

Trabajo Fin de Grado

Arquitectura no convencional con objetos
cotidianos
Unconventional Architecture with daily objects

Autor/es

María Teresa Cirac Albiac

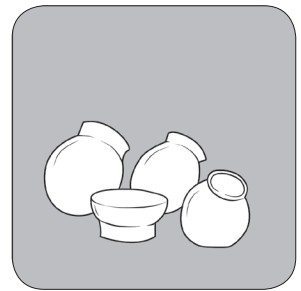
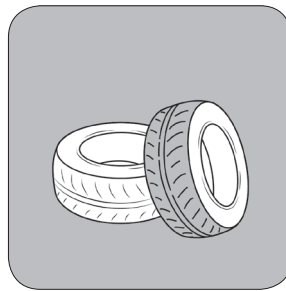
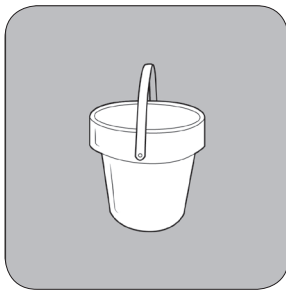
Director/es

José Ignacio Palomero Cámara

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2019

ARQUITECTURA NO CONVENCIONAL CON OBJETOS COTIDIANOS

UNCONVENTIONAL ARCHITECTURE
WITH DAILY OBJECTS



TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN ESTUDIO DE ARQUITECTURA

Autor
María Teresa Cirac Albiac

Director
José Ignacio Palomero Cámara

EINA 2019

RESUMEN

En el trabajo se contemplan diferentes respuestas arquitectónicas que investigan el upcycling o reutilización de objetos, proponiendo soluciones permanentes en construcción con aquellos elementos ajenos en primera instancia a la propia arquitectura.

Se comprende la importancia de esta arquitectura innovadora y sostenible y se establecen las pautas de su viabilidad y estabilidad temporal.

Se explora el amplio campo de opciones que ofrece el empleo de objetos cotidianos, creando resultados que llegan a ser muy diversos, dados los ámbitos de actuación, emplazamiento y por tanto el clima, situación económica, índice de material utilizado y tipo de material, dependiendo siempre de la mente creadora del arquitecto.

Palabras Clave:

I Objeto I Cotidiano I Consumo I Reutilizar I Sostenibilidad I Viabilidad I

ABSTRACT

The present work contemplates different architectural responses that investigate the upcycling of everyday objects proposing permanent solutions utilizing non-conventional methods.

The importance of this innovative and sustainable architecture is understood and the guidelines of its viability and temporary stability are established.

The wide range of options in regards to the usage of everyday objects is continuously further explored and innovated due to variations in environmental, economic and technological factors keeping in mind the growing need for the creative mind of the architect.

Key Words:

I Object I Everyday I Consumption I Reuse I Sustainability I Viability I

INDICE

INTRODUCCIÓN

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS	2
METODOLOGÍA Y FUENTES	3
ESTRUCTURA DEL TRABAJO	4

EL OBJETO COTIDIANO

LO COTIDIANO	5
OBJETO DE DESEO	7
ALGO MÁS	10

COMO RECURSO ARQUITECTÓNICO

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN DIFERENTES CULTURAS 14

CABAÑAS DE HUESOS DE MAMUT	15
TIPIS INDIOS AMERICANOS	17
SUELOS DE HUESOS DE MELOCOTÓN	18
CASAS DE CONCHAS	19

CATÁLOGO DE PROYECTOS..... 20

BOTELLAS DE PLÁSTICO	22
BOTELLAS DE VIDRIO	26
CARPINTERÍAS	28
CESTAS DE FRUTAS	30
CONTRAVENTANAS	32
CUBOS DE HELADO	34
HUEVERAS	36
NEUMÁTICOS	38
PIEZAS DE AVIÓN	40
SILLAS	42
TUBERÍAS	44
VASIJAS	46

METAPROYECTOS 48

EARTHSHIP	50
WASTE HOUSE	54

Y SUS LIMITACIONES

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS ESCRITAS	61
REFERENCIAS VISUALES	61

INTRODUCCIÓN

“Hace 15000 años, los cazadores de la edad de piedra de las estepas sin árboles de Ucrania utilizaban huesos de mamut, un producto de desecho de su dieta, como esqueleto para sus cabañas redondas y, hasta nuestros días, los Inuit aprovechan cada parte de las focas capturadas por ellos.”¹

¿Qué pasaría si procediéramos de igual manera en la actualidad? ¿Se puede recrear esta arquitectura con materiales u objetos comunes actuales desechados, obsoletos o sencillamente, con un uso inicial distinto? ¿Qué sucedería si eliminásemos la necesidad de la materia prima mediante la reapropiación de los residuos? ¿Por qué deberíamos adoptar esta solución? ¿Cómo sería si diseño y construcción sucediesen simultáneamente? ¿Es viable?

“El hecho de manipular desperdicios, y además de ello utilizar el ingenio para convertirlos en algo útil y bello resulta muy innovador y casi atrevido según ciertas convenciones sociales. La basura, en nuestra sociedad actual se considera un producto de carácter inmundo, degenerado e inútil, al que solo queremos perder de vista. [...] ¿Cómo vamos a cambiar el curso de las cosas si no queremos ni siquiera vislumbrar lo que nosotros mismos producimos?”²

Este estudio no sólo incluye la utilización de residuos sino también aquellos objetos que, diseñados con una función distinta a la arquitectura, por términos de economía, creatividad y originalidad, se usan en la misma. Proporcionando de esta manera una visión completa de sostenibilidad e innovación no convencional.

1 KALTENBACH, Frank. 2011. ¿Desecho, material reciclable o arte? Propósitos y atractivos del reciclado. *Detail: revista de arquitectura y detalles constructivos*, nº. 1, pp. 6-10. ISSN 1578-5769.

2 BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, María Camila. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008.

MOTIVACIÓN Y OBJETIVOS

La motivación que ha llevado a realizar esta investigación no es otra que la curiosidad. La necesidad de ampliar horizontes y de conocer herramientas y diseños diferentes e innovadores que den una alternativa sostenible y viable a la construcción convencional.

La curiosidad y la pretensión de un cambio de mentalidad, ya que “Si consideramos que la industria de la construcción es una de las más contaminantes del mundo, el arquitecto contemporáneo juega un papel fundamental en este proceso [...], es necesario un cambio de actitud general con respecto a la manera de afrontar la propia profesión.”³

De manera que el futuro de la arquitectura pasa por volver a emplear los materiales alargando su vida útil, reduciendo la explotación de recursos y la generación de residuos.

Con esta premisa, los **objetivos** del trabajo son los siguientes:

- Entender la necesidad del cambio de diseño y producción en arquitectura debido al gran impacto que la industria de la construcción causa en el medio ambiente.
- Describir y analizar una arquitectura no convencional, basada en la utilización de objetos cotidianos como materia prima en la construcción; comprometida con el medioambiente y consciente del consumismo; que genera edificaciones innovadoras con gran economía de medios y un mínimo impacto ambiental.
- Comprender los modelos existentes de construcciones con estos objetos, en primera instancia ajenos a la arquitectura.
- Identificar las ventajas e inconvenientes que supone esta arquitectura y entender las causas y los métodos que la hacen viable.

³ BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, María Camila. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008.

METODOLOGÍA Y FUENTES

Para abordar el estudio de la reutilización de materiales y objetos con los que estamos familiarizados, partiremos con el entendimiento de los objetos cotidianos y su introducción en el mundo del arte además de con el análisis de la situación actual de consumo. Es importante el conocimiento de los datos relativos a la problemática ambiental en lo referente a la generación de residuos para lograr una mayor comprensión y un mejor aprovechamiento de la materia prima utilizada, siendo ésta los objetos que fueron creados para otro fin ajeno a la propia arquitectura. Estos datos nos indicarán la disponibilidad de recursos para su posterior reutilización.

Se ha realizado una búsqueda en revistas, libros, páginas web, tesis y trabajos fin de grado de información relativa al tema planteado. A partir de estos datos, se han sentado las bases de la propuesta, contextualizando la misma y se ha elaborado una selección de casos de estudios significativos y representativos, los cuales serán descritos y analizados con el objetivo de determinar las pautas y criterios de viabilidad y sostenibilidad de las soluciones constructivas y sus materiales.

ESTRUCTURA DEL TRABAJO

A modo de consideraciones previas y por tanto con carácter introductorio, el primer apartado procura información referente al objeto cotidiano, qué es y su importancia a pesar de su aparente banalidad junto con la situación actual de producción y consumo, forjando una toma de conciencia y, por tanto, generando la necesidad de búsqueda de otras opciones, alternativas a lo convencional. Sienta las bases para el posterior desarrollo del trabajo y muestra la importancia de éste.

Conforme se avanza en la lectura el estudio se vuelve más específico. Desde diferentes casos históricos y vernáculos; pasando por diferentes movimientos, libros, conceptos y prácticas que pretenden concienciar a la sociedad de que la alternativa ecológica y sostenible no debería ser una alternativa, sino un modo de vida; hasta el análisis de varios casos de estudio que atienden a estas consideraciones. Casos de estudio escogidos por su singularidad e innovación en arquitectura, resueltos de manera cuidada con la intención de alargar la vida de aquel objeto que en primera instancia se creó para un uso menos prolongado y diferente al actual.

EL OBJETO COTIDIANO

LO COTIDIANO

"Lo cotidiano puede parecer trivial y aun así es lo que gradualmente moldea nuestras vidas."
(Alice C. Gorman y Lynley A. Wallis, 2015).

"La sexta de las definiciones en el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua referidas a la palabra <<objeto>> dice, literalmente, <<cosa>> [...] El problema de <<cosa>> es su imprecisión: no se sabe si aquello de lo que se habla es grande o pequeño, refinado o vulgar. Simplemente connota que quien la expresa no tiene un conocimiento demasiado claro de aquello a lo que se refiere y, entretanto, ha tenido que enfrentarse a la obligación de nombrarlo de alguna forma. Yo sí tengo claro a qué me refiero cuando hablo de objeto: los objetos que a mí me interesan son aquellos que, más o menos desde hace un siglo, se han dedicado a penetrar en nuestra vida cotidiana y se han adueñado de expresiones como 'de uso común' o 'estándar' y, no contentos con ello, decidieron que esta vida no bastaba." ⁴

Esta cita de Enrique Encabo no podría ser más precisa y más acorde para este estudio. Ya que es de estos objetos 'de uso común' a los que se alude en este documento. Por ello acudo a ella como introducción a los materiales de construcción que son producto de investigación y entendimiento en éste trabajo. Y es que hay que entender primero las ideas y el concepto, los materiales que disponemos, para poder continuar con una mejor experiencia y consecuentemente con un conocimiento más profundo sobre el tema.

"[...] Era necesario empezar desde el principio, cuando los objetos transfigurados estaban tan sumergidos en la banalidad que su potencial para la contemplación estética permanecía bajo vigilancia incluso después de la metamorfosis."⁵

No somos capaces de apreciar aquello que manejamos diariamente, nos habituamos a ello hasta el punto de banalizarlo y vulgarizarlo. Estos objetos catalogados como 'estándar' y 'de uso común', suelen estar categorizados de manera negativa o sencillamente se perciben como indiferentes.

4 ENCABO SEGUÍ, Enrique. *Del ready-made al ad-hoc-ismo: la cultura del objeto en el arte y la arquitectura del siglo XX* [en línea]. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2017.

5 DANTO, Arthur Coleman. *La transfiguración del lugar común: una filosofía del arte*. Barcelona: Paidós, 2002.

Parece que a pesar de estar rodeados y condicionados por este tipo de elementos sólo en determinadas ocasiones somos capaces de apreciar su función real y menos aún su belleza o su capacidad de transformación.

Una capacidad de transformación que condensa el potencial del objeto en sí mismo ya que aquello que define el valor de un objeto no es el material con el que está hecho o la función a la que sirve, sino su posición en un contexto.⁶

De esta manera se considera al ambiente cotidiano como un sistema “abstracto” en cuanto a que los múltiples objetos están aislados en su función, siendo el hombre el que garantiza, en la medida de sus necesidades, su coexistencia en un contexto funcional.⁷

Un contexto por tanto, que se puede modificar y se debe modificar si no queremos que se pierda el valor del objeto de uso diario.

6 MANCO, Tristan. *Raw + Material = Art : Found, Scavenged and Upcycled*. London: Thames & Hudson, 2012.

7 BAUDRILLARD, Jean. *El sistema de los objetos*. París: Éditions Gallimard, 1968.

OBJETO DE DESEO

“Estamos rodeados de objetos de deseo, no de objetos de uso.” (Donald Norman, 1988).

La incoherencia aparece cuando a pesar de no ser capaces de apreciar la belleza y la capacidad de los objetos, éstos están creados para los ojos de la sociedad, para suplir unas necesidades pasajeras, efímeras, superficiales.

Y es para esas necesidades pasajeras para las que son diseñados, distribuidos y vendidos y consumidos.

“Los objetos se produjeron en masa para el consumo masivo, contribuyendo a la cultura desechable de la sociedad moderna.”⁸ Una sociedad en la que “Los artefactos contemporáneos son desechables. De hecho, parte de su cotidianeidad va en función de su fugacidad – no importan.”⁹

Se banaliza la importancia de cada objeto, pierden éstos su veracidad, su valor funcional y se consumen indistintamente pero, ¿por qué sucede esto?

“Se puede concebir el consumo como una modalidad característica de nuestra civilización industrial, a condición de separarla de una vez por todas de su acepción común y corriente: la de un proceso de satisfacción de las necesidades. [...] Hay que afirmar claramente que no son los objetos y los productos materiales los que constituyen el objeto de consumo: solamente son el objeto de la necesidad y de la satisfacción. Siempre se ha comprado, poseído, disfrutado, gustado y, sin embargo, no se “consumía”. [...] Vemos que lo que es consumido nunca son los objetos sino la relación misma (significada y ausente, incluida y excluida a la vez); es la idea de la relación la que se consume en la serie de objetos que la exhibe.”¹⁰

El consumo no es sólo la consecuencia del proceso de satisfacción de necesidades sino la pérdida de sentido material, funcional y contextual. El problema radica en que la pérdida de relación con el contexto es cada vez más rápida. La necesidad de reemplazar por un nuevo elemento “más acorde al contexto” se hace evidente en el día a día.

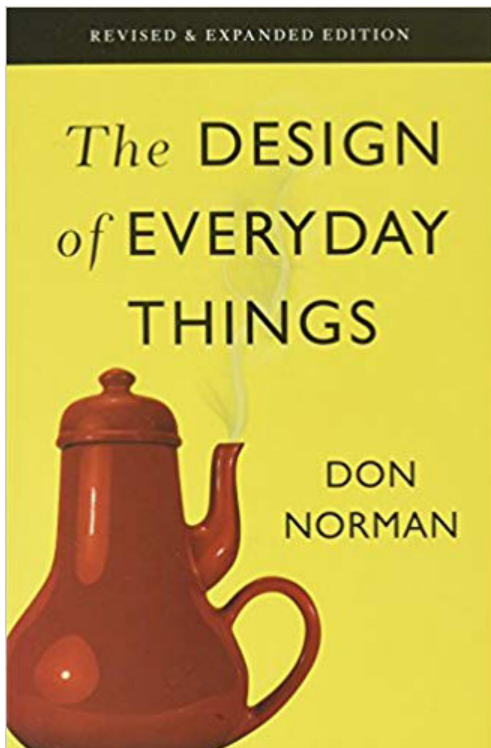


Fig.1 Portada del libro *The Design of Everyday Things*, Donald Norman, 2013; versión revisada y extendida del libro *The Psychology of Everyday Things*, Donald Norman, 1988.

8 WALLIS, Lynley, GORMAN, Alice. *Disposable: The Stories Behind Everyday Objects*. 2015.

9 WALLIS, Lynley, GORMAN, Alice. *Disposable: The Stories Behind Everyday Objects*. 2015.

10 BAUDRILLARD, Jean. *El sistema de los objetos*. París: Éditions Gallimard, 1968.

Este hecho llega a recrearse a propósito con la intención de generar más beneficio, lo que se traduce en que “los productos fueron creados con una vida útil limitada.”¹¹Y como causa y consecuencia “el diseño de las cosas cotidianas está en gran peligro de convertirse en cosas de diseño superfluas, sobrecargadas, innecesarias.”¹²

Así se generan los residuos, materiales y elementos que se desechan después de que hayan realizado un trabajo o cumplido con su misión, actualmente generalmente efímera. Se trata, por lo tanto, de cosas inservibles y obsoletas que se convierten en basura y que para la sociedad no tiene valor económico.

Según la investigación realizada por el Banco Mundial respecto a la gestión de residuos sólidos y los datos publicados en el segundo tomo de ‘What a Waste’ (Qué desperdicio), el mundo genera 0.74 kilogramos de desechos per cápita por día aunque las tasas nacionales de generación de desechos fluctúan ampliamente de 0.11 a 4.54 kilogramos per cápita por día. La estimación de gasto mundial es la de 2.01 billones de toneladas (Fig. 2)de desechos sólidos municipales en 2016, esperándose que ese número crezca a 3.40 billones de toneladas para 2050.¹³

Estas alarmantes cifras no hacen sino demostrar la importancia que el buen manejo y la gestión de residuos supone, pero de momento, “a nivel mundial, alrededor del 37 por ciento de los desechos se eliminan en algún tipo de relleno sanitario¹⁴, el 33 por ciento se vierte sin ningún tipo de tratamiento previo, el 19 por ciento se recupera de los materiales a través del reciclaje y el compostaje, y el 11 por ciento se trata a través de la incineración moderna.”¹⁵

11 NORMAN, Donald. *The design of everyday things*. Revised and expanded edition, New York: Basic Books, 2013.

12 NORMAN, Donald. *The design of everyday things*. Revised and expanded edition, New York: Basic Books, 2013.

13 KAZA, Slipa y otros. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC, USA: World Bank Group. Urban development series, 2018.

14 Método diseñado para la disposición final de la basura que consiste en depositar los desechos sólidos en el suelo y compactarlos para reducir su volumen.

15 KAZA, Slipa y otros. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC, USA: World Bank Group. Urban development series, 2018.



Fig.2 Datos del World Bank Group extraídos de la investigación *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* (Qué Desperdicio: Una instantánea global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050).



Fig.3 Recogida de residuos urbanos en el año 2015 en España (kg/habitante). Extraído del documento del Instituto Nacional de Estadística *España en cifras 2018*

En España las empresas gestoras de residuos urbanos recogen 21,6 millones de toneladas en 2015.

En términos per cápita son 466,4 kilogramos de residuos por persona y año (Fig. 3) , o lo que es lo mismo, 1,27 kilogramos por persona y día.

Aunque se estén viendo ciertas mejoras, algunas muy innovadoras en la gestión de residuos sólidos, se precisa de medidas urgentes y globales. Ya que “Los desechos mal administrados están contaminando los océanos del mundo, obstruyendo los desagües y causando inundaciones, transmitiendo enfermedades a través de la reproducción de vectores, aumentando los problemas respiratorios a través de partículas en el aire por la quema de desechos, perjudicando a los animales que consumen desechos sin saberlo y afectando el desarrollo económico, como a través de la disminución del turismo.”¹⁶

“Un enfoque en los residuos sólidos demuestra claramente que el desarrollo económico basado en el crecimiento es insostenible y requiere urgentemente un cambio de paradigma.”¹⁷

16 KAZA, Slipa y otros. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC, USA: World Bank Group. Urban development series, 2018.

17 GUTBERLET, Jutta. *Regenerating cities with community-based inclusive waste management practices*. Sustainable City, 2016 [en línea] Alicante, Spain: s.n., pp. 57-63.

ALGO MÁS

“Todo siempre puede convertirse en algo más” (Charles Jencks, 1973).

Pero, ¿qué pasaría si eliminásemos la necesidad de la materia prima mediante la reapropiación de los residuos? “¿Por qué no podemos trabajar con lo que nos rodea, hacer de lo común, de lo vulgar o lo feo, de aquello que se nos presenta sin modificaciones de ningún tipo un material arquitectónico más?”¹⁸

En esto se basa la metodología del reciclaje, arraigada en la doctrina de ‘el culto de lo cotidiano o del bricolaje.’ En que hay que promover el interés en los recursos que están más disponibles a pesar de las funciones y prejuicios asociados a ellos.

Se debe saber de la historia del reconocimiento del objeto cotidiano como arte para poder entender su uso, su reutilización, su reciclaje y en lo que consiste el suprarreciclaje. Para ello, nos remontamos a la segunda mitad del siglo XX, momento en el que estos conceptos vieron la luz:

Los términos *bricoleur* y *bricolaje* fueron acuñados por **Claude Lévi-Strauss** para quien “el universo instrumental está cerrado y la regla de su juego es la de arreglárselas siempre con lo que uno tenga”. Y comprenden una estrategia epistemológica que pretende estructurar de manera ordenada lo caótica que puede resultar la naturaleza. No se trata de elaborar estructuras a partir de hechos brutos, sino de partir de fragmentos de estructuras preexistentes que respondían a un mundo en el que ya no nos encontramos y que sin embargo, sirven para crear taxonomías nuevas.¹⁹

El acercamiento del ‘*bricoleur*’ en construcción transmite un espíritu de ad-hocismo, término acuñado por primera vez en la crítica arquitectónica en 1968 por **Charles Jenks** para describir el diseño que viene, no por la formulación de nuevas soluciones a problemas, sino por la combinación de elementos preexistentes para lograr un resultado nuevo.

18 ENCABO SEGUÍ, Enrique. *Del ready-made al ad-hoc-ismo: la cultura del objeto en el arte y la arquitectura del siglo XX* [en línea]. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2017.

19 MACEDONIO TERÁN, Carmen. *El pensamiento salvaje, científico y el bricoleur: Claude Lévi-Strauss* [en línea]. La Nota Sociológica, 2017.

CLAUDE LÉVI-STRAUSS. Filósofo, antropólogo y etnólogo francés de origen belga.

CHARLES JENKS. Arquitecto paisajista, teórico e historiador de la arquitectura estadounidense.

Marcel Duchamp. Artista que elevó el objeto cotidiano a categoría de arte y cambió radicalmente la idea de la belleza. Su obra ejerció una fuerte influencia en la evolución del dadaísmo.



