

26

• **EDITORIAL** • CLIMAS CÁLIDOS: VIAJES DE ARQUITECTURA Y APRENDIZAJES ENTRE TIEMPOS Y CULTURAS / WARM CLIMATES: JOURNEYS IN ARCHITECTURE AND LESSONS FROM TIME AND CULTURES. Amadeo Ramos-Carranza • **ENTRE LÍNEAS** • CLIMA Y CULTURA. ARQUITECTURA MODERNA EN ÁFRICA / CLIMATE AND CULTURE. MODERN ARCHITECTURE IN AFRICA. Ana Tostões • **ARTÍCULOS** • **ITÁLICA**. REVISIÓN CRÍTICA DE CUATRO CASAS ROMANAS SIN VENTANAS / ITALICA. CRITICAL REVIEW OF FOUR ROMAN HOUSES WITHOUT WINDOWS. Valentín Trillo Martínez; Fernando Amores Carredano • **EL AGUA Y EL CARACOL**. ATMÓSFERAS ADIABÁTICAS A TRAVÉS DE LAS MAQUETAS DE LAS VILLAS À LA MODE TROPICALE DE LE CORBUSIER / WATER AND THE SNAIL: ADIABATIC ATMOSPHERES THROUGH SCALE MODELS OF THE VILLAS À LA MODE TROPICALE OF LE CORBUSIER. Miguel Ángel de la Cova Morillo-Velarde • **CONVERSACIONES EN EL TRÓPICO**. EL DIÁLOGO ARQUITECTÓNICO ENTRE FERNANDO HIGUERAS Y CÉSAR MANRIQUE / CONVERSATIONS IN THE TROPIC. THE ARCHITECTURAL DIALOGUE BETWEEN FERNANDO HIGUERAS AND CÉSAR MANRIQUE. Javier Navarro-de-Pablos; Esther Mayora-Campa • **SUDCALIFORNIA COMO CASO DE ESTUDIO DEL INTERSTICIO CLIMÁTICO DEL HÁBITAT URBANO** / SOUTH CALIFORNIA AS A CASE STUDY OF CLIMATE INTERSTICE IN URBAN HABITATS. Isamar Anicia Herrera Piñuelas; Alfred Esteller Agustí; Adolfo Vigil de Insausti • **TECNOLOGÍA PARA EL ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR: EL PARQUE CENTRAL DE TAICHUNG** / OUTDOOR AIR-CONDITIONING TECHNOLOGY: TAICHUNG CENTRAL PARK. Javier Vázquez Renedo; Jesús García Herrero; César Bedoya Frutos • **RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS** • **IMIKE RILEY, ALISON COTGRAVE AND MICHAEL FARRAGHER (EDS.): BUILDING DESIGN, CONSTRUCTION AND PERFORMANCE IN TROPICAL CLIMATES**. Francisco Oliveira • **BENEDITO, SILVIA: ATMOSPHERE ANATOMIES: ON DESIGN, WEATHER AND SENSATION**. Javier García-Germán • **DONALD LESLIE JOHNSON: ON FRANK LLOYD WRIGHT'S CONCRETE ADOBE IRVING GILL, RUDOLPH SCHINDLER AND THE AMERICAN SOUTHWEST**. José Ramón Sola Alonso



PA  
P  
PROYECTO  
PROGRESO  
ARQUITECTURA

ARQUITECTURAS PARA  
TIEMPOS CÁLIDOS  
26



**ARQUITECTURAS PARA  
TIEMPOS CÁLIDOS**

**26**

REVISTA PROYECTO PROGRESO ARQUITECTURA

N26

arquitecturas para *tiempos cálidos*



PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA. **N24** MAYO 2021 (AÑO XII)

## arquitecturas ampliadas

EDITA

Editorial Universidad de Sevilla. Sevilla

DIRECCIÓN CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

E.T.S. de Arquitectura. Avda Reina Mercedes, nº 2 41012–Sevilla.

Amadeo Ramos Carranza, Dpto. Proyectos Arquitectónicos.

e-mail: [revistappa.direccion@gmail.com](mailto:revistappa.direccion@gmail.com)

EDICIÓN ON–LINE

Portal informático <https://revistascientificas.us.es/index.php/ppa>

Portal informático Grupo de Investigación HUM–632

<http://www.proyectoprogresoarquitectura.com>

Portal informático Editorial Universidad de Sevilla <http://www.editorial.us.es/>

© EDITORIAL UNIVERSIDAD DE SEVILLA, 2019.

Calle Porvenir, 27. 41013 SEVILLA. Tfs. 954487447 / 954487451

Fax 954487443. [[eus4@us.es](mailto:eus4@us.es)] [<http://www.editorial.us.es>]

© TEXTOS: SUS AUTORES,

© IMÁGENES: SUS AUTORES Y/O INSTITUCIONES

DISEÑO PORTADA:

**Rosa María Añón Abajas – Amadeo Ramos Carranza**

En base a la fotografía: molinos en la arquitectura popular de Lanzarote. En MANRIQUE, César; ESPINOSA, Agustín de. *Lanzarote: arquitectura inédita*. Arrecife: Cabildo Insular Lanzarote, 1974

DISEÑO PLANTILLA PORTADA–CONTRAPORTADA

**Miguel Ángel de la Cova Morillo–Velarde**

DISEÑO PLANTILLA MAQUETACIÓN

**Maripi Rodríguez**

MAQUETACIÓN

**Referencias Cruzadas**

CORRECCION ORTOTIPOGRÁFICA

**José Antonio Duarte**

ISSN (ed. impresa): 2171–6897

ISSN–e (ed. electrónica): 2173–1616

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa>

DEPÓSITO LEGAL: SE–2773–2010

PERIODICIDAD DE LA REVISTA: MAYO Y NOVIEMBRE

IMPRIME: PODIPRINT

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta revista puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Las opiniones y los criterios vertidos por los autores en los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de los mismos.



GRUPO DE INVESTIGACION HUM–632  
*PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA*  
<http://www.proyectoprogresoarquitectura.com>



COLABORA DPTO. PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla.  
<http://www.departamento.us.es/dpaetsas>

**DIRECCIÓN**

**Dr. Amadeo Ramos Carranza.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España

**SECRETARÍA**

**Dra. Rosa María Añón Abajas.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España

**EQUIPO EDITORIAL**

*Edición:*

**Dr. Amadeo Ramos Carranza.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dra. Rosa María Añón Abajas.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dr. Francisco Javier Montero Fernández.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dra. Esther Mayoral Campa.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dr. Miguel Ángel de la Cova Morillo–Velarde.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dr. Germán López Mena.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dra. Gloria Rivero Lamela.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Guillermo Pavón Torrejón.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

*Externos edición (asesores):*

**Dr. José Altés Bustelo.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid. España.

**Dr. Carlos Arturo Bell Lemus.** Facultad de Arquitectura. Universidad del Atlántico. Colombia.

**Dr. José de Coca Leicher.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. España.

**Dra. Patricia de Diego Ruiz.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Geodesia. Universidad Alcalá de Heranes. España.

**Dr. Alfonso del Pozo y Barajas.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dr. Jaume J. Ferrer Fores.** Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. España.

**Dra. Laura Martínez Guereño.** El School of Architecture & Design, IE University, Madrid; Segovia. España.

**Dra. Clara Mejía Vallejo.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia. España.

**Dra. Luz Paz Agras.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidade da Coruña. España.

**Dra. Marta Sequeira.** CIAUD, Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa, Portugal.

**SECRETARÍA TÉCNICA**

**Dra. Gloria Rivero Lamela.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**EDITORIA Y COORDINACION CONTENIDOS CIENTÍFICOS DEL NÚMERO**

**Dra. Rosa María Añón Abajas.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**COMITÉ CIÉNTIFICO**

**Dr. Carlo Azteni.** DICAAR. Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura. University Of Cagliari. Italia.

**Dra. Maristella Casciato.** GETTY Research Institute, GETTY, Los Angeles. Estados Unidos.

**Dra. Anne Marie Châtelet.** École Nationale Supérieure D'Architecture de Strasbourg (ENSAS). Francia.

**Dr. Jean Louis Cohen.** Institute of Fine Arts, New York University. Estados Unidos.

**Dra. Josefina González Cubero.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid. España.

**Dr. José Manuel López Peláez.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. España.

**Dra. Margarida Louro.** Faculdade de Arquitetura. Universidade de Lisboa. Portugal.

**Dra. Maite Méndez Baiges.** Departamento de Historia del Arte. Universidad de Málaga. España.

**Dr. Dietrich C. Neumann.** Brown University In Providence, Ri (John Nicholas Brown Center For Public Humanities And Cultural Heritage). Estados Unidos.

**Dr. Víctor Pérez Escolano.** Catedrático Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dr. Jorge Torres Cuelco.** Catedrático Proyectos Arquitectónicos. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universitat Politècnica de València. España.

**Dr. ir. Frank van der Hoeven,** TU DELFT. Architecture and the Built Environment, Netherlands

**CORRESPONSALES**

**Pablo de Sola Montiel.** The Berlage Centre for Advanced Studies in Architecture and Urban Design. Países Bajos.

**Dr. Plácido González Martínez.** Tongji University Caup (College Of architecture & Urban Planing). Shangai, China.

**Patrícia Marins Farias.** Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal da Bahia. Brasil.

**Dr. Daniel Movilla Vega.** Umeå School of Architecture. Umeå University. Suecia.

**Dr. Pablo Sendra Fernández.** The Bartlett School of Planning. University College London. Inglaterra.

**Alba Zarza Arribas.** Centro de Estudos Arnaldo Araújo, Porto. Portugal.

**Dra. María Elena Torres Pérez.** Facultad de Arquitectura. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida. México.

**TEXTOS VIVOS**

**Dr. Francisco Javier Montero Fernández.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

**Dra. Esther Mayoral Campa.** Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Sevilla. España.

## SERVICIOS DE INFORMACIÓN

### CALIDAD EDITORIAL

La Editorial Universidad de Sevilla cumple los criterios establecidos por la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora para que lo publicado por el mismo sea reconocido como “de impacto” (Ministerio de Ciencia e Innovación, Resolución 18939 de 11 de noviembre de 2008 de la Presidencia de la CNEAI, Apéndice I, BOE nº 282, de 22.11.08).

La Editorial Universidad de Sevilla forma parte de la U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas) ajustándose al sistema de control de calidad que garantiza el prestigio e internacionalidad de sus publicaciones.

### PUBLICATION QUALITY

*The Editorial Universidad de Sevilla fulfils the criteria established by the National Commission for the Evaluation of Research Activity (CNEAI) so that its publications are recognised as “of impact” (Ministry of Science and Innovation, Resolution 18939 of 11 November 2008 on the Presidency of the CNEAI, Appendix I, BOE No 282, of 22.11.08).*

*The Editorial Universidad de Sevilla operates a quality control system which ensures the prestige and international nature of its publications, and is a member of the U.N.E. (Unión de Editoriales Universitarias Españolas–Union of Spanish University Publishers).*

Los contenidos de la revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA aparecen en:

### bases de datos: indexación



SELLO DE CALIDAD EDITORIAL FECYT 2019. RENOVADO 2020-2021 Nº certificado: 385-2021

WoS. Arts & Humanities Citation Index.

SCOPUS.

AVERY. Avery Index to Architectural Periodicals

REBID. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico

EBSCO. Fuente Académica Premier

EBSCO. Art Source

DOAJ, Directory of Open Access Journals

PROQUEST (Arts & Humanities, full text)

DIALNET

ISOC (Producida por el CCHS del CSIC)

### catalogaciones: criterios de calidad

RESH (Revistas Españolas de Ciencias Sociales y Humanidades).

