

Alessandra Zanelli, Architecture, Built Environment and Construction Engineering Department, Politecnico di Milano
Guy Buyle, CENTEXBEL, Belgian Textile Research Centre
Gianluca Giabardo, Industrial Design Department, Politecnico di Milano
Salvatore Viscuso, Architecture, Built Environment and Construction Engineering Department, Politecnico di Milano

alessandra.zanelli@polimi.it

guy.buyle@centexbel.be
gianluca.giabardo@polimi.it
salvatore.viscuso@polimi.it

Abstract. Il saggio traccia una visione d'insieme di S(P)EEDKITS, un progetto di ricerca co-finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Programma Quadro FP7 e, in particolare, si concentra sulle attività in corso da parte del Politecnico di Milano (POLIMI) sui due diversi fronti del Design Industriale e della Tecnologia dell'architettura. L'ambito della progettazione dei nuovi kit di pronto intervento e ricostruzione in situazioni di disastro delinea una nuova frontiera per la Tecnologia dell'architettura, che si trova a coniugare la tradizionale vocazione della progettazione di componenti con le ricerche innovative sui tessuti tecnici e sulle costruzioni leggere.

Parole chiave: Emergenza, Tessuti tecnici, Costruzione leggera, Sviluppo del prodotto, Packaging

Introduzione

Dal momento che il progetto di ricerca – tuttora in corso – ha una durata quattro anni, quest'articolo è stato strutturato come una panoramica dei requisiti, del processo e dei risultati attesi. Inizieremo dal delineare il contesto e i metodi di ricerca; si procederà poi a presentare alcuni concetti che sono emersi e che sono stati proposti all'interno del consorzio. In conclusione, presenteremo una panoramica sulle soluzioni che sono state applicate a un kit utilizzato come test pilota.

Ambiti di ricerca e obiettivi *S(P)EEDKITS: rapid deployable kits as seed for self-recovery*¹ è un progetto collaborativo che ha ricevuto finanziamenti nel FP7 per il settore Sicurezza (attività SEC-2011.4.2-3). La call riguardava la distribuzione rapida di *shelter*, strutture e risorse mediche a seguito di grandi disastri. Come specificato dal titolo del progetto, l'obiettivo è lo sviluppo di soluzioni innovative per il soccorso in grado di accelerare le operazioni

delle Organizzazioni umanitarie (ONG) sin dalle prime fasi di un'emergenza. Le soluzioni dovranno essere intelligenti e abbastanza resistenti da potere essere utilizzate, da parte della popolazione colpita, anche durante la fase di ricostruzione. Questo duplice approccio – *speed* e *seed* – è fondamentale se consideriamo l'attuale tendenza delle organizzazioni di incoraggiare il più possibile le pratiche di auto-riparazione e ricostruzione del preesistente. Le nuove soluzioni dovranno essere inserite in qualsiasi tipo di zona colpita da disastro (area urbana o regione rurale) e favorire il più rapidamente possibile il passaggio dalla condizione temporanea di disagio a una ricostruzione della vita economica e sociale. Il progetto S(P)EEDKITS si propone di esaminare i materiali e le attrezzature attualmente utilizzate dalle organizzazioni tramite le ERU (Emergency Response Units), e di sviluppare le nuove soluzioni in modo da ridurre drasticamente volumi e pesi, migliorandone le condizioni di trasporto e i tempi di installazione.

Un punto strategico del progetto è l'utilizzo dei tessuti tecnici, nonché dei principi strutturali delle costruzioni iperleggere, per ridisegnare e ingegnerizzare *shelter* e servizi vari del settore dell'emergenza, sviluppando così soluzioni innovative che siano di facile gestione e trasporto. L'interesse del Consiglio europeo della Ricerca (ERC) sulle strutture tessili leggere è rimarcato dalla presenza del capitolo "Lightweight construction, textile technology" all'interno del settore strategico di ricerca "PE8: Products and process engineering". Tale settore incoraggia la ricerca e la sperimentazione di nuove soluzioni costruttive leggere che vadano oltre le pratiche correnti in modo da

S(P)EEDKITS
& Smart Packaging.
Novel textile application
to redesign the
emergency response

Abstract. The essay aims to give an overview of the on-going S(P)EEDKITS collaborative project, co-financed by European Union, under 7FP - Activity SEC-2011.4.2-3. In particular the research activities carried out the Politecnico di Milano (POLIMI) are highlighted, both on the field of the Industrial Design and on Architectural Technology. The theme of designing new emergency response kits in situations of great disasters outlines a new frontier for the disciplines of Architectural Technology that aims to combine the traditional vocation of the components' design with the innovative researches of technical textiles and lightweight construction.

Keywords: Emergency, Technical textiles, Lightweight construction, Product development, Packaging

Introduction

As this paper deals with a four year research project, still on-going, we structured it so that an overview of the requirements, of the process and of the findings is accessible to the readers. We will start by outlining the research context and methods, we will then proceed to present some of the concepts that have emerged and that have been proposed within the consortium together with a summary of the feedbacks and of the individual kits analysis. To conclude we will present an overview of the solutions that have been applied to a kit as a pilot test.

Research Fields and Goals

*S(P)EEDKITS: rapid deployable kits as seed for self-recovery*¹ is a collaborative project which has been granted funding from the European Union's 7FP

under the SECURITY theme. The call to which the project responded deals with the Rapid deployment of shelters, facilities and medical care resources following a major disaster. As specified by the title of this project, the project objective is the development of novel emergency solutions, able to speed-up the response of humanitarian organisations (NGOs) during the first days after a disaster strikes. Solutions need to be clever and durable enough so that the affected population will use them during the reconstruction phase. This dual approach - speed and seed - is crucial as the recent trend in emergency aid for organisations is to stimulate as early as possible the self-repair. The novel solutions have to be inserted in an affected area (affected city, improvised camp, rural region) to reach as quickly as possible a 'temporary'

ridurre la massa degli edifici, ottenere risultati di efficienza energetica e stabilità strutturale attraverso i tessuti tecnici. Per raggiungere questi ambiziosi obiettivi, il team di lavoro del progetto S(P)EEDKITS è costituito da partner accuratamente selezionati. Il coordinamento affinisce a Centexbel, il Centro Belga per la ricerca tessile, con il supporto delle principali ONG internazionali: la Federazione della Croce Rossa Internazionale (IFRC), la Croce Rossa olandese (NLRC), Medici senza Frontiere (MSF) attraverso il centro operativo di Amsterdam, il Norwegian Refugee Council (NRC).