Fig.4 La fuente (Fontaine) (1917) provocó revuelos en la crítica por plantear problemas semánticos y cuestionar las categorías estéticas tradicionales. Supuso la destrucción de los cánones establecidos, convirtiéndose en la obra más influyente del siglo XX.

Es a partir de la teoría del Ad-hocismo, que se basa en encontrar una fuente material que es localmente abundante, económica y accesible, cuando surge un marco teórico para el upcycling o suprareciclaje.

El Upcycling o Suprareciclaje trata de intermediación y exceso, implica utilizar recursos sobrantes, recursos que han sido descartados o recursos arcaicos y re-asociarlos para un propósito urgente. Se trata de un proceso de solucionar problemas con el material disponible a mano, lo que en la sociedad consumista de hoy en día se traduce como desechos industriales.

El concepto es presentado por William Mc Donough y Michael Brungart en *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things* (De la cuna a la cuna . Rediseñando la forma en que hacemos las cosas) donde el objetivo “es prevenir el desperdicio de materiales potencialmente utilizables mediante el uso de los ya existentes”²⁰ bajo los principios de que el planeta necesita una nueva Revolución Industrial, esta vez en armonía con la naturaleza; y que los productos deberían ser diseñados inteligentemente desde su concepción.²¹

Y se diferencia del reciclaje en que el primero, es el procedimiento de convertir materiales de desecho o productos sin utilidad en nuevos materiales o productos de mejor calidad o de mejor y mayor valor medioambiental; mientras que el segundo no supone una mejora del producto final.

Este ejercicio de suprareciclaje está íntimamente asociado con el objeto ‘ready-made’ de **Marcel Duchamp**, concepto nacido en 1915 definido como el proceso a través del cual se titulaban ‘artísticamente’ objetos producidos industrialmente, sacados del contexto original, desfuncionalizados, con una mínima o ninguna intervención, de manera que se elevaban a categoría de ‘obra de arte’ porque según el artista, “arte es lo que se denomina arte” y por lo tanto, lo puede ser cualquier cosa. Hizo de lo común, de lo vulgar o lo feo, de aquello que se nos presenta sin modificaciones de ningún tipo un objeto artístico más.

¿Y la arquitectura que es sino arte?

20, 21 McDONOUGH, Wiliam, BRAUNGART, Michael. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press, 2002.

COMO RECURSO ARQUITECTÓNICO

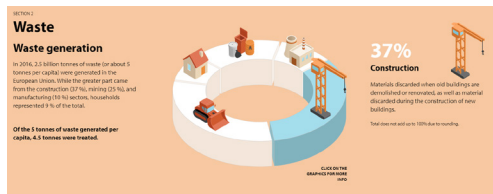


Fig.5 Impacto de la construcción en la generación de residuos según el European Parliamentary Research Service (Servicio de Investigación Parlamentario Europeo) respecto a la Economía Circular.

	Miles de toneladas	Variación interanual %
Recogida de residuos urbanos	21.646,3	1,5
Recogida mezclada	17.753,5	1,3
Recogida separada	3.892,7	2,5
Papel y cartón	1009,0	3,3
Vidrio	755,6	3,0
Envases mixtos y embalajes mezclados	592,4	4,7
Residuos generados en la construcción¹	36.046,5	71,6
Residuos generados en la servicios¹	5.731,3	0,4

1. Esta actividad se investiga bianualmente. El porcentaje de variación es respecto a 2013.

Fig.6 Principales indicadores sobre residuos en 2015, extraídos del documento del Instituto Nacional de Estadística *España en cifras 2018*

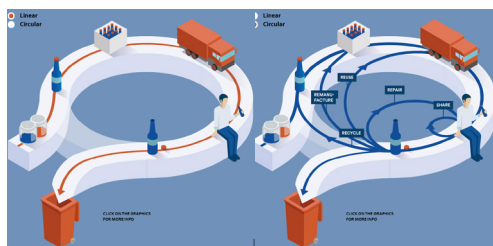


Fig.7 Economía Circular según el European Parliamentary Research Service.

Mediante el uso del objeto cotidiano como material de construcción se pueden resolver algunos de los problemas de contaminación causados por los residuos, o lo que es lo mismo, por esos mismos productos ya obsoletos; además de reducir la contaminación que de por sí genera la industria de la construcción.

Según los análisis del Servicio de Investigación Parlamentario Europeo, los materiales de construcción tienen un alto impacto en el ciclo de vida de los edificios y suponen un alto porcentaje de la energía consumida durante su vida útil. Concretamente en Europa, los residuos de construcción suponen un 37 % del total de residuos generados en un año (Fig. 5). En España en el año 2015, la construcción generó 36,0 millones de toneladas de residuos frente a los 21,65 millones procedentes de residuos urbanos (Fig. 6).

Parece lógico que si reutilizamos materiales, podamos contribuir a reducir el impacto y con él los residuos. El trabajo gira en torno a la idea de que parte de los residuos urbanos se reutilicen y pasen a formar parte de la materia prima de la construcción, lo cual supondría una reducción inmediata de los residuos producidos por la edificación acercándose a una economía circular.

Porque “si consideramos que la industria de la construcción es una de las más contaminantes del mundo, el arquitecto contemporáneo juega un papel fundamental en este proceso [...], es necesario un cambio de actitud general con respecto a la manera de afrontar la propia profesión.”²² De manera que “el futuro de la arquitectura pasa por volver a emplear los materiales alargando su vida útil, reduciendo la explotación de recursos y la generación de residuos.”²³

Estas actuaciones futuras, fundamentadas en la experiencia del uso de estos materiales mediante técnicas de acumulación y agregación generan nuevas y en algunos casos, ingeniosas técnicas constructivas que además de ampliar las posibilidades formales de las construcciones, permiten una mejor economía y mayor sostenibilidad.

22 BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, María Camila. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008.

23 PÉREZ GAMARRA, Sara, 2015. *Construcción alternativa III. Construcción low-cost. Reciclar y construir con el deshecho. Otras oportunidades para los materiales de reciclado y nuevos usos para los materiales convencionales* [en línea]. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid, 2015.

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN DIFERENTES CULTURAS

El uso de objetos cotidianos o de materiales del entorno no es algo reciente sino que a lo largo de la historia se han dado multiplicidad de casos con distintos materiales y en lugares diferentes.

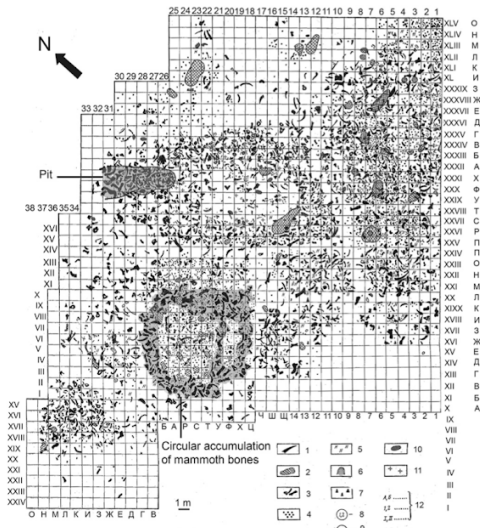
Esto es, a partir de apropiaciones de lo que se tenía a mano, de aquello de lo que se disponía en mayor abundancia, se generaban de manera ingeniosa edificaciones completas o partes de ellas para soluciones concretas con el objetivo de hacer frente a las adversidades del clima y de conseguir el confort.

Es interesante observar la diferencia de la materialidad entre lo que se disponía en abundancia antes y ahora, entre lo que consideramos objetos cotidianos y residuos en el presente y lo que se consideraba en la antigüedad. Mientras que antaño eran de origen natural, tanto animal como vegetal, actualmente son productos artificiales, pensados por y para el ser humano.

A continuación vamos a observar algunas situaciones relevantes:

CABAÑAS DE HUESOS DE MAMUT

44.000 Años



De la necesidad de hacer frente a las adversas condiciones climáticas de la estepa Ucraniana, surgieron los asentamientos contruidos con restos de huesos de Mamut.

En el estrato 4 del yacimiento de Moldavia I - ubicado en la región de Chernivtsi, Ucrania entre el río Dniester y los montes Cárpatos - se encuentra un asentamiento musteriense a 9,5 metros de profundidad con una antigüedad de 44.000 años.

La estructura ósea circular encontrada que forma el habitáculo mide de 5 a 8 metros en el interior y de 7 a 10m en el exterior. El espacio interior de la estructura se caracteriza por una distribución espacial de hogares, áreas de cocción y taller de sílex. La estructura ósea se utilizó como área doméstica.

Según el Quaternary International, esta construcción creada por los neandertales durante el Paleolítico Medio, se trata de la más antigua documentada que utiliza este tipo de materiales. "Parece que los neandertales fueron los primeros humanos que usaron huesos de mamut para construir sus hogares", declara la arqueóloga que lideró el estudio, Laëtitia Demay. "Los huesos han sido deliberadamente seleccionados", acentuó, "y fueron dispuestos de forma circular. Eligieron deliberadamente los huesos grandes del mamífero más grande disponible, el mamut lanudo, para construir la estructura."²⁴

Los huesos que aparecen en la acumulación circular se han seleccionado específicamente para construir la estructura, la cual está compuesta de 116 huesos incluyendo 12 cráneos de mamut, 5 mandíbulas, 14 colmillos y fémures.

Los huesos seleccionados no presentaban ninguna marca de carnívoros, por lo que podrían haber sido guardados o seleccionados por los neandertales para tal fin. Los estudios tafonómicos revelan que los huesos fueron insertados en agujeros excavados en el suelo para estabilizar el armazón de la estructura.

24 DEMAY, Laëtitia, PÉAN, Stéphane y PATOU-MATHIS, Marylène. *Mammoths used as food and building resources by Neanderthals: Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine)* [en línea]. Quaternary International.

El uso del cúbito y el colmillo de juveniles, y de peroné y vértebras de adultos no parecen adecuados para la construcción de un edificio, al ser demasiado frágiles para soportar una estructura pesada con un techo de hueso. Por lo tanto, esta acumulación circular de huesos de mamut puede interpretarse como la base de una estructura de madera o como una pantalla para el viento.

"El uso de los huesos como elementos de construcción se puede apreciar como una anticipación a las variaciones climáticas. Bajo un clima frío en un entorno abierto, la falta de leña condujo a los seres humanos a utilizar huesos para construir protecciones contra el viento."²⁵

También en Ucrania se sitúan otros asentamientos del Paleolítico Superior que hacen acopio de los huesos de este gran mamífero. Se trata de los asentamientos Epigravetienses de Kiev-Kirillovskii, Gontsy, Dobrani-chevka, Mezine y Mezhirich.

Sus estructuras, también circulares miden de 5 a 9 metros de diámetro y permiten responder con éxito a los condicionamientos de un medio adverso.

La comparación de las chozas de Gontsy con las de Mezine, Dobrani-chevka, Meziriche, Ioudinovo y Kostenki revela características individuales y características comunes que las diferencian, reflejando múltiples funciones: protección vital, vida social y espiritual, identificación cultural de la familia extendida, así como las relaciones grupales e intergrupales dentro de su territorio geográfico.

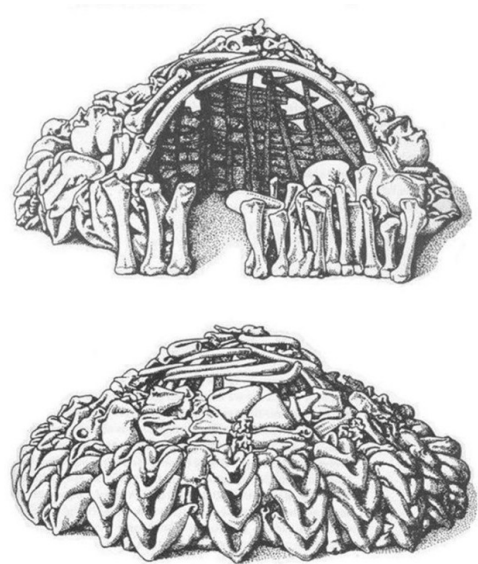


Fig.10 Dibujo de cabaña realizada con huesos de Mamut.

DEMAY, Laëtitia, PÉAN, Stéphane y PATOU-MATHIS, Marylène. *Mammoths used as food and building resources by Neanderthals: Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine)* [en línea]. Quaternary International.

TIPIs INDIOS AMERICANOS

500 Años



Fig.11 Tipi indio de la tribu Omaha.



Fig.12 Tipi indio de los Siksika.

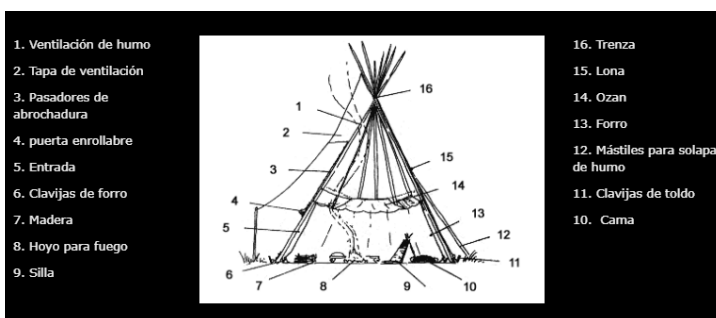


Fig.13 Elementos de un Tipi indio.

Los “Tipis” surgieron en las llanuras centrales de Norteamérica hace 500 años cuando los pueblos nativos pasaron a ser nómadas con la llegada de los caballos españoles. Estas construcciones son otro ejemplo del uso en construcción de los recursos que les ofrecía el entorno.

El tipi, que literalmente significa “para vivir”, es una vivienda portátil ideada específicamente para el modo de vida nómada de los indígenas de las praderas ya que se adapta a la necesidad de disponer una vivienda fácil de transportar.

Se utilizaban grandes pieles de búfalo, tratadas y cosidas con tendones para cubrir y envolver los palos de madera que formaban la estructura - generalmente pulidos para evitar rasgaduras en las pieles - y crear una envolvente cerrada.

Como hemos mencionado, las pieles eran en su mayoría de búfalo, curtidas en primavera aunque también podían hacerse de piel de ciervo, alce o antílope.

Por otro lado, los palos eran de madera de pino, abundante en las laderas y en los valles de las Montañas Rocosas y se cortaban en el periodo estival.

En promedio antiguamente los tipis eran de 5 o 5,5 metros de diámetro y eran diseñados para una familia aunque había casos de 3 metros para los niños y de hasta 7,5 metros para las reuniones.

La tienda, que debía levantarse orientada siempre al Este, permitía a sus usuarios aislarse de las inclemencias del clima y conseguir un hogar cálido en invierno y fresco en verano.

Su estructura cónica permite una construcción estable y resistente, adaptada para resistir los vientos de las praderas y la vida nómada (en menos de dos horas se puede desmontar y empaquetar sus elementos).

El tipi se considera uno de los hogares para acampar mejor concebidos desde el punto de vista de la habitabilidad, confort y adaptación a condiciones meteorológicas extremas. Y representa la gran capacidad de adaptación y adecuación que presentan muchos materiales cotidianos cuando interviene la necesidad y la creatividad humana.

SUELOS DE HUESOS DE MELOCOTÓN

400 años

Otro ejemplo del pasado son los suelos realizados a partir de semillas de melocotón, habituales en Sudáfrica, donde esta fruta fue introducida por los europeos en la zona del Cabo. La disponibilidad en abundancia de esta fruta hizo de este material duradero una opción viable para usar como pavimento.

Tradicionalmente los huesos se aglomeraban con diferentes materiales como sangre de buey y estiércol de vaca, arcilla, savia de aloe y cera, pero actualmente estos materiales se han sustituido por resinas y pegamentos.

La arquitecta Alla le Roux introdujo su utilización en Europa cuando puso en práctica lo visto en Klein Zoar en Ciudad del Cabo al hacer la renovación de una casa datada en 1860 en Paarl en 2004 cubriendo un área de 90 metros cuadrados con huesos de melocotón. Patentó el diseño en 2007.

La casa con pavimento orgánico funciona actualmente como Galería de Arte llamada The Orange Mill. Este modelo de suelo se volvió tan popular que Le Roux junto con su compañera Liz lo convirtieron en negocio: Stone Fruit Floors.

El pavimento está formado por semillas de melocotón que se colocan mediante un adhesivo de forma manual. El espacio entre las semillas se rellena con un conglomerado de arena de sílice y resina. Sobre la superficie se extiende una capa de sellado e imprimación de tipo uretano, previamente se ha lijado la superficie para eliminar los bordes afilados de las semillas. El aglomerante puede contener distintos pigmentos de color. La instalación se puede realizar in situ o con baldosas prefabricadas.

Se trata de pavimentos antideslizantes, terapéuticos (al caminar sobre ellos), fáciles de limpiar, resistentes al agua y que absorben las deformaciones.



Fig.14 Vista completa del pavimento de semillas de melocotón en una estancia.



Fig.15 Detalle de semillas de melocotón utilizadas como pavimento con resinas de diferentes colores.

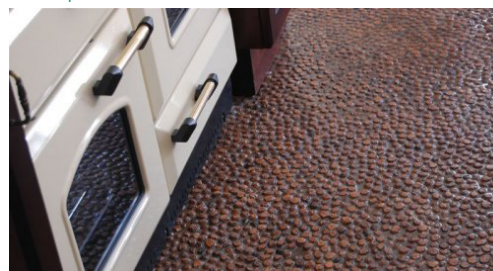


Fig.16 Vista del suelo y encuentro con muebles de cocina.

CASAS DE CONCHAS

200_14 Años



Fig.17 Fachada de la Ermita de San Sebastián recubierta de conchas de vieiras.



Fig.18 Vista general de la Ermita de San Sebastián.



Fig.19 Fachada revestida de conchas situada en Peñíscola, Castellón.



Fig.20 Casa de las conchas en Tanzones, Asturias.

Las casas adornadas con conchas marinas son otro ejemplo de utilización de un residuo natural de fácil acceso en ciertas zonas costeras. Inicialmente este material se utilizaba como revestimiento exterior aislante de la humedad de la brisa marina. Con el paso del tiempo su función ha pasado a ser de tipo ornamental.

Isla de la Toja/da Toxa, Galicia (s.XIX)

Construida en el siglo XII, la ermita de San Sebastián sufrió una intervención en el XIX en la que se amplió su superficie y se recubrieron sus paramentos exteriores con conchas de vieira, que le aportan un relieve casi de orfebre en un blanco intenso que contrasta con el verde del paisaje y el azul del mar. Los colores de Galicia concentrados.

Peñíscola, Castellón (1961)

Se trata de la obra realizada por una familia de Peñíscola que invirtió parte del dinero obtenido como guías turísticos en los años 60 y 70. Una vez edificada la casa - de arquitectura sencilla en la que destaca la forma ojival de las ventanas y el escudo del Papa Luna - decidieron romper con el encalado tradicional y colocar exoesqueletos de moluscos en la pared de la vivienda para rendir un homenaje al mar.

Tanzones, Asturias (1985-2005)

La obra comenzó con la idea de revestir macetas con conchas de vieiras y caracolas, pero pronto el propietario quiso iniciar una obra más importante y comprometida que acabaría tardando 20 años en completarse. Compuesta con moluscos de la zona este proyecto peculiar y original se compone de millones de conchas y caracolas de distintos tamaños y colores que forran la vivienda.

Estos son solo algunos ejemplos significativos de los muchos que podemos encontrar en nuestros entornos costeros.

CATÁLOGO DE PROYECTOS

“¿Hay quien pueda confiar en clasificar un mundo de objetos que cambia a ojos vistas y en lograr establecer un sistema descriptivo? Existen casi tantos criterios de clasificación como objetos mismos: según su talla, su grado de funcionalidad (cuál es su relación con su propia función objetiva), el gestual a ellos vinculado (rico o pobre, tradicional o no), su forma, su duración, el momento del día en que aparecen (presencia más o menos intermitente, y la conciencia que se tiene de la misma), la materia que transforman [...]. Ahora bien, todo objeto transforma alguna cosa, el grado de exclusividad o de socialización en el uso (privado, familiar, público, in- diferente), etc. De hecho, todos estos modos de clasificación, en el caso de un conjunto que se halla en mutación y expansión continuas, como es el de los objetos, podrán parecer un poco menos contingentes que los de orden alfabético.”²⁶

Con esta cita como excusa, se procede a la ordenación alfabética de los objetos disponibles y de uso diario a modo de catálogo que registra y presenta aquellos proyectos que proponen soluciones de carácter permanente para la elaboración de la envolvente del edificio y aquellos en los que el objeto se presente lo más mínimamente alterado posible.

Con las mínimas modificaciones porque considero que hay que tener en cuenta el gasto energético que supone el reciclaje en determinados momentos e intentar evitarlo sustituyéndolo por reutilización.

El estudio va a centrarse así en aquellos casos en los que las fuentes de materiales hayan sido bien desechados previamente por el fin de su vida útil o bien que se hayan escogido específicamente para formar parte de la arquitectura del edificio por temas estéticos e innovadores. Aquellos que piensen en el producto desde el primer momento, el proceso de producción y su recogida. Lo cual descarta los proyectos que plantean soluciones inmediatas a problemas concretos y a soluciones efímeras.

¿Por qué ambos? Porque los que se hacen por temas estéticos demuestran igualmente que ese mismo objeto al terminar su vida útil puede alargarla indefinidamente en forma de arquitectura, de igual manera que los ya residuales.

Estos proyectos se caracterizan por invertir el orden habitual de diseñar arquitectura, esto es, que identifican en un primer lugar las fuentes de materiales apropiados y susceptibles de ser utilizados para posteriormente definir los detalles.

²⁶ Baudrillard, *El sistema de los objetos*.

Si bien todas las obras aquí recogidas tienen la misma premisa de reutilización de objetos como materia prima en la construcción, los resultados pueden resultar muy diversos, dados los ámbitos de actuación, el índice de material reciclado o las normativas vigentes:

BOTELLAS DE PLÁSTICO

EcoARK. Miniwiz

El tratamiento de las botellas de plástico y su implementación en la arquitectura se ha desarrollado en profundidad en los últimos años. Estas botellas comenzaron a comercializarse en los años 50 del siglo pasado y prácticamente sustituyeron a las de vidrio por su menor precio, y por facilidad de fabricación. Durante estos últimos años se ha utilizado este elemento en diversas construcciones por su economía, versatilidad y abundancia, al tratarse de un tipo de envase muy utilizado y de vida útil efímera.