Catálogos CNEAI (16 criterios de 19). ANECA (18 criterios de 21). LATINDEX (35 criterios sobre 36).

DICE (CCHS del CSIC, ANECA).

MIAR, Matriu d'Informació per a l'Avaluació de Revistes. Campo ARQUITECTURA

CLASIFICACIÓN INTEGRADA DE REVISTAS CIENTÍFICAS (CIRC–CSIC): A

ERIHPLUS

SCIRUS, for Scientific Information.

ULRICH'S WEB, Global Serials Directory.

ACTUALIDAD IBEROAMERICANA.

CWTS Leiden Ranking (Journal indicators)

### catálogos on–line bibliotecas notables de arquitectura:

CLIO. Catálogo on–line. Columbia University. New York

HOLLIS. Catálogo on–line. Harvard University. Cambridge. MA

SBD. Sistema Bibliotecario e Documentale. Instituto Universitario di Architettura di Venezia

OPAC. Servizi Bibliotecari di Ateneo. Biblioteca Centrale. Politecnico di Milano

COPAC. Catálogo colectivo (Reino Unido)

SUDOC. Catálogo colectivo (Francia)

ZBD. Catálogo colectivo (Alemania)

REBIUN. Catálogo colectivo (España)

OCLC. WorldCat (Mundial)

## EVALUACIÓN EXTERNA POR PARES Y ANÓNIMA.

El Consejo Editorial remitirá el artículo a dos expertos revisores anónimos dentro del campo específico de investigación y crítica de arquitectura, según el modelo doble ciego.

El director de la revista comunicará a los autores el resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que éstos hayan utilizado para enviar el artículo. El director comunicará al autor principal el resultado de la revisión (publicación sin cambios; publicación con correcciones menores; publicación con correcciones importantes; no aconsejable para su publicación), así como las observaciones y comentarios de los revisores.

Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deberán reenviar una nueva versión del artículo, atendiendo a las demandas y sugerencias de los evaluadores externos. Los artículos con correcciones importantes serán remitidos al Consejo Asesor para verificar la validez de las modificaciones efectuadas por el autor. Los autores pueden aportar también una carta al Consejo Editorial en la que indicarán el contenido de las modificaciones del artículo. Los artículos con correcciones importantes serán remitidos al Consejo Asesor para verificar la validez de las modificaciones efectuadas por el autor.

## DECLARACIÓN ÉTICA SOBRE PUBLICACIÓN Y MALAS PRÁCTICAS

La revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA (PPA) está comprometida con la comunidad académica en garantizar la ética y calidad de los artículos publicados. Nuestra revista tiene como referencia el Código de Conducta y Buenas Prácticas que, para editores de revistas científicas, define el COMITÉ DE ÉTICA DE PUBLICACIONES (COPE).

Así nuestra revista garantiza la adecuada respuesta a las necesidades de los lectores y autores, asegurando la calidad de lo publicado, protegiendo y respetando el contenido de los artículos y la integridad de los mismo. El Consejo Editorial se compromete a publicar las correcciones, aclaraciones, retracciones y disculpas cuando sea preciso.

En cumplimiento de estas buenas prácticas, la revista PPA tiene publicado el sistema de arbitraje que sigue para la selección de artículos así como los criterios de evaluación que deben aplicar los evaluadores externos –anónimos y por pares, ajenos al Consejo Editorial–. La revista PPA mantiene actualizados estos criterios, basados exclusivamente en la relevancia científica del artículo, originalidad, claridad y pertinencia del trabajo presentado.

Nuestra revista garantiza en todo momento la condifidencialidad del proceso de evaluación: el anonimato de los evaluadores y de los autores; el contenido evaluado; los informes razonados emitidos por los evaluadores y cualquier otra comunicación emitida por los consejos Editorial, Asesor y Científico si así procediese.

Igualmente quedan afectados de la máxima confidencialidad las posibles aclaraciones, reclamaciones o quejas que un autor desee remitir a los comités de la revista o a los evaluadores del artículo.

La revista PROYECTO, PROGRESO, ARQUITECTURA (PPA) declara su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por esta razón, el plagio está estrictamente prohibido y los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento, serán eliminados o no publicados por la revista PPA. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por nuestra revista, los autores han de garantizar que el artículo y los materiales asociados a él son originales o no infringen derechos de autor. También los autores tienen que justificar que, en caso de una autoría compartida, hubo un consenso pleno de todos los autores afectados y que no ha sido presentado ni publicado con anterioridad en otro medio de difusión.

## EXTERNAL ANONYMOUS PEER REVIEW.

*Editorial Board will be sent to two anonymous experts, within the specific field of architectural investigation and critique, for a double blind review.*

*The Director of the journal will communicate the result of the reviewers' evaluations to the authors by electronic mail, to the address used to send the article. The Director will communicate the result of the review (publication without changes; publication with minor corrections; publication with significant corrections; its publication is not advisable), as well as the observations and comments of the reviewers, to the main author.*

*If the manuscript has been accepted with modifications, the authors will have to resubmit a new version of the article, addressing the requirements and suggestions of the external reviewers. The articles with corrections will be sent to Advisory Board for verification of the validity of the modifications made by the author. The authors can also send a letter to the Editorial Board, in which they will indicate the content of the modifications of the article.*

## ETHICS STATEMENT ON PUBLICATION AND BAD PRACTICES

*PROYECTO, PROGRESO ARQUITECTURA (PPA) makes a commitment to the academic community by ensuring the ethics and quality of its published articles. As a benchmark, our journal uses the Code of Conduct and Good Practices which, for scientific journals, is defined for editors by the PUBLICATION ETHICS COMMITTEE (COPE).*

*Our journal thereby guarantees an appropriate response to the needs of readers and authors, ensuring the quality of the published work, protecting and respecting the content and integrity of the articles. The Editorial Board will publish corrections, clarifications, retractions and apologies when necessary.*

*In compliance with these best practices, PPA has published the arbitration system that is followed for the selection of articles as well as the evaluation criteria to be applied by the anonymous, external peer–reviewers. PPA keeps these criteria current, based solely on the scientific importance, the originality, clarity and relevance of the presented article.*

*Our journal guarantees the confidentiality of the evaluation process at all times: the anonymity of the reviewers and authors; the reviewed content; the reasoned report issued by the reviewers and any other communication issued by the editorial, advisory and scientific boards as required.*

*Equally, the strictest confidentiality applies to possible clarifications, claims or complaints that an author may wish to refer to the journal's committees or the article reviewers.*

*PROYECTO, PROGRESO ARQUITECTURA (PPA) declares its commitment to the respect and integrity of work already published. For this reason, plagiarism is strictly prohibited and texts that are identified as being plagiarized, or having fraudulent content, will be eliminated or not published in PPA. The journal will act as quickly as possible in such cases. In accepting the terms and conditions expressed by our journal, authors must guarantee that the article and the materials associated with it are original and do not infringe copyright. The authors will also have to warrant that, in the case of joint authorship, there has been full consensus of all authors concerned and that the article has not been submitted to, or previously published in, any other media.*

*editorial*

- CLIMAS CÁLIDOS: VIAJES DE ARQUITECTURA Y APRENDIZAJES ENTRE TIEMPOS Y CULTURAS / WARM CLIMATES: JOURNEYS IN ARCHITECTURE AND LESSONS FROM *TIME* AND CULTURES**  
Amadeo Ramos-Carranza - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.10>) 14

*entre líneas*

- CLIMA Y CULTURA. ARQUITECTURA MODERNA EN ÁFRICA / CLIMATE AND CULTURE. MODERN ARCHITECTURE IN AFRICA**  
Ana Tostões - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.01>) 18

*artículos*

- ITÁLICA. REVISIÓN CRÍTICA DE CUATRO CASAS ROMANAS SIN VENTANAS / ITALICA. CRITICAL REVIEW OF FOUR ROMAN HOUSES WITHOUT WINDOWS**  
Valentín Trillo Martínez; Fernando Amores Carredano - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.02>) 32

- EL AGUA Y EL CARACOL. ATMÓSFERAS ADIABÁTICAS A TRAVÉS DE LAS MAQUETAS DE LAS VILLAS À LA *MODE TROPICALE* DE LE CORBUSIER / WATER AND THE SNAIL: ADIABATIC ATMOSPHERES THROUGH SCALE MODELS OF THE VILLAS À LA *MODE TROPICALE* OF LE CORBUSIER**  
Miguel Ángel de la Cova Morillo-Velarde - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.03>) 48

- CONVERSACIONES EN EL TRÓPICO. EL DIÁLOGO ARQUITECTÓNICO ENTRE FERNANDO HIGUERAS Y CÉSAR MANRIQUE / CONVERSATIONS IN THE TROPIC. THE ARCHITECTURAL DIALOGUE BETWEEN FERNANDO HIGUERAS AND CÉSAR MANRIQUE**  
Javier Navarro-de-Pablos; Esther Mayora-Campa - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.04>) 66

- SUDCALIFORNIA COMO CASO DE ESTUDIO DEL INTERSTICIO CLIMÁTICO DEL HÁBITAT URBANO / SOUTH CALIFORNIA AS A CASE STUDY OF CLIMATE INTERSTICE IN URBAN HABITATS**  
Isamar Anicia Herrera Piñuelas; Alfred Esteller Agustí; Adolfo Vigil de Insausti - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.05>) 86

- TECNOLOGÍA PARA EL ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR: EL PARQUE CENTRAL DE TAICHUNG / OUTDOOR AIR-CONDITIONING TECHNOLOGY: TAICHUNG CENTRAL PARK**  
Javier Vázquez Renedo; Jesús García Herrero; César Bedoya Frutos - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.06>) 100

*reseña bibliográfica TEXTOS VIVOS*

- MIKE RILEY, ALISON COTGRAVE AND MICHAEL FARRAGHER (EDS.): BUILDING DESIGN, CONSTRUCTION AND PERFORMANCE IN TROPICAL CLIMATES**  
Francisco Oliveira - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.07>) 118

- BENEDITO, SILVIA: ATMOSPHERE ANATOMIES: ON DESIGN, WEATHER AND SENSATION**  
Javier García-Germán - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.08>) 120

- DONALD LESLIE JOHNSON: ON FRANK LLOYD WRIGHT'S CONCRETE ADOBE IRVING GILL, RUDOLPH SCHINDLER AND THE AMERICAN SOUTHWEST**  
José Ramón Sola Alonso - (DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.09>) 122

## TECNOLOGÍA PARA EL ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR: EL PARQUE CENTRAL DE TAICHUNG

OUTDOOR AIR-CONDITIONING TECHNOLOGY: TAICHUNG CENTRAL PARK

Javier Vázquez Renedo (<https://orcid.org/0000-0001-5780-696X>)

Jesús García Herrero (<https://orcid.org/0000-0002-6657-0618>)

César Bedoya Frutos (<https://orcid.org/0000-0001-6756-0713>)

**RESUMEN** En 2018 se inauguró el parque central de Taichung en Taiwán, proyectado por el arquitecto suizo Philippe Rahm. El también conocido como Jade Eco Park, parte del análisis de las condiciones medioambientales del entorno para configurar el espacio exterior según diferentes valores de temperatura, humedad y contaminación. Para ello se emplean elementos pasivos y naturales entrelazados con dispositivos mecánicos que utilizan energías renovables. En un periodo donde las condiciones climáticas exteriores cada vez van a ser más adversas, la tecnología utilizada en este proyecto puede ser muy útil para los desarrollos urbanos en zonas cálidas. El artículo aprovecha la descripción del proyecto para exponer la vinculación entre la visión atmosférica de Philippe Rahm, con los planteamientos teóricos desarrollados anteriormente por György Kepes o Richard Buckminster Fuller a escala urbana. Además, se pretende reflexionar sobre la idoneidad de emplear estos sistemas de acondicionamiento urbano para mejorar las condiciones exteriores de regiones como la del Mediterráneo. Aunque las características ambientales de la tecnología empleada están intrínsecamente relacionadas con la concepción fenomenológica del proyecto, se intenta diferenciar aquellas actuaciones que, más allá de aportar una experiencia sensorial, tienen un marcado uso climático y se podrían adaptar fácilmente con esta finalidad en otros proyectos.

