edilizia circolare mediante il riciclo sistematico degli intonaci provenienti dalle demolizioni e ristrutturazioni. Il risultato di tale pratica ha permesso, in un solo anno, di recuperare 45.000 tonnellate di materiale di scarto, che altrimenti sarebbe dovuto essere conferito in discarica.

Figure 20,21,22,23,24 - Raffigurazione dei principi di “Edilizia Circolare” - Tratto dal sito web: “https://www.enelx.com/it/it/economia-circolare/definizione-e-principi’’

[26] Distretto Tecnologico Trentino per l’Energia e l’Ambiente, nasce nel 2006, con sede operativa a Rovereto. Si pone l’obiettivo di realizzare in Trentino reti di impresa e filiere produttive specializzate nei settori dell’edilizia sostenibile, dell’efficienza energetica e delle tecnologie intelligenti per la gestione del territorio. Attraverso Habitech è stato possibile realizzare marchi come: ARCA, Odatech, Greenmap, REbuild e REbuilding Network.

[27] Azienda gestore del polo fieristico e congressuale del Trentino, che avvia la propria attività nel 1972, con l’obiettivo di promuovere l’economia del territorio.

[28] E’ Presidente di RE-Lab, Direttore Innovazione di Habitech, in cui coordina diverse iniziative per una nuova edilizia tra cui il progetto Energiesprong. Ha collaborato in prima persona per l’avvio del Green Building Council Italia e ha contribuito alla diffusione della certificazione Leed. Ha svolto molte lezioni, come docente di Logistica, all’Università di Padova.
La citazione inserita nel testo, appartiene ad un’intervista pubblicata da Nicola Andreatta, al sito web: “https://www.green.it/edilizia-circolare-thomas-miorin/#:~:text=Come%20spiega%20Thomas%20Miorin%2C%20infatti,in%20circolo%20in%20modo%20nuovo%C2%BB.

Esistono altri progetti che promuovono l’economia circolare; come Energiesprong. Si tratta di un progetto, nato cinque anni fa in Olanda, che ha l’obiettivo di riqualificare oltre centomila abitazioni di housing sociale. Dovrà consistere in una riqualificazione abbordabile, ovvero avverrà in un contesto in cui le capacità di spesa della cittadinanza sono ridotte. In contro a questa esigenza, si lavorerà sull’efficienza energetica, con la finalità di azzerare il costo delle bollette. In Italia sono 18 milioni le famiglie a cui occorre riqualificare la casa perché ha più di 40 anni. Ed è impensabile tenere lontano da casa per oltre 6 mesi un così alto numero di persone. Quindi è necessario che rispetti il principio di ‘’non intrusività’’ vale a dire, trovare soluzioni capaci di riqualificare in massimo sette giorni. Il progetto energiesprong, di industrializzazione dell’edilizia, è nato in Olanda e oggi si sta replicando in Inghilterra, Francia, Germania e Italia.

A livello nazionale, nel 2017 è nato un progetto definito ‘’Alleanza per l’Economia Circolare’’, con la firma del Manifesto[29] da parte di imprese italiane, leader in diversi settori produttivi. Ad oggi coinvolge 17 imprese[30] , 235 mila dipendenti, 94 mila fornitori ed un fatturato complessivo di 126 miliardi di euro. L’obiettivo è quello di trasformare il contesto produttivo in ottica circolare di riutilizzo delle risorse. Le imprese che partecipano all’Alleanza adottano lo stesso tipo di approccio, per fare un esempio: Aquafil SpA è da 20 anni che si impegna ad applicare i principi di circolarità, a tal punto che il 40% del suo fatturato è generato da scarti, riducendo del 70% le emissioni di CO_2. Si tratta della produzione di Nylon Rigenerato ECONYL, un processo di riciclo chimico, definito depolimerizzazione, in grado di rigenerare il Nylon da vari rifiuti quali, reti da pesca e reti da acquacoltura, moquette e tappeti, scarti tessili e di lavorazione della plastica. L’aspetto interessante riguarda il processo di depolimerizzazione che può esser svolta infinite volte, senza trascurare la qualità. Inoltre gli impatti ambientali sono significativamente inferiori rispetto a quelli della produzione del Nylon da petrolio. In termini quantitativi, la riduzione del Global Warming Potential; GWP, riscaldamento globale potenziale, raggiunge il 90%.
Si impegnano ad esplorare le potenzialità dell’economia circolare, riportando alcuni dati nazionali, che analizzeremo in seguito e definendo il concetto di ecosistema. Infatti per l’economia circolare, l’ecosistema è quel sistema in grado di coinvolgere tutti gli attori utili quali; istituzioni, amministratori locali, imprese, università e centri di ricerca, start-up, associazioni fino ad arrivare alla comunità e ad ogni singolo cittadino. Il coinvolgimento può riguardare le competenze, gli obiettivi e gli strumenti indispensabile a rafforzare l’economia circolare, affinché diventi realtà. In questo modo, sarà possibile ottenere una società in cui, la produzione non sia conclusa dalla fase di smaltimento, ma possa proseguire verso una nuova fase di rigenerazione, tornando così, nel ciclo produttivo.

[29] Documento firmato da Intesa SanPaolo, Bvlgari, Fater, Enel, Salvatore Ferragamo, Eataly, Costa Crociera e Novamont. Reperibile dal sito web: https://corporate.enel.it/content/dam/enel-it/progetti/documenti/Manifesto_Economia_Circolare_2017.

[30] Le imprese che appartengo ad Alleanza per l’Economia Circolare, sono: ‘’A2A, Aquafil, Bvlgari, Cassa Depositi e Prestiti, Cetena (Gruppo Fincatieri), CIRFOOD, Costa Crociere, Enel, ERG, FaterSMART, Gruppo Hera, Intesa SanPaolo, NextChem (Gruppo Maire Tecnimont), Novamont, Salvatore Ferragamo, TH-Resorts e Touring Club Italiano.

Consultando i dati forniti dal Circularity Gap Report 2020[31] della Circle Economy, nel mondo si consumano più di 100 miliardi di tonnellate di materie prime e solamente il 9% viene riutilizzato. Sono state effettuate ulteriori analisi, riguardo le potenzialità dell’economia circolare nel tessuto economico Europeo; ed emerge che fino al 2030, potrà esserci un aumento del 7% degli investimenti, con più 700 mila posti di lavoro, riducendo del 10% i costi e del 17% le emissioni di CO_2. Nel caso italiano, per le filiere di plastica, alluminio e cemento si otterrebbe una riduzione totale di 18,8 milioni di CO_2 all’anno, se solo si applicassero i modelli circolari.
Infine, l’Alleanza introduce cinque macro obiettivi, con le relative azioni di dettaglio, che riportiamo riassunte nel seguente schema (Figura 25).
In una realtà basata sull’economia circolare, le tipologie di materiali e risorse disponibili sono di tipo biologico; ovvero non tossici e reintegrabili nella biosfera. Oppure di tipo tecnico, vale a dire tutti gli elementi progettati in modo da essere facilmente riparabili, disassemblabili e riciclabili, così da rimanere in circolo ed essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera. Attraverso questi principi è possibile individuare delle strategie che in generale possono essere adottate nel settore edile al fine di ridurre gli impatti ambientali legati ai flussi di risorse energetiche e materiali.

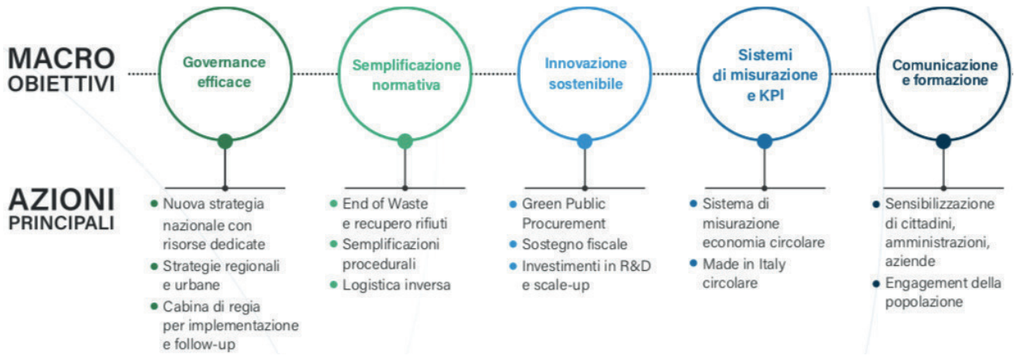


Figura 25 - Raffigurazione degli obiettivi di Alleanza sul tema di Economia Circolare - Tratto dal Position Paper 2020, a cura di Agici, con il contributo di Accenture.

[31] Il Circularity Gap Report 2020 consiste in un rapporto annuale che misura la diffusione dell’approccio circolare. Il suo obiettivo è quello di stimolare l’azione affinché si realizzi un’economia circolare globale. Il Circularity Gap Report viene lanciato ogni anno durante l’incontro annuale del World Economic Forum a Davos. Nell’occasione si riuniscono le parti interessate di aziende, governi, università e l’Organizzazione Non Governativa, per un confronto riguardo le più recenti prove scientifiche ed una valutazione dei risultati forniti.

2. SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI EDILIZI

Per realizzare un progetto secondo i principi di circolarità, occorre approfondire quali processi progettuali è necessario applicare.

2.1 CIRCOLARITÀ NEI CONTESTI INTERNAZIONALI

Quando si progetta un edificio, è importante sottolineare, quanto sia necessario considerare ogni suo aspetto e progettare ogni sua fase; il reperimento delle risorse, la realizzazione in cantiere, la gestione e la manutenzione, senza tralasciare un ultimo aspetto fondamentale; la dismissione dell'edificio al termine del suo utilizzo. E' proprio su quest'ultimo aspetto che poniamo maggiormente l'attenzione; realizzare edifici le cui parti possono essere disassemblate con facilità, permette un'attenzione in più riguardo a ciò che accade al termine della vita utile dell'edificio. Inoltre per agire con responsabilità nella progettazione, risulta indispensabile ragionare sulla scelta dei materiali. Si possono favorire quelli la cui produzione ha un impatto ambientale minore, vale a dire che l'emissione di CO_2 per la sua realizzazione, risulta ridotta. Oppure si può optare per una scelta più responsabile ancora; utilizzando materiali di reimpiego[32] o di riuso[33].

Un metodo internazionale molto utile e ben strutturato, ci permette di calcolare l'impatto ambientale e in termini di salute umana che un materiale o un servizio potrebbe manifestare a partire dalla sua produzione fino al termine della sua vita; si tratta appunto di un'analisi del ciclo di vita, definita con l'acronimo LCA (Life-Cycle Assessment). In questo modo è possibile classificare gli edifici che rientrano nei parametri di sostenibilità.

Inoltre è importante introdurre e in seguito approfondire, il tema degli approcci progettuali; quest'ultimi se ben strutturati possono contribuire ad applicare i principi dell'economia circolare. Il primo approccio, definito Harvest Map, è stato ideato come piattaforma open source, nei Paesi Bassi dall'architetto Cesar Peeren di Superuse Studios, con il nome olandese: '' Oogstkaart ''. Quest'ultima individua, mappa e mette a disposizione di architetti, designer, artigiani e creativi, numerosi materiali da costruzione provenienti da demolizioni, prodotti giunti a fine vita, giacenze e stock invenduti, componenti recuperati da dismissioni di edifici, o scarti derivanti da produzione industriale.
La mappa può essere consultata in base alla localizzazione geografica del prodotto, al tipo di materiale necessario, alle dimensioni, alla disponibilità ed infine per filtro economico. Si tratta di un processo volontario, poiché la progettazione si basa sul reperimento di risorse potenzialmente riutilizzabili, costruendo una rete di contatti e collaborazioni.
Questo sistema si è diffuso anche in altri Paesi quali; Austria, Francia, Belgio, Spagna e Cina. In Italia, con il progetto ''Miniere Urbane'', è stato ideato il portale ''Harvest Map Italia'', per merito dell'associazione Giacimenti Urbani[34] e l'associazione Cure[35], con il sostegno dell'ambasciata olandese, della Fondazione Aem e con il patrocinio dell'ordine degli architetti di Milano. Nella piattaforma italiana, sono presenti 10 categorie di materiali che potranno essere riutilizzati in nuovi ambiti,

[32] Il termine "reimpiego" difficilmente viene inserito nei documenti ufficiali, poiché è un approccio relativamente nuovo che deve essere ancora gestito a livello normativo. Per reimpiego si intende, dare un nuovo scopo ad un oggetto che sia differente da quello originario. Questo approccio non richiede nessun tipo di trasformazione del materiale, come avviene con il riciclo, ma solamente un cambio di destinazione d'uso.

[33] Il termine "riuso" è impiegato nei materiali ed oggetti che vengono utilizzati nuovamente per il medesimo scopo con il quale sono stati creati.

riguardano; plastica, legno, metalli, vetro, carta, rifiuto organico e materiali RAEE.
Le aziende che hanno messo a disposizione i propri prodotti con l’obiettivo di intercettare i potenziali utenti interessanti, risultano fino a questo momento 15. Le aziende dopo essersi accreditate sulla piattaforma, potranno inserire una fotografia del materiale che mettono a disposizione con una descrizione, anche questo risulta un meccanismo utili a velocizzare la ricerca.

Esistono altri approcci che si legano al concetto di filiera; in cui è possibile recuperare materiali utili al progetto, da processi già consolidati. Potenzialmente ogni prodotto può essere affidato ad una sequenza di fasi, collocato in una specifica filiera, che garantisca il suo reinserimento nel mercato. Esistono alcune filiere aziendali; produttrici di numerose quantità di materiali di scarto industriale, interessante a sviluppare processi per smaltirlo. Lo stesso può accadere, direttamente in centri che si occupano della raccolta dei materiali e dei rifiuti; come i Consorzi. Quest’ultimi applicano un approccio di filiera del Consorzio, quando al proprio interno favoriscono l’integrazione di processi utili a creare un nuovo impiego per il prodotto o rifiuto.

Infine, altri interessanti approcci al mondo delle costruzioni sempre in ambito di edilizia circolare, sono presenti da alcuni anni, in Francia, con il nome di progetti RHEA. Il territorio nazionale francese ha sancito alcuni bandi, con l’obiettivo di sperimentazione e ricerca per il recupero degli edifici. Tale programma tiene conto dell’organizzazione in cantiere, dei materiali utilizzati e dell’applicazione della demolizione selettiva, (che verrà affrontata di seguito). La progettazione si basa su elementi prefabbricati e modulari in legno, assemblabili in cantiere, ottimizzando il tempo e consentendo di conseguenza un risparmio economico. Questa digitalizzazione e industrializzazione del processo edilizio, insieme all’autosufficienza dei sistemi che facilitano la gestione, permettono alle persone una maggiore accessibilità alle abitazioni.
L’attenzione sociale emerge anche da altri aspetti; come ad esempio l’organizzazione del cantiere previsto dal programma RHEA, che garantisce alle persone un’abitazione provvisoria, realizzata nei medesimi processi di prefabbricazione e smontabile al termine del cantiere.
Pensando al territorio italiano, emerge ancora di più la presenza di un patrimonio esistente da riqualificare, che può diventare esempio e opportunità di sviluppo dell’economia circolare. Proprio per questo motivo è importante pensare agli edifici come un insieme di elementi assemblati nel momento di utilizzo ed una possibile risorsa per una costruzione futura, nel momento in cui cade in disuso ed ogni suo elemento viene recuperato. Su questo principio si basa l’altro approccio, sopra citato, demolizione selettiva.
Quest’ultimo è un aspetto ancora irrisolto per la normativa italiana e di estrema attualità.

[34] Associazione nata dall’dea di Donatella Pavan, giornalista impegnata da 15 anni nella diffusione della cultura sostenibile, nella sezione Ambienti&Veleni de Il Fatto Quotidiano, per Tuttogreen di La Stampa, le Good news di Case Abitare, e molte altre testate su queste tematiche. L’associazione si basa sui principi di cooperazione, rispetto per l’ambiente, del territorio e impegnata nella promozione dell’economia circolare Fondata sui principi di cooperazione, rispetto per l’ambiente, mediante l’uso di energie rinnovabili, di efficienza energetica e sviluppando la cultura della riduzione, del riuso, della riparazione, della preparazione al riutilizzo e del riciclo, ma anche tutte le idee e i progetti che riducono la produzione di CO_2.

Per comprendere meglio il perché di questa situazione, è importante definire che per demolizione selettiva si intende il recupero di un materiale non più utilizzato, le macerie oppure gli elementi smontabili di un edificio che vengono utilizzati in altri cantieri. La difficoltà di gestire questi materiali deriva dall’articolo 184-ter del Codice Ambiente che li considera rifiuti, in quanto beni caduti in disuso. Questo aspetto normativo, verrà affrontato più nel dettaglio al capitolo 5.1.
In questa prima fase, risulta comunque fondamentale chiarire che molti materiali edili di demolizione, non rientrano nelle casistiche previste dalla normativa; per questo motivo alcune persone, tra cui Roberto Morassut, sottosegretario all’Ambiente, stanno lavorando sul decreto End of Waste; un documento che sancisce i criteri o processi indispensabili a definire quando un prodotto cessa di essere considerato rifiuto. Applicata la ‘‘cessazione di rifiuto’’, il materiale potrà essere riciclato, riutilizzato o reimpiegato anche per uno scopo differente da quello originario.
Oltre a lavorare su questo aspetto, si impegnano ad aggiornare i Criteri Ambientali Minimi; CAM, introdotti nel 2015 con un decreto ministeriale, all’interno del Piano di azione nazionale per il Green Public Procurement europeo. I CAM si pongono l’obiettivo di indirizzare il consumo e gli acquisti sulle tecnologie e sui prodotti che rispettano l’ambiente.
Esistono altri sistemi utili ad incentivare l’edilizia circolare, come le certificazioni e protocolli volontari, LEED[36] creato nel 1993 negli Stati Uniti e BREEAM[37] nel 1990 in Inghilterra. Si basano su dei requisiti ambientali quali;
- innovazione;
- salute;
- benessere;
- ecologia;
- energia;
- materiali;
- uso del suolo;
- processi di gestione;

In base al quota di raggiungimento di questi requisiti, viene attribuito un punteggio al progetto. Il sistema di rating Leed è approdato in Italia nel 2009 grazie all’impegno di GBC Italia[38], che ha allineato gli standard internazionali sia al nostro sistema normativo, sia alle caratteristiche costruttive dell’edilizia nazionale.
Questo sistema di certificazione energetica, si struttura in 7 sezioni: i prerequisiti e i crediti. I prerequisiti di ogni sezione sono obbligatori affinché l’intero edificio possa essere certificato, mentre i crediti vengono attribuiti in funzione delle caratteristiche del progetto. Dalla somma di questi punteggi, si ottiene il proprio livello di certificazione, tra quelli previsti:
- Base (40-49 punti);
- Argento (50-59 punti);
- Oro (60-79 punti);
- Platino (80 punti e oltre).

In Italia, gli edifici certificati (Figura 26) hanno

[35] Creativity for urban ad rural empowerment è un’associazione culturale senza fini di lucro, nata all’inizio del 2016, in Italia. Accomuna persone appassionate per le discipline artistiche e per l’impatto che queste possono avere in esperienze di carattere sociale. CURE svolge ricerca-azione riguardo a temi sociali, spaziali.

[36] LEED è un sistema volontario, nato con il contributo di U.S. Green Building Council. L’obiettivo è quello di promuove un sistema di progettazione integrata che riguardi l’intero edificio e la certificazione può essere effettuata su qualsiasi tipologia di edificio.

raggiunto quota 441, per una superficie totale di circa 5,3 milioni di m^2, come riportato dai dati forniti da GBC Italia. Rispetto al totale; sono 144 i progetti, che hanno già conseguito la certificazione, tra questi Zara, Baxter a Roma, Vodafone, UBS, BNP Paribas, Morgan Stanley, Gucci, Google, Sky 3 a Milano, Italcementi a Bergamo, Unipol a Bologna, Decathlon, Intesa Sanpaolo a Torino e Bottega Veneta a Vicenza. Mentre i restanti 297 progetti, risultano in attesta della certificazione Leed quali; Lavazza, Coop, Morgan Stanley, Nestlè, L’Oreal, Johnson & Jhonson, Beni Stabili, Prada e Nike.
I progetti Leed in Italia sono suddivisi sulla penisola con una maggiore densità nelle regioni quali, la Lombardia, il Trentino Alto Adige e il Lazio.
L’Italia ha anche un’importante primato, quello di aver certificato l’edificio più antico al mondo. Si tratta della sede dell’Università Ca’ Foscari del 1453, situato a Venezia. E’ il primo edificio di 557 anni, ad aver ottenuto la LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance. In questo caso gli interventi realizzati non sono stati di carattere strutturale, bensì di adeguamento e rifacimento energetico. Per cui è possibile intervenire migliorando le prestazioni energetiche di un edificio, pur preservando la conservazione storica. I consumi energetici sono stati ridotti del 35%, ottenendo in questo modo la certificazione Leed, alla fine del 2014.

Infine, da qualche anno, esiste una nuova certificazione (Figura 27). Si tratta di edifici

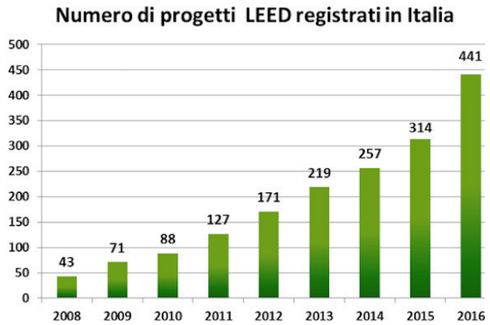


Figura 26 - Grafico sull’andamento dei progetti registrati LEED in Italia - Dati forniti da GBC Italia - Tratta dal sito web: “https://www.green.it/protocollo-leed-in-italia/”

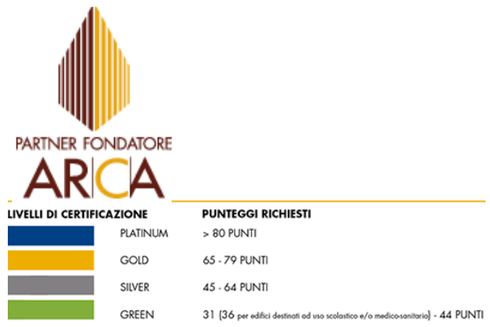


Figura 27 - Raffigurazione dei livelli di certificazione ARCA - Tratta dal sito web: “https://www.green.it/certificazione-arca-edifici-in-legno/”

[37] Il protocollo “Building Research Establishment Environmental Assessment Method”, nato con il contributo dell’ente BRE, pone il suo obiettivo alla valutazione di alcuni parametri dell’edificio quali, l’utilizzo di energia, i materiali, i rifiuti e i processi di gestione.
[38] Green Building Council Italia è un’associazione in cui aderiscono imprese competitive, associazioni qualificate e professionisti operanti nel settore dell’edilizia sostenibile. Si tratta di una rete nazionale presente in più di 70 paesi, inserita nel World GBC. Essa promuove un processo di trasformazione del mercato edile italiano attraverso i protocolli di certificazione, con l’obiettivo di garantire edifici salubri, efficienti a livello energetico e a basso impatto ambientale.

in legno, che soddisfano criteri sostenibili, creando un ottimo rapporto tra efficienza energetica e comfort. La Provincia autonoma di Trento, ha pertanto deciso di valorizzare l’intero settore del legno, circa 1.000 aziende e 4.600 addetti operanti sul territorio, con un fatturato pari al 6% del Pil Provinciale; sono diventati promotori del primo sistema di certificazione. Questo sistema, definito Certificazione Arca[39], è stato sviluppato, pensando esclusivamente agli edifici con struttura portante in legno. Il controllo per valutare il rispetto dei requisiti di certificazione, riguardano la fase di progettazione, realizzazione, monitoraggio.

In conclusione, il quadro internazionale è ricco di spunti e soluzioni, che vanno nella direzione di progettare architetture in relazione al contesto territoriale e sociale, azzerando il più possibile gli impatti ambientali, energetici ed economici. Ciò che risulta ancora indispensabile sviluppare; riguarda rafforzare il sistema di approcci progettuali, finalizzati a facilitare la realizzazione di edifici circolari, compreso le tematiche di adeguamento normativo. Quindi l’obiettivo finale sarà quello di creare o consolidare un sistema solido e integrato di reti di filiere.

[39] La Certificazione Arca è il primo sistema di certificazione per le costruzioni in legno, nato in Trentino lavorando al progetto SOFIE del 2009. Si tratta di un edificio in legno che si sviluppa su 7 piani e ha resistito alle prove sismiche di intensità pari a 7,2 gradi della scala Richter. Attualmente sono 59 gli edifici in fase di certificazione e 87 quelli che hanno già ottenuto la certificazione. Le aziende partner sono 39 con 89 progettisti accreditati e 717 tecnici base. Questi dati sono in continuo aggiornamento dal sito ufficiale di Arca: “https://www.arcacert.com/”.

2.2 CONFRONTO DI CASI STUDIO

Analizziamo ora, come viene applicato il concetto di edilizia circolare nei differenti contesti internazionali. Quest'analisi ci permetterà di comprendere quali siano i progetti che sono stati sviluppati in questi anni, a seguito di alcune iniziative politiche attuate dall'Unione Europea, riguardo la sostenibilità ambientale e l'economia circolare. Sicuramente un problema collettivo che ogni Stato membro dell'Unione Europea si trova ad affrontare quando tratta di edilizia circolare, riguarda il problema normativo. Successivamente affronteremo la problematica nello specifico, per il nostro progetto Earthship, tuttavia essendo un tema ricorrente anche in altre realtà internazionali, è sempre un ottimo punto di partenza, scoprire alcune metodologie e soluzioni adottate.

Il primo progetto che presentiamo si chiama: Padiglione Circolare di COP21 (Figura 28). E' un edificio realizzato a Parigi nel 2015, dallo studio Encore Hereux. Si tratta di un'architettura sperimentale realizzata in occasione della XXI Conferenza delle Parti[40], per ospitare mostre e dibattiti pubblici. Il nome dell'opera descrive il processo dell'economia circolare; in cui i rifiuti diventano una risorsa. L'opera realizzata dimostra le potenzialità di riutilizzo in architettura. Infatti, la struttura provvisoria è composta interamente da materiali riciclati, come il rivestimento esterno ottenuto completamente dall'impiego di 180 porte recuperate da una ristrutturazione edile. Mentre all'interno sono presenti, pannelli in lana minerale, come elemento di isolamento termico, reperiti dalla rimozione di una copertura di un supermercato. Infine, l'intero progetto possiede il 60% dei materiali recuperati da cantieri, in cui gli ordini sono stati sbagliati e le giacenze inutilizzate.

Un altro analogo progetto è come anticipa il nome, "1000 Doors" (Figura 29); una grande installazione pubblica che è stata realizzata dall'artista Choi Jeong-Hwa nel 2009 a Seoul, in Corea del Sud. Si tratta di un edificio di dieci piani rivestito esclusivamente con 1000 porte di reimpiego, fissate alla muratura esistente tramite una sottostruttura metallica. L'intervento è stato effettuato per trasformare un generico edificio di 10 piani in un'opera d'arte da forte impatto visivo. L'artista lavora

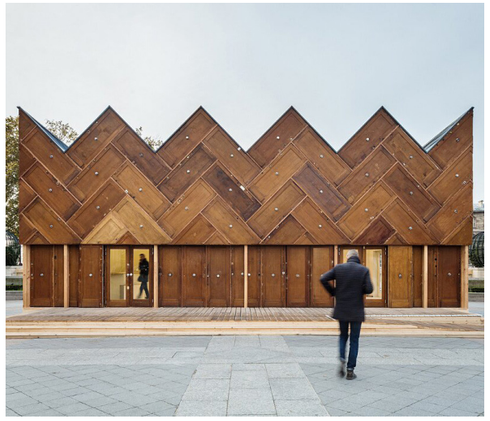


Figura 28 - Fotografia del rivestimento esterno con porte di reimpiego - Tratto dal sito web: "https://www.keblog.it/pavillon-circulaire-padiglione-porte-riciclate-parigi-encore-heureux-architects/"

[40] La Conferenza delle Parti (COP21, definita "Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici" (UNFCCC), approvata nel 1992, è il principale trattato internazionale in materia di lotta contro i cambiamenti climatici. Il suo obiettivo è impedire ogni azione umana che metta in pericolo il sistema climatico mondiale. Risultano 197 i firmatari della convenzione, il primo accordo universale, legalmente vincolante sul clima è stato; l'accordo di Parigi, nel 2015. L'accordo raggiunto impegna a mantenere l'innalzamento della temperatura sotto i 2° e, se possibile, sotto 1,5° rispetto ai livelli pre-industriali.

spesso con oggetti scartati, rifiuti, oppure oggetti ordinari, di quotidianità e li reimpiega per creare opere d’arte che siano visibili agli occhi di tutti e non solo nei musei.

Successivamente è stato analizzato il progetto definito “Earth Cycle”; si tratta di un progetto europeo di economia circolare nell’ambito edilizio, nato nel 2018 per il comune di Sevran, a nord-est di Parigi.
Il progetto ha una durata di quattro anni e vale più di 6 milioni di euro; finanziati per l’80% dall’Unione Europera. Alla guida del progetto vi è Silvia Devescovi[41]. L’obiettivo è quello di verificare come e a quali condizioni è possibile riutilizzare, per fini costruttivi, le terre di scavo derivanti dalla realizzazione della linea metropolitana che attraverserà il comune parigino. Questo progetto risulta un esempio virtuoso di applicazione dei principi dell’economia circolare, che oltre ai vantaggi ambientali legati al reimpiego di materiali e prodotti, ha consentito un aumento dell’occupazione e di conseguenza un riscontro positivo a livello sociale.
Le terre di escavazione delle stazioni di Grand Paris e Sevran, della linea metropolitana, sono state oggetto di alcune prove tecniche per poter definire il loro più adatto reimpiego nelle costruzioni. Successivamente le terre estratte sono state trasformate in prodotti in terra cruda quali, argilla e inerti naturali, da poter essere utilizzati come mattoni, pannelli, intonaci e malte, in altri cantieri.
La complessità dell’operazione, nei tre anni di progetto, si è misurata con problemi di

Figura 29 - Fotografia del rivestimento esterno con porte di reimpiego - Tratto dal sito web: “https://design.fanpage.it/1000-doors-l-edificio-fatto-da-1000-porte-riciclate/”

carattere normativo e ambientale. Infatti fino ad oggi, le terre di scavo, vengono considerate, dal punto di vista normativo, rifiuto. Solo attraverso un processo produttivo industriale è possibile non considerarle più tali. I tempi si sono allungati, per disporre dell’autorizzazione a realizzare prodotti ottenuti dalle terre di scavo. Per queste ragioni, la produzione è diminuita; da 25 mila

[41] Lavora per la municipalità della città francese ed è project manager italiana del progetto ‘‘Earth Cycle’’ che raggruppa 13 partner, tutti quanti transalpini.

tonnellate di terra, previste inizialmente, a 8 mila. Ma anche per altre criticità che riguardano la consistenza dei terreni; non tutti hanno la stessa resistenza e sono adatti ad essere lavorati. Inizialmente, l’ipotesi riguardava più siti produttivi, successivamente la scelta è ricaduta su unico sito, che funzionasse da punto di riferimento di diversi cantieri di scavo. In questo momento, la progettazione sta lavorando all’omologazione dei prodotti affinché sia garantita la loro qualità. Risulta indispensabile per realizzare un prodotto garantito, che la terra venga frantumata, polverizzata e selezionata.
La produzione di materiali in argilla cruda, riguarda un settore innovativo e molto spesso in queste situazioni, non è possibile avere riferimenti normativi puntuali, ovvero non è garantita una precisa garanzia in termini di prestazioni e uso. La soluzione adottata in questo caso, è stata quella di condurre delle validazioni tecniche, denominate Atex[42]. L’obiettivo degli Atex è dotare l’industria delle costruzioni di informazioni tecniche affidabili. Attualmente nei prodotti di terra cruda non esistono dei certificati tecnici in grado di garantire la qualità dei prodotti. Ma in questo modo, è stato possibile ottenere una valutazione tecnica di un prodotto ancora non certificato che si intende sperimentare. Per il progetto Earth Cycle, l’Atex più adatto è il tipo A[43], i prodotti validati sono le partizioni realizzate con pannelli di terra cruda e il rivestimento con blocchi di terra compressa.
Le terre da scavo sono state utilizzate, per la sede della Conservatoire des sols à

Figura 30 - Fotografia della Conservatoire des sols, à Orléans - Tratto dal sito web: “http://nama-archi.fr/cees-qualiforsol-test”

Figura 31 - Fotografia della scuola Myriam Makéba, a Nanterre - Tratto dal sito web: “http://nama-archi.fr/cees-qualiforsol-test”

[42] Le validazioni tecniche; ATEX sono gestite dal Cstb (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment). L’Atex viene assegnato dopo alcuni test sui criteri di progettazione e di sviluppo dei prodotti e al termine gli esperti del Cstb li esaminano per definirne la collocazione sul mercato.

[43] Esistono differenti tipologie; Atex A fa riferimento alle tecniche che saranno utilizzate in più cantieri; Atex B a quelle impiegate in un unico cantiere; Atex C è identico al B esteso però a un secondo sito.

Orléans, dello studio Design & Architecture, (Figura 30) e per la scuola Myriam Makéba a Nanterre, dello studio Toa (Figura 31).
La prospettiva tra il 2020 e il 2022 riguarda 1000 case che saranno costruite con i materiali derivanti dalla terra.

Un altro progetto europeo prende il nome di Urban Infra Revolution (UIR), iniziato a novembre 2017 e terminato a fine ottobre 2020. La guida del progetto è affidata al Comune di Lappeenranta, l’undicesima città della Finlandia in termini di dimensioni. Successivamente i servizi alle imprese hanno riunito un consorzio, comprendenti altri enti come università e istituti di credito. Il progetto è finanziato in parte dal Fondo europeo di sviluppo regionale, iniziativa Urban Innovation Action (UIA)[44]. Il contributo dell’UE è dell’80%, equivale a 3,4 milioni di euro, mentre il contributo dei partner è del 20%. Il budget totale del progetto triennale è di 4,2 milioni di euro. Il contributo universitario emerge anche nello sviluppo di nuovi materiali, in un sistema di economia circolare e nella sperimentazione di tecnologia per la produzione di elementi da costruzione riciclabili. Utilizzando la modellazione, i risultati del progetto sono resi visibili.

Un altro esempio di edilizia circolare è stato applicato al progetto “Smoke House” (Figura 32), dal progettista Scott Stafford, in collaborazione con Rural Studio. Questo edificio è stato costruito per il pescatore Shepherd Bryant, recuperando il cemento dismesso dal dipartimento autostradale della contea di Hale. Inoltre altri materiali di reimpiego utilizzati sono stati i segnali stradali adottati per la copertura e le travi recuperare da un antico fienile locale. Come nelle Earthship, anche in questo edificio sono state impiegate le bottiglie di vetro, per realizzare pareti, luminose e con materiale di reimpiego, recuperabile nei pressi del cantiere.