Con los objetivos de “Reducir, Reutilizar y Reciclar” y con la idea de hacer de la Economía Circular una realidad, el Grupo Far Eastern Group encargó en el año 2007 a la firma de Desarrollo de Energía Sostenible Miniwiz el edificio Ecoark. Finalizado en 2010 para utilizarse como Museo, área de exposiciones y sede de la exposición Taipei Int’l Flora Expo, tuvo un coste aproximado de 3 millones de dólares y se utilizaron 1,5 millones de Botellas PET recicladas.

Según el dueño de la compañía Miniwiz y el diseñador del proyecto, Arthur Huang: “Nuestra idea general es emplear el material más sostenible y menos tóxico para crear nuevos materiales para nuevos productos en el futuro”.

Y de esta manera los residuos se transformaron en inspiración: “Cuando buscábamos qué tipo de material debíamos reutilizar para la construcción del edificio, lo primero que miramos fue el contenido de las papeleras. Vimos que la mayoría de la basura que allí se acumulaba eran botellas de plástico; a los ingenieros les encantaba consumir té embotellado”, declaró.

(Se estima que sólo un 4 % de las botellas de plástico de los 2,4 millones usados son recicladas o reutilizadas en Taiwán).

La envolvente del edificio de 28 metros de alto y 130 metros de largo, que incluye un anfiteatro y un museo, está compuesta por una estructura de Polli-Bricks fabricados a partir de 1,5 millones de botellas de plástico PET recicladas fundidas en gránulos de PET y rediseñadas en una nueva forma de botella.

¿QUÉ? 1.5 millones Botellas PET recicladas
¿DÓNDE? Taipei, Taiwan
¿CUÁNDO? 2010
¿POR QUÉ? Sostenibilidad e Innovación
ESTUDIO Miniwiz. Arthur Huang
PRESUPUESTO \$3 millones
ÁREA -



Fig.21 Vista general del edificio EcoArk.



Fig.22 Fachada iluminada por la noche con las luces LEDs introducidas en los Polli-Bricks,



Fig.23 Modelo de Polli-Brick



Fig.24 Ciclo de uso del polli-Brick

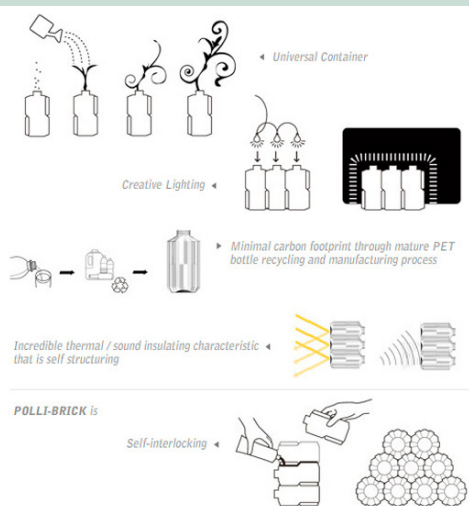


Fig.25 Polli-Brick: contenedor universal; iluminación creativa; aislamiento térmico y acústico; encaje perfecto entre piezas.

Polli-Brick

El Polli-Brick™ es un material de construcción hecho de tereftalato de polietileno 100% reciclado ideado por la empresa Miniwiz la cual tuvo que diseñar el propio sistema de herramientas para configurar la botella-ladrillo. Fue utilizado por primera vez en el edificio EcoArk de la exposición de Taipei.

Manteniendo la forma de botella vacía, están acanalados en el costado para encajar los unos con los otros y formar una estructura modular en forma de panel en 3D que lo hace extremadamente resistente sin necesidad de adhesivos químicos. Se puede ensamblar tanto en módulos rectangulares como curvos, y en ambos casos la instalación es sencilla.

Las películas de mejora del rendimiento refuerzan la resistencia del panel al tiempo que proporcionan protección adicional contra los rayos UV, el agua y el fuego. El revestimiento de PC hace que el panel Polli-Brick™ sea resistente a los arañazos y fácil de limpiar.

Por otro lado, la iluminación LED proporcionada por la energía solar se puede integrar en el sistema Polli-Brick™, lo que consolida la solución de iluminación de energía verde y reduce aún más la huella de carbono de la estructura con el tiempo.

Estas ventajas sumadas a la livianez de su construcción y al bajo coste de su producción e instalación hacen del El Polli-Brick una alternativa económica y ligera a los muros cortina convencionales.

CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DEL POLLI-BRICK

- Fabricado de PET (tereftalato de polietileno) 100% reciclado, material no tóxico, reutilizable y reciclable.
- Consumo mínimo de energía durante el proceso de producción.
- No se utilizan aglutinantes químicos en el reciclaje y la recuperación.
- Fácilmente reutilizable debido a la ausencia de adhesivos y 100% reciclable tras su vida de uso y la ausencia de productos tóxicos en dicho proceso.
- Su sistema de ensamblaje modular, sencillo y de fácil montaje reduce el consumo de energía en su construcción y los tiempos de ejecución de la obra.

- Tiene un índice de emisión de Partículas Orgánicas Volátiles (VOC) muy bajo y cumple todos los requerimientos de Calidad de Aire Interior (IAQ).
- Un panel POLLI-Brick™ puede soportar hasta 3.300 Pascales de fuerza lateral del viento.
- Liviano.
- Al ser un recipiente vacío, puede llenarse con diferentes materiales para generar diferentes efectos, como el aislamiento térmico o acústico.
- Traslucidez, lo que permite una iluminación natural uniforme y reduce el consumo de energía para la iluminación interior.
- Posibilidad de integración de iluminación LED interactiva controlada por iPad o Android.

CUMPLE LAS SIGUIENTES CERTIFICACIONES

- ASTM E-330/331
- AAMA 501.4
- Certificación UL E 98658

Los Polli-ladrillos son moldeados por soplado y son cuerpos hexagonales que presentan ranuras entrelazadas que se ajustan entre sí, de manera que conforman una estructura modular en forma de panal en 3D. Al poseer una cámara de aire tienen un buen aislamiento térmico y acústico.

Una vez ensamblados entre sí y dispuestos entre paneles rectangulares planos, los Polli-bricks son recubiertos con una película resistente al fuego y al agua. La fachada curva y transparente de EcoARK está compuesta por estos paneles modulares atornillados y montados en un marco de acero estructural.

El uso de botellas de plástico recicladas no es la única característica ecológica de EcoARK. El pabellón fue pensado y elaborado con técnicas de construcción que mantuviesen una huella de carbono baja durante su construcción:

El edificio no precisa climatización gracias a un sistema de ventilación natural y al aislamiento que proporciona la cámara de aire de los poli-ladrillos.

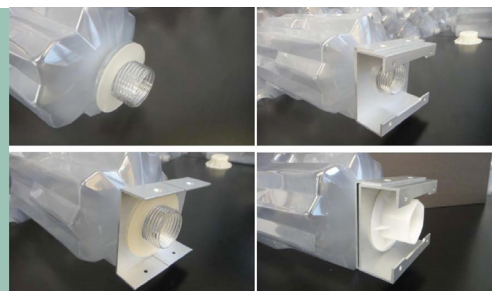


Fig.26 Detalle Polli-Brick.

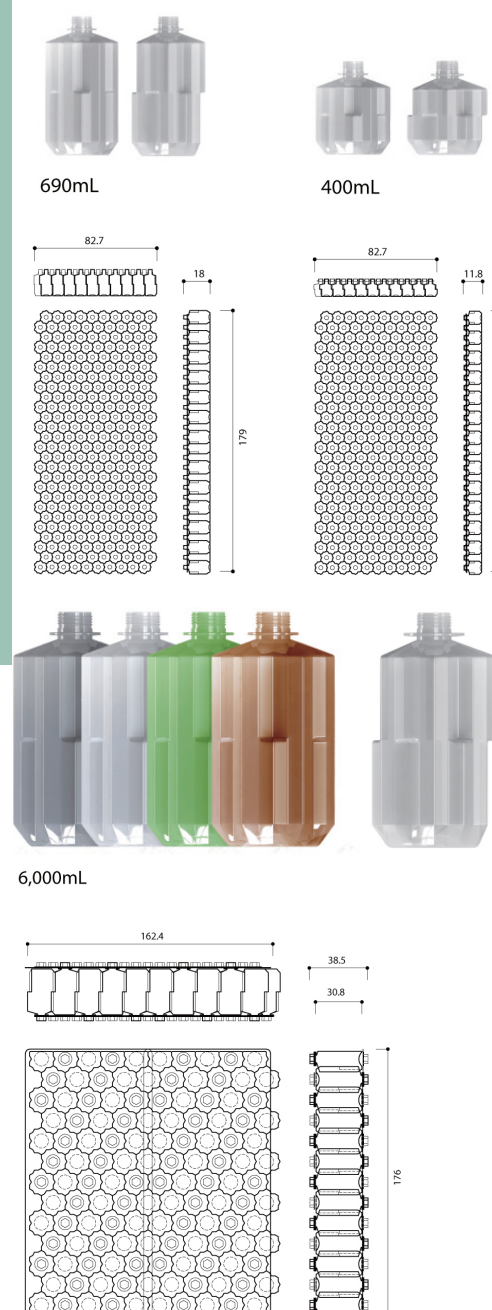


Fig.27 Dimensiones y método de agrupación.

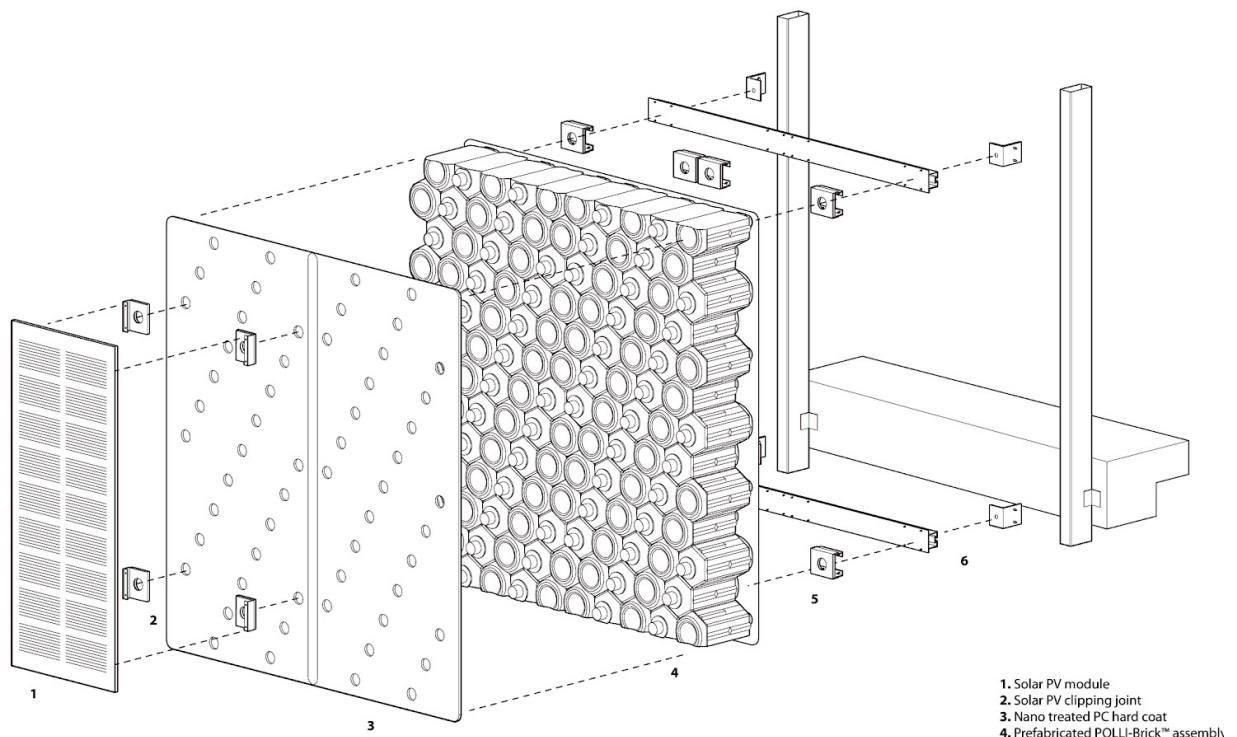


Fig.28 Detalle de la lámina que cubre los Polli-Bricks



Fig.29 Encuentro esquina.

Fig.30 Axonometría del detalle de anclaje de los Polli-Bricks.



El agua de lluvia se recoge y se desprende a modo de cascada reutilizándose para enfriar el edificio. La transparencia de los polli-ladrillos permite que la luz natural ilumine el interior durante el día y los sistemas solares y eólicos generan la electricidad necesaria para alimentar los 40.000 LED que iluminan el edificio por la noche.

Debido a su materialidad, esta construcción es más ligera que una convencional, condición que no le impide soportar tifones, terremotos e incendios.

Además es fácilmente desmontable y permite su reubicación a modo de las construcciones tipo "LEGO"

El fin último del edificio según Far Eastern Group era exactamente éste: el de ser desmontado y distribuido a 100 escuelas primarias y secundarias en Taiwán para promover la conciencia ambiental, de manera que las escuelas que reciben las partes del edificio pueden volver a ensamblarlas para construir invernaderos, bancos, áreas de descanso y otras estructuras similares.

BOTELLAS DE VIDRIO

WOBO. Heineken

La utilización de botellas de vidrio en la edificación comenzó cuando Freddy Heineken, propietario de la fábrica cervecera holandesa, realizó un viaje de negocios a la colonia holandesa Curaçao en la década de los sesenta y quedó impactado por la cantidad de basura - principalmente botellas de vidrio - acumulada en las playas de la isla y por la escasez de materiales de construcción.

Con la intención de resolver ambos problemas decidió construir viviendas con botellas de cerveza, para lo cual se asoció con el arquitecto John Habraken, director de la Fundación para la Investigación de Arquitectos (SAR). Nació así la primera iniciativa industrial para desarrollar envases reutilizables.

Al principio diseñó una botella con el cuello muy largo, destinada a apilarse en vertical. El cuerpo tenía una ranura a cada lado, lo cual posibilitaba encajar la botella continua bocabajo. Permitía la construcción de muros muy sólidos incluso sin la necesidad de mortero y la longitud del cuello habría permitido seguir usando un vidrio fino pero tenía una pega: no era lo suficiente viril según los asesores comerciales. Fue por esto que el diseño se descartó.

Tras varios intentos de diseño de este primer “ladrillo-botella”, se llegó al denominado con el nombre de WOBO (World Bottle). De forma rectangular, cuello corto y grueso, mantenía el color verde esmeralda, pero funcionaba peor (las formas cuadradas soportan menos la presión) lo que obligaba a utilizar un vidrio más grueso.

Concebida para su disposición en horizontal, se diseñó una botella con lados planos, provistos de relieve a modo de pequeñas protuberancias y un fondo cóncavo que encajaba con el cuello de la botella anterior. Como material de unión, Habraken previó utilizar una mezcla de argamasa con aditivo de silicona.

Para superar el problema de las esquinas y las aberturas sin tener que modificar las botellas, se diseñaron botellas en dos tamaños: una versión de 50 cl y otra de 35 cl, un “medio-ladrillo”.



Fig.31 Detalle del diseño WOBO.



Fig.32 colección de diferentes tamaños de botellas WOBO.

¿QUÉ? 100.000 Botellas WOB
¿DÓNDE? Noordwijk, Amsterdam, Holanda
¿CUÁNDO? 1963
¿POR QUÉ? Sostenibilidad e Innovación
ESTUDIO SAR. John Habraken
PRESUPUESTO -
ÁREA -



Fig.33 Caseta de jardín realizada a partir de botellas WOB.

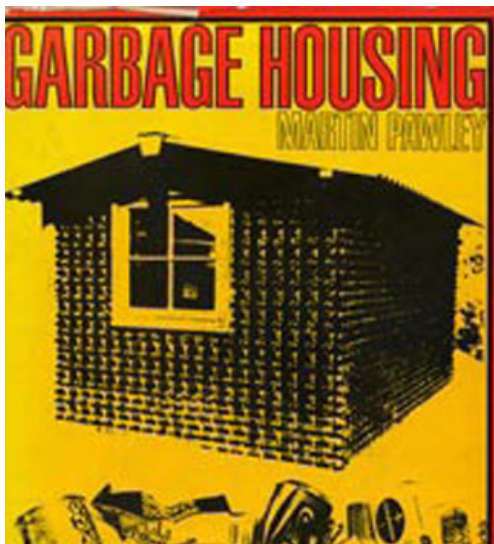


Fig.34 Portada de la publicación The Garbage Housing por Martin Pawley., 1975.

En 1964, Heineken había diseñado y fabricado 100.000 de estas botellas y tenía este diseño patentado en todo el mundo.

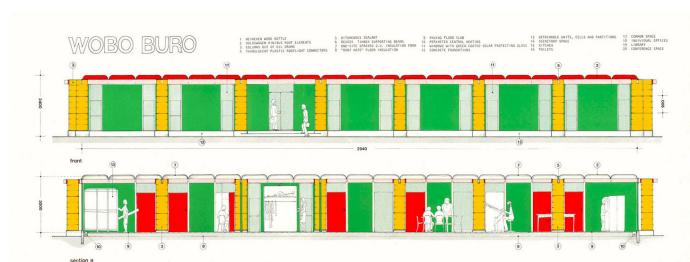
Freddy Heineken fue tan insistente que incluso planeó la impresión de instrucciones para la construcción de muros en la etiqueta de cada botella. Pero a pesar de las buenas intenciones, esta botella no llegó a una producción industrial debido a la oposición de los asesores de la empresa quienes temían que WOB perjudicase la imagen de Heineken al asociar una marca de cerveza 'exclusiva' con 'basura' y 'pobreza'.

A pesar de su fracaso, el concepto había sido revolucionario para la época. Como describió el autor y crítico de arquitectura y diseño Martin Pawley: "fue la primera producción masiva diseñada desde el principio para tener un uso secundario como elemento de construcción".

El artículo que Martin Pawley publicó en "Garbage Housing", propició que diez años después se reviviese la idea de WOB.

Para desarrollar el proyecto en un contexto más amplio, el equipo SAR buscó la colaboración de Dura, Philips, Van Leer Packaging y Automobielhandel de Pon. La idea era que con muros construidos con botellas, columnas fabricadas con depósitos de aceite y cubierta elaborada con techos de furgonetas Volkswagen, productos fabricados por estas industrias se construiría un edificio tipo WOB en el campus de la Universidad Técnica de Eindhoven, y se utilizaría como oficinas de SAR. El edificio quedó en proyecto y nunca se realizó, no obtuvo el patrocinio necesario.

Fig.35 Proyecto de oficinas de SAR.



CARPINTERÍAS

CASA COLLAGE. S+PS Architects



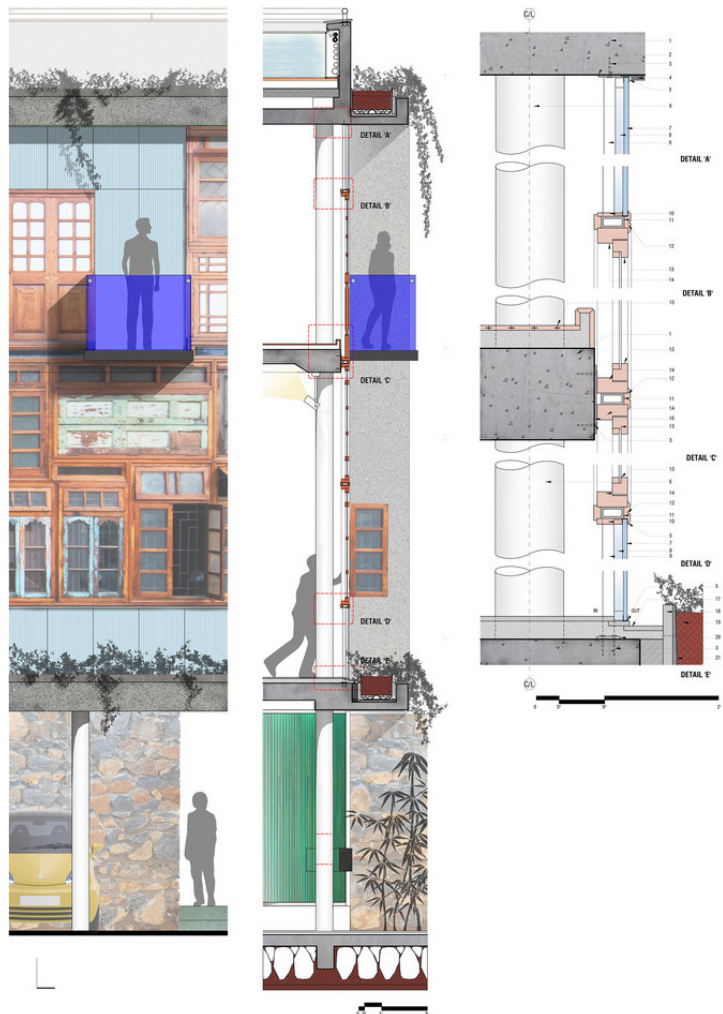
¿QUÉ? Ventanas+Puertas+Tubos
¿DÓNDE? Navi Mumbai, India
¿CUÁNDO? 2015
¿POR QUÉ? Sostenibilidad e Innovación
ESTUDIO S+PS Architects
PRESUPUESTO -
ÁREA 520.0 m²

Fig.36 Fachada principal de la vivienda.
 Fig.37 Alzado y sección de la disposición de las carpinterías.

“Viviendo en Mumbai, India es imposible hacer caso omiso de los asentamientos informales de la ciudad, y mirando de cerca hay muchas lecciones que se pueden aprender en la frugalidad, la adaptabilidad, la multitarea, la inventiva y el ingenio. Un lenguaje visual que surge del objeto encontrado, ad-hoc, ecléctico, parcheado y hecho collage. Un intento se ha hecho aquí para aplicar algunas de estas enseñanzas sin idealizar o transformarlos. El proyecto mira a la idea de reciclaje y collage de varias maneras, desde lo físico - como materiales, energía, etc., a lo intangible - como historia, el espacio y los recuerdos.”²⁷

En esta obra los arquitectos S+PS crean un nuevo lenguaje visual surgido del objeto encontrado, los recursos y materiales que anteriormente habían formado parte de otras viviendas.

Rodeado de un “manto de modernidad” estos objetos antiguos conectan entre sí. La estructura de hormigón - de acabado áspero en el exterior y suave en el interior - envuelve y conecta todos los espacios de la vivienda.