**PALABRAS CLAVE** clima; arquitectura; entorno; ambiente; Philippe Rahm.

**SUMMARY** Taichung Central Park in Taiwan, also known as Jade Eco Park, was designed by the Swiss architect Philippe Rahm and was inaugurated in 2018. On the basis of the analysis of the environmental conditions of the site, it configures the outer space according to different values of temperature, humidity and pollution. For this aim, passive and natural elements are used, intertwined with mechanical devices that use renewable energies. At this time of increasingly adverse outdoor weather conditions, the technology used in this project can be very useful for urban developments in hot areas. This article uses the description of the project to show the link between the atmospheric perspectives of Philippe Rahm, with the theoretical approaches previously developed by György Kepes or Richard Buckminster Fuller on an urban scale. Furthermore, it is intended to reflect on the suitability of using these urban conditioning systems in order to improve the external conditions in other areas such as those in the Mediterranean region. Although the environmental characteristics of the implemented technology are intrinsically related to the phenomenological conception of the project, it attempts to highlight those actions that, beyond providing a sensory experience, have a specific climatic use and could be easily adapted for this purpose in other projects.

**KEYWORDS** climate; architecture; site; environment; Philippe Rahm.

Persona de contacto / Corresponding author: ja.vazquez.ren@gmail.com. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid.

Proyecto, Progreso, Arquitectura. N26 Arquitecturas para tiempos cálidos. Mayo 2022. E. Universidad de Sevilla. ISSN 2171-6897 / ISSN 2173-1616 / 21-09-2021 recepción - aceptación 06-04-2022. DOI <http://dx.doi.org/10.12795/ppa.2022.i26.06>

### EL CLIMA COMO PILAR FUNDAMENTAL DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El avance del sexto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)<sup>1</sup> refuerza la evidencia de que en las próximas décadas aumentarán los fenómenos climáticos extremos. En la región mediterránea, con el aumento de temperatura también se prevé el incremento de sequías, incendios y desertización. Para combatir estos efectos la arquitectura está obligada, en primer lugar, a basarse en desarrollos sostenibles y al empleo de energías renovables. En segundo lugar, es necesario que ofrezca soluciones habitables, que se adapten a los cambios climáticos, para facilitar las mejores condiciones de vida posibles. Mejorar las condiciones de habitabilidad frente al clima es una de las características fundamentales de la arquitectura y se lleva realizando desde sus orígenes, pero el cambio climático introduce modificaciones que es necesario tener en cuenta.

Este cambio ha contribuido a poner el foco de atención en las características del ambiente. Peter Sloterdijk remarcó a principios del siglo XXI la importancia del entorno frente al objeto y el sujeto.<sup>2</sup> El lugar del hombre en el mundo, visto desde esta perspectiva, está condicionado por el ambiente que habitamos. El individuo establece una relación empática con la realidad que le rodea, se percibe a sí mismo como una parte del todo. Un todo que es un espacio continuo compuesto por un complejo sistema desarrollado para la vida. Dentro de las distintas líneas de trabajo, existe una corriente centrada en el espacio vacío que deja el entorno construido y sus cualidades sensibles; una arquitectura que podemos definir como ambiental o atmosférica. En estos casos el proyecto emplea un conjunto de herramientas, como la luz, la presión, la humedad o la temperatura, para definir el espacio.

Philippe Rahm lleva años trabajando en esta línea definida por sus cualidades sensoriales. El arquitecto suizo, nacido en 1967, trabajó con Jean-Gilles Décosterd

- 1 INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, 2021.
- 2 SLOTERDIJK, Peter. Trilogía *Esferas*. Ed. en castellano, traducido por Reguera, Isidoro. Madrid: Siruela, 2017; 2004; 2018. ISBN: Tomo I: 9788478446544; Tomo II: 9788478447541; Tomo III: 9788478449514.

1. Olafur Eliasson. Espacios interiores de la exposición "The mediated motion" en el Kunsthaus de Bregenz, 2001.



1

hasta 2004 y actualmente tiene su propia oficina con sede en París. Ha desarrollado su trabajo desde la práctica en distintos campos, participando en numerosas exposiciones, bienales de arquitectura y publicaciones. Además, ha impartido docencia entre otras facultades en la Escuela de Diseño de Harvard.<sup>3</sup> Su arquitectura abarca desde la escala fisiológica a la meteorológica, enfocando el proyecto según parámetros ambientales y dando mucha más libertad a la función. Si la función de los espacios está condicionada por sus cualidades, entre ellas las características climáticas, la distribución del programa deja de ser el punto de partida.<sup>4</sup> Un sistema de acondicionamiento que permita al usuario modificar las variables de confort otorga a los espacios la flexibilidad suficiente a lo largo del tiempo para adaptar su uso frente a cambios climáticos extremos.

El espacio se configura como un ambiente artificial y natural, es decir, un ambiente acondicionado para el confort pero tendente a las características de un clima natural y no un estándar basado en los parámetros del metabolismo humano. Surge así la idea de una construcción ambiental como escenario de la naturaleza, es decir, de lo diverso, asimétrico y desequilibrado. Una segunda naturaleza que asegura una geografía espacial heterogénea. Todo este estudio de las afecciones fisiológicas del clima construido repercute en una arquitectura que va

más allá de las características materiales del espacio. Lo sensible y lo invisible pasan a formar parte de la paleta de colores con los que se dibuja el proyecto.

Estos valores se pueden emplear para acercar al individuo con el clima, la geografía y el tiempo del espacio habitado, en una vinculación entre el entorno a escala individual y el que nos corresponde a escala social. En este sentido no podemos dejar de mencionar la obra de Olafur Eliasson, por ejemplo, en la intervención que realizó en el Kunsthaus Bregenz (Austria), donde se recrearon distintos paisajes climáticos (figura 1). En la mediación de la construcción artificial de entornos que evocan regiones dispares a lo largo del planeta el artista no pierde de vista la vinculación con el entorno inmediato donde se sitúa. En la introducción explicaba al visitante que la exposición estaba intrínsecamente relacionada con su entorno:

*"Antes de entrar a la muestra, ¿os fijasteis en qué tiempo hacia fuera? Si dijera que el clima de Bregenz forma parte de la exposición -que es una pieza adicional-, ¿me creeríais? Supongo que no se trata de si yo elaboré el clima o no; de hecho, yo no he creado nada de lo que hay en la exposición. Solo decidí qué elementos debían formar parte de la muestra y cuáles no. Al decidir dónde iba a empezar y dónde iba a acabar la exposición, me di cuenta (como siempre) de que el tema de si el clima forma parte o no de la exposición es irrelevante, puesto que no podía*

3 Harvard University's Graduate School of Design, de 2014 a 2016.

4 RAHM, Philippe. La forme et la fonction suivent le climat. En: *Environ(ne)ment. Manières d'agir pour demain/Approaches for tomorrow*. Montreal-Milán: Canadian Centre for Architecture-Skira, 2006, pp 128-137. Ed. en castellano de GARCÍA-GERMÁN, Javier (comp.). En: *De lo mecánico a lo termodinámico. Por una definición energética de la arquitectura y del territorio*. Barcelona: Gustavo Gili, 2010, pp. 199-207. ISBN: 9788425223471.

*elegir -el clima siempre forma parte de ella, lo quiera yo o no-, a la vez que la exposición forma parte del clima.*"<sup>5</sup>

Obviamente, en el texto también se hacía referencia a la importancia del edificio proyectado por Peter Zumthor y el resto de los condicionantes del entorno que afectaban a la exposición. El artista danés tiene claro que, desde la pérdida de la objetualidad de la pieza artística como ente autónomo, el entorno, la temporalidad y el espectador son partes fundamentales de la obra.

Al igual que en las obras de Olafur Eliasson, los proyectos de Philippe Rahm a menudo han estado destinados a la reflexión y experimentación del visitante. Las obras se exponen en museos o exposiciones de arquitectura como modelos conceptuales. Así sucede, por ejemplo, en el Hormonarium,<sup>6</sup> donde se trabaja en los límites entre el espacio construido y el organismo, con un ambiente que modifica los procesos fisicoquímicos de producción y gestión hormonal. Sin embargo, en otros casos el arquitecto suizo ha tenido ocasión de aplicar estos mismos criterios a proyectos sin un carácter expositivo. Esto sucede principalmente en edificios residenciales, como el conjunto de viviendas Mollier Houses,<sup>7</sup> donde se basa en el diagrama de presión-entalpía de Mollier para definir una concatenación de espacios con distintos valores de humedad relativa.

Además de las diferencias que se pueden intuir de carácter económico o práctico entre un tipo de proyecto y otro, existe una diferencia climática fundamental; un ambiente que puede ser magnífico para la experimentación y la reflexión de forma puntual, puede resultar todo lo contrario para el uso diario y las actividades cotidianas. Puede verse que, en estos proyectos, Rahm se aleja de la construcción de un ambiente concreto a favor de la construcción de distintos ambientes interconectados, que permitan mayor flexibilidad de uso. La evolución de

la tecnología de control está permitiendo que cada día sea más fácil implementar sistemas flexibles, en cuanto a sus características climáticas, fomentando que un mismo espacio se pueda adaptar a distintas cualidades ambientales según las necesidades del usuario. Este punto abre un amplio abanico de posibilidades al diseño ambiental, que anteriormente estaba más comprimido por la construcción de un ambiente con cualidades climáticas estáticas (figuras 2 y 3).

En el parque central de Taichung, Philippe Rahm ha tenido ocasión de llevar a la práctica muchos de los conceptos desarrollados en proyectos anteriores, aglutinándolos en un proyecto más global. Dicho proyecto no se centra en una característica concreta como la humedad o la radiación solar, sino que aprovecha su extensión para crear un paisaje diverso, que contempla distintos aspectos climáticos y que le confiere un carácter ambiental más completo y realista.

#### TECNOLOGÍA APLICADA SOBRE LAS BASES TEÓRICAS DE LOS AÑOS SETENTA

Para entender la trayectoria de estos sistemas artificiales, debemos remontarnos, por lo menos, a los años sesenta y setenta del siglo xx. Durante este periodo, con el desarrollismo tecnológico, la crisis del petróleo y el auge de la sostenibilidad, el interés por las características ambientales del espacio creció exponencialmente. En 1972 György Kepes publicó dos artículos en *Arts of the environments*<sup>8</sup> donde reflexionaba sobre la relación entre el sujeto y su entorno. Apoyado en fotomontajes realizados por Juan Navarro Baldeweg (figura 4), Kepes proponía desarrollar nuevos sistemas de control artificial que permitieran entornos más sostenibles e inclusivos.<sup>9</sup>

*"Algunos arquitectos e ingenieros jóvenes e imaginativos van más allá de la masa y experimentan con las po-*

5 ELIASSON, Olafur. *Leer es respirar, es devenir: escritos de Olafur Eliasson*. Barcelona: Gustavo Gili, 2012, p. 16. ISBN: 978-84-252-2543-7.

