

Desvistiendo sistemas arquitectónicos: tecnología pasiva y envolventes en masa

Undressing Architectural Systems: Passive Technology in Mass Envelopes

Miguel Guitart

State University of New York at Buffalo

ORCID: 0000-0002-2735-9991

Traducción [Translation](#) Miguel Guitart

DOI: <https://doi.org/10.31921/constelaciones.n11a11>

Palabras clave Keywords

Sistemas pasivos, envolventes materiales, envolventes en masa, condiciones de borde, belleza termodinámica, excesos tecnológicos, Hassan Fathy, Terra-Cotta Grotto

[Passive systems, material envelopes, enclosing mass, border conditions, thermodynamic beauty, technological excess, Hassan Fathy, Terra-Cotta Grotto](#)

Resumen

La modernidad trajo consigo nuevas soluciones técnicas para el acondicionamiento más eficiente de los espacios, mejorando las condiciones de salubridad y de confort de manera significativa. A medida que las normativas de construcción aumentaban durante la segunda mitad del siglo veinte, la incorporación de los sistemas de instalaciones creció exponencialmente. Sin embargo, la dependencia de estos sistemas por parte de la arquitectura contemporánea a menudo limita la aplicación de técnicas basadas en la tradición local. Ignorar las soluciones de sistemas pasivos conlleva propuestas de proyecto menos sostenibles y más costosas. Los arquitectos pueden trabajar en la confluencia de lo contemporáneo y lo sostenible sin ceder a una abusiva presencia de los sistemas activos. Revertir la secuencia de proyecto puede reforzar un diseño más contextual apoyado en el valor histórico de los sistemas pasivos. En el presente artículo se propone un retorno a la masa en el diseño de las envolventes arquitectónicas de borde como premisa fundamental para el control energético eficiente. La reciente fabricación de un prototípico recortado de forma digital ilustra cómo los cerramientos en masa pueden redefinir los flujos termodinámicos y la huella de carbono.

Abstract

Modernity brought new technical solutions for more efficient space conditioning, improving health and comfort conditions dramatically. As building codes grew over the second half of the twentieth century, the incorporation of mechanical systems increased exponentially. However, the reliance on mechanical systems in contemporary architecture often restrains techniques based on local tradition. Ignoring passive solutions yields less sustainable and more expensive design proposals. Architects can work at the confluence of fully contemporary and sustainable design without submitting to abusive application of active systems. Reversing the design sequence can reinforce contextual processes based on historically valuable passive systems. In this essay I propose a return to mass in the design of architectural envelopes as a critical premise for an efficient energy control. The recent fabrication of a digitally-carved terra-cotta prototype illustrates how massive mediating enclosures can redefine thermodynamic flows and ultimately the carbon footprint.

Una tecnología sofocante. La modernidad trajo consigo nuevas soluciones técnicas para el acondicionamiento más eficiente de los espacios, mejorando las condiciones de salubridad y de confort de manera significativa. A medida que las normativas de construcción aumentaban de forma impositiva durante la segunda mitad del siglo xx, la incorporación de los sistemas de instalaciones creció exponencialmente. Sin embargo, la dependencia de estos sistemas por parte de la arquitectura contemporánea a menudo limita la aplicación de técnicas basadas en la tradición local. Ignorar las soluciones de sistemas pasivos conlleva propuestas de proyecto menos sostenibles y más costosas. Los arquitectos pueden trabajar en la confluencia de lo contemporáneo y lo sostenible sin ceder a una abusiva presencia de los sistemas activos. Revertir la secuencia de proyecto puede reforzar los procesos de diseño apoyados en el valor contextual de los sistemas pasivos. En contraposición al adelgazamiento contemporáneo de las envolventes, en el presente artículo se propone un retorno a la masa en el diseño de las condiciones arquitectónicas de borde como base fundamental para un control energético eficiente. La reciente fabricación de un prototipo cerámico recortado digitalmente ilustra cómo los cerramientos en masa pueden redefinir los flujos termodinámicos y, en última instancia, la huella de carbono.

En su conocido ensayo de 1965 *A Home is Not a House*, Reyner Banham (1922-1988) predijo que las instalaciones reemplazarían eventualmente a la arquitectura tal y como esta ha sido entendida desde un punto de vista histórico. (Fig. 1) Tal hipótesis desalineaba las consideraciones materiales de carácter local de los requerimientos de acondicionamiento en lo relativo al confort, conduciendo a una necesidad de instalaciones mecánicas adicionales. Estos sistemas activos habitualmente requieren de un mantenimiento y un consumo energético significativo que contribuyen a incrementar la huella de carbono global. El sobredimensionamiento de los equipos de instalaciones que da servicio a un edificio supone un gasto importante a corto plazo y un riesgo medioambiental a largo plazo. El arquitecto y autor finlandés Juhani Pallasmaa (1936-) escribe cómo en un mun-

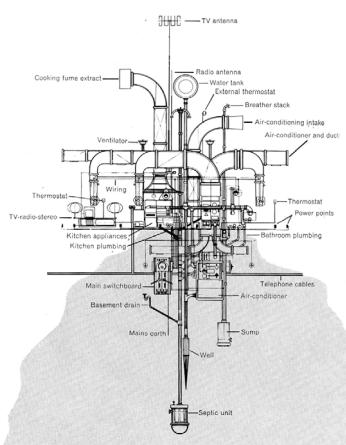


Fig. 1. Ilustración de François Dallegrat para Rayner Banham. "A Home is not a House", *Art in America*, n. 2, 1965. pp. 70-79.

A Suffocating Technology. Modernity brought new technical solutions for more efficient space conditioning, improving health and comfort conditions dramatically. As building codes grew imposingly over the second half of the twentieth century, the incorporation of additional mechanical systems increased exponentially. However, the reliance on mechanical systems in contemporary architecture often restrains techniques based on local tradition. Ignoring passive solutions yields less sustainable and more expensive design proposals. Architects can work at the confluence of fully contemporary and sustainable design without submitting to abusive application of active systems. Reversing the design sequence can reinforce contextual processes based on historically valuable passive systems. As opposed to the thinning of architectural envelopes, in this essay I propose to focus on a return to mass in the design of border conditions as a critical basis for efficiency control. The recent fabrication of a recent digitally-carved terra-cotta prototype will illustrate this argument on massive mediating enclosures as an optimal option for long-term energetic efficiency control.

In his well-known essay *A Home is Not a House* of 1965, Reyner Banham (1922-1988) predicted that mechanical systems would eventually replace architecture as it has been historically understood. (Fig. 1) Such hypothesis misaligned local material considerations from comfort- and code-driven conditioning requirements, leading to the need for additional mechanical systems. These active systems typically require significant maintenance and energy consumption that contribute to increase global carbon footprint. Overdimensioning mechanical installations to service a building is a short-term important expense and a long-term environmental risk. Finnish architect and author Juhani Pallasmaa

do hiper-tecnologizado las estructuras espaciales y tectónicas han de “ser complementadas por un número creciente de sistemas técnicos con objeto de crear el clima interno requerido, así como proporcionar los servicios técnicos necesarios, desde la temperatura y humedad a las condiciones acústicas y luminosas apropiadas”. (1) Para Pallasmaa, este incremento de los sistemas técnicos afecta a todo tipo de edificios de la era tecnológica. “Desde el siglo xix, el papel y relativo coste de estos sistemas técnicos no han hecho más que crecer”.

El exceso de tecnología necesaria para afrontar las deficiencias de acondicionamiento resultantes de un diseño desconectado del medio ambiente es en último término un error. Un entendimiento comprometido entre arquitectura y medio ambiente sugiere que los sistemas de naturaleza pasiva deberían prevalecer en el proyecto arquitectónico. Tales consideraciones ayudarían a promover opciones sensibles con el medio, así como de bajo coste de mantenimiento, mínimo riesgo de fallos y gran adaptabilidad y fiabilidad a largo plazo.