Le attività di ricerca sono supportate anche da enti di ricerca nel settore umanitario quali Waste (WASTE), Practica Foundation (PRACTICA) e l'Internationales Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum (IBBK), mentre altri importanti partner – Milson BV (MIL), De Cellulare Fabriek BV (DMF), D'Appolonia SpA (DAPP) e Sioen Industries NV (SIOEN) – stanno condividendo la loro esperienza nel campo della produzione industriale.

Sono inoltre coinvolte tre università – la Vrije Universiteit di Bruxelles (VUB), la Technische Universiteit di Eindhoven (TUE) e il Politecnico di Milano (POLIMI). Il loro contributo, riguardante rispettivamente l'ingegneria strutturale, la fisica delle costruzioni e l'Architettura/Disegno Industriale, è fondamentale per la progettazione delle nuove tende, la verifica delle loro performances e l'ottimizzazione del packaging e degli aspetti logistici.

post-disaster situation towards the rebuilding of economic and social life. The S(P)EEDKITS project aims to scrutinize the current used materials and equipment of the organization's ERUs (Emergency Response Units), and to develop novel solutions which will drastically reduce their deployment time, the volume and weight for transportation.

One strategic key-point of this project is the use of technical textiles and lightweight construction to re-design and re-engineer some shelters and facilities of the emergency sector thus developing more innovative solution that are easy to be handled, provided and transported.

The European Research Council (ERC) interest on the lightweight textile structures has been clearly evinced by the sub-topic of "Lightweight construction, textile technology" un-

der the "PE8: Products and process engineering" strategic research sector. That topic has been encouraging research and experimentation of new building solutions that go beyond the current accepted practices and standard applications of traditional materials to achieve both energy efficiency and structural stability through new lightweight materials, in particular technical textiles.

To reach these ambitious goals, the S(P)EEDKITS project team consists of carefully selected partners. It is coordinated by Centexbel, the Belgian Textile Research Centre and also guided by the operational humanitarian actors like the International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC), the Netherlands Red Cross (NLRC), the Médecins sans Frontières (MSF) - Operational centre of Amsterdam and the Norwegian Refugee Council (NRC).

La metodologia di ricerca e la mappatura dei bisogni

La maggior parte dei contesti di catastrofe porta un grande numero di persone ad essere non solo prive di un riparo, ma anche dei servizi essenziali come l'assistenza medica, le infrastrutture igienico-sanitarie, la fornitura d'acqua e di energia. In questi casi, è di vitale importanza garantire il più velocemente possibile una dislocazione di attrezzature e personale nelle zone del disastro. Per questo motivo lo sviluppo dei nuovi concept, dotati di applicazioni tecnologiche innovative, può aiutare a ridurre i tempi di distribuzione attuale degli aiuti.

Le organizzazioni umanitarie (ONG) operano per mezzo di *Emergency Response Units* (ERU). Queste unità di risposta immediata vengono stoccate e possono essere inviate immediatamente dopo il disastro. Ogni ERU ha dei moduli specifici (*shelter*, assistenza medica, acqua e igiene, energia) che possono essere utilizzati in toto o in parte dopo avere valutato i bisogni e il numero di persone cui sono destinati. S(P)EEDKITS si propone di sviluppare nuovi moduli ERU/nuovi kit che possano contribuire a salvare la vita delle persone nelle prime ore dopo la catastrofe e a piantare i semi per ricostruire il futuro.

I partner del consorzio operano organizzati in *workpackage* (WP) su vari temi: *shelter*, acqua e igiene, infrastrutture (per l'approvvigionamento energetico e l'assistenza medica). Inoltre, uno strumento digitale di supporto decisionale è in fase di sviluppo per facilitare le scelte durante la distribuzione dei kit. Il packaging di tali ERU/kit ricopre un ruolo centrale, e trasversale, all'interno del progetto. Questo ruolo ha un suo *workpackage* dedicato (WP1), il cui coordinamento affinisce a POLIMI. Nell'ambito delle attività di ricerca del WP1, in una pri-

The research activities are also supported by humanitarian research entities like Waste (WASTE), Practica Foundation (PRACTICA) and the Internationales Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum (IBBK), while further key partners - like Milson B.V. (MIL), De Mobile Fabriek B.V. (DMF), D'Appolonia SpA (DAPP) and Sioen Industries NV (SIOEN) - are sharing their industrial expertise.

Furthermore, three academic partners are also involved – the Vrije Universiteit di Brussel (VUB), the Technische Universiteit di Eindhoven (TUE) and the Politecnico di Milano (POLIMI). They contribute their knowledge respectively on structural engineering, building physics, industrial design and architecture and are crucial partners to collaborate in the designing of new shelters, testing their performances and optimizing their packaging and logistic aspects.

Needs and Research Methodology

All too often, disasters strike, leaving large numbers of people not only homeless but without facilities like medical care, water supply, sanitation or energy supply. In such cases, it is of vital importance to get helpers and equipment as fast as possible to the disaster area. On the other hand, the development of smart designing of novel concepts and innovative technological applications can help more and more to drastically reduce the current deployment time of the shelters and facilities.

NGOs have sleeping Emergency Response Units (ERUs), able to act and be deployed immediately after disaster strikes. Each ERU has specific modules (e.g. sheltering, sanitation, medical care, drinking water supply, basic energy needs) that can be used according to the assessment of the needs and

ma fase sono state analizzate le attrezzature attuali delle ERU, identificandone i limiti dal punto di vista dei grandi volumi di imballaggio e/o dei pesi eccessivi. In seguito, sono stati sviluppati i primi concept ed esaminati nuovi materiali, con lo scopo di ridurre drasticamente i volumi e i pesi e di migliorare le condizioni di trasporto.

Il Kit, da “speed” a “seed”

L'interazione tra work-package è vantaggiosa quanto essenziale.

Il ruolo del Politecnico di Milano (POLIMI) è principalmente quello di guidare il WP1 sulla progettazione sistemica, la modularità e l'ottimizzazione del trasporto attraverso l'innovazione nel packaging design, e di partecipare al lavoro multidisciplinare sulla progettazione di quattro nuovi tende del WP2. A seguito di una analisi comparativa di varie organizzazioni (ECHO, OCHA e Croce Rossa), sono state identificate quattro fasi nella gestione di un disastro: fase di emergenza (*emergency*, prime 48h), di soccorso (*relief*, 2/4 settimane), di recupero (*recovery*) e di sviluppo (*development*).