6 Pabellón Suizo en la octava Bienal de Arquitectura de Venecia, Italia, 2002.

7 El proyecto de 2005 genera el gradiente de humedad para aproximarse al entorno, situado en el embalse de Vassivière, Limousin, Francia.

8 KEPES, György. *Arts of the Environment*. Nueva York: George Braziller, 1972. Ed. Castellano: Traducción de Nely Coarasa. *El arte del ambiente*. Buenos Aires: Editorial Víctor Leru, 1978.

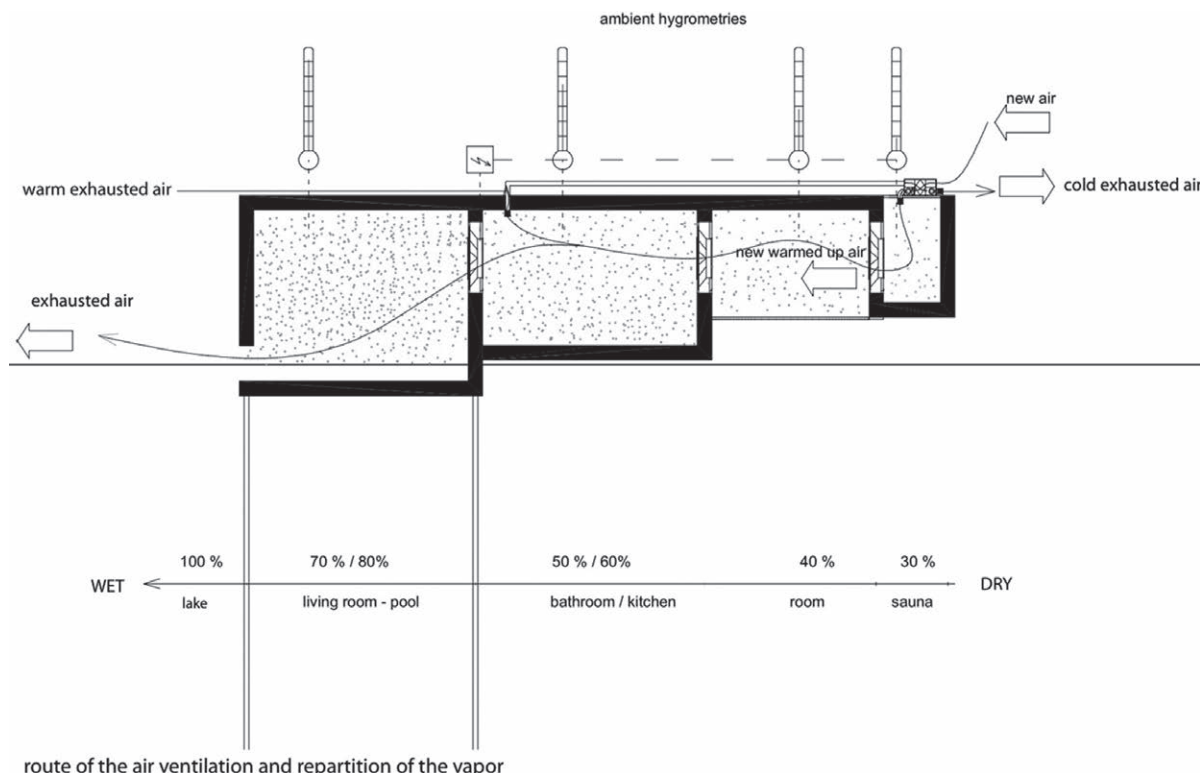
9 LORENZO CUEVA, Covadonga. La influencia de György Kepes en la obra temprana de Juan Navarro Baldeweg realizada en el Center for Advanced Visual Studies del MIT (1971-1975). En: *Ra. Revista de Arquitectura* [en línea]. Universidad de Navarra, enero 2017, n.º 19, pp. 67-78 [consulta: 24-08-2021]. ISSN: 1138-5596. Disponible en: <https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/11724>. DOI: <https://doi.org/10.15581/014.19.67-78>.





2

2. Philippe Rahm. Hormonarium, 2002.
3. Philippe Rahm. Mollier Houses. 2005.
4. Juan Navarro Baldeweg. Ilustración del artículo *Arts of the environments*, 1972.
5. Imagen del proyecto Media Line en 1972.



3

sibilidades de encerrar un espacio mediante corrientes de aire. Como envolventes instantáneas, esas corrientes podrían ponerse en marcha o desconectarse mediante sofisticados instrumentos de sensores y control informático regulados directamente por las condiciones del tiempo atmosférico. La arquitectura se distancia de su posición tradicional como forma discreta, independiente, pesada y sólida que solo se percibe visualmente y se convierte en una estructura con capacidad de respuesta,

incorporea, dinámica e interdependiente que responde a las necesidades cambiantes y al control creciente del hombre."<sup>10</sup>

Este es un ejemplo de la multitud de trabajos relacionados con este tema que se realizaron durante esos años. Se produjeron numerosos avances, principalmente teóricos, sobre la aplicación de tecnología de control ambiental y las posibilidades que ofrece. En muchos casos los proyectos vislumbraban una realidad futura, aunque

10 KEPES, György, *op. cit. supra.* nota 6, pp. 19-20.

en ese momento todavía no se podían hacer realidad, porque el desarrollo técnico era insuficiente o porque los costes eran inaceptables.

Sin embargo, la mayoría de estos trabajos son una base teórica de referencia para la práctica actual. En el caso de la arquitectura ambiental del siglo XXI el acercamiento a la tecnología necesaria es mucho mayor y marca la diferencia en cuanto a que se trata de proyectos que, si bien en algunos casos todavía no terminan de ser viables, sobre todo por los costes, su futura viabilidad parece inminente. Actualmente ya disponemos de la tecnología necesaria para un control automatizado eficiente, así como de sistemas de generación térmica con altos valores de eficiencia que, apoyados en un consumo de energía renovable,<sup>11</sup> hacen viable y sostenible el desarrollo de proyectos de control ambiental como los que realiza Philippe Rahm.

Merece la pena destacar el proyecto Media Line<sup>12</sup> que Hans Hollein construyó para la villa olímpica de Múnich en 1972, como claro referente para el proyecto que nos ocupa. El premio Pritzker fue pionero en proponer una red de soporte que resuelve a la vez la disposición de equipamiento urbano y el aporte de infraestructura necesaria para facilitar los servicios de confort (figura 5).

Si nos fijamos, por ejemplo, en las propuestas para la construcción de un macroclima que encierra los microclimas interiores de la edificación, como en los proyectos de Richard Buckminster Fuller para Manhattan o los de Juan Navarro Baldeweg en el artículo de György Kepes, podemos ver la relación con el proyecto Jade Eco Park. Acotar un espacio exterior de esas dimensiones supone un reto tecnológico enorme en cuanto a la calidad del aire. No solo por el control necesario de las fluctuaciones térmicas, sino por los potentes sistemas de ventilación que serían necesarios para mantener los niveles adecuados de oxígeno, CO<sub>2</sub>, nitrógeno, etc. En el experimento de



4



5

Biosfera 2 de 1991, donde se encapsuló todo un conjunto de ecosistemas bajo una cúpula vidriada y se monitorizó durante meses, las variaciones en la calidad del aire eran constantes y difíciles de controlar.<sup>13</sup> Fue necesario un aporte de oxígeno exterior en dos ocasiones para evitar

11 En cuanto a los sistemas de control, la domótica y la rápida inclusión de sistemas como el reconocimiento de voz (Siri, Alexa, etc.) han facilitado mucho la implantación generalizada y la reducción de costes. Por otro lado, el aumento de la eficiencia en la producción térmica, con unos coeficientes en bombas de calor que actualmente oscilan entre el 2 y el 6 (1 kW eléctrico produce entre 2 y 6 kW térmicos), también ha ayudado mucho a reducir el impacto de los sistemas artificiales.

12 YOSHIDA, Yoshio. *Hans Hollein. A + U, Architecture and Urbanism*. Tokyo, 1985.

13 ALLEN, John. *Me and the Biospheres: A Memoir by the Inventor of Biosphere 2*. Santa Fe, NM: Synergetic Press, 2009. ISBN: 0907791379.

niveles tóxicos.<sup>14</sup> Todo ello, a una escala mucho menor y sin contar apenas con maquinaria que generase contaminación.

Tras estos planteamientos teóricos, el desarrollo de proyectos ambientales se centró en espacios interiores; por eso, durante las décadas siguientes se produjeron contados ejemplos de aplicaciones a escala urbana.

Acondicionar un espacio urbano amplio separado del exterior requiere una inversión económica muy grande y un fuerte control técnico. Por eso los desarrollos en este sentido se han encauzado sobre todo hacia la carrera espacial. Sin embargo, las intervenciones en el ambiente exterior, que pueden afectar a un área metropolitana extensa, modificando el clima como en el proyecto del Jade Eco Park, no necesitan un cerramiento que las separe del resto del entorno para ser efectivas. Aunque el control no es tan férreo y el acondicionamiento depende más de las condiciones naturales del medio, el propósito de fondo es común: se aplica la tecnología de control artificial del ambiente a grandes espacios exteriores. Si el cambio climático presenta un escenario futuro de fuertes transformaciones, cuanto más podamos modificar las variables de confort del espacio exterior, más fácil será adaptar su uso, condición que, en algunos casos, puede ser imprescindible.

#### DISPOSITIVOS ARTIFICIALES PARA CONSTRUIR EL OASIS

En 2011 se celebró un concurso internacional para la construcción de un parque de setenta hectáreas en la ciudad de Taichung, Taiwan. El concurso lo gana el equipo formado por Philippe Rahm Architectes, Mosbach Paysagistes y Ricky Liu & Associates.<sup>15</sup> La propuesta se basa en un conjunto de acciones que generan distintas

atmósferas a lo largo del parque. En las imágenes del proyecto se ve, desde el inicio, la zonificación por variaciones ambientales.

En el Jade Eco Park se realiza la traslación de parámetros climáticos globales al análisis de los parámetros de confort de cada zona concreta y de ahí a las acciones del proyecto, para definir finalmente las funciones desempeñadas en cada área. El proyecto se emplaza en la zona del antiguo aeropuerto de Taiwán. Debido al crecimiento de la ciudad esta área ha dejado de estar en la periferia de la misma y es una extensión importante de terreno en el seno de la ciudad. El parque tiene una extensión de 67,32 ha y es solo un fragmento del planeamiento de toda la zona, desarrollado por Stan Allen en 2008.

Taiwán es una de las grandes potencias tecnológicas de Asia junto con Corea del Sur, Hong Kong y Singapur. Tienen una fuerte inversión en investigación y gran parte de su economía se basa en la producción de componentes, especialmente en la industria de la información y las telecomunicaciones. Es un país con una alta aceptación social de la tecnología punta y los medios digitales,<sup>16</sup> un contexto favorable para un proyecto con elevada implantación tecnológica como el Jade Eco Park.

El equipo de Philippe Rahm parte del análisis de la temperatura, la humedad y la contaminación como los factores climáticos más característicos de toda la región afectada, donde las características globales son de clima cálido subtropical. Empezando por el análisis térmico, determina las zonas más afectadas por las corrientes de aire que vienen del norte y disminuyen la temperatura. Para la humedad, detectan que aumenta en las áreas afectadas por las corrientes que vienen del mar, así como las zonas más propensas a inundaciones producidas por las lluvias. Por último, delimitan la afección del tráfico

14 DEMPSTER, Willian F. Biosphere 2 engineering design. En: *Ecological Engineering* [en línea]. Ámsterdam: Elsevier, 1999, n.º 13, pp. 31-42 [consulta: 19-04-2022]. ISSN: 0925-8574. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857498000901>. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(98\)00090-1](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(98)00090-1).