De Rudofsky a Ábalos: contexto y termodinámicas. La dependencia de sistemas de acondicionamiento activos no ha hecho sino aumentar considerablemente en décadas recientes. Las normativas concernientes a los niveles de confort y seguridad han desbordado los requerimientos mecánicos de proyecto. La progresiva necesidad de confort —analizada, entre otros, por los arquitectos Juhani Pallasmaa y Rem Koolhaas— ha acentuado la presencia indiscriminada de los sistemas de instalaciones en nuestros edificios. (2) De forma paralela, la creciente demanda de arquitecturas icónicas ha conducido a un progresivo abandono de los más racionales factores de forma y materiales locales. Muchos de los proyectos más extravagantes implican el sacrificio de lógicas de proyecto, implicando un abuso energético.

Las normativas de confort y seguridad se hacen más y más restrictivas, pero las condiciones extremas del clima a causa del cambio climático agravan

(1936-) discusses how in a hyper-technologized world, tectonic and spatial structures have to “be complimented by an increasing number of technical systems in order to create the required internal climate, and provide the necessary technical services from appropriate temperature and humidity to conditions of acoustics and illumination”. (1) For Pallasmaa, this increase of technical systems applies to all building types of the technological era. “Since the nineteenth century, the role and relative cost of these technical systems have kept growing”.

The excess of necessary technology to confront conditioning deficiencies built up by environmentally estranged designs ultimately proves a mistake. A committed understanding of the connections between architecture and environment suggests that passive systems should prevail in architectural design. Such an approach would promote environmentally sensitive options with significant low maintenance, low failure risk, and long-term reliability and adaptability.

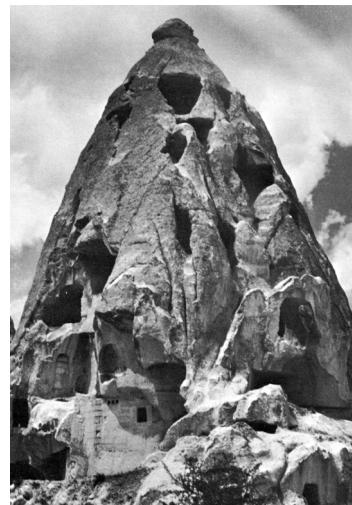
From Rudofsky to Ábalos: Context and Thermodynamics. Architectural reliance on active mechanical systems has expanded vastly in recent decades. Increasing comfort and safety code regulations have overloaded architecture's mechanical requirements. A progressive need for comfort – examined by architects Juhani Pallasmaa and Rem Koolhaas – has accentuated the indiscriminate presence of active systems in our buildings. (2) Parallelly, a growing demand of iconic architecture has led to an abatement of rational form factors and local materials. Many of the most extravagant architectures imply the sacrifice of design logics, conduced to energetic abuse.

el desafío medioambiental. La incorporación abusiva de sistemas activos confunden las relaciones proyectuales naturales entre la arquitectura y su contexto ambiental. Las técnicas de acondicionamiento pasivo, cimentadas en el conocimiento vernacular y tradicional, suponen premisas básicas para reducir la huella de carbono en la industria de la construcción. De igual forma, dichas técnicas proporcionan a la arquitectura mayor autonomía en términos de funcionamiento, durabilidad y mantenimiento.

El arquitecto checo Bernard Rudofsky (1905-1988) publicó *Architecture Without Architects* como parte de la exposición homónima que tuvo lugar en el Museo de Arte Moderno (MoMA) de Nueva York en 1964. El libro recopilaba una serie de ejemplos vernáculos que se caracterizaban por el afortunado empleo de soluciones materiales y ambientales basadas en las condiciones locales. “Los talentos y logros de constructores anónimos, hombres cuyas [...] estéticas se aproximan a lo sublime. [...] Hoy deberíamos ser capaces de reconocer[las] como el resultado de un escasa habilidad en el manejo de los problemas prácticos. [...] Comprobamos que muchas de las soluciones ‘primitivas’ más audaces anticipan nuestra incómoda tecnología”. (3) Estos ejemplos tenían en común una aproximación racional al empleo de los sistemas pasivos procedentes de técnicas tradicionales basadas en soluciones de gran simplicidad y lógica. Rudofsky incluyó ejemplos como los poblados excavados de Capadocia en Turquía, las arquitecturas coptas en Etiopía, y algunos poblados construidos bajo tierra en China. (Figs. 2-4)

Años más tarde, el arquitecto suizo Livio Vacchini (1933-2007) escribió *Obras Maestras*. El texto presentaba una selección de doce edificios que proporcionaban, en opinión del autor, lecciones universales de arquitectura. Vacchini entendía la historia de la arquitectura como un “conjunto consistente de problemas inmutables con los que, con total regularidad, deben confrontarse todos los arquitectos, desde la antigüedad hasta nuestros días”. (4) Tanto Rudofsky como Vacchini enfatizaron las cualidades universales en la arquitectura y las inteligentes respuestas a las condiciones climáticas que los

Fig. 2. Viviendas excavadas en Capadocia, Turquía. Bernard Rudofsky. *Architecture Without Architects*.



Comfort and safety codes are becoming more and more restrictive, but extreme weather conditions due to global warming only exacerbates the environmental challenge. The abusive implementation of active systems obfuscates the natural design relationships between architecture and its environmental context. Passive conditioning techniques, grounded in vernacular and traditional knowledge, are basic premises to reduce the carbon footprint in the construction industry. They also provide architecture with more autonomy in terms of performance, durability, and maintenance.

Czech architect Bernard Rudofsky (1905-1988) wrote *Architecture Without Architects* as part of the homonymous exhibition at the Museum of Modern Art (MoMA) in New York City in 1964. The book compiled a set of vernacular architectural examples characterized by successful material and environmental solutions based on local conditions. “Talents and achievements of anonymous builders, men whose [...] aesthetics approach the sublime. [...] Today we should be able to recognize [them] as the result of rare good sense in the handling of practical problems. [...] We learn that many audacious ‘primitive’ solutions anticipate our cumbersome technology”. (3) These examples shared a rational approach to passive systems stemming from traditional techniques with simple yet logical solutions. Rudofsky included examples of excavated housing in Cappadocia, Turkey, Coptic architecture in Ethiopia, Africa, and underground Chinese villages. (Figs. 2-4)

Years later, Swiss architect Livio Vacchini (1933-2007) wrote *Masterpieces*. The text presented a selection of twelve buildings that provided, in the author’s understanding, universal lessons in architecture. Vacchini could no longer see archi-

ejemplos de sus libros ilustraban más allá de ninguna autoría o firma personal. (5) Rudofsky completó su catálogo con una lista de ejemplos atemporales y anónimos. Tan solo dos edificios de la modernidad fueron incluidos en la corta lista de proyectos de Vacchini: Nôtre Dame du Haut en Ronchamp (1965), de Le Corbusier y la Neue Nationalgalerie en Berlin (1969), de Mies van der Rohe. Rudofsky y Vacchini se refieren a edificios conocidos por su integración contextual y una manipulación material y formal que no abusa de los sistemas activos.

En *La belleza termodinámica* (2008) el arquitecto español Iñaki Ábalos (1956-) asimila ciertos aspectos relativos a la sostenibilidad arquitectónica a una “aproximación termodinámica a la arquitectura”. (6) Influuido por Sanford Kwinter, Ábalos aboga por un cambio de tendencia de los sistemas activos a los pasivos en el proceso de proyecto. Stefan Behling, socio en Foster & Partners, es citado como referencia:

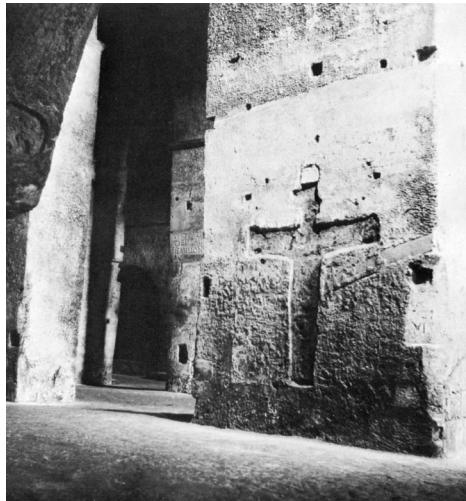


Fig. 3. Viviendas excavadas en Capadocia, Turquía. Bernard Rudofsky. *Architecture Without Architects*.

