

TRABAJO DE FIN DE GRADO | GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

ARQUITECTURA DE EMERGENCIA

PROTOTIPOS CONTEMPORÁNEOS EFÍMEROS



AUTORA: LUCÍA MUÑOZ MÍNGUEZ

TUTOR: IVÁN I. RINCÓN BORREGO

SEPTIEMBRE 2015

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA | UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ABSTRACT

"Emergency architecture: ephemeral contemporary prototypes" is a study about the shelters developed to address emergency situations, such as natural disasters or civil conflicts, as well as the role and implication of architects in this field of growing importance.

First of all, a background of selected examples from the history of architecture, both traditional and modern, shows certain solutions, design criteria or utopias which can be inspiring for contemporary prototypes.

Secondly, the key criteria of emergency architecture are listed and defined. These principles are exemplified through a selection of eight case studies. These prototypes cover different locations, materials, construction and structural systems, degree of prefabrication, scales, response times and duration in time.

Finally, the prototypes are compared and evaluated by graphic and schematic means, allowing to draw conclusions from their study.

KEY WORDS: Architecture, Emergency, Ephemeral, Prototypes, Shelter

RESUMEN

“Arquitectura de emergencia: prototipos contemporáneos efímeros” versa sobre los refugios desarrollados para hacer frente a desastres naturales o conflictos civiles, así como sobre la implicación y la labor del arquitecto en este campo de relevancia creciente.

Se enmarca en una selección de antecedentes, tradicionales y modernos, que apuntan soluciones, actitudes, criterios de diseño o utopías inspiradoras para los prototipos sobre los que trata el trabajo.

A continuación, se enumeran y definen los principios clave de este tipo de arquitecturas. Estos criterios son ejemplificados a través de una selección de ocho prototipos, los cuales engloban diferentes localizaciones, materiales, sistemas constructivos y estructurales, grados de prefabricación, escalas, tiempos de respuesta y duración en el tiempo.

Posteriormente se establecen relaciones, comparaciones y valoraciones de los prototipos, tanto entre sí como con los antecedentes, de manera gráfica y esquemática, para finalmente extraer conclusiones y reflexiones de su estudio.

PALABRAS CLAVE: Arquitectura, Emergencia, Efímera, Prototipos, Refugio

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN 4

II. ANTECEDENTES 5

 II.a. ARQUITECTURA NÓMADA TRADICIONAL 6

 II.b. ARQUITECTURA MODERNA 9

III. PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA 17

IV. CASOS DE ESTUDIO: PROTOTIPOS CONTEMPORÁNEOS EFÍMEROS..... 21

 PROTOTIPO 1 | LONGBAD SUPERADOBE 22

 PROTOTIPO 2 | PAPER LOG HOUSE 26

 PROTOTIPO 3 | CONTAINER TEMPORARY HOUSING 30

 PROTOTIPO 4 | CONCRETE CANVAS 34

 PROTOTIPO 5 | ESCUELA FLOTANTE EN MAKOKO 38

 PROTOTIPO 6 | SISTEMA DE VIVIENDAS DE REACCIÓN EXO 42

 PROTOTIPO 7 | IGLOO SATELLITE CABIN 46

 PROTOTIPO 8 | LIFE BOX 52

V.	RELACIONES ENTRE EJEMPLOS	56
V.a.	LOCALIZACIÓN	57
V.b.	LÍNEA TEMPORAL	58
V.c.	CARACTERÍSTICAS	59
V.d.	COSTE Y DIMENSIONES	60
V.e.	ASOCIACIÓN CON ANTECEDENTES	61
VI.	CONCLUSIONES	62
VII.	BIBLIOGRAFÍA	66

I. INTRODUCCIÓN

La arquitectura de emergencia podría definirse como la respuesta constructiva a la necesidad de protección o refugio en una situación de desastre.

Si bien cabría entender esta rama de la arquitectura como una disciplina de respuesta inmediata y carente de reflexión, en realidad va mucho más allá. Se trata, de alguna manera, de una vuelta al origen, una oportunidad de reconectar con las necesidades más básicas del ser humano y su relación con el espacio arquitectónico para garantizar su supervivencia.

En las situaciones de emergencia, son muchos los campos en los que la contribución del arquitecto resulta clave: desde la prevención de daños en las mencionadas situaciones extremas, la planificación de nuevos territorios, la identificación de necesidades, la organización de la intervención, el desarrollo de nuevas formas de habitar tras un desastre, la identificación de los materiales o la forma de construir más adecuados.

Desde cierto punto de vista y como veremos a continuación, se puede afirmar que este tipo de arquitectura busca, en ocasiones, la trascendencia por medio de la materialidad, el reconocimiento y, de forma paradójica, la permanencia en el tiempo. La arquitectura de emergencia, aunque de carácter efímero, consigue trascender debido a la importancia intrínseca de la labor que desarrolla.

II. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia encontramos numerosas maneras de habitar el medio natural que, de una forma u otra, comparten características, objetivos o necesidades con las soluciones de emergencia. Si bien éstas últimas son el objeto principal de este trabajo, las primeras han servido de influencia e inspiración a muchas de las arquitecturas más contemporáneas. Por este motivo se presentan a continuación una serie de soluciones, tradicionales y modernas, como antecedentes de los prototipos que más adelante se analizarán.

Por una lado, las arquitecturas nómadas tradicionales son uno de los mejores referentes en este sentido. Tal como refiere Bernard Rudofsky, se trata de “arquitecturas sin arquitecto”¹ que responden a necesidades básicas a través de soluciones adaptadas al medio y comprobadas en el tiempo. Resultan sostenibles y emplean ingeniosamente los recursos materiales y constructivos a su alcance para garantizar la supervivencia.

Por otra parte, la arquitectura moderna también contiene numerosos ejemplos que pueden servir como referencia, especialmente por poner el acento en aspectos como la estandarización, la relevancia de las condiciones climáticas o ciertas visiones utópicas de la arquitectura del siglo XX que forman parte del acervo arquitectónico del que nacen casos de estudio.

En ese sentido, a continuación se analizan y describen algunos ejemplos, tradicionales y modernos, que desde diversos puntos de vista se encuentran próximos a la idea de arquitectura de emergencia.

1. Título del texto de Bernard RUDOFKY; Architecture without Architects. Academy Editions, London 1964, sin paginar. El texto de Rudofsky es consecuencia de la muestra homónima Architecture Without Architects mostrada en el MOMA entre el 9 de Noviembre de 1964 y el 7 de Febrero de 1965, organizada por dicho autor, donde se ejemplifica el valor inspirador de la arquitectura anónima con imágenes que van desde las construcciones del desierto del Gobi hasta pueblos Mediterráneos como Mojacar.



Figura 1 | Iglú en construcción, acuarela de Ralph Erskine

II.a. ARQUITECTURA NÓMADA TRADICIONAL

Iglú

El primer ejemplo a reseñar en este trabajo sobre prototipos efímeros es, sin duda, una de las mejores respuestas arquitectónicas que el ser humano ha concebido para un clima extremo y, por ende, para una situación de emergencia: se trata del iglú. Este tipo de edificación es empleada por los inuit en zonas heladas de Alaska y la Antártida. Sus particulares características lo convierten en un paradigma de la arquitectura sostenible y efímera.

En primer lugar el iglú destaca por su rapidez de construcción. Éste puede ser llevado a cabo por dos inuit en 30 minutos, lo que en una tormenta de nieve puede suponer la diferencia entre la vida y la muerte.

Por otra parte, el iglú emplea como único material nieve dura y seca, y como única herramienta un cuchillo para ser realizado en su totalidad. La técnica de construcción es simple y efectiva. Los bloques de nieve se extraen del interior de una circunferencia que delimita la planta. Se disponen alrededor del perímetro, en espiral ascendente. Las juntas se rellenan con nieve. Se trabaja desde dentro, creando un habitáculo semienterrado con la profundidad de un bloque.

La estructura resultante tiene forma de cúpula y trabaja a compresión. Su perfil aerodinámico soporta el viento durante las tormentas y se consolida a medida que pasa el tiempo, con la caída de la nieve y el frío exterior. Además, el material deja pasar parte de la luz solar, no así el frío, pues la baja densidad de la nieve le confiere valor aislante, lo que redunda en la creación de un refugio apacible.

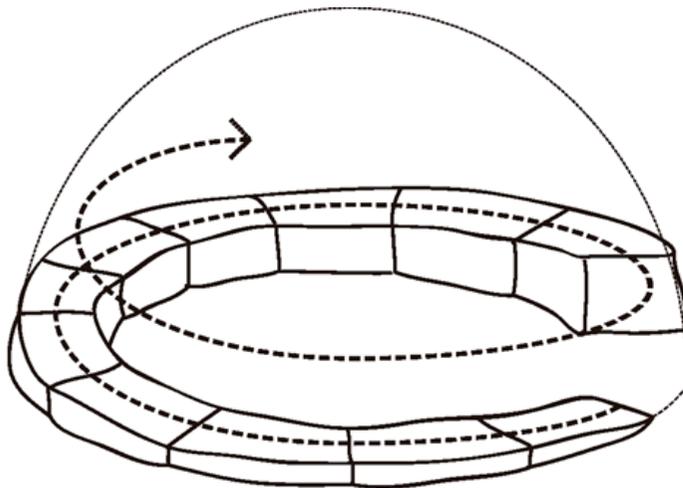


Figura 2 | Proceso constructivo del iglú

Finalmente, cuando el iglú se ensucia o no se necesita es abandonado, con un impacto mínimo o incluso nulo para el entorno.

Tipi

El tipi es un ejemplo de construcción reutilizable para campamentos nómadas, constituida por una estructura portante de elementos lineales que se cierra con un material de cubrición ligero y plegable. Este tipo de estructura, coloquialmente llamada “tienda de campaña” fue empleada con asiduidad por las tribus indígenas de las llanuras centrales de Norteamérica, si bien, como concepto de refugio, la idea de “tienda” o “campamento” no es exclusivo de ellas, pues encontramos ejemplos de estructuras similares en multitud de culturas, desde Oriente a Occidente, desde los campamentos militares griegos y romanos de la Antigüedad, hasta los asentamientos Bereberes del Norte de África, entre otras muchas.

El tipi puede ser levantado o desmontado en un tiempo aproximado de dos horas por dos personas². Con un diámetro habitual de cuatro o cinco metros, la estructura de postes de madera en forma de cono asimétrico se recubre con piel de búfalo. Tres postes se alzan primero, con un único nudo y en forma de trípode, apoyándose en ellos los demás, envolviéndose con cuerda el punto superior y anclándose dicha cuerda al terreno. La cobertura se fija al último poste y se desenrolla alrededor de la forma cónica. Dos postes más delgados se unen a las terminaciones superiores de la cobertura y sirven para regular la apertura de ventilación.

La forma resultante es resistente y estable frente al viento, y proporciona un gran nivel de confort, tanto en verano como en invierno. Habitualmente sus moradores habilitaban un hogar en el interior, que unido a una eficiente ventilación regulable permitía aportar calidez en verano y frescor en invierno.



Figura 3 | Tipi indio

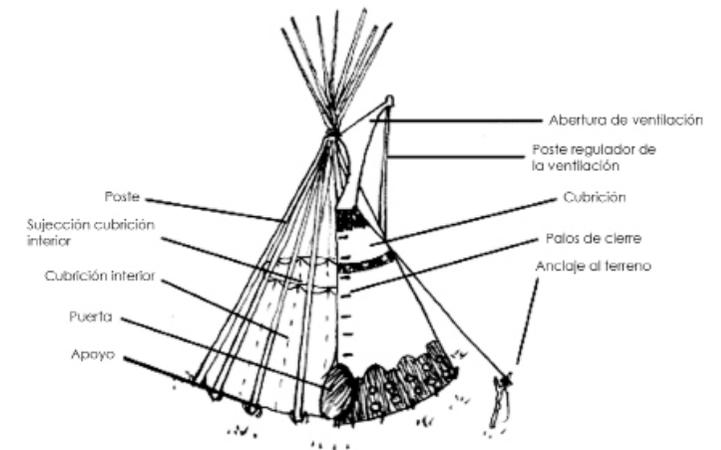


Figura 4 | Partes del tipi

2. Tradicionalmente, eran las mujeres las encargadas de levantar los tipis. Véase <http://www.inoxidables.net/nacionesindias/tipi.htm>.



Yurta

La yurta mongol o *ger* es una vivienda nómada tradicional que, al igual que el tipi, entra en la categoría de la idea de campamento, si bien, en este caso es empleada en las llanuras de Mongolia.

Esta estructura puede montarse en menos de un día empleando paja, madera y lonas de lana. En primer lugar se dispone el cerramiento exterior o *jana*, compuesto por un entramado de listones de madera siguiendo una directriz circular junto con la puerta. En la *jana* se apoyan las vigas, dispuestas de forma radial y llegando hasta un anillo central, que permite la ventilación y la entrada de luz a la vivienda. El recubrimiento exterior se realiza con una capa de paja, para aportar aislamiento, cubiertas a su vez mediante lonas que protegen del viento y la humedad. Finalmente, unas cintas de sujeción ancladas a los extremos de la puerta rodean la *jana* soportando las tracciones. A diferencia de los ejemplos anteriormente mencionados en este caso el interior se compartimenta mediante una cortina que separa las zonas privadas del espacio común.

El resultado es una estructura de planta circular que no requiere pilares centrales³, tampoco cuerdas o anclajes al terreno para su estabilidad, y es fácilmente desmontable para su traslado. En términos de confort funciona bien frente al calor y al frío. Así mismo la parte superior puede abrirse para una correcta ventilación.

Figura 5 | Yurta o ger



Figura 6 | Proceso de desmontaje

3. Excepto en tamaños muy grandes, en los que sí se disponen dos pilares en la zona central. Véanse [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-326671/arquitectura-vernacula-yurtas-viviendas-nomades-en-mongolia>] y [<http://suite101.net/article/el-ger-o-yurta-la-casa-tradicional-de-los-nomadas-mongoles-a63686#.VcoLmfntmkqj>].

II.b. ARQUITECTURA MODERNA

A lo largo de la arquitectura del siglo XX no es posible encontrar una corriente arquitectónica claramente orientada hacia las respuestas constructivas de emergencia. No obstante, si nos circunscribimos a la obra de ciertos autores escogidos, sí es posible detectar en algunas de sus obras una sensibilidad próxima a nuestros intereses. En ese sentido nos gustaría referirnos a diversas obras de autores como Le Corbusier, Jean Prouvé y Ralph Erskine, que destacan por atender, en sus respectivos contextos, a enfoques arquitectónicos que atañen a la temporalidad de la edificación, la flexibilidad funcional, el diseño eficiente, la economía de recursos e incluso la autoconstrucción.

En el caso de **Le Corbusier**, una de las propuestas más interesantes para el presente estudio es la *Casa Loucheur* (1929), se trata de un prototipo no construido, ideado por el arquitecto francés tras la promulgación de la ley homónima en 1928 para la edificación de un gran número de viviendas sociales. Dada la escasez de vivienda en Francia, el Ministro de Trabajo y Previsión Social entre 1926 y 1930, Luis Loucheur, promueve dicho plan de construcción de viviendas sociales financiadas por el Estado, al que Le Corbusier se suma con una propuesta de carácter industrializado, pensada para ser construida de forma rápida y barata.

El proyecto, encargado directamente por Luis Loucheur a Le Corbusier, se concibe en apenas seis meses⁴. La propuesta emplea un muro levantado previamente para arriostrar las viviendas, que a su vez funciona como medianera. Éste sería fácil de ejecutar con medios autóctonos e incluso podría ser autoconstruido por los futuros habitantes. Los demás elementos de la casa son prefabricados, concebidos para poder transportarse en vagones, incluido el equipamiento interior, y pueden montarse en pocos días. La superficie de 49 m² se aprovecha

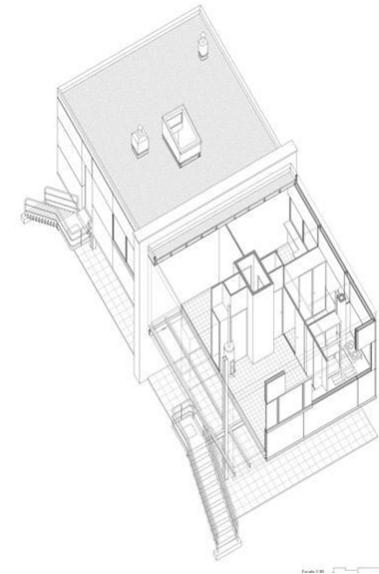


Figura 7 | Axonometría Casa Loucheur



Figura 8 | Vista de la Casa Loucheur

4. Véase Willy BOESIGER (ed.) *Le Corbusier & P. Jeanneret. Oeuvre Complète 1924-1934*. Les Editions d'Architecture Zurich, Zurich, 1985, p. 48. Ver También Willy BOESIGER; *Le Corbusier. Obras y Proyectos*. Gustavo Gili, Barcelona 1995, p. 30.

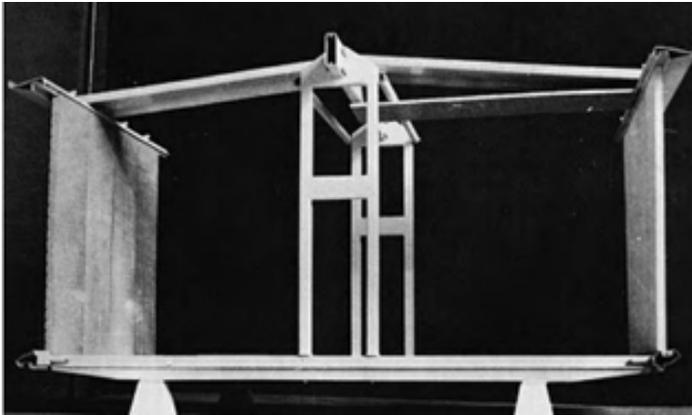


Figura 9 | Maqueta de un barracón desmontable

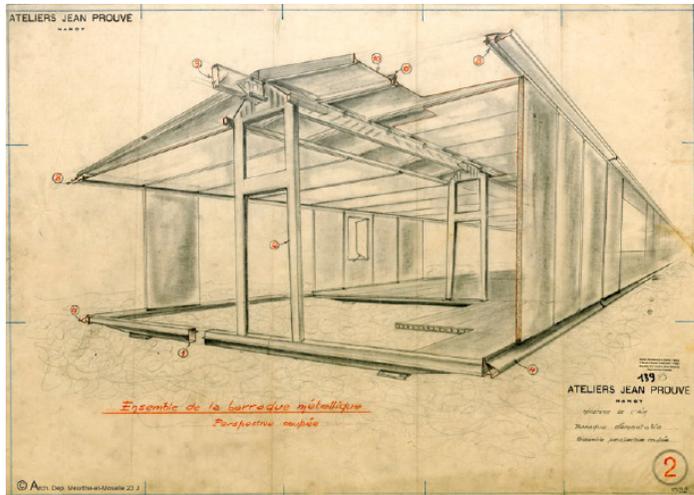


Figura 10 | Perspectiva del barracón desmontable

5. Para mayor información de las obras reseñadas a continuación ver Nils PETERS; *Jean Prouvé 1901-1984: la dinámica de la creación*, Taschen, Köln 2006, p. 34 y sig.

de manera flexible gracias a elementos móviles que se adaptan a las funciones de día y noche. Finalmente, el cerramiento se realiza con una doble piel de paneles prefabricados. Por todo ello constituye un ejemplo pionero de construcción de bajo coste en los cauces de la sensibilidad del Movimiento Moderno.