Un altro esempio di trasformazione dei rifiuti in risorse; nello specifico come materiale da costruzione è il progetto che prende il nome dal principale materiale di reimpiego: ‘’Pallet house’’ (Figura 33). Si tratta di un progetto vincitore del concorso: Gaudi European Student Competition[45], realizzato dall’Università di Vienna, nel 2008. L’obiettivo da raggiungere consisteva

Figura 32 - Fotografia dell’edificio “Smoke House”, a Nanterre - Tratto dal sito web: “https://www.flickr.com/photos/whileseated/19349523/”

[44] Urban Innovative Actions (UIA) è un’iniziativa dell’Unione europea che fornisce risorse per sviluppare nuove soluzioni dal punto di vista di aree urbane. Per il periodo che va dal 2014 al 2020, l’iniziativa dispone di un bilancio totale di 372 milioni di euro. Le aree urbane da riqualificare sono soggette ad affrontare differenti tematiche sociali quali, l’immigrazione, l’occupazione, il tasso demografico, l’inquinamento, l’uso idrico e del suolo.

nella progettazione di un’abitazione minima sostenibile per il XXI secolo. Gregor Pils e Andreas Claus Schnetzer hanno ideato una struttura prefabbricata modulare, con l’impiego di pallet usati; materiale largamente utilizzato nell’industria dei trasporti. Quindi anche questo progetto si basa sul concetto di reimpiegare un materiale a fine vita, adattandolo ad un nuovo utilizzo che sarà diverso da quello originario. Infatti, negli spazi interni di ciascuno di questi, vengono inseriti i pali di supporto, i fili della luce e l’isolamento termico. L’aspetto interessante consiste nell’adattare facilmente le soluzioni di isolamento, in relazione al luogo e al clima, in cui la casa viene costruita. In un progetto per il risanamento degli slum del Cairo, per esempio, Pils e Schnetzer hanno impiegato la sabbia. In case per il fine settimana in

Figura 33 - Fotografia dell’edificio “Pallet house” - Tratto dal sito web: “https://inspiration.detail.de/pallet-house-112813.html”

Austria utilizzano cellulosa oppure fibre di vetro o lana di pecora. Per il progetto che costruiranno in Sudafrica, verrà inserita paglia nei pellet. La parte superiore del tetto è realizzata con pallet, con l’aggiunta di una copertura protettiva in modo che la pioggia non possa penetrare. Sono tipologie edilizie molto semplici e veloci; il materiale utilizzato è facilmente reperibile ovunque; questo permette di rispondere in modo tempestivo alle frequenti esigenze di ricollocazione di intere popolazioni, a causa di disastri ambientali o conflitti armati.
Secondo alcune stime; per una casa standard di 60m^2 servono 800 pallets, puliti e trattati, ognuno del costo di circa 8€.

Esiste una moltitudine di materiali e di possibili utilizzi nell’edilizia; possiamo tuttavia classificare i progetti analizzati in due categorie differenti. Il progetto Padiglione Circolare di COP21 ha adottato il reimpiego di materiali come componenti di rivestimento; le porte sono state recuperate per una nuova facciata dell’edificio. Mentre in quest’ultimo progetto, il materiale di reimpiego è stato adottato come componente principale e strutturale dell’edificio. Per questo motivo se si volesse fare un confronto con il progetto Earthship, si potrebbe indicare che il reimpiego di pneumatici usati è pensato come nel progetto ‘’Pallet house’’ per la struttura principale dell’edificio, mentre il reimpiego di bottiglie di vetro, lattine è pensato come elemento secondario del progetto. In modo analogo a ciò che è accaduto nel progetto

[45] Il concorso è stato ideato da una rete di studi di architettura, con il contributo dell’IFA (Institut Français d’Architecture) della Cité de l’Architecture Paris. L’obiettivo è quello di sviluppare modelli per l’architettura sostenibile.

‘‘Smoke House’’. Senza dubbio sono tutti progetti che si basa sul medesimo principio del reimpiego di materiali per trasformare i rifiuti in risorse.
Continuando con l’analisi di ulteriori casi studio, sarà importante porre l’attenzione anche ai processi edilizi applicati per l’approvvigionamento delle risorse da impiegare, come anticipatamente descritti al capitolo 2.1.

Dalla realizzazione di singoli edifici si è passato alla costruzione di interi villaggi, che seguono sempre lo stesso principio di economia circolare, come dimostra il progetto ‘‘Christiania Glass House’’. Viene definito un ‘‘eco-villaggio’’ situato al centro di Copenhagen, in Danimarca, ed ospita una comunità completamente autonoma. Nel 1971, il sito si presentava come una caserma militare, lungo le rive di un lago, ormai caduta in disuso e abbandonata. Il villaggio è stato dichiarato ‘‘Freetown’’, a seguito dell’insediamento di alcune persone, avvenuto in modo abusivo. Si dichiarano una città libera, esente dalla legge danese, ciò nonostante abbiano deciso di sviluppare una propria serie di regole; ad esempio vietano l’uso di veicoli a motore, in tutta la zona limitrofa.
L’obiettivo principale è stato dal primo momento, quello di creare una società da zero, come risposta diretta alla mancanza di alloggi a prezzi accessibili. Il villaggio si insedia in un territorio in cui la fornitura di riscaldamento è decentralizzata; esistono sistemi consolidati come l’energia solare che riscalda l’acqua oppure altri sistemi ancora di tipo sperimentale, come l’installazione di acque reflue. Inizialmente, il governo danese non ha riconosciuto la comunità come legittima e questa situazione ha stimolato lo sviluppo di un’ampia varietà di architettura vernacolare[46]. Alcune di queste, vengono realizzate con materiale di recupero, ad esempio la cosiddetta ‘‘casa di vetro’’ (Figura 34). Infatti, il rivestimento esterno dell’edificio è stato realizzato interamente con infissi in legno di reimpiego. Si tratta di un’abitazione auto-costruita, a due piani fuori terra.
Successivamente, attraverso una serie di discussioni e trattative, il governo locale e la comunità di Christiania, hanno raggiunto un accordo. Si tratta di uno ‘‘status semi-legale’’ in cui i residenti pagano le tasse, in base alla superficie di suolo che occupano. In questo modo, al villaggio è stato permesso di svilupparsi, contando oggi quasi 1000 abitanti.

Figura 34 - Fotografia dell’edificio ‘‘Casa di vetro’’ - Tratto dal sito web: ‘‘https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Architecture_of_Christiania’’

Un ulteriore interessante progetto è definito “Kamikatz Public House”[47] (Figura 35), un birrificio interamente costruito con materiali di reimpiego, riuso e riciclo. Nel 2015, venne realizzato a Tokushima, in Giappone dallo studio Hiroshi Nakamura & Nap. L’edificio al suo interno (Figura 36) è composto da materiali di reimpiego, come le assi di legno provenienti dai cantieri della zona. Anche gli arredi interni sono stati progettati con la stessa metodologia; infatti, i lampadari sono stati realizzati con bottiglie vuote assemblate, le canaline per l’elettricità sono state ottenute recuperando materiale plastico, i vecchi sgabelli sono stati ripensati come mensole e la carta da parati è stata creata con vecchi giornali. La pavimentazione proviene interamente da materiale riciclato. All’esterno, la facciata principale è stata ricoperta di pannelli di legno locale, adeguatamente rinforzati e colorati con una tintura ecologica estratta dai cachi. Mentre per un lato, è stato adottato un sistema di rivestimento differente; poiché sono stati applicati un certo numero

Figura 35 - Fotografia dell’edificio esternamente - Tratto dal sito web: ‘‘https://www.lifegate.it/kamikatz-public-house’’

Figura 36 - Fotografia dell’edificio internamente - Tratto dal sito web: ‘‘https://www.lifegate.it/kamikatz-public-house’’

[46] L’architettura vernacolare è uno stile architettonico progettato in base alle esigenze locali, alla disponibilità di materiali da costruzione e alle capacità progettuali dei costruttori locali.

[47] L’opera si chiama ‘‘public house’’, ma si tratta di un pub, questo è dovuto al fatto che il termine ‘‘pub’’ derivi proprio dal termine ‘‘public house’’. L’intento è stato quello di creare una ‘‘casa pubblica’’ in cui acquistare articoli per la casa, cibo e birra. Inoltre essendo un ambiente di condivisione, è stato scelto di operare secondo i principi di economia circolare, in modo tale che i cittadini potessero ammirare ed essere maggiormente orgogliosi di questo luogo; nato da azioni collettive verso un mondo sostenibile.

di infissi, provenienti da edifici abbandonati, per tutti gli 8m di altezza dell’edificio.
Anche questo progetto, è in grado di connettere la materia di scarto con la creatività, dando luogo a nuovi componenti utili a comporre un edificio. In questo caso è diventato anche esemplare a tal punto da ottenere, il premio internazionale: Wan sustainable buildings award 2016[48]. Questo edificio si colloca in un ecosistema territoriale molto simile a quello che analizzeremo successivamente, per il nostro territorio di progetto. Infatti, si tratta di una realtà territoriale molto virtuosa; gli abitanti sono particolarmente attenti all’ambiente e realizzano una raccolta differenziata suddivisa in 34 categorie di materiali, che hanno permesso il raggiungimento dell’80% di materiale riciclabile.

WikiHouse (Figura 37) è il nome di un progetto iniziato nel 2011, a Londra. I protagonisti del progetto sono i designer Alastair Parvin e Nick Ierodiaconou, con la collaborazione di Momentum Engineering.
L’obiettivo di questo progetto è stato quello di disegnare e costruire abitazioni con superfici limitate ed un costo largamente accessibile. La struttura è stata pensata principalmente in legno, con elementi da poter comporre facilmente da personale non specializzato, smontabili e leggeri per facilitare il trasporto. La rigidezza è stata garantita dalla forma della struttura. L’intenzione è stato quello di rendere semplice e democratica la realizzazione di abitazioni, impiegando al contempo la minor quantità di materiale possibile. Infatti, non sono richiesti elementi quali, giunti, chiodi, travi in acciaio, perché le parti di legno, si incastrano e si agganciano con connessioni tipo a cuneo o con scanalature. La struttura può essere assemblata in meno di un giorno, alla quale deve essere aggiunto l’isolamento termoacustico, il rivestimento esterno cladding[49], gli impianti, le canaline per il passaggio di cavi elettrici, gli impianti idrici con la presenza di scarichi fognari e successivamente potrà essere richiesto il certificato di abitabilità.
Il progetto è stato presentato per la prima volta nella Gwangju Design Biennale, in Corea del Sud. L’innovazione di questo progetto sperimentale è quello di consentire agli utenti di scaricare la licenza Creative

Figura 37 - Fotografia del modello realizzato - Tratto dal sito web: “https://www.techeconomy2030.it/2016/07/12/wikihouse-dallurbanizzazione-democratica-alla-rigenerazione-sociale/”

[48] Questa categoria è progettata per promuovere e premiare i team di progettazione che utilizzano un approccio olistico durante tutto il processo di progettazione. Con l’obiettivo di realizzare edifici che riducano l’imbatto ambientale ed energetico.
[49] Il termine cladding identifica tutte le realizzazioni in legno o materiali alternativi utilizzate come rivestimento delle facciate di edifici, brise soleil, perlinati, pareti ventilate e particolari applicazioni.

Commons, la quale comprende il pacchetto elementi progettati che possono esser scelti ed utilizzati a puzzle per creare un nuovo modello abitativo, che risponda ad altre esigenze e richieste, pur partendo dallo stesso criterio progettuale. Il software opera un controllo numerico sulla struttura realizzata, collaudandone il progetto.

“A New House for London” (Figura 38) è un progetto presentato in occasione del London Design Festival del 2015. E’ stato progettato da Arup Associates[50], in collaborazione con Carl Turner Architects, The Building Centre e CBMM. Si tratta di una struttura prefabbricata, composta da due container; anche questo progetto ha la medesima sfida sociale e progettuale, di realizzare alloggi a prezzi accessibili, abbattendo il consumo del suolo, posizionandosi al centro del tessuto edilizio urbano. La società londinese si è occupata di progettare una rete elettrica a corrente continua a bassa tensione, in modo che possa immagazzinare energia all’interno della casa ed essere più resiliente come edificio container. Questo elemento rende la struttura indipendente dalla rete principale.

L’anno successivo, al London Design Festival del 2016 è stato sviluppato un prototipo definito “The Circular Building” (Figura 39). La progettazione è stata seguita sempre da Arup, con la collaborazione con Reifer, BAM Construction e The Built Environment

Figura 38 - Fotografia del progetto “A New House for London” - Tratto dal sito web: “https://www.buildingcentre.co.uk/news/articles/a-new-house-for-london”

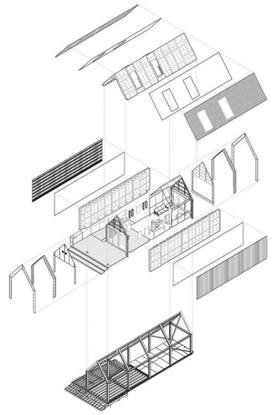


Figura 39 - Schema del progetto - Tratto dal sito web: “https://www.archdaily.com/868121/arup-designs-prototype-building-based-on-circular-economy-principles”

[50] E’ un società londinese che fornisce servizi per studi professionali quali ingegneria, architettura e design. E’ collocata anche in America, in Australia, nella parte orientale dell’Asia e in Europa. E’ una società che presenta 9.000 dipendente con un fatturato annuo di 966 milioni di £.

Trust,. L’obiettivo principale è stato quelo di realizzare uno dei primi edifici nel Regno Unito, costruito per soddisfare i principi dell’economia circolare, nella direzione di un settore edile a zero rifiuti. Per soddisfare tali requisiti, sono stati analizzati i dettagli costruttivi per permettere che gli elementi venissero collegati evitando l’ausilio di fissaggi meccanici. Attraverso questa metodologia, sono stati applicati esclusivamente componenti da poter essere riutilizzati, a fine vita dell’edificio. Inoltre, è stato realizzato un sistema di pareti con pannelli strutturalmente integrati SIP[51], autoportanti e smontabili con collegamenti a morsetto tra la parete e gli elementi del telaio in acciaio riciclato. I pannelli sono stati trattati termicamente per essere applicati nelle pavimentazioni e nel rivestimento esterno. Le tramezzature della zona giorno sono state realizzate mediante l’ausilio di bottiglie di plastica riciclata.
A questo progetto è stata applicata la tecnologia digitale, per catalogare tutti i componenti dell’edificio, mediante un codice QR contente informazioni utili a poter essere reimpiegato successivamente. La fase di progettazione è stata sviluppata in otto settimane, mentre il tempo di costruzione è stato di due settimane.

FLAT HOUSE (Figura 40) è un progetto situato a Margent Farm, una struttura rurale che si occupa di ricerca e sviluppo di materiali bioplastiche con canapa e lino. L’obiettivo è stato quello di realizzare un edificio a zero emissioni di carbonio, mediante l’utilizzo della canapa, sia all’interno che all’esterno della struttura. Il risultato è avvenuto sviluppando un pannello prefabbricato riempito con canapa coltivata su una zona agricola di 53 acri nel Cambridgeshire rurale, che mira a mostrare le capacità della canapa, un ceppo a crescita rapida della pianta di cannabis. Questi pannelli di grandi dimensioni, realizzati in hempcrete; miscela di canapa e calce, sono stati prodotti in soli due giorni. Sono stati impiegati per formare l’involucro strutturale dell’edificio, mentre alcuni pannelli sono stati lasciati a vista (Figura 41) e con l’utilizzo di elementi in legno sono state realizzate le porte, la scale e la balaustra.
Anche questo edificio risulta essere autosufficiente poiché l’energia elettrica e il riscaldamento sono forniti da una caldaia a biomassa ed un impianto fotovoltaico, mentre l’acqua calda sanitaria è prodotta dall’impianto solare termico.
Il progetto ha portato alla costituzione di Material Cultures, un’organizzazione di ricerca che sta esplorando i materiali naturali da impiegare nelle costruzioni.

Figura 40 - Fotografia del progetto “Flat House” - Tratto dal sito web: “https://www.archdaily.com/931730/flat-house-practice-architecture-plus-material-cultures”

[51] Sono pannelli strutturali isolati, composti da uno strato rifido in plastica di schiuma, inserito tra due superfici di materiale ligneo resistente; il cosiddetto OSB. Questi pannelli vengono realizzati in varie dimensioni e vengono impiegati nei pavimenti, nelle pareti e nelle coperture, grazie alle buone caratteristiche di resistenza meccanica e alle ottime prestazioni energetiche.

Il prossimo caso studio analizzato, appartiene al nostro territorio nazionale. Si tratta della Sede SAVNO (Figura 42) “Servizi Ambientali Veneto Nord Occidentale”, si colloca a Conegliano ed è stata realizzata nel 2008. Il suo servizio è rivolto a 44 comuni, con un bacino di utenza 305.000 abitanti. La percentuale di raccolta differenziata si aggira all’83,9%, dai dati aggiornati al 2018. Per la costruzione della nuova Sede, sono stati applicati diversi approcci, da cui emergono due filiere differenti; una riguarda la filiera del Consorzio, in cui grazie alla raccolta differenziata sono stati recuperati materiali utili alla sua realizzazione. L’altro approccio applicato riguarda la filiera aziendale; infatti dagli scarti di lavorazione sono stati riciclati 44 m^3 di scarti di segheria, per dare origine a 53 m^3 di pannelli di cemento-legno per il tamponamento dell’edificio. Mentre la finitura esterna è caratterizzata da un particolare intonaco, in grado di purificare l’aria. Inoltre, dal riciclo di 16.000 kg di lattine, è stato possibile ottenere la struttura interna delle pareti in acciaio e 130.000 kg utilizzati come armature. Infine, grazie al recupero

Figura 41 - Fotografia interna del progetto - Tratto dal sito web: “https://www.archdaily.com/931730/flat-house-practice-architecture-plus-material-cultures”

Figura 42 - Fotografia sede SAVNO - Tratta dal dossier “La sostenibilità ha trovato casa”, prodotto dalla ditta Savno, scaricabile dal sito web: “www.savno.it”

[52] Superstudio è uno studio di architettura, nato a Rotterdam, con sede anche in Cina e ad Amsterdam. Lo studio ha una stretta connessione con il mondo della Blue Economy che si sta sviluppando in tutto il mondo. Questo approccio emerge dalla loro seguente affermazione: “Un design non è considerato come l’inizio di un processo lineare, ma circolare: una fase in un ciclo continuo di creazione e ricreazione, uso e riuso”.

di 1 milione di tappi di sughero, sono stati realizzati 100 m^3 di pannelli di sughero, per isolare la pavimentazione. Altri pannelli isolanti sono stati realizzati dal riciclo di 33.000 bottiglie di plastica, ottenendo 3m^3 di pannelli isolanti in PET. E’ stato calcolato il fabbisogno energetico annuo dell’edificio, risultando di 6 kw/m^3, confrontato con un comune edificio, che consuma circa 18 kw/m^3 in un anno.
Villa Welpeloo (Figura 43) è l’esempio emblematico dell’applicazione del processo edilizio; Harvest realizzata dagli ideatori di tale processo, i Superuse Studios[52]. E’ stata realizzata nel 2013 a Rotterdam; la peculiarità dell’intervento consiste nell’utilizzo per il 60% di materiali di recupero, reperiti nel raggio di 15 km dal sito. I profili in acciaio impiegati nella struttura portante dell’edificio, sono stati ricavati da un macchinario dismesso, utile alla produzione di tessuti. Anche il materiale adottato per il rivestimento di facciata proviene dal reimpiego di pannelli in legno non trattato. Inoltre, è presente un elemento particolare che è stato recuperato; si tratta di una piattaforma elevatrice industriale.

Continuando il nostro percorso, tra i vari casi studio selezionati, possiamo scoprire altri processi edilizi applicati a generare edifici circolari.
Up-Cycle House, (Figura 44) è un progetto realizzato a Nyborg, in Danimarca, nel 2013. L’opera è stata progettata dallo studio danese Lendager Architect, supportato dalla Realdania Byg[53]. Si tratta di una casa unifamiliare di 129 m^2, realizzata con materiali provenienti dall’upcycling[54], ponendo l’attenzione anche alla possibilità di riciclo per ogni elemento della costruzione, al termine della sua vita utile. Lo sviluppo del progetto è incominciato dal soddisfare quattro principali indicatori:
- La riduzione del 75%, delle emissioni di anidride carbonica;
- Migliorare le prestazioni e ridurre la manutenzione;
- Recuperare materiali provenienti da zone limitrofe al sito di progetto, al fine di attenuare l’impatto ambientale, economico e ridurre le tempistiche;

A seguito di alcune analisi effettuate, è stato possibile dichiarare raggiunto il primo

Figura 43 - Fotografia di Villa Welpeloo - Tratta dal sito web: “https://www.archiportale.com/news/2013/08/case-interni/rotterdam-villa-welpeloo-di-superuse-studios_35029_53.html”

[53] Realdania Byg; si tratta una fondazione danese, promotrice di buone pratiche e innovazione eco-sostenibile nel settore edile
[54] L’Upcycling, consiste in un ulteriore approccio, caratterizzato da un processo tecnologico industriale; in cui scarti di lavorazione, vengono trasformati mediante processi industriali, in prodotti innovativi, di un valore superiore rispetto a quello di partenza.

indicatore; infatti, le emissioni sono state ridotte addirittura dell’86%. Questo obiettivo è stato possibile raggiungerlo, perché la progettazione ha tenuto conto di molteplici fattori quali; l’orientamento dell’edificio, la disposizione delle vetrate, le schermature e sono stati disposti impianti per la raccolta dell’acqua piovana e per la produzione di energia elettrica sono stati predisposti impianti fotovoltaici.
Gli elementi portanti della struttura, non sono stati realizzati con materiali della tradizione edilizia, bensì sono costituiti da due container navali per il trasporto merci. Il tutto è stato isolato con pannelli in lana di carta, ottenuti dal riciclo di carta e vecchi giornali. Il pavimento è stato realizzato, impiegando scarti di lavorazione del sughero, insieme al riciclo di 33.000 bottiglie di plastica. All’interno di questo progetto, è stato riciclato anche il vetro, per la pavimentazione del bagno. Infine, dal riciclo di lattine di birra, è stato possibile ottenere lastre trapezoidali in alluminio, applicate come rivestimento esterno di copertura e facciata.

Nel progetto RHEA[55], di Résidence Euclide (Figura 45) realizzato a Tourcoing, in Francia, nel 2014, è possibile individuare l’approccio progettuale di demolizione selettiva. L’obiettivo principale consiste in una riqualificazione della preesistenza, per cui dal medesimo cantiere, è stato possibile recuperare alcuni elementi; ad esempio sono

Figura 44 - Fotografia di Up-Cycle House, - Tratta dal sito web: “ https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter ”

Figura 45 - Fotografia di Résidence Euclide - Tratta dal Dossier de Presse: “Les locataires célèbrent la fin de la phase 3 du chantier de requalification, Tourcoing”

[55] Ivi, p.32.

stati recuperati gli infissi, smontandoli dalla facciata.
Il medesimo approccio è possibile individuarlo all’interno del progetto Big Dig House (Figura 46). Progetto realizzato nel 2006 a Lexington, negli Stati Uniti. Dalla demolizione selettiva di una vecchia autostrada sono stati recuperati, oltre 600.000 libbre di tipo infrastrutturale. Seppur i due progetti utilizzino una demolizione selettiva in ambiti, finalità e luoghi diversi, emerge un aspetto interessante da sottolineare, il reimpiego dei materiali viene svolto in un’ottica di assemblaggio, pianificando un sistema prefabbricato, in grado di assumere molte configurazioni.

Il progetto Scraphouse[56] (Figura 47), è un esempio differente dagli altri, poiché si tratta di un’abitazione temporanea costruita negli Stati Uniti, in cui troviamo l’applicazione del 100% di materiali di recupero provenienti da discariche e depositi di rottame. Questo edificio, è stato progettato da Public Architecture e da altri studi di design locali, in onore della Giornata mondiale dell’ambiente delle Nazioni Unite, nel 2005. Si tratta di una casa dimostrativa, collocata nel Civic Center Plaza, vicino al municipio di San Francisco. La struttura principale è stata realizzata, recuperando pilastri e montanti in acciaio, da un cantiere. L’ingegnere strutturale e civile, che si è occupato di quest’opera è Patrick Buscovich & Associates. Altri oggetti recuperati riguardano; vecchi infissi,

Figura 46 - Fotografia di Big Dig House - Tratta dal sito web: “ https://projectarchitecture.com/big-dig-house/”

Figura 47 - Fotografia di Big Dig House - Tratta dal sito web: “https://www.archdaily.com/121284/scraphouse-public-architecture/5013c3f328ba0d3963000e-df-scraphouse-public-architecture-photo?next_project=no.”

[56] ScrapHouse è un documentario di 44 minuti che segue la progettazione e la costruzione di una casa costruita completamente da rifiuti. E’ stata completata in sole sei settimane, grazie al contributo di una squadra di volontari, che alla ricerca di materiali da reimpiegare, hanno perlustrato discariche e cantieri di demolizione della Bay Area.

semafori utilizzati come lampadari per un arredamento interno, 20.000 spazzolini da denti, 2 tonnellate di jeans, 2.000 floppy ed elenchi telefonici.
Un altro interessante prototipo, riguarda il progetto The Cardboard House (Figura 48), realizzato a Sydney, nel 2006. Questo progetto è classificabile tra gli approcci sperimentali; in cui non è stato ancora possibile ottenere un permesso a costruire. Può essere dovuto a due motivi sperimentali differenti, il primo riguarda l’impiego di materiali nuovi nel settore edile, oppure l’invenzione di nuovi modelli costruttivi, che non rientrano ancora tra quelli certificati e autorizzati. In ogni caso, questo tipo di approccio è molto utile perché può permettere che si avviino alcune reti di filiere e di approcci progettuali, indispensabili a garantire il susseguirsi di progetti circolari.
Nel caso specifico di questo progetto, è stato utilizzato il 100% di materiale di reimpiego, per la sua realizzazione. Si tratta di una struttura a telaio in cartone ondulato accoppiato. Il rivestimento esterno è affidato a componenti plastici HDPE, galletti in nylon e foderi in polyster.

Infine, l’ultimo caso studio selezionato è Waste House (Figura 49), collocato a Brighton, nel 2014. L’obiettivo è stato quello di realizzare un nuovo laboratorio per l’Università di Brighton, dal recupero dei rifiuti, dalla demolizione selettiva, avvenuta in cantiere e da siti di annunci gratuiti come: “I Love Freegle”. È

Figura 48 - Fotografia di Big Dig House - Tratta dal sito web: “www.peterstutchbury.com.ou”

Figura 49 - Fotografia di Big Dig House - Tratta dal sito web: “http://www.prefabbricatisulweb.it/guida/waste-house-il-laboratorio-costruito-con-i-rifiuti.html”

[57] L’opera è stata completata nell’arco di un anno, da maggio 2013 ad aprile 2014 e ha coinvolto, nello specifico, 253 studenti, volontari e apprendisti del Mears Group, entusiasti di parteciparvi.

stata progettata dal docente e architetto Duncan Baker-Brown[57] e dai suoi studenti. La struttura è stata realizzata da supporti in legno riciclato, recuperato dalla demolizione di un’antica casa locale. Una parete è stata costruita in gesso, interamente recuperato da un cantiere. L’isolante applicato alle pareti interne, è stato realizzato con materiali inconsueti; quali 20 mila spazzolini da denti, 2000 floppy disc, 4000 custodie dei DVD, vecchie videocassette e 2 tonnellate di jeans. Mentre per il rivestimento esterno sono state riutilizzate 2000 vecchie piastrelle.

2.3 I PROGETTI E LE FILIERE CIRCOLARI

Dall’analisi dei casi studio selezionati, è stato interessante sviluppare la “carta d’identità” di ogni progetto. Attraverso la quale mettiamo in evidenza i materiali che sono stati impiegati e quali processi progettuali è stato necessario applicare. Per la lettura di quest’analisi riportiamo una legenda dei simboli utilizzati, precisando che la diversa colorazione di alcuni materiali, è dovuta a sottolineare in grigio quelli che non saranno utilizzati nel progetto Earthship, che analizzeremo nel prossimo capitolo. In modo che si possa ottenere un confronto sempre diretto, riguardo all’applicazione del nostro progetto specifico.

LEGENDA:

PROCESSI PROGETTUALI

- demolizione selettiva;
- filiere aziendali;
- filiere dei Consorzi;
- harvesting;
- sperimentale;

MAPPATURA DEI MATERIALI

- argilla
- bottiglia di plastica
- bottiglia di vetro
- carta
- cemento dismesso
- container
- guaina impermeabiliz.
- infissi
- isolante
- legno
- materiali RAEE
- mattone
- metallo e alluminio
- organico
- pellet
- piastrelle
- pneumatico
- rifiuti ingombranti
- rifiuti non classificati
- sughero
- terre da scavo
- tessuto
- vernici

materiali impiegati nel nostro progetto Earthship di Cambiano

materiali **non** impiegati nel nostro progetto Earthship di Cambiano

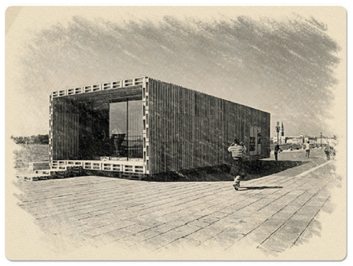
SMOKE HOUSE
Alabama, Stati Uniti 1994

CHRISTIANIA GLASS HOUSE
Copenaghen, Danimarca 1971

SCRAPHOUSE
San Francisco, Stati Uniti, 2005

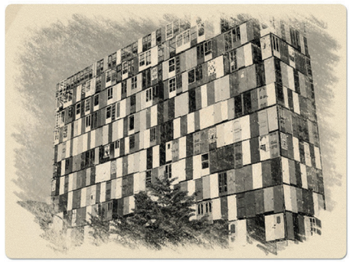
BIG DIG HOUSE
Lexington, Stati Uniti, 2006

THE CARDBOARD HOUSE
Sydney, Australia 2006



PELLET HOUSE
Vienna, Austria 2008

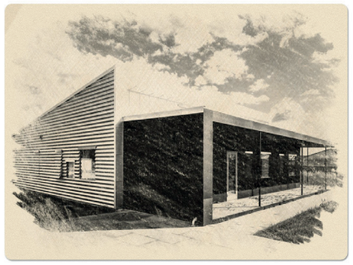
SEDE SAVNO
Conegliano, Italia 2008



1000 DOORS
Soul, Corea del Sud 2009

WIKI HOUSE
Londra, Regno Unito 2011

VILLA WELPELOO
Rotterdam, Paesi Bassi, 2013



UP-CYCLE HOUSE
Nyborg, Danimarca, 2013

RÉSIDENCE EUCLIDE
Tourcoing, Francia 2014

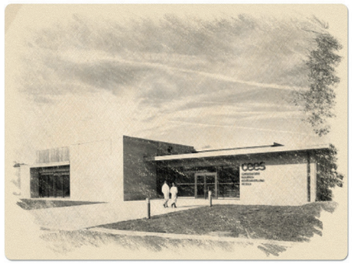
WASTE HOUSE
Brighton, Regno Unito, 2014

PADIGLIONE CIRCOLARE DI COP21
Parigi, Francia 2015

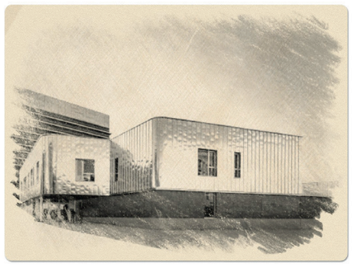
KAMIKATZ PUBLIC HOUSE
Tokushima, Giappone 2015

NEW HOUSE
Londra, Regno Unito 2015

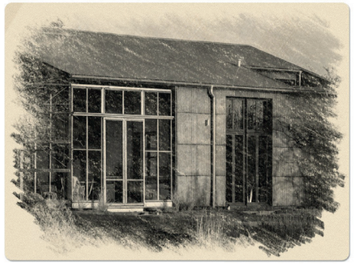
THE CIRCULAR BUILDING
Londra, Regno Unito 2016



CONSERVETOIRE DES SOLS
Orléans, Francia 2018



ECÒLE MYRIAM MAKÉBA
Nanterre, Francia 2018



FLAT HOUSE
Cambridgeshire, Regno Unito 2019

Da questo confronto, si osserva che l’approccio utilizzato è determinato dalla realtà in cui si progetta. L’harvest map è un approccio di tipo “volontario” al progetto, che si manifesta in realtà più piccole, oppure dove è possibile conoscere in modo più approfondito il proprio contesto. Infatti, per reperire risorse di reimpiego o di scarto, occorre andare sul luogo e domandare ad ogni singola attività privata o pubblica, se effettua questo servizio. Può risultare una metodologia più impegnativa, perciò risulta maggiormente diffusa in situazioni come il nuovo quartiere creato a Copenaghen, la villa Welpeloo, autrice del processo e il piccolo villaggio giapponese.
L’approccio sperimentale continua ad essere molto interessante quando si vuole progettare con nuovi materiali, oppure nuove tipologie abitative e non si ha la possibilità normativa di richiedere un permesso a costruire. In questo modo, si effettua un vero e proprio modello in scala reale, dove in alcuni casi viene realizzato già nel sito predisposto. La possibilità è quella di creare il primo esempio, prototipo innovativo e richiedere successivamente con tutte le verifiche progettuali, un permesso ed un adeguamento normativo per realizzarlo.
Questi approccio, se non accompagnati da altre metodologie progettuali, possono risultare come tipologia d’intervento fine a se stesso, che non contribuisce ad integrare la rete di filiere locali esistente. Per queste ragioni, l’intento del nostro progetto Earthship è stato proprio quello di partire da un approccio sperimentale, che collegato alle filiere territoriali potesse contribuire a rafforzare la rete.

3. EARTHSHIP

Il modello abitativo che racchiude in sé, oltre alle necessità ambientali, anche l'auto-costruzione con materiali di reimpiego ed una gestione completamente autosufficiente, è definito Earthship.

3.1 MODELLO SPERIMENTALE

L'Earthship è un modello sperimentale che nasce in New Mexico nei primi anni '70, per opera dell'architetto statunitense, Michael Reynolds[58] e con il suo gruppo Earthship Biotecture[59] (Figura 50). E' un modello abitativo, completamente autosufficiente, sia dal punto di vista idrico, energetico che alimentare. Inoltre è realizzato con materiali non tradizionali, ovvero è costituito da elementi riciclati, di recupero e di reimpiego. Infine tutti i componenti scelti hanno caratteristiche naturali, di basso impatto ambientale.
Questo modello è stato il risultato finale, di approcci e nuove tecniche, che l'architetto Micheal Reynolds, nel 1972 ha introdotto con il termine: "Biotettura[60] della Terra". Il suo obiettivo principale era quello di trovare un modo per vivere sul Pianeta, smettendo di danneggiarlo irreparabilmente. Pensando in questo modo, a realizzare architetture che ponessero al centro dell'attenzione, l'ambiente. Tutto questo avvenne ancor prima che nel mondo si incominciasse a parlare di problemi ambientali e di sostenibilità.
Infatti, quando avvenne la prima Conferenza ONU sul clima, il gruppo Earthship Biotecture aveva già individuato alcune possibili soluzioni. Queste ultime vennero concretizzate con la realizzazione della prima casa auto-sostenibile: la "Thumb House" (Figura 51).
E' un'abitazione che si colloca nel deserto del Taos, in New Messico ad un'altitudine di 2000m s.l.m, con temperature esterne estive di 40°C, invernali di -10°C e precipitazioni annuali di circa 300mm.

Si tratta di un progetto innovativo, realizzato sia con materie prime naturali; quali terra, paglia, sabbia, legno, sia con materiali riciclati di origine industriale; come lattine di alluminio, bottiglie in vetro e in plastica

Figura 50 - Logo del gruppo Earthship Biotecture - Tratta dal sito web: https://www.earthshipglobal.com/we-build-earthships

Figura 51 - Fotografia della Thumb House - Tratta dal sito web: https://www.insider.com/what-its-like-living-in-earthship-off-grid-sustainable-home-2020-5

[58] Michael Reynolds si laurea nel 1969, in Architettura presso l'Università di Cincinnati, con un progetto realizzato con materiali anticonvenzionali. Diventa un ricercatore di edilizia sperimentale ed ecosostenibile, con l'obiettivo di progettare edifici nel rispetto dell'ambiente.