Prima di affrontare la progettazione di nuovi kit che devono essere sia “speed” in termini di trasporto e di installazione, sia utili in una seconda fase dell'emergenza quando inizia la ricostruzione (“seed”), è stato utile indagare meglio il concetto di kit e di progetto sistemico nel campo dei processi costruttivi tradizionali.

Secondo la Direttiva europea 89/106/CEE per i prodotti da costruzione – (“Construction Products Directive” – CPD), un “design system” può dar luogo a uno o più kit, ognuno dei quali può avere diverse combinazioni di componenti.

Nella formulazione della CPD (fig. 1a) un prodotto da costru-

zione è un kit quando si tratta di un insieme di almeno due componenti distinti che devono essere assemblati per essere installati in modo permanente nelle opere (per esempio per diventare un “sistema assemblato”).

Ci sono due possibili tipi di kit: quelli il cui numero e il tipo di componenti vengono predefiniti e rimangono costanti, e quelli in cui il numero, il tipo e la disposizione dei componenti cambiano in base alla specifica applicazione. Alcuni kit possono essere costituiti da una delle possibili combinazioni di componenti di un “design system” in base all'edificio in cui verrà installato.

Norme tecniche armonizzate dovranno garantire i kit in cui il numero e il tipo di pezzi sono predefiniti e rimangono costanti. Devono anche coprire l'intero design system nel caso di kit in cui il numero, il tipo e la disposizione dei componenti cambiano in funzione della specifica applicazione.

In quest'ottica, il progetto stesso S(P)EEDKITS funziona come un design system in base al quale saranno sviluppati e immessi sul mercato tutti i nuovi kit ERU (fig. 1b); ogni nuovo kit potrà essere personalizzato, mirato a servire per una specifica fase dell'emergenza, in un'ottica di *best practice* che tenga conto che:

- il design system permette diverse combinazioni di componenti in kit personalizzati (per contesti climatici diversi, culture diverse, mezzi di trasporto);
- alcuni componenti potranno essere riutilizzati come componenti di ulteriori kit che vengono consegnati nelle fasi successive dell'emergenza.

Il riutilizzo di alcuni componenti del kit è dunque la peculiarità dell'approccio di S(P)EEDKITS, che mira a creare kit durevoli, i cui componenti dovrebbero essere disponibili a partire dalle fasi di soccorso, ma che possono essere in seguito riconvertiti

that is intended for a specific number of people. Thus S(P)EEDKITS is aiming to create new ERUs modules/kits that can contribute to saving the lives of people in the first days while planting the seeds for rebuilding the future. The S(P)EEDKITS partners, organized in workpackages (WPs), are active on several diverse topics: shelter, water-sanitation and infrastructure (for energy and medical). Further, also a tool is being developed for decision support during the deployment phase. A central, and transversal, part of the project is the packaging of new ERUs/kits. This part has a dedicated work package (WP1) in the project, led by Politecnico di Milano (POLIMI). Within this WP1 current equipment solutions for ERUs have been scanned and bottlenecks with respect to large volumes and/or heavy weight identified during the first part

of the project. Later, novel materials and concepts have been developed, with the aim to drastically reduce the volume and weight for transportation and improve their performance. The interaction between working packages is as beneficial as essential. The role of POLIMI is mainly to lead the WP1 on Systemic design, modularity and optimization of the transportation through innovation in packaging design, and to participate on the multidisciplinary work on the design of four new shelters.

The Kit, from Speed to Seed

Within S(P)EEDKITS, we identified, following a comparative analysis of different organizations (ECHO, OCHA and Red Cross) the following phases in the emergency management: emergency phase (first 48h<time), relief (48h<time<2/4weeks), recovery

and development (time>2/4 weeks). Before approaching the design of new kits that have to deal both with speed in terms of transport/installation and with seed in the reconstruction phase subsequent to the emergency it has been important to better investigate the concept of kit and systemic design in the traditional building process. According to the Construction Products Directive - 89/106/EEC (CPD), a “design system” can give rise to one or more kits, each of which may have different combination of components. In the wording of the CPD (Fig.1a), a construction product is a “kit” when it is a set of at least two separate components that need to be put together to be installed permanently in the works (i.e. to become an “assembled system”).

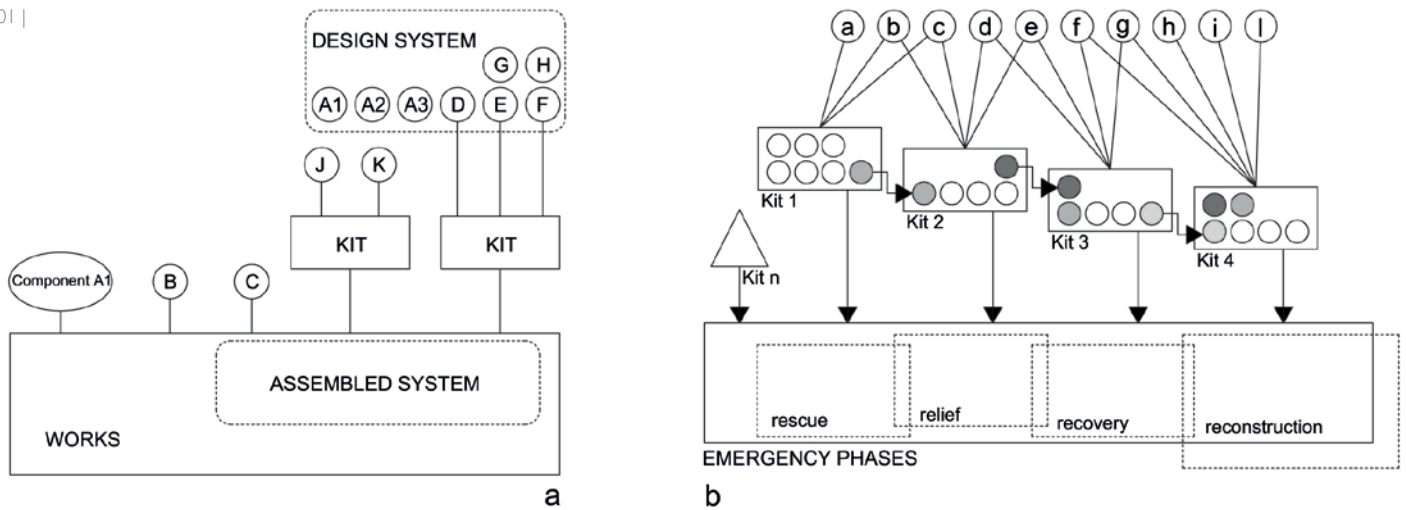
There are two possible types of “kit” those in which the number and type

of components are pre-defined and remain constant and those in which the number, the type and the arrangement of components change according to a specific application.