Fig. 4. Poblado bajo tierra en China, Bernard Rudofsky. *Architecture Without Architects*.

ecture history other than as a “consistent set of immutable problems that, with complete regularity, all architects must be confronted with, from antiquity to the present day”. (4) Both Rudofsky and Vacchini emphasized the universal qualities of architecture and the intelligent climatic responses that the examples of their books illustrate beyond any signature or authorship.(5) Rudofsky and Vacchini discuss buildings known for their contextual integration and the apparently simple control of spaces through material and form manipulation. Rudofsky filled his catalogue with a number of anonymous and timeless examples. Only two modern buildings made it into Vacchini’s short list of twelve cases: Nôtre Dame du Haut in Ronchamp (1965) by Le Corbusier, and the Neue Nationalgalerie in Berlin (1969) by Mies van der Rohe. Rudofsky y Vacchini discuss architectures that are known for their contextual integration and a material and formal manipulation that does not abuse active systems.

In *La belleza termodinámica* (2008), Spanish architect Iñaki Ábalos (1956-) assimilates certain aspects of architectural sustainability as a “thermodynamic approach to architecture”. (6) Influenced by Sanford Kwinter, Ábalos advocates a shift from active systems to passive systems in design processes. Stefan Behling, of Foster & Partners, is cited as a reference:

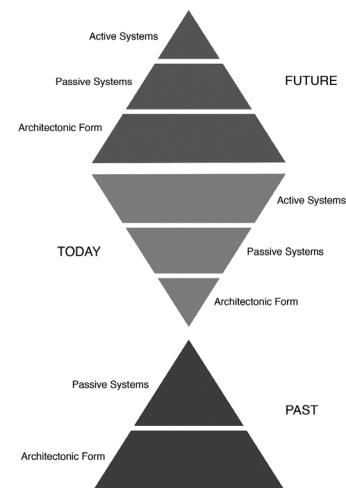
“[Behling] has presented a diagram with two triangles, where he radically questions the future of additive systems in the understanding of sustainability. He proposes an interesting taxonomy (active systems, passive systems, architectural form), and an inversion of the importance of the intervening elements in favor of their real performance under thermodynamic behavior and some given conditions: that is, giving the primacy back to the architectural form”. (7) (Fig. 5)

“[Behling] ha propagado un diagrama con dos triángulos en el que se cuestiona radicalmente el futuro de este sistema aditivo de entender la sostenibilidad proponiendo una interesante taxonomía (sistemas activos, sistemas pasivos, forma arquitectónica) y una inversión de la importancia de los elementos en juego en favor de su funcionamiento bajo un comportamiento termodinámico en unas condiciones dadas: es decir, devolviendo la primacía a la forma en arquitectura”. (7) (Fig. 5)

Ábalos argumenta que el diagrama da la razón a los arquitectos que se han aproximado a las soluciones *low-tech*: “El esquema [...] viene a dar la razón a algunos de los pocos arquitectos que han adoptado ópticas lejanas al *high-tech* para abordarla, ópticas que se han concentrado en procesos subtractivos en vez de aditivos, y en incrementar la performatividad energética con tecnologías muy económicas, *low-tech*, con una clara dimensión social”. Estas observaciones no pretenden rechazar el uso preciso de la tecnología y los sistemas mecánicos, sino abogar por un retorno a las soluciones pasivas como base de proyecto. Tal premisa supondría la incorporación de sistemas activos de forma complementaria una vez que las estrategias pasivas han sido implementadas en el diseño. La “estética de la sostenibilidad” o la “belleza termodinámica” de Ábalos se apoya en la jerarquía entre ambos sistemas. Behling destaca una visión en la que prima la relevancia de la forma arquitectónica del proyecto. (8) La arquitectura *low-tech* puede de hecho solventar requerimientos altamente eficientes y respetuosos con el medio ambiente centrándose en estrategias pasivas.

Bajo la premisa de Behling y Ábalos, la implantación de las instalaciones mecánicas se reduce a un papel puramente complementario, limitando sus funciones como mero soporte de los sistemas pasivos. Reconsiderar estos sistemas pasivos como mecanismos primarios —lo que Behling define como el nuevo futuro— para, de manera simultánea alcanzar las condiciones requeridas de confort y minimizar los costes de mantenimiento y de control energético, estaba ya presente en las arquitecturas populares de Rudofsky y Vacchini.

Fig. 5. Diagrama reconsiderando la secuencia de sistemas activos, sistemas pasivos y factores de forma en arquitectura, según la propuesta de Stefan Behling, de Foster & Partners, y Ove Arup.



Ábalos argues that the diagram supports architects who have approached low-tech solutions: “The scheme [...] comes to confirm that the few architects who have adopted strategies far from the high-tech, strategies that have focused on subtractive processes rather than additive, and on increasing energetic performance with inexpensive technologies, low-tech, with a clear social dimension”. These arguments do not aim to reject a precise use of technology and mechanical systems, but to return to passive systems solutions as a basis for design. Such basis would incorporate complementary active systems only after passive strategies have been implemented in the design. Ábalos’ “aesthetic of sustainability” or “thermodynamic beauty” is based on the hierarchy between these two systems. Behling’s vision brings to the fore the relevance of architectonic form in building design. (8)

Under Behling’s and Ábalos’ position, the implementation of mechanical systems steps down to a complementary role, limiting their function as mere supporters of passive systems. Re-positioning passive systems as primary mechanisms —what Behling states as the new future— to simultaneously achieve required comfort conditions and minimize maintenance cost and energy control, was explicitly present in the popular architectures shown by Rudofsky and Vacchini.

Can we then consider some kind of a limit in the implementation of mechanical systems in architectural design? (Figs. 6 and 7) This question invites us to reflect upon the imposing conditions in which the growing implementation of mechanical systems affects the way in which we design and experience our buildings. To address this conflict, Inaki Ábalos suggests a thermodynamic approach to architectural conception:



¿Podemos entonces considerar algún tipo de límite en la implantación de instalaciones en el proyecto arquitectónico? (Figs. 6 y 7) Esta cuestión invita a reflexionar sobre la imposición de condiciones en las que el incremento de sistemas mecánicos afectan cómo proyectamos y experimentamos nuestros edificios. Para afrontar este conflicto, Iñaki Ábalos sugiere una aproximación termodinámica a la génesis de proyecto:

“[La] aproximación sensualista al ambiente pone el dedo en la llaga al interpretar somáticamente la concepción termodinámica de la arquitectura, como experiencia física que transforma al sujeto en protagonista de la arquitectura, mas allá de las interpretaciones morales, psicológicas, historicistas, semánticas o icónicas heredadas de décadas de revisión de la modernidad. En esta concepción la experiencia háptica, la construcción sensorial del ambiente [...] asume el protagonismo de la actividad proyectual [...]. La belleza termodinámica más creíble será aquella que sepa poner en relación de forma emotiva y directa la intensificación de la experiencia somática individual con el control científico de los elementos naturales y artificiales como instrumentos de construcción del ambiente”. (9)

Fig. 6. No podríamos imaginar el interior de Ronchamp abarrotado de conductos y tubos llenando el espacio de la nave. Nôtre Dame du Haut. Ronchamp, France. Le Corbusier. 1965. Fotomontaje del autor. Procedencia de las instalaciones: Fábrica Olivetti Underwood, Harrisburg, Pennsylvania. Louis I. Kahn, 1966-1970.