[59] Azienda fondata da Micheal Reynolds, con sede a Taos, nel New Mexico. Il gruppo ha progettato più di 1.000 case ad alta efficienza energetica, in oltre 40 paesi di tutto il mondo, con molteplici destinazioni d'uso; da noleggi di lusso ai rifugi di soccorso.

e anche con materiali di reimpiego come i pneumatici.
L’obiettivo è stato quello di recuperare i rifiuti abbandonati nelle strade, che sono elemento di degrado delle città, ma anche di evitarne la produzione.

Michael Reynolds trattando il tema di edificio ecosostenibile e autosufficiente, fa riferimento alle navi indipendenti. Infatti il termine Earthship deriva, dal termine nave terrestre. La testimonianza di questo riferimento si evince dalla sua seguente citazione: ‘‘Se ogni casa dovesse rispondere a ciò di cui gli umani hanno bisogno per il sostentamento di base, non avremmo bisogno di tutta quell’infrastruttura. Ogni edificio sarebbe una nave indipendente, come una nave nello spazio o in mare.” Non è stato il solo, a collegare il tema dell’autonomia delle risorse, alle navi indipendenti. Infatti Ellen MacArthur, la promotrice dell’economia circolare, ha elaborato il pensiero delle risorse limitate e della necessità di creare sistemi circolari per recuperarle, proprio durante la sua esperienza in mare. Mentre svolgeva, come solista, la circumnavigazione della Terra, si è spesso interrogata su come gestire le risorse che le rimanevano per i restanti giorni in mare. L’impresa si è conclusa nel 2005, battendo il record mondiale per il miglior tempo impiegato a circumnavigare la Terra. E soprattutto, per merito di questa esperienza, sono stati avviati moltissimi studi sull’economia circolare.
Il modello Earthship, è espressione di tantissime tematiche e soluzioni. Si presenta come possibile alternativa, anche di fronte alle minacce immediate per la sopravvivenza umana. Infatti dopo il devastante terremoto del 2010 ad Haiti ed il tifone del 2014 nelle Filippine, Reynolds ha riscontrato nell’Earthship l’opportunità di ridare un’abitazione in tempi brevi, senza trascurare il tema del comfort interno. Quest’ultimo aspetto, secondo Reynolds, non è stato garantito nelle abitazioni emergenziali realizzate in latta, all’interno delle quali la temperatura raggiunge livelli inaccettabili.
Per questo motivo, dopo il terremoto di Haiti, il gruppo Earthship Biotecture si è proposto di intervenire; con una squadra di 40 volontari

Figura 52 - Fotografia di Villa Bonuco - Tratta dal sito web: https://www.architecturaldigest.com/story/architect-promoting-self-sustaining-architecture-around-globe

[60] La biotettura è l’unione della biologia con l’architettura, questa pratica nasce nel momento in cui si accorge che qualsiasi oggetto può essere riutilizzato per un nuovo scopo.

locali, che in meno di quattro giorni, hanno costruito un Earthship con pneumatici usati.
Un altro progetto ‘‘Villa Bonuco’’ (Figura 52) nasce da un esigenza analoga, ma si sviluppa in modo più ambizioso. Si tratta della catastrofe dell’uragano Maria che attraversò Puerto Rico nel 2018, distruggendo 70.000 case e recando danni ad altre 300.000 abitazioni.
Questa volta, sono stati coinvolti oltre 200 volontari, che hanno reperito circa 80.000 $ di materie prime. Il progetto si caratterizza dalla presenza di cinque strutture Earthship con cupole geodetiche[61] (Figura 53), collegate da sistemi di raccolta dell’acqua piovana e circondate da giardino e terre coltivate.

Figura 53 - Fotografie delle cupole geodetiche a Rivendell - Tratta dal sito web: https://www.architecturaldigest.com/story/architect-promoting-self-sustaining-architecture-around-globe

La diffusione di questi principi e lo sviluppo di questo progetto innovativo non è stato semplice. Infatti, negli anni si sono dovute affrontare differenti problematiche, quali i limiti normativi, i tempi lunghi di ricerca e gli interessi contrari delle aziende edili, legate all’industria. Tutto questo, ha indotto il Consiglio di Stato degli Architetti del New Mexico, a cancellare il titolo di architetto e le licenze di costruzione a Micheal Reynolds. Egli, non ha mai smesso di credere alle potenzialità del progetto Earthship, fino a riottenere la licenza, dopo 17 anni.
Questo ha permesso la realizzazione di 3000 prototipi in molte parti del mondo. La maggior parte di trovano negli USA e in Africa, alcune sono state costruite anche in Repubblica Cieca, nei Paesi Bassi, in Estonia, in Svezia e negli anni anche in Europa (Figura 54) tra cui; Belgio, Germania, Regno Unito, Francia, Spagna e Portogallo.
Chiunque può partecipare a queste realizzazioni; dopo aver ottenuto il certificato di partecipazione all’Accademia, tenuta da Michael Reynolds e dai suoi collaboratori. E’ un’esperienza utile a formare le persone per la messa in opera delle Earthships. Infatti si alternano momenti di lezioni teoriche, riguardo alle tecniche costruttive, a momenti di cantiere, in cui è possibile mettere in pratica le nozioni imparate.
Il design dell’Earthship (Figura 55) è definito “Global model”, ovvero modello universale, poiché può subire delle variazioni in base al luogo in cui viene costruito, ma racchiude sempre in sé, i sei principi caratterizzanti.

[61] Le cupole geodetiche sono delle tensostrutture emisferiche, composte da una rete di travi, definite geodetiche, che su una sfera rappresentano gli archi di cerchio massimo e che appoggiano su una base sferica. Le geodetiche, che la compongono intersecandosi tra loro, formano dei triangoli. Questa struttura che si viene a creare, ha un modularità ad alveare che conferisce resistenza alla cupola, distribuendo gli sforzi locali uniformemente sull’intera struttura. La cupola geodetica ha la caratteristica di diventare proporzionalmente più resistente all’aumentare delle dimensioni, un effetto unico in tutte le costruzioni inventate dall’uomo.

Figura 54 - Mappatura dell’Earthship nel mondo - Tratta dalla tesi: “Earth-ship based home graduation design for a modified earthship to encourage the method of building with soil-based materials” di R.L.M. Lafleur

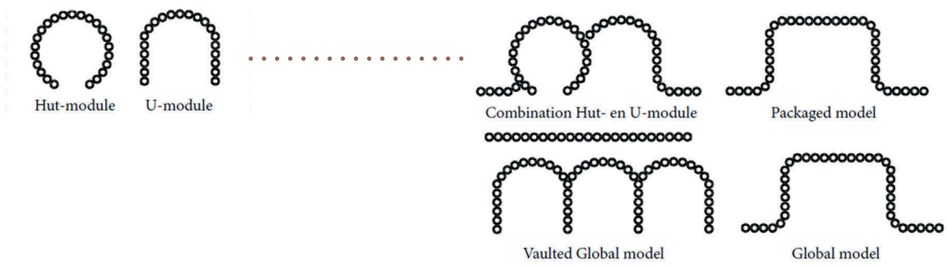


Figura 55 - Rappresentazione dei moduli Earthship - Tratta dalla tesi: “Earth-ship based home graduation design for a modified earthship to encourage the method of building with soil-based materials” di R.L.M. Lafleur

[62] Dal lat. pinsare (macinare). Il pisé è una tecnica costruttiva che utilizza terra battuta, a volte umida, compattata per mezzo di un apposito pestello, per realizzare una parete o intere abitazioni, strato per strato. La terra cruda, spesso senza l’aggiunta di paglia o altro materiale di riempimento, viene inserita tra tavole di legno che svolgono la funzione di casseri distanziati dello spessore di muri ordinari.

Esistono moduli più rettilinei definiti ‘’nest module’’ che presentano piante più o meno allungate secondo l’esigenza. Mentre i moduli più curvilinei o circolari, sono definiti ‘’hut module’’. La struttura Global Model viene definito ‘’U-module’’ presenta tre lati liberi che possono essere combinati con altri moduli, dando origine ad una dimora. Nel tempo, il modello preesistente originale è stato soggetto a numerosi cambiamenti e perfezionamenti, comportandosi come una griglia da adattare secondo le differenti esigenze.

La sua struttura fin dall’origine è stata costituita da pneumatici (Figura 56), recuperati e opportunamente riempiti di terra prelevata in loco, per aumentare la massa termica e la resistenza, formando una planimetria a forma di “U”. A sua volta questo spazio, è stato suddiviso in spazi più piccoli. In precedenza, questa divisione degli ambienti, avveniva attraverso gli stessi pneumatici. Successivamente, i muri divisori interni (Figura 57) sono stati realizzati, mediante il recupero di bottiglie di vetro o lattine di alluminio, amalgamate da malta cementizia e rifinite con la tecnica del pisè[62].

Tale variazione è il risultato di una scelta architettonica più libera.

Un altro elemento di trasformazione rispetto alle prime configurazioni; riguarda la serra (Figura 58). Quest’ultima confinava direttamente con gli spazi abitativi, successivamente è stata separata dal resto della casa da una parete, per la maggior parte in vetro.

Figura 56 - Fotografia raffigurante la struttura di pneumatici - Tratta dalla piattaforma Pinterest, al sito web: https://www.pinterest.it/pin/291467407103789664/

Figura 57 - Fotografia raffigurante la parete in bottiglie di vetro - Tratta dal sito web: https://www.bengarratt.com/earthships

[63] Mischa è un consulente energetico, ha conseguito un Master in Architettura Sostenibile presso il Centro di Tecnologie Avanzate. Dal 2003 ha sviluppato particolare interesse nella progettazione di edifici a basso consumo energetico, realizzati con materiali naturali. Inoltre è membro fiduciario dell’AECB, la Sustainable Building Association. Infine è coautore dei libri “Earthships: Building a zero carbon future” e “Earthships in Europe” e scrittore di numerosi articoli sull’edilizia sostenibile.

Questa soluzione fornisce un miglior controllo della temperatura negli spazi abitativi.
Infatti la serra, oltre alla sua funzione intrinseca per la produzione di cibo, è anche un dispositivo di riscaldamento, soprattutto in inverno quando l’angolo di inclinazione della vetrata è perpendicolare ai raggi solari.
Inoltre diventa luogo di distribuzione degli spazi abitativi, senza la necessità di creare altri spazi di fruizione.
Il calore e l’umidità oltre agli odori, causati dalla presenza di acqua grigia per irrigare le piante, sono controllati dalla ventilazione naturale, mediante i lucernari.
Anche la struttura della copertura ha avuto alcune modifiche; le travi, inizialmente venivano posizionate in direzione Est-Ovest, oggi vengono installate in direzione Nord-Sud. Questo cambiamento è avvenuto a seguito dell’eliminazione del muro intermedio di pneumatici. Infatti, adesso le travi poggiano sul muro che separa la serra dal resto della casa.
Il processo di evoluzione delle Earthships, è in continuo cambiamento, con costante ricerca verso ulteriori indagini e la creazione di nuove soluzioni.
L’Earthship di Brighton Figura 59), in Inghilterra è un esempio di edificio composto da tutti e tre i moduli (Figura 60). Infatti

Figura 58 - Fotografia raffigurante la serra - Tratta dalla piattaforma Pinterest, al sito web: https://www.pinterest.co.uk/pin/454089574928850892/

Figura 59 - Fotografia dell’Earthship di Brighton - Tratta dal sito web: https://jamesednaycox.wordpress.com/2011/11/07/earthships/

[64] E’ un edificio che richiede meno di 50 kWh per m^2 l’anno. Viene definita “casa da 5 litri”, in quanto il consumo energetico comporta l’uso di 5 litri di gasolio o 5 m^3 di gas per m^2 l’anno. Dal 2011 la classe CasaClima B era lo standard minimo per edifici di nuova costruzione, in Provincia di Bolzano. Nel 2017, con l’attuazione delle ultime direttive europee, è stato alzato in classe CasaClima A.

[65] Si intende l’edificio che garantisce il più basso consumo di energia, richiede 10 kWh per m^2 l’anno, si può garantire, anche in assenza di un sistema di riscaldamento attivo. La CasaClima Oro è anche detta “casa da un litro”, perché per ogni m^2 necessità di un litro di gasolio o di un m^3 di gas l’anno.

è costituita dal modulo ‘‘nest’’ di 84m^2, ‘‘conservatory’’ di 30 m^2 e ‘‘hut’’ di 19.62m^2, per una superficie complessiva di 133,62 m^2.
E’ la prima Earthship ad essere stata costruita in Europa, dal progettista Mischa Hewit[63].
Ha ottenuto il permesso di costruzione nel settembre 2001 e l’inizio lavori è avvenuto nel 2003, concludendosi in un anno. Solamente l’impianto energetico e quello idrico sono stati installati nel 2005 e l’apertura al pubblico è stata resa possibile nel 2007.
Si tratta di un edificio definito ‘‘Low Carbon Building’’, poiché si tratta di una gestione completamente autonoma, garantita da fonti rinnovabili, con zero emissioni di anidride carbonica. Solamente la fase di esecuzione ha prodotto alcune emissioni, ma l’attenzione al recupero e riciclo dei materiali, ha permesso di rientrare nell’ordine complessivo di 16 T di CO_2 emessa.

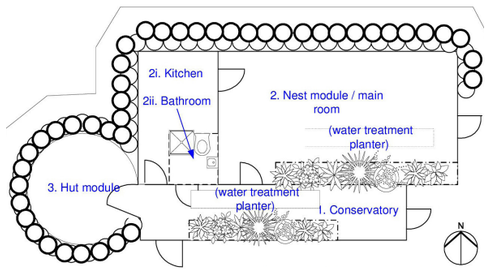


Figura 60 - Raffigurazione della pianta di Brighton - Tratta dal documento: “Case Study Report, The Brighton Earthship: Evaluating the thermal performance’’

Per avere un confronto riguardo alle emissioni di CO_2 prodotte da un edificio, possiamo prendere in considerazione una casa degli anni Settanta, costruita in modo tradizionale. Potremo osservare che in un anno, produce 5 tonnellate di CO_2 per il riscaldamento. Il livello di emissioni corrisponde a quello di un veicolo di classe media (9 l/100 km) che percorre 35.000 km.
Per produrre la stessa quantità di emissioni, in una CasaClima B[64], serviranno 5 anni e in una CasaClima Gold[65] addirittura 25 anni. Mentre per essere certi di non produrre alcuna emissione di CO_2, servirà abitare in una casa ad emissioni zero.
L’attenzione a ridurre la produzione di inquinanti nell’aria, deve essere garantita per tutto il ciclo di vita dell’edificio.
Nel caso dell’Earthship di Brighton è stato rispettato anche nella fase di costruzione, impiegando materiali e prodotti di scarto e di rifiuto. Questo è stato possibile anche per merito della stretta collaborazione con Biffa[66], la quale ha facilitato la raccolta di rifiuti e il recupero dei prodotti da costruzione.
Un ulteriore aiuto è stato fornito dal WRAP[67], che ha recuperato la maggior parte dei pneumatici che non possono essere smaltiti nelle discariche, trovando un nuovo impiego come materiale da costruzione.

[66] E’ una società di gestione dei rifiuti, tra le più grandi del Regno Unito, con sede a High Wycombe. Fornisce servizi di raccolta, riciclaggio, gestione della discarica e dei rifiuti speciali, alle autorità locali e ai clienti industriali e commerciali.

[67] Waste and Resources Action Programme, ente di beneficenza fondato nel 2000, con sede nel Regno Unito. Collabora con aziende, individui e comunità per sviluppare prodotti sostenibili, utilizzare le risorse in modo efficiente, con l’obiettivo di raggiungere un’economia circolare.

3.2 I SEI PRINCIPI

Questo modello abitativo, può assumere diverse configurazioni, ma per mantenere la definizione di Earthship deve rispettare i sei principi;
1. Raccolta dell'acqua piovana
2. Trattamento di acque nere e grigie
3. Produzione di cibo
4. Produzione di energia da fonti rinnovabili
5. Impiego di materiali di recupero
6. Utilizzo dell'inerzia termica

La presenza di questi sei principi (Figura 61), lo rende un modello abitativo completamente "off-the-grid"[68] ;una struttura organica, in grado di garantire uno scambio continuo e costante con la natura, l'ambiente circostante e l'uomo. Infatti sfrutta al massimo le risorse naturali; quali sole, terra, acqua e vento, restituendo alla natura il vantaggio di avere un impatto zero di anidride carbonica e vivendo rispettando i criteri di sostenibilità.

Il primo principio citato, su cui si basa l'Earthship è la raccolta dell'acqua piovana (Figura 62). Essa viene incanalata nelle gronde rivestite in TPO[69] e garantita dall'inclinazione della copertura. La depurazione dell'acqua raccolta avviene attraverso un primo pre-filtro composto da un letto di ghiaia nella parte finale del percorso dell'acqua, utile a rimuovere le parti più grossolane; foglie, ramoscelli e altri detriti. Successivamente l'acqua fluisce attraverso il filtro vortexWISY[70] che ha il compito di rimuovere i particolati più fini prima del suo immagazzinamento nelle cisterne eco-vat. E' un sistema che necessita di una manutenzione e pulizia frequente, due volte al mese, per permettere la piena efficienza del sistema.
Altre modalità di raccolta dell'acqua, consistono nella possibilità di sfruttare la pendenza di un versante e il prelievo dalle falde acquifere.
L'acqua viene riutilizzata fino a quattro volte; il primo uso è dedicato all'acqua potabile che

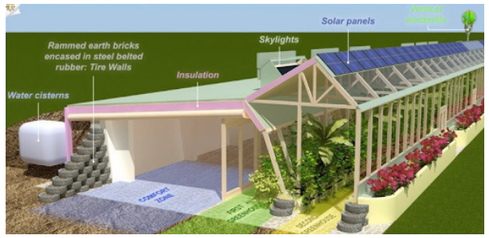


Figura 61 - Sezione raffigurativa dei sistemi Earthship - Tratta dal sito web: http://steamgreen.unibo.it/2017/09/27/ever-heard-earthship/

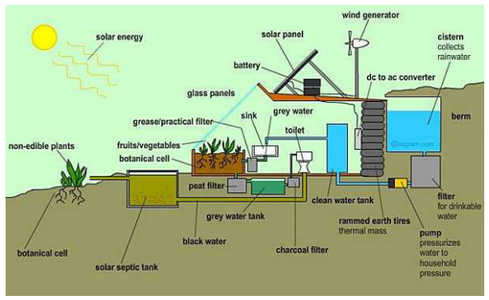


Figura 62 - Raffigurazione del sistema di riutilizzo dell'acqua - Tratto da sito web"https://www.ideegreen.it/bioedilizia-earthship-63652.html"

[68] Espressione anglofona, che indica la caratteristica di essere autosufficiente nella produzione di energia e nello smaltimento dei rifiuti, quindi di non essere allacciati a nessuna rete infrastrutturale pubblica.
[69] Il rivestimento TPO è un sistema monostrato a base di poliolefine termoplastico. Questa membrana, certificata LEED, fornisce dei vantaggi ecologici ed economici, in quanto è al 100% riciclabile e riflette i raggi solari, respingendo ogni fonte di calore e riducendo la presenza di isole termiche urbane. Offre inoltre una notevole resistenza per più di 20 anni.

viene usata per bere e per lavarsi.
Terminato questo utilizzo, viene fatta confluire nella serra, dove avviene il processo di fitodepurazione[71] e contemporaneamente utilizzata per la produzione del cibo a km0. Si tratta di acqua grigia che viene successivamente utilizzata per lo sciacquone del wc, al termine del quale diventa acqua nera che viene raccolta per un eventuale trattamento delle piante esterne.
L’Earthship divide le acque grigie da quelle nere rendendole utilizzabili sia per gli usi interni che per il nutrimento della terra. Riutilizza la stessa acqua più volte e soltanto quella potabile si ferma alla prima depurazione. Il sistema attuale, presente in tutti gli edifici, non prevede di separare le diverse tipologie di acque e utilizza sempre quella di primo uso.

Il processo che separa l’acqua potabile da quella non potabile è definito WOM[72]; Water Organizing Module (Figura 63). La pompa spinge l’acqua attraverso il serbatoio a pressione, eliminando i sedimenti. Con questo processo l’acqua può essere utilizzata per differenti lavaggi. Per ottenere l’acqua potabile, il trattamento deve proseguire attraverso 3 filtri; il primo è il filtro antracite[73], successivamente il filtro Doulton ultra carbon che rimuove gli agenti patogeni, tracce organiche e non organiche. Infine il sistema ad UV che elimina i batteri.
Inoltre viene sfruttata l’energia solare, sia mediante l’impianto solare termico per la produzione di acqua calda, sia attraverso l’impianto fotovoltaico per l’energia elettrica.
Quest’ultima viene raccolta e convertita in energia elettrica sotto forma di corrente

Figura 63 - Fotografia raffigurante il sistema WOM - Tratta dal sito web: https://earthshipbiotecture.com/wom-water-organizing-module/

Figura 64 - Fotografia del sistema POM - Tratta dal sito web: https://earthshipbiotecture.com/what-is-the-advantage-of-a-24v-system-over-a-12v-system/

[70] Il sistema sfrutta l’impeto del flusso entrante per creare un vortice che spinge l’acqua attraverso le pareti del filtro che presentano una maglia metallica fine, mentre lo sporco viene raccolto in un setaccio. Tale sistema permette di filtrare il 90% dell’acqua che vi fluisce dentro.
[71] La fitodepurazione è un sistema di depurazione naturale delle acque reflue domestiche, agricole e talvolta industriali. Infatti è in grado di riprodurre il principio di autodepurazione tipico degli ambienti acquatici e delle zone umide.

continua e memorizzata in batterie. Il modulo di organizzazione di energia specifico dell’Earthship denominato POM; Power Organizing Module (Figura 64) sottrae l’energia dalle batterie e la converte in corrente alternata. Tale sistema è composto principalmente da un controller, un inverter ed un fusebox.
Inoltre, esistono Earthship che sfruttano il vento per produrre energia con una turbina eolica, come nel caso di Bringhton.

L’efficienza energetica e la riduzione del fabbisogno energetico è soddisfatto, anche dal principio di inerzia termica. Infatti, attraverso la parete a nord, realizzata con pneumatici riempiti di terra battuta, il calore viene schermato e accumulato durante il giorno per poi essere rilasciato la notte.

Mentre a sud, dove si colloca la serra, l’edificio è dotato di una superficie completamente vetrata ed inclinata di 60°. Questa struttura permette di schermare i raggi solari alti d’estate (Figura 65) e far filtrare i raggi solari più bassi, d’inverno (Figura 66).

L’ultimo principio riguarda i materiali da costruzione, i quali vengono reperiti sul luogo e dovranno garantire durabilità e rinnovabilità. Vengono impiegati anche i materiali di scarto e di edilizia non convenzionale. Quest’ultimo aspetto, è quello che richiederà più attenzione per essere risolto. Le difficoltà comprendono sia aspetti normativi, poiché si tratta di materiali che non rientrano nelle NTC 2018 e sia aspetti strutturali, che verranno risolti in elaborati utili ed esaustivi a rilasciare il permesso di costruire.

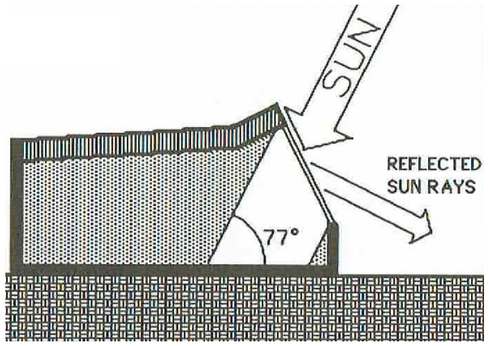


Figura 65 - Schema dei raggi solari estivi - Tratto dal vol I, Earthship 1990 di Michael Reynolds

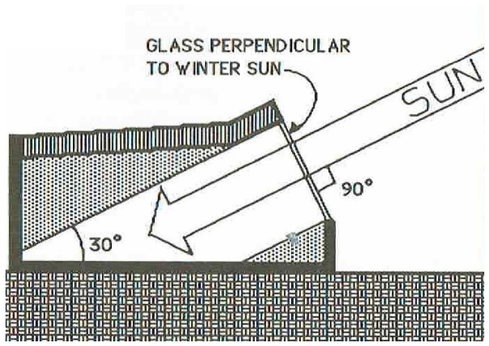


Figura 66 - Schema dei raggi solari invernali - Tratto dal vol I, Earthship 1990 di Michael Reynolds

[72] Il WOM, filtra e pressurizza l’acqua potabile. Il processo avviene in un filtro ad alto flusso e in un serbatoio a pressione. La pompa crea il codice di pressione richiesta nel serbatoio. Quest’acqua può essere utilizzata per vari scopi, tranne che per essere bevuta. Solitamente in ogni lavandino c’è un rubinetto separato per l’acqua potabile e per quella non potabile.
[73] Presenta un letto filtrante di uno strato di antracite che aumenta l’efficienza di filtrazione. L’antracite possiede una forma irregolare dei grani che costituiscono dei vuoti intergranulari, utili a raggiungere alte velocità di filtrazione con basse perdite di carico e permette alle impurità di depositarvi. Infatti lo scopo primario è quello di purificare l’acqua, rimuovendo i solidi in sospensione.

4. PROGETTO PRELIMINARE

L'applicazione del concept 'Earthship' in Italia, come manifesto di un progetto circolare, avviene all'interno del progetto Reland. Questo è reso possibile dal virtuoso contesto territoriale, in cui è stato avviato il progetto europeo "Eco3R".

4.1 RELAND

Il "nuovo" modello abitativo Earthship si colloca all'interno del progetto Reland. Nell'analisi del modello abitativo, precedentemente effettuata, abbiamo potuto constatare quanto l'Earthship, non sia un prototipo nato in tempi così recenti. Ma la nostra volontà di definirlo come "nuovo" modello abitativo, nasce dal fatto che è stato replicato in tutto il mondo, ma in Italia non è stato ancora possibile realizzarlo. Queste difficoltà tecniche e normative verranno affrontate, ponendo alcune soluzioni, al capitolo 5.1.
Ora, occorre definire in cosa consiste il progetto Reland; si tratta del primo parco circolare italiano, all'interno del quale sarà possibile trovare esempi ed attività in grado di promuovere tematiche riguardo la resilienza, la sostenibilità e l'economia circolare. E' un progetto nato dal quadro di una convenzione fra il Comune di Cambiano (TO), il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino e l'Associazione Off Grid Italia[74]. Il sito di progetto si sviluppa su un'area di 9.600 m^2 situata a Sud-Ovest del Comune di Cambiano a circa 20 km da Torino. Dal masterplan (Figura 67) sottostante è possibile individuare la presenza di alcune attività e la collocazione dell'Earthship.

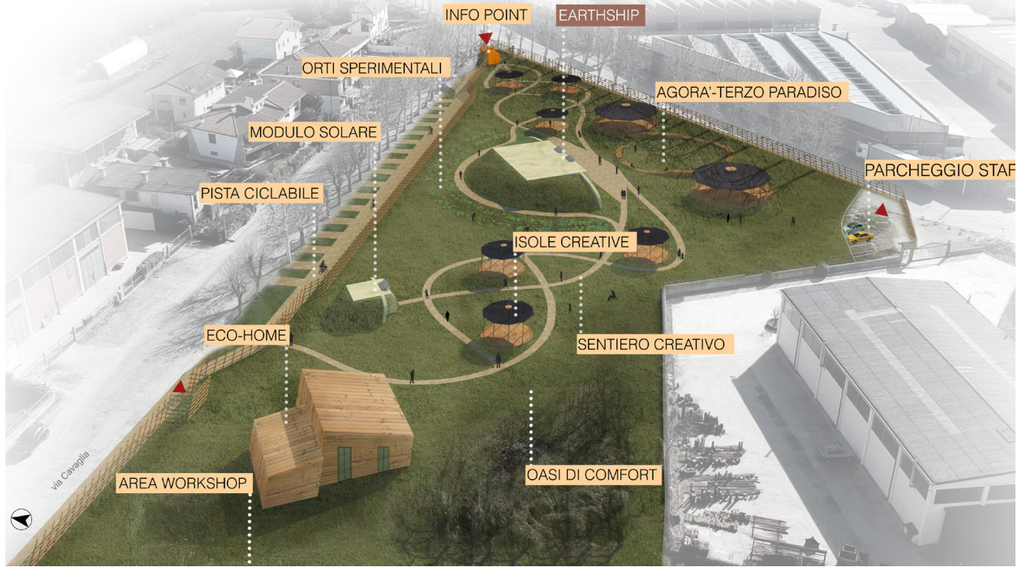


Figura 67 - Masterplan di progetto - Tratto dagli elaborati di Off-Grid Italia, realizzato da Sofia Casaioli

[74] L'associazione OffGrid Italia "OGI" è nata nell'estate del 2015, dall'esperienza di 3 workshop dedicati alle tematiche di resilienza, sostenibilità ed economia circolare, conferito a livello pratico nell'esecuzione delle Earthship in tutto il mondo. E' stato possibile operare con un'alternanza di lavori; teorici e pratici riguardo l'improvvisazione costruttiva, con il coinvolgimento di 40 persone. Negli anni, l'associazione portata avanti dal Presidente Antonio Marco Mangione, promuove tantissime altre tematiche, ponendosi sempre l'obiettivo di avviare progetti di economia circolare.

Si tratta di un progetto che si pone l’obiettivo di sensibilizzare le persone alla resilienza e al riuso, in modo utile ed originale. Infatti si tratta di un luogo dimostrativo, in cui si insegna a pensare in un altro modo; con la consapevolezza che ogni prodotto possa essere rigenerato prima che diventi rifiuto. Questo compito sarà affidato ai professionisti del territorio, i quali offriranno nuovi spunti e idee per recuperare gli oggetti, in modo che possano assumere altri significati.
In tutto questo, l’Earthship si pone proprio come modello costruttivo esempio di resilienza e riuso di materiali. La destinazione d’uso sarà di tipo direzionale, poiché oltre ad essere edificio dimostrativo, sarà utile anche per attività di workshop, organizzazione eventi e meeting. Il progetto prevede una superficie netta di 115 m^2 e di conseguenza una capienza di 80 persone.
L’approccio per realizzare i primi elaborati progettuali è stato quello di prendere come riferimento l’Earthship di Tempelhof in Germania (Figura 68). Nel 2014, ha avuto inizio il processo di progettazione, con l’Earthship Biotecture Deautschland, la comunità di Schloss Tempelhof, l’esperto Michael Reynolds, l’architetto locale Ralf Muller[75], Max Knoch, Moein Nodehi[76], Roman Huber[77] e Max Thulé, il principale responsabile per l’approvvigionamento di materiali. Anche per la realizzazione di questa Earthship è stato avviato un workshop nel 2015, con la durata complessiva di quattro settimane. Hanno partecipato 70 aiutanti provenienti da 17 paesi diversi. La fine ufficiale dei lavori è avvenuta con il finanziamento di successo ‘’Earthship Tempelhof 2016’’.
Per la realizzazione di questo edificio, con superficie netta di 111 m^2, sono state impiegate 7.500 bottiglie di vetro e 1.300 pneumatici, tutti donati da autorimesse locali. Il costo di costruzione risulta di $ 332,800 ed è stata principalmente finanziata mediante donazioni, con una piattaforma di raccolta fondi, da alcuni singoli sostenitori che hanno contribuito con somme molto elevate. Mentre la parte restante è stata coperta da prestiti privati. Questo progetto non è stato pensato come destinazione d’uso residenziale, a causa di una difficoltà normativa, non è stato possibile presentare le pratiche di idoneità

Figura 68 - Fotografia dell’Earthship di Tempelhof - Tratta dal sito web: https://www.zebau.de/magazin/magazin-einzelnachrichten/?tx_news_pi1%5Bnews%5D=180&cHash=cb01203fa473e7971059c725373f1e22

[75] Laureato presso l’Università di Stoccarda; ‘’Fraunhofer Institute’’ ha voluto ribadire in diverse interviste, l’importanza di aver apportato alcune modifiche al modello Earthship, in base al contesto/clima in cui si costruisce.

[76] Ingegnere civile che collabora per Earthship Biotecture dal 2010. E’ stata affidata a lui, la responsabilità per l’intera esecuzione dell’Earthship di Tempelhof.

[77] Si è occupato della pre-pianificazione e della traduzione degli schizzi progettuali fatti per le Earthships nel deserto del New Mexico che sono nettamente differenti rispetto alla Germania.

previste per la protezione antincendio. Un altro tema normativo, difficile da affrontare per i progettisti, è stato l’utilizzo degli pneumatici, come materiale da costruzione. Il motivo è il medesimo della normativa italiana, ovvero il fatto che non rientri come materiale da costruzione tradizionale. Per ovviare al problema normativo; in accordo con le autorità sanitarie, è stato concesso l’utilizzo delle gomme nell’edificio, purché esso venga collegato sia all’acqua pubblica che alla rete fognaria. Infatti l’acqua piovana raccolta verrà utilizzata per la pulizia, lo scarico dei servizi igienici, il lavaggio della biancheria e l’irrigazione delle colture. L’Earthship presenta tutte le caratteristiche impiantistiche per essere scollegato dalla rete pubblica e definirsi in un secondo momento, quando sarà possibile anche a livello normativo nazionale; off the grid[78].
E’ stato installato un sistema di riscaldamento a pavimento, pensato come sistema di sicurezza, che fino ad oggi, non è mai stato necessario attivarlo.
Infatti all’interno le temperature non sono mai scese sotto i 16°, nonostante le temperature esterne abbiano raggiunto i -20°.
Inoltre è stata applicata una tecnologia, basata su sensori, che rilevano la temperatura interna del soggiorno e cucina (Figura 69) ; la temperatura della serra (Figura 70) ; l’umidità relativa del bagno (Figura 71) e

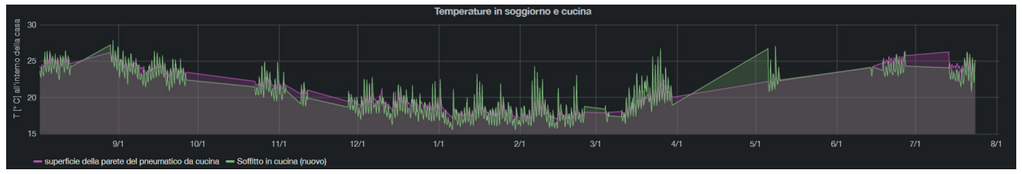


Figura 69 - Grafico della temperatura interna - Tratto dal sito web: http://monitor.earthship-tempelhof.de pubblico.

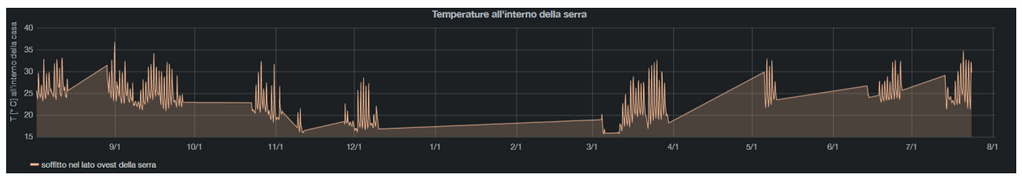


Figura 70 - Grafico della temperatura interna - Tratto dal sito web: http://monitor.earthship-tempelhof.de pubblico.