15 K. KING, Gene. Building with heat, humidity and light: Jade Eco Park in Taichung by Philippe Rahm. En: *The Architectural Review* [en línea]. London: EMAP, junio 2017, n.º 1442 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <https://www.architectural-review.com/buildings/building-with-heat-humidity-and-light-jade-eco-park-in-taichung-by-philippe-rahm>.

16 HORTON, Chris. Traducido por Milutinovic, Ana. La tecnología que hizo de Taiwán un ejemplo de democracia participativa. En: *MIT Technology Review* [en línea]. Instituto Tecnológico de Massachusetts, septiembre 2018 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <https://www.technologyreview.es/s/10483/la-tecnologia-que-hizo-de-taiwan-un-ejemplo-de-democracia-participativa>.

cercano como principal foco de contaminación. Para este análisis se realiza un mapeo a través de programas informáticos basados en el análisis computacional de dinámica de fluidos.<sup>17</sup>

Como resultado de analizar todas estas variables, se delimitan las funciones. Para las áreas recreativas y de ocio, las zonas con menos temperatura; para las zonas deportivas, los climas más secos; finalmente, se reservan los lugares menos contaminados a los usos infantiles. En la construcción de estos espacios se implantan dispositivos climáticos, naturales y artificiales, que refuerzan las áreas que ya han sido seleccionadas por sus características naturales (figuras 6, 7, 8 y 9).

Existen múltiples formas de enfrentarse a las características ambientales y por eso el análisis histórico de la arquitectura ofrece un amplio abanico de soluciones para cada situación. En el clima mediterráneo, históricamente el oasis ha sido sinónimo del lugar ideal, placentero. En el ambiente exterior, sus cualidades naturales se reproducen en los jardines de este tipo de clima. Por un lado, la protección de la radiación solar, con techados y árboles; por otro lado, la presencia de láminas de agua y elementos vegetales, que aumentan la humedad relativa y el enfriamiento evaporativo.<sup>18</sup> En conjunto consiguen bajar la temperatura, pasando en algunos casos de 40 °C a unos confortables 30 °C.

Este tipo de acciones pasivas sobre el espacio exterior siempre serán el punto de partida para un acondicionamiento sostenible. Por eso en el Jade Eco Park está muy presente la utilización de elementos vegetales. En concreto se han plantado un total de 12000 árboles de

distintas especies para acomodarlas a las distintas funciones según cada zona. Además, al tratarse de un área con alta humedad y fuertes lluvias, cuenta con siete estanques que recogen el exceso de agua en la temporada de inundaciones.

Volviendo a las repercusiones del cambio climático, es importante tener en cuenta que su avance ha provocado que cada vez sean más necesarias las intervenciones artificiales para complementar los medios naturales y pasivos. En el sexto informe del IPCC<sup>19</sup> se expone que, por ejemplo, en cuanto a los sumideros de CO<sub>2</sub>, cada vez está más claro que no son suficientes los medios naturales (vegetación principalmente) y que es necesaria la utilización de medios artificiales.

Hay que contar con que el cambio climático introduce singularidades muy importantes, que marcan la diferencia con la adaptación climática que se estaba realizando hasta la actualidad. Las variaciones de los parámetros higrotérmicos van a oscilar entre extremos más alejados; además, la frecuencia de fenómenos que impliquen catástrofes naturales será mayor y difícil de prever con exactitud en cada zona. Los sistemas pasivos, que tradicionalmente se han utilizado para protegerse de las altas temperaturas, siguen siendo extremadamente útiles, pero cuando se superan los 40 °C en muchos casos son insuficientes. Así, en el proyecto de Philippe Rahm todas las acciones pasivas se refuerzan con dispositivos artificiales.

Este proyecto aglutina una muestra importante de los artefactos ideados por el arquitecto para el control ambiental.<sup>20</sup> Dentro de la variedad de elementos artificiales instalados, es interesante estudiar la capacidad de

17 RAHM, Philippe. Descripción de proyecto en su página web [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <http://www.philipperahm.com/data/projects/taiwan/index.html>.

18 PRIETO GONZÁLEZ, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Madrid: Cátedra, 2019, pp. 207-248. ISBN: 9788437640686.

19 IPCC, *op. cit. supra*, nota 1, pp. 19-20.

20 SCUDERI, Massimiliano. *Philippe Rahm architectes: Constructed atmospheres. Architecture as meteorological design*. Milán: Postmedia, 2014, pp. 67-77. ISBN: 979-8553125684. A continuación se describen el resto de dispositivos tal y como aparecen nombrados en la documentación del proyecto. La traducción es del autor de este trabajo.

- "Anticiclón" o "brisa subterránea": Dispositivo de enfriamiento por convección, que impulsa aire frío enfriado por intercambio de calor subterráneo, es decir, aprovechando la energía geotérmica.

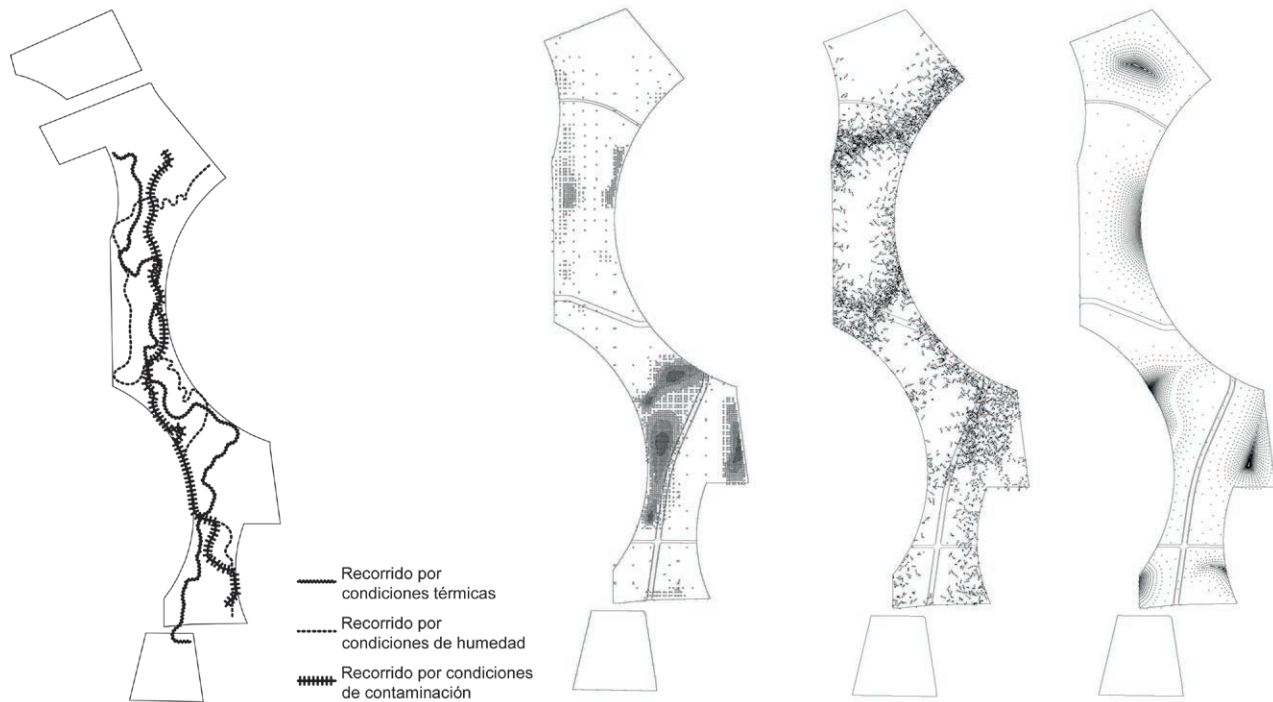
- "Luz nocturna" o "noche vertical": Dispositivo de enfriamiento conductivo, donde la piel humana se puede enfriar al tocarlo; cuenta con una superficie negra y fría, enfriada por agua con un serpentín interior.

- "Luz de luna" o "filtro de onda larga": Aparato de enfriamiento reflectante, que filtra o refleja la luz solar.



6

7

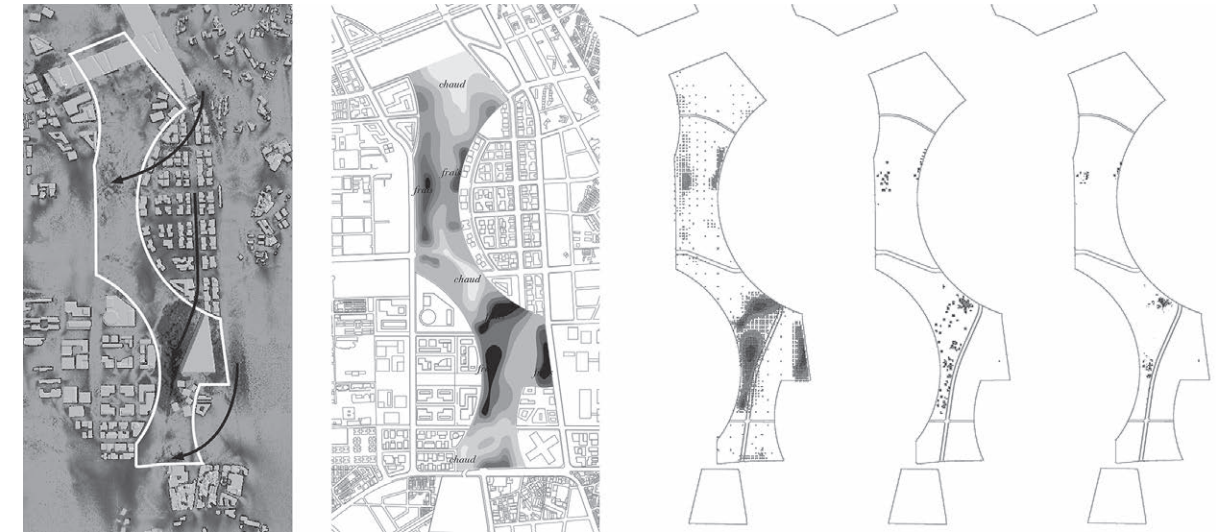


8

6. Planta general de la propuesta del Jade Eco park: 1) Área norte de paneles fotovoltaicos; 2) Centro cultural actualmente en desarrollo por el estudio de arquitectura SANAA; 3) Centro de visitantes. Climatorium; 4) Área sur de paneles fotovoltaicos; 5) Zoom mostrado en figura 8.  
7. Zoom sobre la zona indicada con la propuesta de distintos dispositivos artificiales y sus áreas de afección.

8. En la parte superior, recorridos del parque según ambientes. En la parte inferior, dispositivos ambientales, de izquierda a derecha; temperatura, humedad y contaminación.

9. Desarrollo del proyecto según los parámetros térmicos. De izquierda a derecha. 1.º Mapa de temperaturas originales; 2.º Síntesis de zonas térmicas originales; 3.º Plantaciones destinadas a disminuir la temperatura; 4.º Dispositivos artificiales de enfriamiento; 5.º Áreas destinadas al deporte.