Fig. 7. Tampoco seríamos capaces de pensar en la Galería Nacional de Berlín construida por docenas de equipos sobre su cubierta universal. Neue Nationalgalerie. Berlín, Alemania. Mies van der Rohe. 1968. Fotomontaje del autor. Procedencia de la Nationalgalerie: Bildarchiv Preussischer Kulturbesitz BPK Reinhard Friedrich; Procedencia de las instalaciones: José Manuel Ballester: Bosques de Luz, 2010.

“[...] The sensualist approach to ambient hits the nail on the head by somatically interpreting the thermodynamic conception of architecture as a physical experience that transforms the subject in the main architectural character [...] beyond any moral, psychological, historicist, semantic, or iconic interpretations, inherited from decades of reviewing the modernity. Under such conception, haptic experience, the sensorial construction of ambient [...], assumes the main role of the design activity. [...] The most feasible thermodynamic beauty will be the one that establishes an emotional and direct relation between the intensification of the individual somatic experience with the scientific control of natural and artificial elements as instruments for the construction of ambients”. (9)

When architecture is only designed under marketing premises —including the commercial presence of iconic designs — the implementation of form factors and passive material strategies become relegated in the design process. Technological abuse resulting from excessive dependence on active systems collides with any net zero goals. When architectural production confronts an increasing demand of active mechanical systems due to parameters that are foreign to the thermodynamic context, no “thermodynamic beauty” can be met. Architecture ignores the environmental context, and both become estranged to one another. An accurate thermodynamic understanding reorganizes the hierarchy of premises.

Traditional architecture is typically devoid of contingent particularities, and shows no trace of signature or personal languages. As Carlos Martí indicates, they are the expression of context and the result of a construction that is constrained,

Cuando la arquitectura se proyecta exclusivamente bajo parámetros de mercado —incluyendo la presencia comercial de diseños icónicos— la implantación de los factores de forma y de estrategias materiales pasivas queda relegada en el proceso de diseño. El abuso tecnológico resultante de una excesiva dependencia de los sistemas activos supone un conflicto con cualquier objetivo de neutralidad de carbono. La arquitectura ignora entonces su contexto medioambiental y ambos quedan desconectados. Una visión termodinámica precisa permite reorganizar la jerarquía de las prioridades.

La arquitectura tradicional carece por lo general de contingencias particulares y no muestra signos de lenguaje o autorías personales. Como indica Carlos Martí, son la expresión de su contexto y el resultado de una construcción restringida, universal e inteligente. (10) Los aspectos contingentes tienden a desaparecer sin permanecer ninguna conexión con lo particular. Estas obras demuestran un profundo conocimiento de las cuestiones termodinámicas formalizadas con medios materiales y geométricos.

Como hemos visto, un riesgo importante en la arquitectura meramente icónica estriba en la potencial desconexión entre el potencial termodinámico y el contexto. Tal desconexión conduce a soluciones desarraigadas sin vínculos medioambientales con el lugar, el clima y la cultura en la que se ubican. Esto queda ilustrado con las insostenibles torres de vidrio en las ciudades de Oriente Medio tales como Doha, Dubai, y Abu Dhabi. El arquitecto y autor Santiago de Molina escribe:

“Las instalaciones son una maldición y son las primeras causantes de haber permitido que el cáncer de la construcción sin fin se haya extendido por doquier, porque gracias a ellas cualquier lugar del mundo se ha vuelto habitable confortablemente. Como las atmósferas que las instalaciones ofrecen son humectadas y temperadas a conveniencia de un simple botón, se puede construir un paraíso en el desierto o en mitad de un glaciar. Mientras, el exterior solo puede contemplarse como en una pantalla de televisión porque el

universal, and intelligent. (10) Contingent aspects tend to disappear, and no link to the particular remains. These works show a deep knowledge around thermodynamic questions addressed through material and geometric means.

As we have seen earlier, a major risk of image-based architectural production is the potential thermodynamic disconnection with context. Such disconnect leads to uprooted solutions with no environmental bonds with the site, weather, and culture within which they are erected. This is exemplified by the unsustainable glassy highrises in Middle Eastern cities such as Doha, Dubai, and Abu Dhabi. Spanish architect and author Santiago de Molina writes:

“Mechanical installations are a nightmare, and the reason for the endless spreading of the pointless cancer of construction, because they have made it possible for just any place on Earth to be now comfortably inhabitable. Because the atmospheres that mechanicals offer go conveniently from humid to heated with just one bottom, a paradise can be built in the middle of a desert or a glacier. Meanwhile, the exterior can only be contemplated as in a television screen, because the exterior is now an inaccessible and hostile part. [...] That is, installations are also responsible for the end of the perfect communion between architecture and place”. (11)

Globalization has not helped to understand the relevance of local knowledge and the rationale behind the application of traditional solutions to new architecture. Architectural design is about specificity, and not about generic statements that can be widely exported. Abusive technology and formal expression tend to prevail over service, material, or energy

exterior es una parte invisible y hostil. [...] Es decir, las instalaciones son también las responsables de que la arquitectura y el lugar hayan dejado de estar en perfecta comunión". (11)

La globalización no ha ayudado a comprender la relevancia del conocimiento local y la lógica tras la aplicación de soluciones tradicionales a la nueva arquitectura. El acto de proyectar implica especificidad, y no aseveraciones generalistas que puedan ser exportadas ampliamente. El abuso tecnológico y las expresiones formales tienden a prevalecer sobre consideraciones relativas al servicio, lo material o lo energético. Los promotores y usuarios invierten enormes recursos para lograr niveles de confort en interiores que a menudo entran en conflicto con las envolventes exteriores. Nuevamente, el ejemplo más recurrente son las torres de vidrio instaladas en los paisajes desérticos del medio oriente. Ciertas arquitecturas demandan inevitablemente una inversión extraordinaria pero justificada de sistemas de instalaciones en detrimento de otros sistemas pasivos, pero esto debería ser la excepción a la norma. Sacrificar la elección de formas y materiales que no responden al contexto aleja la disciplina de lo medioambientalmente responsable.

Nuestras ciudades están plagadas de una profusión de proyectos aspirantes a icono. La incapacidad de diferenciar entre la singularidad de algunos casos y la necesaria contención de otros conlleva una misión equívoca de la arquitectura. El arquitecto barcelonés Enric Ruiz-Geli proyectó Media Tic Lab en Barcelona en 2007. Inicialmente considerado como un proyecto vanguardista, cuyo rendimiento mecánico se fundamentaba significativamente en sistemas tecnológicos, el edificio resultó ser un fracaso muy costoso. (Fig. 8) El editor y crítico australiano Maitiú Ward escribió del proyecto:

“Tanto la fachada suroeste como la sureste están sujetas a un alto impacto solar. En un caso normal, sería perverso o negligente utilizar ETFE transparente en estas circunstancias sin la aplicación de algún sistema de sombreadimiento. [...] Cloud 9 ha integrado en el material un sistema de

considerations. Again, the recurrent example are the glass towers erected in desertic Middle Eastern cities. Developers and users invest enormous resources to achieve comfort levels in interiors that are typically at odds with the exterior envelope. This would be the case of the glassy towers erected in the deserts of the Middle East. Some architecture proposals inevitably demand a justified extra expense on mechanical systems in detriment of passive systems, but this should be the exception to the norm. Sacrificing building form or material choices that are not context-responsive moves the discipline away from the environmentally responsible.