[78] Il termine ‘’Off the grid’’, da cui prende il nome l’associazione italiana ‘’OGI’’, vuol dire non collegato alla rete. Infatti si intendono tutti gli edifici in cui è possibile vivere in modo autosufficiente senza collegarsi a nessuna utenza pubbliche.

l’umidità relativa della serra (Figura 72). I dati sono in continuo monitoraggio e accessibili online.
L’umidità è stato un altro tema importante, su cui il progettista ha posto particolare attenzione. Infatti Ralf Müller è intervenuto nella progettazione in modo da evitare i ponti termici, utilizzando pannelli isolanti. Inoltre, ha spesso sottolineato, che la scelta di aver impiegato materiali, quali il legno e intonaci di argilla, in grado di assorbire l’umidità, sia stato un fattore migliorativo per la salubrità degli ambienti. Infatti, fino a questo momento, non sono state rilevate tracce di umidità.

Il modello costruttivo Earthship, affrontato in questa tesi, ha visto l’elaborazione di 10 tavole progettuali in fase preliminare, che sono stati inseriti come allegati[79] della tesi.
Ovviamente alcuni aspetti progettuali, sono stati adeguati alle normative italiane. Il primo aspetto che è stato importante definire, riguarda la destinazione d’uso, che appartiene alla categoria produttiva e di impresa artigiana per la produzione di beni o servizi, con riferimento alla legge 8 agosto 1985 n.443. In questo modo, con una destinazione d’uso di tipo direzionale, sono stati effettuati tutti gli adeguamenti del caso.
Sono stati consultati i capitoli inerenti alla pubblica sicurezza e alla prevenzione incendi; relativi R.D 18 giugno 1931 n.773 e D.M 19 agosto 1996. In questo modo, l’ambiente interno è stato definito come locale

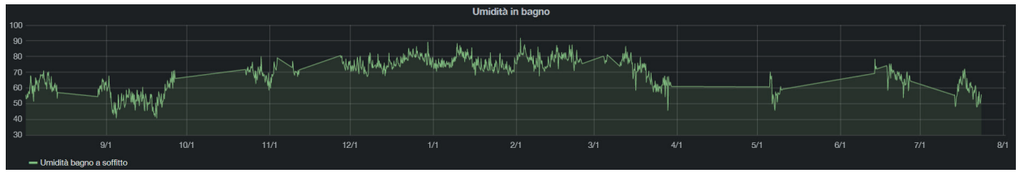


Figura 71 - Grafico dell’umidità relativa - Tratto dal sito web: http://monitor.earthship-tempelhof.de pubblico.

Figura 72 - Grafico dell’umidità relativa - Tratto dal sito web: http://monitor.earthship-tempelhof.de pubblico.

[79] Gli allegati degli elaborati tecnici progettuali, che ho realizzato personalmente, presentano il progetto preliminare in differenti scale di dettaglio. E’ possibile osservare una planimetria, in cui vengono inseriti alcuni servizi utili al progetto Reland. Oltre alla pianta, prospetto e sezioni, sono stati realizzati degli schemi per tutto il sistema impiantistico.

di trattenimento con indice di 0,7 persone/m^2, considerando la capienza massima dell’edificio di 80 persone. Essendo inferiore a 100, non è soggetto a normativa specifica antincendio, quindi abbiamo inserito le due uscite di sicurezza, opposte con distanza minima accertata, predisponendo i locali di 2 estintori. Inoltre, essendo edificio privato aperto al pubblico, l’adeguamento normativo riguardo i servizi igienici, fa riferimento al DPR 503 del 24.07.96, art.8.1. Garantendo la verifica dei percorsi di accessibilità al servizio igienico (Figura 73), con riferimento al DM 236/1989, ex legge 13/1989.
Infine, è stata effettuata anche la verifica dell’altezza media interna, garantendo i 2,70m (Figura 74).

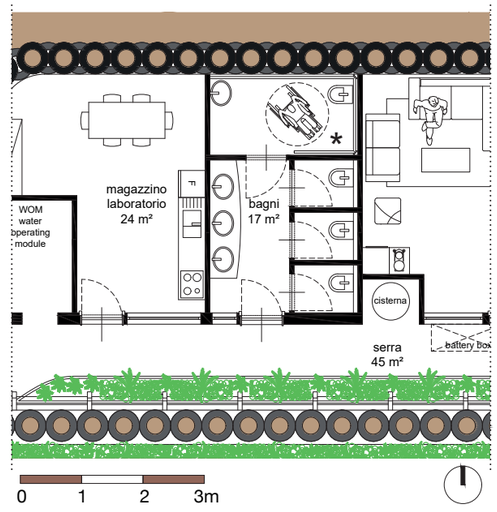


Figura 73 - Progetto dei servizi igienici pubblici - Tratto da elaborato personale; allegato n.5

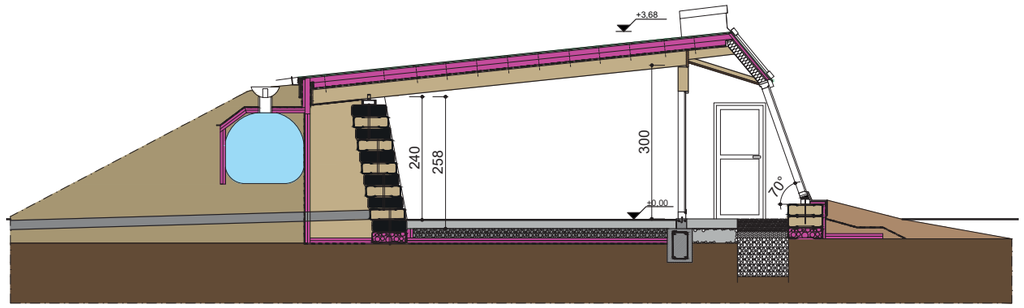
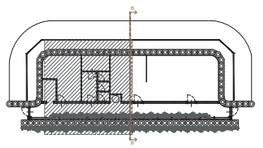


Figura 74 - Sezione progettuale; verifica dell’altezza media interna - Tratto da elaborato personale, allegato n.7

Pianta navigatore;
permette di comprendere quale sia la porzione di pianta raffigurata in figura 72 e quale sia il punto in cui passa la sezione raffigurata in figura 73.



Da questo progetto e dalle ricerche effettuate precedentemente, nasce la volontà di realizzare un modello che possa mettere in relazione più approcci progettuali differenti. In modo da realizzare un modello sperimentale che possa contribuire ad avviare nuovi progetti circolari. Per raggiungere questo obiettivo, l’Earthship del progetto Reand, è stato collocato all’interno di un ecosistema territoriale, inserendosi nel progetto europeo ‘‘Eco3R’’, in cui ogni caso studio sviluppato, diventa manifesto di un progetto circolare; come verrà approfondito nel paragrafo seguente.

4.2 Eco3R

Il nostro progetto sperimentale, si colloca in un ecosistema territoriale virtuoso, si tratta del Comune di Cambiano (Figura 75), situato in provincia di Torino. E’ un territorio sensibile alle tematiche ambientali e sociali; ne sono testimonianza le iniziative di coinvolgimento sociale, che ogni anno vengono promosse. Nel corso di questo paragrafo, alcune verranno analizzate, per comprendere meglio il territorio sul quale verrà realizzato il progetto Earthship. Ma l’aspetto determinate, nella definizione dell’ecosistema territoriale, è dato dal Sistema Integrato di raccolta rifiuti del Consorzio Chierese (Figura 76). Quest’ultimo si occupa della gestione di 19 comuni, tra cui il comune di Cambiano. Vedremo successivamente, nel dettaglio tutte le potenzialità del Consorzio, in termini di filiere esistenti e applicabili al nostro progetto Earthship. Ma prima di ogni cosa, è importante sottolineare che il nostro progetto di tesi, nasce all’interno di un progetto più ampio; si tratta del progetto europeo di ricerca del dipartimento di architettura e design del Politecnico di Torino (Figura 77), che prende il nome di: ‘‘Eco3R’’[80], in cui l’obiettivo è quello di convogliare tutti i progetti di economia circolare, che appartengo ad ogni singolo comune; come nel nostro caso l’Earthship di Cambiano, all’interno di un progetto unico di Ecosistema. In questo modo sarà possibile avviare molteplici progetti circolari, che tengano conto di più approcci di filiere integrate, all’interno di un unico contesto territoriale. Potremo garantire un continuo sviluppo di progetti, che tengano conto di tutti questi aspetti, con un filo conduttore comune che unisce il territorio alla circolarità. I promotori di questo progetto sono; il CCS, Il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino, l’Associazione Off Grid Italia e i 19 comuni. Il progetto si impegna a creare nuovi tipi di relazioni, che possano garantire, facilitare e consolidare l’obiettivo

Comune di Cambiano

Figura 75 - Stemma del Comune di Cambiano- Tratto dal sito web: ‘‘https://www.salviamoilcommercio.it/comune-di-cambiano/’’

Consorzio Chierese per i Servizi

Figura 76 - Stemma del Consorzio Chierese - Tratto dal sito web: ‘‘http://www.ccs.to.it/home’’

Figura 77 - Logo del Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino - Tratto dal sito web: ‘‘https://www.facebook.com/dadpolito/’’

[80] Il progetto europeo presentato è stato nominato: ‘‘Eco3R’’ che per esteso equivale dire; ‘‘Ecosistema territoriale per il riuso, il riciclo e l’economia circolare’’.

finale. Alcune di queste, per lo più quelle principali, vengono riassunte dal seguente schema di progetto (Figura 78).

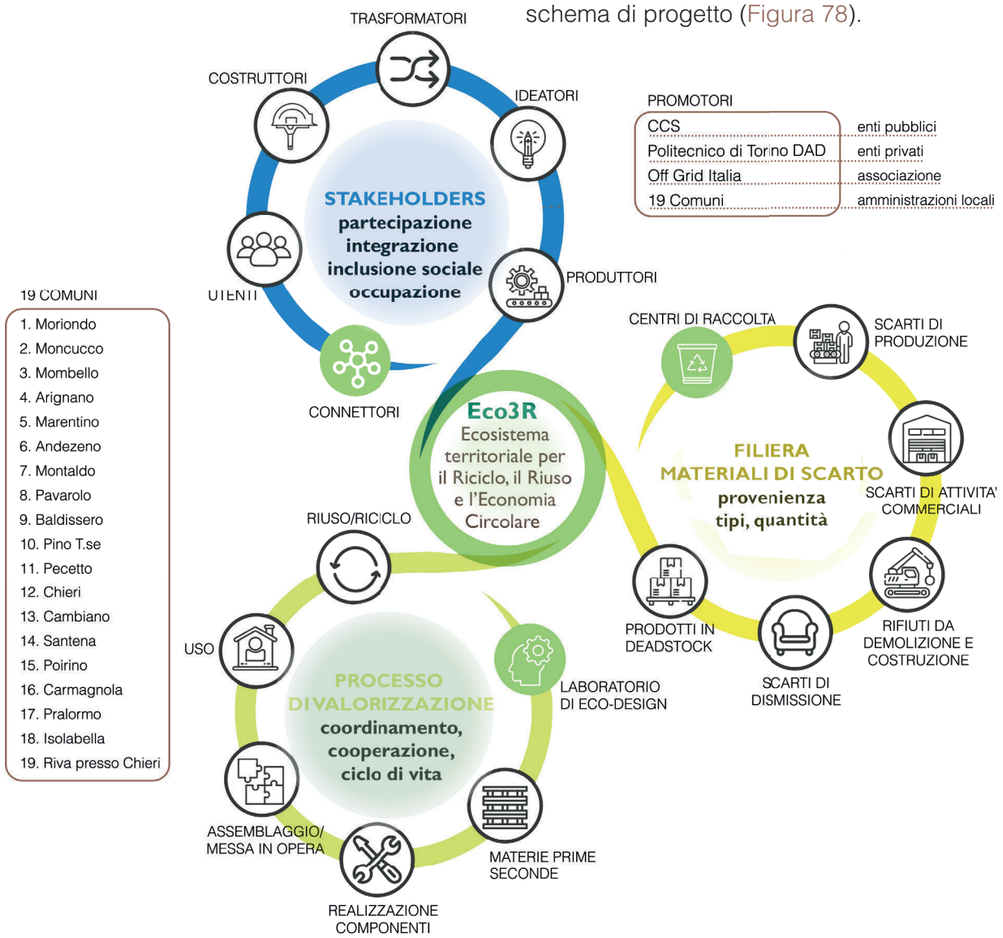


Figura 78 - Grafico del progetto ‘‘Eco3R’’ - Tratto da elaborato di Nadia Lusso, Politecnico di Torino, dicembre 2020

[81] Ogni anno, i comuni si possono iscrivere al bando di partecipazione e le categorie premiate sono: i comuni sotto i 5000 abitanti, i comuni tra i 5000 e i 15000 abitanti, i comuni oltre i 15000 abitanti e i comuni con capoluogo oltre ai premi assegnati da CONAI, Cial, Comieco, Corepla, Coreve, Ricrea, Rilegno, CDC RAEE, Cic e Assobioplastiche. Il premio è aggiudicato al comune che produce meno rifiuti indifferenziati, dati dalla somma del secco residuo e la parte di rifiuti ingombranti non recuperata. Da anni è stato deciso che il limite da non superare per entrare nelle graduatorie dei meritevoli è di 75 Kg/ab/anno.

L’applicazione di questo sistema integrato, ha ricadute sia ambientali, economiche che sociali, di seguito elencate;
- Riduzione dei rifiuti da smaltire;
- Riduzione dell’uso di materie prime;
- Uso circolare delle risorse;
- Riduzione delle emissioni
- Prodotti a km zero;
- Tutela del territorio;
- Nuove occupazioni alternative;
- Architetture originali e virtuose;
- Cooperazione a livello territoriale;
- Interazioni tra varie categorie sociali;
- Inserimento lavorativo fasce svantaggiate;
- Meno costi per acquisto nuovi materiali;
- Meno costi di smaltimento e di produzione;
- Facilità di assemblaggio/disassemblaggio;
- Riuso, rigenerazione e riciclo materiali;

In questa fase, al fine di comprendere le concrete potenzialità di tale sistema, ci occuperemo di approfondire alcuni aspetti del territorio. In primo luogo, è importante definire che il Consorzio Chierese, già nel 2004, ha raggiunto una quota significativa di rifiuto differenziato, poiché in osservanza alla Legge Regionale n.24 del 2002, è stato attivato il sistema integrato di raccolta ‘‘porta a porta’’, in tutti e 19 Comuni. Dall’anno successivo è stato possibile applicare una nuova modalità di raccolta, definita ‘‘tariffa puntuale’’ nei primi 3 Comuni, in conformità alle linee guida regionali; DGR.42-6471 e DET.433, 2002. Il sistema di tariffa puntuale, permette di far pagare il cittadino in base alla quantità di indifferenziato che produce.

In questo modo, si invoglia la cittadinanza a svolgere al meglio la raccolta differenziata, per ridurre i loro costi. Questo sistema viene controllato mediante, un codice identificativo alfanumerico applicato ad ogni contenitore, che consente l’attribuzione univoca ad un’utenza. Mentre al di sopra di ogni contenitore del rifiuto indifferenziato, in aggiunta è stato applicato un transponder elettromagnetico: ‘‘RFId 125 Khz’’. Ad ogni svuotamento, i mezzi di raccolta, con specifica strumentazione, registrano in automatico il numero di volte che ogni contenitore viene svuotato. Questo permette di effettuare il pagamento, in funzione di tale parametro; definita ‘‘tariffa a svuotamento’’, che consiste in un costo variabile. Tutto questo ha contribuito, nel 2019 a classificare, il Consorzio Chierese come miglior Consorzio di tutta la Regione Piemonte, con il premio ‘‘Comuni Ricicloni 2019’’[81] e ottavo a scala Nazionale, fra i Consorzi oltre i 100.000 abitanti. La percentuale di Raccolta Differenziata raggiunta equivale a 76,5%, ovvero la produzione pro-capite rifiuto residuo corrisponde a 93,4 kg/ab/anno, nell’anno 2018.

Tuttavia, nella categoria riguardo i comuni compresi tra i 5.000 ed i 15.000 abitanti, gli unici due comuni della Regione Piemonte appartengono al Consorzio Chierese. Infatti è presente il Comune di Pino Torinese, al quale è stato assegnato il primo posto con l’84,4% di Raccolta Differenziata e 65,2 kg/ab/anno di produzione pro-capite rifiuto residuo. Mentre il secondo posto è stato attribuito al Comune

[82] E’ un’associazione ambientalista italiana, nata nel 1980 a seguito dei primi gruppi ecologisti e del movimento antinucleare che si svilupparono nella seconda metà degli anni settanta. E’ un’associazione di volontari, che con la partecipazione diretta, si fanno promotori della tutela dell’ambiente, della qualità della vita, combattendo contro l’inquinamento, l’illegalità e l’ingiustizia.

di Cambiano, il quale ha raggiunto l’82,3% di Raccolta Differenziata e 73,6 kg/ab/anno di produzione pro-capite rifiuto residuo.
Invece, nella categoria “Comuni sotto i 5.000 abitanti” sono stati premiati il Comune di Baldissero Torinese e il Comune di Riva Presso Chieri, collocatisi rispettivamente al 14° e 15° posto della classifica regionale.
Nella classifica Comuni Rinnovabili realizzata dall’Associazione di Legambiente[82] non troviamo i comuni sopra citati. Questo è dovuto al fatto che, da quattro anni Legambiente inserisce in classifica, i soli Comuni “Rifiuti free”, vale a dire che, oltre a superare il 65% di raccolta differenziata, producono meno di 75 kg di rifiuti non recuperabili per abitante. Inoltre, il metodo di calcolo della raccolta differenziata è più restrittivo di quello adottato da Ispra[83] e Regione Piemonte (in base alle Linee guida ministeriali), in quanto va a sottrarre per alcuni tipi di rifiuto, come gli ingombranti e le terre di spazzamento, ciò che viene scartato dagli impianti di destinazione in quanto non recuperabile.
Il tema della qualità della raccolta differenziata, diventa prioritario, quando si vogliono incentivare tutti i possibili processi per il reimpiego dei materiali, destinati ad un nuovo utilizzo. Infatti, il territorio è già attivo alle buone pratiche per limitare gli sprechi ed evitare la produzione di tutti i rifiuti non strettamente necessari. Il passaggio successivo, in un territorio già virtuoso, come Cambiano, consisterà nel diventare promotore di un ecosistema circolare, ospitando il progetto Reland, come approfondiremo nel prossimo paragrafo.

Sul tema dei rifiuti, si possono reperire altre informazioni, dal rapporto ‘’Relazione sullo stato dell’ambiente in Piemonte 2020’’. Dalla quale emerge che, in Piemonte nel 2018, la raccolta differenziata ha raggiunto il 61,2% del totale; in miglioramento rispetto ai dati del 2017: 59,6%. In altre parole, i rifiuti urbani totali, superavano i 2 milioni di tonnellate, in termini di quantità pro capite, ogni abitante piemontese ha prodotto circa 498 kg di rifiuti. I rifiuti indifferenziati avviati a trattamento o smaltimento sono stati 841.984 tonnellate; di questi il 56% è stato inviato alla termovalorizzazione, il 42% al trattamento meccanico-biologico e solo il 2% in discarica. Tra le provincie del Piemonte, la quota di rifiuti (Figura 79) più importante proviene

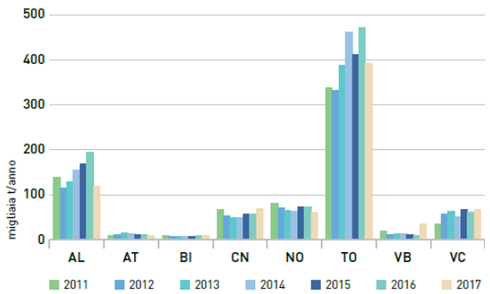


Figura 79 - Grafico sull’incidenza rifiuti di ogni provincia del Piemonte - Tratto da ARPA Piemonte, anno 2017

[83] L’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, è ente pubblico di ricerca, dotato di personalità giuridica di diritto pubblico, autonomia tecnica, scientifica, organizzativa, finanziaria, gestionale, amministrativa, patrimoniale e contabile. Infatti, istituito come tale, con la legge 133/2008, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112.

dal territorio della Città metropolitana di Torino e rappresenta il 41% della produzione regionale. Mentre per avere un confronto a livello nazionale, si attesta che la produzione dei rifiuti urbani, sia stata di 30,2 milioni di tonnellate, con una crescita del 2% rispetto al 2017, a differenza di quanto avvenuto nel territorio piemontese.
Per quanto riguarda le emissioni totali di gas serra, in termini di CO_2 equivalente, in Piemonte sono diminuite, dal 1990 al 2015, del 36%. Mentre in Italia, tale riduzione si è attestata solamente al 20%. Le fonti analizzate, che contribuiscono alla produzione di gas serra, vengono messe a confronto nel seguente grafico (Figura 80). Ma quelle predominanti sono riconducibili in quattro categorie: l’industria (47%), il trasporto su strada (22%), il riscaldamento (19%) e l’agricoltura (9%). Quest’ultima contribuisce per il 74% dalle emissioni di metano e per l’utilizzo di fertilizzanti. Gli impianti di riscaldamento incidono notevolmente sulla qualità dell’aria. Infatti, nei territori di Alba e Bra, permangono criticità sui livelli di PM10[84] dovuto alle emissioni prodotte dagli impianti delle abitazioni. Questo aspetto emerge osservando il grafico (Figura 81) in cui l’incidenza sulla produzione di PM10, dai dati del 2005 ai dati del 2015, continua ad essere in aumento, per la categoria riscaldamento. Da un punto di vista tecnico, come abbiamo precedentemente approfondito, riguarda un problema facilmente risolvibile, mediante un’attenta progettazione dell’involucro edilizio, tenendo in considerazione e analizzando accuratamente il territorio sul quale viene costruito l’edificio.

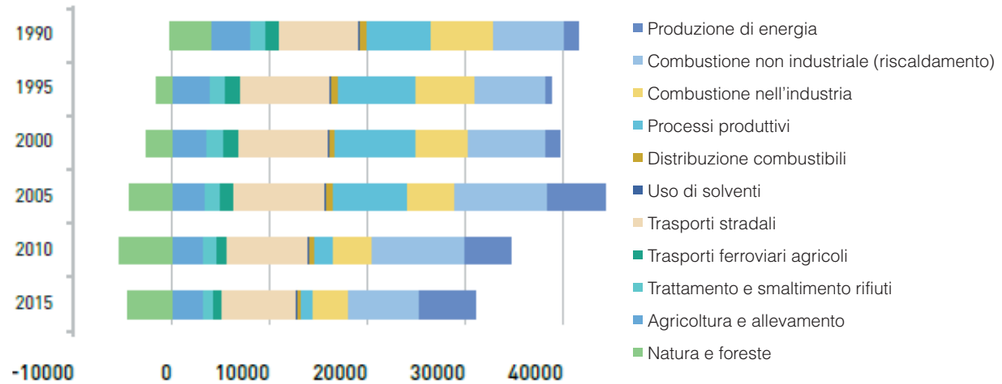


Figura 80 - Grafico raffigurante la quantità di gas serra prodotto da ogni categoria - Tratto da ISPRA su elaborazione di ARPA Piemonte

[84] E’ l’acronimo di Particulate Matter ≤ 10 µm, ovvero materiale particolato con dimensione inferiore o uguale a 10 micrometri. E’ un materiale che si presenta allo stato solido o liquido, disperso finemente nella bassa atmosfera. L’origine può essere naturale: ne fanno parte, per esempio, il particolato espulso durante le eruzioni di vulcani, o i prodotti della combustione del legno sviluppati durante gli incendi, oppure i pollini vegetali dispersi nell’aria. Le cause più preoccupanti non sono quelle di origine naturale; bensì quelle prodotte dai combustibili fossili, come gli impianti di riscaldamento o i gas di scarico dei mezzi di trasporto.

Un tema, strettamente connesso alla qualità dell’aria riguarda l’analisi dei dati climatici. Nonostante negli ultimi anni, su questi territori ci sia stato uno sguardo più attento riguardo la raccolta differenziata e la riduzione delle emissioni di CO_2, la situazione continua ad essere allarmante. Infatti nel 2019, in Piemonte, si è verificato il 5° anno più caldo degli ultimi 62 anni, con una temperatura media di circa 10,6°C. Nei giorni tra il 26 e 29 giugno, il 46% dei termometri della rete di Arpa[85] Piemonte, hanno registrato il primato assoluto di temperatura massima, dal 1958, superando l’11 agosto 2003 (Figura 82).

Infine, un ulteriore tema in cui l’architettura, influenza l’ambiente circostante, riguarda il consumo di suolo. In Piemonte, il suolo

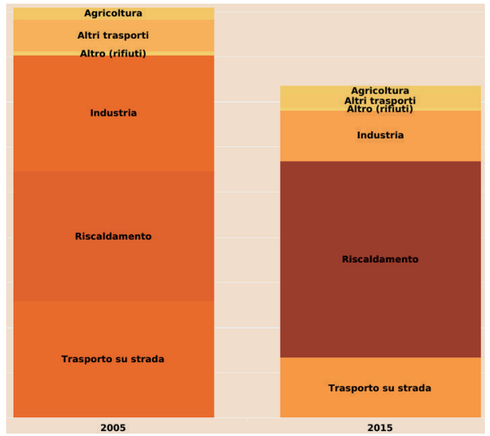


Figura 81 - Raffigurazione dell’incidenza di ogni categoria sul PM10- Tratto da ISPRA - XIV Rapporto Qualità dell’ambiente urbano

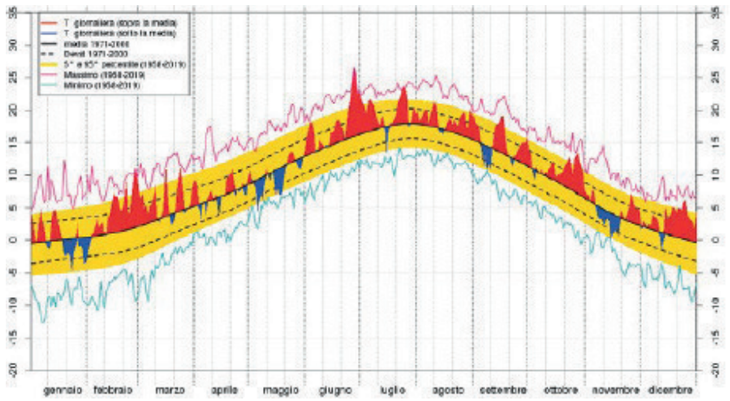


Figura 82 - Grafico raffigurante l’andamento della temperatura climatica giornaliera del territorio piemontese - Tratto da ARPA Piemonte, anno 2019

[85] Arpa, come acronimo “Agenzia regionale per la protezione ambientale”. Si tratta di un ente della pubblica amministrazione italiana, ciascuna Regione d’Italia ha costituito la propria Agenzia, per lavorare più da vicino sul territorio. Fu fondata il 21 gennaio del 1994, per la protezione dell’ambiente. L’Arpa Piemonte conta 1000 dipendenti, laureati in quasi tutte le discipline tecni-co-scientifiche e umanistiche.

occupato risulta complessivamente di circa 172.000 ettari, pari al 6,78% della superficie totale regionale. Il valore percentuale risulta inferiore al dato nazionale, che si colloca al 7,64%. Inoltre risulta anche più basso a confronto con le regioni del nord-Italia, in particolare, rispetto alle regioni confinanti quali la Lombardia con un valore di 13,01% e la Liguria corrispondente a 8,32%.

Focalizziamo nuovamente la nostra attenzione sul territorio, sito di progetto, riguardo le iniziative presenti. Ne esistono di vario genere; tra quelle utili a sensibilizzare e promuovere azioni volte alla riduzione dei rifiuti, citiamo ‘’La Settimana Europea per la Riduzione dei Rifiuti’’. Si svolge nel mese di novembre, con la durata di una settimana e coinvolge enti pubblici, imprese e cittadini. Si identifica con la sigla SERR e si occupa principalmente di una considerevole campagna di comunicazione ambientale promossa, tra i cittadini, con l’obiettivo di raggiungere una maggiore consapevolezza sulle eccessive quantità di rifiuti prodotti e sulla necessità di ridurli drasticamente.
Un altro tema di particolare interesse, in questi territori, riguarda il compostaggio di comunità[86]. Si tratta di un sistema che consente di mettere insieme utenze domestiche e non domestiche quali, mense, ristoranti o strutture ricettive, con l’obiettivo di trasformazione il rifiuto organico, in compost. E’ stato approvato con delibera del Consiglio comunale, n.50 in data 28 novembre 2014, mediante l’istituzione del gruppo dei Mastri Compostatori. In questo modo, il Comune di Cambiano, intende contribuire alla tutela degli interessi pubblici connessi alla difesa dell’ambiente e dell’igiene pubblica, promuovendo nei cittadini una maggiore consapevolezza delle conseguenze della produzione di rifiuti urbani e comportamenti corretti nella raccolta differenziata.

Per quanto riguarda il tema del reimpiego dei materiali, è possibile osservare una molteplicità di progetti. Alcuni trattano la raccolta di materiali usati, effettuata dal Consorzio Chierese. In questo caso, i cittadini del Comune di Cambiano, possono recarsi al centro di raccolta, distante 6 km dal sito di progetto e depositare i materiali di cui decidono di disfarsi. Per conoscere quali siano i materiali raccolti, è possibile consultare il documento ‘’Dizionario Rifiuti’’ aggiornato al 22 ottobre 2015 dalla Città Metropolitana di Torino. Tra i materiali raccolti vi sono: pneumatici, infissi, macerie edili da piccoli interventi, mattoni, pannelli in truciolato di legno, pannelli in polietilene, piccole lastre di vetro e piastrelle.
La raccolta di indumenti usati è considerata, sia dalla normativa europea che italiana, come una frazione della raccolta differenziata di rifiuti urbani. Gli abiti usati vanno ad aggiungersi alla già grande mole di rifiuti solidi che produciamo quotidianamente.
Un altro metodo altrettanto efficace di consultazione, è stato realizzato attraverso l’app ‘’Beato chi lo SApp’’. Infatti, è presente una sezione dedicata ad illustrare i processi

[86] Per il compostaggio di comunità viene redatta un’apposita SCIA; certificazione di inizio attività (ai sensi del D.M. Ambiente 29 dicembre 2016, n. 266) da presentare in Comune. Qualora le utenze risultino già attive, occorre presentare nuovamente la SCIA, al fine di mantenere l’iscrizione all’interno dell’Albo compostatori ed il conseguente sconto sulla quota variabile della TARI.

di recupero dei seguenti materiali: il vetro (Figura 83) corrisponde a 65-70 mila tonnellate raccolte ogni anno. Il flusso di vetro è assorbito dalla provincia di Torino per circa il 40%, la restante parte è gestita fuori dal territorio provinciale. Il rottame di vetro[87] selezionato viene mescolato e fuso insieme alle materie prime, con l’obiettivo di creare nuovi prodotti in vetro. La raccolta del metallo (Figura 84) corrisponde a 9 mila tonnellate l’anno, nella Provincia di Torino. Annualmente la raccolta dell’organico (Figura 85) è circa 140 mila tonnellate quello domestico e di 50 mila tonnellate gli sfalci e le potature. I flussi di organico[88] sono assorbiti dalla provincia di Torino per il 70-75%. Il Consorzio permette ai cittadini di utilizzare la propria raccolta di organico per produrre compost, senza farlo raccogliere dal servizio pubblico. Il sistema di

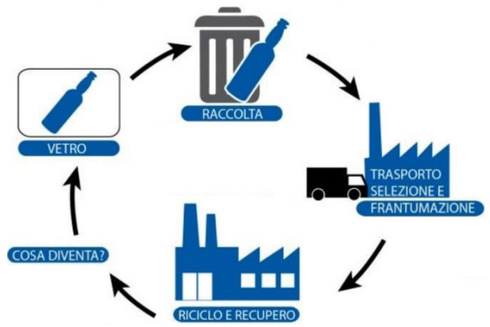


Figura 83 - Schema della raccolta del vetro - Tratto dall’app “Beato chi non lo Sapp”

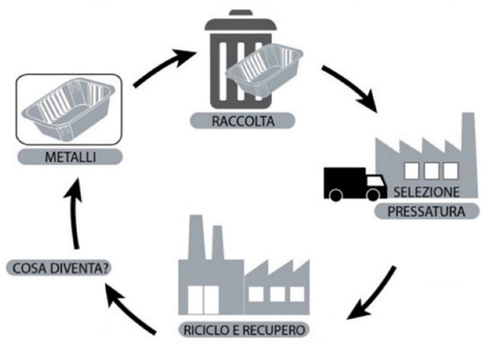


Figura 84 - Schema della raccolta del metallo - Tratto dall’app “Beato chi non lo Sapp”

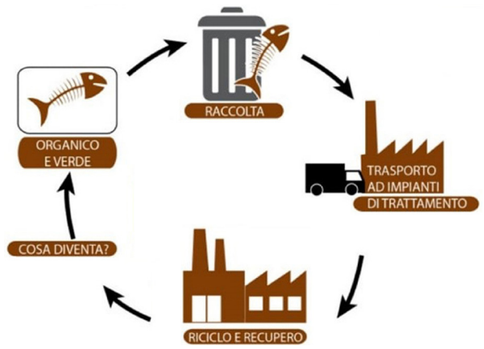


Figura 85 - Schema della raccolta dell’organico - Tratto dall’app “Beato chi non lo Sapp”

[87] Il rottame di vetro si ottiene dopo un’accurata divisione del materiale; siccome in alcuni Consorzi la raccolta del vetro avviene assieme al metallo, i sistemi meccanici magnetici o manuali, separano le parti in vetro.

[88] Il rifiuto organico viene lavorato in impianti appositi e mediante un processo anaerobico, batteri che vivono in ambienti senza ossigeno ed un processo aerobico, si favorisce la naturale fermentazione.

raccolta della carta (Figura 86), corrisponde a 170mila tonnellate annue. Il flusso di carta[89] risulta quasi interamente assorbito dagli impianti del territorio torinese. Ma quest’ultimi effettuano solo le fasi di selezione e compattazione. Il processo di riciclo è affidato ad impianti più lontani. La raccolta del legno (Figura 87) nella provincia di Torino si attesta a circa 30mila tonnellate l’anno. Il flusso di legno[90] assorbito dal territorio è il 60%. Infine la raccolta della plastica (Figura 88) si attesta a 45mila tonnellate l’anno. Il materiale viene inviato alla piattaforma di selezione convenzionata con COREPLA. Il flusso della plastica per il 40% è avviato al riciclo, il 30% è costituito da plastiche eterogenee che non possono essere riciclate e vengono avviate a recupero di energia. Il restante 30% è scarto che deve essere conferito in discarica.

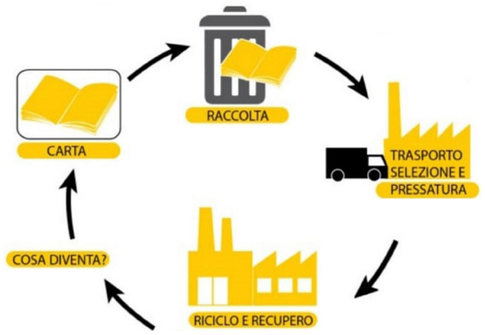


Figura 86 - Schema della raccolta della carta - Tratto dall’app “Beato chi non lo Sapp”

Figura 87 - Schema della raccolta del legno - Tratto dall’app “Beato chi non lo Sapp”

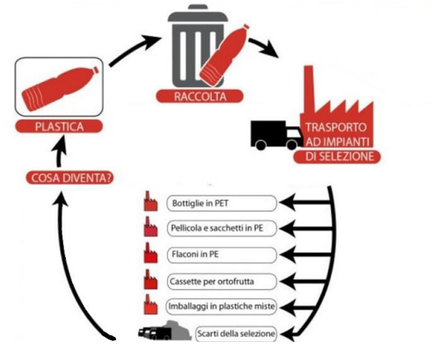


Figura 88 - Schema della raccolta della plastica - Tratto dall’app “Beato chi non lo Sapp”

[89] L’impasto della carta è ottenuto dalla sua stessa frantumazione, con aggiunta di acqua calda, viene filtrato, depurato e inserito nel circuito di produzione della carta.