Por su parte, el arquitecto e ingeniero **Jean Prouvé**, colaborador de Le Corbusier en proyectos como La Unidad de Habitación (1947-52) diseñó a lo largo de su trayectoria toda una serie de prototipos experimentales, en los que la modulación, la prefabricación y la innovación buscaban una arquitectura que se adaptase a los tiempos modernos, íntimamente ligada a los procesos industriales y los nuevos materiales⁵.

Entre sus obras iniciales de mayor interés caben destacar los *Barracones desmontables* (1939) fruto del concurso convocado por el Ministerio del Aire francés en 1938. Prouvé desarrolló un tipo de barracón para doce habitantes que pudiera montarse en tres horas a través de una estructura de portante con bastidor exterior forrada de paneles de madera. A raíz de esta propuesta, y rediseñando por completo su estructura mediante un único pórtico central formado por dos postes unidos, embebidos sobre vigas que a su vez se soportan mediante cuatro apoyos, Prouvé desarrolla en 1939 y 1947 las *Maisons à portiques*. Su particular estructura se cerraba superiormente con una cubierta ligera a dos aguas apoyada tanto en el pórtico central como en las fachadas. Todo el conjunto se encontraba ejecutado por piezas de peso inferior a cien kilos y longitudes menores de 4 metros, en aras de posibilitar su transporte en camión. Así pues, estos últimos pabellones desmontables representaban el perfeccionamiento de los anteriores, y al igual que aquellos, respondían a la revolucionaria idea concebir la arquitectura como un proceso de montaje rápido y sencillo, antecedente conceptual primario de soluciones posteriores.

Las *Casas tropicales* (1949-51) de Jean Prouvé son modelos perfeccionados de sus *Maisons à portiques*. Concebidas desde su origen para estar situadas en lugares remotos de climas cálidos y lluviosos como Níger y el Congo, su fabricación y montaje tienen muy en cuenta no sólo el clima, sino también los medios para su transporte, así como los medios necesarios para su construcción, por lo que resulta un ejemplo de gran interés.

Éstas viviendas fueron diseñadas para ser transportadas en avión y montadas en menos tiempo que las respuestas tradicionales al clima. Se construían empleando únicamente piezas metálicas estandarizadas, desde paneles de fachada con diversos tipos de huecos, a vigas y lamas de ventilación. Todo ello podía ser montado sin la necesidad de maquinaria pesada.

Como evolución de los sistemas constructivos anteriormente citados, Prouvé diseñó la sección de las casas tropicales sobre una base elevada. La vivienda contaba con un interior a modo de *cella*, rodeada por una galería con cobertura exterior y *brise-soleils*, que proyectaban sombra y regulaban la ventilación del interior, todo ello ayudado a su vez por una doble cubierta. La incorporación de dicha galería perimetral a modo de segunda piel, junto a las aberturas estratégicamente situadas en el centro de la cubierta, garantizaban la circulación de corrientes de aire fresco, un factor clave para conseguir el confort interior en esas latitudes.

Lamentablemente el coste resultó demasiado elevado como para producirse en serie, pero el proyecto sigue fascinando hoy día por su originalidad y buena concepción, aglutinando premisas en común con las arquitecturas de emergencia.

Finalmente, de la obra de Jean Prouvé, cabe destacar la *Casa para el Abad Pierre* (1955-56). En aras de paliar las duras condiciones de las personas sin hogar en Francia durante



Figura 11 | Casa Tropical

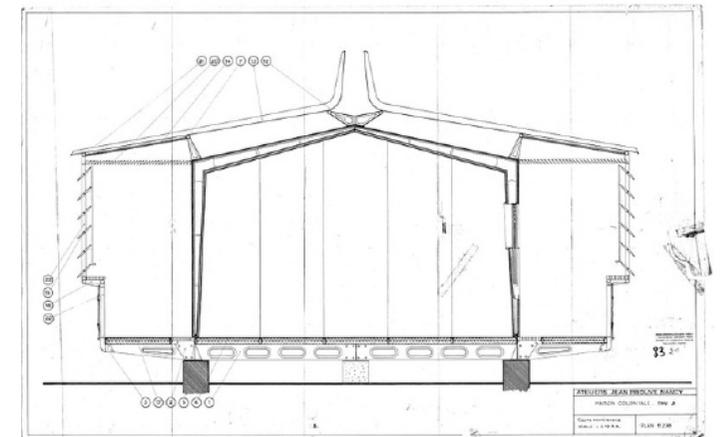


Figura 12 | Sección Casa Tropical



Figura 13 | Maison des jours meilleurs

el terrible invierno de 1954, el padre Pierre, con ayuda de asociaciones caritativas y el patrocinio de empresas privadas, tomó la iniciativa de construir viviendas baratas para los más desfavorecidos, cuyo diseño se confió a Jean Prouvé, todo un antecedente de arquitectura de emergencia.

El proyecto de Jean Prouvé fue bautizado como la *Maison des Jours Meilleurs*, de “los mejores días”, no sin cierta vocación publicitaria y concienciadora. El edificio proyectado era una variante de la Casa Alba (1950). Contaba con una base de hormigón, un núcleo central llamado “*monobloc*”, que contenía los servicios y soportaba la viga principal de la cubierta. Todo ello circundado por un cerramiento prefabricado de paneles de aluminio y contrachapado con los que soportar el perímetro. Como avance destacable la casa, que podía ser construida por pocos hombres y con herramientas sencillas en un breve periodo de tiempo, estaría en pocos minutos dotada de todos los servicios gracias al corazón técnico “*monobloc*”, que se depositaba mediante grúa completamente equipado de fábrica en el interior de la vivienda.



Figura 14 | Reconstrucción de la Maison des jours meilleurs.
Alzado principal

La obra y los intereses del arquitecto de origen británico **Ralph Erskine** entablan fuertes vínculos con el clima septentrional de su país de adopción, Suecia. Su proyecto *The box* (1941-42), una vivienda autoconstruida para él y su familia en Lissma, ejemplifica una actitud radical pero no menos delicada en la utilización de los recursos del lugar. Empleando únicamente ladrillos reutilizados, materiales de desecho, piedra y madera del entorno, Ralph Erskine proyecta un prisma de líneas puras, ligeramente elevado del suelo, cuyo interior alberga una única estancia abierta al paisaje en dos frentes. Se trata de un brillante ejemplo de construcción de bajo coste adaptada a un clima frío extremo.

En ese sentido, el aprovechamiento máximo del espacio único, la distribución coherente

con las orientaciones y la respuesta a las necesidades de luz y aislamiento, confieren a esta vivienda mínima una coherencia notable como refugio de último recurso. En su interior el único volumen visible corresponde al hogar, cuya estructura transmite su calor de manera ingeniosa al espacio interior gracias a un entramado de ladrillos cilíndricos, al tiempo que articula toda la estancia. De igual modo, el contraste entre el gran ventanal al sur y el muro completamente ciego al norte, cuyo ámbito se emplea para almacenar leña y así proteger más dicha orientación, cualifican el exterior de la casa con un lenguaje de pura honestidad funcional.

Siguiendo antecedentes como *The box*, Ralph Erskine proyectó una solución urbana para *Resolute Bay* (1958), un proyecto de nuevo asentamiento en el Ártico Canadiense donde aplica lo aprendido al estudiar las arquitecturas vernáculas en climas fríos, en especial de esquimales y japones.

Su solución se adapta a un emplazamiento escogido en ladera y consta principalmente de dos partes. Por un lado un desarrollo urbano orientado hacia el sur para captar el mayor soleamiento posible y por otro un edificio-muro que se cierra a las demás orientaciones, minimiza las pérdidas de calor al tiempo que protege todo el conjunto de los gélidos vientos del norte. La forma del proyecto responde intrínsecamente a los condicionantes del clima del lugar. Las bajas temperaturas, la nieve persistente, el terreno helado, la escasa luz invernal o el ángulo de soleamiento son las pautas que sigue Ralph Erskine para crear un entorno que permita la vida urbana, es decir, para crear arquitectura⁶.

Además de los ejemplos y autores modernos citados hasta este punto, cabría hacer una mención a ciertas arquitecturas que, si bien no responden de forma estricta al marco de

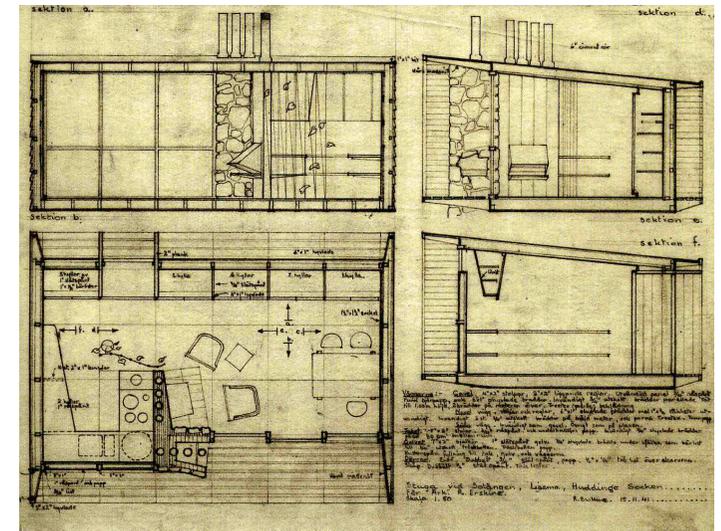


Figura 15 | Planta y secciones de *The Box*



Figura 16 | *Resolute Bay*

6. Para más información sobre estos proyectos de Ralph Erskine, consultar el libro de Mats EGELIUS, *Ralph Erskine, architect*, Stockholm: Mats Egelius and Byggförlaget, 1990, pp. 9-11 y 67-70.

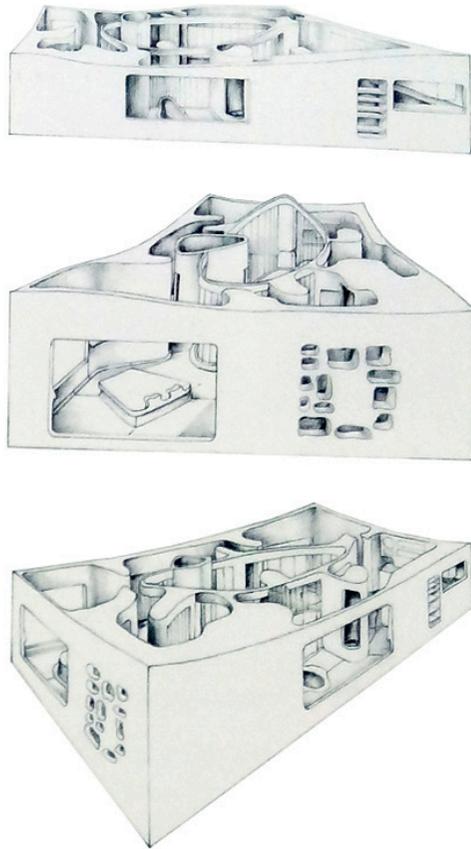


Figura 17 | Dibujos del modelo expositivo de la Casa de Futuro 7. Se le podría atribuir un carácter efímero, ya que nunca llegó a ser construida como vivienda, pero sí se realizó un modelo expositivo temporal, una maqueta a 1:1, en la exposición "This is tomorrow", organizada por el aniversario del periódico británico Daily Mail. En lugar del plástico reforzado, material en el que se concibió la Casa del Futuro, el modelo fue levantado en contrachapado y revestido de escayola y pintura. Para más información consultar el libro de Nieves FERNÁNDEZ VILLALOBOS, *Utopías domésticas, La casa del Futuro de Alison y Peter Smithson*, Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, Colección arquia7, tesis núm 37, 2012, p. 53.

estudio, sí constituyen fructíferas visiones utópicas. Éstas adelantan algunos de los futuros problemas a los que se enfrentan las actuales arquitecturas de emergencia como son los nuevos modos de habitar la arquitectura de la casa y las ciudades, las necesidades cambiantes de los potenciales usuarios o el uso de nuevos materiales debido a la superpoblación y a la explotación desmedida de los recursos del planeta.

Por ejemplo, *La Casa del Futuro* (1956) de **Allison** y **Peter Smithson**, sin ser realmente concebida como una arquitectura efímera, ni mucho menos una respuesta a una situación de emergencia, es un ejemplo de innovación utópica sobre formas de habitar. Diseñada para una vida moderna y futurista, el prototipo pone en práctica nuevas formas orgánicas y planteamientos funcionales en una unidad de vivienda. Aúna relaciones ambiguas y flexibles entre los ámbitos domésticos y de éstos con el exterior de la vivienda, todo ello desde una perspectiva industrializada y, por tanto, repetible⁷.

De manera coetánea al caso anterior, el grupo de arquitectos británicos **Archigram** integrado por Peter Cook, Johana Mayer, Warren Chalk, Ron Herron, Dennis Crompton, Michael Webb y David Greene durante la década de 1960, se mueve en el ámbito de la arquitectura utópica de fuerte inspiración tecnológica.

Tras la publicación de su primera revista *Archigram I* en 1961 el grupo exhibió todo un abanico de ideas enfocadas hacia la tecnología de supervivencia, la experimentación con megaestructuras o el uso de cápsulas espaciales en arquitectura. Sus ideas confluyen en el proyecto teórico *Plug-in City* (1964) de **Peter Cook**, proyecto de una gran ciudad en crecimiento horizontal y vertical constantes basada un gigantesco almacén de estructuras al que se enchufarían edificios, instalaciones, celdas y componentes estandarizados. Las

elocuentes imágenes de *Plug-in City* suscitan reflexiones cercanas a la arquitectura de emergencia. Propone un modo de vida nómada cuya función residencial primaria se basa en sistemas de cápsulas modulares, agrupadas o independientes, que se pueden acoplar y sustituir pues sus elementos tienen una duración limitada.

Plug-in City se concibe de manera esencial a partir de sus sistemas de infraestructuras, siendo la flexibilidad de crecimiento el criterio clave. Basándose en elementos jerárquicos, mecánicos, y reemplazables, es la alternativa a la ciudad formal. Es una megaestructura en constante evolución⁸.

En esa misma línea y, si cabe, con un planteamiento aún más radical encontramos la *Walking City* (1964) de **Ron Herron**. Su hipotética construcción sería la de una ciudad robótica, completamente móvil, en un mundo en el que las fronteras se encontrarían diluidas en favor de estas comunidades que habitarían el mundo como estructuras nómadas. Éstas podrían unirse unas a otras, creando *Walking Metropolis*, o separarse. Así, la ciudad y la arquitectura se mueven, para dirigirse allí donde estén disponibles los recursos que precise, argumento de movilidad que hace suyo la arquitectura que nace a raíz de un desastre, como una respuesta a las necesidades cambiantes de sus habitantes.

Por último, nos gustaría mencionar una de las respuestas más brillantes que la arquitectura del siglo XX ha dado a una emergencia que no acontece de forma súbita, sino que se consolida poco a poco en el tiempo, como es la superpoblación. En ese sentido la corriente del **Metabolismo**, liderada por Kenzo Tange en Japón durante la década de 1960, ofrece dicha respuesta. Autores como Kisho Kurokawa, Kiyunori Kikutake, Nobori Kawazoe y el propio Kenzo Tange, entre otros, aplican conceptos propios de la biología, la física nuclear o la medicina como base de la arquitectura y la ciudad. Ideas y términos como “célula”,

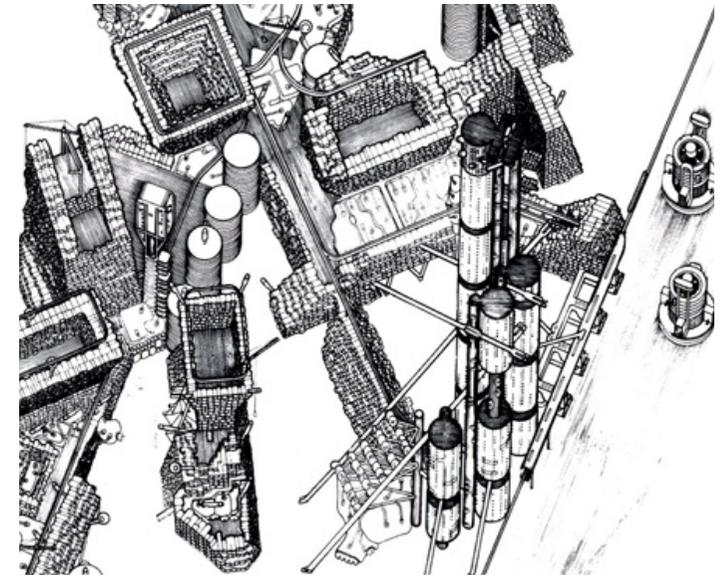


Figura 18 | Plug-in City

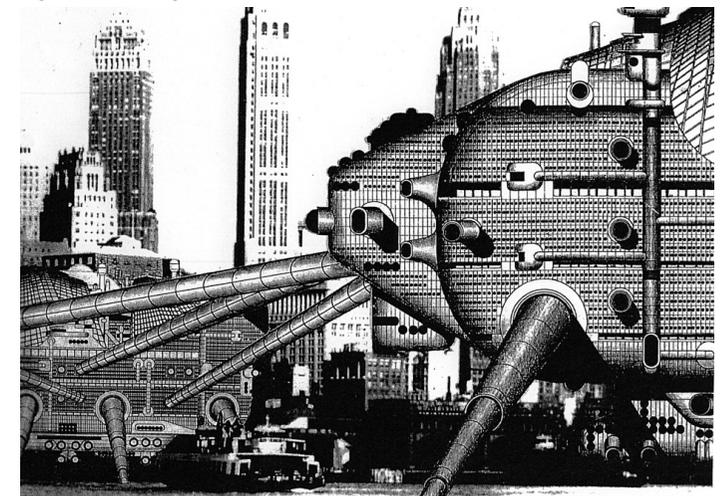


Figura 19 | Walking City

8. Un importante antecedente fue *Metal Cabin Housing*, un prototipo de cápsulas sustituibles. Más información en ARCHIGRAM / COOK, Peter, *Archigram*, London: Studio Visa Publishers, 1972.