²⁷ Descripción enviada por el equipo del proyecto. a la página web de Plataforma Arquitectura

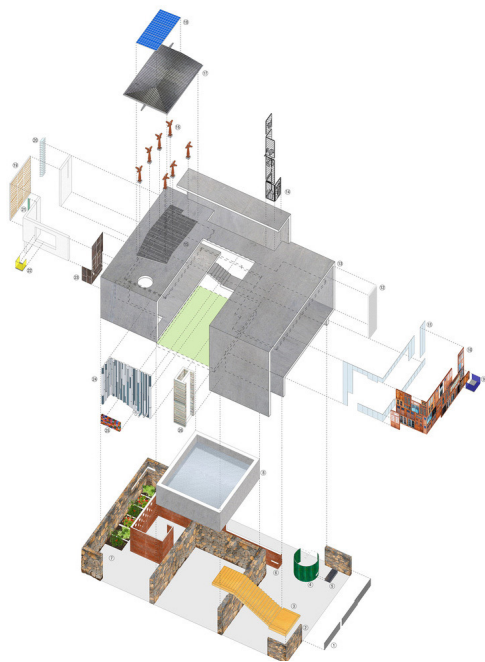


Fig.38 Axonometría explotada de la vivienda.

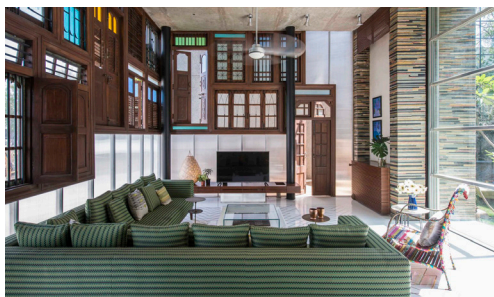


Fig.39 Vista interior desde el salón de las puertas y ventanas reutilizadas.



Fig.40 Patio interior.

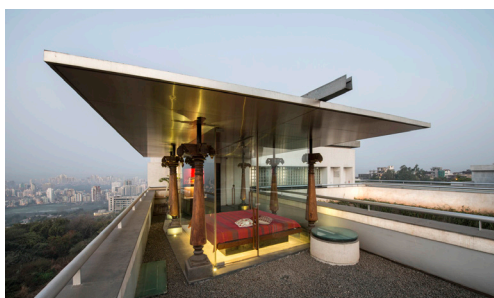


Fig.41 Columnas reutilizadas en la terraza

El proyecto presenta de diversas maneras la idea del reciclaje.

Específicamente en la fachada frontal se reciclan las ventanas y puertas de otras viviendas a modo de collage, que corresponden en el interior con la amplia sala de estar, donde estos elementos contrastan con el techo de hormigón visto, el mármol blanco pulido y con las incrustaciones de latón en el suelo.

En el patio central se reutilizaron tubos metálicos, unidos a modo de cañas de bambú formando una pared de tubos escultórica que integra las columnas estructurales, el paso de instalaciones y las tuberías que canalizan el agua de lluvia.

Además idearon un macetero con muestras de baldosas kitsch de colores, y una de las paredes del patio se levantó revistiendo el muro de astillas de desechos de piedra cortada y otros residuos generados en la obra.

En la terraza se colocan una columnas procedentes de una antigua construcción las cuales traen de vuelta los recuerdos, la nostalgia y rodean un pabellón de cristal y acero con paneles solares en la zona superior.

Antigüedad y modernidad, carácter y sobriedad, “desperdicio” y lujo se muestran combinados con gran maestría en esta vivienda dirigida a una familia con cuatro generaciones.

CESTAS DE FRUTAS

NAJU ART MUSEUM. Hyunje Joo

Se trata del proyecto denominado Urban Canvas ideado por los arquitectos Hyunje Joo y Munhyung Lee que consiste en una instalación temporal en la fachada de un edificio situado en la ciudad de Naju en Corea del Sur.

Los arquitectos tienen en este proyecto “la intención de reinterpretar la posibilidad del límite del muro con el tiempo y el paisaje como nuevos materiales. El tiempo y el paisaje estimulan el interior de nuestros sentidos e intervienen más activamente entre espacios.”

El muro implica un lugar más allá. De esta manera defienden que además de su funcionalidad como abrir y cerrar, y de la seguridad y privacidad que proporciona, el muro significa un límite flexible y cambiante que define el lugar.

Con esta definición de muro, de elemento arquitectónico flexible, plantean la construcción de un revestimiento constituido por 1.500 cestas semitransparentes.

A lo largo del día la difusión y la reflexión de la luz permiten el constante movimiento de la cesta, formando un límite transparente entre exterior e interior, la separación entre ambos se minimiza y las siluetas van más allá del espacio, formalizando la poética de la idea.

Las cestas, productos estándar comercializados, fueron realizadas por una fábrica Coreana de polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD).



Fig.42 Vista general de la fachada.

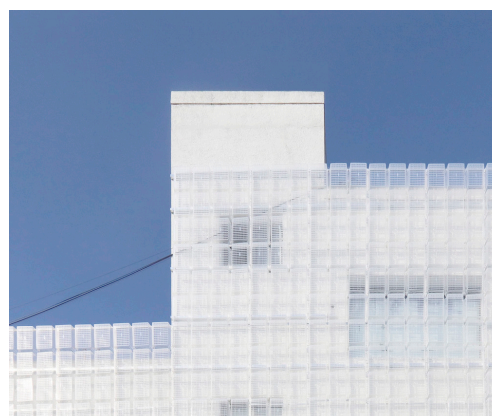


Fig.43

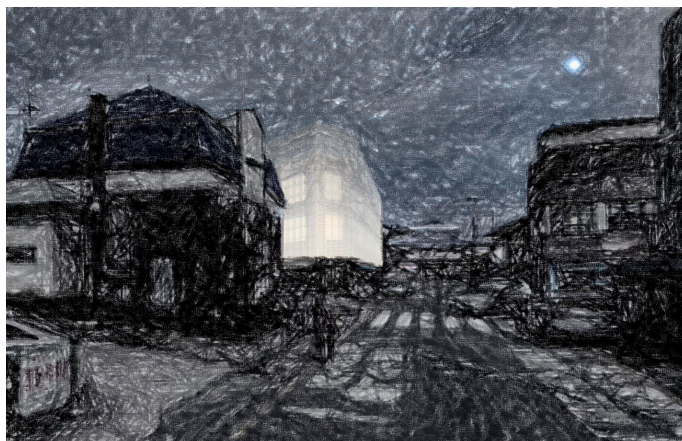


Fig.44 Cestas de PEAD

¿QUÉ? 1.500 cestas
¿DÓNDE? Naju, Corea del Sur
¿CUÁNDO? Enero 2017
¿POR QUÉ? Innovación
ESTUDIO Hyunje Joo+ Munhyung Lee
PRESUPUESTO -
ÁREA 396,6 m²

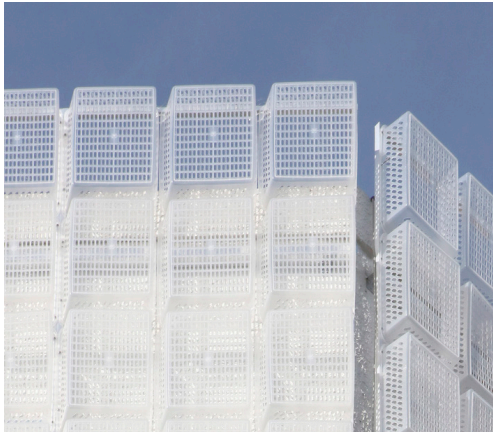


Fig.45

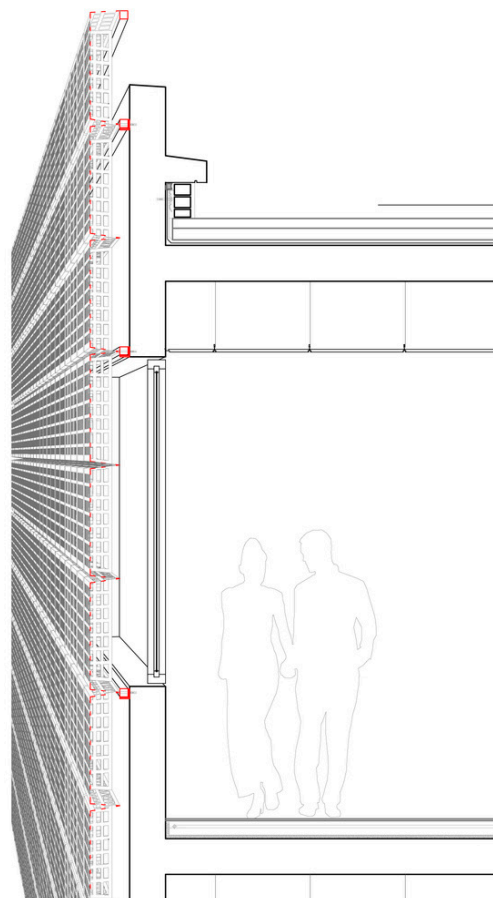


Fig.46 Sección en detalle del edificio.

Para este proyecto, las cestas se recubrieron con UV para garantizar la durabilidad durante toda la instalación.

El PEAD es un material plástico utilizado en muchos objetos, desde contenedores rígidos y cascos hasta bolsas flexibles y envolturas para el hogar. Al ser un material de amplio reciclado, los arquitectos pretenden reutilizar las cestas individuales al desmontar la instalación 2 años después de su construcción.

Para hacer posible el brise-soleil de cestas se instaló un bastidor auxiliar de acero en la fachada del edificio preexistente al cual se conectaban individualmente las cestas mediante bridas de acero.

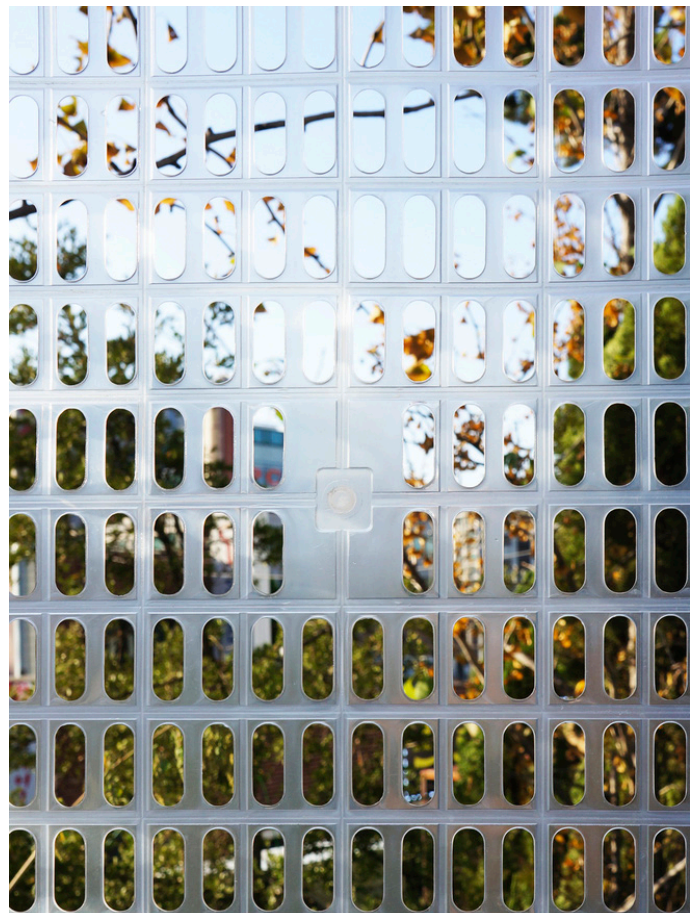


Fig.47 Vista de interior a exterior.

CONTRAVENTANAS

CASA VEGANA. Block Architects

La rehabilitación de un bloque residencial construido en 1965 en Ho Chi Min (Vietnam) ofreció a Block Architects la oportunidad de crear un nuevo lugar cultural donde diferentes personas se reúnen, comparten y cocinan comida tradicional vietnamita, especialmente vegana, además de alojarse durante su estancia en la ciudad.

El propietario, dedicado al sector turístico, había acumulado gran cantidad de objetos que sus amistades desechaban. Principalmente se trataba de muebles como mesas, sillas, armarios, ventanas y contraventanas y pantallas de lámparas.

Con un presupuesto ajustado, los arquitectos querían aprovechar estos elementos desechados con otros de nueva factura para crear un ambiente que mantuviese los valores tradicionales de la antigua casa donde tradición y modernidad pueden existir juntas y apoyarse mutuamente. La intención es que a medida que pase el tiempo, la gente que ocupe el lugar dará nueva vitalidad y nueva alma a la casa.

“[El objetivo era] explotar estas cosas viejas y agregar las disponibles y las nuevas para crear un lugar más fresco que aún mantenga los valores tradicionales de la antigua casa,” comentaron Block Architects.

Para ayudar a que el edificio se destaque y crear una apariencia distintiva el arquitecto del proyecto Duc Hoa Dang decidió cubrir la estructura original hasta la azotea, revistiendo buena parte de la fachada con contraventanas. Para darle una identidad más notable al edificio, deciden pintarlas en una variedad de colores vibrantes, colores que armonizan con los propios del lugar de manera que el mosaico generado por la unión de estas ventanas simboliza el crecimiento y la esperanza.

Estas contraventanas se han utilizado tradicionalmente en Vietnam para facilitar la ventilación de las estancias. Su utilización permite que el edificio quede perfectamente integrado en el entorno.

Pero no sólo se disponen en el exterior sino que también aparecen en el interior de la casa. Algunas se abren en el techo generando patios y pasos de luz, mientras otras aparecen en el interior de la casa como particiones, separando y decorando el espacio.

En planta baja la cocina es la estancia de mayor relevancia. Dispone de varios armarios que conforman una línea curva y junto a ella se sitúan un comedor y un jardín, lugares de reunión y disfrute.



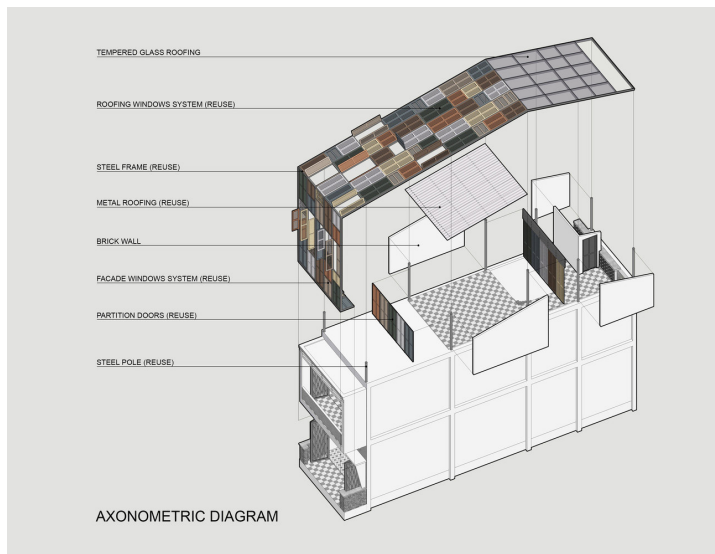
Fig.48 Fachada de “The vegan House”.



Fig.49 Patio interior, mantenimiento de la antigua escalera y escalera de obra nueva.

¿QUÉ? Contraventanas
¿DÓNDE? Ho Chi Minh City, Vietnam
¿CUÁNDO? Enero 2014
¿POR QUÉ? Innovación
ESTUDIO Block Architects
PRESUPUESTO -
ÁREA 60,0 m²

Se conservó la escalera que comunica con la primera planta y se construyó una nueva para comunicar los pisos superiores.



En el resto de las plantas encontramos habitaciones, una de las cuales mantenía unas láminas de acero antiguas dispuestas a poca distancia bajo el techo que evitaban que el calor afectase al interior; baños y un jardín terraza semi-cubierto con las contraventanas.

Mediante una subestructura de acero se consigue la sujeción de ventanas y contraventanas al edificio.

Se conservó el material de paredes y pavimentos. De esta manera la unión de superficies de cemento sin refinar, ventanas de celosía y los elementos modernos crean un lugar actual y antiguo que revive la arquitectura vietnamita en los años 60 y 70.

Fig.50 Axonometría explotada.



Fig.51 Terraza.



Fig.52 Modelo 3D del edificio.

CUBOS DE HELADO

MICROBIBLIOTECA, BIMA-SHAU

En 2012 se inició el programa “100 Microbibliotecas” para propiciar un aprendizaje atractivo y asequible a las clases más desfavorecidas con objeto de combatir el analfabetismo en Indonesia.

Esta propuesta es el primer prototipo de microbiblioteca, un lugar de reducidas dimensiones que ofrece un espacio dedicado a la lectura y el aprendizaje, un espacio que además de libros ofrece materiales audiovisuales, actividades y cursos en un barrio en el que convive una población con renta media y baja.

El edificio está situado en una pequeña plaza que era utilizada por la comunidad local para reuniones, eventos y actividades deportivas. SHAU decidió mejorar el escenario abierto, protegiéndolo de la lluvia y cubriéndolo mediante la caja flotante que constituye la biblioteca.

Al estar ésta ubicada en un clima tropical, la intención es la de crear un clima interior agradable sin el uso de aire acondicionado. Para lo que había que buscar un material barato y de proximidad, que dejase pasar la luz y a la vez diese sombra al interior y permita la ventilación cruzada.

Con estas ideas como premisa, se pensó inicialmente en realizar una envolvente compuesta a partir de bidones blancos translúcidos, ya que los arquitectos encontraron varios pequeños vendedores. Pero cuando se iba a iniciar la construcción, los bidones ya no estaban disponibles en las cantidades requeridas.

Fue por esta razón por la que tuvieron que buscar otra solución. Se decantaron por cubetas de helado de plástico usadas que se vendían al por mayor.

Este cambio supuso una mejora ya que éstas son más estables al cortar la parte inferior para la ventilación cruzada y al tratarse de un material reutilizado se incluía el factor de sostenibilidad al proyecto.

Una vez decidido el material, “Al estudiar opciones de diseño para organizar las 2000 cubetas de helado, nos dimos cuenta de que podían ser interpretados como ceros (abiertos) y unos (cerrados), lo que nos da la posibilidad de incrustar un mensaje en la fachada en forma de código binario.”²⁸

28 Explicación del proyecto por parte del equipo SHAU extraída de la página web de Plataforma Arquitectura.



Fig.53



Fig.54 Microbiblioteca iluminada por la noche.

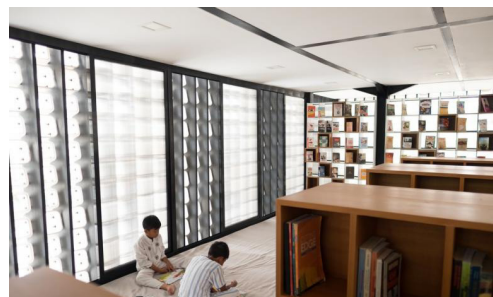


Fig.55 Interior.

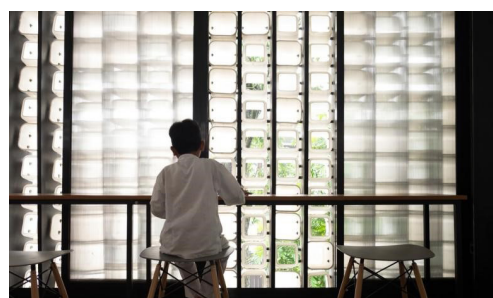


Fig.56

¿QUÉ? 2.000 Cubos de Helado
¿DÓNDE? Taman Bima, Bandung, Indonesia
¿CUÁNDO? 2012
¿POR QUÉ? Innovación y bajo coste
ESTUDIO SHAU
PRESUPUESTO 35.000 €
AREA 160 m²

buku adalah jendela dunia*

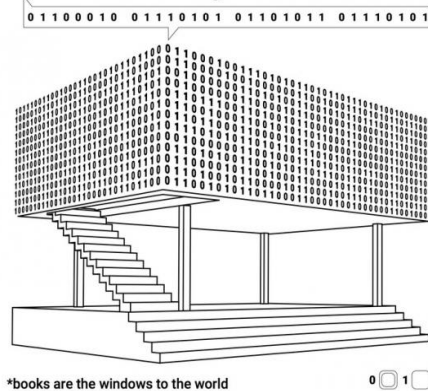


Fig.57 “Los libros son las ventanas al mundo en código binario”.



Fig.58 Detalle de la fachada.

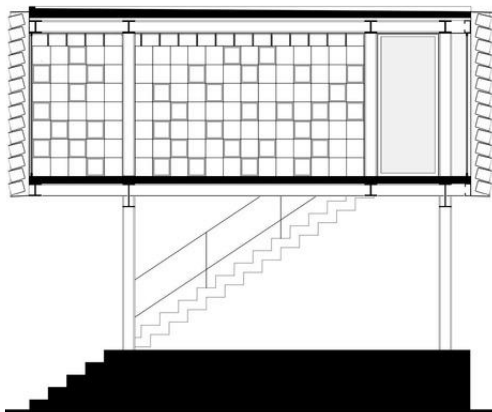


Fig.59 Sección transversal.

Con esta idea, los arquitectos pidieron al alcalde, partidario del proyecto, un mensaje para la microbiblioteca y vecindario teniendo así la fachada un significado adicional:

“Los libros son las ventanas al mundo”

El edificio está construido mediante una sencilla estructura de acero de perfiles de doble T y losas de hormigón. Las cubetas, se disponen entre las nervaduras verticales de acero que abarcan desde el suelo al techo y están inclinadas hacia el exterior con el objetivo de repeler el agua de lluvia. Teniendo en cuenta el clima, para las tormentas tropicales más duras, hay instaladas puertas correderas translúcidas en el interior que se pueden cerrar temporalmente.

Para incorporar los cubos a la fachada éstos deben ser punzados y cortados. Con la intención de ahorrar trabajo en el montaje, corte y punzonamiento de las 2000 cubetas, los artesanos locales hicieron sus propias herramientas, específicas para el proyecto.