Some kits may be made up of one of many different possible combinations of components from a “design system” depending on the building in which it will be installed.

Harmonised specifications shall cover kits in which the number and type of components are pre-defined and remain constant. They shall also cover an entire “design system”, i.e. kits where the number, the type and the arrangement of components change according to a specific application.

In that sense, the S(P)EEDKITS project works like a “design system” based on which all ERU kits will be developed and put on the market (Fig. 1 b); each new kit could be also different



ad elementi costruttivi utili durante la fase di ricostruzione. Ricoprendo il ruolo leader del “WP1 - System design: modularity & packaging”, POLIMI si propone non solo di individuare quelle “norme armonizzate” che possono essere considerate come una costante per molti kit, cioè non dipendenti dai diversi ambienti climatici e culturali, ma anche di sostenere ciascun partner nell’ottimizzare il rapporto tra i vari componenti dei loro kit (in quanto ogni kit è un sistema in sé stesso), fino a pianificare accuratamente la molteplicità del “sistema assemblato” che dovrà essere fornito in contesti climatici e culturali differenti tra loro, e in risposta a differenti fasi di emergenza.

Principi generali per il packaging design dei kits

Nella fase iniziale in cui i diversi partner hanno intrapreso la progettazione di oltre dieci nuovi kit, MIL e POLIMI hanno preso in considerazione i mezzi di trasporto e i diversi livelli di packaging (*container, pallet, bag*). Per migliorare l’imballaggio, sono stati inoltre analizzati i sistemi in uso, con la difficoltà che, tra gli oltre dieci kit in fase di sviluppo nell’ambito di S(P)EEDKITS, alcuni di loro

non hanno ancora un prodotto di riferimento da confrontare in quanto totalmente di nuova concezione.

Le dimensioni di trasporto sono state analizzate e mappate in una matrice generale (Fig. 2) volta a tracciare la compatibilità dimensionale tra vari livelli di packaging senza entrare ancora nel merito dei livelli dimensionali dei singoli kit. Ciò ha evidenziato la necessità di un approccio sistemico nel delineare le linee-guida del packaging.

Il processo di design sistemico

Sin dalle prime fasi del lavoro di definizione del sistema packaging, ne è stata rimarcata la complessità dovuta alla struttura stessa del sistema, costituita da più nodi con più sub-nodi/subsistemi, che include i diversi kit, il loro packaging e il loro metodo di trasporto preferenziale. Se, riferendosi al saggio di Meadows (2008), la progettazione di un sistema (di sistemi) definisce le relazioni tra le diverse parti di un oggetto all’interno di un confine, la sfida di POLIMI è di determinare quelle proprietà ‘emergenti’ che consentiranno ai kit sviluppati in seno al progetto di risultare coerenti tra

01 | I - a. La relazione tra “Design system” e “Kit” nel processo di costruzione (Direttiva Prodotti da Costruzione - 89/106/CEE) - b. Il design system di S(P)EEDKITS e il riutilizzo dei componenti dei kit per più cicli (seed) I - a. The relation between ‘Design System’ and ‘Kit’ in the Building Sector (Construction Products Directive - 89/106/EEC) - b. The S(P)EEDKITS System design and the seed concept

and customized, targeted for a specific emergency phase, based on the best practices and taking into account that:

- the design system allows different combination of components in custom kits (for different climatic contexts; different cultures; means of transportation);
- some components will be reused in the subsequent emergency phases as a component of the next Kit, which are later delivered.

The re-usability of some components of the kits is thus the peculiarity of the S(P)EEDKITS approach, which aims to create durable kits, whom components should be ready from the very beginning relief phases but should later become useful building elements during the reconstruction phases.

The role of POLIMI in leading the “WP1 - System design: modularity & packaging” is mainly to find those

“harmonized specifications” which can be considered as a constant for many kits, not depending from different climatic and cultural environments, but also to support each partner in optimizing the relation between the different components of a kit (as each kit is a system itself) to thoroughly plan the multiplicity of their “assembled system” which they should foresee to deliver in several emergency, climatic and cultural contexts and throughout different response phases.

Basic packaging design principles for emergency response kits

At the beginning of the project, while partners started developing new ERUs and kits, MIL and POLIMI studied the means of transportation and the different levels of packaging (container, pallet, bag). To improve packaging we have analysed the solutions that

are commonly used. However, out of the 10+ kits that have to be developed within S(P)EEDKITS, some of them are completely new products so they do not have valuable benchmarks to be compared to.

The means of transportation have been analysed and mapped. A general matrix designed to evaluate the solutions has been outlined (as shown below in Fig. 2), without entering into the dimensional constraints of each one new kit. We thus concluded that a systemic design approach in designing the packaging guidelines was needed.

A Systemic Designing Process

When we approached the work of designing the packaging system we have always thought and stressed on the fact that we are dealing with a complex system. This complexity arises

Level			
Size			
Length	Outside: 6.058 (20 ft) or 12.192 mm (40 ft) Inside: 5.898 (20 ft) or 12.032 mm (40 ft)	1200 mm	If height < 2000 mm: Use Collo module sizes (length x width, in cm):
Width	Outside: 2.438 mm Door opening: 2.338 mm	800 mm (Euro pallet) 1000 mm (Block pallet)	60x40 60x20 60x10 40x30 40x20 40x15
Height	Outside: 2.591 or 2.896 mm (High Cube) Door opening: 2.280 or 2.585 mm (High Cube)	Pallet itself: ca 150 mm On top of pallet: max. 2.000 mm	40x10 30x20 30x10 20x15 20x10 15x10
Weight			
Maximum weight	Max payload (excluding weight of container): 28.325 kg (20 ft) 26.820 kg (40 ft) 28.180 kg (20 ft High Cube) 26.640 kg (40 ft High Cube)	1500 kg (Euro pallet of wood) Less if using other materials.	Max 30 kg Ideally less than 25 kg

loro e comprensibili per tutti gli utenti in un contesto emergenziale. Le proprietà riscontrate come 'emergenti' sono: (i) la resilienza, ovvero la capacità di essere resistente e duraturo per diversi cicli di utilizzo; (ii) l'auto-organizzazione, che è la capacità di trasformarsi in forme più complesse partendo da un sistema modulare; (iii) la gerarchia dell'intero sistema, le regole associative di crescita *bottom-up* a partire da un modulo base. Più specificatamente, i requisiti che stiamo prendendo in considerazione per lo sviluppo dell'intero comparto packaging del progetto S(P)EEDKITS riguardano le prerogative di leggerezza, facilità di trasporto, basso costo, semplicità, modularità, ergonomia, affidabilità, robustezza, durabilità e molteplicità. Tuttavia si ritiene che la parola-chiave più importante, da anteporre all'intera collezione di requisiti, sia "sistemico": bisogne-

rà realizzare un'integrazione e una compatibilità trasversale tra i vari nodi del sistema stesso.