Opposing Cases: Media Tic Lab and New Gourna. Our cities are populated with a strutting profusion of aspiring architectural icons. Failing to differentiate between the singularity of some cases and the necessary contention of others ends in a misleading mission of architecture. Barcelona-based Enric Ruiz-Geli designed the Media Tic Lab in Barcelona in 2007. Initially regarded as an avant-garde design, whose mechanical performance was largely based on technological systems, the facility resulted in a very expensive failure. (Fig. 8) The Australian architecture editor and critic Maitiú Ward writes on this particular building:

“Both the south-western and south-eastern facades of the building are subject to high solar loads. Normally, it would be either perverse or negligent to use transparent ETFE in these circumstances, without a concomitant application of sun-shading. [...] Cloud 9 has embedded the material with an intelligent responsive system that allows for both transparency and solar protection. On the south-eastern façade, this intelligence takes the form of what Cloud 9 are calling the ‘ETFE

respuesta inteligente que permite tanto la transparencia como la protección solar. En la fachada sureste esta inteligencia adopta la forma de lo que Cloud 9 llama una configuración ‘ETFE Diafragma’, mientras que en el lado suroeste asume una configuración denominada ‘ETFE Lenticular’. En ambos casos, el funcionamiento de la piel de ETFE se ve reforzada por sensores medidores de luz que pueden activar de forma automática los mecanismos neumáticos en respuesta a la presencia de energía solar. El diafragma ETFE en la fachada sureste incorpora tres capas de material. La primera capa de ETFE es transparente, pero la segunda y tercera capas tienen un patrón de lunares que hace la fachada más transparente u opaca según se infla o desinfla, bloqueando de este modo la penetración solar si es necesario. En el lado suroeste, la configuración ETFE Lenticular utiliza una solución más imaginativa si cabe. Aquí el material se dispone en una serie de bolsas longitudinales; cuando el sol activa los sensores el sistema automatizado inyecta de forma automatizada en los almohadones una densa nube de gas nitrógeno para difuminar al instante los rayos del sol”. (12)

Ward, interesado inicialmente en la solución de proyecto desarrollada por Ruiz-Geli, concluye en un tono negativo e irónico: “Al menos, así es como los arquitectos pensaban que estos sistemas iban a funcionar. El día que visité el edificio ninguno de los dos sistemas funcionaba —de hecho, uno de ellos estaba todavía pendiente de recibir la *caja negra*, el *software* que actúa como su centro de control. Lo que nos lleva a lo que sea tal vez, según la persuasión ideológica del lector, la cualidad más problemática del proyecto”. (13)

El autor del texto manifiesta sus dudas y expresa falta de confianza en estos sistemas, cuyo rendimiento depende significativamente de una tecnología y energía adicionales. El proyecto resultó ser un fracaso no solo en términos de mantenimiento sino también de coste, control de funcionamiento y, por supuesto, acondicionamiento. El edificio apenas fue ocupado y pronto quedó en desuso. La servidumbre impuesta por el exceso de tecnología hizo que



Fig. 8. Media TIC Lab. Barcelona, España. Enric Ruiz-Geli. 2007. Fotografía de EditorUOC. (CC-BY-3.0).

la comercialización y reutilización de sus espacios apenas fueran viables. El Media Tic terminó siendo “un maravilloso capricho a medida” (14) una vez que las excéntricas imágenes de sus fachadas ETFE hubieran inundado los medios de comunicación. Este ejemplo ilustra cómo la tecnología por sí misma puede conducir a la implantación de sistemas mecánicos excesivos, dependientes y confusos, afectando de manera muy negativa a la calidad del proyecto.

Como contrapunto al Media Tic Lab, otros casos integran estrategias pasivas con brillantes resultados termodinámicos. El arquitecto egipcio Hassan Fathy (1900-1989) se opuso a las soluciones indiscriminadas del movimiento moderno, las cuales descartaban tanto las idiosincrasias específicas de los requerimientos climáticos y materiales locales como la sagacidad y experiencia de la antigüedad. Fathy defendió activamente el empleo de técnicas y materiales locales en Egipto como medio para mejorar las vidas de los campesinos a través de soluciones de acondicionamiento pasivo y costes adecuados. Fathy abogó por un regreso a los valores propios de la construcción local, alejándose de las técnicas constructivas importadas que eran insensibles al contexto egipcio.

Sus teorías fueron particularmente relevantes en uno de sus propuestas más importantes: el poblado de Nueva Gourna, cerca de Luxor (1945-1948). Fathy exploró ciertas técnicas tradicionales nubias tales como las estructuras de bóvedas inclinadas realizadas en ladrillos de adobe que el arquitecto descubrió en el poblado nubio de Abu al-Riche. (15) Otras técnicas fueron los conductos de ventilación conectados con torres de viento —una típica solución árabe para refrescar el aire caliente procedente del desierto hacia el interior de la vivienda y el uso de cerramientos de tipo *mashrabiya* —filtros realizados en madera para proteger de la incidencia directa del sol en aberturas y ventanas—. (Fig. 9)

Como ya apunté con anterioridad, “Fathy desarrolló una serie de técnicas basadas en el estudio cuidadoso de modelos tradicionales con tres oríge-

Diaphragm’ configuration, while on the south-western it takes the form of a system described as the ‘ETFE Lenticular’ configuration. In both cases, the performance of the ETFE skin has been enhanced with light meter sensors that can automatically activate pneumatic mechanisms in response to the presence of solar energy. The ETFE Diaphragm on the south-eastern elevation incorporates three layers of material. The first layer of ETFE is transparent, but the second and third layers have a reverse-pattern ‘polka-dot’ design which, when inflated or deflated, makes the façade transparent or opaque, thereby blocking solar penetration if need be. On the south-western side, the ETFE Lenticular configuration employs an even more imaginative solution. Here, the material is arranged as a series of longitudinal bags – when sun strikes the sensors, the automated system instantly injects the pillows with a dense cloud of nitrogen gas, to near instantly diffuse the sun’s rays”. (12)

Ward, initially interested in the solution given by Ruiz-Geli, concludes with an inevitably negative and ironic tone: “At least, this is how the architects believe these systems will perform. On the day that I visited the project, neither of the two were active – one, in fact, was still waiting for its *black box*, the hardware that would serve as its control centre. Which brings us to what is also, depending on your ideological persuasion, perhaps the project’s most problematic quality”. (13)

The author of the text manifests doubts, and expresses lack of confidence in these systems, whose performance is highly dependent on additional technology and energy. The building proved to be not only a failure in terms of maintenance but also in terms of cost, operating control, and, of course, conditioning. The building was barely occupied after it first



Fig. 9. Bóvedas de mampostería ejecutadas según la tradición nuboa. Viviendas de *adobe*. Nueva Gourna. Luxor, Egipto. Hassan Fathy, 1945-1948. Fotografía de autor desconocido.

nes: la arquitectura copta, la construcción en adobe, y las prácticas constructivas nubias". (16) Fathy es reconocido como una figura imprescindible en la arquitectura moderna en Egipto por su dedicación a la producción de un lenguaje arquitectónico nacional basado en técnicas de construcción y sistemas tradicionales locales de bajo coste y fácil mantenimiento. "Fathy asumió de manera inteligente todos estos sistemas e influencias como ideas adecuadas empleadas durante siglos por campesinos. [...] [E]stas soluciones fueron para Fathy el punto de partida perfecto para elaborar un lenguaje local moderno que evitara que otros arquitectos introdujeran una arquitectura sin raíces, alejando de este modo una ruptura con la tradición pasada, lo que Fathy anticipaba como un fracaso en países occidentales". (17) Fathy persiguió un estilo egipcio contemporáneo apropiado que no fuera el resultado de una renuncia del pasado vernacular sino de su inteligente interpretación. (Figs. 10 y 11)

Una malinterpretación de estas premisas ha producido fallos como el Media Tic Lab a un coste muy elevado para todas las partes involucradas. Otros arquitectos, tales como Fathy pero también nombres más recientes como Wang Shu, Toni Gironès, Fernanda Canales, y Diébédo Francis Keré, han orientado su mirada hacia fórmulas tradicionales, mecanismos materiales

opened, and was soon left empty. The servitude imposed by the excessive technology made the selling and reusing of the spaces of the building hardly achievable. The Media-Tic proved to be a "wondrous bespoke fancy" (14) right after the flamboyant images of its ETFE facades had taken over the mass media. This example illustrates how technology per se can result in excessive, dependent, and misleading implementation of mechanical systems that negatively affect quality in architectural production.