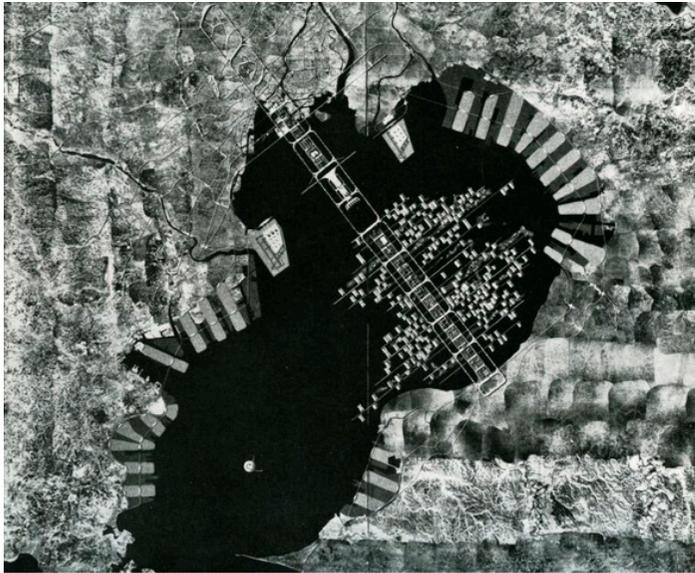


Figura 20 | Maqueta del Plan para la Bahía de Tokio

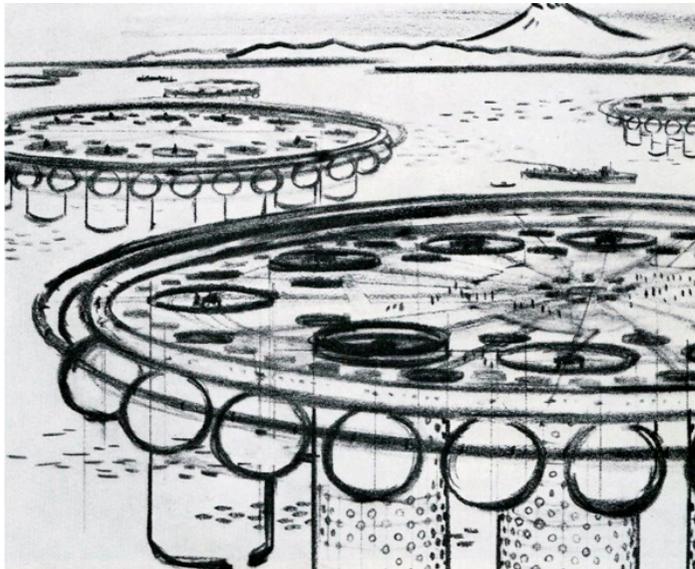


Figura 21 | Croquis de la Marine City

“movilidad”, “racimo”, “crecimiento” y “cambio” se traducen en propuestas como *Helicoides de Ginza* (1961) de **Kisho Kurokawa**, la *Ciudad flotante sobre el mar* (1959) o *Marine City* (1962), propuestas de **Kiyunori Kikutake**, emplazadas en el medio acuático como vía de liberación de la presión demográfica en la ciudad tradicional.

Un caso paradigmático de esta corriente es el *Plan de Tokio* (1960) de **Kenzo Tange**. Concebido igualmente para afrontar al enorme incremento de población de Tokio, que superaba los 10 millones de habitantes, el arquitecto propuso un modelo de ciudad sobre pilotes situada en la bahía de la ciudad. Frente al crecimiento radial, la propuesta consistía en una megaestructura lineal, en la que el transporte público sería la clave. Por ello, es concebida como una red fija de infraestructuras, puentes, e islas artificiales, a las que anclar nuevos conjuntos residenciales a partir de los cuales la ciudad iría creciendo y desarrollándose de acuerdo con las crecientes necesidades de la población.

De esta selección de antecedentes podemos concluir que a lo largo de la historia de la arquitectura han existido soluciones, actitudes e ideas que, si bien en la mayoría de los casos no fueron aplicadas a refugios de emergencia, sí tienen en común con ellos problemáticas que solventar, necesidades que cubrir y criterios de diseño y funcionalidad. La rapidez de construcción, el empleo de materiales disponibles, la prefabricación, la reutilización, la facilidad de transporte o el desarrollo de soluciones modulares susceptibles de conformar diversas configuraciones son características fundamentales de los prototipos contemporáneos para emergencias, como veremos a continuación.

III. PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA DE EMERGENCIA

En una situación de emergencia, son muchos los problemas a afrontar y los condicionantes a tener en cuenta. Los principios enumerados a continuación condensan en cuatro las principales características que debe tener un prototipo para hacerles frente. Son las siguientes:

III.a. EVENTUALIDAD

El tiempo es un factor determinante en situaciones de desastre, y aún más si de la buena gestión de dicho tiempo depende la construcción de un edificio. En términos generales, podemos afirmar que la arquitectura no se caracteriza por la inmediatez atribuida a otras artes, si bien, en el caso que nos ocupa, dicha cualidad es más que nunca vital. Ian Davis señala en su texto *Arquitecturas de Emergencia* que las tres fases en las que se desarrollan este tipo de construcciones son las de “socorro, rehabilitación y reconstrucción”⁹, poniendo el acento en dos tipos de eventualidades temporales que afectan a la arquitectura de emergencia que estamos estudiando: el tiempo empleado en su construcción y su durabilidad.

Por un lado, resulta obvio que la rapidez de respuesta y la velocidad de construcción de cualquier prototipo destinado a solventar una necesidad acuciante marcan una diferencia notable. La inmediatez en la respuesta del prototipo es uno de los baremos que miden su eficacia, si bien, no es el único, y tampoco puede ser la excusa para olvidar otras necesidades futuras. Generalmente este tipo de intervenciones tienen carácter efímero, pues debido a su economía de recursos la durabilidad no es el objetivo del diseño o del proceso constructivo. Sin embargo, sí lo son la sostenibilidad, y el bajo impacto en el lugar una vez retiradas. Las consecuencias a largo plazo de su construcción deben ser consideradas en el momento de la ejecución, constituyendo una solución habitacional efectiva y duradera por un tiempo,

9. Véase Ian DAVIS, *Arquitectura de emergencia*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1980

sí, pero que no impida la llegada o condicione de forma negativa el desarrollo de futuras soluciones definitivas.

III.b. FLEXIBILIDAD

En la identidad genética de cualquier arquitectura de emergencia se debe encontrar la flexibilidad como característica fundamental. El hecho de tener que responder a un amplio abanico de posibles desastres, de que la solución tenga que adaptarse rápidamente a los requisitos de cualquier hipotético emplazamiento, localización e incluso clima, son condicionantes básicos de su diseño. En ese sentido, decisiones de carácter abierto que permitan posibilidades de adición, modificación o agregación de módulos y formas, pueden dar respuestas más acordes para según qué emergencias.

Así mismo, la flexibilidad del diseño puede ser entendida como una característica que entre en juego una vez que la situación mejore. Dado que este tipo intervenciones suelen tener un carácter temporal, el hecho de que el diseño pueda ser completamente desmontado, reutilizado, o se pueda convertir en la base de un nuevo asentamiento mediante modificaciones que prolonguen su durabilidad resulta una característica igualmente interesante.

III.c. FUNCIONALIDAD Y DISEÑO EFICIENTE

La eficacia y la funcionalidad son características exigibles a cualquier diseño arquitectónico, si bien, en el caso de las soluciones de emergencia, suelen constituir mucho más que eso pues son su verdadera razón de ser. Encontrándose estas arquitecturas en muchas ocasiones próximas al diseño industrial, al igual que éste, deben resolver problemas funcionales y formales, considerando además el bienestar psicológico y emocional de quienes van a habitarlas.

La capacidad del arquitecto para reinventar espacios y trabajar a diferentes escalas le permite proponer soluciones innovadoras. Dicha innovación implica en multitud de casos el uso de nuevos materiales, muchos procedentes de disciplinas en apariencia alejadas de la arquitectura, con diseños ligeros, rápidos y fáciles de montar, sostenibles y con posibilidad de reutilización.

III.d. ECONOMÍA DE RECURSOS Y AUTOCONSTRUCCIÓN O MONTAJE

La economía en el uso de los recursos, especialmente cuando éstos resultan escasos, también debe ser tenida en cuenta a la hora de profundizar en el diseño de arquitecturas de emergencia. Dicha economía se refiere tanto a los recursos materiales utilizados como a la mano de obra. En cuanto a los primeros, puesto que el bajo coste es una prioridad, el uso de materiales disponibles, baratos y reemplazables es preferible. El diseño debe ser el más adecuado para optimizarlos.

Por otra parte, los prototipos que requieren poco tiempo de montaje o construcción y poca mano de obra permiten que la ayuda llegue antes y a un mayor número de afectados. Además, implicar a los futuros usuarios en el proceso permite adaptar o agrupar las unidades de la manera más adecuada y responder a cuestiones culturales de una forma que sería imposible para una solución universal prefabricada. Ian Davis analiza esta cuestión en profundidad, así como algunas formas de proporcionar refugio a la vez que se modifican las técnicas de construcción locales para minimizar los daños ante futuros desastres naturales¹⁰. Así mismo, el desarrollo de soluciones reutilizables permite amortizar su coste a largo plazo, algo especialmente importante cuando se emplean tecnologías y materiales de precio inicial elevado.

10. Para más información consultar su libro, Ian DAVIS *Arquitectura de emergencia*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1980

Todos estos principios, como ya hemos visto, aparecen de una forma u otra en ejemplos tradicionales y modernos de la historia de la arquitectura y, como veremos a continuación, son las claves del desarrollo de prototipos contemporáneos efímeros.

IV. CASOS DE ESTUDIO: PROTOTIPOS CONTEMPORÁNEOS EFÍMEROS

En la actualidad, existen infinidad de propuestas, puesto que el diseño de soluciones de emergencia es una tendencia arquitectónica creciente, de desarrollo muy rápido. Para abordarla de manera ordenada se ha escogido un número limitado de ejemplos. Con ellos se busca ofrecer un abanico amplio de soluciones diferenciadas a la luz de los antecedentes y de los principios expuestos con anterioridad. El carácter del trabajo es, por tanto, abierto, pudiendo ser completado con otros muchos casos a posteriori.

Los prototipos seleccionados ejemplifican los principios enumerados anteriormente y combinan la respuesta rápida a una situación de emergencia con un uso ingenioso de diferentes materiales, soluciones formales y funcionales. Son los siguientes:



Figura 22 | Campo de refugiados, Baninjar, Irán



Figura 23 | Vista interior

PROTOTIPO 1 | LONGBAG SUPERADOBE

1.1 INFORMACIÓN BÁSICA

El prototipo Longbag Superadobe fue desarrollado en 1995 por el arquitecto iraní Nader Khalili, del California Institute of Earth Art and Architecture para UNDP/UNHCR Teherán.

1.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Ha sido empleado en múltiples emergencias, especialmente en campos de refugiados, comunidades sin recursos, o zonas afectadas por desastres naturales.

1.3 LOCALIZACIÓN

Hasta el momento, el Longbag Superadobe se ha utilizado en geografías tan diversas como Irán, México, Canadá, India, Tailandia, Siberia, Brasil, Chile y Estados Unidos. Está patentado, aunque solamente se requiere una licencia si su uso es comercial, ofreciéndose de forma gratuita para autoconstrucción.

1.4 DESCRIPCIÓN

1.4.1 Prototipo de Superadobe

Con la finalidad de encontrar una solución económica para proporcionar ayuda a los refugiados, el arquitecto iraní Nader Khalili llevó a cabo un estudio extensivo de los métodos de construcción vernácula en Irán. Tras investigar la construcción tradicional con tierra, el resultado de su trabajo fue el prototipo Longbad Superadobe. La idea es simple, extremadamente

económica, y cumple su función a la perfección. El prototipo "Superadoble", satisface, además, los estándares de las Naciones Unidas para refugios de emergencia.

1.4.2 Sistema constructivo

El Sistema del prototipo consiste en la superposición de sacos rellenos de arena en forma de arcos, bóvedas y cúpulas para formar caparazones de curvatura simple y doble. La tierra empleada es la disponible en el lugar. Los sacos se disponen y superponen en espiral sobre una planta circular, formando la cúpula. Para evitar desplazamientos, se coloca alambre de espino entre hiladas. Se pueden añadir estabilizantes como cemento, emulsión asfáltica o cal a la tierra. Para estructuras temporales, los sacos pueden ser naturales o sintéticos, mientras que para estructuras permanentes serán del último tipo, y se protegerán con mortero de yeso.

Los sacos de arena actúan como estructura portante, trabajando a compresión, y el alambre de espino como elemento traccionado. El alambre le permite soportar esfuerzos laterales, la forma aerodinámica resiste huracanes, la barrera formada por los sacos contribuye a soportar inundaciones y la tierra proporciona aislamiento e inercia térmica así como protección frente al fuego. La resistencia y la durabilidad del prototipo son notables, pudiendo ser ampliado y convertido en una estructura permanente.

1.4.3 Dimensión

El tamaño del refugio es adaptable a cada caso, puesto que los futuros ocupantes pueden ser quienes lo construyan, con un mínimo de formación y materiales extremadamente económicos. Su uso es también flexible, proporciona vivienda, pero también espacios para animales, pequeños hornos o estructuras mayores mediante la adición de nuevas estancias.

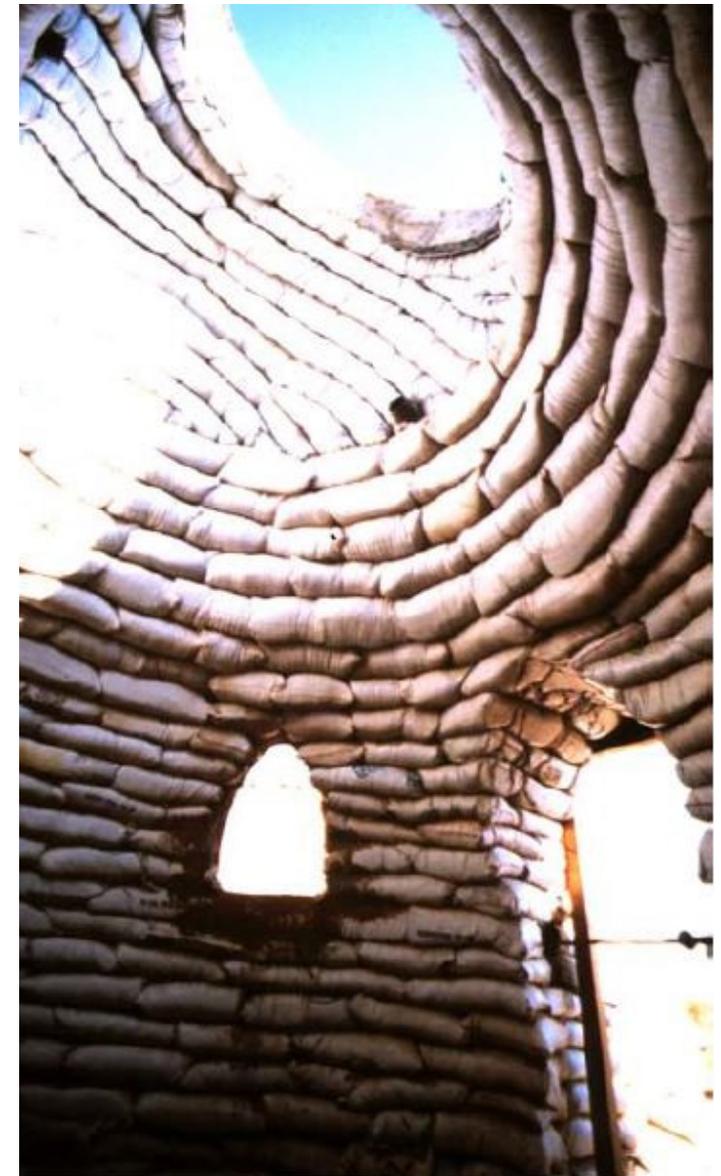


Figura 24 | Vista interior

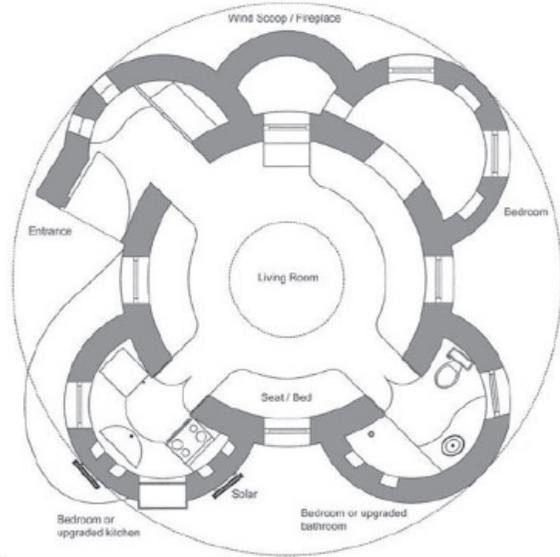


Figura 25 | Planta

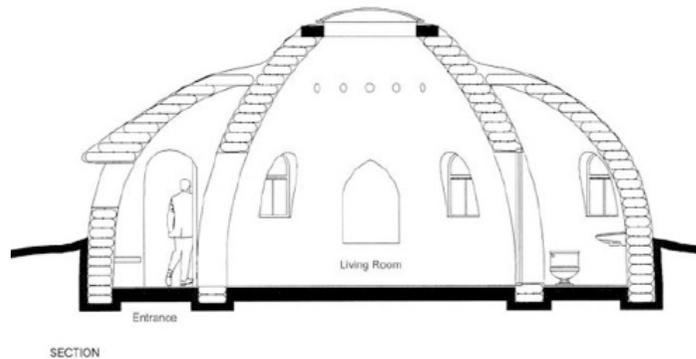


Figura 26 | Sección

1.4.4 Sostenibilidad

Los materiales y las técnicas empleados son ecológicos, locales y económicos. Los costes de transporte, de existir, son muy pequeños. El prototipo es energéticamente sostenible, empleando únicamente luz solar, sombra y gravedad. El viento y el sol proporcionan calentamiento y enfriamiento pasivo, y las gruesas paredes de tierra tienen una gran inercia térmica.

1.5 MATERIALES

1. Sacos de arena, de fibras naturales o sintéticas.
2. Tierra o arena, casi de cualquier tipo.
3. Aditivos a la tierra, opcionales: cemento, emulsión asfáltica, cal.
4. Alambre de espino galvanizado, de cuatro púas y dos hebras, dos tiras entre hiladas.
5. Arcilla o mortero para capa de protección, opcional.

1.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Limpiar el emplazamiento, preparando una superficie regular.
2. Cavar una zanja circular.
3. Colocar los sacos de arena, rellenándolos posteriormente con arena y aditivos. Cualquier persona puede realizarlo, ayudándose de una lata llena de arena.
4. Disponer dos filas de alambre de espino de cuatro puntos entre una hilada y la siguiente.

5. Continuar con el Sistema, formando la cúpula mediante aproximación de hiladas.
6. Cubrir la cúpula con barro o mortero para mayor durabilidad.

1.7 COSTE

La construcción de un módulo de 14 m² cuesta \$4. (0,28\$ por m²).



Figura 27 | Proceso constructivo, vista del interior



Figura 28 | Proceso constructivo, vista del exterior



Figura 29 | Vista exterior de una Paper Log House



Figura 30 | Paper Log House en Filipinas, con estructura de tubos de cartón y cerramiento de bambú

PROTOTIPO 2 | PAPER LOG HOUSE

2.1 INFORMACIÓN BÁSICA

El prototipo Paper Log House fue desarrollado por el arquitecto japonés Shigeru Ban en 1995 para proporcionar refugio en situaciones de emergencia y ha sido utilizado en variadas ocasiones.

2.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Por sus características y su facilidad de construcción, la solución ha proporcionado alojamiento en campos de refugiados y en zonas afectadas por terremotos.

2.3 LOCALIZACIÓN

La versátil estructura ha sido empleada en lugares tan diversos como Kobe, Japón, en 1995; Ruanda, en el campo de refugiados de Byumba, en 1999; Kaynasli, Turquía, en 1999; Burj, India, en 2001; Haití, en 2010 o en Filipinas, en 2014.

2.4 DESCRIPCIÓN

2.4.1 Prototipo Paper Log House

Con el objetivo de crear un prototipo de refugio de emergencia susceptible de ser autoconstruido, Shigeru Ban estudió los materiales disponibles en una situación de desastre, escogiendo aquéllos poco comunes o nunca empleados para la construcción, cuyo precio no se viese incrementado tras una emergencia. Las Paper Tube Houses son el resultado la

ingeniosa combinación de estos materiales.