9

transformación ambiental. Si analizamos como ejemplo los que sirven al cambio de temperatura, vemos que hay sistemas destinados a enfriamiento evaporativo, convectivo, conductivo y radiante. Este muestrario de soluciones parece responder más a la intención de crear un espacio fenomenológico para la experimentación que para mejorar las condiciones térmicas. El enfriamiento evaporativo, basado en el aumento de humedad relativa, tiene gran interés en climas cálidos secos, pero, en este caso, con la alta humedad del entorno, sería recomendable su aplicación de forma mucho más controlada; la concentración en elementos puntuales está destinada a la creación de una atmósfera nubosa como experiencia ambiental, no como mejora de los parámetros de confort. Algo parecido sucede con los sistemas conductivos; en el espacio exterior el enfriamiento por contacto es para fines puramente sensoriales, ya que a efectos prácticos se transforma en enfriamiento por radiación, que en un espacio exterior, siempre será ineficiente por la proporción entre la masa del elemento radiante y el entorno. Parece que el sistema

que mejor puede servir a la disminución de la temperatura es el llamado brisa subterránea, que aprovechando la energía geotérmica, difunde aire a baja temperatura para un enfriamiento por convección (figura 10).

Las necesidades energéticas de funcionamiento del parque están cubiertas por una amplia extensión de paneles fotovoltaicos, unos 10000 m<sup>2</sup>. Estos paneles solares se han incluido en el diseño de un espacio porticado, utilizándolos a la vez como protecciones horizontales que dan sombra (figura 11). La generación energética se incluye dentro del diseño del parque en un ejercicio de sinceridad constructiva. Philippe Rahm ha tenido ocasión de trabajar en muchos de sus proyectos sobre la inclusión de la técnica en el diseño arquitectónico; podemos ver cómo muestra la técnica, no tanto para ensalzarla como protagonista de la actuación, sino como una parte más que refuerza el carácter del espacio proyectado.

Philippe Rahm diseña estos dispositivos con una intención plástica clara; todos ellos siguen una misma línea estética y así se aprovechan para definir la imagen

- "Nube seca" o "viento del desierto": Dispositivo de secado artificial, que impulsa aire secado por intercambiadores de gel de silicatos.
- "Eclipse de ozono": Dispositivo de eliminación de contaminantes artificiales, que filtra el aire de partículas contaminantes como Nox, O<sub>3</sub> o SO<sub>2</sub>.
- El "tiro preindustrial" incorpora aire al parque sin partículas de materia PM10 y PM2.5, emitidas por la industria y los automóviles.

10. Arriba, dispositivo de enfriamiento convectivo; abajo, enfriamiento por evaporación.
11. Vista de la zona de paneles fotovoltaicos.
12. Parte del recorrido con distintas piezas de mobiliario, incluidos los elementos sensoriales y la iluminación.
13. Imágenes de la aplicación *online* con la información actualizada en tiempo real.



10

común. La traslación del motivo de reflexión del museo al parque es muy valiosa; profundiza en la idea de que el cambio climático es global, generalizado y además nos afecta a todos, independientemente de nuestra postura individual; puesto que ya no es solo algo que vemos en un museo o una pantalla de televisión, es lo que define nuestro entorno inmediato.

También son muy importantes en este sentido los avances que se han producido en sistemas de automatización. Mediante la información captada por los sensores, el sistema de control permite una regulación automática mucho más adaptada a las necesidades de cada momento. A lo largo del parque hay sensores cada cincuenta metros; se mide la temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad, contaminación del aire y radiación solar. Con estos datos en tiempo real, se actualiza la información sobre el plano del parque, permitiendo a los visitantes consultarlo a través de medios digitales (figura 13). Así, el usuario se acerca a la temporalidad del entorno que, como bien explica Olafur Eliasson, es cambiante:

*"Para entender, habitar y evaluar el espacio, resulta crucial reconocer su aspecto temporal. El espacio no existe simplemente en el tiempo; es del tiempo. Las acciones de sus usuarios recrean continuamente sus estructuras. A menudo, se olvida o se reprime esta condición, pues generalmente la sociedad occidental todavía está basada en la idea de un espacio estático no negociable."<sup>21</sup>*

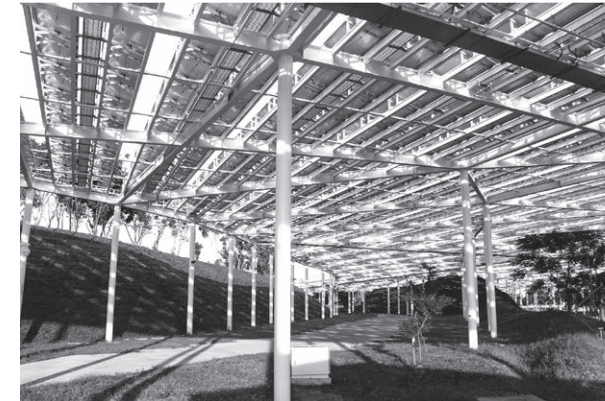
Esta información también tiene un indiscutible valor a la hora de poder mantener el funcionamiento de los dispositivos y su automatización.<sup>22</sup> Con la información sobre los parámetros de confort del parque y las relacionadas con la producción energética, se pueden vincular ambos procesos, para realizar un consumo óptimo de energía y maximizar la eficiencia.

El parque cuenta con pequeñas construcciones, destinadas a baños públicos, cafeterías, y mantenimiento. Además, dentro del parque también hay un edificio destinado a la experimentación ambiental; se trata del Climatorium. En sus 3500 m<sup>2</sup> alberga una cafetería, almacenes,

del parque en su conjunto. En este sentido, la combinación de elementos naturales y dispositivos de última tecnología imprime un cierto carácter surrealista al espacio construido (figura 12). El parque tiene también algo de vinculación con el museo, en tanto que invita, al igual que los museos, a la experimentación individual en un entorno colectivo. Pensado para poner de manifiesto la importancia del clima, sus artefactos generan opiniones basadas en la percepción de los mismos y, por tanto, sirven a su propósito. Este compartir una serie de sensaciones e impresiones individuales, le da un carácter unitario; pese a la variedad de experiencias individuales, el espacio es colectivo y el motivo de reflexión es

21 ELIASSON, Olafur. *Los modelos son reales*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009, p. 7. ISBN: 978-84-252-2279-5.

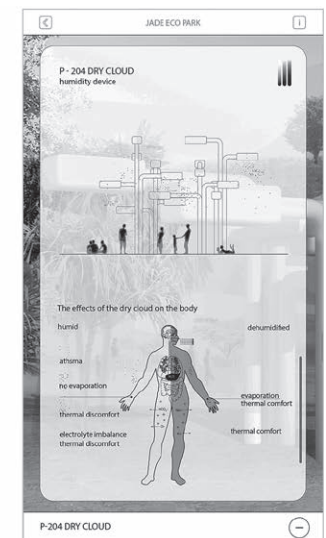
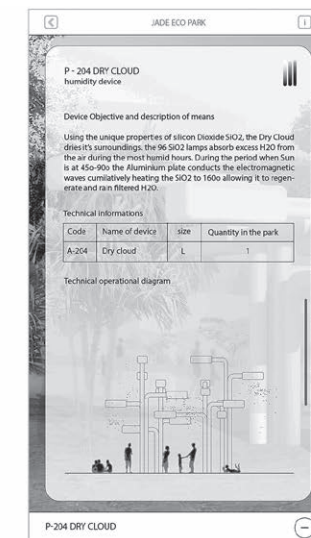
22 RAHM, Philippe. Thermal Sensations. The Case of the Jade Eco Park in Taichung (Taiwan): Towards an Architectural Theory of Thermal Diversity. En: ROESLER, Sascha; KOBI, Madlen (Coords.). *The Urban Microclimate as Artifact: owards an Architectural Theory of Thermal Diversity* [en línea]. Berlin, Boston:



11



12



13

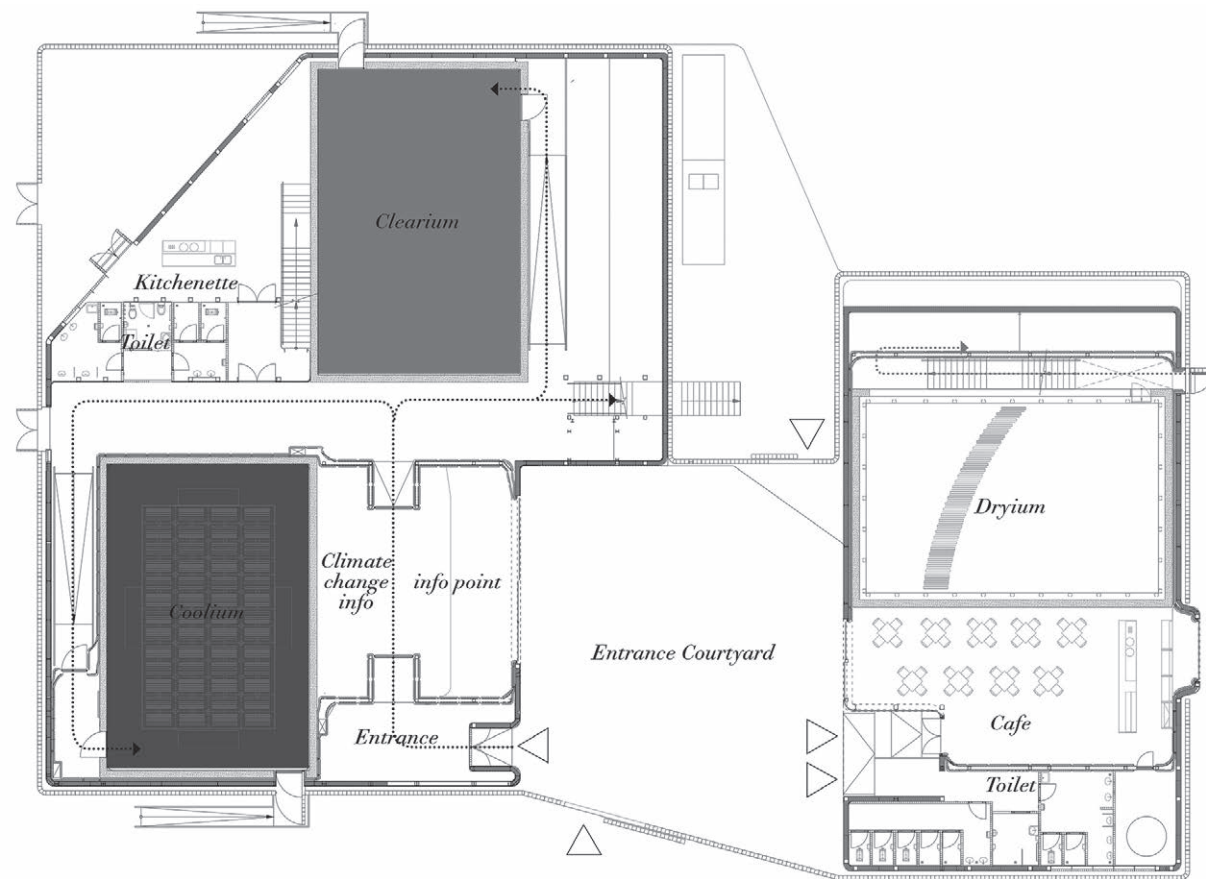
espacios de trabajo y tres salas destinadas a la percepción de los efectos meteorológicos. Siguiendo el hilo conceptual, en el que se basa el proyecto del parque, los climas recreados se corresponden con la temperatura, la humedad y la contaminación.