As opposed to the Media Tic Lab, other examples implement passive strategies with brilliant thermodynamical results. Egyptian architect Hassan Fathy (1900-1989) opposed the solutions of modern movement taking place indiscriminately, disregarding specific idiosyncrasies of local climate and material requirements as well as ancient savviness and expertise. Fathy actively defended local techniques and materials in Egypt as a way to improve peasants' lives with passive conditioning solutions and adequate costs. Fathy advocated for a return to the values of local construction to move away from imported construction techniques that proved insensitive to the Egyptian context.

His theories were particularly relevant in one of his most important proposals: the village of New Gourna, near Luxor (1945-1948). Fathy explored traditional Nubian techniques such as the leaning mud brick vault structures, which the architect discovered in the Nubian village of Abu al-Riche. (15) Other techniques included ventilation shafts connected with wind towers —an Arab typical solution to cool down hot air coming from the desert into the core of the house and *mashrabiya* screens— wooden filters producing shade behind openings and windows. (Fig. 9)

y aproximaciones tecnológicas cimentadas en una eficiencia energética. La exploración estética de sus edificios no surge de una iconografía predeterminada, sino que es el resultado de integrar las conexiones orgánicas con el lugar y el medio. Fathy no aceptaba representaciones a priori; buscaba la expresión de su tiempo en el marco del medio local, no tanto una expresión propia. La soluciones pasivas presentadas en Luxor giran en torno a la consideración de las envolventes, los factores de forma, los grados de abertura, y la masa material.

Envolventes en masa como dirección. El tránsito de energía entre los dos lados de una envolvente arquitectónica depende en gran medida de la graduación de sus aberturas. (18) Estas estructuras de masa permeable median la transición de energía entre interior y exterior. La construcción material de una envolvente en masa se puede proyectar teniendo en cuenta las condiciones específicas con objeto de asegurar una relación transversal óptima. Mediante el control de las capas, su profundidad, densidad material, ventilación, o porcentaje de abertura, estas envolventes en masa pueden



Fig. 10. Calle en Nueva Gourna. Luxor, Egipto. Fotografía de John Norton. c. 1973. (CC BY-NC 4.0).

Fig. 11. Calle en Nueva Gourna. Luxor, Egipto. Fotografía de Richard Langendorf. 1962. (CC BY-NC 3.0).

As I have written, “Fathy developed a series of techniques based on a careful study of traditional models from three key sources: Coptic architecture, mud brick construction, and Nubian building practices”. (16) Fathy is regarded as a key figure in modern Egyptian architecture because of his advocating efforts in producing a national architectural language based on local construction techniques and traditional systems with low costs and easy maintenance. “Fathy intelligently gathered all these systems and influences as adequate ideas that had been used for centuries by local peasants. [...] These solutions were for Fathy the right starting point to elaborate a local modern language that would prevent architects from providing a rootless architecture, therefore avoiding breaking with the past tradition, which, as Fathy could foresee, would fail in Western countries”. (17) He sought a proper contemporary Egyptian style that would not result from the rejection of its vernacular past but from its intelligent reinterpretation. (Figs. 10 and 11)

A misunderstanding of the premises has given way to failures such as the Media Tic Lab at a very high expense for all parts involved. Other architects such as Fathy, but also more recent names including Wang Shu, Toni Gironès, Fernanda Canales, and Diébédo Francis Keré, have turned their eyes into traditional forms, material mechanisms, or technological approaches grounded in passive efficiency. The aesthetic exploration of their buildings does not stem from a predetermined iconography. It is the result of bridging organic connections with place and environment. Fathy was not abiding by a priori representations; he sought the expression of his time within the framework of the local environment, not so much the expression of himself. The passive solutions presented in Luxor revolves around the consideration of the enclosure, its form factor, degree of openness, and material mass.

facilitar soluciones para el control de los flujos de energía y las condiciones higrotérmicas interiores. Estas cuestiones están contenidas en el prototípo Terra-Cotta Grotto, proyectado con Laura Garofalo y Omar Khan en 2020. El prototípo reproduce las conexiones con flujos ambientales y las cualidades experienciales de una envolvente de gran espesor y masa porosa compuesta por paneles cerámicos apilados y recortados mediante una extracción digital de material. Tomando la gruta como modelo bioclimático, el prototípo introduce dos parámetros principales: las cualidades materiales derivadas de los paneles cerámicos prefabricados y la aplicación digital de un interface del programa CAMel para una cortadora de agua OMAX para la fabricación digital de las formas de la envolvente. (19)

“El proyecto trata de ampliar la gruta tradicional en la que la humedad contenida en los poros del terreno facilita el enfriamiento, la masa de tierra circundante mantiene una temperatura interior constante y las superficies con incrustaciones generan efectos especulares de luz. Como la tierra que protege la gruta, la espesa masa porosa constituye un sistema de acondicionamiento, un sistema que involucra a los sentidos evitando una ruptura con el entorno. El material en sí mismo actúa de mediador. Logra una respuesta termodinámica mediante propiedades materiales de funcionamiento pasivo y no mediante sistemas activos ocultos. La profunda masa de tierra, como modelo arquitectónico, subraya los enlaces entre naturaleza, tecnología y cultura que participan del diseño contemporáneo”. (20) (Fig. 12)

El proyecto de investigación Terra-Cotta Grotto se centra en una dicotomía entre interior y exterior analizando las vinculaciones entre forma, material y fuerzas bioclimáticas tales como luz, aire, calor y agua. El proyecto manipula la masa de una envolvente que asimila los flujos de energía con una solución *low-tech*, lo que proporciona mayor control sobre el gasto energético y los sistemas mecánicos empleados. “El prototípo examinó la masa y porosidad de componentes cerámicos como medio filtrante de fuerzas climáticas, incluyendo la precipitación de lluvia, flujos de aire y

Mass Enclosures as a Direction. The transit of energy between both sides of the architectural envelope is mostly configured with regards to the graduation of its openness. (18) These permeable structures mediate the transition of energy between the exterior and the interior. The material construction of a mass enclosure can be designed from specific conditions to ensure optimal transversal relationships. Through the control of layering, depth, material density, ventilation, or opening percentage, these mass enclosures can provide solutions for passive control of energy transmission and interior hygrothermic conditions. This is illustrated with the prototype Terra-Cotta Grotto, designed with Laura Garofalo and Omar Khan in 2020. The prototype reproduces the engagement with ambient flows and experiential qualities of a thick yet porous envelope composed of stacked terra-cotta panels assembled by digitally carving out the material. Taking the traditional grotto as a bioclimatic model, this prototype introduced two main drivers: the material properties derived from architectural terra-cotta panels, and the digital application of a CAMel plug-in interface for an OMAX waterjet as the technical facilitator for the form making of the envelope. (19)

The project aims to expand the traditional grotto where moisture in the soil's pores provides cooling, the surrounding earth mass maintains a constant interior temperature, and the encrusted surfaces create specular light effects. Like the earth that shelters a grotto, the thick porous mass constitutes the conditioning system, a system that engages the senses by not creating a break with the environment. The material itself becomes a mediator. It aims for responsive thermodynamics achieved through passive material qualities rather than hidden active systems. The thick earthen mass, as an architectural model, highlights the tangle between nature, technology, and culture that permeates contemporary design. (20) (Fig. 12)



Fig. 12. Terra-Cotta Grotto. Planta de cortes digitales. Laura Garófalo, Miguel Guitart, Omar Khan. 2020. Fotografía de los autores.