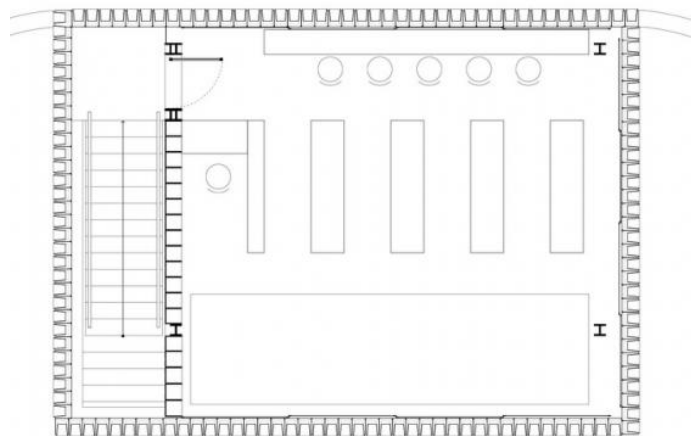
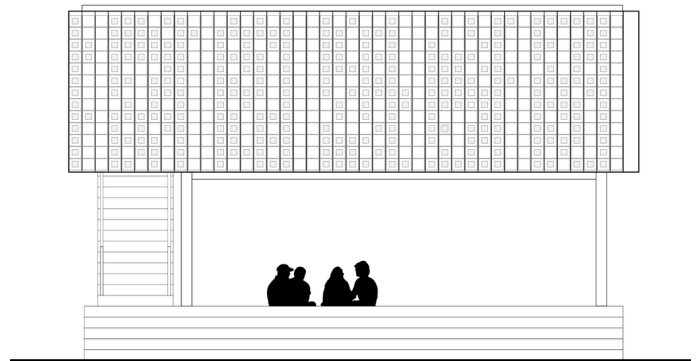


Fig.60 Sección longitudinal y planta.

HUEVERAS

ART GALERY. Hyunje Joo y Munhyung Lee

El proyecto de fachada temporal de una galería de arte situada en Taebaek en Gangwon-do (Corea del Sur) procura mostrar una nueva perspectiva sobre la vida cotidiana y nos plantea la siguiente pregunta:

“¿Qué pasaría si los materiales con los que nos rodeamos nos pidieran ser más conscientes sobre cómo los usamos?”

Con esta idea Hyunje Joo y Munhyung Lee propusieron una composición de fachada compuesta por 2.000 hueveras. Un elemento arquitectónico económico, flexible, liviano y translúcido que incide en la diferenciación entre lo nuevo y lo viejo, entre día y noche y luz y oscuridad además de ser reciclable. Ya que en un futuro, cuando se desmonte la fachada temporal está previsto reutilizar las hueveras de igual manera que la instalación de las cestas comentada anteriormente.

La fachada simple y ligera se consigue mediante la construcción de un marco de acero con una subestructura vertical que se une al edificio y al que se unen las hueveras, las cuales están unidas entre sí mediante bridas (Fig. 48).

La separación generada con respecto a la fachada preexistente permite la incorporación de luz artificial en el hueco entre ambas para iluminar la entrada por la noche.

Las hueveras, comercializadas y manufacturadas por una fábrica Coreana de Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE), fueron recubiertas con protección UV para asegurar la durabilidad de toda la instalación.

El proyecto no trata sobre lo “correcto” o “no” de la utilización de objetos, sino de resaltar sus posibilidades o significados: trata de mostrar las bellas oportunidades que estos objetos o materiales “cotidianos” generan.



Fig.61 Fachada principal iluminada.



Fig.62 Vista general.



Fig.63 Vista general nocturna.

“¿Qué pasaría si los materiales con los que nos rodeamos nos pidieran ser más conscientes sobre cómo los usamos?” (Hyunje Joo)

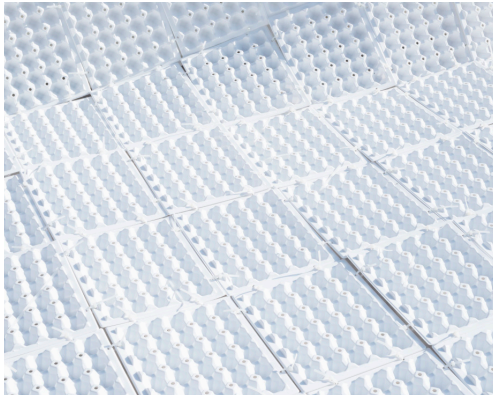


Fig.64 Hueveras de PEAD unidas mediante bridas.

¿QUÉ? 2.000 Hueveras
¿DÓNDE? Taebaek, Corea del Sur
¿CUÁNDO? Enero 2018
¿POR QUÉ? Innovación
ESTUDIO Hyunje Joo+ Munhyung Lee
PRESUPUESTO -
ÁREA 184,6 m²



Fig.65 Contraste edificio preexistente y nueva fachada.



Fig.66

NEUMÁTICOS

MAISON GOMME. REFUNC.NL

Para la construcción de un espacio adicional con función de oficina y almacenamiento, el estudio de arquitectura REFUNC.NL ideó una creativa solución que se basa en la reutilización y el reciclaje de diversos elementos.

“A nuestro modo de ver, crear arquitectura con basura es algo de sentido común en un mundo donde cada vez escasean más las materias primas.”²⁹

El equipo propuso demoler una pequeña caseta, propiedad de la familia y situada en el jardín, para reutilizar sus componentes y construir en el mismo lugar una caseta más amplia, más funcional y más eficiente. El cliente y su familia estuvieron altamente involucrados durante el proceso del diseño y el de construcción.

La estructura de madera de la caseta anterior fue rediseñada y recubierta de nuevo con sus propias planchas de contrachapado y con placas adquiridas en escuela de arte KABK del tipo multiplex.

Para garantizar el aislamiento térmico y la impermeabilización se utilizó lana de roca y una membrana de polietileno transpirable (únicos materiales que no son de segundo uso), junto con tiras de neumáticos usados adquiridas en un taller mecánico de la localidad.

¿Pero, qué tienen de especial los neumáticos para que hagan semejante apuesta por ellos?

“Los neumáticos de automóvil están hechos de caucho sintético y acero en forma de cable y estera. Es un material que resulta difícil de trabajar, muy duro, pero también muy resistente; así que tratamos de sacar las ventajas de esta desventaja, mirar el lado bueno de lo que pueda tener de malo: su carácter increíblemente fuerte y, a la vez, elástico.”³⁰

“Hay un exceso de llantas viejas por ahí que necesitan ser recicladas de alguna manera; hay componentes tóxicos en las llantas que hacen que



Fig.67



Fig.68 Maison Gomme en construcción.



Fig.69

29 KÖRBES, Jan. Un mundo sin manual, *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008. pp. 182-189.

30,31 Denis Oudendijk, extraído del blog signus, *Con 'mil neumáticos' por banda, arte y diseño a toda vela* (2017), extraído de la revista Detail.

“Subrayamos la importancia de la reutilización creativa, y en eso el arte es crucial” (Denis Oudendijk)

¿QUÉ? Neumáticos de coche +
bandejas de comida + ventanas
¿DÓNDE? La Haya, Holanda
¿CUÁNDO? 2005-2007
¿POR QUÉ? Sostenibilidad e Innovación
ESTUDIO REFUNC.NL
Denis Oudendijk y Jan Körbes
PRESUPUESTO 5.000 €
ÁREA 24,5 m² (10×26 ft)



Fig.70 Colocación tiras de neumáticos.



Fig.71

sea mejor reutilizarlas enteras en lugar de triturarlas.”³¹

Las ventanas, rescatadas de una tienda de cristales en quiebra, son de doble acristalamiento y junto con las puertas conforman las 4 aberturas situadas en techo y paredes. Para el soporte estructural de las ventanas se han utilizado bandejas de comida de acero inoxidable.

El interior está confeccionado con materiales reutilizados y muebles recogidos de la calle. Consecuentemente el revestimiento interior consta de una variedad de piezas de madera encontrada, y su configuración forma un motivo de patchwork ecológico que aporta una sensación acogedora a la estancia.

Oficina y almacén disponen de acceso propio ya que el cobertizo está dividido en unidades independientes que corresponden a cada función. El porqué se debe a que la prueba de un prototipo durante el comienzo del invierno, con viento, frío, lluvia y nieve, mostró que ésa era la mejor solución.

“Cobertizos extravagantes como este nos recuerdan que con un poco de creatividad, materiales reutilizados e ingenio, es posible construir un cobertizo que piense fuera de la caja y, sin embargo, se mantenga fiel a sus raíces utilitarias.”³²

32 Maison Gomme Is a Quirky Backyard Shed Made with Recycled Tires [en línea]. En: *TreeHugger*, 24 septiembre 2014.

PIEZAS DE AVIÓN

WING HOUSE. David Hertz



El estudio SEA aborda la sostenibilidad a través de la utilización de sistemas innovadores, extrapolando la lógica del reciclaje. Representa el compromiso por maximizar la longevidad de los ciclos de vida de los edificios y los productos de forma novedosa.

La vivienda se sitúa en el condado de Ventura (EE.UU.) al noroeste de Malibú en una parcela en la ladera de las montañas de Santa Mónica. La idea de proyecto era realizar un diseño que primase las vistas del lugar.

Esta premisa junto con el objetivo de reutilizar elementos en la construcción y el deseo de la propiedad de “una cubierta flotante y curvada”, derivó en la utilización de alas de avión como elementos de cubrición.

Para ello utilizaron las alas de un Boeing 747 de 1977 que se encontraba en un cementerio de aviones ubicado en el desierto de Mojave.

El comúnmente denominado “Jumbo” es un avión comercial transcontinental de fuselaje ancho, conocido por su gran tamaño: 70,6 metros de largo unos 60 de envergadura y 19 de altura. Por esta razón también se le conoce como “la reina de los cielos”.

La elección de este modelo de aeronave fue decisivo, ya que tanto las alas como los estabilizadores de cola tienen unas dimensiones, capacidad estructural y livianeza que permiten su utilización a modo de cubiertas.

Se compró el avión a precio del aluminio en bruto, lo que supuso un coste de 35.000 dólares (31.360 €) y más tarde fue cortado en las piezas que conformarían la cubierta de la vivienda, el estudio de arte y la casa de invitados “facilitando” así el transporte.

Y digo “facilitando” porque éste se hizo con helicóptero, ya que el tranporte por carretera resultaba más costoso y complicado.

Fig.72



Fig.73 El Boeing 747 fue demontado y cortado para su transporte.



Fig.74 Cada segmento fue transportado por carretera hasta el aeropuerto más cercano a la obra.



Fig.75 Transporte de un ala del boeing 747 con helicóptero.

¿QUÉ? Piezas Boeing 747
¿DÓNDE? Malibú, California, EEUU
¿CUÁNDO? 2007-2011
¿POR QUÉ? Sostenibilidad e Innovación
ESTUDIO S.E.A, David Randall Hertz
 Studio of Environmental Architecture
PRESUPUESTO \$ 35.000 + Construcción +
 Transporte (\$ 13.000/h x 2h)
AREA 480 m² (5.200 sqft)



Fig.76 Las piezas se colocan en una cama de neumáticos hasta su posterior levantamiento con grúa.

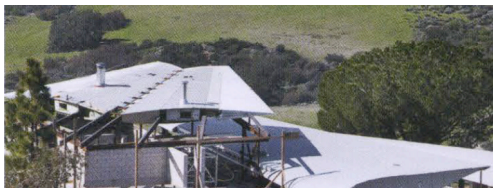


Fig.77 Construcción de la Wing House con las 4 alas ya instaladas.

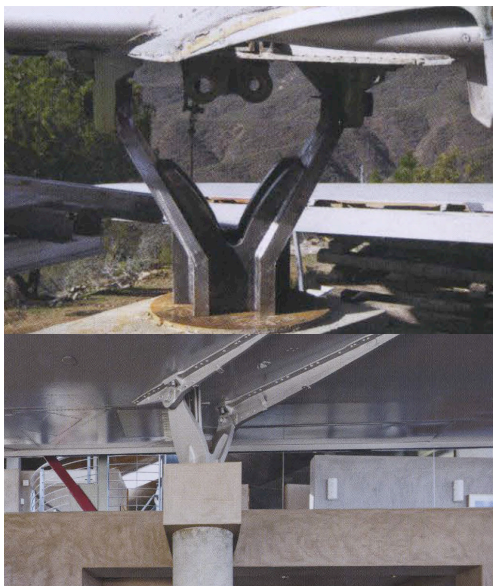


Fig.78 Las alas son fijadas en aquellos puntos donde originalmente se situaban los motores. El soporte de acero es diseñado para encajar con los soportes de los motores.

Una de las alas y los estabilizadores de cola forman la cubierta del edificio principal mientras la otra ala se destina a cubierta de la vivienda de invitados, situada exenta respecto a la vivienda principal.

Las cubiertas provocan una sensación de ingravidez al conectar la estructura portante de acero con las alas en la zona en la que se situaban los motores.

De esta manera los paramentos exteriores quedan liberados de toda función estructural y se configuran mediante ventanales autoportantes, orientados a las vistas de la Montaña Boney y al Valle Serrano.

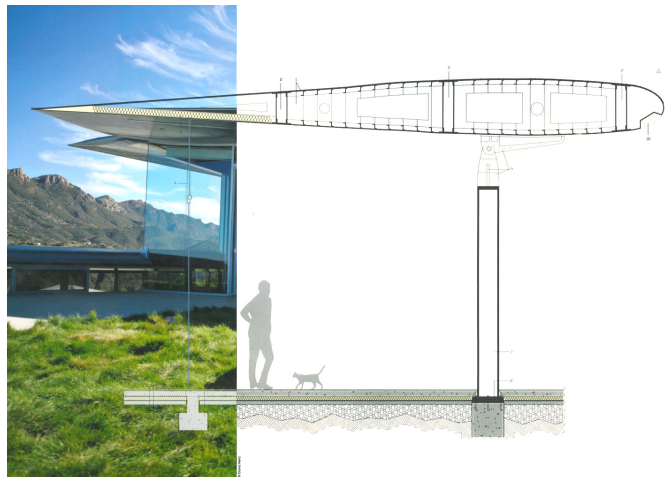


Fig.79 Sección constructiva.



Fig.80

SILLAS GALERÍA DE MUEBLES. CHYBIK+KRISTOF

El estudio de arquitectura Chybik + Kristof tenía que transformar un antiguo concesionario de automóviles situado a las afueras de Brno (República Checa) en una galería de exposición para la empresa MYDVA, dedicada a la fabricación de mobiliario, de la forma más rápida y económica posible.

“Hágalo barato, idealmente gratis” exigió el cliente.

Según dijo Chybik, el equipo de proyecto llegó a la solución adoptada al pensar en la fachada como un cartel publicitario funcional: “La funcionalidad de la fachada no lo es únicamente en términos estéticos y de protección solar. La fachada representa aquello que el edificio contiene en su interior – la sala de exposiciones de una empresa productora de mobiliario.”

Cuando propusieron esta solución a la propiedad, inicialmente generó reticencias por considerarla cara y compleja.

Nada más lejos de la realidad, las sillas utilizadas las proporciona directamente la propiedad y su estructura resultó muy adecuada para su colocación en fachada mediante una sencilla subestructura de acero.

Se utilizaron más de 900 asientos del modelo Vicenza en color negro. Este modelo es uno de los más demandados y tiene un coste de fabricación relativamente bajo: 3,26 euros por unidad.

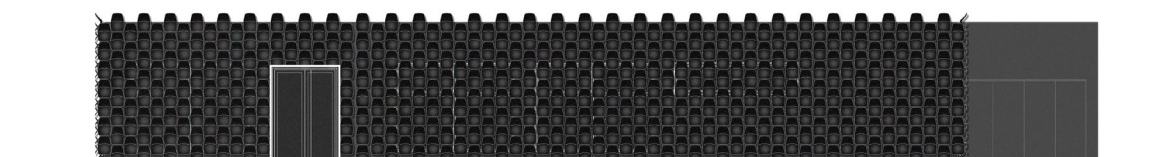
Este proyecto de renovación de la fachada del edificio fue realizado en menos de una semana y con un precio por metro cuadrado de aproximadamente 20 euros.

¿QUÉ? + 900 Sillas
¿DÓNDE? Brno-Vinohrady, Republica Checa
¿CUÁNDO? 2015-2016
¿POR QUÉ? Innovación y bajo coste
ESTUDIO CHYBIK+KRISTOF
PRESUPUESTO 11.000 €
AREA 550 m²

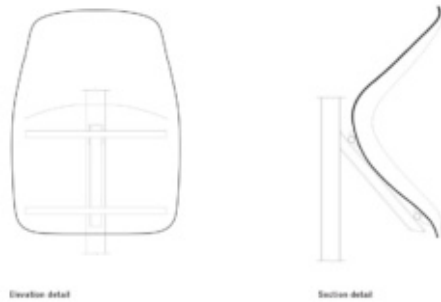


Fig.81

Fig.82 Alzado.



“Hágalo barato, idealmente gratis” “Do it cheap, ideally for free.”



Al ser el modelo Vicenza una silla de interior se usa específicamente una pintura granulada negra y una capa exterior transparente para protegerse de la radiación ultravioleta y resistir a diferentes condiciones climáticas.

Como ya se ha mencionado las sillas se colocan sobre una subestructura de perfiles de acero anclados a la fachada existente, lo que permite una fácil sustitución de las sillas en caso necesario.

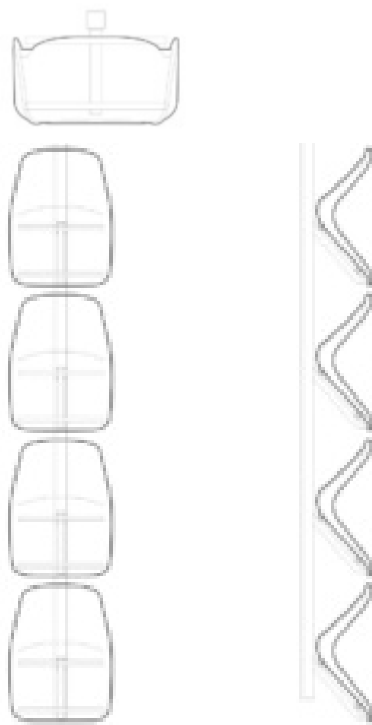


Fig.83 Detalle instalación de sillas

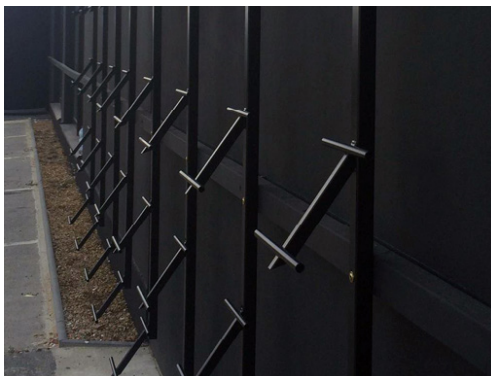


Fig.84 Estructura sujeción.

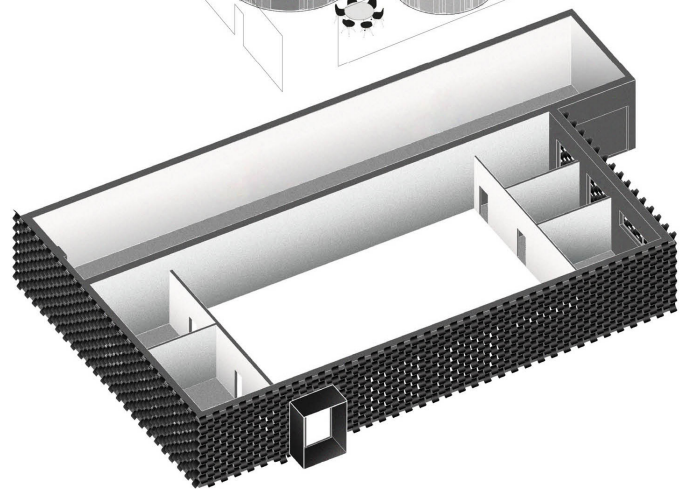
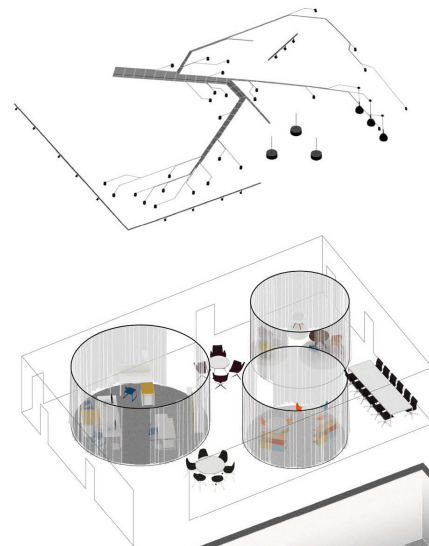


Fig.85 Axonometría explotada.

TUBERÍAS

LOUNGE MS. VAILLO+IRIGARA

El estudio de arquitectura VAILLO+IRIGARA recibe el encargo de construir una sala de eventos como anexo a las instalaciones del Restaurante Marisol. Como tal debía de ser un espacio que albergara diversas situaciones, cubierto, abierto y con diferenciación de ambientes.

“El nuevo espacio, se concibe como continuación del seto existente, envolviéndolo todo, pero sin ocultarse: manifestando su nueva identidad, no ya como elemento construido, sino como elemento reforestado. Una nueva especie vegetal ha brotado envolviendo el nuevo espacio...”³³

Esa “especie vegetal” se configura mediante tubos de acero lacado en distintas tonalidades de verde que, a modo de ‘juncos, cañas...’ organiza un tejido flexible y orgánico que permite adaptarse a cualquier situación y geometría. Proporciona de esta manera un cierre permeable y transpirable para el edificio además de actuar como control solar y filtro térmico y visual del mismo.

La estructura es independiente del cerramiento y se dispone conformando un “bosque” de pilares de pequeño diámetro (60 y 80 mm), transmitiendo las cargas de la losa de cubierta a la de cimentación la cual alberga los conductos de climatización (Fig. 88 y 89).

Tras esa trama de tubos lacados se sitúa un cerramiento formado por vidrios laminados curvos y planos con carpintería oculta de aluminio anodizado sobre un sistema de rodamientos que permite el deslizamiento de los paramentos.

La envolvente de esta construcción está formada por vidrio y hormigón por lo que para mejorar el acondicionamiento acústico del espacio interior se ha jugado con la geometría de la losa del techo para disminuir la reverberación.