[90] Il legno viene utilizzato come strutturante negli impianti di compostaggio per favorire la produzione di compost dal rifiuto organico. Oppure come combustibile in impianti di recupero energetico. Senza trascurare un quota sempre in aumento di legno triturato ed utilizzato per pannelli truciolari in legno.

Il territorio offre altri tipi di progetti formativi, sempre con il medesimo obiettivo di riutilizzare alcuni materiali, per dare vita a nuovi prodotti. Uno tra quelli proposti è il progetto ‘’Ri-scarpa’’ ideato dalla Cooperativa Sociale “Lavoro e Solidarietà” e approvato dalla Città Metropolitana. L’iniziativa consiste nel recupero delle calzature usate, attraverso appositi contenitori presenti all’interno dei plessi scolastici del Comune di Chieri. Quest’ultimo, è sostenitore del progetto Europeo CWC ‘’City Water Circles’’, come componenti del FUA ‘’Area Funzionale Urbana’’ della città metropolitana di Torino, finanziato da fondi europei. L’obiettivo del progetto consiste nell’introdurre e promuovere misure di efficienza idrica. L’attenzione viene posta al riutilizzo di risorse idriche locali non convenzionali, come l’acqua piovana e l’acqua grigia, per scopi pubblici, domestici e industriali al fine di ridurre il consumo di acqua e alleviare la pressione sulle risorse idriche sovra sfruttate delle aree urbane. Questi progetti per l’ambiente e per il clima, sono incentivati dal programma europeo LIFE, istituito nel 1992 come sostegno, per erogare finanziamenti.
Un altro progetto, del programma LIFE SAM4CP, si propone di sviluppare un simulatore digitale per garantire una buona pianificazione territoriale e favorire scelte urbanistiche che consentano di contenere il consumo di suolo e la salvaguardia delle sue funzioni ecosistemiche.
L’obiettivo è quello di creare uno strumento facilmente utilizzabile dai servizi tecnici dei Comuni e anche da altri attori interessati. I partner del progetto coinvolti sono stati: Città metropolitana di Torino, l’Istituto ISPRA, Il Politecnico di Torino, il Consorzio di Enti Pubblici Piemonte e il Consiglio per la ricerca in agricoltura.

Infine, è interessante citare il progetto Lumat, per comprendere come da un progetto europeo sia possibile calarsi, senza trascurare la qualità e gli obiettivi finale, nelle singole realtà territoriali. In generale, si propone di definire e migliorare la gestione ambientale delle aree urbane in trasformazione, per renderle luoghi più vivibili, mediante la valorizzazione del suolo e dei servizi ecologici ad esso associati. Nelle realtà locali, questo progetto e guidato dal Comune di Chieri, coinvolgendo i Comuni del patto di identità territoriale[91] del chierese-carmagnolese-altoastigiano, tra cui Andezeno, Arignano e Cambiano.
I temi affrontati riguardano la valorizzazione delle risorse naturalistiche e paesaggistiche e la riqualificazione di aree degradate.
Tra i progetti, di cui è promotore il Comune di Cambiano, citiamo l’iniziativa ‘’Con altri occhi’’. Si tratta di un percorso creativo, di sperimentazione della materia argilla, guidato dall’artista Juan Esteban Sandoval. Questa attività include laboratori di artigianato sociale, partecipato da 30 persone con disabilità. La finalità è stata quella di realizzare piccoli prodotti per un’installazione collettiva in argilla. Quest’esperienza è stata organizzata con il contributo di ‘’Servizi In Rete’’[92] e mediante

[91] Il patto di identità territoriale, è stato sottoscritto e firmato il 2/12/2016 e sarà valido fino al 31/12/2026 con la possibilità di essere rinnovato alla sua naturale scadenza. Il patto prevede, tra gli strumenti di lavoro, sia un tavolo di lavoro politico, composto dagli amministratori dei comuni aderenti, che un tavolo di lavoro misto composto da tecnici e amministratori eventualmente interessati alle seguenti tematiche: sviluppo economico-sostenibile, welfare (politiche sociali, educative, del lavoro e formazione), cultura, turismo, mobilità, ambiente, difesa del suolo, pianificazione territoriale, sicurezza, innovazione, tecnologia e smart City. I Comuni che ad oggi hanno aderito al patto di identità sono 28; di cui 19 dell’area Chierese-Carmagnolese e 8 dell’area collinare Alto Astigiano.

l’intervento dell’Ecomuseo dell’argilla, con uno spazio permanente dedicato al designer Bruno Munari. L’Ecomuseo ‘’Munlab’’[93] (Figura 89) è una presenza importante nel territorio di Cambiano; si tratta di un’area argillosa che si estende per 400 km^2 da Chieri, Cambiano fino a Montà d’Alba. L’Ecomuseo venne fondato nel 2000 dall’antica Fornace Laterizi Carena Srl e dal 2007 fa parte della Rete Ecomusei della Regione Piemonte. La sua sede operativa è uno spazio di archeologia industriale, nei pressi di una fornace di laterizi dismessa.

Concludiamo questa analisi del territorio, per entrare nel merito delle relazioni di filiere tra il nostro progetto specifico e l’ecosistema territoriale. L’analisi del contesto territoriale, è stata utile a comprendere le opportunità che offre il territorio e riconoscere le eventuali criticità, da tenere in considerazione per cercare soluzioni, che compensino tali aspetti.
Infatti nei differenti progetti appena illustrati, è semplice intuire come il territorio chierese, su cui è stato ideato il progetto Reland, sia già attivo e sensibile alle tematiche espresse nel modello Earthship. Per cui all’interno di un Ecosistema Circolare, formato dai 19 Comuni, la proposta di inserire il progetto europeo ‘’Eco3R’’, è quello di avviare all’interno di ogni comune, un progetto manifesto dei principi di economia circolare. Nel nostro caso, si tratta dell’Earthship di Cambiano.

Figura 89 - Fotografia del Munlab di Cambiano - Tratto dall’articolo online: ‘’https://www.giovanigenitori.it/dove-andare/munlab-ecomuseo-dellargilla-cambiano-to/’’

[92] E’ un’organizzazione spontanea, nata nel 2010, che raggruppa, il Consorzio dei Servizi Socio-Assistenziali Chierese e 10 realtà di accoglienza per persone con disabilità, attive in 10 comuni dell’area del Pianalto-Collina torinese. Il loro obiettivo è creare sinergie, organizzare eventi e laboratori, per sensibilizzare, valorizzare e creare occasioni di incontro dei servizi per disabili.

[93] Il termine ‘’Munlab’’ deriva da un’espressione piemontese: ‘’Mun’’=mattone e lab=laboratorio.

5. LA FILIERA

Per costruire un progetto circolare è necessario applicare un approccio sistemico, determinato da una rete di filiere, in grado di fornire tutte le risorse necessarie, per la sua realizzazione.

5.1 ASPETTI NORMATIVI

Prima di considerare quali siano le risorse indispensabili da impiegare all'interno del progetto Earthship, occorre chiarire tutti gli aspetti normativi riguardo al reimpiego dei materiali, ponendo soluzioni al reperimento di quest'ultimi.
Per introdurre gli aspetti normativi inerenti al nostro specifico caso studio, proseguiamo sempre nel medesimo modo; ovvero quello di dedicare una prima parte a ciò che accade, a livello internazionale, riguardo le specifiche questioni normative. Si tratta di aspetti che coinvolgono tutti gli Stati membri dell'Unione Europea; in questo modo sarà possibile comprendere, come l'Europa si pone normativamente nei confronti dell'Economia Circolare.
Il 4 luglio 2018, sono entrate in vigore le quattro direttive del "pacchetto economia circolare", con pubblicazione in Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, il 14 giugno 2018. Gli Stati membri, entro il 5 luglio 2020, dovranno confrontarsi riguardo alle quattro direttive:
- 849/2018Ue;
- 590/2018Ue;
- 851/2018Ue;
- 852/2018Ue; le quali modificano le sei precedenti [94], riguardo il tema dei rifiuti.

Tra i nuovi obiettivi è previsto il riciclo entro il 2025 per almeno il 55% dei rifiuti urbani, il 60% entro il 2030 e il 65% entro il 2035. Parallelamente si vincola lo smaltimento in discarica, fino ad un massimo del 10% entro il 2035. Il 65% degli imballaggi dovrà essere riciclato entro il 2025 e il 70% entro il 2030. I rifiuti tessili e i rifiuti pericolosi delle famiglie quali, vernici, pesticidi, oli e solventi, dovranno essere raccolti separatamente dal 2025. Nello stesso anno, anche i rifiuti biodegradabili dovranno essere obbligatoriamente raccolti separatamente o riciclati a casa attraverso il compostaggio.
La strategia a lungo termine è quella di coinvolgere le aziende nel realizzare prodotti con materiali nuovi, che si possano interamente riutilizzare e che non generino scarti. Mentre la strategia definita a breve e medio termine è quella che prevede la gestione degli scarti prodotti, in modo più responsabile, attraverso il riutilizzo ed il riciclo.
L'Italia ha adeguato il piano nazionale con le norme comunitarie appena analizzate, solamente nell'agosto 2020; l'entrata in vigore delle norme locali è avvenuto a settembre 2020, ma fino a questo momento, non sono stati pubblicati i decreti attuativi delle seguenti direttive[95].
Con l'entrata in vigore delle stesse, sarà possibile ottenere una riduzione media annua delle emissioni di 617 milioni di tonnellate di CO_2.
L'Italia, dai calcoli del 2016, produce 497kg pro-capite di rifiuti e il 27,64% viene smaltito in discarica. Mentre a livello europeo, ci sono Paesi quali Austria, Belgio, Danimarca, Germania, Olanda e Svezia, che già dal 2014 non ha conferito alcun rifiuto in discarica. A differenza dei Paesi quali Cipro, Croazia, Grecia, Lettonia e Malta; i quali hanno interrato più di tre quarti dei loro rifiuti urbani.

---

[94] - 2008/98/Ce, imballaggi
- 1994/62/Ce, discariche
- 1999/31/Ce, rifiuti elettrici
- 2012/19/Ue, rifiuti elettronici RAEE
- 2000/53/Ce, veicoli fuori uso
- 2006/66/Ce, pile.

Un altro dato preso in considerazione nell’analisi dei benefici delle nuove direttive, riguarda il tasso di occupazione, che permetterà l’aumento di 500 mila posti di lavoro. In questo modo, l’economia circolare potrebbe contribuire all’incremento del Pil Europeo fino al 7% entro il 2035.
Un’ulteriore aspetto importante riguarda il recupero dei materiali da costruzione; dal punto di vista normativo è stato definito in un primo momento dalla Direttiva 2008/98/CE, la quale poneva tra gli obiettivi quello dell’avvio a riciclo di almeno il 70% dei rifiuti da costruzione e demolizione entro il 2020. Successivamente, con la Direttiva 2018/851/UE è stato possibile normare anche il processo di demolizione selettiva dei cantieri, al fine di controllare la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose. Inoltre, in questo modo è stato facilitato e garantito il riutilizzo e il riciclaggio, soprattutto di alcune categorie di materiali quali minerali, metalli, vetro, plastica e gesso.
Dal Dossier redatto da Legambiente ‘’Rapporto cave 2017’’ emerge che nonostante la riduzione del 20,6% rispetto al 2010 del numero di siti attivi, nel 2015 sono risultate operative 4752 cave, mentre 13.414 sono quelle dismesse o abbandonate. Complessivamente, nel 2015 in Italia sono stati estratti 53 milioni di m^3 di inerti, tra cui sabbia, ghiaia, pietrisco per calcestruzzo e cemento.
Analizzando invece i dati dell’anno 2017, riguardo Paesi più virtuosi, quali l’Olanda, si evince un recupero dei materiali che raggiunge il 98%, l’Irlanda raggiunge il 97%, la Danimarca il 92% e la Germania il 91%. Continuando l’analisi dei dati ufficiali del Ministero dell’Ambiente e dell’istituto superiore per la protezione ambientale, con uno sguardo verso la nostra nazione, risulta che l’Italia sia in linea con gli obiettivi Ue. Infatti, in Italia il tasso di recupero di materia dai rifiuti da costruzione e demolizione si attesta ben al di sopra del 90%, equivale a dire che 47 milioni di tonnellate di inerti vengono recuperati, su 50 milioni prodotti nel solo 2014. Mentre, nel 2016, il dato aumenta e raggiunge il 97%, consultando i dati riportati nel Rapporto Ispra rifiuti speciali 2016. Lo stesso dato se viene confrontato da quelli elaborati all’interno del Dossier di Legambiente, emerge una forte discordanza, poiché si attesta che in Italia i materiali edili recuperati, in relazione a quelli prodotti, non supera il 10%. Questa discordanza è dovuta dal fatto che nelle statistiche ufficiali vengono considerate solo le imprese di una certa dimensione, poiché sono le uniche ad avere l’obbligo di dichiarare tale valore nel “MUD”; Modello Unico di dichiarazione ambientale[96]. Le imprese di costruzione sono esenti dalla compilazione di questo referto e di conseguenza non vengono considerate nel calcolo degli inerti recuperati in rapporto a quelli prodotti. Inoltre, Legambiente sottolinea che la percentuale si abbassa notevolmente, proprio perché le imprese edili di piccole dimensioni, in Italia rappresentano una quota decisamente significativa. Senza escludere dal discorso, che in alcuni territori del Paese, il tasso di illegalità nello smaltimento dei rifiuti di cantiere raggiunge il 50%.
E’ presente una normativa che sancisce la quantità minima di inerte riciclato che deve essere impiegato per gli enti pubblici e le società, le quali hanno un capitale prevalentemente pubblico. Si tratta del decreto n.203/2003 da parte del Ministero dell’Ambiente. Tale obbligo, risulta non essere sempre soddisfatto, a causa della poca informazione da parte degli enti locali. Infatti, si continua a prediligere l’utilizzo di nuovi materiali prodotti ed estratti dalle cave, a confronto di prodotti riciclati, certificati ad elevata qualità.
Il Ministero è nuovamente intervenuto sul tema, nel 2015 all’interno del Piano di Azione Nazionale per il Green Public Procurement europeo, sono stati introdotti i ‘’CAM’’ Criteri Ambientali Minimi, ed è stato sancito l’obbligo per le opere edili e i cantieri appaltati di prevedere un piano di gestione dei rifiuti prodotti in fase di progetto, in cui sia previsto il 70% minimo di avvio a recupero dei materiali. Tuttavia, questa misura presenta alcune considerevoli criticità; maggiori linee guida, potrebbero facilitare, l’applicazione di alcuni criteri. Inoltre, si rivolge solamente agli appalti pubblici e prevede percentuali minime di componente riciclata, in relazione all’impatto ambientale dei materiali inerti. Infatti, si tratta del 5% per elementi in calcestruzzo prefabbricati, il 5% per laterizi da muratura e il 10% per quelli da copertura. Certamente, una volta superati questi limiti, si potrà osservare un impatto positivo su larga scala.

In questi anni sono stati istituiti alcuni protocolli di certificazione, chiamati “rating systems for green buildings” che si concentrano su come ridurre l’impatto ambientale delle nuove costruzioni e degli edifici esistenti. I cantieri europei che utilizzano questi protocolli di certificazione hanno raggiunto percentuali di recupero dei rifiuti da demolizione che si aggira al 90%. Abbiamo un esempio di cantiere italiano e abbastanza conosciuto; ‘’Juventus Stadium’’ di Torino (Figura 90), che ha visto la sua realizzazione mediante il recupero dei materiali dismessi del vecchio Stadio “Delle Alpi”. Si tratta di 40.000 m^3 di calcestruzzo, frantumati ed utilizzati come sottofondo del nuovo impianto, a cui si aggiungono 5.000 tonnellate di acciaio,

Figura 90 - Fotografia aerea dello stadio - Tratta dal sito web: ‘’https://www.juventus.com/it/allianz-stadium/’’

[95] - Responsabilità estesa del produttore, art.178-bis; Responsabilità produttore rifiuto e avvenuto smaltimento, art.188;
- Preparazione al riutilizzo, riciclaggio e recupero art.181;
- End of Waste, art.184-ter;
- Programma nazionale gestione rifiuti, art.198 bis e art.199;
- Misure per la raccolta differenziata, art. 205 e art. 205 bis; Imballaggi, art. 217;

D.L 161/2020, consultabili al sito web: ‘’https://cuneo.confartigianato.it/decreto-legislativo-116-2020-la-rivoluzione-dei-rifiuti/’’.

[96] Il Modello Unico di Dichiarazione ambientale (MUD), è stato istituito con la Legge n. 70/1994. E’ un modello che va caricato sulla piattaforma online, di norma entro il 30 aprile di ogni anno. Mediante la compilazione di tale modello, sarà possibile inserite tutti i rifiuti prodotti, quelli che sono stati raccolti o trasportati e quelli avviati al recupero.

2.000 m² di vetro e 300 tonnellate di alluminio. Inoltre, come accade nella maggior parte dei casi, questo approccio comporta un notevole risparmio economico, in questo caso è stato stimato di circa 2 milioni di euro.
Gli sviluppi normativi[97] dell’Unione Europea, appena descritti, sono riassunti in questo schema (Figura 91).

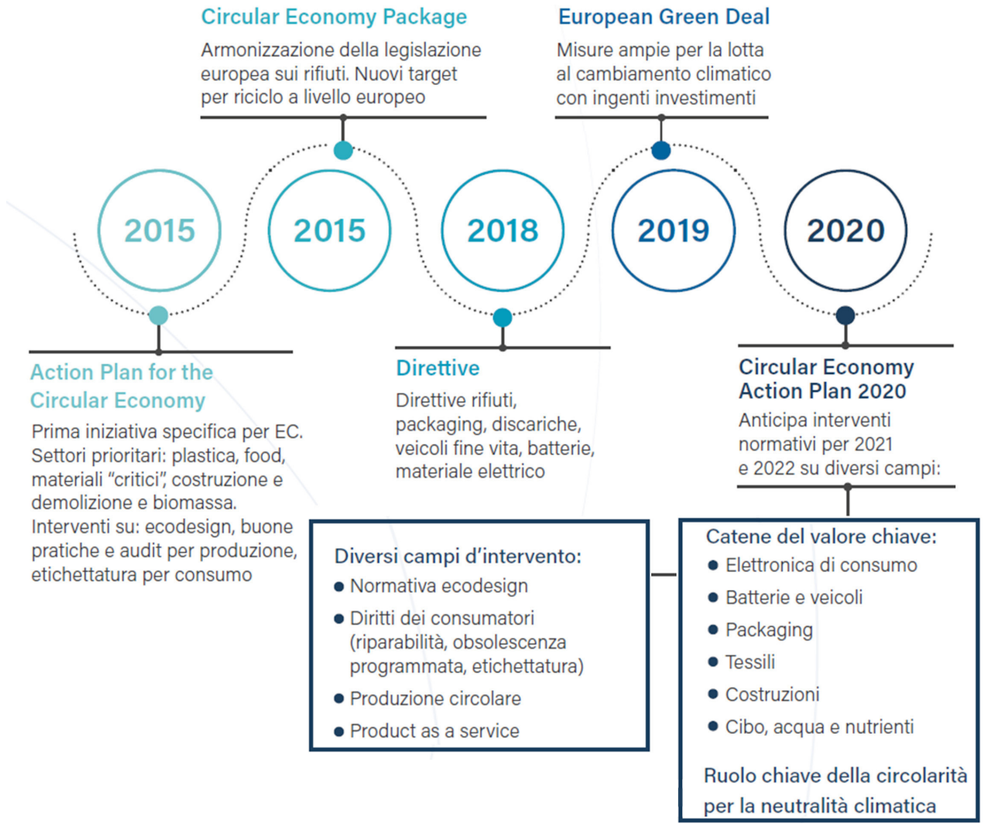


Figura 91 - Tratta da “Position Paper 2020 - Alleanza per l’economia circolare” pubblicato a settembre 2020, a cura di Agici, con il contributo di accenture

[97] La normativa che riguarda questi argomenti è in continuo aggiornamento, nel nostro territorio nazionale è possibile consultare un grafico analogo a quello riportato, utile a riassumete gli ultimi decreti sanciti, fino a settembre 2020.

Per comprendere le problematiche normative riguardo al progetto Earthship; occorre definire alcuni aspetti. In primo luogo, la definizione normativa riguardo il processo di riciclo, riuso e recupero.
All’art. 3 ‘’Definizioni’’ della Direttiva 2008/98/CE, vengono spiegate tutte le voci che rientrano nei processi normativi validi.
Alla voce n.13 è presente la definizione del termine **riutilizzo**, considerato come qualsiasi operazione applicata a prodotti, che non sono rifiuti e che quindi vengono reimpiegati per la stessa finalità per la quale sono stati concepiti. Alla voce n.15; **recupero**, ovvero qualsiasi operazione applicata questa volta ai rifiuti, che permetta di svolgere un ruolo utile, garantendone una funzione. All’allegato II viene fornito un elenco, non esaustivo di operazioni di recupero, dal quale posso anticipare che non è presente la categoria pneumatici fuori uso.
Proseguendo la lettura, alla voce n.17 è presente il processo di **riciclaggio**; che può anch’esso avvenire con rifiuti, che vengono ritrattati con un processo ad esempio industriale per ottenere nuovi prodotti utili a svolgere la loro funzione originaria o per altri fini. E’ possibile trovare altre definizioni normate ma non è presente la definizione di **reimpiego**. Questo vale a dire che per reimpiegare tal quale i pneumatici, occorre far riferimento alla voce recupero. Non è possibile far riferimento al processo di riutilizzo, poiché il materiale verrà reimpiegato in uno scopo differente da quello originario. Inoltre, noi ci occuperemo di un componente pneumatico che diventa PFU, ovvero rifiuto. Per maggior chiarezza, a questo punto è utile definire quando un componente viene definito rifiuto e quando cessa di essere considerato tale. Questo riferimento normativo è presente nella medesima Direttiva 2008/98/CE all’art.6, rifacendosi all’art.184 ter. Del Codice Ambiente, al comma 1 è presente la seguente definizione di rifiuto: ‘’qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi; abbia l’intenzione o l’obbligo di disfarsi”. Per questo motivo, quando recuperiamo i pneumatici dal gommista che se ne disfa, stiamo recuperando un rifiuto e deve essere trattato come tale.
Quindi quali sono i criteri volti a definire quando un rifiuto cessa di essere tale:

- Quando è sottoposto ad un’operazione di recupero, riciclaggio e riutilizzo, destinati a essere utilizzati per scopi specifici;

- Quando esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;

- Infine, quando l’utilizzo della sostanza o dell’oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull’ambiente[98] o sulla salute umana;

Al Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152, è stato introdotto all’art.184-ter Codice Ambiente, il comma 2, che prevede che l’operazione di recupero possa consistere semplicemente nel controllare i rifiuti. Ciò significa, in pratica, che il controllo effettuato su un materiale qualificato come rifiuto

[98] Ad esempio, nel caso specifico del reimpiego degli pneumatici, dobbiamo considerare che appoggiandoli sul terreno, deve essere garantito che, nel tempo non venga rilasciata nessuna sostanza da parte degli pneumatici. Questo aspetto verrà assicurato da una membrana impermeabilizzante che avvolge completamente gli pneumatici. Infatti, quest’ultimi non verranno appoggiati direttamente sul terreno, ma al di sopra di uno strato protettivo.

che sia volto a verificarne le caratteristiche affinché esso possa cessare di essere tale, è un’operazione di recupero a tutti gli effetti. Quindi la raccolta degli pneumatici fuori uso, avvenuto da un gommista o da un Consorzio che si occupa del recupero di PFU, seguito da una corretta pulizia, al fine di eliminare tutte le impurità superficiali, può essere autorizzato con un End Of Wast[99] (Figura 92). Il Consorzio, potenzialmente con questa semplice operazione è in grado di rilasciare lo pneumatico tal quale, non più rifiuto, ad un soggetto economico o donarlo ad associazioni, in modo che possa essere

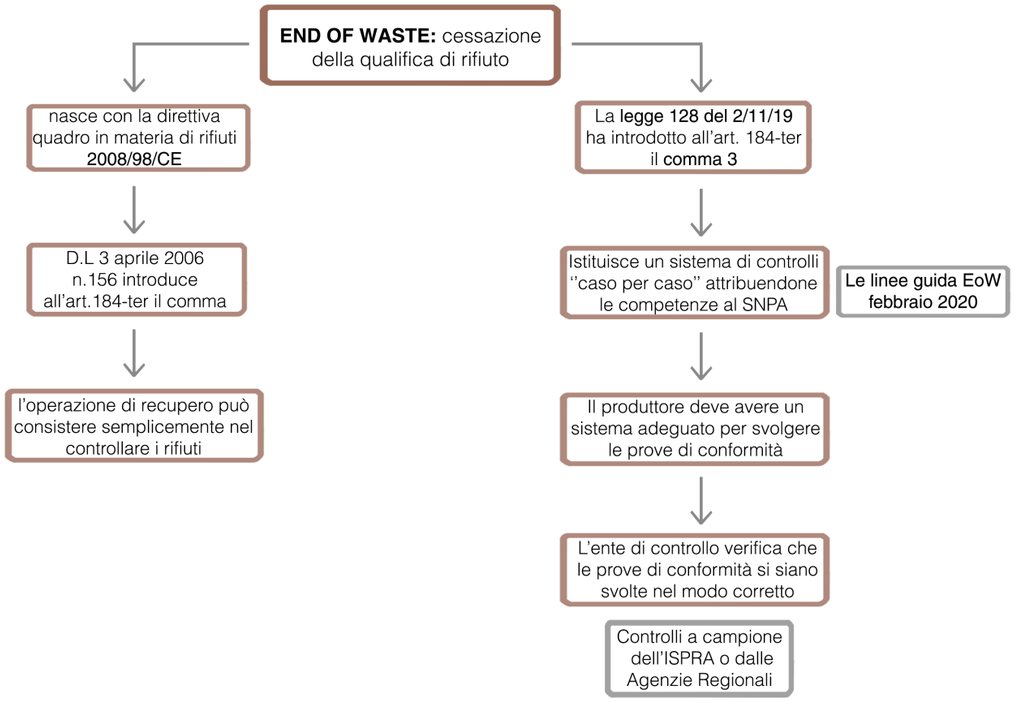


Figura 92 - Schema che riassume il processo normativo dell’End Of Waste – Tratto da elaborato personale

[99] Nel caso specifico di pneumatico, i criteri e le condizioni che stabiliscono quando la gomma vulcanizzata derivante da PFU cessa di essere qualificata come rifiuto ‘‘EoW’’ riguardano; la tipologia dei rifiuti cui il regolamento si applica; le modalità di ricevimento e accettazione dei conferimenti; alcune caratteristiche dell’impianto; le modalità di controllo e verifiche dell’output per lotti di produzione per il rilascio della dichiarazione di conformità; i vincoli di conservazione della documentazione e di tracciamento; gli impieghi consentiti e i limiti di utilizzo della GVG-Gomma Vulcanizzata Granulare. Quindi questo processo normativo non riguarda lo pneumatico considerato tal quale.

reimpiegato anche in altri settori. Ovviamente il medesimo approccio potrà essere utilizzato anche con altri rifiuti, purché ci sia un progetto di reimpiego e che quindi sia certificato ed assicurato il suo recupero.
Successivamente, con il DM 14 febbraio 2013, le norme comunitarie per determinate tipologie di rifiuti e per la cessazione della qualifica di rifiuto “criteri Eow”, non richiedono ulteriori passaggi. E’ importante che il procedimento di recupero, avvenga con le corrette modalità e con le garanzie offerte dal prescritto sistema di gestione. Quest’ultimo, dovrà essere certificato da un organismo terzo accreditato, per poter dimostrare che il prodotto venga effettivamente recuperato in settore e per un ruolo specifico. Inoltre, il Sistema Nazionale di Protezione Ambientale[100] ha deliberato le linee guida sui controlli a campione, che Ispra e Arpa devono effettuare con riferimento alle autorizzazioni EoW ‘‘caso per caso’’ delle Regioni. E’ stato definito dall’art.14-bis della legge 128/2019, con le nuove linee guida Snpa, approvate con delibera 67/2020.

A seguito di questi ragionamenti, abbiamo organizzato un incontro telematico con le funzionarie di Città Metropolitana di Torino, in quanto la regione Piemonte ha delegato le Provincie ad occuparsi di tali tematiche. Dal colloquio effettuato è stato concordato la possibilità di redigere e sottoporre all’attenzione un documento (Allegato1) che certifichi il corretto inserimento del rifiuto, divenuto prodotto, in un nuovo contesto. Nel nostro caso, è stato necessario sottolineare che il processo di recupero dello pneumatico avviene con il progetto di sperimentazione ‘‘Reland’’, in convenzione con il Comune di Cambiano e il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino. Al termine dell’analisi e dell’approfondimento della nostra richiesta, verrà elaborata una possibile conferma di proseguire nel processo di recupero dello pneumatico.

A questo punto, occorre affrontare una seconda problematica; che avviene proprio nel momento in cui lo pneumatico è presente nel mercato e decidiamo di impiegarlo come materiale da costruzione. In questo caso, occorre che sia certificato come tale e che presenti i criteri di idoneità del DPR n.380/2001 [101].
Il processo che seguiamo è stato riassunto di seguito (Figura 93).
Lo pneumatico considerato come materiale da costruzione, non è presente nell’elenco dei materiali da costruzione inserito nelle Norme Tecniche delle Costruzioni. Infatti, le NTC 2018, oltre ad inserire i materiali riconosciuti e impiegabili nel settore edile, definiscono i criteri e le fasi del progetto. Una sezione è dedicata all’esecuzione e al collaudo delle costruzioni, ponendo la corretta attenzione alle prestazioni richieste, in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica, stabilità, e di durabilità. La sicurezza e le prestazioni di un’opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale.

[100] Il Sistema nazionale per la protezione dell’ambiente (SNPA), è una realtà relativamente giovane, poiché è stata istituita a partire dal 14 gennaio 2017. Prima dell’entrata in vigore della legge che definisce il sistema come SNPA, esisteva il Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA. Quindi si trattava già di un sistema consolidato, indispensabile per mettere a conoscenza diretta, tutte le problematiche presenti nel territorio, con l’obiettivo di promuovere le politiche nazionali di prevenzione e protezione dell’ambiente.

I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere previste dalle presenti norme, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione.
Per il dimensionamento di una struttura portante occorre verificare, i seguenti parametri:

- I coefficienti di sicurezza previsti sono ampiamente sufficienti, rispetto al collasso della struttura e dell’elemento considerato ‘‘Stato limite ultimo’’ [102];

-Le deformazioni della struttura o dell’elemento considerato, sono contenute entro i limiti necessari a garantire il funzionamento per l’uso previsto; ‘‘Stato limite di esercizio’’[103]

Le verifiche agli stati limite, devono essere eseguiti per tutte le più gravose condizioni di carico, che possono agire sulla struttura. Per effettuare i calcoli devono essere valutate tutte le azioni agenti sulla struttura.
Ciò che accade nel nostro caso, in cui non è presente lo pneumatico come materiale da costruzione; mentre la terra è stata introdotta dalle NTC 2018, viene definito dall’art.1 della Legge 2.2.1974 n.64, successivamente confluito, con modifiche, nell’art.52 del DPR n.380/2001. La normativa, al comma 2, del presente articolo sancisce quanto segue: ‘‘Qualora vengano usati sistemi costruttivi diversi da quelli in muratura o con ossatura portante in cemento armato normale e precompresso, acciaio o sistemi combinati

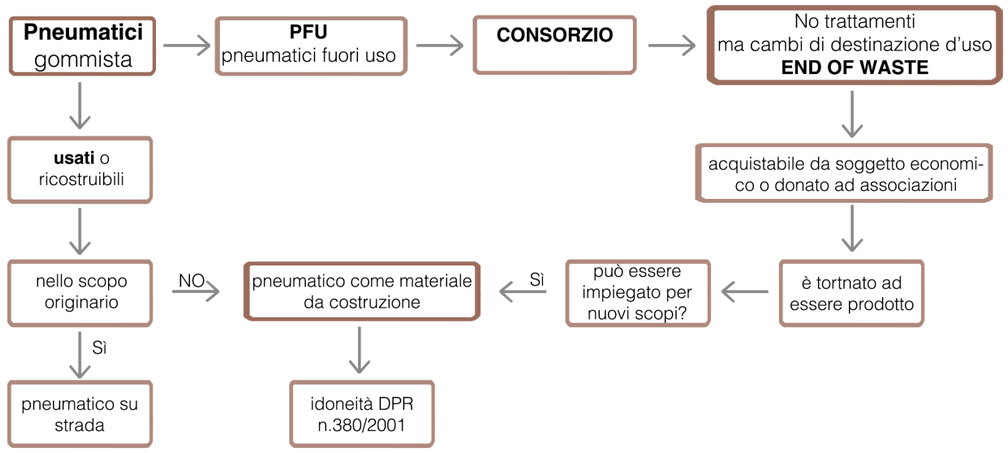


Figura 93 - Schema che riassume il processo per il reimpiego dei pneumatici – Tratto da elaborato personale

[101] Legge che appartiene al Testo Unico dell’edilizia, emanato dalla Repubblica Italiana, entrato in vigore nel 2001, con il primo permesso a costruire. Il tema di utilizzare materiali non tradizionali nell’edilizia, rientra all’interno dell’art.54 ‘‘Sistemi costruttivi’’, quelli considerati nella normativa riguardano materiali come muratura, acciaio, cemento armato e pannelli portanti, di ognuno è dedicato un articolo specifico. Ma all’art.59 ‘‘Laboratori’’ viene sancita la possibilità di intervenire con prove tecniche sui materiali; in cui è il Il Ministro per le infrastrutture e i trasporti, che a seguito di un consulto con il Consiglio superiore dei lavori pubblici, puo’ autorizzare con proprio decreto questa attività.

dei predetti materiali, per edifici con quattro o più’ piani entro e fuori terra, l’idoneità’ di tali sistemi deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata dal presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio’’.
Siccome il nostro progetto, è un edificio ad un solo piano, possiamo far riferimento all’art.54 del Testo Unico dell’Edilizia, è necessario che il progetto sia in osservanza delle norme tecniche riguardanti i vari elementi costruttivi, in casi particolari di ricerca sperimentale, è il Ministro per le infrastrutture e i trasporti, che autorizzare la realizzazione.

Infine, questo lavoro può essere facilitato se si considera che il progetto Earthship, in America è stato già soggetto a numerose verifiche strutturali. Ad esempio è stato effettuato un test per le forze di attrito, esattamente come viene esplicato dal seguente schema (Figura 94). Inoltre sono state effettuate prove anche per la configurazione della parete di pneumatici (Figura 95).

Affrontate le difficoltà normative, riguardo il reperimento delle materie prime e la loro applicazione nell’edilizia, quando esse non rientrano nelle Norme Tecniche delle Costruzioni, potremo proseguire, nel prossimo paragrafo, con alcuni esempi di come differenti realtà italiane abbiano affrontato queste tematiche e quali soluzioni interessanti offrono.