2.4.2 Sistema constructivo

El prototipo consiste en una vivienda cuadrada, construida principalmente a partir de tubos de cartón reciclado. Éstos forman la estructura portante, con resistencia sísmica, y suponen una alternativa de bajo coste al aluminio o la madera como elementos estructurales. Pueden recubrirse con poliuretano para conseguir resistencia al agua y retardar el efecto del fuego. La cimentación está formada por cajas de cerveza rellenas de sacos de arena. Dos paneles de madera contrachapada cubiertos por una capa de tubos de cartón y dispuestos en horizontal crean el plano del suelo. Idénticos tubos de cartón dispuestos en vertical conforman las paredes, aisladas mediante la colocación de esponjas en el interior de los tubos. La cubierta puede realizarse con materiales textiles o membranas plásticas.

Estos prototipos de cartón pueden ser levantados con pequeña dificultad por cualquiera con un mínimo conocimiento sobre su construcción en unas 6 horas.

2.4.3 Dimensión

La estructura es flexible de adaptarse a grupos de usuarios de diferente tamaño. Además de como vivienda, esta solución ha sido empleada para la construcción de escuelas temporales, teatros, estudios de arquitectura, pabellones de exhibiciones e incluso iglesias.

2.4.4 Sostenibilidad

Las unidades son fáciles de desmontar y trasladar, y los materiales son fáciles de reutilizar y reciclar. Al ser un material elaborado localmente en casi todo el mundo, lo que reduce o



Figura 31 | Vista interior



Figura 32 | Cimentación con cajas de cerveza

elimina costes de transporte, el precio del cartón no se incrementa tras un desastre, lo cual lo convierte en un material económicamente accesible¹¹.

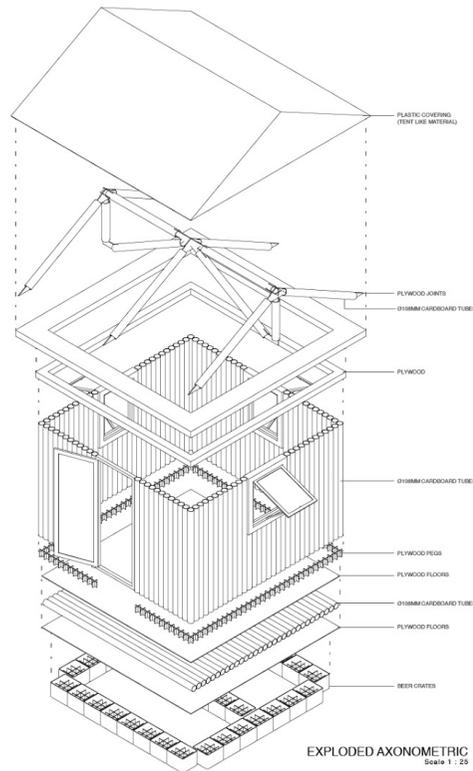


Figura 33 | Axonometría explotada

11. Esto es importante, porque habitualmente en estas situaciones se emplea la madera para construir refugios, lo que a la larga puede dañar aún más el área afectada, ya que el material no estará disponible para para la construcción de futuras estructuras permanentes. En algunas ocasiones en las que se han proporcionado refugios con elementos metálicos, cuyo precio se revaloriza, algunos afectados han vendido dichas partes, sustituyéndolas después por madera.

2.5 MATERIALES

1. Cajas de cerveza, con frecuencia donadas
2. Sacos de arena
3. Tubos de cartón de 106 mm de diámetro, 4mm de espesor, donados o de adquisición económica.
4. Paneles de madera contrachapada de 13'x13'
5. Cruces de madera para fijar los tubos de cartón
6. Esponja impermeable fijada con adhesivo, como aislamiento.
7. Material textil o plástico para la cubierta

2.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Disponer las cajas de cerveza en una planta cuadrada, con una fila en el centro, conformando un plinto que funciona como cimentación de la casa.
2. Rellenar las cajas de cerveza con sacos de arena.
3. Colocar una capa de paneles contrachapado sobre las cajas de cerveza.
4. Sobre los paneles, disponer los tubos en horizontal.
5. Rematar el suelo con una segunda capa de paneles contrachapados.
6. Disponer las cruces de madera alrededor del perímetro para sujetar los tubos de cartón.
7. Encajar los tubos en las cruces, colocándolos en vertical. Comenzar por

dos paredes no adyacentes, levantando posteriormente las dos restantes, reforzadas con tubos de acero de 6mm de diámetro colocados en horizontal.

8. Aislar el cerramiento con esponjas en el interior de los tubos, en caso necesario.
9. Finalizar la parte superior del cerramiento con madera ontrachapada en forma de "U"
10. Realizar la cubierta con material textil, plástico o bambú, según los diferentes climas.

2.7 COSTE

El coste de los materiales para una unidad de 4,80 m² está por debajo de \$2000 (417\$ por m²). Debe tenerse en cuenta que en numerosas ocasiones el presupuesto es inferior, pues es habitual que los materiales sean donados.

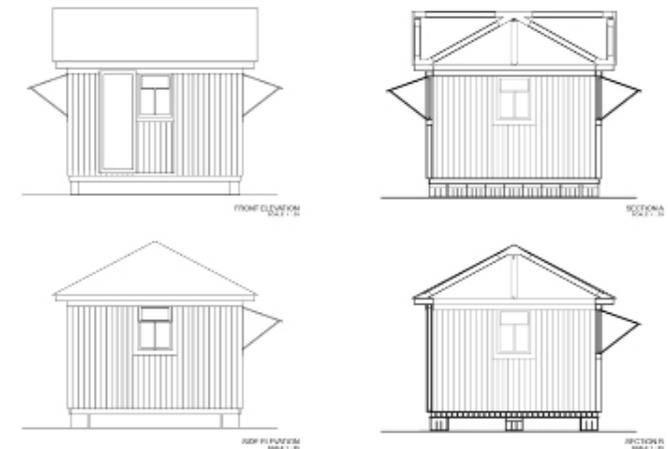


Figura 34 | Alzados y secciones

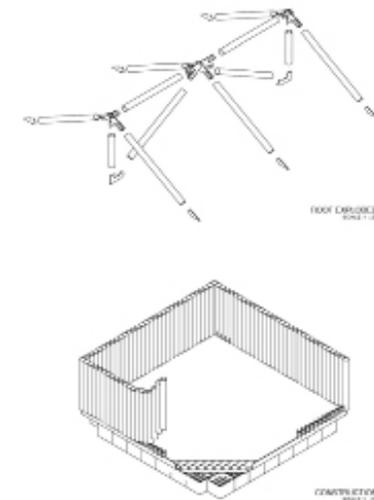


Figura 35 | Estructura de muros y cubierta



Figura 36 | Vista del barrio construido en Onagawa, Japón



Figura 37 | Fotografía del alzado de un bloque

PROTOTIPO 3 | CONTAINER TEMPORARY HOUSING



3.1 INFORMACIÓN BÁSICA

El prototipo Container Temporary Housing fue desarrollado por el arquitecto japonés Shigeru Ban, encargado por el gobierno de la ciudad de Onagawa tras el terremoto y el tsunami que afectaron a su país en el año 2011.

3.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Falta de alojamiento para los damnificados por el desastre.

3.3 LOCALIZACIÓN

Onagawa, Miyagi, Japón, 2011

3.4 DESCRIPCIÓN

3.4.1 Prototipo Container Temporary Housing

Se trata de un prototipo adecuado para situaciones de post-emergencia en las que el terreno disponible sea insuficiente, escarpado, o carezca de las características necesarias para el desarrollo de vivienda temporal individual. Shigeru Ban basa su solución en contenedores de transporte, los cuales son reutilizados y proporcionan viviendas de gran calidad, con posibilidad de uso permanente. Constituye un paso intermedio entre los refugios erigidos inmediatamente después del desastre y la regeneración del área afectada durante los años posteriores.

3.4.2 Sistema constructivo

El prototipo consiste en un bloque de viviendas, de planta rectangular, que se conforma mediante la disposición alterna de los contenedores. Puede emplazarse en terrenos no nivelados o estrechos, y su estructura es capaz de soportar futuros sismos.

Los contenedores son estructuras sólidas, baratas y fáciles de conseguir que proporcionan una solución rápida. La estructura está concebida para ser ejecutada mediante el montaje de piezas prefabricadas, más sencillo, ya que la mano de obra especializada es escasa en este tipo de situaciones. Las cocinas, aseos y dormitorios se ubican dentro de los contenedores, y los espacios comunes entre ellos. Los cerramientos de los espacios intersticiales están también prefabricados en gran medida, lo que facilita su instalación.

Las viviendas están equipadas, son acogedoras y dignas. En su diseño se ha considerado la calidad de vida de los residentes, buscándose evitar el síndrome del edificio enfermo.

Se construyeron nueve bloques sobre un campo de béisbol en un periodo de seis meses, proporcionando alojamiento a 189 familias. Forman un pequeño barrio residencial post-emergencia, con edificios de equipamiento que lo implementan.

3.4.3 Dimensión

Las dimensiones del módulo del contenedor son 6 x 2,5 m. Hay tres tipos de vivienda diferentes, de 19.8 m², 29.7 m² y 39.6 m², para 1-2, 3-4 o más de 4 habitantes.



Figura 38 | Construcción con contenedores alternados.



Figura 39 | Interior de una vivienda



Figura 40 | Axonetría del barrio residencial

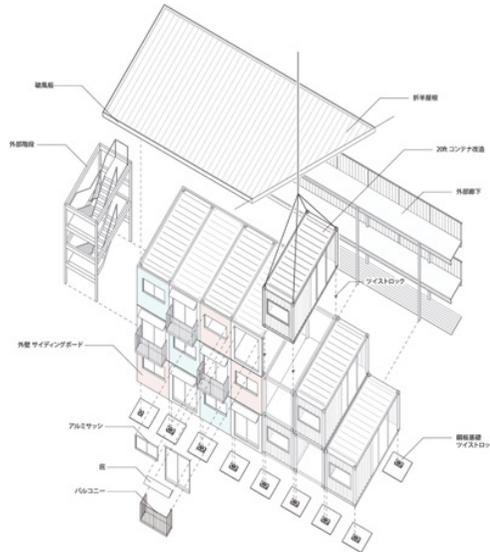


Figura 41 | Axonetría constructiva de un bloque

3.4.4 Sostenibilidad

La estructura, aunque de carácter más permanente que otros ejemplos de respuesta inmediata tras el desastre, puede ser desmontada con relativa facilidad, y los contenedores reutilizados, sin dejar un gran impacto en el área en el que se hallaba implantada. También puede ser adaptada a nuevos usos una vez cumpla su función inicial.

3.5 MATERIALES

1. Contenedores de transporte, de 6 x 2,5 m
2. Cimentación sobre zapatas de hormigón
3. Cerramientos prefabricados
4. Particiones de tabiquería en seco
5. Balcón y barandilla metálicos
6. Cubierta de chapa ondulada

3.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Ejecución de la cimentación, zapatas puntuales de hormigón
2. Colocación de los contenedores de transporte, que conforman el módulo estructural y dimensional, de forma alterna en tres niveles
3. Colocación de carpinterías y cerramientos de intersticios entre contenedores
4. Tabiquería interior en seco
5. Cubierta de chapa ondulada
6. Amueblamiento mediante mobiliario fijo construido por voluntarios y equipamiento con electrodomésticos donados
7. Implementación del barrio con equipamientos.

3.7 COSTE

Desconocido. Superior a los otros prototipos, aunque muy inferior al de cualquier construcción permanente.

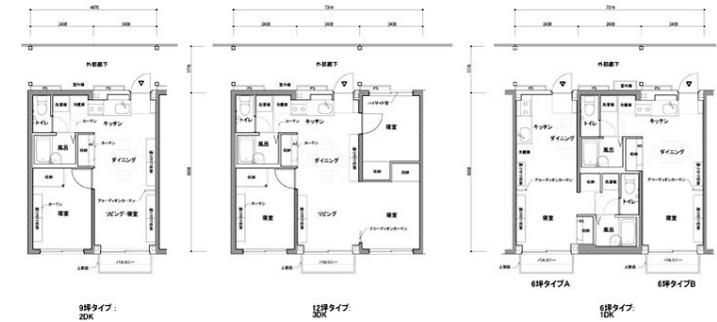


Figura 42 | Plantas tipo

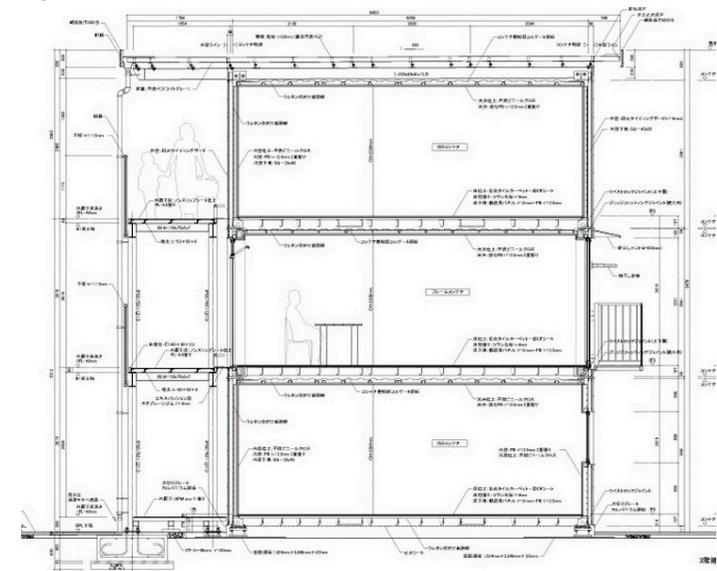


Figura 43 | Sección transversal



Figura 44 | Prototipo Concrete Canvas Shelter



Figura 45 | Interior del Concrete Canvas Shelter

PROTOTIPO 4 | CONCRETE CANVAS SHELTER



4.1 INFORMACIÓN BÁSICA

El prototipo Concrete Canvas Shelter fue desarrollado por los ingenios industriales británicos Will Crawford y Peter Brewin, y finalizado en el año 2005.

4.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Sus usos previstos son civiles, especialmente como hospitales en situaciones de desastre y militares.

4.3 LOCALIZACION

Algunos prototipos han sido empleados en Afganistán y en Japón, en el año 2011.

4.4 DESCRIPCIÓN

4.4.1 Prototipo Concrete Canvas Shelter

El prototipo consiste en “una cubierta dentro de una bolsa”. Es una solución de refugio temporal longitudinal que se basa en una tela impregnada de cemento la cual está adherida a un material plástico inflable. Únicamente requiere de electricidad para el inflado con la bomba que se suministra junto con la estructura y de agua para la hidratación del cemento. Se ancla en cada extremo mediante puertas herméticas de acero. Proporciona un espacio estéril, seguro y a prueba de fuego en 24 horas, cuya durabilidad es muy superior a la de las tiendas de emergencia.

4.4.2 Sistema constructivo

La clave del Concrete Canvas Shelter (CCS) es el uso de un material inflable para crear una superficie de geometría óptima para su posterior trabajo a compresión. Esto permite que una superficie de cemento muy fina sea a la vez resistente y ligera. El CCS consiste en una tela de hormigón adherida a la superficie exterior de un material plástico, el cual adquiere la forma del refugio al inflarse.

La estructura de compresión ha sido diseñada para poder ser cubierta de arena o de tierra, adquiriendo así protección contra pequeños proyectiles y explosiones. Esto también contribuye a una gran mejora de las propiedades térmicas. El Concrete Canvas es también resistente al fuego (euroclase B-s1, d0).

El plástico interior sellado garantiza un espacio estéril. La dura superficie y las dos puertas metálicas pueden cerrarse, protegiendo personal y equipos. Proporciona los beneficios de una estructura permanente sin los costes y el tiempo de ejecución asociados a ésta.

4.4.3 Dimensión

Hay dos tamaños disponibles. Una vez desplegado, sus dimensiones son las siguientes:

Unidad	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Área Interna (m ²)
CCS25	5,00	5,60	2,45	25,00
CCS50	9,50	5,60	2,60	50,00

Figura 49 | Tabla de dimensiones del Concrete Canvas Shelter en sus dos tamaños



Figura 46 | Vista Interior



Figura 47 | Concrete Canvas Shelter cubierto de arena



Figura 48 | Proceso constructivo

4.4.4 Sostenibilidad

Gracias al ingenioso diseño y a su geometría, el material trabaja a compresión, aprovechándose al máximo y reduciendo su huella ecológica y el impacto en el medio. Su vida útil es de 10 años, por lo que puede destinarse a otro uso una vez cumplida su función inicial. A diferencia de las tiendas no necesita ser reemplazado.

4.5 MATERIALES

1. Tela de hormigón, disponible en 8, 13 y 15 mm de espesor, adherida a un material plástico inflable.
2. Dos puertas herméticas metálicas
3. Bomba para el inflado.

4.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Entrega: El prototipo se suministra doblado y sellado en un saco hermético
2. Inflado: Mediante un ventilador eléctrico se infla el interior plástico, que eleva la estructura hasta que se auto sustenta. Posteriormente se fija la tela al terreno mediante anclajes metálicos.
3. Hidratación: Se rocía la tela con agua hasta su saturación. Cualquier tipo de agua es válida, incluso marina. Se requieren aproximadamente 1000 litros para el modelo de 25 m² y 2000 para el de 50 m².
4. Curado: 24 horas.
5. Instalación: Tras el curado, se corta el material plástico hermético del hueco de las puertas. Se pueden instalar lámparas y enchufes y colgar lámparas del techo.

El módulo de 25 m² puede ser levantado por dos personas en una hora, el de 50 m² en dos, y ambos están listos para ser utilizados en un día.

4.7 COSTE

Entre \$23.000 y \$30.000, (\$600 a \$920 por m²). El precio depende del tamaño, el espesor del Concrete Canvas y el número de unidades adquiridas.

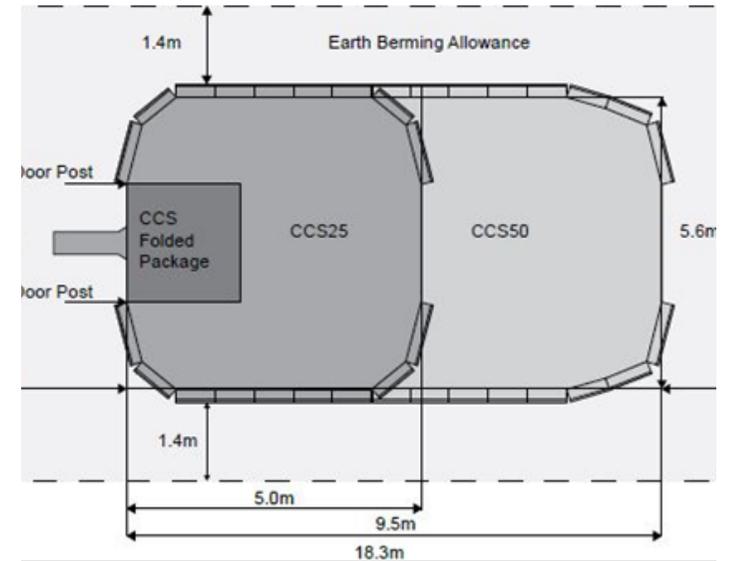


Figura 50 | Casa Tropical

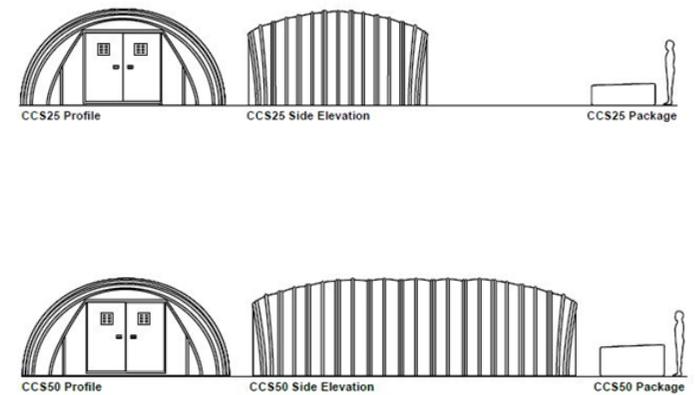


Figura 51 | Sección Casa Topical

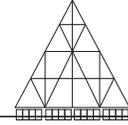


Figura 52 | Vista exterior de la escuela flotante



Figura 53 | Escuela flotante en Makoko

PROTOTIPO 5 | ESCUELA FLOTANTE EN MAKOKO

5.1 INFORMACIÓN BÁSICA

Este prototipo de Escuela Flotante fue diseñado por el estudio nigeriano NLÉ Architects en 2012.