The research project Terra-Cotta Grotto frames an interior-exterior dichotomy as an engagement between form, material, and bioclimatic forces, such as light, air, heat, and water. The project manipulates the mass of an enclosure that assimilates energy flows with a low-tech solution, providing more control over energy use and mechanical systems. The prototype explores mass and porosity of terra-cotta components as forms of filtering climatic forces including rain precipitation, airflow, and insulation to temper interior conditions while maintaining continuity with the larger climatic territory. “The grotto prototype depends on a combination of terra-cotta’s thermal properties and the wall’s porous depth to provide a shelter that protects while preserving the relationship between the inhabitant and their local ecology”. (21) The model is the “result of combining high technology with massive almost archaic constructive systems”. (22)

This leads in turn to a reduced over-dependence of mechanical systems and the ultimate production of efficient designs that are easier to maintain and cheaper to produce, having little to no environmental impact. Architectural production based on fitting solutions for their context evidences a more efficient continuity with the existing conditions, and establishes more substantial relations with local building traditions. Low-tech building such as Terra-Cotta Grotto yields cleaner, more sustainable architecture than the mechanically-overwhelmed production we progressively assume as a norm. (Figs. 13 and 14)

Conclusions: Back to Mass. Today’s architectural production has shifted extensively from the traditional responsibility of environment interaction to a dramatic level of technological abuse. The over-abundance of active systems also increases

aislamiento con el fin de suavizar las condiciones interiores a la vez que se mantenían las relaciones entre el ocupante y su ecología local". (21) La instalación es resultado de combinar alta tecnología con sistemas constructivos masivos casi arcaicos. (22)

Como resultado, se reduce la sobredependencia de las instalaciones y la producción última de un diseño eficiente de fácil mantenimiento, bajo coste de producción y muy reducido impacto medioambiental. Una arquitectura basada en soluciones apropiadas al entorno como Terra-Cotta Grotto evidencia una eficiente continuidad con las condiciones preexistentes y establece relaciones más sustanciales con las tradiciones constructivas locales. (Figs. 13 y 14)



Fig. 13. Terra-Cotta Grotto. Vista superior.
Laura Garófalo, Miguel Guitart, Omar Khan.
2020. Fotografía de los autores.

the dependence on additional energy for mechanical performance. There is not such a thing as a non-dependent energetic approach to building; complementary active systems will generally be required. (23) However, certain principles enhancing an optimal use of energy and conditioning solutions should prevail.

Today there is an unprecedented opportunity to explore a shift from the tectonic to the thermodynamic. Enclosures constitute the point where interior meets exterior, and therefore, where the construction allows for a direct control of the transition of energy. The construction of passive enclosures stands out as one of the most efficient mechanisms in architectural thermodynamics. These envelopes may prevent technology from becoming a driving parameter over thermodynamic principles based and energy performance.

The proposed boundary of the Terra-Cotta Grotto model differs from ancient mass structures in that the former highlights an thermodynamic experience in the inside rather than a formal expression in the outside. It proposes that to achieve carbon reduction we need to imagine the potential of alternative models of architectural production that refer to the qualifiable aspects of the architectural space that is going to be defined. (24) Proposing a sheltered space but thermodynamically inclusive must become a driver in the pursuit of alternative carbon futures.

Today it is imperative to think how we produce architecture in terms of energy flow. We need to reflect on the ways in which this production has a cascading impact, from budgetary considerations and materiality to carbon-sequestration,

Conclusiones: retorno a la masa. La producción arquitectónica actual se ha alejado de forma considerable de la interacción responsable con el entorno hacia niveles dramáticos de abuso tecnológico. La sobreabundancia de sistemas activos aumenta la dependencia de energía adicional para su funcionamiento mecánico. No existe una aproximación a la edificación que no sea energéticamente independiente; generalmente se requerirán sistemas activos complementarios. (23) Sin embargo, deberán primar ciertos principios que apunten a reforzar un uso óptimo de la energía y el acondicionamiento.

Existe una oportunidad sin precedentes para explorar un giro de lo tectónico a lo termodinámico. Las envolventes constituyen el lugar donde el interior y el exterior se encuentran y, por tanto, donde la construcción permite un control directo en el tránsito de energía. La construcción de envolventes pasivas supone uno de los mecanismos más eficientes en una arquitectura termodinámica. Estas envolventes pueden evitar que la tecnología en sí misma se convierta en un parámetro diferenciador sobre los principios termodinámicos y el rendimiento energético.

La envolvente propuesta en el prototipo Terra-Cotta Grotto se diferencia de las estructuras masivas de la antigüedad en que el primero acentúa la articulación de la experiencia termodinámica en el interior sobre la expresión formal en el exterior. El prototipo propone que para alcanzar una reducción de carbono es necesario imaginar el potencial de modelos alternativos en el proyecto de arquitectura que refieran a aspectos cuantificables del espacio que se va a definir. (24) La propuesta de un espacio protegido pero termodinámicamente inclusivo ha de convertirse en eje principal en la búsqueda de un futuro libre de carbono.

Es fundamental pensar la arquitectura en términos de flujos de energía y su impacto en el proyecto, desde consideraciones de presupuesto y materialidad hasta la reducción de emisiones de carbono y el diseño *net zero*. La presente reflexión demanda una actitud renovada hacia las técnicas

Fig. 14. Terra-Cotta Grotto. Vista lateral.
Laura Garófalo, Miguel Guitart, Omar Khan.
2020. Fotografía de los autores.



tradicionales y el conocimiento constructivo local enfocada a los sistemas pasivos y a los factores de forma. Las sofocantes fórmulas de sistemas que siguen la premisa sistemas *activos-sistemas pasivos-factor* de forma no llegan a ser nunca verdaderamente eficientes o sostenible. Los nuevos desafíos, requerimientos y oportunidades arquitectónicos deberían contribuir a revertir el proceso de proyecto hacia una secuencia factor de *forma-sistemas pasivos-sistemas activos*, como promulgan Behling y Ábalos.

Proyectar de forma responsable implica hacer un uso inteligente de los recursos con objeto de minimizar el consumo energético y promover un impacto medioambiental mínimo. Para ello, se requiere de una consideración rigurosa de las envolventes materiales. La exploración de la masa como parámetro en las envolventes materiales del proyecto ofrece un recorrido potencial en una momento de particular relevancia termodinámica, alejado de la pesada digestión producida por una abrumadora tecnología desconectada de las realidades materiales. Como en los antiguos ejemplos de Capadocia, Etiopía y China, el uso apropiado de cerramientos en masa como mecanismos pasivos de control permite la realización de diseños eficientes ajustados a los medios sostenibles del futuro.

Contribuciones específicas de cada autor/a *Specific contributions from each author*

Concepción y diseño del trabajo *Conception and design of the work* Miguel Guitart

Metodología *Methodology* Miguel Guitart

Recogida y análisis de datos *Data Collection and Analysis* Miguel Guitart

Discusión y conclusiones *Discussion and Conclusions* Miguel Guitart

Redacción, formato, revisión y aprobación de versiones *Drafting, formatting, version revision, and approval* Miguel Guitart

and net zero energy design. This reflection requires a renewed attitude toward traditional techniques and local construction knowledge with a focus on passive systems and form factor. Solutions with suffocating mechanical systems that follow the *active-passive-form* sequence will never be truly efficient nor sustainable. New architectural challenges, requirements, and opportunities should help reverse the process into a *form-passive-active* premise, as demanded by Behling and Ábalos.

Responsible architectural design that is to make intelligent use of resources to minimize energy consumption and promote minimal environmental impact. To this end, a rigorous commitment to material enclosures is required. The exploration of mass in material envelopes offers a pathway worth exploring in an age of thermodynamic relevance far from the heavy digestion of overwhelming technology disconnected from material realities. Like in ancient examples of Cappadocia, Ethiopia, and China, proper use of mass enclosures as passive controlling mechanisms contributes to the realization