Durante le prime fasi concettuali, la ricerca condotta dal partner POLIMI ha esplorato e valutato varie soluzioni di packaging trasformabili per forma, volume o funzione. Le soluzioni più interessanti, incontrate durante la ricerca sullo stato dell'arte (SOTA), sono state mappate e messe a sistema in due matrici trasversali riguardanti la forma e le trasformazioni dinamiche. La prima mappa (Fig. 3a) considera forme differenti di packaging e le mette a sistema con i materiali comunemente adottati per soluzioni d'imballaggio. In una seconda mappa (Fig. 3b) vengono invece analizzate diversi principi di trasformazione dinamica che possono essere applicati al contenitore stesso per cambiarne la forma, la funzione o il volume.

02 | Matrice con i requisiti di base del packaging per i livelli di trasporto previsti: container, pallet, bag
Matrix with basic requirements for packaging at container, pallet and bag level

from the fact that the system itself is made up of multiple nodes with multiple sub-nodes/sub-systems. Even referred to the Meadows essay (2008), designing a system (of systems) is about defining the relations between the different parts in an artifact within a boundary. The POLIMI challenge is to determine those special 'emergent' properties that make the kits developed in the whole project reciprocally harmonious and understandable for all users throughout the emergency process. The properties that we observed 'emerging' are: (i) resilience, the ability to be robust and long lasting throughout different loops of uses; (ii) self-organization, that is the capability to self transforming starting from a modular scheme to a more complex shape; (iii) hierarchy of the whole system, the associative rules of evolving form the bottom up. More

specifically, the requirements we are taking into account in the development of new concepts and packaging framework are dealing with the concepts of lightness, ease of transport, low price, simplicity, modularity, ergonomics, reliability, robustness, durability and multiplicity. However we feel that the most important keyword that we should superimpose on the whole collective work is systemic: we should try to achieve an integration and a transversal compatibility among the nodes of this system.

In the initial conceptual research phase conducted at partner POLIMI we aimed to explore and evaluate packaging/shapes solutions that through a transformation change their shape, volume or function. We have mapped some interesting solutions that have come across in our research into the state of the art (SOTA). They

are divided into two cross-matrixes of form/materials and of transformational dynamics/materials.

The first map (Fig. 3a) considers different shapes and lays them out on a matrix with various materials usually adopted in packaging solutions. In a second map (Fig. 3b) we have outlined different dynamics that can happen within the packaging itself to have it change its shape, function or volume. Starting from the state of the art drawn from other sectors and inspiring solutions distilled four different concepts that will drive the development of new packaging solutions. We looked at: (i) the rhizomes as system of systems; (ii) the nesting as the optimizing process; (iii) the identity and information layer; (iv) the handling as the key strategy for new smart packs made of textiles.

Partendo dallo stato dell'arte tratto da altri settori applicativi e studiandone le possibili ispirazioni, sono state distillate quattro diverse idee di sviluppo che rappresenteranno una guida per le nuove soluzioni di packaging. Ci riferiamo a: (i) il rizoma come sistema di sistemi; (ii) il *nesting* come ottimizzazione del processo di aggregazione; (iii) il livello di identificazione e informazione; (iv) l'*handling* come strategia chiave per nuove forme di *smart packaging* realizzate in tessuto.

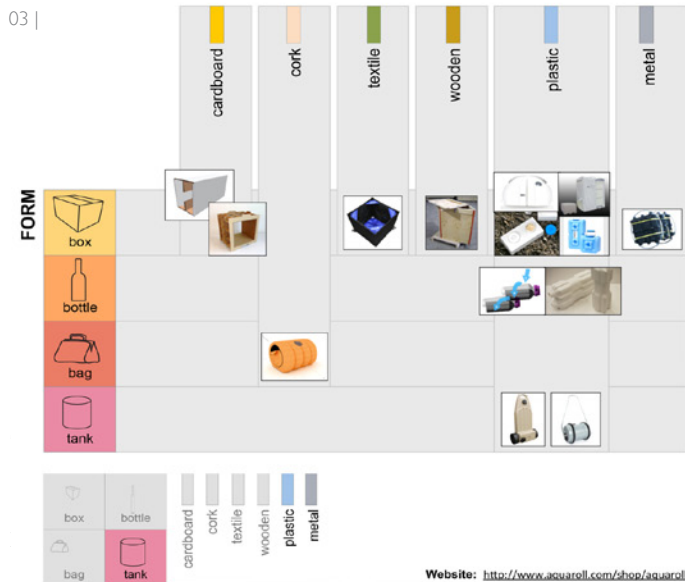
Il packaging-concept del sistema rizomatico

Esaminando le molteplici specifiche/caratteristiche dei kit, abbiamo interpretato la loro struttura sistemica come una rete rizomatica di relazioni tra i loro imballaggi, che consenta la realizzazione simultanea del set di requisiti sopra descritti dalle parole-chiave e di seguito dalle idee/concept di sviluppo.