El museo se concibe como una sucesión de capas con distintas características higrotérmicas; primero

encontramos una celosía de aluminio, que delimita los espacios exteriores que forman parte del edificio; la segunda piel, opaca, cuenta con un cierto aislamiento térmico, pero sobre todo protege de la lluvia y el viento; la tercera capa acompaña a la segunda, aunque a veces se disocia de ella; no tiene propiedades térmicas y sirve para delimitar espacios interiores sin climatizar, con ventilación

Birkhäuser, 2018, pp. 102-119 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1515/9783035615159-102>.

14. Planta del Climatorium.



14

natural; la cuarta envolvente, la más interna, define las tres salas con climas característicos. Esta piel tiene una base común de estructura de hormigón y sus propiedades higrotérmicas varían en función de cada sala.

Estos tres espacios, concebidos como tres prismas blancos, son aparentemente tres vacíos abstractos. Sobre estos vacíos se insertan dispositivos que caracterizan el ambiente (figura 14). Yendo de uno a otro, el visitante experimenta con las distintas variaciones sensibles.

Dentro del Coolium, se reproduce en tiempo real la temperatura de la montaña Ali, a 2190 metros de altitud; las bajas temperaturas de esta montaña contrastan con el clima cálido del parque central de Taichung. Para llevar a cabo este efecto se toman los datos de la estación

meteorológica del pueblo de Alishan y se trasladan al sistema de control de climatización en tiempo real. Además, se intensifica el efecto con la iluminación; unos fluorescentes reproducen, también en tiempo real, la radiación lumínica captada en la estación meteorológica de la montaña Jade, el pico más alto de Taiwán.

Taichung tiene un clima subtropical con elevada humedad en el ambiente; por eso, el segundo espacio, el Dryium, cuenta con una cámara de sílice en gel. Para determinar el nivel de humedad relativa se recurre a las mediciones de humedad del país y se toma el valor más bajo, fechado el 21 de noviembre. El aire de ventilación de esta sala se deseca primero, con los niveles de humedad

del día más seco del año en Taiwán y, posteriormente, se impulsa al interior por una red de conductos.

En el Clearium se dispone una serie de filtros de aire que purifican el ambiente eliminando partículas nocivas, como el ozono, el dióxido de azufre o los óxidos de nitrógeno. Además, se reproduce la humedad existente en 1832, antes de que la contaminación la modificara. Para reproducir esta humedad se cuenta con un techo vaporoso, donde unas varas de humectación pulverizan vapor de agua, recreando una nube.

Si bien estas acciones climáticas sirven al objeto del espacio expositivo, se echa en falta que no se apliquen también al resto de usos; sería muy interesante ver cómo se pueden utilizar estos recursos en la cafetería o incluso en los espacios de servicio, como los aseos o el vestíbulo.

El Jade Eco Park se inauguró en 2018, siendo el primer trabajo de esta escala que construye el arquitecto. En 2019 Philippe Rahm participó en el equipo que ganó el Concurso Farini, para la reurbanización de los sitios de Scalo Farini y San Cristoforo, en la periferia de Milán. El proyecto liderado por la oficina de Rem Koolhaas (OMA), en concreto por los arquitectos Ippolito Pestellini Laparelli y Reinier de Graaf, fue co-diseñado con Laboratorio Permanente.<sup>23</sup>

La propuesta denominada *Agenti Climatici* propone utilizar el área de Scalo Farini como filtro vegetal, limpiando el aire y atemperando los cálidos vientos del suroeste. La zona de San Cristoforo se centra en las aguas del río, con la intención de filtrarlas, limpiarlas y utilizarlas para mejorar las propiedades higrotérmicas de la ciudad.<sup>24</sup> El proyecto en su conjunto se presenta como una actuación frente al cambio climático y la contaminación a escala metropolitana. Según Ippolito Pestellini Laparelli: *"En un momento de dramática transformación ambiental y permanente incertidumbre económica, nuestras prioridades han cambiado. La moneda más valiosa ya no es el 'ladrillo', lo construido, sino las condiciones climáticas*

*que las ciudades podrán proporcionar y garantizar a sus ciudadanos. La ciudad del siglo xx, con su alto consumo energético, debe superarse reconsiderando los principios que han marcado el desarrollo urbano desde la época clásica.*"<sup>25</sup>

Agenti Climatici está todavía por construir, pero es otro ejemplo de que este tipo de soluciones cada día van a ser más demandadas por la sociedad y, en consecuencia, se van a volver más habituales. Además, podemos esperar que de la colaboración entre distintos arquitectos surjan diseños para aplicaciones técnicas más universales, que puedan mejorar las características ambientales de los proyectos, independientemente de que tengan o no marcada intención fenomenológica, como en el parque central de Taichung.

#### CONCLUSIONES

Por un lado, podemos decir que las sensaciones derivan en acciones como causa-efecto; son integradoras, nos permiten compartir experiencias con otras personas y establecen lazos con el espacio que nos rodea. Incluso, sin la exhibición pública, el individuo forma parte de un proceso inmersivo que desconoce. De esta forma, se abre la puerta a procesos de reflexión psicosocial sobre los motivos y las reacciones que experimentamos ante estos estímulos.

Esta concatenación de ambiente, sensaciones y acciones ayuda a definir la temporalidad en la que nos encontramos. Utilizar la tecnología ambiental para acondicionar el espacio exterior y hacerlo de forma manifiesta, repercute en que la sociedad que habita esos espacios sea más consciente de los cambios climáticos y de la importancia que tienen. Tras un largo recorrido en la construcción de ambientes experimentales, Philippe Rahm ha conseguido trasladar estos conceptos a un espacio público que va más allá de los límites convencionales de las exposiciones sensoriales. Además, en el parque

23 Además de contar con el equipo de Philippe Rahm Architectes, la propuesta se realizó junto con Vogt Landscape Architects, Ezio Micelli, Arcadis Italia, Temporioso, Luca Cozzani y la ingeniería de sistemas Net Engineering.

24 PÉREZ TOLEDO, Ramiro. OMA y Laboratorio Permanente ganan el concurso para el Scalo Farini. En: *Metalocus* [en línea]. Madrid, abril 2019 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <https://www.metalocus.es/es/noticias/oma-y-laboratorio-permanente-ganan-el-concurso-para-el-scalo-farini>.

25 OMA. OMA y Laboratorio Permanente ganan el concurso para Scalo Farini en Milán. En: *OMA news* [en línea], abril 2019 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <https://www.oma.com/news/oma-and-laboratorio-permanente-win-competition-for-scalo-farini-in-milan>.

central de Taichung, consigue entrelazar con éxito dispositivos diversos que afectan tanto a la temperatura como a la humedad y la contaminación, cuestiones que hasta entonces había trabajado de forma mucho más parcial, centrándose generalmente en un parámetro concreto por proyecto. La diversidad de estímulos sensoriales enriquece sin duda este tipo de proyectos destinados a la experimentación fisiológica. Por eso mismo, se echa en falta la inclusión, si cabe, de más parámetros con los que él ya ha trabajado, como la iluminación, el sonido, el olor o la producción fisiológica a nivel hormonal.

Por otro lado, en cuanto a la capacidad práctica de la tecnología aplicada, no hay duda de que se trata de un paso importante para hacer realidad las utopías que vislumbraban grandes arquitectos, hace ya cincuenta años. En este sentido marca un camino bastante significativo; el acondicionamiento exterior se debe concebir de forma distinta al de los interiores, alejándose de la idea de encerrar y controlar el ambiente.

Es favorable disponer de la tecnología necesaria para definir de manera generalizada el ambiente construido, pero lo ideal es que, si bien la tecnología pueda ser estandarizada, no lo sea su aplicación. Es ahí donde

el diseño juega un papel fundamental; entrelazar los parámetros ambientales naturales del entorno con los valores ideales del confort humano nos permite proyectar espacios más flexibles y diversos. La consecuencia de utilizar toda esta tecnología sobre la práctica arquitectónica puede ir más allá del efecto sensorial y encontrar su sitio en una construcción pragmática destinada al acondicionamiento climático. En el parque central de Taichung los dispositivos sirven tanto para la construcción fenomenológica como para la mejora de las condiciones climáticas. La diversidad de sistemas empleados, unos más acertados que otros, y la escasez de elementos repetitivos, provocan que el acondicionamiento climático sea demasiado puntual; pudiendo caer en lo anecdótico, no lo hace, gracias al carácter experimental y sensorial de la propuesta.

El Jade Eco Park es un ejemplo de la correcta combinación de sistemas pasivos y activos; además, lo hace con una metodología de proyecto clara y una estética característica. Ya se están manifestando los efectos del cambio climático y cada día va a ser más necesario introducir estos sistemas en la práctica de la profesión.■

Aportación de cada autor:

Aportación de cada autor: César Bedoya Frutos (CBF), Jesús García Herrero (JGH) y Javier Vázquez Renedo (JVR): Conceptualización, metodología, análisis y preparación del escrito (33,3% - 33,3% - 33,3%).

Autoría: CBF, JGH y JVR (33,3% - 33,3% - 33,3%)

### Bibliografía citada

ALLEN, John. *Me and the Biospheres: A Memoir by the Inventor of Biosphere 2*. Santa Fe: Synergetic Press, 2009. ISBN: 0907791379.

DEMPSTER, William F. *Biosphere 2 engineering design. Ecological Engineering* [en línea]. Ámsterdam: Elsevier, 1999, n.º 13, pp. 31-42 [consulta: 19-04-2022]. ISBN: 0925-8574. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857498000901>. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(98\)00090-1](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(98)00090-1).

ELIASSON, Olafur. *Leer es respirar, es devenir: escritos de Olafur Eliasson*. Barcelona: Gustavo Gili, 2012. ISBN: 978-84-252-2543-7.

ELIASSON, Olafur. *Los modelos son reales*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009. ISBN: 978-84-252-2279-5.

HORTON, Chris. Traducido por Milutinovic, Ana. La tecnología que hizo de Taiwán un ejemplo de democracia participativa. En: *MIT Technology Review* [en línea]. Instituto Tecnológico de Massachusetts, septiembre 2018 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <https://www.technologyreview.es//s/10483/la-tecnologia-que-hizo-de-taiwan-un-ejemplo-de-democracia-participativa>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

KEPES, György. *Arts of the Environment*, Nueva York: George Braziller, 1972. Ed. Castellano: Traducción de Nely Coarasa. *El arte del ambiente*. Buenos Aires: Editorial Victor Leru, 1978.

K. KING, Gene. Building with heat, humidity and light: Jade Eco Park in Taichung by Philippe Rahm. En: *The architectural Review* [en línea]. London: EMAP, junio 2017, n.º 1442 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: <https://www.architectural-review.com/buildings/building-with-heat-humidity-and-light-jade-eco-park-in-taichung-by-philippe-rahm>.

LORENZO CUEVA, Covadonga. La influencia de György Kepes en la obra temprana de Juan Navarro Baldeweg realizada en el Center for Advanced Visual Studies del MIT (1971-1975). En: *RA: Revista de Arquitectura* [en línea]. Universidad de Navarra, enero 2017, n.º 19, pp: 67-78 [consulta: 24-08-2021]. ISSN: 1138-5596. Disponible en: <https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/11724>. DOI: <https://doi.org/10.15581/014.19.67-78>.

PRIETO GONZÁLEZ, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Madrid: Cátedra, 2019, pp. 207-248. ISBN: 9788437640686.

RAHM, Philippe. La forme et la fonction suivent le climat. En: *Environ(ne)ment. Manières d'agir pour demain/Approaches for tomorrow*. Montreal-Milán: Canadian Centre for Architecture-Skira, 2006, pp. 128-137. Ed. en castellano por GARCÍA-GERMÁN, Javier (Comp.). En: *De lo mecánico a lo termodinámico. Por una definición energética de la arquitectura y del territorio*. Barcelona: Gustavo Gili, 2010, pp. 199-207. ISBN: 978842522347-1.