Fig.86



Fig.87

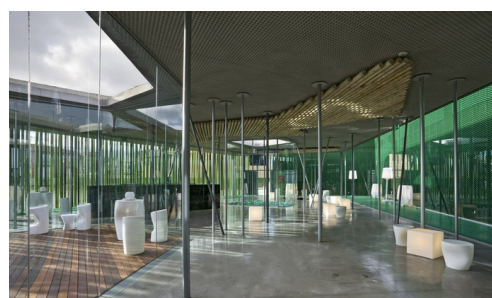


Fig.88



Fig.89

33 VAILLO, Antonio, IRIGARAY, Juan. Lounge ms [en línea]. En: *Vaillo + Irigaray Estudio*.

¿QUÉ? Tuberías
¿DÓNDE? Cadreita, Navarra, España
¿CUÁNDO? 2007-2009
¿POR QUÉ? Innovación
ESTUDIO VAILLO+IRIGARA
PRESUPUESTO 1.168.180 €
AREA 596 m²

Otros elementos reciclados que podemos encontrar en este edificio son el revestimiento de polietileno reciclado Salvaverde en la separación con la edificación existente y la utilización de pedacería de botellas de vidrio de color verde (escoria de una fábrica de vidrio próxima) esparcida a modo de gravilla en los patios interiores proporcionando una luminosidad añadida al espacio interior con los destellos producidos cuando la luz incide sobre el material (Fig. 89).

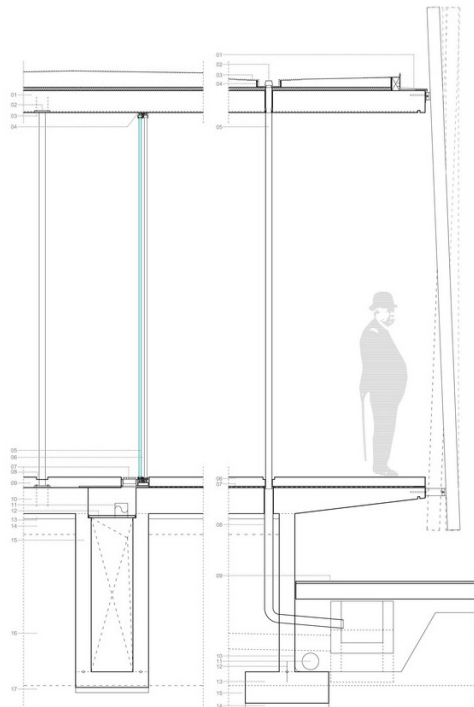


Fig.90 Sección constructiva.

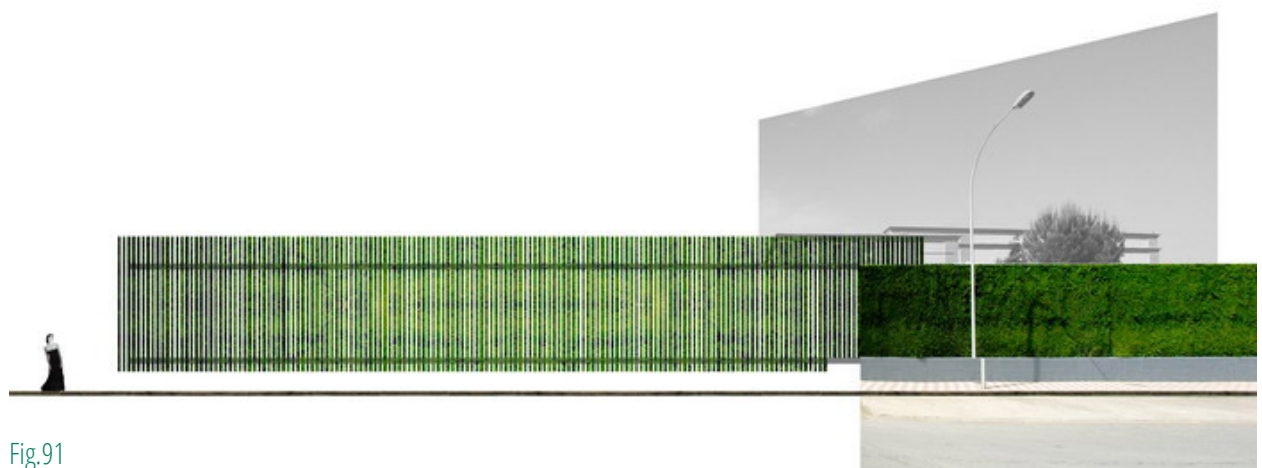


Fig.91

VASIJAS

BIBLIOTECA. Francis Kerè

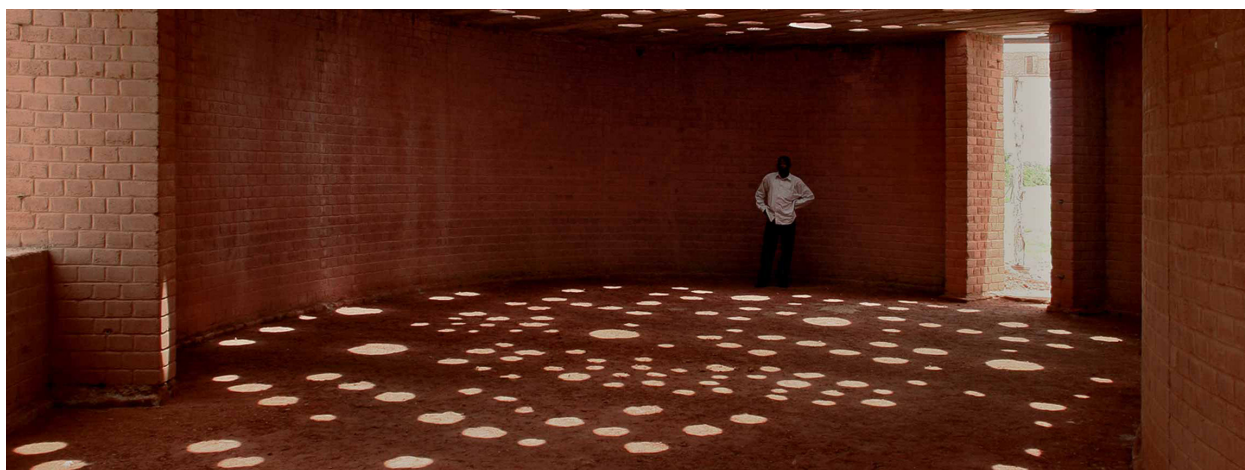


Fig.92

El edificio que configura la biblioteca diseñada por Francis Kerè proporciona un entorno para la transferencia de conocimientos entre niños y ancianos de la comunidad y está destinado a unir los métodos de enseñanza tradicionales con la enseñanza reglada de las escuelas. Además de apoyar las necesidades educativas de los niños de Gando -lugar donde está construida y lugar de nacimiento del arquitecto- ésta se destina como centro de recursos para el conjunto de la aldea.

Como en otras obras de Francis Kere, los habitantes de la aldea participan activamente con su trabajo en el proceso de construcción de la biblioteca.

El proyecto plantea un edificio que completa un conjunto formado por otros dos construidos con anterioridad destinados a escuela primaria protegiendo el patio de la escuela del viento oriental.

Su geometría, claramente diferenciada de las construcciones existentes, nos recuerda con su planta elíptica a las viviendas tradicionales de la región y utiliza al igual que éstas los bloques de tierra comprimida como material de construcción.

Pero ¿Trabajar con poco es una necesidad, una respuesta o una ideología? Las tres cosas, defiende kerè. Y también un anuncio: la escasez y el ingenio pueden ser mejores que la abundancia.³⁴

³⁴ Anatxu Zabalbeascoa. Entrevista a Francis Kéré. *“La arquitectura es ensuciarse y empujar todos juntos”*. El País. 24 de septiembre de 2015.

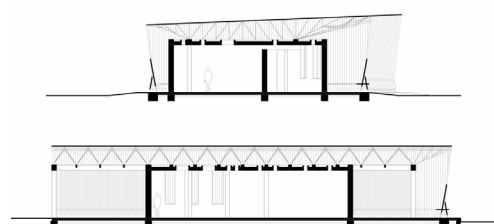


Fig.93 Sección transversal y longitudinal.



Fig.94 Proceso de recolección, corte y disposición de las vasijas.

“La escasez y el ingenio pueden ser mejor que la abundancia.” (Diebedo Francis Kerè)

¿QUÉ? Vasijas cerámicas
¿DÓNDE? Gando, Burkina Faso
¿CUÁNDO? 2012
¿POR QUÉ? Innovación y bajo coste
ESTUDIO Diebedo Francis Kerè
PRESUPUESTO -
AREA 500 m²



Fig.95 Modelo 3D.

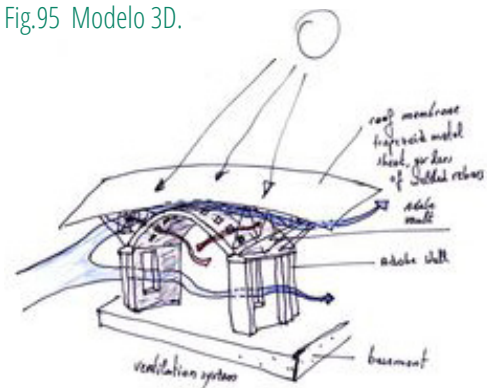


Fig.96 Sistema de climatización y ventilación natural.

Fig.97 Disposición de las vasijas en el forjado previo al vertido de hormigón .



Y con ingenio se diseña la cubierta, utilizando un elemento de la artesanía local como son las vasijas de barro, tradicionalmente realizadas por las mujeres de la aldea. Estas vasijas se han cortado por la mitad y situado en los forjados de hormigón creando unos lucernarios que permiten la iluminación natural y la ventilación (Fig. 94).

El estudio de sistemas naturales de ventilación que garanticen el flujo de aire y su renovación es fundamental para poder afrontar las altas temperaturas –entre 25 y 40°C- y la persistente insolación, en un paisaje de sabana con escasa vegetación.

Sobre el forjado de hormigón se sitúan unas celosía metálicas que soportan una cubierta de chapa ondulada que sobrepasa el perímetro construido. Esta cubierta protege el edificio del sol y la lluvia y crea una cámara de aire sobre el forjado, que por diferencia de temperatura facilita la ventilación de los espacios interiores (Fig. 96).

La arquitectura de Kerrè se caracteriza por su adaptación al entorno y por convertir la adversidad en oportunidad.

METAPROYECTOS

En este apartado se desarrollan dos proyectos que condensan las ideas comentadas en los anteriores ejemplos de implicación y relación con el medio ambiente además de la gestión de residuos.

Llevar al límite el tema de la sostenibilidad y atienden tanto a las técnicas constructivas, como a los materiales utilizados (reutilizados), como al aprovechamiento de energías naturales y a la disminución de gasto energético.

Asimismo, los casos estudian y reflexionan las consecuencias de la reutilización de residuos. Residuos que una vez fueron objeto cotidiano.

EARTHSHIP

ESCUELA PÚBLICA. Michael Reynolds

Este singular edificio se sitúa en Jaureguiberry en el departamento de Canelones en Uruguay, un pueblo de únicamente 400 habitantes que tiene el privilegio de contar desde 2016 con la primera escuela pública totalmente autosuficiente de Latinoamérica. La escuela fue construida con aproximadamente un 60% de materiales reciclados entre los que destacan neumáticos, botellas de plástico y de vidrio, latas y cartón; y un 40% de materiales tradicionales.

Con una estrategia constructiva que implicaba la participación social, se pretendía transferir el conocimiento del sistema utilizado e involucrar a la comunidad local, antes, durante y después de finalizar las obras. El edificio de 270 m² fue levantado en siete semanas por más de 150 personas, voluntarios y estudiantes tanto de Uruguay como de otros treinta países que trabajaban bajo la dirección del arquitecto Michael Reynolds.

El planteamiento del proyecto de escuela ambiciona vivir en mayor armonía con el entorno, sin renunciar al confort y mejorando la calidad de vida. Se trata de un modelo de edificio autosuficiente, que facilita el aprendizaje sobre innovación y sostenibilidad para toda la comunidad y que fue proyectado bajo el método constructivo de una Earthship.

La escuela busca obtener el máximo aprovechamiento de la energía del sol, del agua, del viento y de la tierra. Posee placas solares y paneles fotovoltaicos. Se aprovecha el agua de lluvia y se utiliza después de varios filtrados para el consumo doméstico y el riego.



Fig.99 Interior del corredor.

¿QUÉ? Neumáticos, Latas de aluminio, Botellas de vidrio.
¿DÓNDE? Jaureguiberry, Uruguay
¿CUÁNDO? 2016
¿POR QUÉ? Sostenibilidad
ESTUDIO Michael Reynolds de Earthship Biotecture y Federico Palermo de Tagma
PRESUPUESTO -
ÁREA 270 m²



Fig.98 Fachada principal del proyecto.



Fig.100 Muro de contención de neumáticos
Fig.101 con arena compactada.



Fig.102



Fig.103



Fig.104 Michael Reynolds.



Fig.105



Fig.106 Ladrillo de latas

Michael Reynolds

Michael Reynolds, líder mundial en arquitectura sostenible durante más de 40 años, ha sido un arquitecto visionario y rebelde que ha impulsado una serie de iniciativas experimentales alrededor del mundo, desafiando lo establecido y promoviendo un nuevo tipo de arquitectura en base al reciclaje y la autosuficiencia.

Este “Guerrero de la basura” lleva construyendo este tipo de viviendas experimentales a las que él mismo denomina Earthships desde los años setenta, a pesar de que sus métodos han sido rechazados y atacados sistemáticamente por políticos, abogados e incluso por colegas de profesión.

Es el iniciador de tres Comunidades Earthship, autor de siete libros, tema del largometraje documental Garbage Warrior y el redactor de la Ley de Sitios de Pruebas de Desarrollo Sostenible. En 2011 fundó la Academia de Biotecnología Earthship para educar a estudiantes de todo el mundo. La Earthship (Nave Tierra) es una tipología de vivienda cuyo objetivo de creación es el cumplimiento de tres requisitos:

Earthships

-Arquitectura sostenible. para lo que se hace uso de materiales reciclados (y así minimizar su impacto sobre el medio ambiente) y de materiales regionales, debido a que se pretende usar la menor cantidad de energía para convertir un objeto natural o recuperado en un material de construcción. La razón de este planteamiento se basa en la necesidad de aprovechar la enorme cantidad de subproductos (residuos) que a nivel mundial se generan y se desechan y que son los nuevos recursos naturales de la civilización actual.

-Fuentes de energía renovables que permiten un funcionamiento autónomo de la vivienda al proporcionar su propia electricidad, recoger el agua de lluvia y de nieve, almacenarla para su posterior reutilización. También dispone de tratamiento de aguas residuales.

-Accesible económicamente y constructivamente para cualquier persona.

Estos hogares ecológicos, autosuficientes, perfectamente adaptados al medio que “contribuyen a reducir el estrés del planeta” se basan en un modelo arquitectónico diseñado por Michael Reynolds en 1970 y comercializado por la empresa Earthship Biotecture of Taos en Nuevo Mexico.

El inicio de la idea, tuvo lugar cuando Michael Reynolds llegó a Taos, Nuevo México, después de terminar sus estudios de arquitectura en 1969. Inspirado por las noticias de televisión sobre el problema de la basura y la falta de viviendas asequibles, quiso contribuir a la causa y creó el “ladrillo de latas”: 10 latas vacías conectadas juntas, 4 planas y cuatro sin aplanar, conectadas para generar una unidad con la cual construir (Fig. 90). La experimentación continua con diferentes modelos de diseño y materiales evolucionó hasta encontrar un sistema constructivo basado en la reutilización de materiales de desecho, como llantas de vehículos, botellas de vidrio y botes de aluminio que conforman las Earthships.

PRINCIPIOS BÁSICOS DE UNA EARTHSHIP

- Reutilización de Materiales y Utilización de materiales regionales.
- Uso de energías Renovables.
- Confort térmico.
- Aprovechamiento del agua de lluvia y de la nieve.
- Tratamiento de las aguas residuales.
- Producción de alimentos.



Fig.107 Modelo Simple survival.



Fig.108 Modelo Dynasphere.



Fig.109 Modelo Global

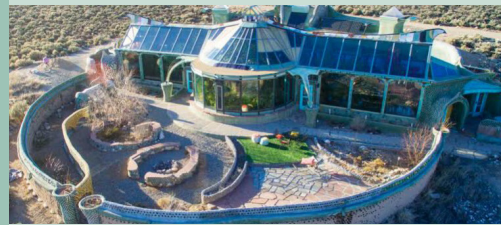


Fig.110 Modelo Phoenix.

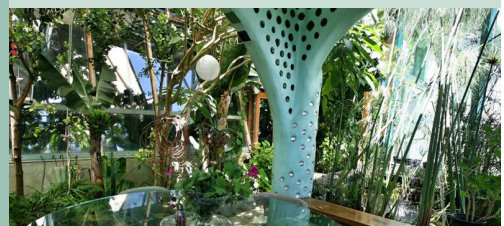


Fig.111 Modelo Phoenix.

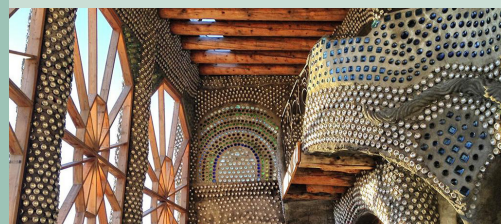


Fig.112 Modelo Eva.



WASTE HOUSE

Duncan Baker-Brown

Se trata de un proyecto de investigación de la University of Brighton's College for Arts & Humanities situado en el campus de la Facultad de artes Grand Parade, cuyo objetivo era diseñar y construir un edificio en el que se impartieran cursos sobre reciclaje aplicado a la construcción. Se ofrecía y ofrece también al público como local de reuniones sociales y comunitarias, para debates o como estudio artístico.

Sumado a ese objetivo, la meta era la de crear una prueba palpable de que es posible reutilizar residuos y materiales sobrantes o descartados para levantar edificaciones perfectamente diseñadas, aisladas y construidas. Animando al debate en el mundo de la arquitectura del gran potencial dentro de 'la economía circular', y alentando el pensamiento creativo.

Cat Fletcher, propuso utilizar este proyecto como herramienta para llamar la atención respecto a las enormes consecuencias medioambientales que supone tirar objetos domésticos de consumo diario.

Con el espíritu de la naturaleza abierta y accesible del proyecto, la Waste House fue edificada por 253 voluntarios y estudiantes, incluyendo estudiantes de arquitectura de pregrado y arquitectura de interiores, aprendices de The Mears Group, y estudiantes del City College Brighton & Hove y de la Facultad de Arte, totalizando el 97,5% de la mano de obra. Esta inclusión de jóvenes y estudiantes en el proceso de diseño y construcción pretendía utilizar el proyecto como una herramienta pedagógica "en vivo". Dirigidos por el arquitecto Duncan Baker-Brown, autor del proyecto y profesor de la Universidad de Brighton realizaron un edificio con un 85% de materiales procedentes de derribos de otras edificaciones.

Fue diseñada durante tres meses en las aulas de la universidad de Brighton y ejecutada a lo largo de un curso académico entre Mayo de 2013 y Abril de 2014. La inauguración tuvo lugar en Junio de 2014 durante el Festival de Brighton y durante los dos años posteriores los promotores continuaron examinando el comportamiento del edificio y su rendimiento con la ayuda de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Brighton.

¿QUÉ? Residuos
¿DÓNDE? Brighton, Reino Unido
¿CUÁNDO? 2014
¿POR QUÉ? Sostenibilidad e Innovación
ESTUDIO BBM Designs.
Duncan Baker-Brown
PRESUPUESTO £140.000 (160.000€) +
Donaciones de productos + Labor Voluntaria
AREA 57.76 m² x 2



Fig.121 Vista general de la Waste House.



Fig.122 Exterior I.



Fig.123 Exterior II.

“No existe nada que sea basura: sólo materiales en el lugar equivocado.” (Duncan Baker-Brown)



Fig.124

El edificio es de planta cuadrada de 7,6 metros de lado y 5,3 metros de altura. Para su construcción se utilizaron cajas de DVD, disquetes, video-casetes, pantalones vaqueros, cepillos de dientes y otros materiales de desecho conformando elementos de partición interior. En el interior del edificio, se pueden observar el contenido de estos “bloques aislantes” gracias a recuadros transparentes dispuestos en las paredes.

Diferentes empresas, negocios, comercios y particulares, comprometidos con la causa, cedieron de manera gratuita el material empleado, recogido y trasladado al solar por los más de 700 escolares que colaboraron con el proyecto.

“Tiene que haber una forma de almacenar y reutilizar los excedentes en lugar de tirarlos en un vertedero”, señala Baker-Brown.

Baker-Brown define su propia idea como “una provocación” para demostrar que es necesario un “cambio radical” en la forma de uso de los materiales y una llamada de atención a las empresas de construcción para que apuesten por reutilizar los materiales sobrantes o usados.

Se trata del primer edificio de este tipo construido en Reino Unido y del primer edificio público de uso permanente de Europa realizado casi en su totalidad con residuos y materiales de desecho además de ser un edificio de bajo consumo de energía de EPC ‘A’. El proyecto fue uno de los finalistas del Stephen Lawrence Prize 2015 del RIBA.

“Ha habido muchos otros proyectos en los que la gente ha construido cobertizos o cosas temporales hechas con basura, pero para obtener las regulaciones de construcción y la aprobación de la planificación es la primera.”³⁵

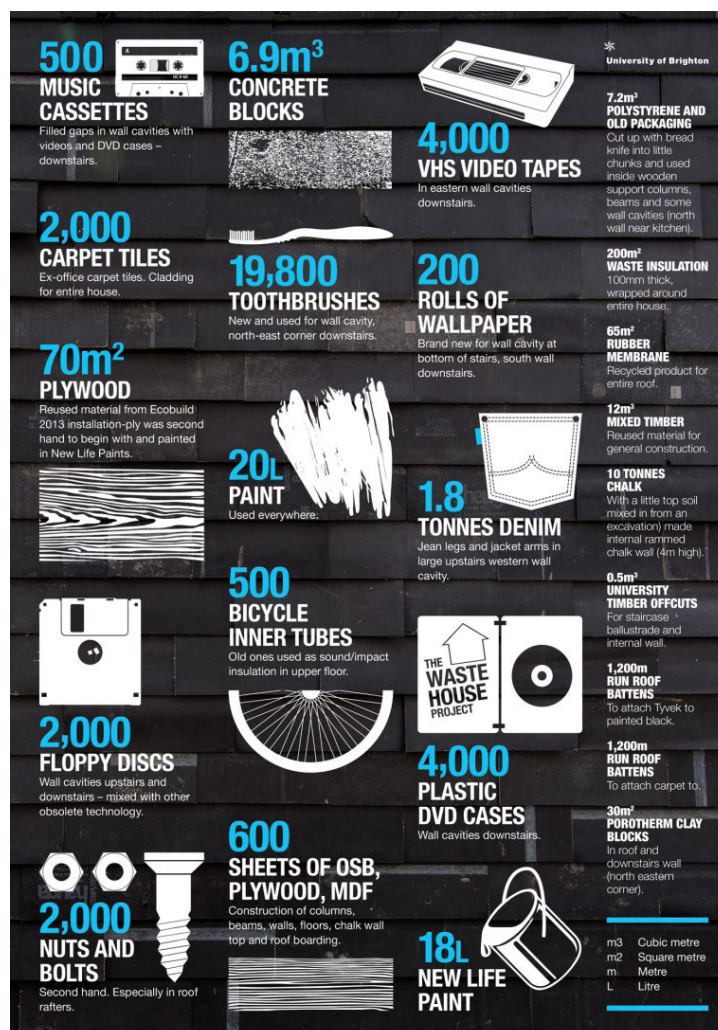


Fig.125 Objetos utilizados para la construcción.