5.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Su finalidad es proporcionar acceso a la educación a los niños de una comunidad de escasos recursos en una ciudad flotante. además de afrontar tormentas, inundaciones y el aumento del nivel del agua como consecuencia del cambio climático.

5.3 LOCALIZACION

Se emplaza en Makoko, una comunidad establecida sobre la laguna de Lagos, capital de Nigeria. Unas 100.000 personas residen en ella, en casas pilotadas.

5.4 DESCRIPCIÓN

5.4.1 Prototipo Escuela Flotante

La Escuela Flotante de Makoko es un prototipo de estructura que responde a necesidades físicas y sociales, haciendo frente a las consecuencias del cambio climático en el urbanismo africano. Es un “edificio” o “embarcación” que al ser flotante, se adapta a las mareas y a la variación del nivel del agua, siendo resistente en situaciones de inundación o tormenta. Además, la escuela puede ser remolcada a otra localización en caso necesario.

La escuela es la primera fase de un plan que consta de tres; la segunda consistirá en construir unidades habitables flotantes, independientes o interconectadas. La fase final conllevará la creación de una comunidad flotante completa, equipada para resistir inundaciones y proporcionar una buena calidad de vida a sus habitantes.

5.4.2 Sistema constructivo

El prototipo tiene una estructura de sección triangular compuesta por una serie de pórticos paralelos en forma de "A", asentados a su vez sobre una base rectangular flotante constituida por barriles vacíos.

La escuela consta de tres plantas, la primera es un patio de juegos, que también funciona como espacio de reunión, la segunda contiene aulas, en volúmenes cerrados, mientras que en el tercer nivel se encuentra una clase abierta al aire libre.

En la cubierta se disponen células fotovoltaicas para captación de energía solar, así como sistemas de recogida de agua de lluvia, lo que hace que la escuela sea en parcialmente auto sostenida. Unos delgados listones de madera proporcionan sombra a la vez que permiten la ventilación natural de los espacios, para conseguir confort interior.

5.4.3 Dimensión

La estructura de pórticos piramidales tiene 10 metros de altura, y su base es de 10x10m. Es una forma adecuada para un elemento flotante, pues su centro de gravedad es relativamente bajo, lo que le da estabilidad y equilibrio ante el empuje del viento. Tiene capacidad para 100 adultos, con un área de 220 m².



Figura 54 | Estructura y aula central



Figura 55 | Vista de la laguna desde el interior de la escuela



Figura 56 | Vista de la tercera fase, una comunidad flotante

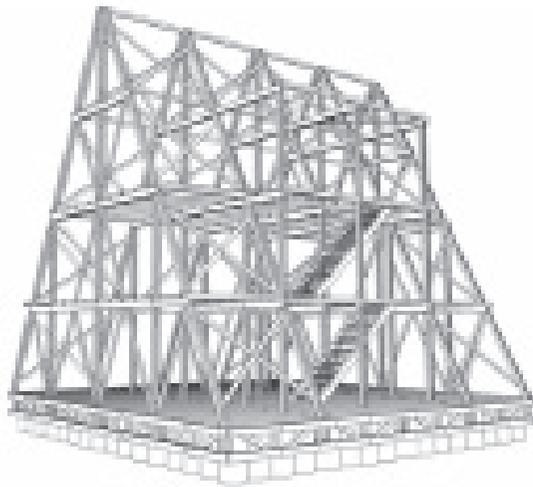


Figura 57 | Vista de la estructura

5.4.4 Sostenibilidad

Su diseño permite emplear energías renovables, reciclar residuos orgánicos y recoger agua de lluvia. El prototipo es seguro, económico y eficiente, una alternativa urbana para la creciente población acuática de las regiones costeras africanas.

5.5 MATERIALES

Los materiales son locales y reciclados:

1. Madera
2. Bambú
3. 256 barriles azules vacíos

5.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

El prototipo fue construido sobre el agua:

1. Construcción de la base flotante rectangular. Consiste en 16 módulos de madera, cada uno de los cuales contiene un número de bidones
2. Construcción de la estructura de los niveles superiores
3. Cubierta
4. Cerramientos
5. Instalación de sistemas fotovoltaicos y de recogida de aguas

5.7 COSTE

El presupuesto es aproximadamente de \$6.250 (\$28,4 por m²).

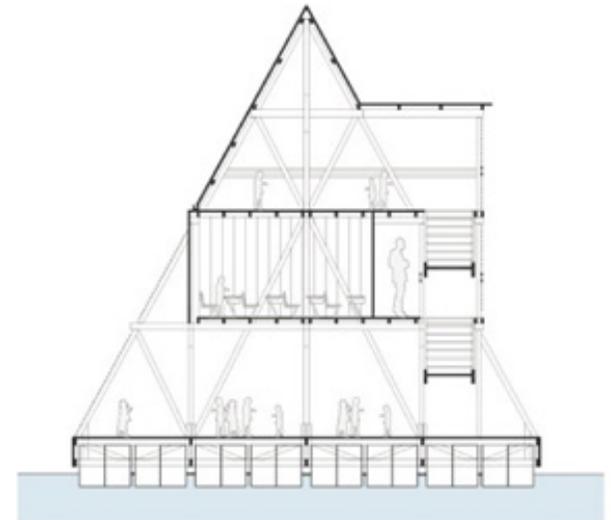


Figura 58 | Sección transversal

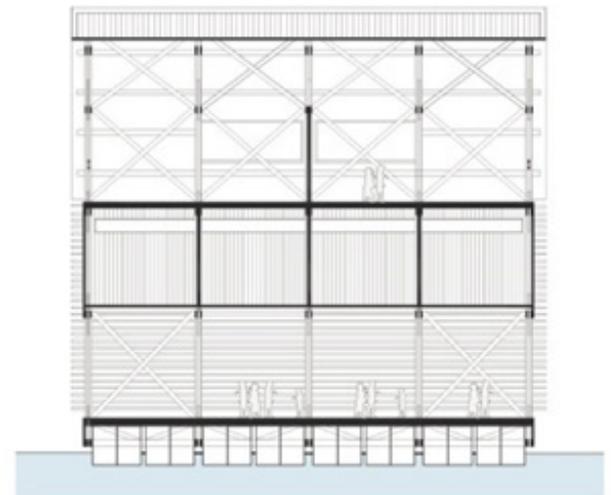
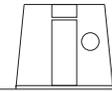


Figura 59 | Sección longitudinal



PROTOTIPO 6 | SISTEMA DE VIVIENDAS DE REACCIÓN EXO



Figura 60 | Viviendas de reacción Exo



Figura 61 | Vista del prototipo

6.1 INFORMACIÓN BÁSICA

Exo Reaction Housing System ha sido desarrollado por la Organización Reaction para paliar la falta de alojamiento para los afectados por un desastre natural, tras la situación provocada por el huracán Katrina de 2005.

6.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

El prototipo se encuentra aún en desarrollo, pero servirá para múltiples situaciones de necesidad. También se está comercializando en el sector privado para proporcionar alojamiento en festivales y eventos deportivos, con el fin de recaudar el dinero necesario para poder donar unidades en caso de emergencia.

6.3 LOCALIZACION

Las unidades serán almacenadas en grandes cantidades en espacios previstos para ello y, cuando la ocasión se presente, su transporte a las zonas afectadas por alguna catástrofe será eficiente, proporcionando una respuesta rápida.

6.4 DESCRIPCIÓN

6.4.1 Prototipo Exo Reaction Housing System

El prototipo, diseñado para enfrentar desastres naturales de la mejor forma posible, consiste en una unidad habitacional prefabricada que conforma un módulo en el cual se pueden

alojar 4 adultos. Proporciona un refugio seguro y robusto tras un desastre.

Su principal característica es la simplicidad de su diseño, que permite que el prototipo sea apilado y su transporte sea sencillo y económico. La idea surgió a partir de un vaso de café: el vaso, de cartón, y la tapa, de plástico, ambos elementos apilables y fáciles de encajar, aprovechan al máximo el volumen. Su almacenamiento y su transporte son altamente eficientes.

Sus prestaciones, además, están por encima de las de las habituales en respuestas de emergencia, ya que el prototipo incluye iluminación LED, climatización, radio y enchufes. Gracias a su prefabricación, un gran número de unidades, transportado de una sola vez, puede ser montado y proporcionar alojamiento seguro y de calidad a un gran número de personas de forma inmediata. Las puertas pueden cerrarse con llaves electrónicas, aumentando la seguridad y la privacidad.

6.4.2 Sistema constructivo

El módulo está completamente prefabricado. La ligereza del sistema permite que dos personas puedan montar una unidad y cuatro personas puedan transportarla una vez montada, lo que flexibiliza su uso.

La agrupación de unidades en diferentes disposiciones permite satisfacer diferentes necesidades de forma eficiente: pueden unirse linealmente, mediante piezas de conexión, o disponerse en filas sencillas o en círculo, cubierto con material textil, creándose de esta manera espacios de relación.



Figura 62 | Montaje del prototipo



Figura 63 | Interior del módulo



Figura 64 | Fácil almacenamiento y transporte

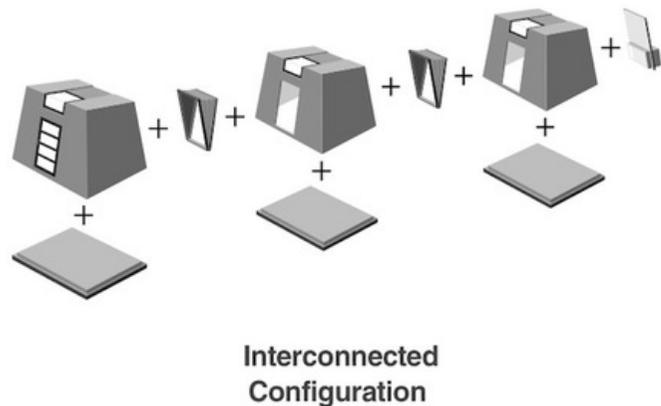


Figura 65 | Opciones de conexión

6.4.3 Dimensión

Cada unidad tiene 7,43 m² y un peso de aproximadamente 180 kg.

6.4.4 Sostenibilidad

Lo destacable de este sistema en términos de sostenibilidad es la agrupación de elementos para un transporte eficiente, la inmediata disponibilidad para el uso una vez ensamblados y sobre todo la durabilidad y la capacidad de reutilización de los mismos. Al acabar su vida útil, el producto puede ser reciclado.

6.5 MATERIALES

Pieza superior conformada por cuatro costillas de acero, una viga transversal cerramiento de paneles y capa exterior de aluminio.

Base de acero y madera de abedul.

6.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

1. Entrega: Se suministran la base y la única pieza de cubierta y cerramiento, apiladas.
2. Montaje: Entre dos personas, de forma muy rápida, unos dos minutos. Ninguna herramienta es necesaria, ni tampoco mano de obra especializada. Al colocar la pieza superior sobre la base las piezas encajan, en una conexión fija y segura. Las camas están integradas.

3. Posibilidad de mover y recolocar el módulo una vez completo, acoplando varios, en agrupaciones lineales o formando círculos.
4. Conexión a un generador eléctrico.

6.7 COSTE

5000 dólares por unidad (673\$ por m²). Puede parecer elevado, pero cada elemento puede ser reutilizado durante años y los costes de transporte son razonables. Su precio es aproximadamente un cuarto del de tráileres habitables y un tercio del de los contenedores de transporte modificados.

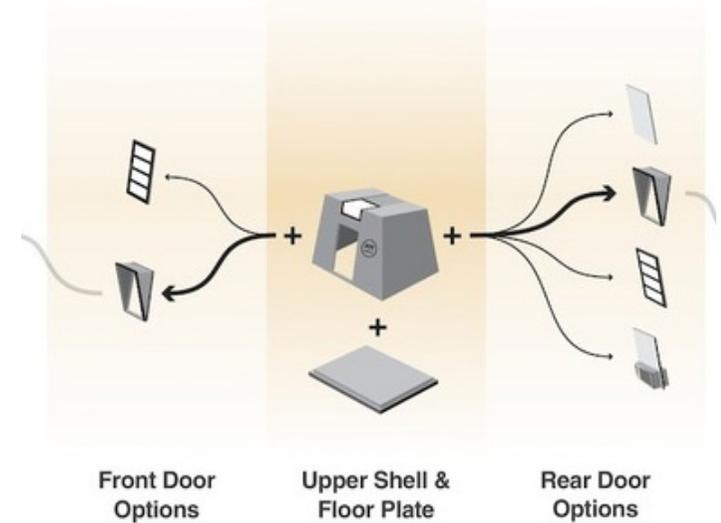


Figura 66 | Opciones de personalización



Figura 67 | Disposición circular, con espacio común cubierto

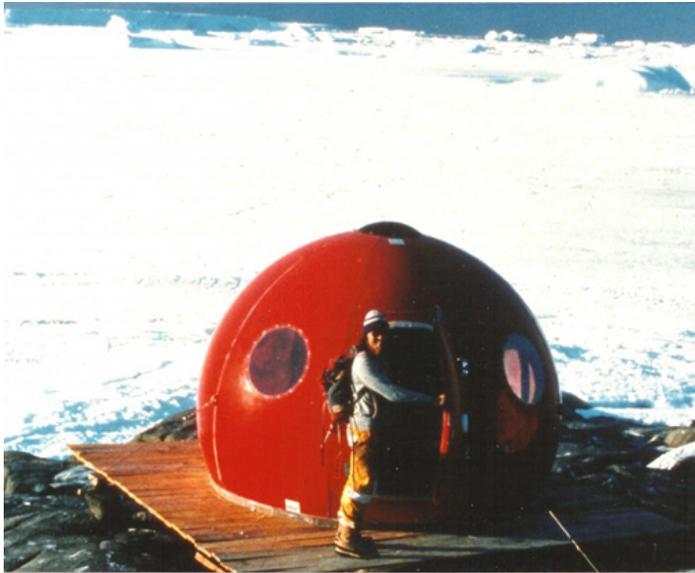
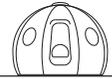


Figura 68 | Primer Igloo Satellite Cabin



Figura 69 | Igloo Satellite Cabin en un observatorio de aves

PROTOTIPO 7 | IGLOO SATELLITE CABIN



7.1 INFORMACIÓN BÁSICA

El prototipo Igloo Satellite Cabin fue fabricado por Icewall One, Penguin Composites Pty Ltd en 1982, y ha sido empleado en numerosas ocasiones desde entonces.

7.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

El Igloo ha sido diseñado especialmente para expediciones de investigación científica en lugares inaccesibles o condiciones extremas de diverso tipo, desde climas tropicales a la Antártida, especialmente para temperaturas bajo cero, fuertes vientos, hielo y nieve. Su característica más destacable es la versatilidad, además de sus posibilidades de transporte a zonas de difícil acceso.

7.3 LOCALIZACION

El prototipo ha sido empleado durante más de treinta años, por lo que sus localizaciones son variadas. Algunas de ellas son:

Antártida, territorio australiano, 7 de diciembre de 1982

Antártida, Byers Station, territorio perteneciente a Reino Unido

Observatorios de aves en islas tropicales

Campamento de minería en una isla de la costa occidental australiana

Cabaña de mantenimiento en las Highlands de Papúa Nueva Guinea

7.4 DESCRIPCIÓN

7.4.1 Prototipo Igloo Satellite Cabin

El Igloo Satellite Cabin es una estructura ligera, resistente y flexible que ha sido empleada desde hace más de treinta años. Está diseñada para proporcionar seguridad y refugio bajo muy diferentes condiciones climáticas así como para ser transportada y montada en lugares de difícil acceso, donde la edificación y el mantenimiento de otras soluciones serían muy difíciles o imposibles.

El prototipo básico consiste en una cabina de fibra de vidrio con forma de iglú, modular y ligera, de fácil transporte y rápido montaje. Es reutilizable y cuenta con equipamiento profesional que se integra en el módulo. Existen además piezas para ampliar e interconectar los módulos básicos, generando configuraciones variadas. Han sido empleados como cabañas, dormitorios, aseos y baños, cocinas, laboratorios, salas de instrumental, almacenes o centros de comunicaciones, entre otros.

Las unidades, básicas o extensibles, pueden transportarse suspendidas de un helicóptero una vez ensambladas y equipadas. Son una solución muy adecuada para expediciones de exploración e investigación, campamentos temporales y ecoturismo.

7.4.2 Sistema constructivo

La cabina básica tiene una planta circular de aproximadamente 3 m de diámetro, formada por cuatro partes, en la que se ensamblan ocho paneles de fibra de vidrio que encajan entre sí. Todos ellos están numerados para el montaje y se suministran con piezas para realizar las uniones, los orificios prefabricados y todos los pernos y tuercas necesarios. Los paneles forman



Figura 70 | Transporte en moto de nieve



Figura 71 | Módulo siendo descargado de un barco rompehielos



Figura 72 | Interior con mobiliario modular



Figura 73 | Interior del prototipo en proceso de montaje
12. Esto es destacable desde el punto de vista ambiental, ya que permite evitar la introducción de especies foráneas que pueden poner en peligro la flora y la fauna local.

una cúpula auto portante que consta de 4 partes, fácilmente acoplables. Un módulo estándar cuenta con tres paneles opacos, cuatro de ventanas y uno con la puerta.

7.4.3 Dimensión

El diámetro de la planta del módulo básico es de 2,85m, el diámetro máximo 3,1m y la altura interior del punto más elevado 2,15m. Su volumen es de 11,66 m³, y su peso 245 kg. Existen también módulos de extensión y piezas de conexión.

7.4.5 Sostenibilidad

La reutilización es la característica más destacable del prototipo en este ámbito. Pese a destinarse en su mayoría a actividades temporales, su vida útil es muy prolongada. Además puede ser transportado mediante diversos medios sin desmontarse, ser suspendido mediante una grúa y una vez desmontado el módulo cabe en un camión.

La fibra de carbono de los paneles permite su limpieza, interior y exterior, antes y después de estar en la Antártida¹².

7.5 MATERIALES

Paneles modulares, pulidos y encerados, aislados con 20 mm de poliuretano entre dos capas de fibra de vidrio.

Herramientas, pernos, tuercas, material sellante, anclajes e instrucciones de montaje necesarias incluidos con cada cabina.

Sellado entre paneles de silicona o caucho

Ventanas de doble cerramiento de policarbonato con cámara de aire intermedia.

Cada cabina cuenta con dos ventiladores, uno en el nudo superior y otro en la puerta.

7.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

El prototipo puede ser levantado por dos personas en aproximadamente una hora. Aunque los paneles son lo suficientemente ligeros para que una sola persona los transporte, es necesario que otra ayude en el montaje, manteniendo las piezas en su posición hasta que se coloquen y aprieten los tornillos.