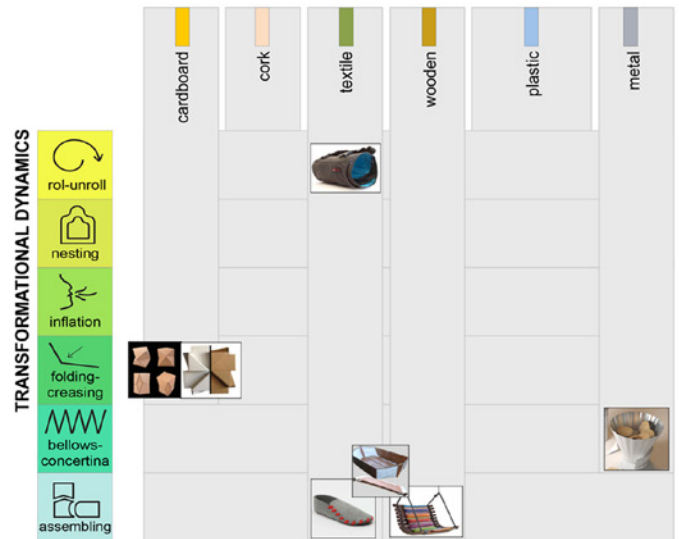
Gilles Deleuze e Félix Guattari (1983) usano il termine “ri-

zoma” e “rizomatico” per descrivere la teoria e la ricerca che permette la rappresentazione dei dati e l'interpretazione di una rete non gerarchizzata a molteplici entrate e uscite. In *A Thousand Plateaus* si oppongono a una concezione arborescente della conoscenza, che lavora con le categorie dualiste e le scelte binarie. Un rizoma funziona con connessioni planari e transdisciplinari, mentre un modello arborescente funziona con connessioni verticali e lineari (Deleuze e Guattari, 2004).

Il sistema packaging deve essere pertanto sviluppato in modo che tutti gli elementi siano compatibili orizzontalmente in termini di accatastamento, carico, trasporto e assemblaggio. Il risultato ideale sarebbe una famiglia coerente e omogenea di tipologie d'imballaggio in grado di interagire tra loro. Per “interazione” si intende la capacità degli elementi del sistema S(P)EEDKITS di poter comunicare sui diversi livelli che stiamo considerando come concept: dovrebbero essere compatibili per dimensioni, ottimizzati nel volume, modulari, leggeri, faci-



AQUAROLL



ORIGAMI BOAT



li da gestire, semplici da riconoscere, comprensibili nelle istruzioni d'uso, compatibili tra loro in termini di identità visuale. La visione è di sviluppare dispositivi di trasporto singoli, ciascuno associato ad un kit, che possano funzionare sia di per sé sia associati al packaging degli altri kit, e che diano origine a varietà differenti di 'semi' che potranno adattarsi 'geneticamente' al contesto locale.

In seguito alla stesura dei concept, POLIMI ha valutato lo stato di avanzamento dei diversi kit dal punto di vista della conformità ai requisiti e alle condizioni di packaging. Insieme ai coordinatori dei vari workpackages, sono stati inoltre selezionati i kit con cui si è deciso di procedere ulteriormente con la prototipazione delle soluzioni pilota del packaging.

Il Concept del Nesting Modulare

bro e il peso dei kit, dando origine a delle soluzioni che possano lavorare a qualsiasi livello, dalla borsa al pallet, fino al container.

Lo sviluppo del MNC e la sua declinazione in "soft", "flat" e "hard" sono stati al centro delle attività di ricerca di POLIMI relative al WP1, nel corso delle quali ci si è concentrati sul rendere il processo di packaging e l'intera catena logistica più semplici possibili, e sul migliorare le modalità di etichettatura, identificazione e gestione dei diversi kit.

Particolarmente significativa è la progettazione dell'elemento-base o componente a livello della borsa (*bag level*), utile ad essere moltiplicato ed movimentato nei livelli successivi di trasporto (*pallet e container*). Realizzata con tessuti tecnici durevoli, la

borsa deve essere abbastanza flessibile da diventare l'elemento fondante su cui sviluppare il sistema modulare.

Il modulo-base, dimensionato al livello *bag*, ha un formato minimo derivato dai sottomultipli dell'Euro-Pallet (120x80 cm). L'altezza può variare e dipenderà dal kit, ma sarà anch'essa standardizzata. I moduli deriveranno dalle dimensioni dei contenitori comunemente chiamati *Euro-box* o *Euro-container*. Nelle due famiglie di scatole vi è una replica ciclica delle dimensioni, che ci porta a identificare un massimo di 6 formati utili per poter facilmente variare la composizione del carico. Alcuni kit – ad esempio lo *shelter* ultraleggero di base chiamato "Tipo 1" (T1) – possono essere imballati in moduli da 120x40 cm, ottimizzando così il carico di più elementi, anche differenti, sul pallet.

La ricerca sui materiali è ancora in corso, ma una visione preliminare si è focalizzata sui fogli laminati HDPE/carta Kraft, sui film non tessuti, sulle fibre tessili in PP o PE, sul cartone ondulato, sulla plastica stampata a iniezione e sull'alluminio. L'imballaggio, inoltre, indicherà il materiale di cui è fatto e, eventualmente, quello contenuto all'interno del kit, e offrirà le indicazioni per i suoi altri usi o per lo smaltimento/riciclo.

Si è inoltre lavorato sul design del packaging e dei kit per renderli compatibili tra loro, e sulle strategie di miglioramento mirate a massimizzare le capacità di portata del packaging, gestirne al meglio la composizione modulare del carico, ridurne i vuoti e limitarne la manipolazione.

from a subset of the Euro-Pallet (length = 120cm; width = 80cm). Height might vary and will depend on the kits, it will be also standardized. Those modules are derived from what is commonly called euro-box or euro-container. There is a cyclical replication of the sizes across the two different families of sub-modules and we will end up with a maximum of 6 sizes that will satisfy our need for variation. Some kits - e.g.: the ultra-light shelter named Type 1 (T1) - could be packaged in a 120x40 module that could accommodate multiple items on the pallets. The research on materials is still ongoing, but as a preliminary insight we focussed our research work on layered HDPE/Kraft Paper, on non-woven textiles, on PP or PE woven textiles, on corrugated cardboard, on inject-molded plastic and aluminium.

The packaging will also indicate the material it is made of and possibly those contained in the kit with directions for further uses or for the end of life/recycling.

We worked on the design of the packaging and of the kits to be compatible and on the optimization strategies targeted at maximizing occupation, managing modular composition of items in the load, reducing voids, and minimizing the handling.

The Visual Identity Concept

The identity concept deals with the way packaging, and finally the whole system, is identified and identifiable. This area of the project intervenes on a layered set of instances, as we have to deal with the system identity on a 'brand' level as well as on a functional one. The brand level of the identity is what should characterize all

the kits as part of the S(P)EEDKITS system and family. This is maybe not true for every kit but we can assume it is a good basement for a start.

The goal of the identity concept is thus to integrate an 'across the board' tagging-labelling-information-instruction-branding communication system for the whole S(P)EEDKITS project.