REFERENCIAS

1. PALLASMAA, J. "Spatial Choreography and Geometry of Movement. The Material and Immaterial in Architecture". En: *The Routledge Companion for Architecture Design and Practice. Established and Emerging Trends*. Nueva York: Routledge, 2016. p. 37.
2. "Our society is addictive to comfort. In the 60's we demanded the values of equality, freedom, and fraternity. We have now changed them for comfort, security, and sustainability". En: KOOLHAAS, Rem. "Koolhaas: La Lucha Contra el Populismo del Mejor Arquitecto del Mundo". (Entrevista con Antonio Lucas). En: *El Mundo*. 17 de julio, 2016. Traducido por el autor. Juhani Pallasmaa escribe: "The obsession with comfort in modern life – today architecture is often identified with comfort – eradicates experimental meaning and turns life into a parody akin to Jacques Tati's cinematic portrayals of modernity. 'Home has become mere horizontality', Gaston Bachelard laments and quotes Joë Bousquet's sad description of the modern man: 'He is a man with only one story: he has his cellar in his attic'". PALLASMAA, J. *Op. Cit.* p. 40. Pallasmaa está citando a Gaston Bachelard en: LEFORT, C. (ed.). *The Intertwinning - The Chiasm. The Visible and The Invisible* (Evanston, IL: Northwestern University Press, 1969). <http://www.elmundo.es/papel/historias/2016/07/17/5788c56ae2704efa618b45c4.html>
3. RUDOFSKY, B. *Architecture Without Architects. A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture*. Nuevo Mexico: Universidad de Nuevo Mexico Prensa/Museo de Arte Moderno, 1964. p. 3.
4. MARTÍ ARÍS, C. de la introducción de la versión española. VACCHINI, L. *Obra Maestras*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009. p. 7. Traducido por el autor.
5. VACCHINI, L. "Arquitectura, historia y rito". En: DPA, *Documents de Proyectos d'Arquitectura*, n. 23, 2007. pp. 6 y 7. Traducido por Carlos Martí.
6. ÁBALOS, I. "La belleza termodinámica". En: *Circo 2008.157*. Madrid: CIRCO, 2008. p. 2. Traducido por el autor.
7. ÁBALOS, I. *Op. Cit.* p. 2.
8. "An architect should be familiar with the sun analysis before justifying the form of the building". En: BEHLING, E. S.; BEHLING, S.; SCHINDLER, B. "Sol Power: The Evolution of Solar Architecture". *Leonardo*, vol. 30, n. 3. MIT Press, 1997. p. 238.
9. ÁBALOS, I. *Op. Cit.* pp. 7 y 8.
10. MARTÍ ARÍS, C. "Abstracción en arquitectura. Una definición". En: *Lecciones de Equilibrio*. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, 2005.
11. DE MOLINA, S. *Malditas instalaciones*, 16 de Mayo, 2016. <http://www.santiagodemolina.com/2016/05/malditas-instalaciones.html>.
12. WARD, M. "The Ambitious Architecture of Barcelona". En: *Australian Design Review*. Melbourne, 19 de agosto, 2010.
13. WARD, M. *Op. Cit.*
14. WARD, M. *Op. Cit.*
15. SWAN, S. *Elegant Solutions. Saudi Aramco World*. Julio/Agosto 1999, vol. 50, n. 4.
16. GUITART, M. "The Failed Utopia of a Modern African Vernacular: Hassan Fathy in New Gourna". En: *Journal of Architectural Education* 68:2. Washington D. C., 2014. p. 169.
17. GUITART, M. *Op. Cit.* p. 170.
18. "The Filter as Transitional Space". En: GUITART, M. *Behind Architectural Filters: Phenomena of Interference*. Nueva York: Routledge/Taylor&Francis, 2022.
19. GARÓFALO, L; GUITART, M. and KHAN, O. "Porous Mass: Terra-Cotta Redefined Through Advanced Fabrication". *Technology, Art + Design (TAD)* vol. 4:2, 2020. p. 232.
20. GARÓFALO, L. *et al. Op. Cit.* p. 240.
21. GARÓFALO, L. *et al. Op. Cit.* p. 239.
22. ÁBALOS, I. *Op. Cit.* pp. 3 y 4.
23. MOE, K. *Convergence: An Architectural Agenda for Energy*. Londres: Routledge, 2014.
24. MOE, K. *Thermally Active Surfaces in Architecture*. Nueva York: Princeton Architectural Press, 2010. pp. 35-37.

REFERENCIAS

1. PALLASMAA, J. "Spatial Choreography and Geometry of Movement. The Material and Immaterial in Architecture". En: *The Routledge Companion for Architecture Design and Practice. Established and Emerging Trends*. New York: Routledge, 2016. p. 37.
2. "Our society is addictive to comfort. In the 60's we demanded the values of equality, freedom, and fraternity. We have now changed them for comfort, security, and sustainability". En: KOOLHAAS, Rem. "Koolhaas: La Lucha Contra el Populismo del Mejor Arquitecto del Mundo". (Entrevista con Antonio Lucas). En: *El Mundo*. 17 de julio, 2016. Translated by the author. Juhani Pallasmaa says: "The obsession with comfort in modern life – today architecture is often identified with comfort – eradicates experimental meaning and turns life into a parody akin to Jacques Tati's cinematic portrayals of modernity. 'Home has become mere horizontality', Gaston Bachelard laments and quotes Joë Bousquet's sad description of the modern man: 'He is a man with only one story: he has his cellar in his attic'". PALLASMAA, J. *Op. Cit.* p. 40. Pallasmaa refers to Gaston Bachelard in: LEFORT, C. (ed.). *The Intertwinning - The Chiasm. The Visible and The Invisible* (Evanston, IL: Northwestern University Press, 1969). <http://www.elmundo.es/papel/historias/2016/07/17/5788c56ae2704efa618b45c4.html>
3. RUDOFSKY, B. *Architecture Without Architects. A Short Introduction to Non-Pedigreed Architecture*. New Mexico: University of New Mexico Press/Museum of Modern Art, 1964. p. 3.
4. MARTÍ ARÍS, C. from the introduction of the spanish version. VACCHINI, L. *Obra Maestras*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009. p. 7. Translated by the author.
5. VACCHINI, L. "Arquitectura, historia y rito". En: DPA, *Documents de Proyectos d'Arquitectura*, n. 23, 2007. pp. 6 y 7. Translated by Carlos Martí.
6. ÁBALOS, I. "La belleza termodinámica". En: *Circo 2008.157*. Madrid: CIRCO, 2008. p. 2. Translated by the author.
7. ÁBALOS, I. *Op. Cit.* p. 2.
8. "An architect should be familiar with the sun analysis before justifying the form of the building". En: BEHLING, E. S.; BEHLING, S.; SCHINDLER, B. "Sol Power: The Evolution of Solar Architecture". *Leonardo*, vol. 30, n. 3. MIT Press, 1997. p. 238.
9. ÁBALOS, I. *Op. Cit.* pp. 7 y 8.
10. MARTÍ ARÍS, C. "Abstracción en arquitectura. Una definición". En: *Lecciones de Equilibrio*. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos, 2005.
11. DE MOLINA, S. *Malditas instalaciones*, 16 de Mayo, 2016. <http://www.santiagodemolina.com/2016/05/malditas-instalaciones.html>.
12. WARD, M. "The Ambitious Architecture of Barcelona". En: *Australian Design Review*. Melbourne, august 19th, 2010.
13. WARD, M. *Op. Cit.*
14. WARD, M. *Op. Cit.*
15. SWAN, S. *Elegant Solutions. Saudi Aramco World*. July/August 1999, vol. 50, n. 4.
16. GUITART, M. "The Failed Utopia of a Modern African Vernacular: Hassan Fathy in New Gourna". En: *Journal of Architectural Education* 68:2. Washington D. C., 2014. p. 169.
17. GUITART, M. *Op. Cit.* p. 170.
18. "The Filter as Transitional Space". En: GUITART, M. *Behind Architectural Filters: Phenomena of Interference*. New York: Routledge/Taylor&Francis, 2022.
19. GARÓFALO, L; GUITART, M. and KHAN, O. "Porous Mass: Terra-Cotta Redefined Through Advanced Fabrication". *Technology, Art + Design (TAD)* vol. 4:2, 2020. p. 232.
20. GARÓFALO, L. *et al. Op. Cit.* p. 240.
21. GARÓFALO, L. *et al. Op. Cit.* p. 239.
22. ÁBALOS, I. *Op. Cit.* pp. 3 y 4.
23. MOE, K. *Convergence: An Architectural Agenda for Energy*. London: Routledge, 2014.
24. MOE, K. *Thermally Active Surfaces in Architecture*. New York: Princeton Architectural Press, 2010. pp. 35-37.