1. Sobre una superficie plana (puede ser una plataforma de madera construida para emplazar el módulo) acoplar las cuatro piezas que conforman la base circular y atornillar.
2. La disposición de paneles estándar en un módulo básico es puerta, ventana a ambos lados, y tres paneles opacos alternos con las otras dos ventanas. Comenzar encajando el panel de la puerta en la base y atornillando una unión de cada dos en los orificios prefabricados. Alguien deberá sujetarlo hasta que se acople al menos otro panel y sea auto portante. Continuar con el resto de paneles.
3. Colocar la salida de aire superior.
4. Sellado de juntas con el material para ello suministrado, una silicona que soporta hasta -60°C.
5. Apretar todos los tornillos. Una fijación de cada dos es suficiente para que la estructura sea auto portante, salvo que vaya a estar expuesta a una gran carga de viento. Comenzar por la base, continuar con los paneles



Figura 74 | Montaje del módulo extensible

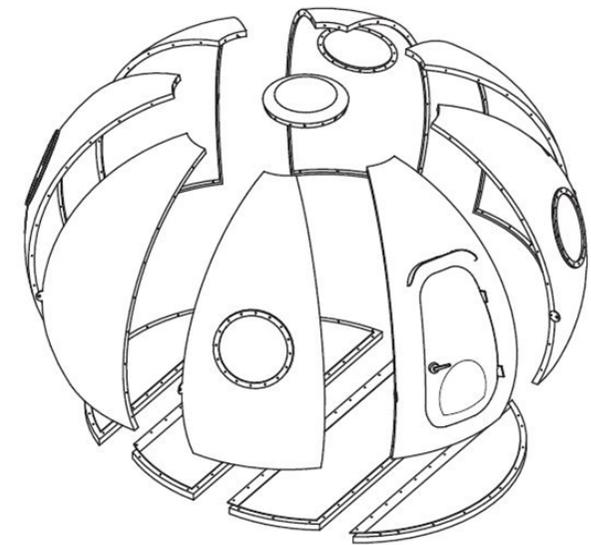


Figura 75 | Axonometría explotada del módulo básico

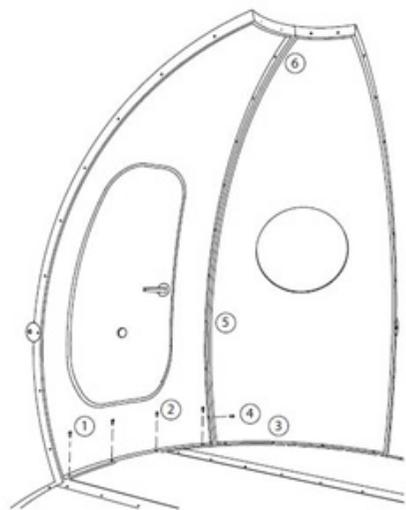


Figura 76 | Detalle de fijaciones

curvos y por último la unión entre éstos y la base.

6. Asegurar las líneas de anclaje. Son cuatro de las ocho uniones entre los pórticos. De ellas se puede suspender el módulo desde un helicóptero. Deben anclarse al terreno.

7.7 COSTE

5000 dólares por unidad (673\$ por m²).

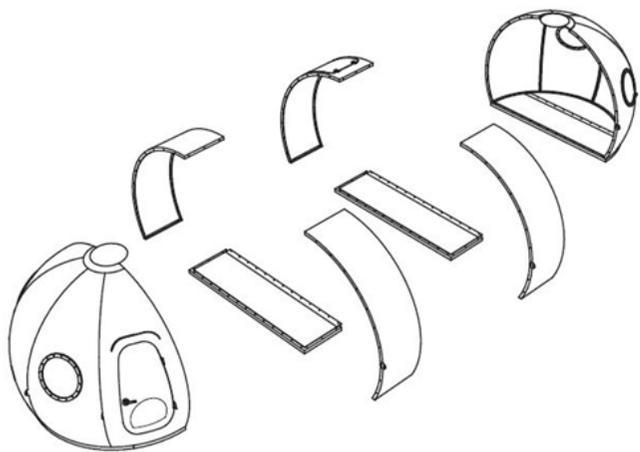
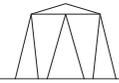


Figura 77 | Axonometría explotada del módulo extensible



Figura 78 | Prototipo Life Box

PROTOTIPO 8 | LIFE BOX



8.1 INFORMACIÓN BÁSICA

Life Box es un prototipo de respuesta rápida ante un desastre natural, desarrollado en 2013 por el ingeniero industrial turco Adem Onalan, tras presenciar varios terremotos en su país. Aunque no ha sido llevado a la práctica, son muchas las situaciones en las que podría ser empleado.

8.2 SITUACIÓN DE EMERGENCIA

El prototipo destaca por su adaptabilidad a muy variadas situaciones de emergencia. El punto fuerte de su diseño es su sistema de transporte y distribución, posible mediante vehículos rodados y aéreos, ya que incorpora paracaídas. Así, puede ser empleado tras terremotos, inundaciones, conflictos armados, etc., especialmente en zonas inaccesibles. Es una respuesta inmediata que proporciona refugio y provisiones hasta que otro tipo de ayuda de carácter más durable pueda llegar al lugar afectado.

8.3 LOCALIZACION

Pese a no haber sido empleado nunca, su diseño y su facilidad de suministro hacen que las posibles localizaciones sean muy variadas.



Figura 79 | Cajas de Life Box Land, Air y Water

8.4 DESCRIPCIÓN

8.4.1 Prototipo Life Box

El Life Box es un prototipo de respuesta y montaje inmediatos tras un desastre. Es un refugio provisional, muy ligero, que se suministra en una caja desplegable la cual contiene la estructura de plástico plegable, dos cajas con suministros de comida, medicinas y equipos de supervivencia. Una Life Box proporciona refugio y provisiones para cuatro personas durante dos semanas. Cuenta también con una numeración que permite a los servicios de asistencia controlar la ubicación de las unidades.

8.4.2 Sistema constructivo

El prototipo está inspirado en la idea de todo-en-uno de un chaleco salvavidas. El refugio es inflable, de doble capa y está unido al interior de la caja que lo contiene. Una vez desplegada, ésta pasa a ser el suelo. Cuenta con dos latas de CO₂ para el inflado. Una vez montado, varios módulos pueden ser unidos para formar espacios mayores. Existen tres variaciones:

Life Box Land: Diseñada para el transporte a zonas accesibles por carretera. La capa exterior del cerramiento está en el interior de la caja.

Life Box Air: Diseñado para el suministro desde el aire, la capa exterior del cerramiento funciona como paracaídas. Permite prestar ayuda en lugares inaccesibles.

Life Box Water: Diseñada para áreas inundadas, proporciona refugio en tierra y sobre el agua. Contiene dos anillos para la flotación.



Figura 80 | Suministro de Life Box Air

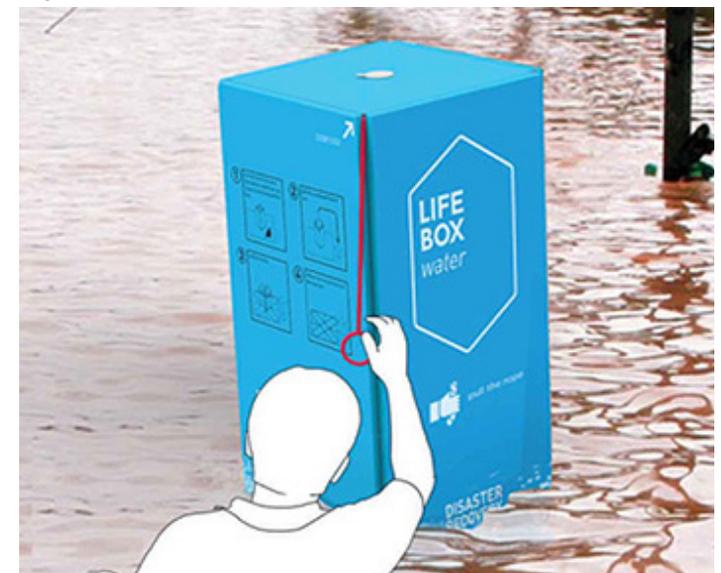


Figura 81 | Life Box Water



Figura 82 | Life Box Water desplegado

8.4.3 Dimensión

Las dimensiones del Life Box han sido estudiadas para asegurar un transporte eficiente: Dos personas pueden transportar una unidad a pie, pues su peso es algo inferior a 75 kg. En un pallet estándar, de 1,20 x 1,20 m, pueden disponerse ocho unidades. En un avión Cargo C17 pueden transportarse 160 Life Boxes, alojamiento y provisiones para 160 afectados durante dos semanas. En un camión de 50 pies (15,24 m) pueden transportarse 192, para 640 personas.

8.4.5 Sostenibilidad

Cuando ya no son necesarias, son fácilmente retiradas. Su numeración permite controlar este proceso de forma eficiente.

8.5 MATERIALES

El Life Box está fabricado en polietileno. La base, de espuma del mismo material, proporciona confort y aislamiento y contribuye a absorber los golpes.

8.6 PROCESO CONSTRUCTIVO

El refugio puede ser levantado en menos de un minuto por una persona sin ningún tipo de entrenamiento, simplemente siguiendo las instrucciones.

1. Desplegar la caja, que formará el suelo
2. Tirar de la cuerda roja, de acuerdo con las instrucciones. Se abrirán las latas de CO2 que inflarán la estructura.
3. Colocar el paracaídas como segunda capa de cerramiento.

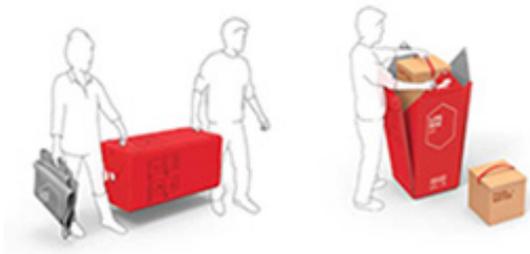


Figura 83 | Proceso de montaje 1

8.7 COSTE

Desconocido. Aunque su durabilidad es muy corta comparada con otros prototipos, hay que considerar que éste incluye comida y medicinas para cuatro personas durante dos semanas.

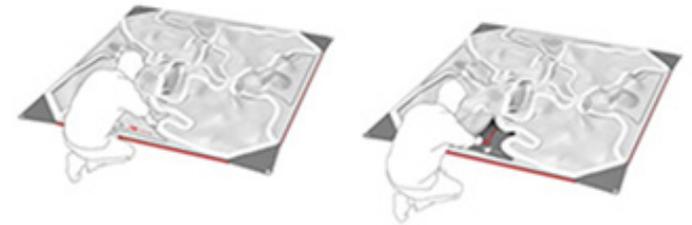


Figura 84 | Proceso de montaje 2

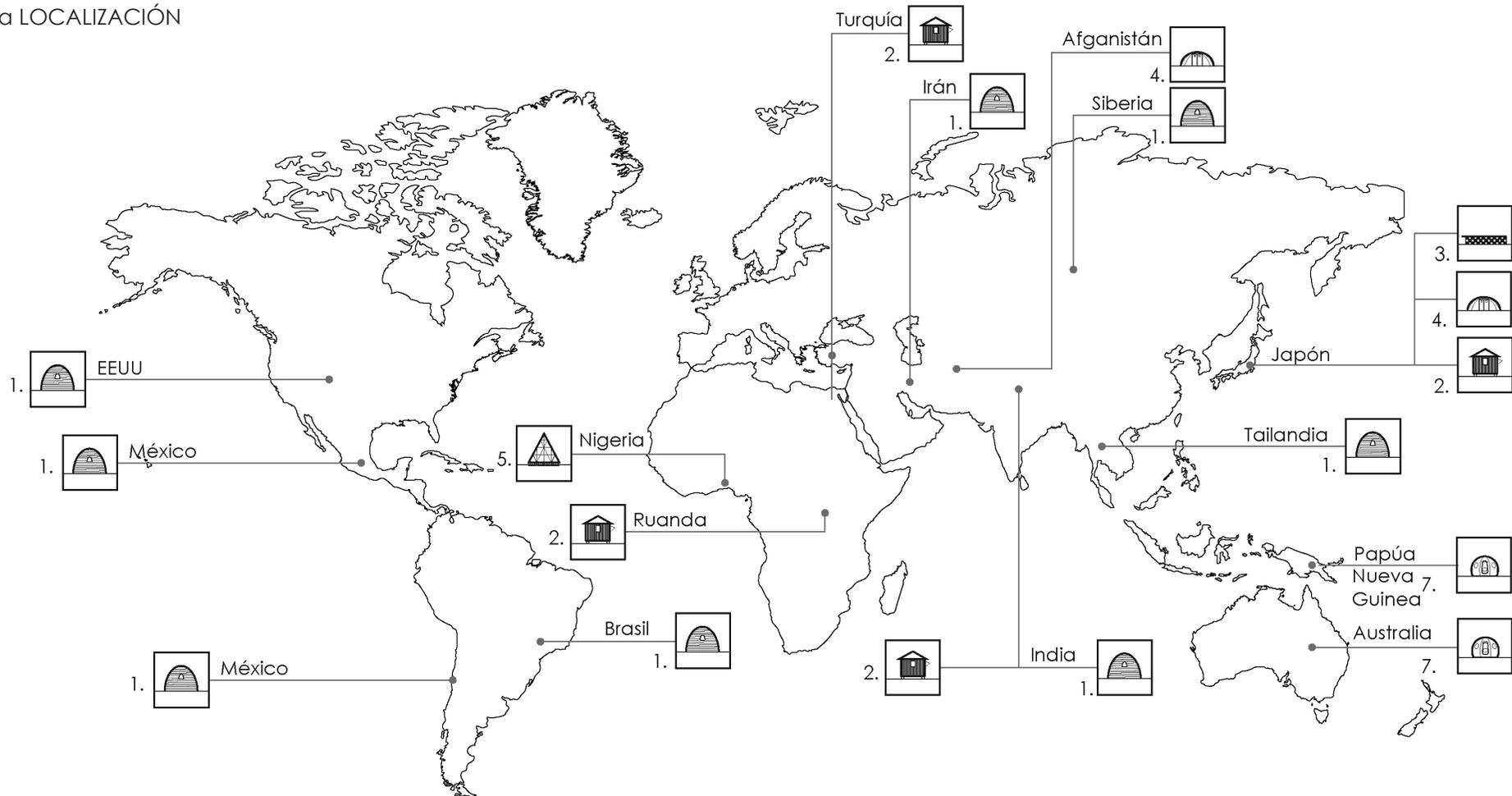


Figura 85 | Proceso de montaje 3

V. RELACIONES ENTRE EJEMPLOS

Tras estudiar los antecedentes y los prototipos en profundidad, a continuación pasamos a establecer de manera gráfica relaciones, valoraciones y comparaciones entre los prototipos, tanto entre sí como con sus antecedentes, para posteriormente extraer conclusiones y reflexiones de su estudio.

V.a LOCALIZACIÓN

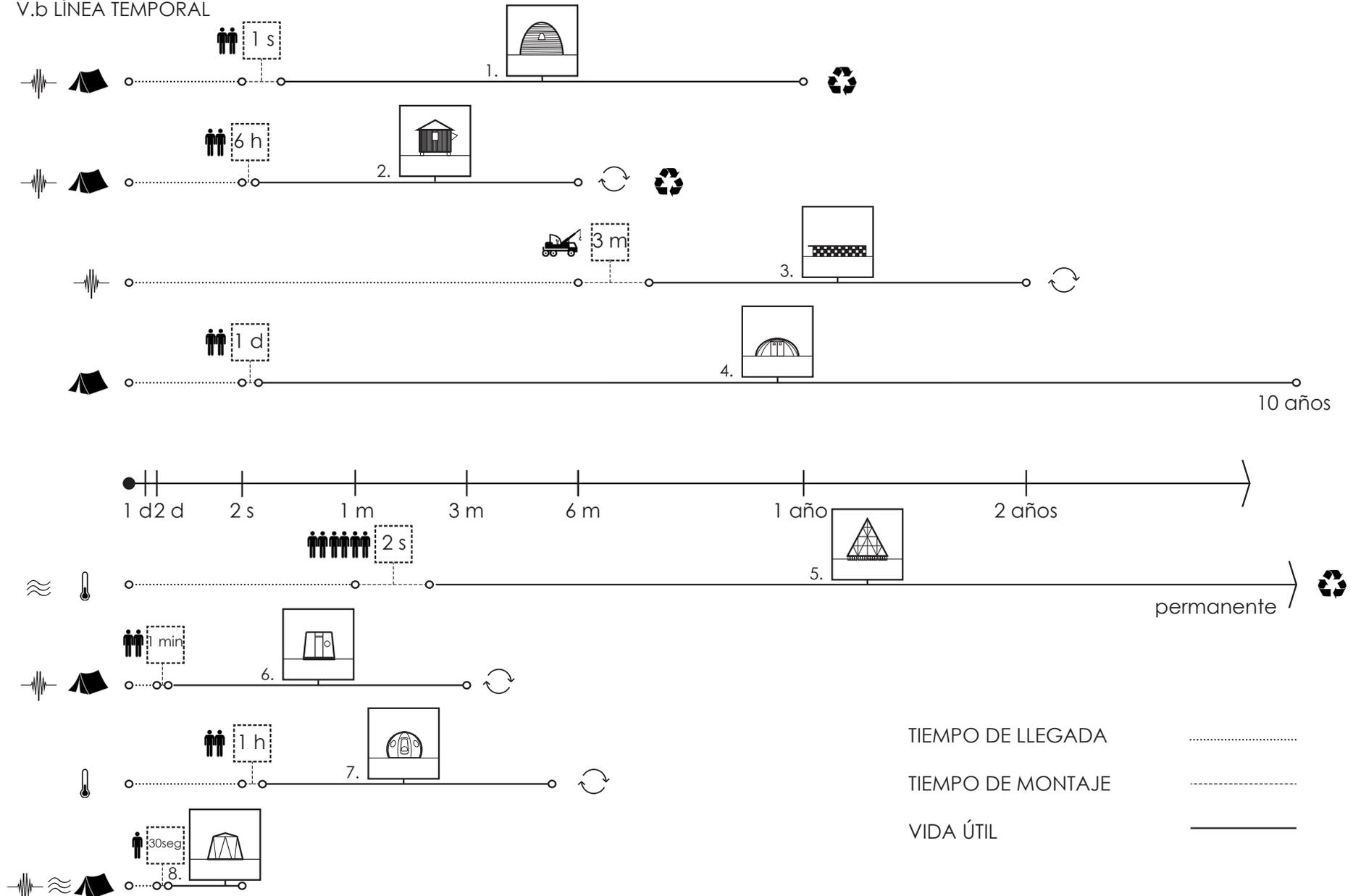


LOCALIZACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

- | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  LONGBAG SUPERADOBE Nader Khalili | 3.  CONTAINER TEMPORARY HOUSING Shigeru Ban | 6.  EXO REACTION HOUSING SYSTEM Reaction |
| 2.  PAPER LOG HOUSE Shigeru Ban | 4.  CONCRETE CANVAS SHELTER Will Crawford, Peter Brewin | 7.  IGLOO SATELLITE CABIN Icewall One |
| | 5.  MAKOKO FLOATING SCHOOL NLÉ Architects | 8.  LIFE BOX Adem Onalan |