A specific research into the colour coding and branding has been conducted by POLIMI with the Organisations that within the consortium are active in the field (namely IFRS, NLRC, NRC) and a visit has been organized to the German Red Cross (GRC) Logistic Centre in Berlin to further explore and experience the matter of packaging, stock management, logistic and markings. We have studied the way GRC labels their equipment. They use a mixed

colour/text labels system that refers to a coding system that is well known within the organization that might, however, not work so well with 'outsiders' who are not familiar with the markings and abbreviations.

We have also explored ways to render accessible the colour code of the kits to people that suffer from colour blindness. One approach that we found really interesting is the one introduced within the ColorADD project (www.coloradd.net).

Starting from those assumptions we will have to work on layered system, where S(P)EEDKITS identity is clearly communicated and always present together with all the contents related to tagging-labelling-information-instruction, while keeping an open possibility for customization for the acquiring organization.

Il Concept dell'Identità Visuale

Il Concept dell'Identità Visuale affronta il modo in cui il packaging, e in generale l'intero sistema, è identificabile. Il tema affronta più livelli di istanze, dal "brand" utile al riconoscimento fino agli aspetti funzionali. Il livello "brand" rappresenta l'elemento di riconoscimento e di appartenenza al sistema S(P)EEDKITS.

L'obiettivo del concept è dunque integrare 'a tutto campo' il sistema di etichettatura-informazione-istruzioni-marchio per l'intero progetto S(P)EEDKITS.

Insieme alle organizzazioni interne al consorzio e attive nel settore (IFRC, NLRC, NRC), POLIMI ha condotto uno studio specifico degli attuali codici colore e dei sistemi di etichettatura. È stata anche organizzata una visita al centro logistico della Croce Rossa Tedesca (GRC), a Berlino, per esplorare ulteriormente le condizioni di imballaggio, la gestione delle scorte, la logistica, l'etichettatura. Abbiamo anche studiato il modo in cui GRC etichetta le proprie attrezzature. Usano un sistema misto di colori e testo che si riferisce a una codifica ben nota all'interno dell'organizzazione, poco comprensibile per gli utenti e operatori 'esterni', che hanno poca familiarità con specifiche marcature o sigle. Abbiamo inoltre esplorato come poter rendere accessibile i codici dei kit alle persone che soffrono di daltonismo. Un approccio che abbiamo trovato davvero interessante è quello introdotta all'interno del progetto ColorADD (www.coloradd.net).

Partendo da questi presupposti, si dovrà ancora lavorare su un sistema a più livelli, in cui l'identità di S(P)EEDKITS è chiara e sempre presente insieme a tutti i contenuti all'interno di ogni marcatura / etichettatura / informazione / istruzione, ga-

rantendo comunque la possibilità di personalizzazione da parte dell'organizzazione acquirente.

L'Handling come strategia chiave per nuove soluzioni di packaging tessile

Dato che S(P)EEDKITS dà molta importanza alle soluzioni leggere facilmente trasportabili, si stanno sviluppando alcuni kit dimensionati al livello *bag* (come gli *shelter* in fase di prototipazione all'interno del workpackage WP2) e con un'attenzione particolare alla resistenza, durata e protezione del packaging. Per ottimizzare una borsa tessile (3° livello del packaging) abbiamo analizzato le diverse modalità di trasporto manuale degli oggetti. Questa parte della ricerca si è confrontata fortemente con le abitudini e le tradizioni delle culture locali, e con le loro differenze. Le tre principali tipologie di trasporto 'umano' possono essere così riassunte: (i) trasporto per sollevamento; (iii) trasporto per rotolamento o lo slittamento; (iii) trasporto sul corpo (testa, spalle...) come evidenziato in fig. 4. Questa panoramica ha aiutato a chiarire le metodologie di trasporto sull'ultimo miglio dei kit: rivestono dunque un ruolo importante durante la progettazione del packaging. Bisogna quindi concentrarsi sull'adozione di sistemi semplici di trasporto manuale, riducendone al minimo i rischi connessi.

Definizione delle istruzioni e primo progetto pilota

POLIMI ha utilizzato lo *shelter-kit* di base (T1 - *Clever roof*) come progetto pilota per sviluppare un sistema di packaging facilmente trasportabile e che integri in modo comprensibile le istruzioni e le etichette. Lo sviluppo degli altri kit verrà supportato, nei prossimi mesi,

Handling as the key strategy for new smart packs made of textiles

As S(P)EEDKITS is focused on light-weight solution easy to transport, partners have been developing several bag-based kits, like the shelters of the WP2, with a keen eye on the resistance, durability and protectiveness of the packaging.

To optimize a textile bag (third packaging level) we have analysed different ways of human-handling the objects. This is also an area of research that has a lot to do with habits, cultures and traditions and their differences. The three main ways that we could map are: (i) Lifting; (ii) Rolling or sledging; (iii) Transporting on-body (head, shoulders...), as shown in Fig. 4.

This overview gives us a panorama of the different conditions that we are going to be dealing with during the

transportation of our packaging and that we had considered when designing it. We should thus focus on integrating easy ways of handling and transporting the kits while minimising the inherent risks connected to the transport and use.

Definition of the kits Instruction and the first pilot project

POLIMI has used the T1 basic sheltering kit (so-called *Clever roof*) as a first pilot project to show the possible integration of packaging solutions with ease of transportation and with the integration of a visual instruction/checklist system. Further kits' development is going to be supported by the packaging and instruction manual guidelines in the next months. In particular, as the POLIMI team is also involved in the development of the

sheltering working package (WP2) we are working - together with the other WP2 partners and under supervision of IFRC which coordinates the WP2 - to create an appropriate bag for the family sheltering kit named T3 (responsible partners: SIOEN and POLIMI) and for the collective shelter kit named T2 (partner: POLIMI).

We firstly worked on the definition of the guidelines for the kits instructions and we later have developed the WP2/T1 (responsible partner: VUB) pilot example². As per those guidelines the instructions should include pages: 1: General presentation of the kit; 2: Warnings; 3: a general view of the product; 4: Check list and instructions in general; 5: Specific Instruction; 6: FAQ and problem solving.

A further development has been envisioned in the implementation of a wiki

based system to keep a centralized, always updated, repository of the instructions and of the feedbacks, troubleshooting suggestions, and manuals for every kit.