35 GRIFFITHS, Alyn. Waste House by BBM is “UK’s First Permanent Building Made from Rubbish” [revista en línea]. En: *Dezeen*, 19 de junio de 2014.

ESTADÍSTICAS DE LA WASTE HOUSE

- 2507 jornadas laborales (1 persona) para la construcción, 97.5% de los días realizado por estudiantes, aprendices y voluntarios.
- 253 estudiantes trabajando en la obra.
- Más de 700 niños de primaria visitaron la obra.
- 3 meses en la producción en los talleres del City College además de los 12 meses de construcción del proyecto.

MATERIALES REUTILIZADOS:

- 19.800 cepillos de dientes utilizados como aislamiento en cerramientos verticales, la mayoría donados por la empresa concesionaria de la limpieza del aeropuerto londinense de Gatwick y el resto por niños de la escuela (Fig. 131).
- 2 toneladas de residuos de tela vaquera utilizada como aislamiento de la pared.
- Pantalones vaqueros de denim donados por empresas de confección.
- 200 rollos papel de pared utilizados en las decoraciones navideñas.
- 4.00 videocasetes VHS, como aislamiento en paredes (Fig. 128).
- 4.000 cajas de plástico de DVD, utilizadas como aislamiento en paredes.
- 600 hojas y láminas de segunda mano y/o dañadas, utilizadas para la estructura y relleno de casetes.
- 70m² de madera contrachapada reutilizada del proyecto UOB 'Tótem Residuos'.
- 50m² de MDC de 30mm de espesor, utilizado como revestimiento interior en el primer piso.
- 1 ' residuo ' cocina FREEGLE UK.
- 500 gomas de rueda de bicideta, destinadas al sellado de juntas en ventanas y como aislamiento acústico en la primera planta.
- 110 m² de papel reciclado comprimido suministrado por el grupo Lindner para la formación del peldaño de escaleras.
- 65m² de membrana de caucho procedente del reciclado de neumáticos Pirelli para el revestimiento de techos.
- 2km de madera de segunda mano procedente de aserradero utilizada en distintas zonas del edificio.
- 600 estandartes en vinilo utilizados como barrera de vapor y para confeccionar banderolas de la Waste House.
- 2.000 retales de alfombras destinados a revestimiento de los cerramientos exteriores.
- 20 litros de pintura suministrada por pinturas Newlife.



Fig.126



Fig.127



Fig.128 Pared rellena de videocasetes



Fig.129

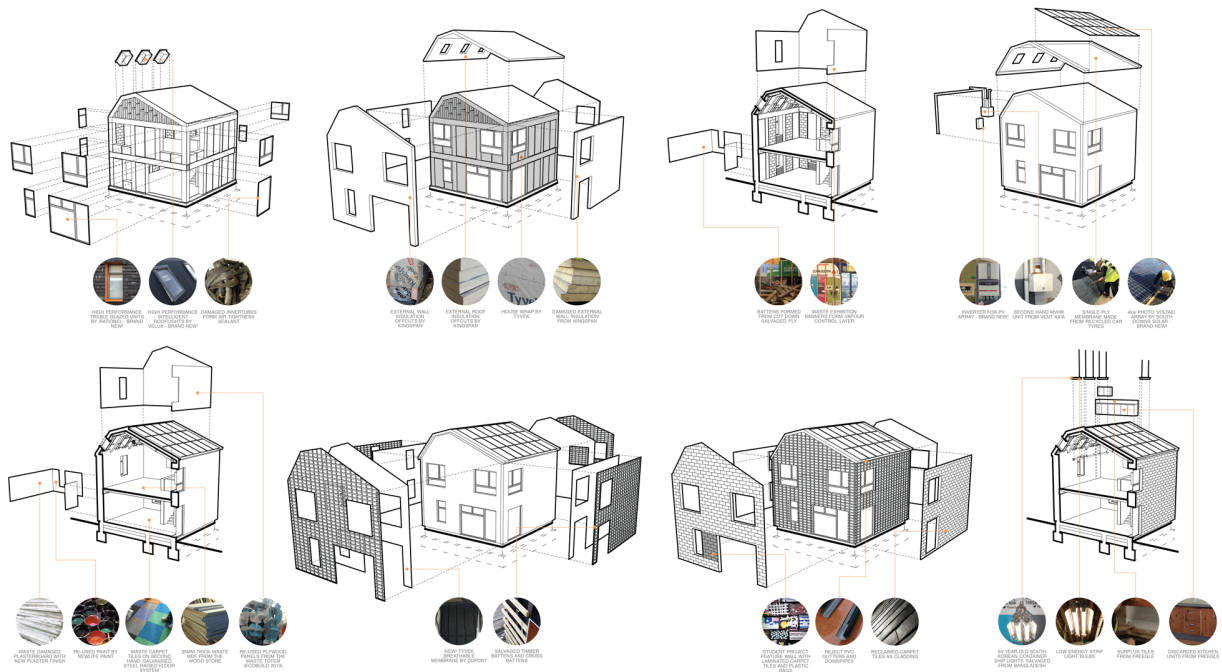


Fig.130



Fig.131 Cepillos de dientes.

Fig.132 Fases y materiales.



Y SUS LIMITACIONES

Hasta ahora hemos visto la multiplicidad de posibilidades que proporciona el uso de objetos cotidianos como material de construcción, materiales que al principio del trabajo nos parecían ajenos a la propia arquitectura.

Pero es verdad que a primera instancia son ajenos a ésta y es por ello que hay que tener en cuenta una serie de **condicionantes** en su utilización. Vamos a ver cuáles son:

En primer lugar, estos elementos van a tener que soportar unas condiciones climatológicas para las que no están diseñados. Suelen ser objetos de interior u objetos de uso tan efímero que no se preocupan por este hecho. Debido a ello deben de sufrir una serie de **transformaciones** para proporcionar un mejor funcionamiento.

Hay modificaciones de dos tipos:

Por un lado, las que ofrecen los requisitos necesarios para la instalación de los componentes, es decir, las que atienden a la **morfología** del objeto para la facilitación de su puesta en obra.

La forma del Polli-Brick que le permite encajar perfectamente entre ellos, el relieve de las botellas WOBO (World Bottle) que tiene la misma función, el corte de los cubos de helado para la microbiblioteca en Indonesia, el de las piezas del avión para la Wing House y el de las vasijas para la biblioteca en Gando son ejemplos de este tipo de transformaciones.

Por otro lado, aquellas que mejoran el rendimiento del material, que aumentan su **durabilidad** y que proporcionan una mayor **eficiencia energética** al edificio. A este tipo corresponde la adición de una capa exterior transparente para la protección de la radiación ultravioleta que sufren las sillas Vicenza para la galería de muebles situada en la República Checa y el relleno de los neumáticos con arena para las Earthships que aumenta la masa térmica.

En segundo lugar, el **coste** de la instalación puede parecer un problema, pero a lo largo de la investigación hemos visto que éste no es una limitación para la elaboración del proyecto sino más bien un incentivo. Las botellas WOBO surgieron por la escasez de materiales de construcción de la población sin recursos económicos en la colonia holandesa de Curaçao. La reutilización de contraventanas en la casa vegana supuso una menor inversión en el presupuesto. Y las sillas de la galería de muebles fueron elegidas específicamente por los arquitectos como resultado de la exigencia del cliente : “háganlo barato, preferiblemente gratis”.

En tercer lugar, la **accesibilidad al material** en sí mismo puede ser el inconveniente, si éste no se encuentra en suficiente cantidad, pero, siempre puede sustituirse por otro, como pasó en la Microbiblioteca en Indonesia, donde en un primer momento querían utilizar bidones y terminaron reutilizando cubos de helado.

Puede pensarse que existen limitaciones **geográficas** debido al clima y a las tradiciones, pero como hemos comentado antes, los materiales deben ser previamente tratados y modificados para su uso, por lo que se pueden adaptar a los requisitos necesarios.

Señalando la situación de cada proyecto explicado anteriormente (fig.117) se observa que efectivamente, no existen restricciones geográficas.

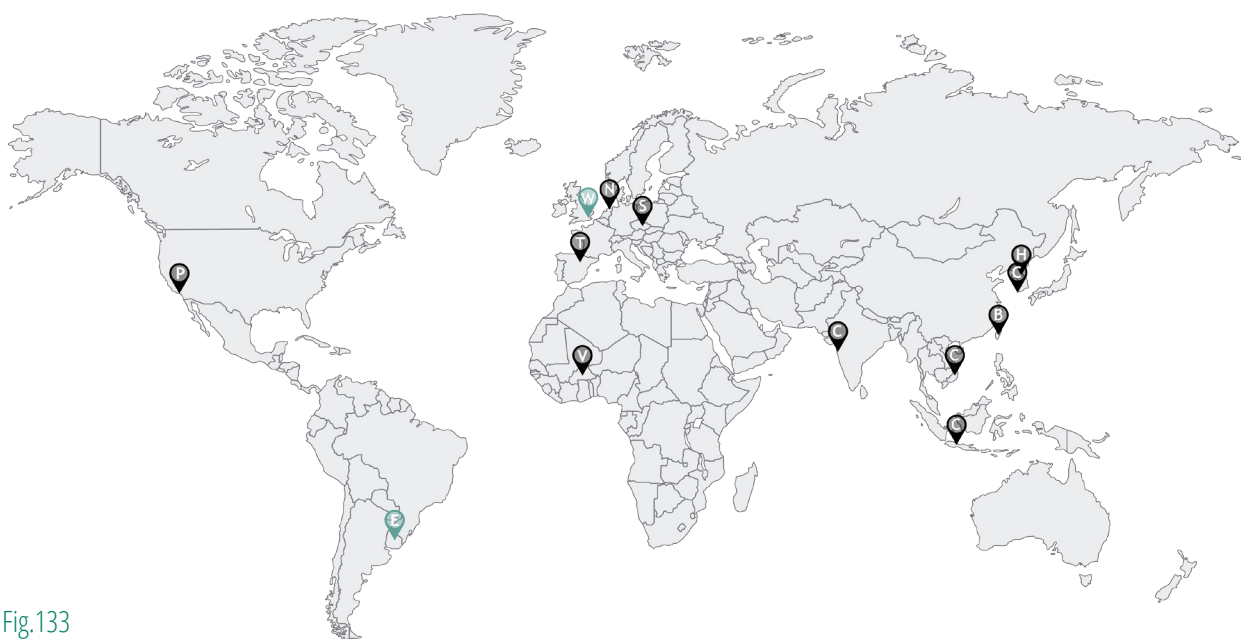


Fig.133

BOTELLAS DE PLÁSTICO
BOTELLAS DE VIDRIO
CARPINTERÍAS
CESTAS DE FRUTAS
CONTRAVENTANAS
CUBOS DE HELADO
HUEVERAS

NEURMÁTICOS
PIEZAS DE AVIÓN
SILLAS
TUBERÍAS
VASIJAS
EARTHSHIP
WASTE HOUSE

No resulta fácil modificar el funcionamiento y el sistema de construcción de los edificios, pero para lograr el cambio a una construcción más sostenible deben implementarse métodos no convencionales a la arquitectura convencional. Deberá cambiarse la mentalidad de la industria y de las estrategias económicas con la finalidad de que den prioridad al reciclaje ante la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales y deberá fomentarse la utilización de sistemas constructivos y energéticos en base a productos y energías renovables³⁶. Quedan por resolver muchas cuestiones relacionadas con los procesos de desmontaje, la fiabilidad de los materiales en términos de seguridad o la desconfianza de promotores y usuarios al saberse utilizando materiales de segunda mano³⁷, pero el cambio ha empezado.

“Necesitamos una alternativa razonable para imaginar un futuro distinto.”³⁸

Una alternativa cuya mayor **limitación** es la creatividad.

36 ALAVEDRA, Pere. *La construcción sostenible. El estado de la cuestión*. Boletín CF+S [en línea], nº. 4. [Consulta: 29 agosto 2019]. ISSN 1578-097X. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>.

37 BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, María Camila. 2008. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones. ISBN 978-84-342-3365-2

38 Comentario de Bill McKibben en GOLDBERG, Susan. 2015. De portadas y reportajes. *National Geographic. La tierra se calienta, Enfríala*. Cambio climático, Vol37 nº5, pp 01.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS ESCRITAS

INTRODUCCIÓN Y EL OBJETO COTIDIANO

BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, María Camila. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008. ISBN 978-84-342-3365-2

BAUDRILLARD, Jean. *El sistema de los objetos*. París: Éditions Gallimard, 1968.

DANTO, Arthur Coleman. *La transfiguración del lugar común: una filosofía del arte*. Barcelona: Paidós, 2002.

ENCABO SEGUÍ, Enrique. *Del ready-made al ad-hoc-ismo: la cultura del objeto en el arte y la arquitectura del siglo XX* [en línea]. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2017 [Consulta: 27 mayo 2019]. Disponible en <http://oa.upm.es/48267/>

EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE. Circular Economy [en línea]. En: European Parliament. [Consulta: 9 julio 2019]. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/thinktank/infographics/circulareconomy/public/index.html>

España en cifras, 2018 [en línea]. [Consulta: 8 julio 2019]. Disponible en: https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/24/

GUTBERLET, Jutta. *Regenerating cities with community-based inclusive waste management practices*. Sustainable City, 2016 [en línea] Alicante, Spain: s.n., pp. 57-63. [Consulta: 14 junio 2019]. DOI 10.2495/SC160061. Disponible en: <http://library.witpress.com/viewpaper.asp?pcode=SC16-006-1>.

JENCKS, Charles, SILVER, Nathan. *Adhocism: The Case for Improvisation*. New York: Anchor Books, 1973. [Consulta: 17 junio 2019]. ISBN 978-0-262-51844-4. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhcvj>. JSTOR

KALTENBACH, Frank. 2011. ¿Desecho, material reciclable o arte? Propósitos y atractivos del reciclado. *Detail: revista de arquitectura y detalles constructivos*, n.º. 1, pp. 6-10. ISSN 1578-5769.

KAZA, Slipa y otros. *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC, USA: World Bank Group. Urban development series, 2018. ISBN 978-1-4648-1347-4.

MACEDONIO TERÁN, Carmen. *El pensamiento salvaje, científico y el bricoleur: Claude Lévi-Strauss*. La Nota Sociológica, 2017. [en línea]. [Consulta: 17 junio 2019]. Disponible en: <https://lanotasociologica.wordpress.com/2017/04/08/el-pensamiento-salvaje-cientifico-y-el-bricoleur-claude-levi-strauss/>.

MANCO, Tristan. *Raw + Material = Art : Found, Scavenged and Upcycled*. London: Thames & Hudson, 2012. ISBN 978-0-500-28991-4.

MARTÍNEZ GARCÍA-LLÁCER, Ana. *Arquitectura Alternativa II: Construcción Low-cost. Reciclar y construir con el desecho* [en línea]. Trabajo Fin de Grado. Universitat Politècnica de València, 2016 [Consulta: 27 mayo 2019]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/78417>.

McDONOUGH, William, BRAUNGART, Michael. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press, 2002.

NORMAN, Donald. *The design of everyday things*. Revised and expanded edition, New York: Basic Books, 2013. ISBN 978-0-465-00394-5

NORMAN, Donald. *La psicología de los objetos cotidianos*. Ed cast. Madrid: Nerea, 1990. ISBN 84-86763-38-X

PÉREZ GAMARRA, Sara, 2015. *Construcción alternativa III. Construcción low-cost. Reciclar y construir con el deshecho. Otras oportunidades para los materiales de reciclado y nuevos usos para los materiales convencionales* [en línea]. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid, 2015 [Consultado el 9 de Junio de 2019]. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/14068>.

WALLIS, Lynley, GORMAN, Alice. *Disposable: The Stories Behind Everyday Objects*. 2015. ISBN 978-0-9945056-0-6.

COMO RECURSO ARQUITECTÓNICO

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN DIFERENTES CULTURAS

Casa de las Conchas en Peñíscola [en línea]. En: *Castellón Virtual*. [Consulta: 21 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.castellonvirtual.es/casa-conchas-peniscola/>

DEMAY, Laëtitia, PÉAN, Stéphane y PATOU-MATHIS, Marylène. *Mammoths used as food and building resources by Neanderthals: Zooarchaeological study applied to layer 4, Molodova I (Ukraine)* [en línea]. *Quaternary International*, 2012, vol. 276-277, pp. 212-226. ISSN 10406182. DOI 10.1016/j.quaint.2011.11.019

Ermita da Toxa o Capilla de las Conchas [en línea]. En: *Galicia Máxica*, 2016. [Consulta: 21 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.galiciamaxica.eu/galicia/pontevedra/atoxa/>

Floors Made From Peach Pips in South Africa [en línea]. En: *Inhabitat*, 15 marzo 2008.[Consulta: 15 mayo 2019]. Disponible en: <https://inhabitat.com/floors-made-from-peach-pips-in-south-africa/>

Historia del Tipi [en línea]. En *TipiWakan*, 2013. [Consulta: 28 mayo 2019]. Disponible en: <http://www.tipis.es/historia-del-tipi/>.

Neanderthal home made of mammoth bones discovered in Ukraine [en línea]. En: *phys.org*, 19 diciembre 2011[Consulta: 20 de mayo 2019]. Disponible en: <https://phys.org/news/2011-12-neanderthal-home-mammoth-bones-ukraine.html>

Qué ver en Tazones [en línea]. *El Uria Tazones*, 2017. [Consulta: 21 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.eluria.es/que-ver-en-tazones/>

CATÁLOGO DE PROYECTOS

BOTELLAS DE PLÁSTICO_ ECOARK TAIWAN

BECHTHOLD, Martin. *POLLI-BRICK, LOW CARBON FACADE SYSTEMS Case Study on the Miniwiz POLLI-Brick Cladding System* [pdf en línea]. Harvard University. Disponible en: Graduate School of Design. http://research.gsd.harvard.edu/drg/files/2012/04/PolliBrick_Case.pdf

EcoArk en Taiwán: una mega-estructura construida con botellas de plástico recicladas [en línea]. En: *ArchDaily*, 2013. [Consulta: 10 julio 2019]. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-290580/ecoark-en-taiwan-una-mega-estructura-construida-con-botellas-de-plastico-recicladas>

Megastructures: Eco Ark [video en línea]. En: *NHNZ Media*, 14 jun. 2011 [Consulta: 10 julio 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1oOaBoLd5M>.

Polli-Brick™ [en línea]. En: *Miniwiz*. [Consulta: 11 julio 2019]. Disponible en: https://www.miniwiz.com/solution_detail.php?id=5

BOTELLAS DE VIDRIO_

BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, María Camila. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008. ISBN 978-84-342-3365-2

PAWLEY, Martin. *Garbage housing*. New York: Halsted Press, 1975. ISBN 978-0-470-67278-5.

The story behind the WOBO 1964 [en línea]. En: *Heineken Collection Foundation*. [Consulta: 11 agosto 2019]. Disponible en: <https://heinekencollection.com/en/stories/the-story-behind-the-wobo>.