ARQUITECTURA DE EMERGENCIA

V.b LÍNEA TEMPORAL



V.c CARACTERÍSTICAS

1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

EMERGENCIA

TERREMOTO	
INUNDACIÓN	
CAMPO DE REFUGIADOS	
CLIMA EXTREMO	

PROTOTIPOS

PLANTA CIRCULAR	
PLANTA RECTANGULAR	
ESTRUCTURA PUNTUAL+CUBRICIÓN	

MUROS DE CARGA	
ESTRUCTURA A COMPRESIÓN	
MATERIALES LOCALES	
PREFABRICADO	

MONTAJE

NÚMERO DE PERSONAS	
DURACIÓN	
MAQUINARIA	

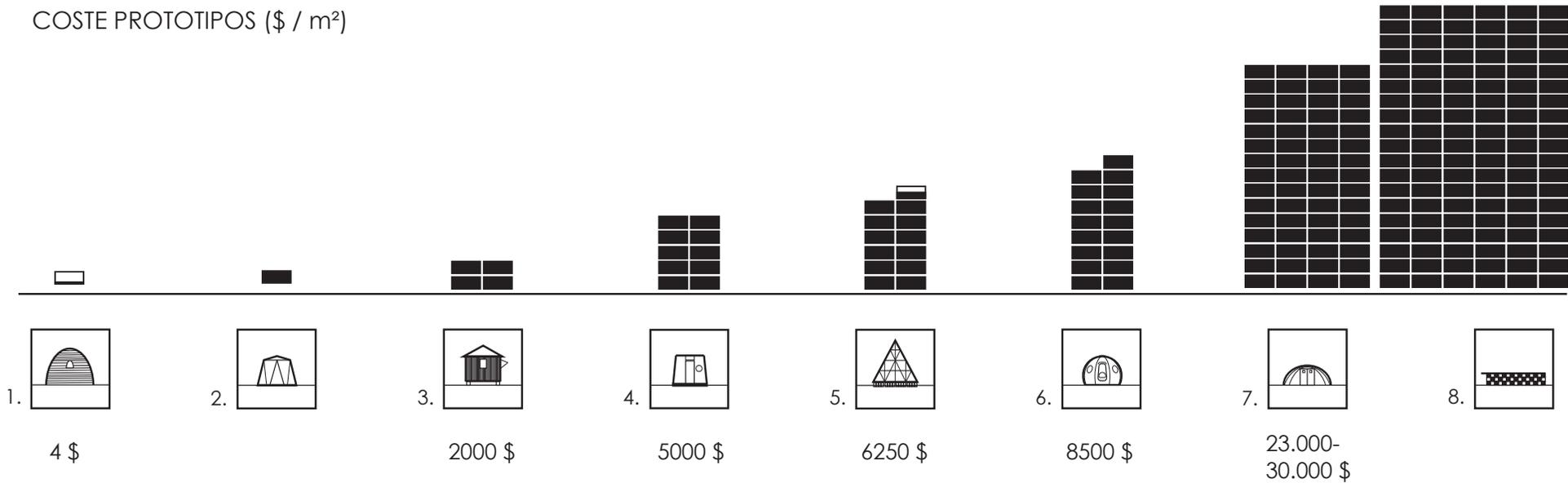
OTROS

MODULAR	
AMPLIABLE	
ESTÉRIL	
REUTILIZABLE	
RECICLABLE	

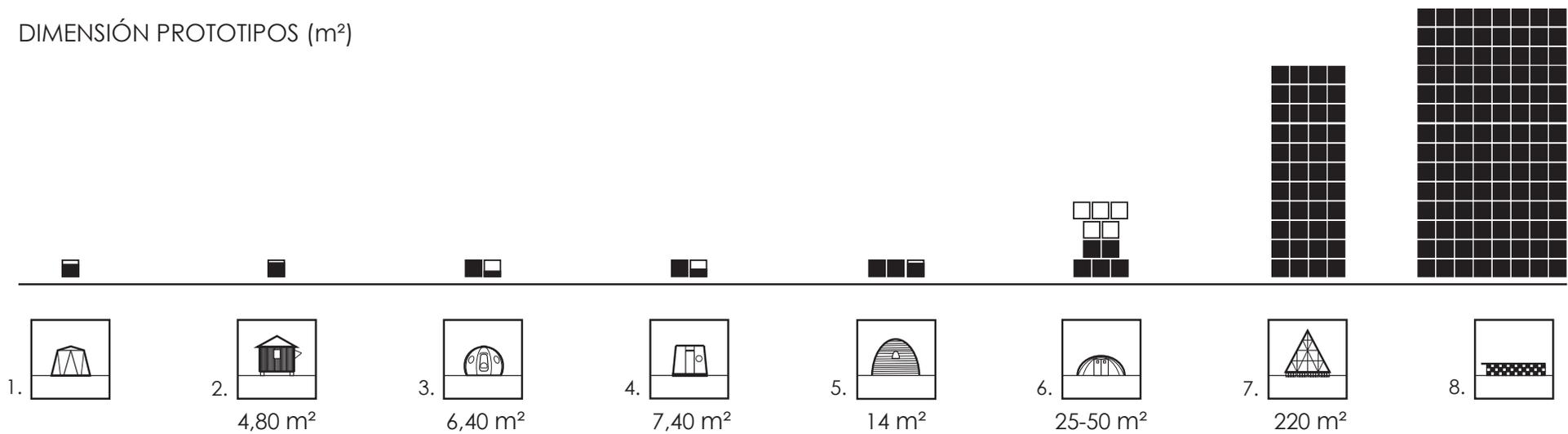
ARQUITECTURA DE EMERGENCIA

V.f COSTE Y DIMENSIONES

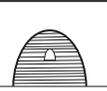
COSTE PROTOTIPOS (\$ / m²)



DIMENSIÓN PROTOTIPOS (m²)



V.d RELACIÓN CON ANTECEDENTES

	MAISON DES JOURS MEILLEURS	PLUG-IN CITY	WALKING CITY	THE BOX	RESOLUTE BAY	IGLÚ	TIPI	YURTA	CASAS TROPICALES	PLAN BAHÍA TOKIO
1.						construcción en espiral	planta central	planta central		
2.							elementos estructurales + cubrición			
3.		gran número de viviendas								
4.								material textil		
5.									confort: sombra + ventilación	crecimiento urbano sobre masa de agua
6.			módulos acoplables	módulos acoplables						
7.					climas extremos	climas extremos	climas extremos	planta central	planta central	
8.								elementos estructurales + cubrición		

6. CONCLUSIONES

La arquitectura de emergencia es un campo en expansión en el que no existe una única respuesta correcta, prueba de ello es que la experimentación y el desarrollo de prototipos están a la orden del día. Los nuevos materiales y tecnologías proporcionan cada vez más oportunidades para el diseño de soluciones modulares de construcción rápida. Sin embargo, los sistemas constructivos basados en materiales locales son más económicos, mejor recibidos, más adaptables a los diferentes climas y más susceptibles de involucrar a las víctimas del desastre en el proceso de construcción.

Por otro lado, el carácter transitorio de la arquitectura de emergencia es relativo. La temporalidad, la posibilidad de ser desmontados y transportados sin dejar impacto en la zona, y en ocasiones, la reutilización, son a menudo criterios clave de los prototipos. Frente a esto, nos encontramos con casos, especialmente en países en vías de desarrollo, en las que una situación de emergencia o desastre lleva aparejados la falta de seguridad y un incremento en el número de crímenes. Paradójicamente, en estos casos se requiere solidez y estabilidad frente a ligereza, y lo que comenzó como algo temporal puede conducir a un asentamiento permanente mediante mejoras progresivas. En ese contexto, la emergencia adquiere una nueva dimensión, pues se convierte en el primer paso del proceso constructivo, garantizando las condiciones básicas de refugio, higiene y seguridad, siendo ampliada y mejorada con el paso del tiempo.

Desde el punto de vista del diseño arquitectónico de emergencia, la posibilidad de experimentar, desarrollar y construir prototipos resulta estimulante para cualquiera, pero además, su desarrollo es si cabe aún más satisfactorio ya que, por la escala comedida y el tipo de solución constructiva, no es descabellado que estos diseños lleguen a convertirse en

prototipos abiertos y a la espera de nuevas iniciativas que los implementen.

La investigación y la experimentación en la búsqueda de respuestas a determinadas problemáticas aparejadas a las situaciones de desastre estimulan y promueven el uso de nuevos materiales y modelos estructurales así como el desarrollo de nuevas soluciones constructivas. Son un desafío al ingenio y a la creatividad, cuyas aplicaciones mejoran tanto los prototipos de emergencia como otro tipo de arquitecturas de carácter permanente.

En conclusión, los arquitectos tienen mucho que ofrecer en situaciones de emergencia, pero también la oportunidad y la responsabilidad de aprender de ellas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Libros

DAVIS, Ian, *Arquitectura de emergencia*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1980

RUDOFKY, Bernard, *Architecture without architects: a short introduction to non-pedigreed architecture*, London, Academy Editions, 1964

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

ANTECEDENTES

Iglú

- Páginas web

MANZANERO, Javier "Un Iglú: Paradigma de Arquitectura Sostenible" (11.03.2013) [en línea] Acceso el 01.04.2015 [http://ecoemas.com/un-iglu-paradigma-de-arquitectura-sostenible/]

- Vídeos

[BBCWorldwide] (27.05.2008) *How to build an igloo - A Boy Among Polar Bears* – BBC. [Archivo de vídeo] Acceso 01.04.2015 [https://www.youtube.com/watch?v=R-x5QOSqP3E]

[Douglas Wilkinson] (1949) *How to build an igloo*. [Archivo de vídeo] Acceso 01.04.2015 [https://www.nfb.ca/film/how_to_build_an_igloo/]

Tipi

- Páginas web

FARMWEST, "Sobre el tipi indio. Hechos para vivir" [en línea] Acceso el 28.06.2015 [http://www.farmwest.de/es/tipi-tiendas-indias/sobre-el-tipi-indio/]

INOXIDABLES, "Tipi" Inoxidables [en línea] Acceso el 05.04.2015 [http://www.inoxidables.net/nacionesindias/tipi.htm]

- Vídeos

[Lewis Major] (2 de octubre de 2013) *Tipi Construction*, [Archivo de vídeo] Acceso el 05.04.2015 [https://youtu.be/Fp2fBHUY-gM]

Yurta

- Páginas web

FRANCO, José Tomás, "Arquitectura Vernácula: Yurtas, Viviendas Nómadas en Mongolia" Plataforma Arquitectura (14.01.2014) [en línea] Acceso el 02.07.2015. [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-326671/arquitectura-vernacula-yurtas-viviendas-nomades-en-mongolia>]

GAMBETTA, Tea "El ger o yurta, la casa tradicional de los nómadas mongoles" (03.06.2013) [en línea] Acceso el 02.07.2015. [<http://suite101.net/article/el-ger-o-yurta-la-casa-tradicional-de-los-nomadas-mongoles-a63686#.VZk0yfnmkkp>]

LE CORBUSIER

Casas Loucheur

GAITE, Arnoldo, *El proyecto de la vivienda económica*, Vial, 2007.

MONTEYS, Xavier, *Le Corbusier. Obras y proyectos, obras e proyectos*, Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A, 2005, pp 71.

- Páginas web

LAZULIFERNANDEZLOBATO, "Maison Loucheur, Le Corbusier, No construido, 1928/192" (17.03.2012) [en línea] Acceso el 28.06.2015. [<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2012/03/17/maison-loucheur-le-corbusier-no-construido-19281929/>]

JEAN PROUVÉ

- Libros

CENTRE GEORGES POMPIDOU, *Jean Prouvé, "constructeur"*, Paris: Editions du Centre Pompidou, 1990, pp. 35-36,

DIRECCIÓN GENERAL DE LA VIVIENDA, LA ARQUITECTURA Y EL URBANISMO, *La vivienda en Nancy. La arquitectura del material como proceso abierto. Jean Prouvé*. Madrid: CPAGE, Ministerio de Fomento, 200, p. 32.

HUBER, Benedikt y STEINEGGER, Jean-Claude, Jean Prouvé, *Une Architecture par l'industrie, Arkitektur aus der Fabrik, Industrial Architecture*, Zurich: Les Éditions d'Architecture Artemis Zurich, 1971, pp. 104-107, 130-131.

Jean Prouvé constructeur, 1901-1984, París: Éditions de la Réunion des musées nationaux, 2001, pp. 70-71, 94

PETERS, Nils, Jean Prouvé, 1901-1984, *La dinámica de la creación*, Colonia: TASCHEN, 2006, pp. 34, 47.

SULZER, Peter, *Jean Prouvé, Oeuvre Complete/ Complete Works*, Volume 2: 1934-1944, Basel (Suiza): Birkhauser-Publishers for Architecture, 2000, p. 230

VITRA DESIGN MUSEUM, *Jean Prouvé, The Poetics of the Technical Object*, Ditzingen (Alemania): Vitra Design Stiftung, 2006, pp. 208-213.

Barracones desmontables

- Documentos en línea

ARRIBAS, Ruth, *Jean Prouvé y la fabricación de prototipos como estrategia proyectual de una Arquitectura evolutiva*. [pdf] 2013, Huerta, Santiago y Fabián López Ulloa (eds.). Actas del Octavo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Acceso el 05.07.2015 [<http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/Aju%20007%20Arribas.pdf>]

Casas tropicales

- Páginas web

JOSEMARIACORREA, "Casas tropicales, Jean y Henri Prouvé. Niamey (Niger) y Brazzaville (Congo). 1949" (30.10.2011) [en línea] Acceso el 25.06.2015 [<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2011/10/30/casas-tropicales-jean-y-henri-prouve-niamey-niger-y-brazzaville-congo-1949/>]

RICO, Alejandro, "Maison Topicale/Casa Tropical" (18.12.2013) [en línea] Acceso el 25.06.2015 [<http://arquimaestros.tumblr.com/post/70398800498/maison-tropicale-casa-tropical>]

- Vídeos

[jpgstudio]. (11.12.2008). *Jean Prouvé A Tropical House Architecture & Design* [Archivo de vídeo] Acceso el 25.06.2015 [https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=_10ZcaWwDV4]

[pugglesone]. (07.04.2010). *Jean Prouvé - La Maison Tropicale.mp4* [Archivo de vídeo]. Acceso el 25.06.2015 [https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=337DvPCm7t0]

Casa para el Abad Pierre

- Páginas web

NAVARRO, Pedro "Jean Prouvé - "Les Jours Meilleurs" house - (1956)" (30.07.2012) [en línea] Acceso el 26.06.2015. [<http://www.metalocus.es/es/blog/jean-prouve%C3%A9-%E2%80%99Cles-jours-meilleurs%E2%80%9D-house-1956>]

RALPH ERSKINE

EGELIUS, Mats, *Ralph Erskine, architect*, Stockholm: Mats Egelius and Byggförlaget, 1990.

COLLYMORE, Peter, *Ralph Erskine*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1983.

The box

- Páginas web

HACEDORDETRAMPAS “*Ralph Erskine y su cabaña*” (15.04.2010) [en línea] Acceso el 25.06.2015 [<http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2010/04/ralph-erskine-y-su-cabana.html>]

Proyecto en el Ártico

- Páginas web

HACEDORDETRAMPAS “*Proyecto urbano de Erskine para zonas árticas _ arquitectura en la memoria*” (19.11.2010) [en línea] Acceso el 25.06.2015 [<http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2010/11/proyecto-en-el-artico-de.html>]

- Documentos en línea

JULI, Matthew y CHO, Leena, *Architecture and Urbanism of Arctic Cities: Case Study of Resolute Bay and Norilsk School of Architecture*, University of Virginia [pdf] Acceso el 28.06.2015 [https://www.gwu.edu/~ieresgwu/assets/docs/JULL_CHO_%20Architecture%20Urbanism_of%20Arctic%20Cities_FINAL_X.pdf]

ALLISON Y PETER SMITHSON

La casa del futuro

- Libros

FERNÁNDEZ VILLALOBOS, Nieves, *Utopías domésticas, La casa del Futuro de Alison y Peter Smithson*, Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, Colección arquia7tesis núm 37, 2012.

ARCHIGRAM

- Libros

A guide to Archigram 1961-74, London: Academy Editions, 1994.

ARCHIGRAM / COOK, Peter, *Archigram*, London: Studio Visa Publishers, 1972.

CENTRE GEORGES POMPIDOU, *Archigram*, Paris: Éditions du Centre Pompidou, Collection Monographie, 1994, pp. 87-92, 96-99.

Plug-in City, 1964

- Páginas web

MERIN, Gili. "Clásicos de Arquitectura: The Plug-In City / Peter Cook, Archigram " [AD Classics: The Plug-In City / Peter Cook, Archigram] (22.10.2013). Plataforma Arquitectura [en línea] Acceso el 05.07.2015 [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-302799/clasicos-de-arquitectura-the-plug-in-city-peter-cook-archigram>]

VICTORIA PATRICIA, "Plug-in City (1964). Archigram" (16.01.2013) [en línea] Acceso el 27.06.2015 [<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2013/01/16/plug-in-city-1964-archigram/>]

METABOLISMO

KOOLHAAS, Rem, *Hans Project Japan: Metabolism Talks...*, Köln (Alemania): TASCHEN, 2011

Plan para la bahía de Tokio, Kenzo Tange, 1960

- Libros

ESTUDIOPAPERBACK, *Kenzo Tange* Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1981

KULTERMANN, Udo, *Kenzo Tange, 1946-1969*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1970

RODRÍGUEZ LLERA, Ramón, *Japón en Occidente. Arquitecturas y Paisajes del imaginario Japonés*, Valladolid: Universidad de Valladolid, 2012

- Páginas web

SPENCE, Daniel "A PLAN FOR TOKYO, KENZO TANGE, 1960" [en línea] Acceso el 28.06.2015 [<http://www.utopiaforgot.com/aplanfortokyo/>]

PROTOTIPOS-EJEMPLOS

1. LONGBAG SUPERADOBE

- Documentos en línea

CAL-EARTH INSTITUTE, "*Refugio de emergencia (guía de formación)*" [pdf], Acceso el 01.06.2015 [<https://calearth.org/images/pdfs/emergency-shelter/SpanishGuide.pdf>]

THE AGA KHAN AWARD FOR ARCHITECTURE, *Sandbag Shelter Prototypes* [pdf] (1992) Cal-Earth Institute Hesperia, United States Acceso el 11.11.2014 [http://www.akdn.org/architecture/pdf/2761_lra.pdf]

- Páginas web

CAL-EARTH INSTITUTE, "*What is Superadobe?*" [en línea] Acceso el 01.06.2015 [<https://calearth.org/building-designs/what-is-superadobe.html>]

2. PAPER LOG HOUSE

- Libros

JODIDIO, Philip, *Shigeru Ban, 1957, Arquitectura sorprendente*, Colonia: Editorial TASCHEN, 2012.

MIYAKE, Riichi, *Shigeru Ban, Paper in Architecture*, New York: Rizzoli International Publications, Inc., 2009.

McQUAID, Matilda, *Shigeru Ban, New York*, Phaidon Press Limited, 2003

Shigeru Ban. Complete Works 1985-2010, Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., colección GG Portfolio, Octubre 1997

Shigeru Ban, Londres: Laurence King Publishing, 2001.