The idea of the integrated packaging and sheltering solution of T1 is that the roof membrane itself is a surface attached to the packaging that contains it. On top there will be an independent pocket-band that will host the material that goes with the T1 together with the printed instructions. The bag is designed with a rollable aperture to weatherproof the content and with a flexible strap system that can be used for transportation with different settings as well as for fixing the bag on the pallet. The bag remains than attached to the roof membrane and once it is twisted inside-out it can be used as a protected/elevated storage



dalle linee-guida di imballaggio e dal format per il manuale di istruzioni. In particolare, il team POLIMI è coinvolto anche nei lavori del workpage WP2 finalizzato al design dei nuovi *shelter*. Insieme agli altri partner del WP2 e sotto la supervisione di IFRC, POLIMI sta sviluppando una borsa anche per il trasporto del T3 - *Family shelter* (partner responsabili: SIO-EN e POLIMI) e del T2 - *Collective shelter* (partner: POLIMI). In primo luogo, si è lavorato sulla definizione delle linee-guida per le istruzioni dei kit. Abbiamo poi sviluppato il packaging del kit T1 (partner responsabile: VUB) come esempio pilota². Secondo le linee-guida le istruzioni dovranno includere le pagine: 1: presentazione generale del kit; 2: avvertenze; 3: visione generale del prodotto; 4: elenco dei componenti e le istruzioni in generale; 5: istruzioni specifiche; 6: FAQ e risoluzione dei problemi.

Un ulteriore sviluppo prevedrà la realizzazione di un sistema wiki per mantenere un controllo centralizzato e sempre aggiornato delle istruzioni, un archivio dei feedback e dei suggerimenti per la risoluzione dei problemi e i manuali di ogni kit. L'idea per il packaging dello *shelter* T1 è di integrare la membrana del tetto alla borsa che la contiene. All'estremità superiore della sacca, una bandoliera conterrà il materiale utile all'installazione e le istruzioni stampate. La borsa è progettata con una chiusura arrotolabile per impermeabilizzare il contenuto, e con un sistema di cinghie flessibili che possono essere regolate per differenti tipologie di trasporto, oltre che per bloccare la borsa al pallet. Una volta installato il T1, la borsa rimarrà unita alla membrana tessile del tetto e potrà essere usata per la conservazione elevata di beni utili agli utilizzatori (fig. 5).

04 | Modalità di trasporto manuale degli oggetti. Fonte: www.defense.gov; <http://www.collettefoundation.org/>; <http://life.time.com/>; <http://www.unocha.org/>; <http://malloryontravel.com/>
Ways of human-handling the object.
Source: www.defense.gov; <http://www.collettefoundation.org/>; <http://life.time.com/>; <http://www.unocha.org/>; <http://malloryontravel.com/>

for the inhabitants (Fig. 5).

Conclusion and deviations

This article is intended to describe the on-going work on the design and packaging of new kits for emergency aid. This work is a key part of the S(P)EEDKITS project. The POLIMI group' skills, both in terms of Industrial design and of Technology of architecture, have been contributing to the envisioning of a new kind of ultra-lightweight, transformable structures. Furthermore, this article mainly presented the research methodology and the systemic design approach we used to optimize the different emergency kits. Through the collaborative research work of partners, the packaging system has been redefined and its requirements have been outlined so that the envisioned solutions are able to adapt in relation

to the specific context, to the needs of end users and to their cultures. Finally a first packaging pilot project is presented, introducing the future research development, in terms of the integration between the shelter-kits and their functional, reusable packaging.

NOTES

¹This paper is made possible by the European project S(P)EEDKITS. S(P)EEDKITS has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° 284931 (for more info, see also www.speedkits.eu).

²The pilot packaging and instruction has been designed with the collaboration of POLIMI Product Service System Design MSc Students Enrica Battiston, Marco Fogaccia, Nicoletta

Marangoni, Lucia Oggioni.

- Deleuze, G., & Guattari, F. (1983), *On the Line*, Semiotext(e), New York.
- Emmer M. (2008), *Bolle di sapone. Tra arte e matematica*, Bollati Borin-ghieri, Torino
- Farrauto, L. (2005), *Wayfinding in the medina*, Master Thesis, unpublished
- Gehring, H., & Bortfeldt, A. (1997), "A Genetic Algorithm for Solving the Container Loading Problem", in *International Transactions in Operational Research*, Vol. 4, Issue 5-6, pp. 401-418
- International Federation of the Red Cross (2009), "Referral hospital physi-cal set up with colour codes", available at: http://procurement.ifrc.org/catalogue/upload/products_data/files/3_304.pdf (accessed 2 August 2013)
- Kröger, B., Schwenderling, P., & Vornberger, O. (1993), "Parallel genetic packing on transputers", in J. Stender (Ed.), *Parallel genetic algorithms: theory and application*, IOS Press, Amsterdam, pp. 151-186
- Logistic Cluster (2013), "Logistic Operational Guide", available at: <http://log.logcluster.org/> (accessed 2 August 2013)
- Martignoni, M., Melzi, L., Minoia, R. (2012), *TenT-RE: Progetto di un siste-ma costruttivo evolutivo tessile per le diverse fasi di emergenza*. Politecnico di Milano, M.Sc. thesis in Architecture, Supervisor A. Zanelli A., Advisor R. Maffei
- Meadows D. H. (2008), *Thinking in Systems: A Primer*, Chelsea Green Pub-lishing, White River Junction, VT
- Nearfield Touch Research Group. (n.d.), available at: <http://www.nearfield.org/about> (accessed 2 August 2013)
- Prosser, P. (1988), "A hybrid genetic algorithm for container loading", in *Proceedings of the 8th European Conference on Artificial Intelligence*, Pitman, London/Boston, pp. 159-164
- Rabaioli, F. (2013), *Packaging e Toilets; analisi delle culture del bagno e ela-borazione di concept per il miglioramento delle condizioni igieniche in con-testi di emergenza*. Politecnico di Milano, B.Sc. thesis in Architecture and Production, Supervisor A. Zanelli, Advisor S. Viscuso
- Severgnini, M. (2014), *(RUOTA)²; Analisi e sviluppo di soluzioni innovative per il trasposto e l'imballaggio di shelters in un contesto emergenziale*. Po-lytecnico di Milano, B.Sc. thesis in Architecture and Production, Supervisor A. Zanelli, Advisor S. Viscuso
- Wikipedia (2013), "Internet of Things", available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_Things (accessed 2 August 2013)
- Zanelli, A., Monticelli, C., Viscuso, S., Mazzola, C. (2013), "Parametric design and the manufacturing process of an ultra-lightweight roof system for humanitarian relief contexts", in *Proceedings of the 1st Conference Trans-formables 2013*, Starbooks, Seville, pp. 305-310