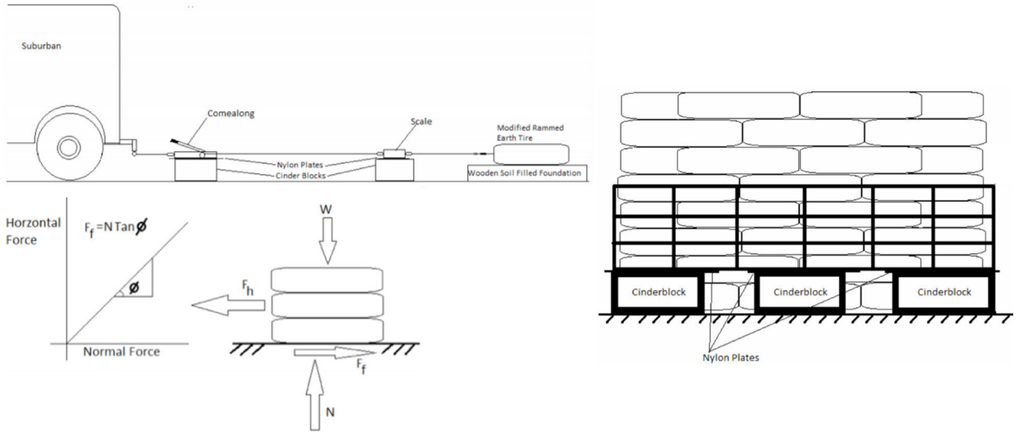


Figura 94-95 - Schemi strutturali – Tratto “Testing and Analysis of Modified Rammed Earth Tire Walls Swarthmore College’’, 2011

[102] Definiti con la sigla SLU, sono generalmente causati da eventi eccezionali di notevole intensità terremoti, esplosioni, incendi, fatica per azioni ripetute, effetti del tempo. Le verifiche che vengono effettuate riguardano lo stato limite per tensioni Normali, per Taglio, per Torsione e per Elementi Snelli.
[103] Definiti con la sigla SLE, si intende una qualsiasi condizione che comporta la perdita di funzionalità o il rapido deterioramento del sistema strutturale.

5.2 RICADUTE NEI CONTESTI NAZIONALI

L'Associazione ''Giacimenti urbani''[104], sta impiegando le proprie risorse, al fine di stipulare una convenzione con il Borsino dei rifiuti, per ottenere una certificazione dei materiali di scarto, che garantisca la qualità dei prodotti da riutilizzare. Il Borsino Rifiuti è un modello di riferimento per gli utenti, che hanno necessità di scegliere imprese, tra quelle certificate.
La certificazione del processo, in tema di utilizzo efficiente delle risorse e del trattamento dei rifiuti (Figura 96); comprende anche sistemi di sperimentazione dei nuovi modelli di packaging ''intelligente'', con l'utilizzo di materiali recuperati come previsto dal Decreto Rilancio 11 giugno 2020.
Esiste anche la certificazione per le aziende che smaltiscono i propri scarti-sottoprodotti-rifiuti; definito dal marchio ''Azienda 100% Circolare'' (Figura 97). In questo modo, potranno scegliere di destinare il loro guadagno ad un progetto solidale inserito sulla piattaforma: ''Diferenziamocolcuore.com'' (Figura 98).

Esistono in Italia, altre associazioni che promuovo il riciclo e il riuso di materiali, come ANPAR, nata nel 2000 con l'obiettivo di riciclare i rifiuti inerti, mediante processi industriali di impianti fissi e mobili. E' presente in tutte le regioni italiane e tutela le aziende, che si caratterizzano per la scelta di impiegare aggregati riciclati o artificiali, di elevata qualità e conformi al Regolamento Europeo, attestata mediante la loro marcatura CE, nei prodotti da costruzione. ANPAR è diventato

Figura 96 - Raffigurazione della certificazione - Tratto dal sito web: https://www.borsinorifiuti.com/2020/

Figura 97 - Raffigurazione del marchio di certificazione - Tratto dal sito web: https://www.borsinorifiuti.com/2020/

Figura 98 - Raffigurazione del logo ''Differenziamo col cuore'' - Tratto dal sito web: https://www.borsinorifiuti.com/2020/

[104] Associazione nata dall'dea di Donatella Pavan, giornalista impegnata da 15 anni nella diffusione della cultura sostenibile, nella sezione Ambienti&Veleni de Il Fatto Quotidiano, per Tuttogreen di La Stampa, le Good news di Case Abitare, e molte altre testate su queste tematiche. L'associazione si basa sui principi di cooperazione, rispetto per l'ambiente, del territorio e impegnata nella promozione dell'economia circolare Fondata sui principi di cooperazione, rispetto per l'ambiente, mediante l'uso di energie rinnovabili, di efficienza energetica e sviluppando la cultura della riduzione, del riuso, della riparazione, della preparazione al riutilizzo e del riciclo, ma anche tutte le idee e i progetti che riducono la produzione di CO_2.

il punto di riferimento degli Enti Pubblici di pianificazione e controllo in materia di gestione e recupero di rifiuti inerti. Elabora e mette a disposizione delle stazioni appaltanti, voci di prezzario e capitolati speciali. Inoltre, è presente un tavolo tecnico presieduto dal Direttore Tecnico dell’Associazione, al quale possono partecipare liberamente tutti gli associati, organizzati in diversi gruppi di lavoro. Il loro compito è quello di redigere manuali, articoli scientifici, organizzare numerosi convegni sull’intero territorio nazionale per diffondere la cultura del riciclaggio e promuovere lo sviluppo ed il progresso delle tecniche di produzione. A tal fine, in questi ultimi anni, l’Associazione ha lavorato riguardo la separazione dei rifiuti a base di gesso, sottoscrivendo un Protocollo d’intesa con Gyproc[105]
del gruppo Saint Gobain.
Sono state sviluppate le linee guida per la tracciabilità dei rifiuti nei cantieri pubblici e per favorire l’impiego degli aggregati riciclati nei calcestruzzi a bassa resistenza. In questo modo è stato possibile definire le specifiche tecniche e le modalità di lavoro con ATECAP partecipando al tavolo tecnico della Commissione Europea, dal quale è stato redatto il Protocollo per la gestione dei rifiuti da divulgare presso le pubbliche amministrazioni.

Nei conglomerati cementizi, possono essere inseriti e mescolati materiali provenienti da altri contesti; si tratta delle acciaierie, settore in cui molti materiali derivanti dai processi di produzione dell’acciaio, possono essere recuperati e reimpiegati. Si fa riferimento alla loppa di altoforno, alla scoria da convertitore, alle scorie da forno elettrico, le quali possono essere adeguatamente gestite e diventare sostitutivi o complementari dei materiali che si prelevano dalle risorse naturali. In questa prospettiva, il gruppo Feralpi[106], nell’ambito di un programma avviato da Federacciai, sta investendo in un progetto che recupera e rimette in ciclo materiali utilizzabili nell’ambito delle costruzioni edili e stradali. La valorizzazione di materiali di recupero di origine siderurgica può essere applicata in diversi settori; nei manti di usura, nei conglomerati cementizi, nella costruzione di strati portanti in misto cemento, nella realizzazione di sottofondi stradali, nell’utilizzo delle scorie nei filtri per le acque di scarico, allo scopo di rimuovere il fosforo.

Per quanto riguarda i componenti utilizzati come materiale isolante negli edifici, si devono affrontare problematiche inerenti allo smaltimento; a partire da questo tema sono stati sviluppati, i pannelli isolanti in lana di pecora riciclati, poiché realizzati dallo scarto di tosatura delle pecore. Un altro esempio è la lana di vetro, che è prodotta impiegando un’elevata percentuale di vetro riciclato proveniente da altro uso sul mercato, ovvero dalle bottiglie di vetro. Esistono anche gli isolanti a base polimerica, prodotti dal riciclo delle bottiglie di plastica. Sempre da scarti di materiale plastico eterogeneo, uniti ad altri materiali è possibile ricavare compositi, di

[105] E’ un’azienda specializzata nella produzione di sistemi costruttivi a secco in cartongesso quali lastre, pannelli per controsoffitti, strutture metalliche e accessori, ma anche intonaci e finiture a base di gesso. Questi componenti da loro prodotti garantiscono elevati livelli di comfort ed eccellenti prestazioni; come la salubrità degli ambienti, l’isolamento termo-acustico e la protezione passiva dal fuoco.

elevata durabilità e resistenza che possono essere impiegati per pavimentazioni. Oppure possono essere ricavati pannelli in lamiera di rivestimento esterna e irrigidimento interno in plastica.

Uno studio condotto da ENEA e dal Politecnico di Milano, finanziato dalla Ricerca di Sistema Elettrico del Ministero dello Sviluppo Economico, è stato approvato dal ministro dello sviluppo economico il 9 agosto 2019, con l’avvio di un piano di attività di ricerca. Questo lavoro ha portato alla realizzazione di un “biomattone”; un materiale composito ottenuto da una miscela di calce e canapulo, lo scarto legnoso della canapa. Il materiale ottenuto da un basso impatto ambientale, risponde ad elevate caratteristiche prestazionali energetiche, poiché ha ottime capacità isolanti e protegge dall’umidità. Inoltre, lo studio ha evidenziato, nelle pareti in blocchi di calce-canapulo, la capacità di sottrarre CO_2 dall’atmosfera e tenerla bloccata per un tempo sufficientemente lungo.
E’ stato possibile osservare una serie di misurazioni effettuate, in edifici costruiti con questa tecnologia, in Sicilia e in Veneto. Il risultato dimostra, un ottima configurazione termoigrometrica della parete che, si assesta su valori interni constanti, con una temperatura media interna di 26°. Questo permette di evitare il ricorso alla climatizzazione estiva, che incide per il 50% nel consumo energetico. Questi dati, rientrano tra i primi ad essere pubblicati dalla ricerca scientifica, presentata al convegno internazionale “Resilient Built Environment for Sustainable Mediterranean Countries (SBE 2019)”; l’evento è stato organizzato dal Politecnico di Milano in collaborazione con altre organizzazioni internazionali.

Oltre alle Associazioni e alle società aziendali, esistono i Consorzi che recuperano gli scarti di produzione e si impegnano a riciclarli per reimpiegarli nel mercato. Un esempio di questo sistema è RICREA: il Consorzio Nazionale Riciclo e Recupero Imballaggi Acciaio.
In 20 anni di attività hanno riciclato oltre 5.300.000 tonnellate di imballaggi in acciaio. Per comprendere meglio la quantità, si può immaginare un treno lungo da Roma a Parigi composto da 50.700 vagoni, oppure 56.300 km di binari ferroviari, che consiste nel doppio dell’intera rete ferroviaria italiana. La trasformazione dell’acciaio è avvenuta dal recupero di oggetti quali, barattoli, scatole, secchielli, bombolette, che sono stati trasformati in nuovi prodotti in acciaio, ricavandone bulloni, chiodi, tondini per cemento armato, binari e vagoni.

Un altro Consorzio, presente nel nostro territorio nazionale è Ecopneus, che dal 2011 ha raccolto e recuperato oltre un milione di tonnellate di Pneumatici Fuori Uso, da cui è stato possibile ottenere gomma riciclata per campi da calcio, piste di atletica, aree gioco per bambini e arredo urbano. Questo processo è autorizzato, a livello normativo, poiché si tratta di una lavorazione

[106] Il Gruppo Feralpi è tra i principali produttori siderurgici, fondato nel 1968 a Lonato del Garda, produce oltre due milioni e mezzo di tonnellate l’anno di acciaio e laminati ed occupa stabilmente oltre 1.500 dipendenti tra Italia, Europa e Nord Africa. E’ specializzato negli acciai per l’edilizia ma opera anche negli acciai speciali, nelle lavorazioni a freddo e nella carpenteria metallica.

e trasformazione dello pneumatico, materia prima, ottenendo un granulato da impiegare nella realizzazione di differenti prodotti, che viene definito come materia prima seconda “MPS”. Questo processo di trasformazione, può derivare da scarti di lavorazione industriale di vario genere. In questo modo, possono essere recuperate anche direttamente negli stabilimenti, a seguito di un processo produttivo che comporta un residuo di materia da recuperare.
Un esempio di applicazione di questo processo, è presente negli scarti di lavorazione, di una industria siderurgica, i quali possono essere direttamente rifusi per riottenere materia prima. Un altro modo, è dato dal recupero o dal riciclaggio dei rifiuti, processo che in questo caso viene svolto a seguito di una vendita e di conseguenza di un consumo del prodotto.
Questi processi, in alcuni materiali, avviene da molto tempo, ad esempio i materiali ferrosi, vengono recuperati come materie prime seconde. Mentre in altri casi, il recupero è stato introdotto in tempi più recenti; basti pensare alla raccolta differenziata, quindi a materiali quali, la carta e la plastica. Processo, che in alcune realtà italiane, risulta ancora assente e si lavora per sensibilizzare la cittadinanza e trovare il modo più semplice per introdurlo.
Queste situazioni, si presentano ancora oggi, nonostante l’utilizzo della materia prima seconda sia stato definito anche a livello normativo. Infatti, nei nuovi cantieri è obbligatorio utilizzare, almeno il 30% dei materiali MPS; entra in vigore quest’anno da una direttiva Europea, che tutti i Paesi debbano recuperare il 70% di materiali, per produrne nuovi.
In occasione di Ecomondo[107], che si è svolto a Rimini, il Consorzio Ecopneus ha presentato il progetto Greenrail[108]; sviluppato da una start-up; ideata dall’imprenditore Giovanni Maria De Lisi. Il progetto ha vinto numerosi premi, tra cui Edison Start 2015 ed è stato depositato il brevetto in più 120 Paesi. Si tratta della prima realizzazione di traversine del treno ottenute dalla triturazione meccanica degli pneumatici fuori uso, dal quale si ottiene una materia prima seconda in granuli e polveri di gomma riciclata. A livello economico si riducono del 50% i costi di manutenzione delle linee ferroviarie e si aumenta la durata del prodotto: 50 anni contro i 30/40 del calcestruzzo. Mentre i guadagni ambientali riguardano per ogni km di linea ferroviaria realizzata con traverse Greenrail si recuperano 35 tonnellate di pneumatici fuori uso e 35 tonnellate di plastica. Inoltre, le traversine abbattono anche le vibrazioni e diminuiscono la rumorosità, mentre l’aspetto energetico è garantito dal fatto che siano le uniche traverse ferroviarie al mondo progettate per produrre energia elettrica mediante sistemi piezoelettrici o moduli fotovoltaici polimerici. I “Greenrail Piezo” (Figura 99) è il progetto della traversa che produce energia elettrica al passaggio del treno, tramite compressione e vibrazioni. Mentre il prodotto “Greenrail Solar” (Figura 100) presenta moduli fotovoltaici, in grado di

[107] Si tratta di un appuntamento di riferimento in Europa per l’innovazione industriale e la tecnologica sull’economia circolare. Le tematiche presentate riguardano l’ecodesign dei prodotti, la digitalizzazione, il recupero, la valorizzazione dei rifiuti, l’efficientamento dei comparti produttivi, dalle bonifiche e le riqualificazione dei siti contaminati o rigenerazione delle aree a rischio idrologico.

generare per ogni km di linea circa 150 kwh di energia solare, mediante l’integrazione di moduli fotovoltaici.
Questo progetto appena descritto, appartiene ad un approccio sistemico interessante; poiché si tratta di una rete di filiere, la prima derivata dal Consorzio e la seconda sviluppata in seguito da una filiera aziendale. Questo sistema integrato è stato possibile perché il Consorzio Ecopneus, si occupa del reperimento e della materia prima e della sua trasformazione in materia prima seconda, in grado di definire un End of Wast dello pneumatico e poter essere inserito in un nuovo processo produttivo. Infatti, in questa fase è l’azienda Greenrail che si occupa di reimpiegare la gomma riciclata per generare un nuovo prodotto innovativo e sostenibile.
Processo schematizzato di seguito:

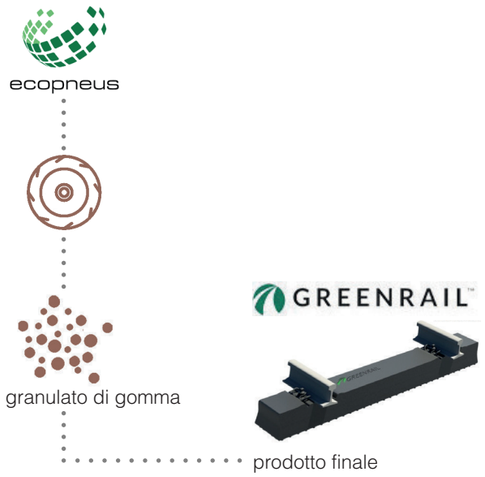


Figura 99 - Raffigurazione del modello “Greenrail Piezo” - Tratto dal sito web: “http://www.greenrailgroup.com/rd/”

Figura 100 - Raffigurazione del modello “Greenrail Solar” - Tratto dal sito web: “http://www.greenrailgroup.com/rd/”

[108] Greenrail, è oggi considerata un’azienda e riconosciuta a livello mondiale, con più di 70 brevetti in tutto il mondo. Il suo fondatore è Giovanni Maria De Lisi e la sede dell’azienda si colloca a Milano e a Roma. Il 7 settembre 2018, a Reggio Emilia, sono state inaugurate le traverse Greenrail, quelle applicate per questa tratta, sono: la “Solar” con pannelli fotovoltaici, riesce a cattura energia sino a 35 MWh/anno, per ogni km di linea. Vengono applicati altri due sistemi di traverse: la “LinkBox”, utile ad integrare sistemi per la sicurezza e la manutenzione. Mentre la diagnostica è garantita dal sistema di traverse: “Piezo” mediante sistemi piezoelettrici.

5.3 APPLICAZIONE DEL PROCESSO

Dagli elaborati tecnici preliminari[109], che sono stati realizzati per il progetto Earthship e presentati in allegato alla tesi, è stato possibile quantificare i materiali indispensabili alla sua costruzione.
Per prima cosa sarà necessario effettuare uno scavo, che calcolato corrisponde a 325 m^3 di terra. Quest'ultima non dovrà essere smaltita e trasportata via dal cantiere; ma sarà possibile reimpiegarla nel cantiere stesso; sia inserendola all'interno dei pneumatici, sia per formare la collinetta che si crea dal punto più alto della parete nord e tutto attorno all'edificio. Saranno necessari quindi 795 pneumatici con 190 tondini in acciaio. In questo modo sarà possibile realizzare tutta la struttura perimetrale dell'edificio.
Questi componenti potranno essere reperiti dal Centro di Raccolta di Chieri, gestito dal Consorzio Chierese e distante 5,9 km dal sito di cantiere.
Successivamente ci occuperemo dei tramezzi interni, che saranno realizzati con argilla e bottiglie di vetro, per un numero che equivale a 512 bottiglie e 40 m^3 di argilla utilizzati come rivestimento interno e in alcuni punti anche esterno.
I serramenti necessari equivalgono a 10 porte e 23 finestre, nel dettaglio sono stati calcolati; 15 m^2 di porte, 75 m^2 di vetro e 10 m^2 di telaio, considerando sia le finestre mobili, che quelle fisse della serra. Quest'ultima verrà posata su un sistema di profilo metallico a ''u'' posizionato sopra a 3 file di pneumatici (Figura 101). La pavimentazione necessaria a ricoprire la superficie interna dei locali e della serra, corrisponde a 155 m^3. Al di sotto di quest'ultima sarà necessario posizionare una guaina impermeabilizzante, che verrà posizionata anche per tutta l'altezza dell'edificio, tra le gomme e il rivestimento interno sempre realizzato con impasto di argilla. La quantità necessaria equivale a 160 m^2 di guaina impermeabilizzante.
Mentre per quanto riguarda la copertura; si tratta di una struttura lignea, composta da 7 travi principali, 12 travi secondarie e 7 travi inclinate utili alla realizzazione della serra. Per un totale di 29 travi, equivalenti a 35 m^2 di legno. La giunzione delle travi è realizzata mediante connessioni in piastre angolari (Figura 102), complessivamente per un numero di 43 piastre, ognuna da 4 chiodi. La struttura lignea di copertura è fissata su blocchi di legno inseriti all'interno di un profilo a ''u''

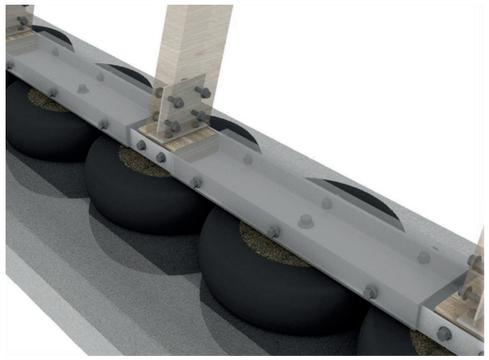
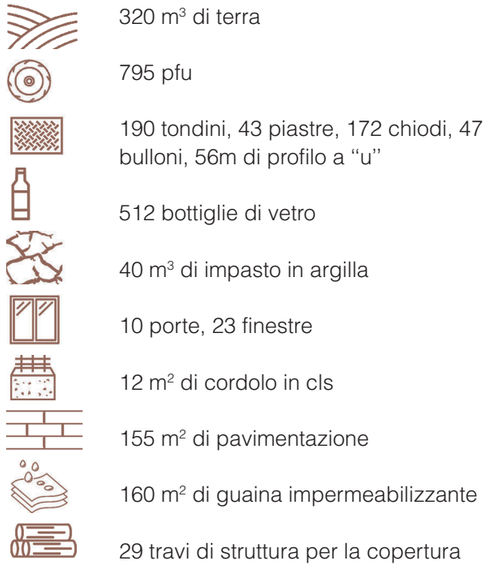


Figura 101 - Raffigurazione del sistema costruttivo della serra - Tratto dalla tesi di Valentina Pocaforza

[109] Il progetto preliminare, che viene definito a livello normativo con il termine; progetto di fattibilità tecnico economica, è un elaborato prodotto in fase di progettazione. Rappresenta il primo delle tre fasi di un progetto; la fase successiva ''definitiva'' e la fase conclusiva ''esecutiva''. L'obiettivo del progetto preliminare è quello di stabilire il profilo e le caratteristiche più significative del progetto. Gli elaborati di cui si compone sono generalmente; una relazione illustrativa; una relazione tecnica; planimetria generale e schemi grafici; prime indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza; calcolo sommario della spesa; e le indagini geologiche.

in acciaio, che segue tutto il perimetro degli pneumatici, per una lunghezza complessiva di 56 m. Il profilo viene connesso ai tondini di acciaio, mediante 47 bulloni, connessi a loro volta con i tondini in acciaio che fuoriescono dalle gomme riempite di terra. Questo sistema costruttivo è stato analizzato in nella seguente tesi: ‘’Progetto di un edificio in terra cruda e pneumatici riciclati (Earthship): aspetti strutturali’’ di Valentina Pocaforza, di cui sono state riportate alcune immagini esplicative (Figura 103). L’unica differenza adottata riguarda il sistema di connessione[110], che per questioni economiche e di maggior reperibilità, abbiamo deciso di sostituire le connessioni a scomparsa, con piastre angolari.
In conclusione, riportiamo uno schema che riassuma i materiali e le quantità necessarie per costruire l’Earthship.



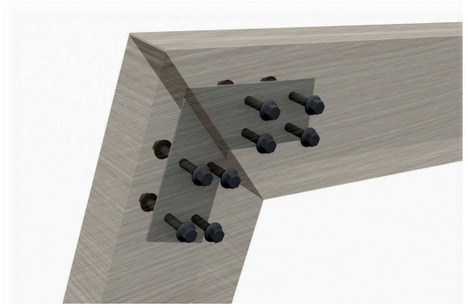
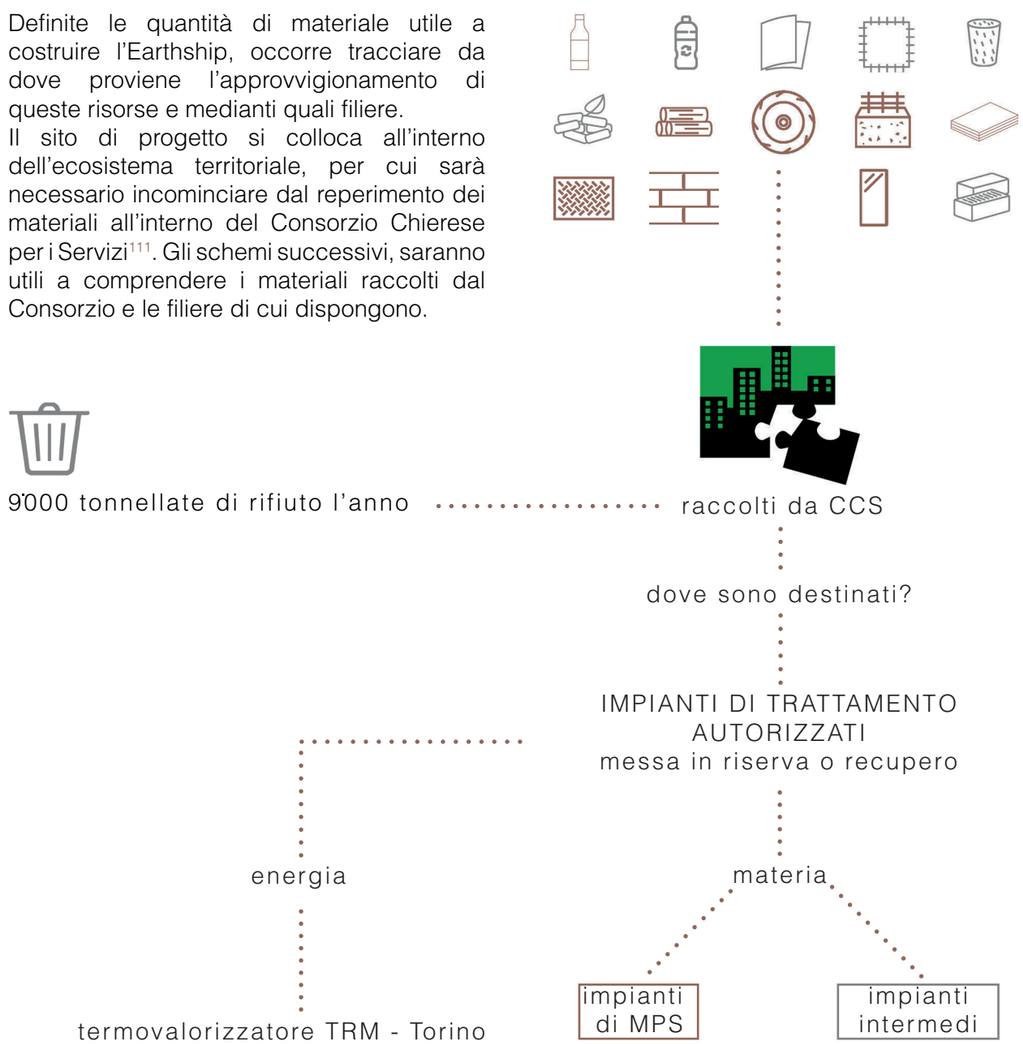


Figura 102 - Raffigurazione del sistema connessione di due travi - Tratto dalla tesi di Valentina Pocaforza

Figura 103 - Raffigurazione del sistema costruttivo, parete nord - Tratto dalla tesi di Valentina Pocaforza

[110] Il sistema di connessione sono aspetti principali e che possono caratterizzare notevolmente il progetto. Quest’ultimi devono essere descritti e analizzati dal progettista; il quale oltre a fornire le modalità di realizzazione e di messa in opera, deve imporre al direttore dei lavori di verificare la corretta esecuzione in cantiere. Tale responsabilità è sancita dal D.M. 17.01.2018.

Definite le quantità di materiale utile a costruire l’Earthship, occorre tracciare da dove proviene l’approvvigionamento di queste risorse e medianti quali filiere.
Il sito di progetto si colloca all’interno dell’ecosistema territoriale, per cui sarà necessario incominciare dal reperimento dei materiali all’interno del Consorzio Chierese per i Servizi[111]. Gli schemi successivi, saranno utili a comprendere i materiali raccolti dal Consorzio e le filiere di cui dispongono.



[111] Il Consorzio Chierese è stato costituito nel 1986, la sua principale funzione consiste nella raccolta di materiali e rifiuti. Si pone al centro del coordinamento di un ecosistema territoriale formato da 19 comuni per un totale di 127.000 abitanti: Andezeno, Arignano, Baldissero T.se, Cambiano, Carmagnola, Chieri, Isolabella, Marentino, Mombello di Torino, Moncucco T.se, Montaldo T.se, Moriondo, Pavarolo, Pecetto T.se, Pino T.se, Poirino, Pralormo, Riva presso Chieri e Santena. Sono presenti due centri di raccolta; quello multicomunale, che comprende Chieri, Poirino e Riva presso Chieri. Mentre quelli comunali, sono previsti a Carmagnola, Pavarolo, Pecetto e Pino Torinese.

impianti di MPS

- COMIECO
  Milano, MI
  nota 112

- EFFE ERRE
  Andezeno, TO
  nota 113

- TEKNOSERVICE
  Piossasco, TO
  nota 114

- COREVE
  Dego, SV
  nota 115

- COREPLA
  Milano, MI
  nota 116

- DEMAP
  Beinasco, TO
  nota 117

- BIOLAND
  Casal Cermelli, AL
  nota 118

- RE.LI.CE
  Riva presso Chieri, TO
  nota 119

impianti intermedi

il recupero effettivo avviene da altri soggetti (N.P)

ruolo del CCS: occuparsi del 1° impianto di conferimento

[112] Tratta da ‘‘www.symbola.net/organizzazione/comieco/
[113] Tratta da ‘‘www.effeerrerecuperi.it/’’
[114] Tratta da ‘‘www.teknoserviceitalia.com/’’
[115] Tratta da ‘‘http://www.ricicloni.it/diario/2013/7/coreve-premia’’
[116] Tratta da ‘‘https://www.coreplacall.it/chi-siamo/’’
[117] Tratta da ‘‘https://www.acomeambiente.org/blog/soci/demap-s-r-l/’’
[118] Tratta da ‘‘http://lnx.bioland.al.it/’’
[119] Tratta da ‘‘https://relice.it/’’

Di seguito, è descritto il processo[120] di filiera del Consorzio per il recupero di pneumatici, applicabile in modo analogo ad altri materiali.

Cambiano

il gommista si disfa dei pneumatici

Chieri
5,9 km

centro di raccolta

diventano PFU
pneumatico fuori uso

rilasciato ai soggetti responsabili del progetto Earthship di Cambiano

recupero mediante una ‘‘pulizia’’ dalle impurità superficiali

autorizza il reimpiego dello pneumatico

[120] Processo di filiera proposto, per recuperare e reimpiegare 795 pneumatici all’interno del progetto Earthship.

Lo schema appena analizzato, segue il processo dal momento in cui il gommista decide di disfarsi degli pneumatici, fino a quando mediante l’applicazione di due processi, si autorizza il suo reimpiego, in un contesto differente a quello originario. Questo approccio potrà essere confermato, esclusivamente a seguito di un autorizzazione, rilasciata da parte di Città Metropolitana di Torino. Per rilasciare tale idoneità è indispensabile che un ente preposto alla gestione dei rifiuti, responsabile della raccolta degli pneumatici, dimostri di avere tutti i requisiti per occuparsi della pulizia di quest’ultimi. In questo modo, potrà essere autorizzato a rilasciare un quantitativo necessario di 795 pneumatici, ai soggetti responsabili del progetto Earthship. Aspetto normato all’art.181, del decreto entrato in vigore il 26 settembre 2020; in cui gli enti di governo possono individuare aree, dedicate al ritiro di beni da riutilizzare. Quest’ultimo processo, fino a questo momento, viene definito dalla normativa, esclusivamente come riutilizzo nello scopo originario. Per questo motivo, risulta indispensabile che vengano autorizzato un ‘‘End of Waste’’ caso specifico, da parte di Città Metropolitana di Torino, a seguito di un secondo passaggio in cui, si opera con una ‘‘pulizia’’ dalle impurità superficiali, per il reimpiego tal quale.
Questo sistema integrato di filiere si può estendere, mediante le stesse modalità, anche in altri contesti e con il reimpiego di

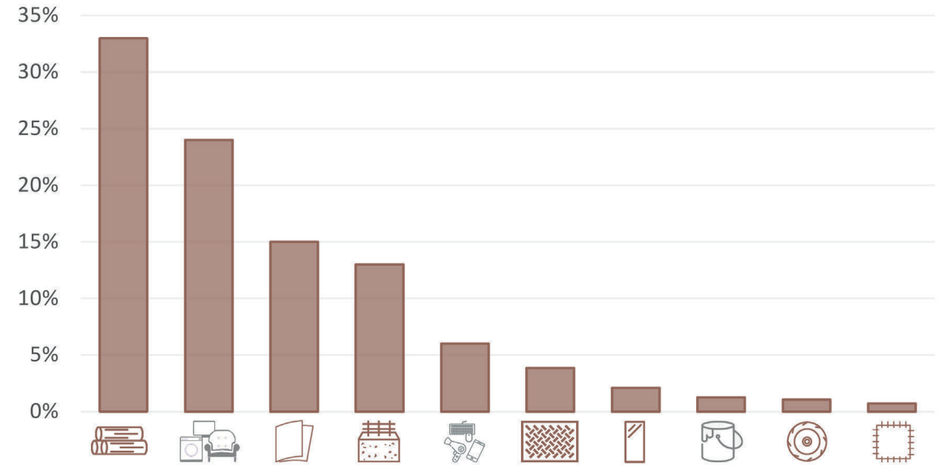


Figura 104 - Grafico riguardo alla quantità e tipologia di materiali raccolti dal CCS - Tratto da elaborato personale

[121] Tipologie di materiali, già presenti in legenda al capitolo 2.3.

materiali impiegati nel nostro progetto Earthship di Cambiano

materiali **non** impiegati nel nostro progetto Earthship di Cambiano

altre tipologie di materiali[121], di cui riportiamo alcune quantità raccolte dal CCS (Figura 104).

Definiti i materiali raccolti dal CCS, analizziamo le rimanenti risorse da quale tipo di filiera saranno recuperate. I materiali di interesse riguardano; la guaina impermeabilizzante, l’argilla e gli infissi. Il primo sarà recuperato da una filiera aziendale che riguarda Imper Italia s.r.l.[122], situata a Mappano (TO), precisamente a 28,3 km dal sito di progetto. L’azienda produce le membrane in TPO/FPA SINTOFOIL (Figura 105) dotate di EPD ‘‘Environmental Product Declaration’’; la dichiarazione ambientale definita dalla norma ISO 14025. E’ un documento che attesta e certifica i requisiti in termini di sostenibilità ed impatto ambientale nell’intero ciclo di vita del prodotto: ‘‘LCA’’, seguendo gli standard della serie ISO 14040.
Mentre per quanto riguarda gli infissi, sono stati scelti quelli prodotti dall’azienda El.mec Serramenti, collocata a Pralormo (TO), esattamente a 17,1 km dal sito di progetto. I serramenti che producono sono della GAMMA NEO (Figura 106), di Fresia Alluminio. Sono serramenti in alluminio riciclato e presentano la dichiarazione ambientale di prodotto EPD®, certificazione di importanza internazionale, rilasciata da Swedish Environmental Management Council. Inoltre il prodotto è idoneo alle prescrizioni contenute nei protocolli LEED ed Itaca. Si tratta di un

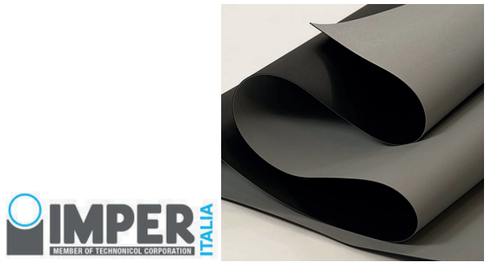


Figura 105 - Raffigurazione della guaina impermeabilizzante e dell’azienda di riferimento - Tratto dal sito web: ‘‘https://www.imper.it/prodotto/sintofoil-st/’’

Figura 106 - Raffigurazione del serramento e delle aziende produttrici - Tratto dal sito web: ‘‘https://www.serramentitorino.it/serramenti-alluminio.php’’

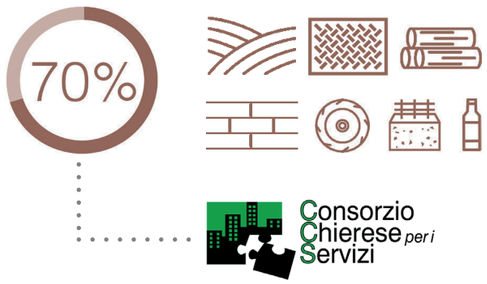
[122] L’azienda nasce a Torino nel 1936. Negli anni ‘90, in collaborazione con Montell, realizzano la nuova membrana prefabbricata sintetica innovativa ed ecologica; SINTOFOIL, a base di una lega di polipropilene elastomerizzato (TPO/FPA). Inoltre sono membro del GBC Council Italia.

materiale di riciclo e il suo utilizzo consente di ridurre le emissioni di CO_2 del 56% e di abbassare l’entità dell’energia primaria utilizzata del 48%, considerando interamente il suo ciclo di vita; per cui da un’analisi LCA. Un ulteriore aspetto molto importante, consiste nel fatto di essere un serramento riciclabile al 100%, al termine della sua vita.