- Documentos en línea

HARRIS, Chris, *Paper tube houses (2005)* [pdf] Acceso el 01.06.2015 [<http://myweb.wit.edu/kiml1/590fall05/web-content/chris.pdf>]

- Páginas web

DESIGNBOOM, "*shigeru ban: paper loghouse*" [en línea] Acceso el 01.06.2015 [http://www.designboom.com/history/ban_paper.html]

EXPOKNEWS, "Arquitectura sostenible en zonas de emergencia, Shigeru Ban" (25.09.2013) [en línea] Acceso el 12.11.2014 [<http://www.expoknews.com/arquitectura-sostenible-en-zonas-de-emergencia-shigeru-ban/>]

MEYNENT, Coline, "Shigeru Ban, Cardboard and Paper", [en línea], Acceso el 12.11.2014 [<http://rmitallchange.weebly.com/cardboard-and-paper-construction.html>]

QUINTAL, Becky "Post 7 Pritzker Disaster Relief" (24.03.2014) ArchDaily [en línea] Acceso 01.06.2015 [<http://www.archdaily.com/489255/the-humanitarian-works-of-shigeru-ban/>]

SATYA, "A House of Paper. The Satya Interview with Shigeru Ban" (04.2005) [en línea] Acceso el 01.06.2015 [<http://www.satyamag.com/apr05/ban.html>]

SEA, "Shigeru Ban. Arquitectura de cartón. Pritzker 2014" [en línea] Acceso el 01.06.2015 [<http://arqsea.com/shigeru-ban-arquitectura-de-carton-pritzker-2014/>]

VILLAFRANCA, David "Expertos al rescate: arquitectura de emergencia después de las catástrofes" (17.06.2014) [en línea] Acceso el 30.03.2015 [<http://lifestyle.americaeconomia.com/articulos/expertos-al-rescate-arquitectura-de-emergencia-despues-de-las-catastrofes>]

ZABALBESCOA, Anaxu "Shigeru Ban: Los arquitectos podemos ser útiles a mucha gente, no solo a los ricos" Entrevista periódico El País Semanal (25.06.2013) [en línea] Acceso el 08.07.2015 [http://elpais.com/elpais/2013/06/24/eps/1372089024_687561.html]

- Vídeos

[QUINEJURE, Miguel] (2000) *Shigeru Ban, Arquitectura de emergencia* [Archivo de vídeo]. Colección Arquia documental, nº 19. Acceso el 12.11.2014 [<http://fundacion.arquia.es/es/ediciones/audiovisuales/Colecciones/DetalleAudiovisual/19>]

[surayyn selvan]. (09.12.2013) *Shigeru Ban - The Paper Architect* [Archivo de vídeo]. Acceso el 12.11.2014 [<https://www.youtube.com/watch?v=KWG5oRZdcno>]

3. CONTAINER TEMPORARY HOUSING

- Documentos en línea

PLANNING FOR DISASTER: *Learning lessons from Onagawa*, [pdf] Acceso el 01.06.2015 [[http://planningexchange.foundation.org.uk/reports/PEF3%20\(1\).pdf](http://planningexchange.foundation.org.uk/reports/PEF3%20(1).pdf)]

- Páginas web

CAÑIZARES, Ana, "Shigeru Ban's Temporary Container Housing in Onagawa" (07.03.2012) [en línea] Acceso el 12.11.2014 [<http://masteremergencyarchitecture.com/2012/shigeru-ban-temporary-container-housing-in-onagawa/>]

DESIGNBOOM, "shigeru ban: onagawa temporary container housing + community center" (27.09.2012) [en línea] Acceso el 01.06.2015 [<http://www.designboom.com/architecture/shigeru-ban-onagawa-temporary-container-housing-community-center/>]

POLLOCK, Naomi "Container Housing Shigeru Ban Architects" (03.2012) [en línea] Acceso el 05.04.2015 [<http://archrecord.construction.com/features/humanitarianDesign/Japan/container-housing.asp>]

SHIGERUBANARCHITECTS, "WORKS - Disaster Relief Projects. CONTAINER TEMPORARY HOUSING" [en línea] Acceso el 03.03.2015 [http://www.shigerubanarchitects.com/works/2011_onagawa-container-temporary-housing/index.html]

WORLD-ARCHITECTS REVIEW "Onagawa Container Temporary Housing" [en línea] Acceso el 05.04.2015 [http://www.world-architects.com/en/projects/project-review-detail/35682_onagawa_container_temporary_housing]

- Vídeos

[AGENCIA EFE]. (29.11.2011) *Los contenedores-casas de Shigeru Ban, nuevo hogar para 500 desplazados* [Archivo de vídeo]. Acceso el 12.11.2014 [<https://youtu.be/1Jcf3SxqUug>]

[VolArcNet]. (21.05.2012) *Onagawa Container Temporary Housing*, (Archivo de vídeo). Acceso el 12.11.2014 [<https://youtu.be/hcuQVtghNdg>]

4. CONCRETE CANVAS

- Páginas web

FRANCO, José Tomás "En Detalle: Refugio de Tela de Hormigón " (23.05.2011) Plataforma Arquitectura [en línea] Acceso el 30.03.2015 [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-90179/en-detalle>]

CONCRETE CANVAS "Concrete Canvas Shelters. What is it?" [en línea] Acceso el 06.04.2015 [<http://www.concretecanvas.com/concrete-canvas-shelters/what-is-it>]

CONCRETE CANVAS "Concrete Canvas Shelters. User Benefits" [en línea] Acceso el 06.04.2015 [<http://www.concretecanvas.com/concrete-canvas-shelters/key-facts/>]

CONCRETE CANVAS "Concrete Canvas Shelter. Álbum" [en línea] Acceso el 06.04.2015 [https://www.flickr.com/photos/_concretecanvas/sets/72157638540355915/]

HOWARD, Brian Clark "Behind the Viral Sensation: Concrete Canvas Goes Beyond Fast-Deploying Shelters" (20.03.2013) [en línea] Acceso el 01.06.2015 [<http://voices.nationalgeographic.com/2013/03/20/concrete-canvas-goes-beyond-fast-deploying-shelters/>]

CAVESYSTEMS "Concrete Canvas Shelters" [en línea] Acceso el 06.04.2015 [<http://www.cavesystems.com/concrete-canvas-shelter/>]

- Vídeos

[BBC NEWS]. (08.05.2011). *The tent that turns into concrete in less than 24 hours*, (Archivo de vídeo). Acceso el 30.03.2015 [<http://www.bbc.com/news/technology-13430747>]

[concretecanvaspg]. (19.05.2010). *Concrete Canvas Shelters (Civil Applications)*, [Archivo de vídeo]. Acceso el 06.04.2015 [<https://youtu.be/LLrGUXk-h0M> y <http://www.concretecanvas.com/concrete-canvas-shelters/key-facts/>]

[national geographic] *I didn't know that: Concrete Canvas Building*. [Archivo de vídeo]. Acceso el 01.06.2015 [<http://video.nationalgeographic.com/video/i-didnt-know-that/idkt-concrete-canvas-building>]

5. ESCUELA FLOTANTE EN MAKOKO

- Páginas web

FRANCO, José Tomás. "Escuela Flotante en Makoko / NLÉ Architects" (28.02.2013) [en línea] Plataforma Arquitectura Acceso el 30.03.2015 [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-240368/escuela-flotante-en-makoko-nle-architects>]

NLÉ "MAKOKO FLOATING SCHOOL | LAGOS, NIGERIA | 2012" (2013) [en línea] Acceso el 30.03.2015 [<http://www.nleworks.com/case/makoko-floating-school/>]

NLÉ "NLÉSHAPING THE ARCHITECTURE OF DEVELOPING CITIES. MAKOKO FLOATING SCHOOL PROJECT DESCRIPTION" (01.10.2013) [pdf] Acceso el 30.03.2015 [<https://www.dropbox.com/sh/07b9ne8iz6fzqmu/AACSble9MpUByNARZ6Di7kUja?dl=0>]

DESIGNBOOM, "NLE architects: floating school in makoko" (04.03.2015) [en línea] Acceso el 08.04.2015 [<http://www.designboom.com/architecture/nle-architects-floating-school-in-makoko/>]

THE ARCHITECTURAL REVIEW "Makoko Floating School by NLE Architects, Lagos" (29.11.2013) [en línea] Acceso el 17.04.2015 [<http://www.architectural-review.com/essays/makoko-floating-school-by-nle-architects-lagos/8655821.article>]

- Vídeos

[Daryl Mulvihill]. (14.11.2013). *Kunle Adeyemi - NLE - Makoko Floating School* [Archivo de video]. Acceso el 30.03.2015 [https://youtu.be/u3-0w-_yPsE]

6. SISTEMA DE VIVIENDAS DE REACCIÓN EXO

- Páginas web

BERAIKAL, "Sistema de Viviendas de Reacción, Exo" (16.09.2011) [en línea] Acceso el 30.03.2015 [http://eraikal.blog.euskadi.net/blog/2011/09/16/sistema-de-viviendas-de-reaccion-exo/]

FRANCO, José Tomás "Exo, Sistema de Viviendas de Reacción" (20.05.2015) [en línea] Acceso el 06.04.2015 [http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-106628/exo-sistema-de-vivienda-de-reaccion]

KESSLER, Sarah, "IF REACTION HOUSING WANTS TO PROVIDE DISASTER RELIEF, IT'LL HAVE TO SHELTER FESTIVAL-GOERS FIRST" 03.04.2015 Acceso el 06.04.2015 [http://www.fastcompany.com/3042416/hotel-30]

REACTIONHOUSING, "Introducing the Exo – a home away from home." [en línea] Acceso el 06.04.2015 [http://www.reactionhousing.com/exo/]

SIC, "La casa-refugio" (08.10.2012) [en línea] Acceso el 06.04.2015 [http://servicioinformativodelaconstruccion.com/la-casa-refugio-2/]

WAITZKIN, Graeme, "Give Shelter - Help Reaction deploy housing for families in need" [en línea] Acceso el 06.04.2015 [https://www.indiegogo.com/projects/give-shelter-help-reaction-deploy-housing-for-families-in-need]

- Vídeo

[McDaniel, Michael]. (02.2012) *Cheap, effective shelter for disaster relief.* [Archivo de video]. Acceso el 04.04.2015 [https://www.ted.com/talks/michael_mcdaniel_cheap_effective_shelter_for_disaster_relief]

[Reaction Systems]. (12.11.2010). *Reaction Housing System overview* [Archivo de video]. Acceso el 06.04.2015 [https://youtu.be/zdQwYEyd08c].

[THE DAILY PREP]. (24.03.2014) *The EXO Shelter - Reaction Housing* [Archivo de video] Acceso el 06.04.2015 [https://youtu.be/f_E56F67Mpo]

7. ICEWALL ONE

- Documentos en línea

ICEWALL ONE, *Assembly instructions* [pdf] Acceso el 17.04.2015 [<http://www.icewall.com.au/uploads/igloo-satellite-cabin-assembly.pdf>]

ICEWALL ONE, *Brochure* [pdf] Acceso el 17.04.2015 [<http://www.icewall.com.au/uploads/igloo-satellite-cabin-brochure.pdf>]

- Páginas web

ICEWALL ONE, "*The Igloo Satellite Cabin*" [en línea] Acceso el 17.04.2015 [<http://www.icewall.com.au/about/igloo-satellite-cabin/?ref=polar>]

MEINHOLD, Bridgette, "Prefabricated Igloo Satellite Cabin Withstands Extreme Weather" (31.07.2009) [en línea] Acceso el 17.04.2015 [<http://inhabitat.com/prefab-friday-remote-igloo-shelter/>]

WALLHEAD, Anthea, "*Igloo Satellite Cabins: 25 years in Antarctica*" Australian Antarctic Magazine – Issue 14: 2008 [en línea] Acceso el 01.04.2015 [<http://www.antarctica.gov.au/about-us/publications/australian-antarctic-magazine/2006-2010/issue-14-2008/science/igloo-satellite-cabins-25-years-in-antarctica>]

8. LIFE BOX

- Páginas web

RED DOT AWARD, "*Life box*" (2013) Acceso el 18.04.2015 [<http://www.red-dot.sg/en/online-exhibition/concept/?code=904&y=2013&c=2&a=0>]

SINGHT, Timon "*Life Box: An Air-Droppable Pop-Up Recovery Shelter For Victims Of Natural Disasters*" (26.12.2013) [en línea] Acceso el 18.04.2015 [<http://inhabitat.com/life-box-an-air-droppable-pop-up-recovery-shelter-for-victims-of-natural-disasters/>]

CLARK, Liat "*Life Box disaster shelter can be air-dropped, turned into a raft and built in one minute*" (20.12.2013) [en línea] Acceso el 18.04.2015 [<http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-12/20/life-box-disaster-shelter>]

CHU, Serena "*The LifeBox can support a family 4 during natural disasters*" (16.12.2015) [en línea] Acceso 18.04.2015 [<http://www.psfk.com/2013/12/emergency-shelter-boxes.html>]

FASTCOMPANY, "*After A Disaster, These Inflatable Shelters Can Fall From The Sky*" [en línea] Acceso el 18.04.2015 [<http://www.fastcoexist.com/3023120/after-a-disaster-these-inflatable-shelters-can-fall-from-the-sky#2>]

REFERENCIAS DE IMÁGENES

Figura 1 | Extraída del libro de COLLYMORE, Peter, *Ralph Erskine*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1983.

Figura 2 | Elaboración propia

Figura 3 | Extraída del libro de COLLYMORE, Peter, *Ralph Erskine*, Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 1983.

Figura 3 | Extraída de [<http://i44.tinypic.com/29ek3lv.jpg>]

Figura 4 | Extraída de [<http://www.ralphmag.org/BG/tipi-454x356.gif>] y modificada posteriormente.

Figura 5 | Extraída de [<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSn-l6CbYK5YXWXgy96ZabfvX9A-eBgxe-ZRJmb1Fxx60uUyV>]

Figura 6 | Extraída de [<http://awarenessphotography.com/Nomadas%20Kazajos/imagenes/desmontando.jpg>]

Figura 7 | Extraída de [<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2012/03/maison-loucheur.jpg>]

Figura 8 | Extraída de [<http://www.artegens.com/tesi/095/Grasselli/Differenz/Para/Image28.jpg>]

Figuras 9 | Extraída de PETERS, Nils, *Jean Prouvé, 1901-1984, La dinámica de la creación*, Colonia: TASCHEN, 2006, pp. 34, 47.

Figura 10 | Extraída de [http://www.designboom.com/weblog/images/images_2/andrea/jean_prouv%C3%A9/industrial_beauty/jp01.jpg]

Figura 11 | Extraída de [<https://proyectos4etsa.files.wordpress.com/2011/10/tropicale-1.jpg>]

Figura 12 | Extraída de [<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/a3/5a/67/a35a6709ba93e1f6d8de12fe56d462f8.jpg>]

Figura 13 | Extraída de [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSnW8hQ_zb8eT7tbHT3HiWvswoz1_KNOFPiF9oBeG0EJJS-DdQoXfmmtFFCC]

Figura 14 | Extraída de [https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQCO_-xEu73pTwGv96fcz-Qp7kU9XFUGMbGeDuA4ITWy-kyYPfZ]

Figura 15 | Imagen facilitada por Iván Rincón Borrego

Figura 16 | Extraída de [<http://hacedordetrampas.blogspot.com.es/2010/11/proyecto-en-el-artico-de.html>]

Figura 17 | Extraída de FERNÁNDEZ VILLALOBOS, Nieves, *Utopías domésticas, La casa del Futuro de Alison y Peter Smithson*, Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, Colección arquia7tesis núm 37, 2012, p.63.

Figura 18 | Extraída de [<http://www.efimeras.com/wordpress/wp-content/uploads/2010/11/05-plugin.jpg>]

Figura 19 | Extraída de [<http://hu.bb/wp-content/uploads/2013/08/archigram-walking-city-ron-herron-9401.jpg>]

Figura 20 | Extraída de [<http://2.bp.blogspot.com/-5nUTnVUiMAQ/To8C-P7QfI/AAAAAAAAANTY/UyA7ooufj9E/s1600/tokyoo.jpg>]

Figura 21 | Imagen facilitada por Iván Rincón Borrego

Figura 22 | Extraída de [<https://calearth.org/building-designs/emergency-sandbag-shelter.html>]

Figura 23 | Extraída de [<https://calearth.org/building-designs/what-is-superadobe.html>]

Figura 24 | Extraída de [<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/236x/67/46/27/6746272058422eea40a7f075c2a03567.jpg>]

Figuras 25 y 26 | Extraídas de [<http://www.akdn.org/architecture/project.asp?id=2761>]

Figuras 27 y 28 | Extraídas de [<http://www.marylandgreenpower.com/greenpower/0ors>]

Figura 29 | Extraída de [<http://arqsea.com/shigeru-ban-arquitectura-de-carton-pritzker-2014/>]

Figura 30 | Extraída de [http://www.shigerubanarchitects.com/works/2014_PaperEmergencyShelter-Philippines/index.html]

Figura 31 | Extraída de [http://www.shigerubanarchitects.com/works/1995_paper-log-house-kobe/index.html]

Figura 32 | Extraída de [http://www.designboom.com/history/ban_paper.html]

Figuras 33, 34 y 35 | Extraídas de [<http://indayear2studio-1314s1.blogspot.com.es/2013/09/pins-case-study-shigeru-bans-paper-log.html#.Vc-z4fntmkp>]

Figuras 36, 37, 38, 39, 40, 41 y 42 | Extraídas de [http://www.shigerubanarchitects.com/works/2011_onagawa-container-temporary-housing/index.html]

Figura 43 | Extraída de [<http://www.architecturescope.com/onagawa-container-temporary-housing/onagawa-container-temporary-housing-plans-04/>]

Figuras 44, 45 y 46 | Extraídas de [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-90179/en-detalle>]

Figuras 47 y 48 | Extraídas de [<http://www.concretcanvas.com/wp-content/uploads/2013/10/1208-CCS-Civil-Brochure.pdf>]

Figura 49 | Tabla extraída de [<http://www.concretcanvas.com/wp-content/uploads/2013/10/1208-CCS-Civil-Brochure.pdf>] y modificada posteriormente.

Figuras 50 y 51 | Extraídas de [<http://www.concretcanvas.com/wp-content/uploads/2013/10/1208-CCS-Civil-Brochure.pdf>]

Figuras 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 y 59 | Extraídas de [<http://www.nleworks.com/case/makoko-floating-school/>]

Figuras 60, 65, 66 y 67 | Extraídas de [<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-106628/exo-sistema-de-vivienda-de-reaccion>]

Figuras 61, 62, 63 y 64 | Extraídas de [<http://www.reactionhousing.com/exo/>]

Figura 68 | Extraída de [<http://www.icewall.com.au/assets/img/news/first-igloo.jpg>]

Figuras 69, 70, 71, 72, 73 y 74 | Extraídas de [<http://www.icewall.com.au/gallery/igloo-satellite-cabin/?ref=a-isc>]

Figura 75 | Extraída de [<http://www.icewall.com.au/uploads/igloo-satellite-cabin-assembly.pdf>]

Figura 76 | Extraída de [<http://www.icewall.com.au/uploads/igloo-satellite-cabin-assembly.pdf>]

Figura 77 | Extraída de [<http://www.icewall.com.au/uploads/igloo-satellite-cabin-brochure.pdf>]

Figuras 78 y 79 | Extraídas de [<http://www.red-dot.sg/en/online-exhibition/concept/?code=904&y=2013&c=2&a=0>]

Figura 80 | Extraída de [<http://www.fastcoexist.com/3023120/after-a-disaster-these-inflatable-shelters-can-fall-from-the-sky#4>]

Figuras 81, 82, 83, 84 y 85 | Extraídas de [<http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-12/20/life-box-disaster-shelter>]

Figura 82 | Extraída de [<http://www.psfk.com/2013/12/emergency-shelter-boxes.html>]