CARPINTERÍAS I_COLLAGE HOUSE

Casa Collage / S+PS Architects [en línea]. En: *Plataforma Arquitectura*, 2016. [Consulta: 24 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Collage House in Navi Mumbai by S + PS Architects [video en línea]. En: *Buildoffy*, 18 nov. 2018. [Consulta: 24 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=YQbMxBH-oEM>

CESTAS_NAJU ART MUSEUM

Cómo resolver una fachada liviana y flexible con 1.500 cestas semitransparentes [en línea]. En: *Plataforma Arquitectura*, 27 octubre 2017. [Consulta: 25 julio 2019]. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes>

Hyunje joo. 1,500 semi-transparent baskets on korean building façade [en línea]. En: *designboom / architecture & design magazine*, 2017. [Consulta: 25 julio 2019]. Disponible en: <https://www.designboom.com/architecture/hyunje-joo-baukunst-urban-canvas-basket-facade-korea-10-12-2017/>

Urban Canvas Facade Installation by Hyunje Joo and Munhyung Lee [en línea]. En: *A' Design award & competition*. [Consulta: 25 julio 2019]. Disponible en: <https://competition.adesignaward.com/design.php?ID=55997>

CONTRAVENTANAS_VEGAN HOUSE

Vegan House. block architects [en línea]. En: *Block Architects*. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.blockarchitects.com.vn/projects/vegan-house.aspx>

Casa Vegana / Block Architects [en línea]. En: *Plataforma Arquitectura*, 2015. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/768748/casa-vegana-block-architects>

Facade of shutters allows light into Vegan House [en línea]. En: *Dezeen*, 19 June 2015. [Consulta: 23 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.dezeen.com/2015/06/19/facade-colourful-shutters-allows-light-wind-into-block-architects-vegan-house-ho-chi-minh-city-district-3-vietnam/>

CUBOS DE HELADO_MICROBIBLIOTECA

Bima Microlibrary / SHAU Bandung [en línea]. En: *ArchDaily*, 2016. [Consulta: 10 mayo 2019]. Disponible en: <http://www.archdaily.com/790591/bima-microlibrary-shau-bandung>

Microlibrary Bima - SHAU[en línea]. En: *World-Architects*, 10 agosto 2017. [Consulta: 10 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Recycled ice cream tubs cover walls of Microlibrary by Shau[en línea]. En: *Dezeen*, 2016. [Consulta: 11 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.dezeen.com/2016/07/16/microlibrary-shau-facade-recycle-ice-cream-tubs-bandung-indonesia-architecture/>

SHAU Projects Microlibrary -Taman Bima [en línea]. En: Shau, 2017. [Consulta: 10 mayo 2019]. Disponible en: <http://shau.nl/en/project/53>

HUEVERAS_ART GALLERY

Art Gallery in Tae-Back | hyunje joo [en línea]. En: *Archinect*. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://archinect.com/hyunjejoo/project/art-gallery-in-tae-back>

Maeulmisul Art Gallery in TaeBack 2018 [en línea]. En: *Joohyunje.wordpress*. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

NEUMÁTICOS_ MAISON GOMME

BAHAMÓN, Alejandro, SANJINÉS, Maria Camila. *Rematerial. Del desecho a la Arquitectura*. Barcelona: Parramón Ediciones, 2008. ISBN 978-84-342-3365-2

MAISON GOMME [en línea]. En: *REFUNC*. [Consulta: 24 septiembre 2019]. Disponible en: <http://refunc.nl/?p=920>

Millegomme: productos y proyectos sociales con neumáticos [en línea]. En: *Signus Blog*, 2017. [Consulta: 24 julio 2019]. Disponible en: <http://blog.signus.es/entrevista-millegomme/>

Maison Gomme Is a Quirky Backyard Shed Made with Recycled Tires [en línea]. En: *TreeHugger*, 24 septiembre 2014. [Consulta: 24 julio 2019]. Disponible en: <https://www.treehugger.com/green-architecture/maison-gomme-backyard-shed-made-recycled-tires.html>

PIEZAS DE AVIÓN_WING HOUSE

747 Wing House / David Hertz Architects [en línea]. En: *ArchDaily*, 2011. [Consulta: 13 agosto 2019]. Disponible en: <http://www.archdaily.com/165172/747-wing-house-david-hertz-architects/>

747 Wing House [en línea]. En: *David Hertz Architects FAIA & The Studio of Environmental Architecture*. [Consulta: 13 agosto 2019]. Disponible en: <https://davidhertzfaia.com/747-wing-house>

Arch+Record+2012+wing+house.pdf [pdf en línea]. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512fe1c5e4b065c19eb3be4f/1362092485530/Arch+Record+2012+wing+house.pdf>

GAHOUSE-Winghouse-2012.pdf [pdf en línea]. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512fe366e4b0776ccd65b61f/1362092902743/GAHOUSE-Winghouse-2012.pdf>

NewAmericanLuxury-winghouse-2012.pdf [pdf en línea], septiembre 2012. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512ff0aae4b0776ccd65d263/1362096298005/NewAmericanLuxury-winghouse-2012.pdf>

Studioea_green_arch_now.pdf [pdf en línea]. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/sta->

tic/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512facc3e4b0dd6a45786d01/1362078915157/studioea_green_arch_now.pdf.

SILLAS_GALERÍA DE MUEBLES

Galería de muebles / CHYBIK+KRISTOF [en línea]. En: *Plataforma Arquitectura*, 7 julio 2018. [Consulta: 1 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/897620/galeria-de-muebles-chybik-plus-kristof>

Gallery of furniture [en línea]. En: *CHYBIK+KRISTOF* [Consulta: 1 mayo 2019]. Disponible en: <https://chybik-kristof.com/portfolio-item/my-dva-showroom/>

TUBERÍAS_ MS LOUNGE

Lounge ms [en línea]. En: *Vaillo + Irigaray Estudio*. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.vailloirigaray.com/portfolio/lounge-ms/>

Pabellón de tubos / Vaillo + Irigaray [en línea]. En: *Plataforma Arquitectura*, 2011. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-72762/pabellon-de-tubos-vaillo-irigaray>

VASIJAS_BIBLIOTECA

Diébédó Francis Kéré, biblioteca en Gando (Burkina Faso) [en línea]. En: *Arquitectura Viva*, 07 agosto 2012. [Consulta: 5 abril 2019]. Disponible en: <http://www.arquitecturaviva.com/es/Info/News/Details/3905>

Gando School Library [en línea]. En: *Kéré Architecture*. [Consulta: 5 abril 2019]. Disponible en: <http://kere-architecture.com/projects/school-library-gando/>

SITEPOINT, 2014. Gando, una biblioteca surgida de la tierra [en línea]. En: *Lightecture*. [Consulta: 5 abril 2019]. Disponible en: <https://www.lightecture.com/proyecto/gando-una-biblioteca-surgida-de-la-tierra/>

ZABALBEASCOA, A., 2015. Entrevista | Francis Kéré: “La arquitectura es ensuciarse y empujar todos juntos” [en línea]. En: *El País*, Madrid, 24 septiembre 2015. [Consulta: 6 abril 2019]. ISSN 1134-6582. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2015/09/22/eps/1442916465_285411.html

METAPROYECTOS

EARTHSHIP, MICHAEL REYNOLDS

Academy Sessions. Earthship Biotecture michael reynolds [en línea]. En: *Earthshipglobal*. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/academy-sessions>

Earthship global model [video en línea]. En: *Earthship Macedonia*, 31 ago. 2015. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=GbqkbLkXW78>

Earthship Global Model: Radically Sustainable Buildings [video en línea]. En: *Earthship Biotecture*, 2011. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=N2so9hyNWxc>

Earthships Basics and Michael Reynolds Interview [video en línea]. En: *Earthship Biotecture*, 2010. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Ku6xVclEwyY>

Inside Earthships | Earthship Tour | Mike Reynolds Interview [video en línea]. En: *QualityUnearthed*, 2018. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=8LjHFAbBJr4>

Michael Reynolds - El Guerrero de la Basura (Subtítulos en español) [video en línea]. En: *Ecovidiasolar*, 2014. [Consulta: 21 agosto 2019]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xbAShCCwENM>

WASTE HOUSE, DUNCAN BAKER-BROWN

The Brighton Waste House | La Casa de Basura [en línea]. En: *BASURAL*, 18 enero 2016. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <https://basural.com/2016/01/18/the-brighton-waste-house-la-casa-de-basura/>

Brighton 'Waste House' [en línea]. En: *University of Brighton, Arts and Humanities*. [Consulta: 10 septiembre 2019]. Disponible en: <http://arts.brighton.ac.uk/projects/wastehouse>

Y SUS LIMITACIONES

ALAVEDRA, Pere y otros. *La construcción sostenible. El estado de la cuestión*. Boletín CF+S [en línea], nº. 4. [Consulta: 29 agosto 2019]. ISSN 1578-097X. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>

GOLDBERG, Susan. 2015. De portadas y reportajes. *National Geographic. La tierra se calienta, enfríala*. Cambio climático, Vol37 nº5, pp 01.

REFERENCIAS VISUALES

Fig.1 Portada de *The Design of Everyday Things*, 2013.

Fig.2 World Bank. Infografía what a waste [imagen en línea]. En: *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, 2018. Disponible en: <http://pubdocs.worldbank.org/en/429851552939596362/What-a-Waste-2-Revised-version.pdf>

Fig.3 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Recogida de residuos urbanos en el año 2015 en España (kg/habitante) [imagen en línea]. En: *España en cifras 2018*. Disponible en: https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/24/

Fig.4 Fontaine, 1917.

Fig.5 EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE. Impacto de la construcción en la generación de residuos [imagen en línea]. En: *European Parliament*. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/thinktank/infographics/circulareconomy/public/index.html>

Fig.6 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Principales indicadores sobre residuos en 2015 [imagen en línea]. En: *España en cifras 2018*. Disponible en: https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2018/24/

Fig.7 EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE. Economía CircularEuropean [imagen en línea]. En: *European Parliament*. Disponible en: <https://www.europarl.europa.eu/thinktank/infographics/circulareconomy/public/index.html>

Fig.8 DEMAY, Laëtitia Y OTROS. Plano del estrato 4 del yacimiento de Moldavia [imagen en línea]. En: *Quaternary International*, 2012, vol. 276-277.

Fig.9 Recreación de la cabaña neandertal [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.donsmaps.com/mammothcamp.html>

Fig.10 Dibujo de cabaña realizada con huesos de Mamut [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.donsmaps.com/mammothcamp.html>

Fig.11 Tipi indio de la tribu Omaha [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.thinglink.com/scene/568431297928626178>

Fig.12 Tipi indio de los Siksika [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.firstpeople.us/tipi/blackfoot-tipis.html>

Fig.13 Elementos de un Tipi indio [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.zeltwelt.ch/tipps/erklare-mir-das-tipi/>

Fig.14 Vista completa del pavimento de semillas de melocotón en una estancia [imagen en línea]. Disponible en: <https://inhabitat.com/floors-made-from-peach-pips-in-south-africa/>

Fig.15 Detalle de semillas de melocotón utilizadas como pavimento con resinas de diferentes colores [imagen en línea]. Disponible en: <https://inhabitat.com/floors-made-from-peach-pips-in-south-africa/>

Fig.16 Vista del suelo y encuentro con muebles de cocina [imagen en línea]. Disponible en: <https://reclaimedhome.com/2008/03/17/stone-fruit-floors/>

Fig.17 Fachada de la Ermita de San Sebastián recubierta de conchas de vieiras [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.galiciamaxica.eu/galicia/pontevedra/atoxa/>

Fig.18 Vista general de la Ermita de San Sebastián [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.galiciamaxica.eu/galicia/pontevedra/atoxa/>

Fig.19 Fachada revestida de conchas situada en Peñíscola. Disponible en: <https://www.castellonvirtual.es/casa-conchas-peniscola/>

Fig.20 Casa de las conchas en Tanzones [imagen en línea]. Disponible en: <https://www.eluria.es/que-ver-en-tazones/>

Fig.21 Vista general del edificio EcoArk. Disponible en: <https://petmat.cz/petribute/ecoark/>

Fig.22 Fachada iluminada por la noche con las luces LEDs introducidas en los Polli-Bricks. Disponible en: <https://www.archiexpo.es/prod/miniwiz-sed-co-ltd/product-64621-1814505.html>

Fig.23 Modelo de Polli-Brick. Disponible en: <https://www.cmeveco.com.mx/2012/03/22/sistema-constructivo-con-botellas-reciclad-as-polli-bricks/>

Fig.24 Ciclo de uso del polli-Brick. Disponible en: <https://www.cmeveco.com.mx/2012/03/22/sistema-constructivo-con-botellas-reciclad-as-polli-bricks/>

Fig.25 Polli-Brick: contenedor universal; iluminación creativa; aislamiento térmico y acústico; encaje perfecto entre piezas. Disponible en: <https://inhabitat.com/polli-bricks-by-miniwiz/>

Fig.26 BECHTHOLD, Martin. Detalle Polli-Brick. Disponible en: Graduate School of Design. http://research.gsd.harvard.edu/drg/files/2012/04/PolliBrick_Case.pdf

Fig.27 Dimensiones y método de agrupación. Disponible en: <https://petmat.cz/petribute/ecoark/>

Fig.28 Detalle de la lámina que cubre los Polli-Bricks. Disponible en: <http://www.trueactivist.com/building-made-from-1-5-million-plastic-bottles-can-withstand-fires-and-earthquakes/>

Fig.29 Encuentro esquina. Disponible en: <http://www.trueactivist.com/building-made-from-1-5-million-plastic-bottles-can-withstand-fires-and-earthquakes/>

Fig.30 Axonometría del detalle de anclaje de los Polli-Bricks. Disponible en: <https://www.cmeveco.com.mx/2012/03/22/sistema-constructivo-con-botellas-reciclad-as-polli-bricks/>

Fig.31 Detalle del diseño WOBO [imagen en línea]. Disponible en: <https://heinekencollection.com/en/stories/the-story-behind-the-wobo>

Fig.32 Colección de diferentes tamaños de botellas WOBO. . Disponible en: <https://heinekencollection.com/en/stories/the-story-behind-the-wobo>

Fig.33 Caseta de jardín realizada a partir de botellas WOBO.. Disponible en: <https://heinekencollection.com/en/stories/the-story-behind-the-wobo>

Fig.34 Portada de la publicación The Garbage Housing por Martin Pawley, 1975.. Disponible en: <https://heinekencollection.com/en/stories/the-story-behind-the-wobo>

Fig.35 Proyecto de oficinas de SAR.. Disponible en: <https://heinekencollection.com/en/stories/the-story-behind-the-wobo>

Fig.36 Fachada principal de la Collage House. Diponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Fig.37 Alzado y sección de la disposición de las carpinterías. Diponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Fig.38 Axonometría explotada de la vivienda. Diponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Fig.39 Vista interior desde el salón de las puertas y ventanas reutilizadas. Diponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Fig.40 Patio interior. Diponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Fig.41 Columnas reutilizadas en la terraza. Diponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/787015/casa-collage-s-plus-ps-architects>

Fig.42 M.A.P. Vista general de la fachada del Naju Art Museum. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/>

como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes

Fig.43 M.A.P. Fachada Naju Art Museum. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes>

Fig.44 M.A.P. Cestas de PEAD. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes>

Fig.45 M.A.P. Esquina Naju Art Museum. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes>

Fig.46 M.A.P. Sección en detalle del edificio. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes>

Fig.47 M.A.P. Vista de interior a exterior. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/882358/como-resolver-una-fachada-liviana-y-flexible-con-00-cestas-semitransparentes>

Fig.48 Fachada de "The vegan House". Disponible en: <http://www.blockarchitects.com.vn/projects/vegan-house.aspx>

Fig.49 Patio interior, mantenimiento de la antigua escalera y escalera de obra nueva. Disponible en: <http://www.blockarchitects.com.vn/projects/vegan-house.aspx>

Fig.50 Axonometría explotada de la Vegan House. Disponible en: <http://www.blockarchitects.com.vn/projects/vegan-house.aspx>

Fig.51 Terraza de la Vegan House. Disponible en: <http://www.blockarchitects.com.vn/projects/vegan-house.aspx>

Fig.52 Modelo 3D del edificio. Disponible en: <http://www.blockarchitects.com.vn/projects/vegan-house.aspx>

Fig.53 Exterior microbiblioteca Disponible en: <http://shau.nl/en/project/53>

Fig.54 Microbiblioteca iluminada por la noche. Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.55 Interior de la microbiblioteca. Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.56 Vista de interior a exterior de la microbiblioteca Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.57 "Los libros son las ventanas al mundo en código binario". Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.58 Detalle de la fachada. Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.59 Sección transversal. Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.60 Sección longitudinal y planta. Disponible en: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/works/microlibrary-bima>

Fig.61 MIN. Fachada principal iluminada. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

Fig.62 MIN. Vista general. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

Fig.63 MIN. Vista general nocturna. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

Fig.64 MIN. Hueveras de PEAD unidas mediante bridas. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

Fig.65 MIN. Contraste edificio preexistente y nueva fachada. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

Fig.66 MIN. Dibujo integración con el entorno de la Art Gallery con Hueveras. Disponible en: <https://joohyunje.wordpress.com/2017/07/22/895/>

Fig.67 REFUNC.Maison Gomme I. Disponible en: <http://refunc.nl/?p=920>

Fig.68 REFUNC Maison Gomme en construcción. Disponible en: <http://refunc.nl/?p=920>

Fig.69 REFUNC Maison Gomme II. Disponible en: <http://refunc.nl/?p=920>

Fig.70 REFUNC Colocación tiras de neumáticos. Disponible en: <http://refunc.nl/?p=920>

Fig.71 REFUNC Interior Maison Gomme. Disponible en: <http://refunc.nl/?p=920>

Fig.72 Exterior Wing House. Disponible en: <http://www.dlm-magazine.com/747winghouse/>

Fig.73 El Boeing 747 desmontado. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512fe366e4b0776ccd65b61f/1362092902743/GAHOUSE-Winghouse-2012.pdf>

Fig.74 Cada segmento fue transportado por carretera hasta el aeropuerto más cercano a la obra. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512fe366e4b0776ccd65b61f/1362092902743/GAHOUSE-Winghouse-2012.pdf>

Fig.75 Transporte de un ala del boeing 747 con helicóptero. Disponible en: https://www.wikiwand.com/en/747_Wing_House

Fig.76 Las piezas se colocan en una cama de neumáticos hasta su posterior levantamiento con grúa. Disponible en:

Fig.77 Construcción de la Wing House con las 4 alas ya instaladas. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512fe366e4b0776ccd65b61f/1362092902743/GAHOUSE-Winghouse-2012.pdf>

Fig.78 Fijación de las alas. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/512fe366e4b0776ccd65b61f/1362092902743/GAHOUSE-Winghouse-2012.pdf>

Fig.79 Sección constructiva. Disponible en: <https://static1.squarespace.com/static/5053619d24ac3b03d535ba23/t/5134f7cae4b03f8a26223eef/1362425802699/The+Plan-2012-Winghouse.pdf>

Fig.80 Fachada principal Wing House. Disponible en: <https://inhabitat.com/photo-update-completed-747-house-made-of-an-old-plane-soars-to-new-heights/747-wing-house-david-hertz-architects-8>

Fig.81 Exterior galería de muebles [imagen en línea]. Disponible en: <https://chybik-kristof.com/portfolio-item/my-dva-showroom/>

Fig.82 Alzado [imagen en línea]. Disponible en: <https://chybik-kristof.com/portfolio-item/my-dva-showroom/>

Fig.83 Detalle instalación de sillas [imagen en línea].

Fig.84 Estructura sujeción [imagen en línea]. Disponible en: <https://archpaper.com/2017/05/facade-functional-banner-900-chairs-adorn-gallery-furniture/#gallery-0-slide-0>

Fig.85 Axonometría explotada [imagen en línea]. Disponible en: <https://chybik-kristof.com/portfolio-item/my-dva-showroom/>

Fig.86 Exterior Lounge MS I. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-72762/pabellon-de-tubos-vaillo-irigaray>

Fig.87 Exterior Lounge MS II. Disponible en: <http://www.vailloirigaray.com/portfolio/lounge-ms/>

Fig.88 Interior Lounge MS I. Disponible en: <http://www.vailloirigaray.com/portfolio/lounge-ms/>

Fig.89 Interior Lounge MS II. Disponible en: <http://www.vailloirigaray.com/portfolio/lounge-ms/>

Fig.90 Sección constructiva del Lounge MS. Disponible en: <https://www.archdaily.com/20822/lounge-ms-vaillo-irigaray>

Fig.91 Fotomontaje Lounge MS. Disponible en: <http://www.vailloirigaray.com/portfolio/lounge-ms/>

Fig.92 Interior biblioteca en Gando. Disponible en: <http://kere-architecture.com/projects/school-library-gando/>

Fig.93 Sección transversal y longitudinal de la biblioteca en Gando. Disponible en: <https://www.metalocus.es/es/noticias/biblioteca-para-la-escuela-primaria-de-gando-por-kere-architecture-la-tercera-pieza-del-complejo-educativo>

Fig.94 Proceso de recolección, corte y disposición de las vasijas. Disponible en: <http://kere-architecture.com/projects/school-library-gando/>

Fig.95 Modelo 3D de la biblioteca en Gando. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-179418/en-construccion-biblioteca-escolar-en-gando-kere-architecture>

Fig.96 Sistema de climatización y ventilación natural. Disponible en: <http://kere-foundation.com/en/philosophy/>

Fig.97 Disposición de las vasijas en el forjado previo al vertido de hormigón. Disponible en: <http://kere-architecture.com/projects/school-library-gando/>

Fig.98 Fachada principal del proyecto. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiberry-uruguay>

Fig.99 Interior del corredor. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiberry-uruguay>

Fig.100 Muro de contención de neumáticos con arena compactada I. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiberry-uruguay>

Fig.101 Muro de contención de neumáticos con arena compactada II. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiberry-uruguay>

Fig.102 Earthship. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.103 Interior Earthship. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.104 Michael Reynolds. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiberry-uruguay>

Fig.105 Phoenix Earthship. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.106 Ladrillo de latas. Disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/earthship-principio-basicos-construccion>

Fig.107 Modelo Simple survival. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.108 Modelo Dynasphere. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.109 Modelo Global. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.110 Modelo Phoenix. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.111 Modelo Phoenix. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.112 Modelo Eva. Disponible en: <https://www.earthshipglobal.com/>

Fig.113 Instalación de ménsulas en el marco para unir la pared de latas con el marco de la puerta. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/241476578/NaveTierra-pdf>

Fig.114 Detalle arranque de escalera. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/241476578/NaveTierra-pdf>

Fig.115 Detalle unión carpintería con el muro I. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/241476578/NaveTierra-pdf>

Fig.116 Detalle de unión carpintería con el muro II. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/241476578/NaveTierra-pdf>

Fig.117 Visualización 3D de una Earthship. Disponible en: <http://theislander.net/mike-reynolds/>

Fig.118 Sección explicativa de la climatización natural. Disponible en: <https://www.certificadosenergeticos.com/earthship-principio-basicos-construccion>

Fig.119 Alzado y sección transversal. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiiberry-uruguay>

Fig.120 Planta del proyecto de escuela. Disponible en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/789739/conoce-la-escuela-sustentable-de-michael-reynolds-en-jaureguiiberry-uruguay>

Fig.121 Vista general de la Waste House. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.122 Exterior de la Waste House I. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.123 Exterior de la Waste House II. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.124 Detalle fachada. de la Waste House. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.125 Objetos utilizados para la construcción de la Waste House. Disponible en: <http://arts.brighton.ac.uk/projects/wastehouse/learn-about-the-waste-house>

Fig.126 Exterior relleno. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/interreg-research-insulation-and-wall-tiles/>

Fig.127 Introducción de residuos como aislamiento. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.128 Pared rellena de videocasetes. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.129 Relleno de tabique. Disponible en: <https://bbm-architects.co.uk/portfolio/waste-house/>

Fig.130 Relleno de tabique con DVDs. Disponible en: <https://www.dezeen.com/2014/06/19/waste-house-by-bbm-architects-is-uks-first-permanent-building-made-from-rubbish/>

Fig.131 Cepillos de dientes. Disponible en: <https://www.dezeen.com/2014/06/19/waste-house-by-bbm-architects-is-uks-first-permanent-building-made-from-rubbish/>

Fig.132 Fases y materiales de la Waste House. Disponible en: <http://www.findinginfinity.com/stories/meet-duncan-baker-brown/>

Fig.133 Elaboración propia.