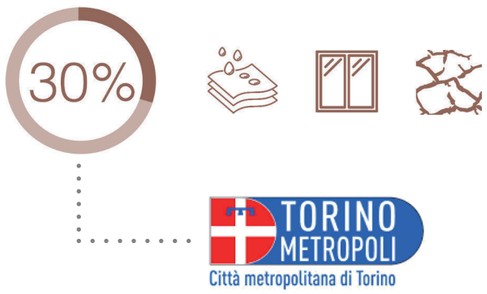
Infine, F.G. s.r.l.[123] rappresenta un punto di riferimento in ambito edile, in tutta la provincia di Torino. E’ collocato a Pianezza, distante 35 km dal progetto di Cambiano. L’azienda produce sia aggregati naturali che aggregati riciclati; quali sabbie per realizzare massetti, intonaci e miscele miste per il confezionamento del calcestruzzo per la prefabbricazione. Inoltre realizzano ghiaini, come sottofondo per pavimentazioni e produzione di calcestruzzo. I costituenti principali degli aggregati sono sabbia, argilla espansa, perlite, vermiculite e ghiaia.
La produzione di aggregati riciclati è certificati dal fatto di lavorare da 20 anni nel settore rifiuti. Il recupero e il trasporto di quest’ultimo, non può avvenire se non in possesso delle seguenti certificazioni, da loro stessi dichiarate;
- Attestazione SOA
- Aut. Recupero rifiuti speciali AUA n. 46-4061/2018 del 07.02.2018
- Trasporto conto proprio rifiuti aggiornamento
- Trasporto conto proprio rifiuti
- Trasporto conto terzi
- Certificato marcature CE

Terminata la fase di approvvigionamento delle risorse, dell’applicazione di tutti gli approcci di filiere, che interessano il territorio, possiamo fornire i risultati finali.

I materiali recuperati, per la costruzione del progetto, che provengono dalla filiera del Consorzio Chierese, all’interno del ecosistema territoriale sono:



Mentre la restante parte, proviene da approcci di demolizione selettiva e di filiere aziendali, all’interno del contesto provinciale della Città Metropolitana di Torino, nel raggio di 35 km.



[123] F.G. srl è una società nata nel 1999 operante in tutta la provincia di Torino. Inizialmente si occupata del settore delle demolizioni, con il trasporto di terra. Solo successivamente, ha differenziato ed ampliato i propri servizi; offrendo la produzione di aggregati riciclati con differente granulometria, la creazione di opere stradali ed edili, il noleggio di cassoni per il trasporto di macerie, lo sgombero neve e la creazione di aree verdi. Attualmente l’azienda è composta da 7 dipendenti e 6 soci.

In conclusione, possiamo affermare che il modello attuato per realizzare la prima Earthship italiana, manifesto di un progetto circolare, all’interno di un ecosistema territoriale, sia il seguente; in cui i prodotti a fine vita, vengono recuperati mediante un sistema integrato di più approcci[124] progettuali (Figura 107).

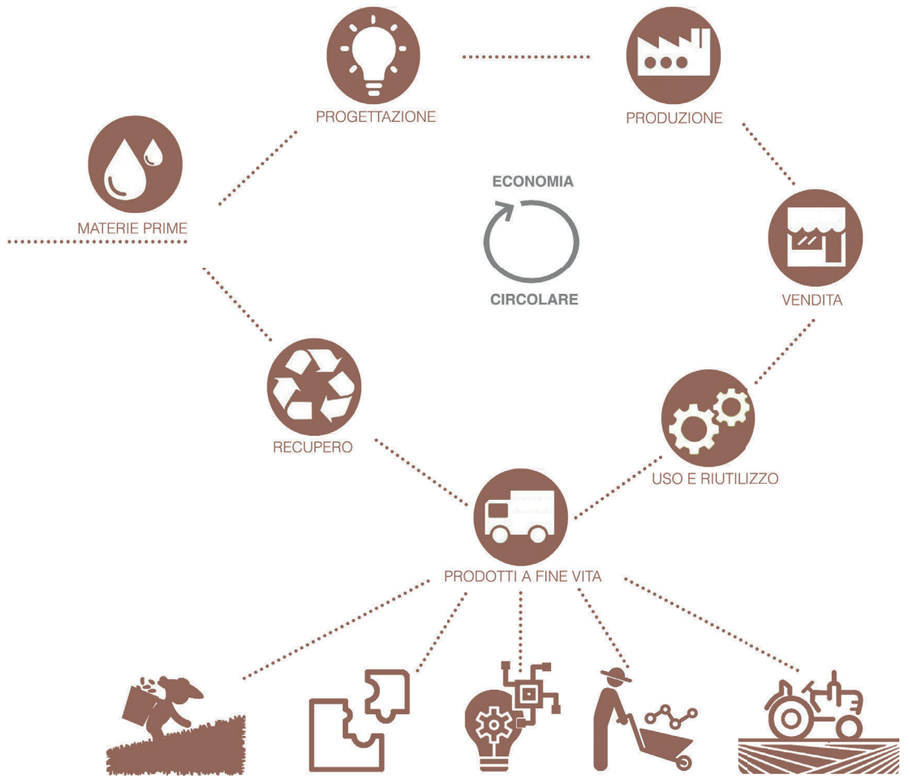


Figura 107 - Raffigurazione del processo progettuale basato su una rete di filiere - Tratto da elaborato personale

[124] Approcci di filiere analizzati al capitolo 2.1, con applicazione e legenda al capitolo 2.3. L’insieme di tutti gli approcci analizzati permette di creare un sistema integrato di reti, indispensabile per l’avvio di nuovi progetti circolari, in relazione al proprio ecosistema territoriale.

6.1 PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

I modelli Earthship replicati nel mondo, potrebbero risultare sfavorevoli, se il processo progettuale utilizzato, fosse finalizzato alla sola realizzazione di un modello di architettura autosufficiente e realizzato con materiali di reimpiego. In altre parole, quando l'applicazione, ad esempio di un processo "volontario" come l'harvesting, viene attuato per il singolo caso specifico; il rischio è quello di avviare un nuovo e valido modo di progettare, senza costruire le basi solide e contestuali, che possano risultare un fondamentale punto di partenza per i progetti futuri.
Per queste ragioni; dal mio percorso di tesi, ho potuto constatare che non tutti i modelli definiti sostenibili, una volta analizzati, possono essere classificati come tali. Un esempio emblematico, di manifesti di sostenibilità presunta, è stato individuato dal progetto di ristrutturazione di un ex-autosalone, per la nuova sede del gruppo MY DVA[125]. Il progetto (Figura 108) è stato ideato dagli architetti Ondrej Chybik e Michal Kristof, producendo 900 nuove sedie da parte del gruppo MY DVA, da installare per il rivestimento esterno di tutte quattro le facciate dell'edificio. Questa è stata sicuramente, una scelta di marketing, poiché dall'esterno è possibile intuire la funzione dell'edificio ed ottenere pubblicità diretta. E' certo che non si tratti di un modello confrontabile con quelli analizzati in precedenza, in cui al centro del progetto vi era la necessità di intervenire sugli edifici, con materiali di reimpiego, per ridurre la produzione di nuovi componenti.

Figura 108 - Esempio di un "Manifesto di sostenibilità presunta" - Tratto dal sito web: " https://www.keblog.it/edificio-facciata-900-sedie-plastica-chybik-kristof/"

Per cui, dalle ricerche effettuate si può concludere che, nonostante tutti i casi studio affrontati siano classificabili come progetti di economia circolare, non tutti possono essere definiti esempi di economia circolare di filiera. Infatti, i progetti in cui esiste solo un materiale di reimpiego, difficilmente può essere considerato esempio di vera economia circolare di filiera; un solo elemento di recupero non è in grado di inserirsi in una rete di filiere. Nella maggior parte dei casi, questo avviene nei progetti in cui, il materiale di reimpiego è utilizzato esclusivamente per l'involucro, per cui in facciata si possono individuare oggetti di recupero, ma il sistema costruttivo non è realizzato allo stesso modo, (progetto: "1000 doors"[126]). Al contrario, esistono progetti in cui il protagonista unico è il legno, sia l'involucro che la struttura è studiata in modo da garantire un edificio

[125] MY DVA group è un'azienda internazionale che progetta, produce e vende arredi di interni non esclumente residenziali; infatti, tratta mobili per gli uffici, per le scuole e associazioni ricreative. Le sedi aziendali si trovano nella Repubblica Ceca e Slovacca. Nonostante come si presenta dal progetto di rivestimento esterno dell'edificio, i suoi mobili da ufficio, sono stati riconosciuti e certificati con il marchio Prodotto ecocompatibile.
[126] Ibidem, pag.38.

che a fine vita non produca rifiuti, ma possa essere rimesso nel ciclo produttivo come nuova risorsa, (progetto: “Wiki House”[127]).

A seguito di queste analisi, per il progetto di questa tesi, ci siamo posti l’obiettivo di avviare il progetto Earthship, nella sua fase preliminare, trovando possibili soluzioni da attuare per la realizzazione all’interno del territorio nazionale. Inoltre, dalle criticità emerse nei confronti dei modelli esistenti, è stato importante collocare il progetto, all’interno di una ecosistema territoriale. Infatti le Earthships realizzate in tutto il mondo, sono esempi di economia circolare, poiché nascono dalla volontà di dare soluzioni alternative di auto-costruzione in situazioni emergenziali, per cui vengono impiegati tutti i materiali facilmente reperibili nella zona limitrofa, con attenzione quindi al recupero, riciclo e riuso. Ma non si possono definire esempi di economia circolare di filiera, poiché la loro realizzazione in situazioni di emergenza, non permette di strutturare l’approvvigionamento di risorse, al fine di consolidare un sistema di reti di filiere utili a promuovere e facilitare la realizzazione di ulteriori modelli circolari, nel medesimo territorio.
Questo processo è stato garantito dal confronto diretto con il territorio, che ha permesso di determinare nuove tipologie di filiere; come la stretta collaborazione con il Consorzio Chierese. Ma certamente anche dal fatto che questo progetto di tesi, si inserisca all’interno del progetto europeo Eco3R, in cui sarà la sinergia tra i 19 comuni e la rete di filiere che si rafforza ad ogni progetto, a garantire il susseguirsi di esempi di economia circolare.

Infine, ritengo che lavorare nei termini espressi da questa tesi, possa essere utile anche nei confronti dell’intero territorio nazionale; caratterizzato da una quantità considerevole di edilizia sociale, la quale presenta una estrema necessità di essere riqualificata ed adeguata ai nuovi limiti normativi. Infatti, se “i piani di recupero” applicassero alcuni dei processi decritti e lavorassero in sinergia con le molteplici realtà, tra filiere consortili ed aziendali, si potrebbe recuperare gran parte del patrimonio edilizio, ponendo la corretta attenzione ad ogni aspetto della sostenibilità.

Per concludere, sarà mio interesse proseguire con il progetto, continuando a collaborare con l’Associazione OffGrid Italia e tutti i promotori del progetto Eco3R; nella speranza di proseguire il lavoro e nel caso specifico dell’Earthship, poter giungere verso il progetto definitivo, fino alla realizzazione in cantiere. Il mio auspicio è che si possa proseguire e migliorare continuamente questi modelli e processi progettuali, coinvolgendo nuove filiere e consolidando la gestione territoriale di architetture, al fine di rispondere prontamente alle necessità economiche, sociali ed ambientali.

[127] Ibidem, pag.44

ALLEGATO 1

AVVIO SPERIMENTAZIONE CON RICHIESTA REIMPIEGO DI PNEUMATICI

Il progetto Reland, è un progetto sperimentale ideato dall'Associazione Offgrid Italia in convenzione con il Comune di Cambiano (TO) e il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino. Tale progetto si sviluppa su un'area di 9.600 mq situata a Sud-Ovest del Comune di Cambiano a circa 20 km da Torino. Tutti gli aspetti architettonici del progetto potranno essere visionati nell'allegato, comprensivo di 10 tavole.

Il progetto sperimentale prevede il reimpiego di pneumatici per realizzare la parete a nord dell'edificio. Questa struttura di pneumatici ad ''u'' riempita di terra e tenuta insieme con tondini in acciaio, permette di fare massa termica; ovvero trattenere il calore d'estate per rilasciarlo d'inverno e di conseguenza migliorare le caratteristiche di comfort interno.

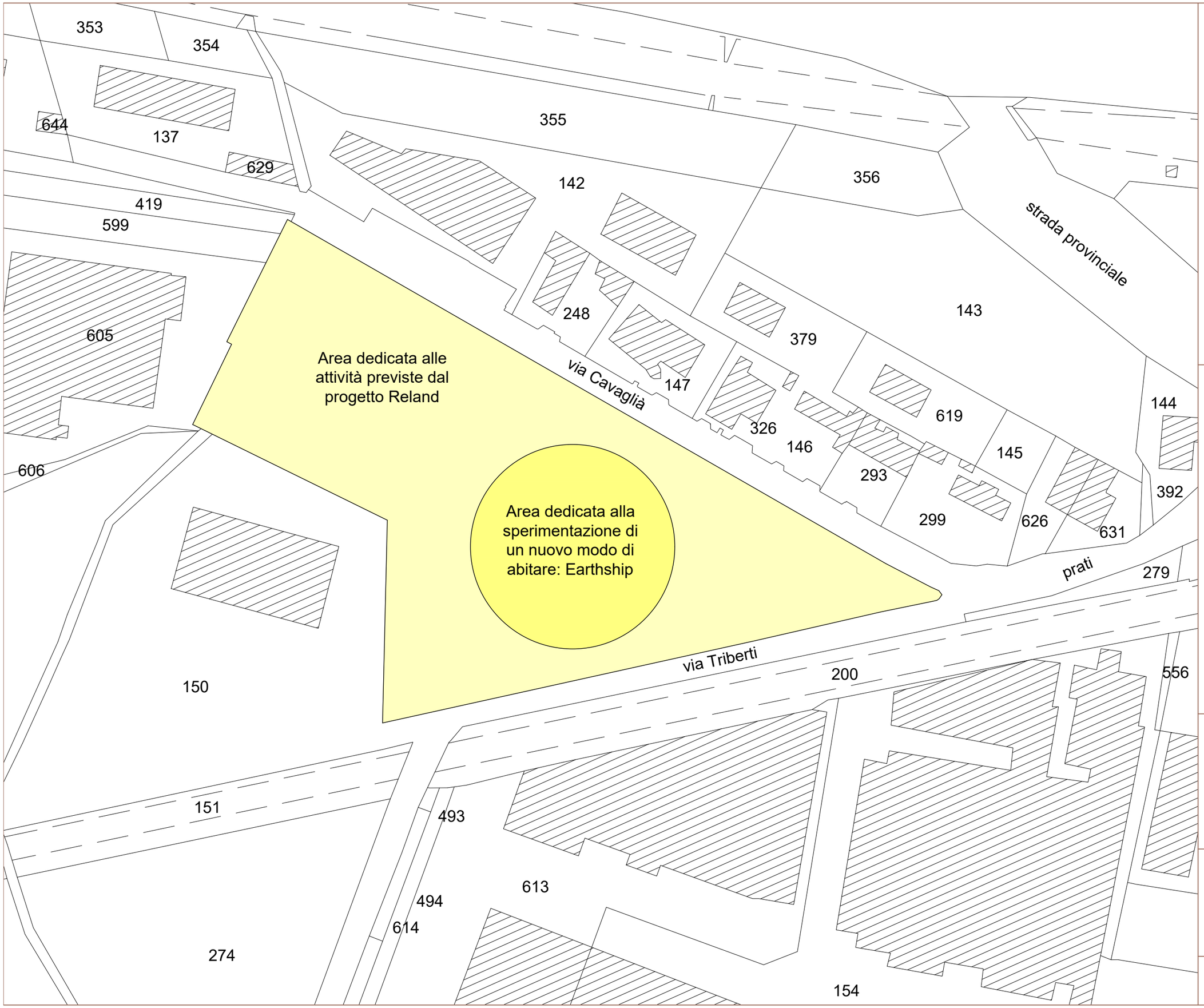
E' necessario porre l'attenzione sul recupero di pneumatici, ai quali sarà permesso una nuova destinazione d'uso, poiché al termine del loro utilizzo sulle auto non dovranno essere smaltiti in discarica.

Abbiamo riscontrato con voi, città metropolitana di Torino, ente preposto alle verifiche e al rilascio di autorizzazioni, le difficoltà ma anche le soluzioni per la gestione del recupero di pneumatici. Occorre citare il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152, il quale introduce all'articolo 184-ter Codice Ambiente - comma 2, la cessazione di rifiuto a seguito di una semplice operazione di recupero. Si tratta di rifiuti nei termini sanciti dal Codice Ambiente, una qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi.

La richiesta di reimpiego di pneumatici nel nostro progetto sperimentale, prevede la possibilità di far cessare la qualifica di rifiuto a tutti i pneumatici, che con un'operazione di recupero e di pulizia delle eventuali impurità superficiali, possa essere reimpiegato in uno scopo diverso da quello originario, il quale non appoggia direttamente sul terreno, ma sopra una guaina impermeabilizzante.

Comune di Cambiano
Politecnico di Torino
Associazione Offgrid Italia

Torino, 7 luglio 2020



COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO
Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

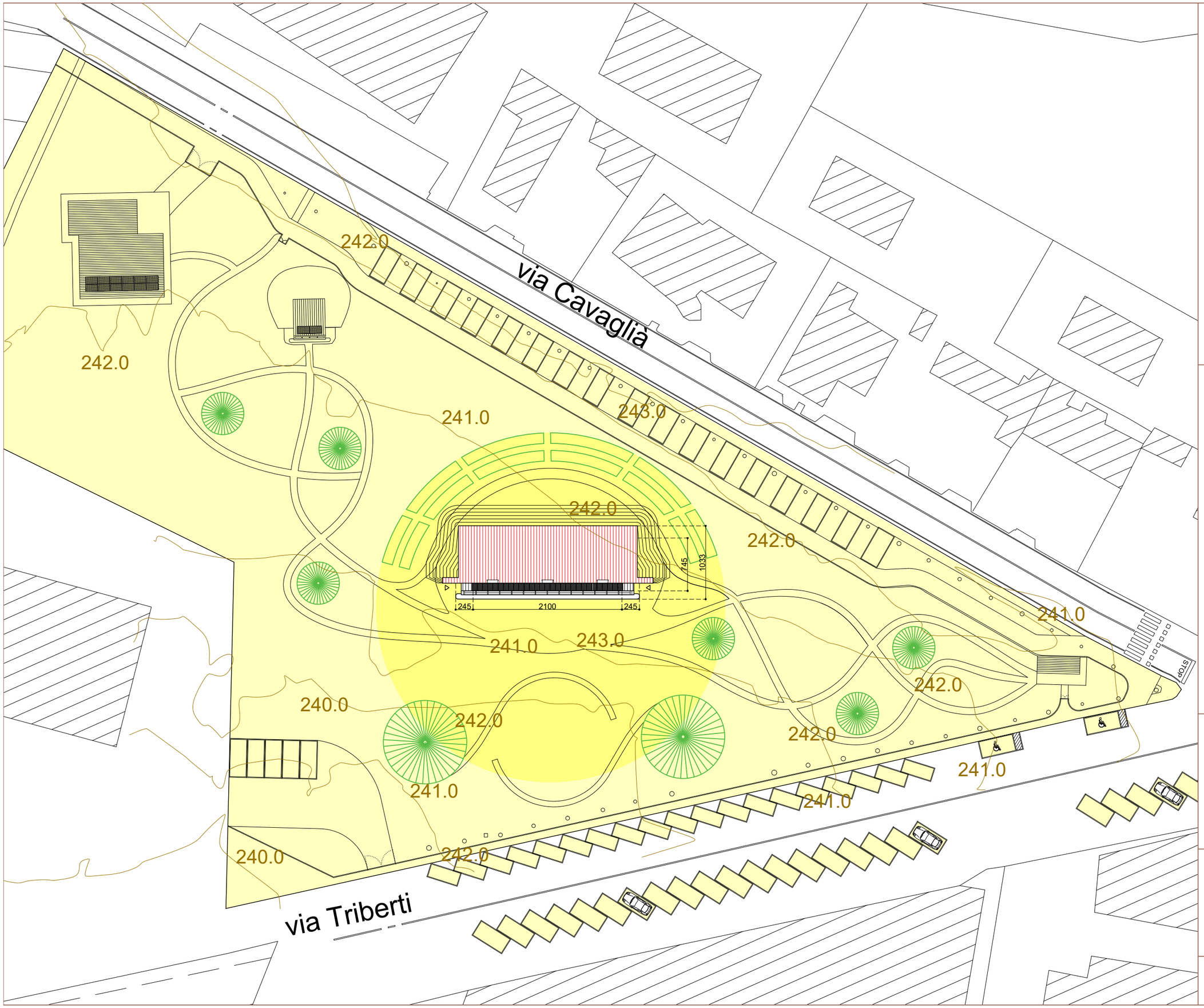
ELENCO ELABORATI:

Inquadramento scala 1:1000

Area di progetto Reland
Area Earthship

0 1 2 3m

TAV. 01
19.05.2020



COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

ELENCO ELABORATI:

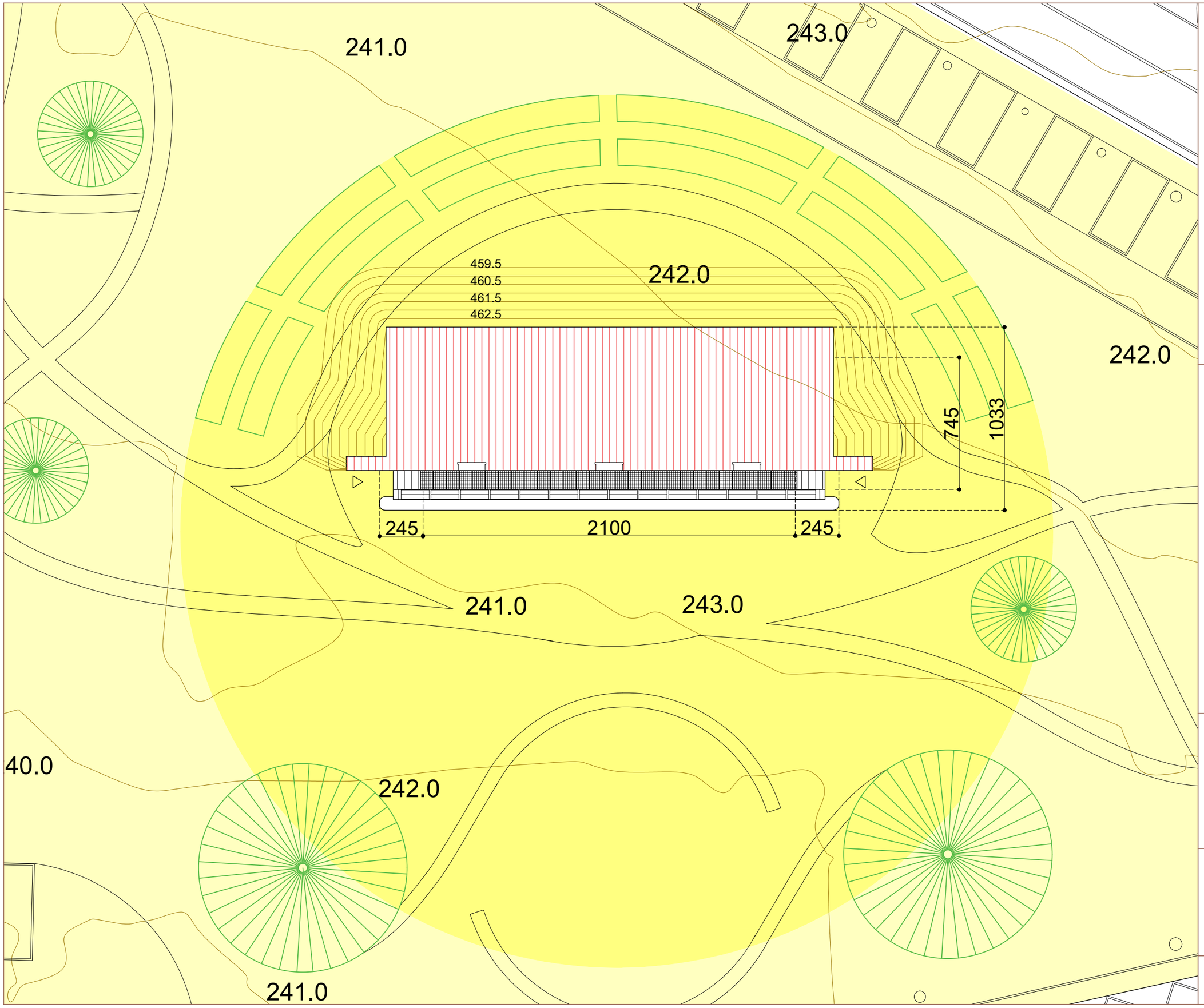
Planimetria — scala 1:500

Area di progetto Reland
Area Earthship

0 1 2 3m

TAV. 02
19.05.2020

ALLEGATO 4



COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

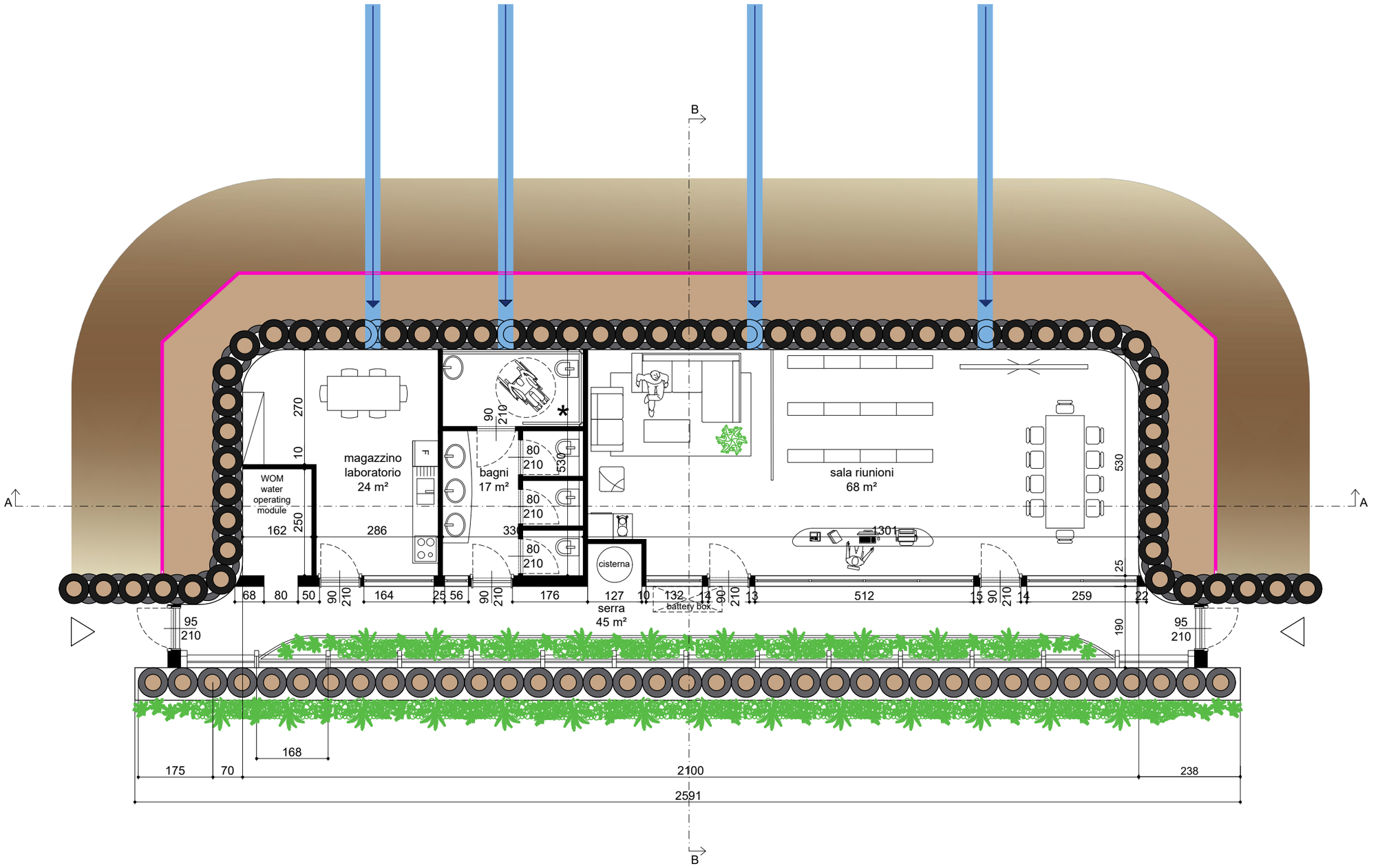
ELENCO ELABORATI:

Planimetria — scala 1:200

Area di progetto Reland
Area Earthship

0 1 2 3m

TAV. 03
19.05.2020



COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

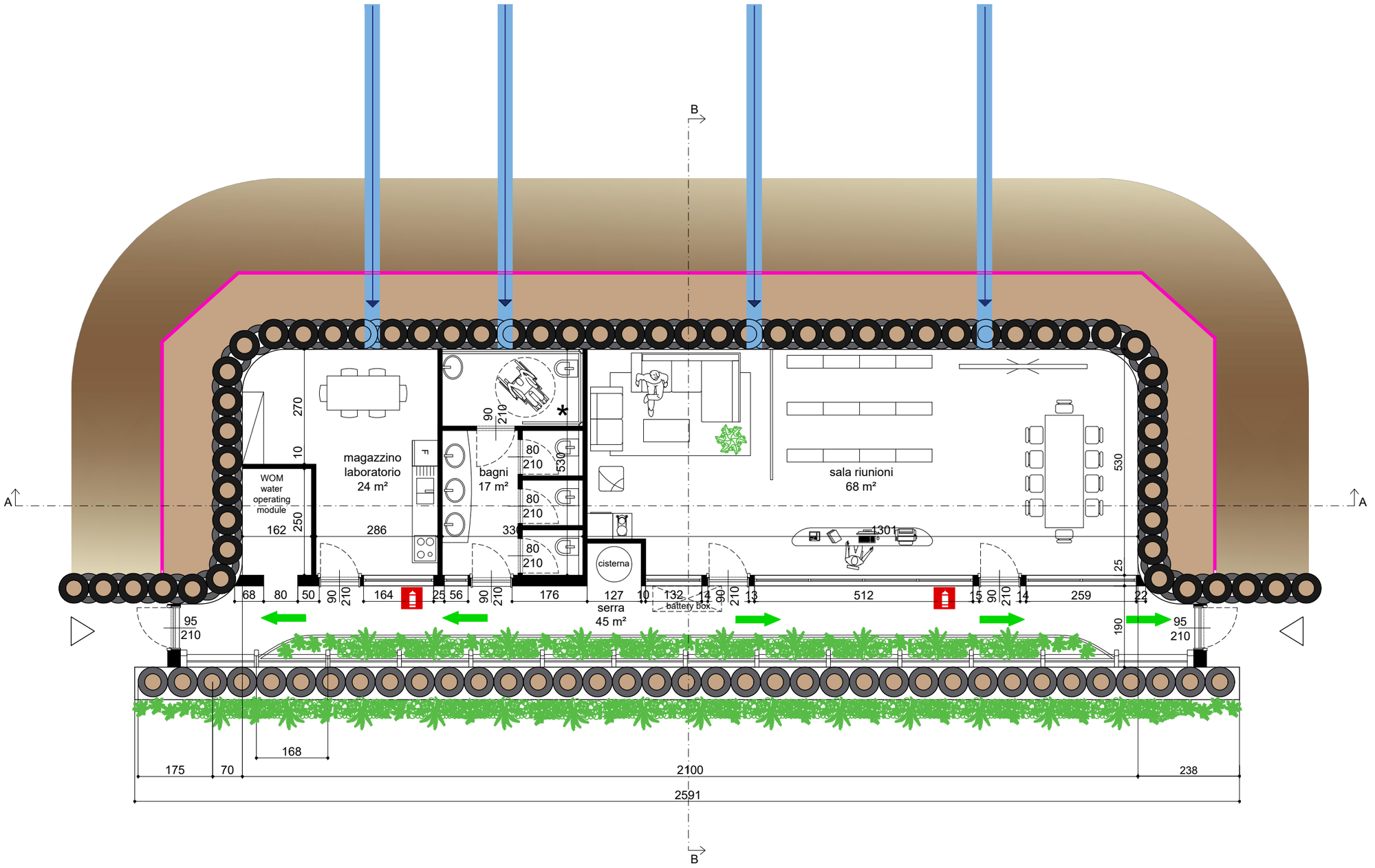
ELENCO ELABORATI:

Pianta — scala 1:100

* ventilazione meccanica

0 1 2 3m

TAV. 04
19.05.2020



COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

ELENCO ELABORATI:

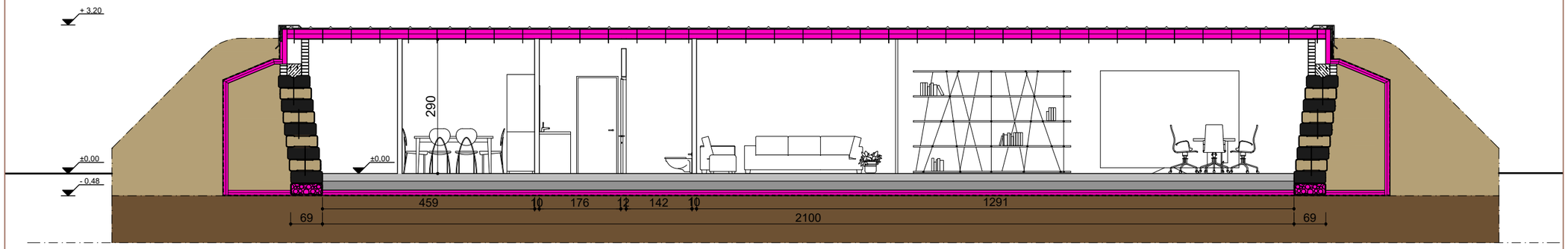
Piano sicurezza — scala 1:100

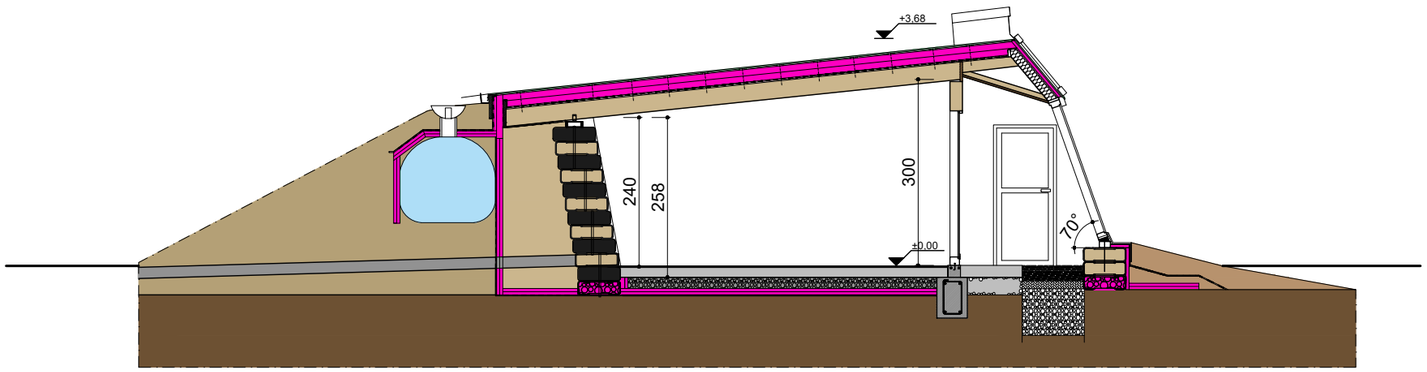
uscita di emergenza

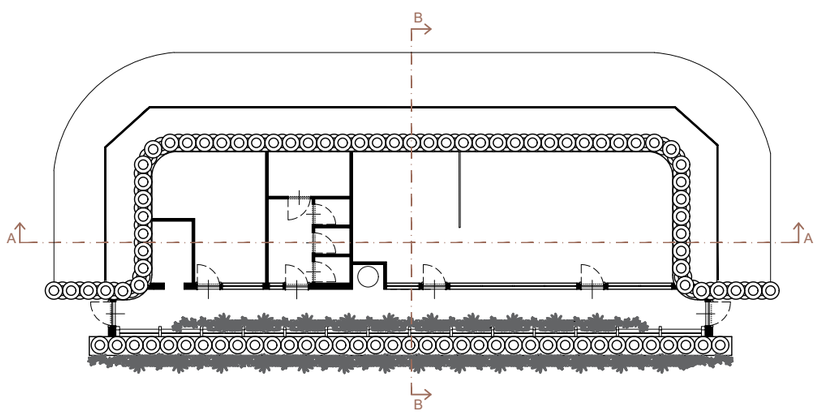
estintore

0 1 2 3m

TAV. 05
19.05.2020







COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

Earthship BIOTECTURE

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

RELAND

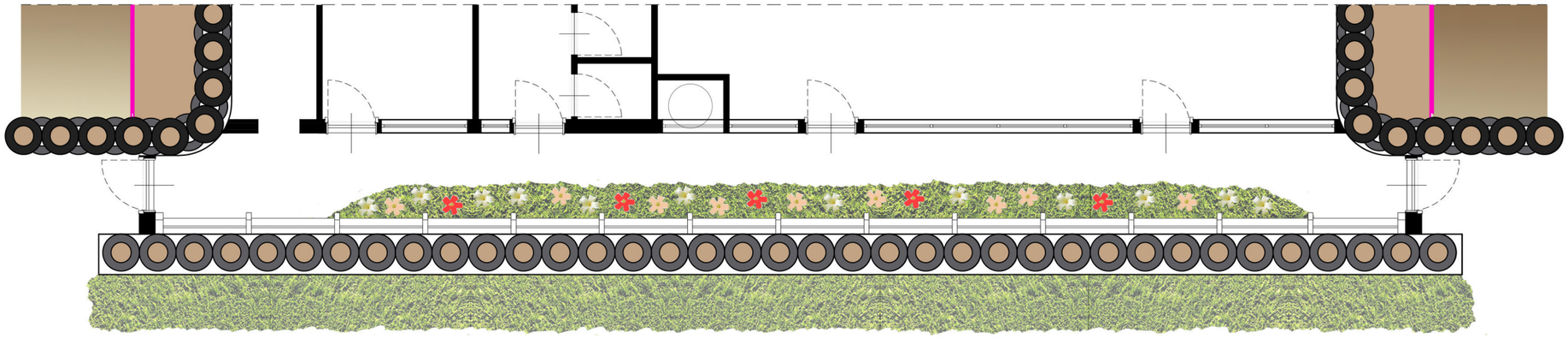
ELENCO ELABORATI:

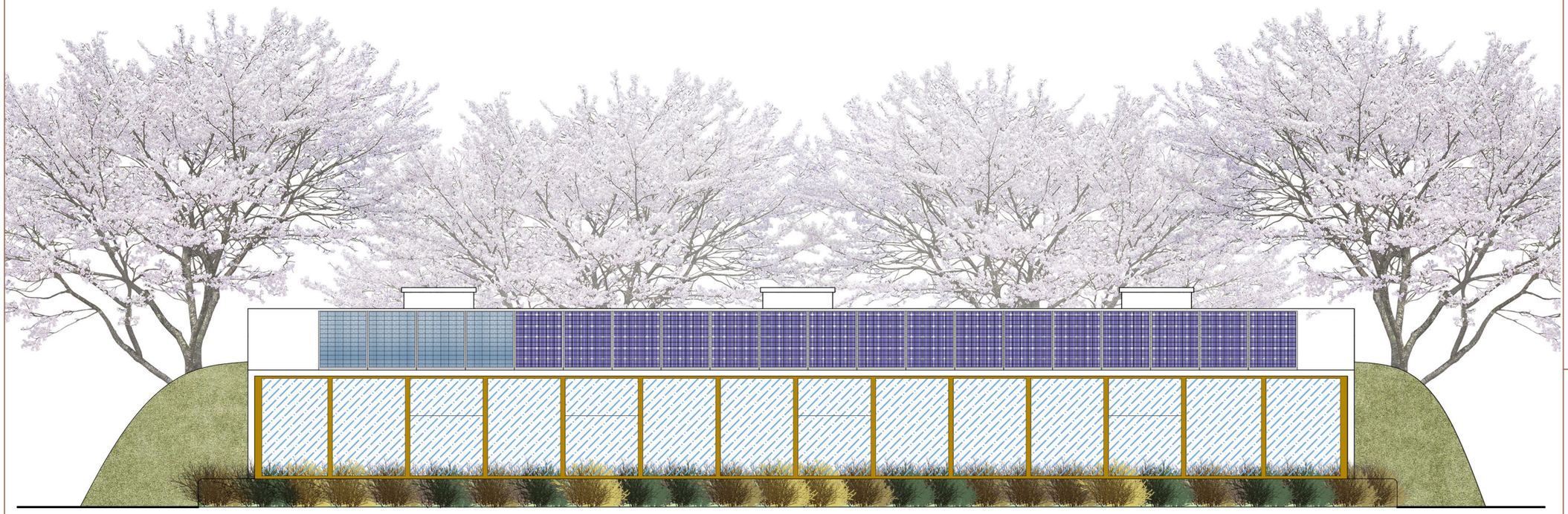
Sezione A-A	scala 1:100
Sezione B-B	scala 1:100
Pianta navigatore	scala 1:250

0 1 2 3m

TAV. 06

19.05.2020





COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

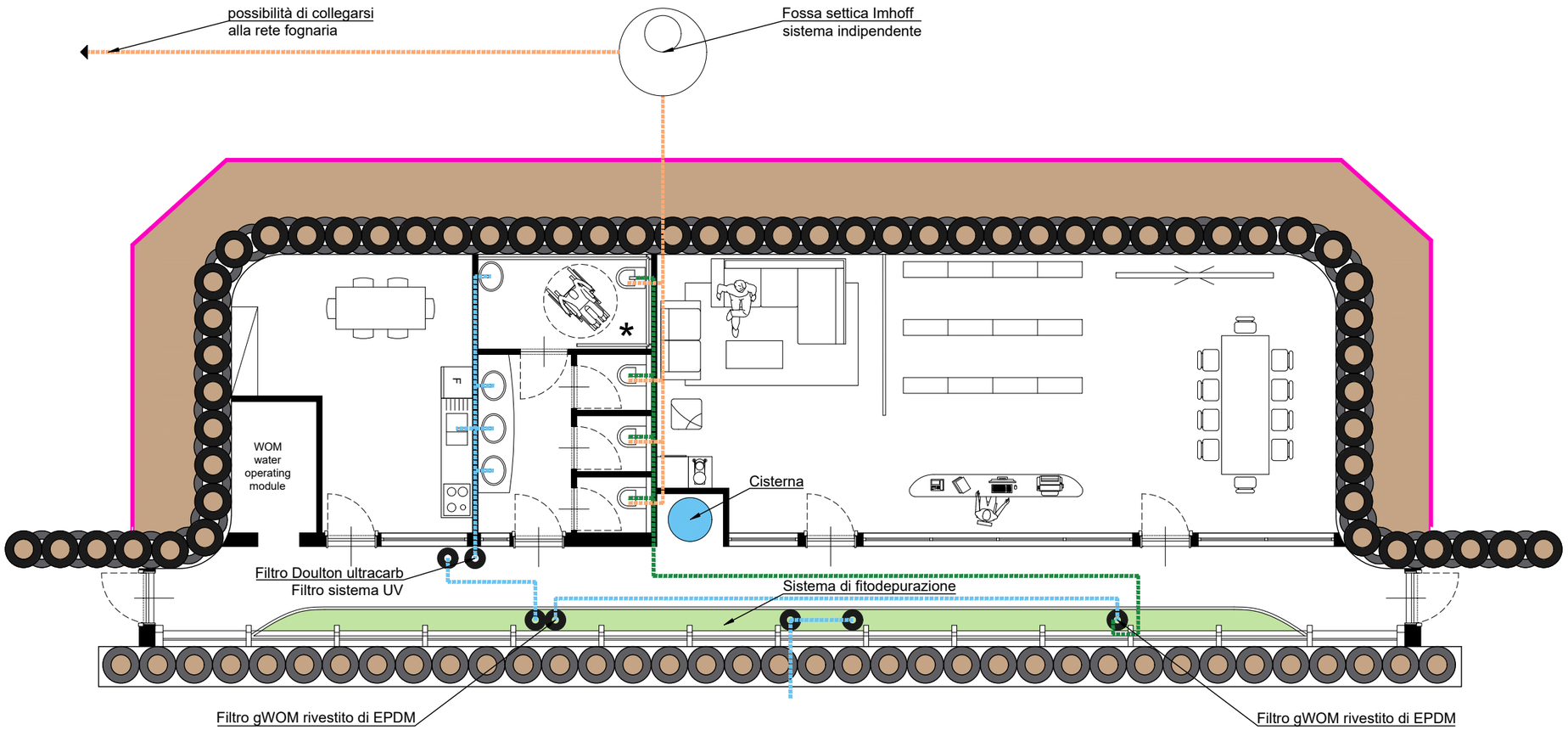
Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

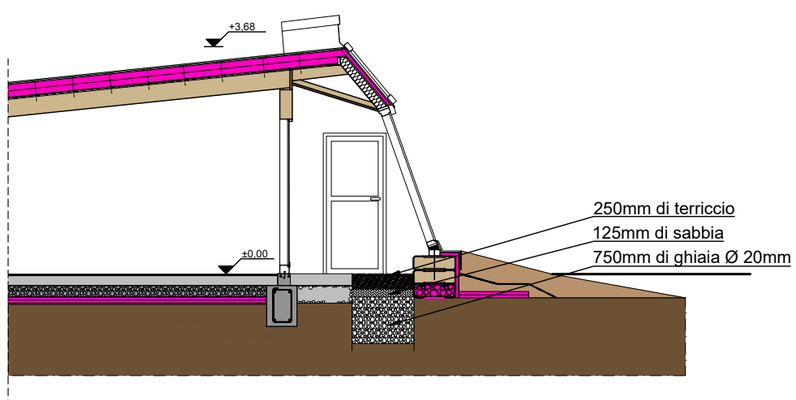
ELENCO ELABORATI:

Prospetto SUD	scala 1:100
Stralcio di pianta	scala 1:100

0 1 2 3m

TAV. 07
19.05.2020





COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

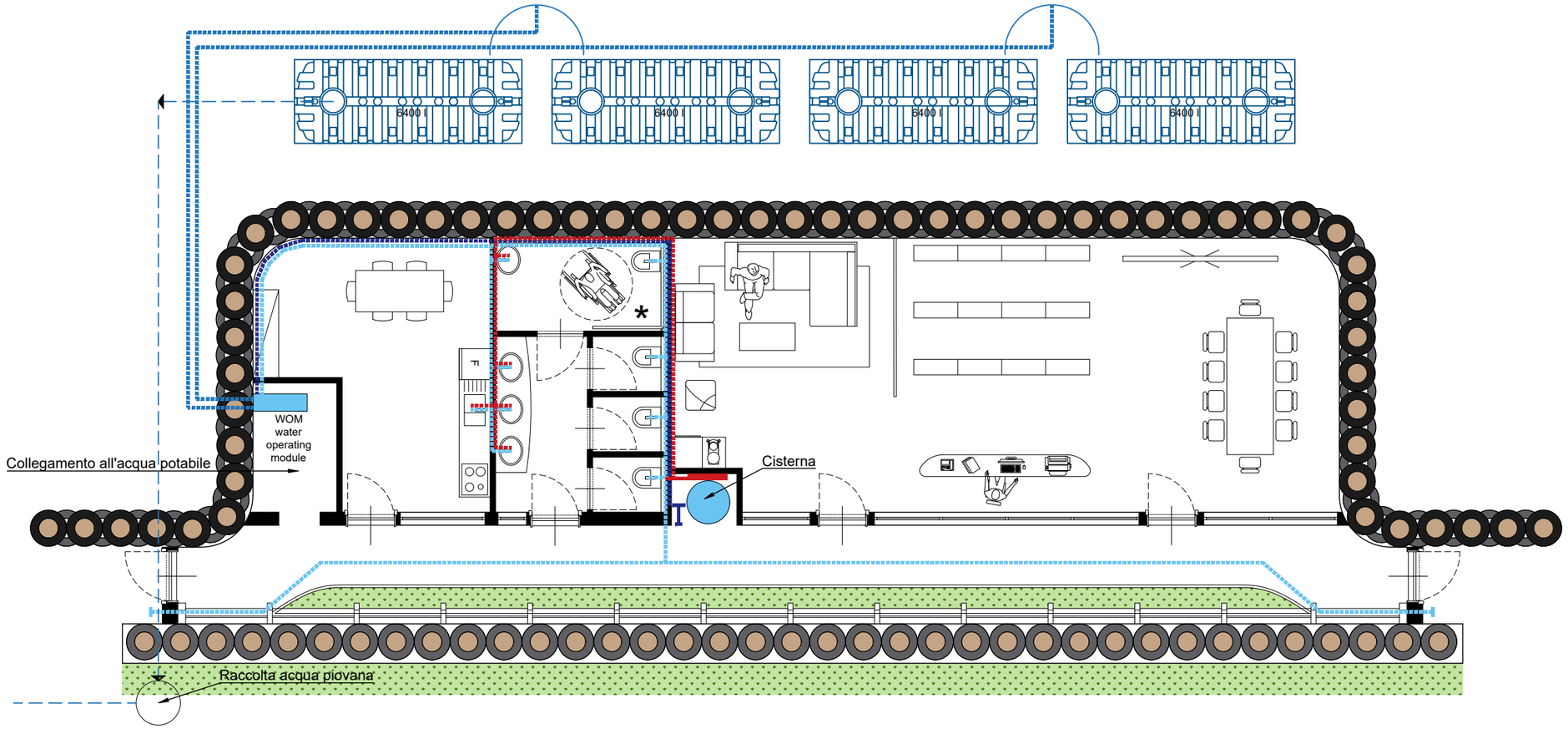
ELENCO ELABORATI:

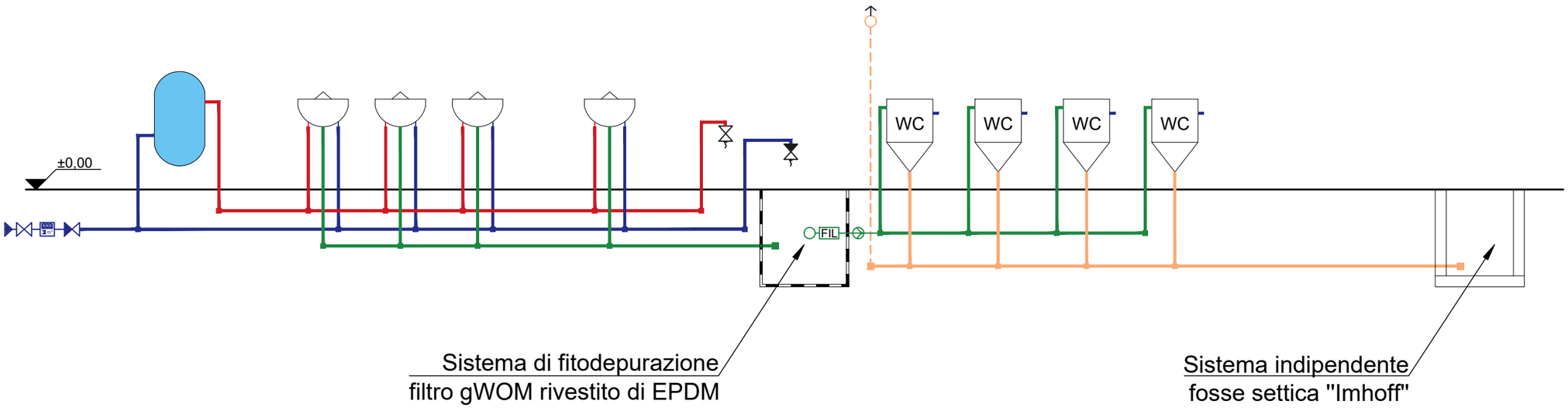
Pianta con sistemi	scala 1:100
Stralcio di sezione B-B	scala 1:100

Acqua potabile
Acque grigie
Acque nere
Filtri

0 1 2 3m

TAV. 08
19.05.2020





COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

ELENCO ELABORATI:

Pianta con sistemi	scala 1:100
Schema idraulico	scala 1:100

Acqua potabile
Acque grigie
Acque nere
Acqua calda
Acqua fredda

0 1 2 3m

TAV. 09
19.05.2020

COMUNE DI CAMBIANO
Procincia di Torino

Città Metropolitana di Torino

PROGETTO SPERIMENTALE EARTHSHIP

destinazione d'uso direzionale

Cambiano 10020 (TO)
via Cavaglià e via G.Triberti
G.14 PARTICELLE 149-424-153-152-278
Tel. 011 944 0105
Email: info@comune.cambiano.to.it

POLITECNICO DI TORINO

Corso Duca degli Abruzzi 24,
10129 Torino, TO

PROGETTISTI

Polito DAD: Prof. Guido Callegari
Prof. Mario Grosso

Off Grid Italia: Dott. Antonio Marco Mangione

Tesista: Debora Tantillo

Email: debora.tantillo@studenti.polito.it

Sviluppato sul modello di Earthship designed by Biotecture Arch. Mike Reynolds

EARTHSHIP RELAND

Associazione Offgrid Italia
via Chambery 106, Torino (TO)
Tel. 011 1991 2742
Email: reland@offgriditalia.org

ELENCO ELABORATI:

Planimetria — scala 1:1000

- acqua potabile
- fognatura acque reflue
- energia elettrica
- telecomunicazioni (fibra ottica)
- corso d'acqua
- tratto ferroviario

TAV. 10

0 1 2 3m

19.05.2020

BIBLIOGRAFIA

Michael Reynolds (1990), Earthship, vol. I-II-III, Taos, New Mexico, America, Solar Survival Press

Carla Lanzavecchia (2004), Il fare ecologico. Il prodotto industriale e i suoi requisiti ambientali, Torino, TO, Italia, Time & Mind Edizioni

Francesco Faragò (2008), Manuale pratico di edilizia sostenibile, principi e dettagli costruttivi,- Napoli, NA, Italia, Gruppo Editorali Esselibri

Yona Friedman (2009), L'architettura di sopravvivenza. Una filosofia della povertà, Torino, TO, Italia, Bollati Boringhieri Editore

Bruno Munari (2010), Da cosa nasce cosa, Roma, RO, Italia, Editori Laterza

Giuliano Dall'o', Mario Gaberale, Gianni Silvestrini (2010), Manuale della certificazione energetica degli edifici. Norme procedure e strategie d'intervento. Prefazione di Federico Butera, Vignate, MI, Italia, Edizioni Ambiente

Philip Jodidio (2012), Shigeru Ban, Germania, Taschen Edizione

Federico M.Butera (2014), Dalla caverna alla casa ecologica, Milano, MI, Italia, Edizioni Ambiente

Renzo Piano (2014), La responsabilità dell'architetto. Conversazione con Renzo Cassigoli, Firenze, FI, Italia, Passigli Editore

Gunter Pauli (2015), Blue economy 2.0. 200 progetti sperimentali, 4 miliardi di dollari investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati. Prefazioni di Catia Bastioli e Giuseppe Lavazza, Brezzo di Vedero, VA, Italia, Edizioni Ambiente

Paola Altamura (2015), Costruire a zero rifiuti. Strategie per l'upcycling dei materiali di scarto in edilizia, Milano, MI, Italia, Franco Angeli Editore

Emanuele Bompan e Ilaria Nicoletta Brambilla (2016), Che cosa è l'economia circolare, Milano, MI, Italia, Edizione Ambiente

Enrico Giovannini (2018), L'utopia sostenibile, Roma, RO, Italia, Laterza Editore

Roberto Cavallo (2018), La bibbia dell'ecologia. Riflessioni sulla cura del Creato.Torino, TO, Italia, Elledici Editrice

Thomas Rau e Sabine Oberhuber (2019), Material Matters: l'importanza della materia, un'alternativa al sovrasfruttamento, Milano, MI, Italia, Edizioni Ambiente

RAPPORTI UFFICIALI

UNI 10349:1994, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici

Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni

Testo Unico dell'Edilizia, (2001), disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, n. 245 del 20 ottobre 2001, aggiornameto 120/2020

Codice Ambiente, (2006) "Norme in materia ambientale", D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152

D.Lgs 152/2006

Linee guida del Sistema Nazionale (2006), per la protezione dell'ambiente per l'applicazione della disciplina End of Waste di cui all'art.184-ter del D.LGS. N.152/2006

Direttiva 2008/98/CE

D.M. 14 febbraio 2013, n.22. Ministero dell'Ambiente

Rapporto rifiuti urbani (2014); (2015); (2016); (2017); (2018); Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, rapporti 193/2014, 226/2015, 251/216, 272/2017, 297/2018, ISPRA

Linee guida ANCE (2017), Il quadro delle norme per la qualificazione dei prodotti e materiali da costruzione

Direttiva 2018/851/UE

Norme Tecniche delle Costruzione (2018), decreto 17 gennaio 2018

Legge 2 novembre 2019, n.128

Rapporto rifiuti speciali (2019); (2020), Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, rapporti 321/2020, 309/2019 ISPRA

Rapporto sull'economia circolare in Italia (2020), ''Position Paper 2020, Alleanza per l'economia circolare'', Circular Economy Network, Agici, in collaborazione con ENEA e con il contributo di accenture

Linee guida (2020) SNPA, delibera 67/2020

DOSSIER

Presentazione (2013), Le risorse recuperabili da PFU, Ecopneus

Position Paper (2016), L'End of Waste dei rifiuti inerti, ANPAR Associazione Nazionale Produttori Aggregati Riciclati

Dossier (2016), The Circular Economy in the Built Environment, ARUP

Dossier (2016), Circularity in the built environment: case studies a compilation of case studies from the ce100, The Circular Economy 100 (CE100), Ellen MacArthur Foundation initiative

Dossier, (2017), Circular Economy in the Built Environment, Margherita Finamore Architect Comune di Pesaro

Presentazione (2018), Corso intinerante specialistico di approfondimento sulle NTC 2018, Eros Aiello

Documento (2018), Economia circolare ed uso efficiente delle risorse: Indicatori per la misurazione dell'economia circolare, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, in collaborazione con il Ministero dello Sviluppo Economico

Dossier (2019), Economia Circolare: verso un nuovo paradigma di sviluppo economico sostenibile, CSRPiemonte, collana imprese responsabili

Report di sistema (2019), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, SNPA

Dossier (2019), Rivoluzione economia circolare, ENEA magazine 3/2019, Energia Ambiente e Innovazione

Dossier (2020) Advancing circular construction, The Prince's Responsible Business Network, Business in the Community

Presentazione (2020), Davide Pavan "L'esperienza del Consorzio Chierese nel ciclo integrato dei rifiuti. L'obiettivo del recupero dei materiali e le ricadute economiche in tariffa'', Pisa, Italia

TESI

Testing and Analysis of Modified Rammed Earth Tire Walls Swarthmore College, (2011), E90 Project Author: Aaron Zimmerman Co-Authors: Eric Burger & Jared Nolan Advisor: Professor Faruq Siddiqui Swarthmore College Department of Engineering.

Tesi Valentina Pocaforza, (2014-2015) ''Progetto di un edificio in terra cruda e pneumatici riciclati (Earthship): aspetti strutturali'' Relatore Prof. Daniele Ferretti, Correlatori Prof.sa Sara Rainieri, Ing. Carlo Ferrari.

R.L.M. LAFLEUR (2015), Earth-ship based home graduation design for a modified earthship to encourage the method of building with soil-based materials

Tesi Cecilia Ravizza, (2017-2018) ''il reimpiego dei materiali in architettura Il modulo Earthship inserito nel Parco ReLand'' Relatore: Prof. Mario Grosso Correlatore: Dott. Antonio Marco Mangione.

Tesi Sofia Casaioli, (2019-2020) ''Edilizia circolare 4C4R sperimentazione di un cantiere collaborativo circolare per il recupero edilizio con materiali di riuso, riciclo e rinnovabili per il Chinino Dehor'' Relatore Prof. Roberto Giordano, Correlatore Dott. Antonio Marco Mangione.

SITOGRAFIA

ISPRA, *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*, 14 maggio 2020, https://www.isprambiente.gov.it/it, (consultato: luglio 2020)

ANDREATTA Nicola, *Speciale edilizia circolare: prima intervista a Thomas Miorin*, Green: vivi sostenibile, 2020, https://www.green.it/edilizia-circolare-thomas-miorin/ (consultato: luglio 2020)

INFORMAZIONE AMBIENTE, *Sviluppo Sostenibile: le implicazioni sociali, ambientali ed economiche*, 15 marzo 2017, https://www.informazioneambiente.it/sviluppo-sostenibile/ (consultato: luglio 2020)

CLIMATE FACTS NOW, *Fonti del rapporto del IPCC 2018*, luglio 2019, http://climatefactsnow.org/it/fonti-del-rapporto-del-ipcc-2018/, (consultato: luglio 2020)

PARLAMENTO EUROPEO, Economia circolare: definizione, importanza e vantaggi dicembre 2015, aggiornato ad aprile 2018, https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circolare-definizione-importanza-e-vantaggi (consultato: luglio 2020)

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, 21 maggio 2020, https://www.minambiente.it, (consultato: luglio 2020)

CERTIFICO, *Vademecum pneumetici fuori uso (PFU),* luglio 2020, https://www.certifico.com/ambiente/documenti-ambiente/257-documenti-riservati-ambiente/8172-vademecum-pneumatici-fuori-uso-pfu, (consultato: luglio 2020)

EARTHSHIP BIOTECTURE, dicembre 2020, https://www.earthshipglobal.com/, (consultato: luglio 2020)

EARTHSHIP BIOTECTURE, dicembre 2020,
https://earthshipbiotecture.com/wom-water-organizing-module/, (consultato: luglio 2020)

SAVNO, *Servizi ambientali Veneto nord orientale*, 4 dicembre 2020 https://www.savnoservizi.it/assets/img/azienda/ecoedificio_in_numeri.pdf, (consultato: agosto 2020)

MEZZI Pietro, *Economia circolare, mattoni dalle terre di scavo Infobuild: il portale per l'edilizia e l'architettura*, 23 aprile 2020, https://www.infobuild.it/approfondimenti/earth-cycle-economia-circolare-mattoni-dalla-terre-di-scavo/, (consultato: agosto 2020)

BOZZOLA Elena, *Upcycle House, la casa tutta riciclata,* 5 maggio 2015, Architettura Ecosostenibile: soluzioni architettoniche per la riduzione dei consumi energetici, https://www.architettura-ecosostenibile.it/materiali/smaltimento-e-riciclo/upcycle-house-casa-riciclata-341, (consultato: agosto 2020)

LEGAMBIENTE, novembre 2020, https://www.legambiente.it/, (consultato: settembre 2020)

L'ECONOMIA CIRCOLARE, *L'informazione in circolo*, 6 dicembre 2020,
https://economiacircolare.com/, (consultato: settembre 2020)

ARPA, *Agenzia regionale per la protezione ambientale*, dicembre 2020,
https://www.arpa.piemonte.it/, (consultato: settembre 2020)
AMIAT, novembre 2020, http://www.amiat.it/, (consultato: settembre 2020)

CONFINDUSTRIA, *Economia Circolare, entrate in vigore le quattro direttive europee sull'economia circolare,* ottobre 2020, http://economiacircolare.confindustria.it/entrate-in-vigore-le-quattro-direttive-europee-sulleconomia-circolare/, (consultato: settembre 2020)

CENTRI MAGAZINE, recepite in Italia le quattro direttive europee sull'economia circolare, ottobre 2020, https://cetri-tires.org/press/2020/recepite-in-italia-le-quattro-direttive-europee-sulleconomia-circolare/, (consultato: settembre 2020)

REMADE IN ITALY, dicembre 2020, https://www.remadeinitaly.it/nasce-latlante-italiano-delleconomia-circolare, (consultato: settembre 2020)

GUIDA INTERATTIVA: *I negoziati sul cambiamento climatico*, 7 ottobre 2020,
https://www.europarl.europa.eu/infographic/climate-negotiations-timeline/index_it.html,
(consultato: ottobre 2020)

CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA ARTIGIANATO E AGRICOLTURA DI TORINO, dicembre 2020, https://www.to.camcom.it/codiciCER, (consultato: ottobre 2020)

BORSINO RIFIUTI, ottobre 2020 https://www.borsinorifiuti.com/2020/, (consultato: ottobre 2020)

GREENRAIL, settembre 2018, http://www.greenrailgroup.com/, (consultato: ottobre 2020)
THE REUSE PEOPLE OF AMERICA, novembre 2020,
http://www.thereusepeople.org/reuseinstitute, (consultato: ottobre 2020)

COMUNE DI CAMBIANO*, Portale istituzionale,* 4 dicembre 2020,
https://www.comune.cambiano.to.it/, (consultato: ottobre 2020)

CONSORZIO CHIERESE PER I SERVIZI, settembre 2020, http://ccs.to.it/,
(consultato: novembre 2020)

CITTÀ DI CHIERI, 5 dicembre 2020, https://www.comune.chieri.to.it/ambiente/rifiuti,
(consultato: novembre 2020)

CITTÀ METROPOLITANA DI TORINO, 4 dicembre 2020, http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/territorio-urbanistica/ufficio-di-piano, (consultato: novembre 2020)

IMPER ITALIA SRL, *Member of technonicol corporation*, febbraio 2018,
https://www.imper.it/, (consultato: novembre 2020)

El.MEC *Serramenti*, settembre 2019, https://www.serramentitorino.it/,
(consultato: novembre 2020)

FG SRL, *Escavazioni, movimento terra, riciclo ecologico di inerti,* febbraio 2019,
https://www.fassinosrl.com/, (consultato: novembre 2020)

RINGRAZIAMENTI

La passione per l'architettura è incominciata per gioco; tutto ha avuto inizio grazie a te.
Con te osservavo le città diventare più interessanti, anche le strade del mio paese assumevano caratteristiche più belle. Ad ogni luogo associavo un aggettivo e i miei occhi brillavano davanti ad architetture nuove. Da quel momento, hai creduto che l'architettura potesse far parte della mia vita; ancor prima, che io me ne rendessi conto e prima che chiunque lo comprendesse realmente. Per questo motivo, prima di ogni cosa, ringrazio te; mio compagno di vita, da più di 8 anni, in cui condividiamo ogni singolo valore di onestà, che le nostre famiglie ci hanno trasmesso in tutti questi anni.
Ciò che siamo a 25 anni, lo dobbiamo soprattutto ai nostri genitori, per cui tutta la mia gratitudine va a voi, mamma e papà, i vostri sacrifici e la vostra unione, mi hanno permesso di raggiungere oggi, questo importantissimo traguardo. Con i vostri insegnamenti di lealtà e rispetto, continuerò ad impegnarmi ogni giorno, a fare della mia passione per l'architettura oltre ad una professione, piccole ma significative azioni, verso un mondo più sostenibile.
A mia mamma, per esserci stata dal primo all'ultimo esame, per aver trovato sempre il modo di aiutarmi e per avermi dato la forza di imparare e la costanza di non mollare.
A mio papà, che mi ha sempre dimostrato e insegnato la perseveranza di portare avanti gli impegni e i propri obiettivi; in ogni situazione, senza mai mollare, perché: ''la gara la si vince anche all'ultimo lancio''.
A mio fratello, va il mio speciale ringraziamento; hai saputo cogliere tutti gli insegnamenti di mamma e papà, hai saputo coinvolgermi fin da piccola, in tutte le attività ambientali e sociali. Hai contribuito giorno dopo giorno, alla persona che sono oggi. Insieme a te, al tuo fianco da molti anni, un grazie speciale a Manuela.

Ringrazio di cuore, le mie nonna, Maria, Rosetta e zia Lina, che hanno sempre messo l'ottimismo davanti a tutto, pronte a festeggiarmi al termine di ogni esame o a sostenermi convinte che qualsiasi situazione, sarei stata in grado di affrontarla.
Ringrazio tutti; nonno, zii, cugini e la meravigliosa famiglia di Taranto, che mi ha sempre sostenuto in ogni momento. Ringrazio tutti i miei amici; quelli del Canavese, quelli dell'Atletica e quelli dell'Università, in particolare la mia amica Arianna.

Da questo percorso di tesi ho imparato ancor di più, quanto sia importante il contributo di ognuno; la condivisione e il confronto ci permettono di raggiungere traguardi importanti e soddisfacenti. Ringrazio il mio correlatore Marco, ha permesso dal primo momento che mi avvicinassi in modo nuovo ed originale all'architettura. Mi ha insegnato come trovare soluzioni, lavorando in modo metodologico alla ricerca, creando una rete di connessione e risorse; perché è il contributo di ognuno a far la differenza. Per cui un grazie speciale a tutti i suoi collaboratori, in modo particolare a Patrick. Infine, ma non meno importante; ringrazio il mio relatore, professore Guido Callegari, ha saputo subito indirizzarmi nel percorso di ricerca e analisi, ha creato sempre momenti di confronto per organizzare il lavoro e mi sono sentita coinvolta in un progetto ambizioso che mette in relazione tutti gli aspetti a cui credo, tematiche ambientali e sociali collegate all'architettura. Questo è stato motivo di grande soddisfazione e da questo ho appreso consapevolezza che la mia laurea magistrale non sarà un punto di arrivo, ma un punto di partenza; continuerò personalmente e professionalmente a lavorare a progetti di economia circolare, portando con me tutti gli insegnamenti di questo meraviglioso percorso.