RAHM, Philippe. Thermal Sensations. The Case of the Jade Eco Park in Taichung (Taiwan): Towards an Architectural Theory of Thermal Diversity. En: ROESLER, Sascha; KOBI, Madlen (Coords.). *The Urban Microclimate as Artifact: owards an Architectural Theory of Thermal Diversity* [en línea]. Berlin, Boston: Birkhäuser, 2018, pp.102-119 [consulta: 24-08-2021]. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.1515/9783035615159-102>.

RAHM, Philippe. Página web: <http://www.philipperahm.com/data/projects/taiwan/index.html>.

SCUDERI, Massimiliano. *Philippe Rahm architectes: Constructed atmospheres. Architecture as meteorological design*. Milán: Postmedia, 2014, pp: 67-77. ISBN: 9798553125684.

SLOTERDIJK, Peter. *Trilogía Esferas*. Ed. en castellano, traducido por REGUERA, Isidoro, Madrid: Siruela, 2017, 2004, 2018. ISBN: Tomo I: 9788478446544; Tomo II: 9788478447541; Tomo III: 9788478449514.

YOSHIDA, Yoshio. Hans Hollein. A+U, *Architecture and Urbanism*. Tokyo, 1985.

**Javier Vázquez Renedo** (Madrid, 1991). Arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid, ETSAM (2017), Doctorando en el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas (ETSAM, UPM, desde 2020), investiga sobre la relación entre la tecnología de control ambiental y la arquitectura. Es miembro de las Comunidades TULE y EELISA-DISCOVERY. Su obra ha sido publicada en *BCN-MAD. Proyectar es investigar* (Arcadia mediática, 2019). Ha colaborado en la publicación del libro *Un cubo redondo* de la Unidad Docente Frechilla-Santamaría en la ETSAM (Conarquitectura, 2018) y es coautor de la segunda edición del libro *Números gordos en el proyecto de instalaciones* (Cinter, 2022).

**Jesús García Herrero** (Madrid, 1972). Doctor arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid, ETSAM (2015), arquitecto por la ETSAM (1998). Profesor Ayudante Doctor del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas (ETSAM, UPM, 2009-2021) y docente en IE University (2006-2010). Su obra ha obtenido, entre otros, un premio COAM 2016 y un premio de Arquitectura de Mallorca 2004-2005-2006. Ha desarrollado investigaciones sobre los pioneros de la arquitectura moderna española (recogidas en, entre otras, Zarch n.º 17, Veredes n.º 04 y libros Congreso Pioneros 1 y 6), comisariando en 2018 la exposición del COAM: *Cubillo-Blasco: Espirales de Luz (1955-1974)* y formando parte del consejo editorial de una monografía sobre Cubillo (Lampreave, 2021). Recientemente ha colaborado con la universidad de Lovaina en el libro *Territories of Faith* (LUP, 2022) y es coautor de *Máquinas de habitar* (Asimétricas, 2022), donde se estudia la integración de las instalaciones en arquitectura.

**César Bedoya Frutos** (Madrid, 1955). Dr. Arquitecto (1985). Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. Catedrático de Universidad (2010). Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. Artículos publicados en: “Energy and Buildings”, “Building and environment”, “Construction and Building Materials”, “Materials and Structures”, “Energías”, “Informes de la Construcción”, “Materiales de Construcción”, “Revista de la Construcción”, “Revista Espanola de Salud Publica”, “Innovación educativa”, “Advances in Building Education”, “ACE: Architecture, City and Environment”, “Anales de Edificación”, “Journal of Architectural Engineering”, etc.

## TECNOLOGÍA PARA EL ACONDICIONAMIENTO EXTERIOR: EL PARQUE CENTRAL DE TAICHUNG OUTDOOR AIR-CONDITIONING TECHNOLOGY: TAICHUNG CENTRAL PARK

Javier Vázquez Renedo (<https://orcid.org/0000-0001-5780-696X>)

Jesús García Herrero (<https://orcid.org/0000-0002-6657-0618>)

César Bedoya Frutos (<https://orcid.org/0000-0001-6756-0713>)

### p.101 CLIMATE AS A FUNDAMENTAL PILLAR OF ARCHITECTURAL DESIGN

The Preview of the Sixth Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)<sup>1</sup> reinforces the evidence that extreme climatic events will increase in the coming decades. An increase in droughts, fires and desertification is also expected in the Mediterranean area due to the temperatures rise. First of all, in order to counteract these effects, architecture is compelled to be based on sustainable development and renewable energies. Secondly, it is necessary that it provides habitable solutions, adaptable to climatic changes and offering the best possible living conditions. Improving habitability conditions facing the weather has been one of the fundamental challenges of architecture from its beginnings, but climate change introduces new modifications that must be taken into account.

This change has contributed to focus the attention on the characteristics of the environment. At the beginning of the 21st century, Peter Sloterdijk highlighted the importance of the environment as opposed to the object and the subject.<sup>2</sup> From his perspective, the place of man in the world is conditioned by the environment we inhabit. The individual establishes an empathetic relationship with the reality that surrounds him; he perceives himself as part of a whole. A whole that is a continuous space made up of a complex system developed for life. Within the different lines of work, there is a trend which focuses on the remaining empty space in the built environment and its sensible features; an architecture that we can define as environmental or atmospheric. In these cases, the project uses a set of characteristics such as light, pressure, humidity or temperature, as tools to define the space.

Philippe Rahm spent years working on this line defined by its sensory features. The Swiss architect, born in 1967, worked with Jean-Gilles Décosterd until 2004 and currently has his own office based in Paris. He has developed his work from practice in different fields, participating in numerous exhibitions, biennials of architecture and publications. In addition, among other universities, he has taught at the Harvard School of Design.<sup>3</sup> His architecture covers from the physiological to the meteorological scale, focusing the project on environmental parameters and giving more freedom to the function. If the function of the spaces is conditioned by their features - such as their climatic characteristics - the distribution of the program ceases to be the starting point.<sup>4</sup> A conditioning system that allows the user to modify the comfort variables gives spaces enough flexibility to adapt their use to extreme weather changes over time.

The space is configured as an artificial and natural environment. That is, an environment conditioned for comfort but tending to the characteristics of a natural climate instead of to a standard based on the parameters of human metabolism. Thus, the idea of an environmental construction as a scene of nature arises: a scene of the diverse, asymmetrical and unbalanced. A second nature that ensures a heterogeneous spatial geography. The whole study of the physiological conditions of the constructed climate has an impact on an architecture that goes beyond the material characteristics of the space. The sensible and the invisible become part of the colour palette with which the project is drawn.

These values can be used to bring the individual closer to the climate, geography and time of the inhabited space, linking the environment on an individual scale with the one that corresponds to us on a social scale. In this sense, we cannot fail to mention the work of Olafur Eliasson in the intervention he carried out at the Kunsthau Bregenz (Austria), where different climatic landscapes were recreated (figure 1). In the mediation of the artificial construction of environments that evokes different regions throughout the planet, the artist does not lose sight of the connection with the immediate environment in which it is located. In the introduction, he explained to the visitor that the exhibition was intrinsically related to its environment:

*"Before entering the exhibition, did you notice the weather outside? If I said that the climate of Bregenz is part of the exhibition - that it is an additional piece - would you believe me? I guess it's not about whether I created the weather myself or not; in fact, I have not created anything in the exhibition. I only chose the elements that should be part of the exhibition and the ones that should not. While deciding where the exhibition was going to start and where it was going*

*to end, I realized (as always) that the weather being or not being part of the exhibition is irrelevant, since I had no choice - the weather is always a part of it, whether I like it or not - while the exhibition is part of the climate."*<sup>5</sup>

Obviously, the text also referred to the importance of the building designed by Peter Zumthor and the rest of conditioning elements of the environment that affected the exhibition. What is clear to the Danish artist is that once we stop looking at the artistic piece as an autonomous entity, the environment, the time and the audience become fundamental parts of the work.

As in the works of Olafur Eliasson, Philippe Rahm's projects are often designed for the visitor's reflection and experimentation. His works are exhibited in museums or architectural exhibitions as conceptual models. This is the case of the Hormonarium,<sup>6</sup> where he worked on the limits between the built space and the organism, with an environment that modifies the physicochemical processes of hormone management and production. However, in other cases the Swiss architect has had the opportunity to apply these same criteria to projects beyond an exhibition purpose. This happens mainly in residential buildings, such as the Mollier Houses housing complex<sup>7</sup>, which is based on Mollier's pressure-enthalpy diagram in order to define a concatenation of spaces with different relative humidity values.

In addition to the economic or practical differences that can be perceived between the different types of projects, there is a fundamental climatic difference: an environment that can be excellent for experimentation and reflection, can result quite the opposite for daily use and daily activities. In fact, in these projects, Rahm moves away from the construction of a specific environment in favour of the construction of different interconnected environments, which allow greater flexibility of use. The evolution of control technology is more and more contributing to implement flexible systems, in terms of their climatic characteristics, fostering the same space to be adapted to different environmental qualities according to the needs of the user. This point opens up a wide range of possibilities for environmental design, which was previously more constrained by the construction of an environment with static climatic qualities (figures 2 and 3).

In Taichung Central Park, Philippe Rahm has had the opportunity to put into practice many of the concepts developed in previous projects, bringing them together in a global project. This project is not focused on a specific characteristic such as humidity or solar radiation. Instead, it takes advantage of its extension to create a diverse landscape, which contemplates different climatic aspects and which gives it a more complete and realistic environmental character.

### APPLIED TECHNOLOGY ON THE THEORETICAL BASES OF THE SEVENTIES

In order to understand the trajectory of these artificial systems, we must go back to, at least, to the 1960s and 1970s. During this period of technological development, the oil crisis and the rise of sustainability, interest in the environmental characteristics of space grew exponentially. In 1972 György Kepes published two articles in *Arts of the environments*<sup>8</sup> where he reflected on the relationship between the subject and his environment. Supported by photomontages made by Juan Navarro Baldeweg (figure 4), Kepes proposed to develop new artificial control systems that would allow more sustainable and inclusive environments<sup>9</sup>.

*"Some young and imaginative architects and engineers are going beyond mass and experimenting with the possibilities of enclosing a space through air currents. As instantaneous envelopes, these currents could be turned on or off by sophisticated sensing instruments and computer control directly preset depending on weather conditions. Architecture moves away from its traditional position as a discreet, independent, heavy and solid form that is only perceived visually; and becomes a responsive, disembodied, dynamic and interdependent structure that responds to the changing needs and increasing control of man."*<sup>10</sup>

This is an example of the multitude of works related to this subject that were carried out during those years. There was much progress, mainly theoretical, on the application of environmental control technology and the possibilities it offers. In many cases, the projects glimpsed a future reality, although at that time they were yet to become true, either because of the technical insufficient development, either because of the unacceptable costs. However, most of these works serve as a theoretical basis for current practice. In the case of the environmental architecture of the 21st century, the approach to the necessary technology is much more accurate and this makes a difference: although there are projects that in some cases are still not viable - especially due to the costs - , its future viability seems imminent. Nowadays we already have the necessary technology for efficient automated control, as well as thermal generation systems with high efficiency values that, along with renewable energy consumption<sup>11</sup>, make the development of environmental control projects viable and sustainable, such as those carried out by Philippe Rahmboth.

It is worth highlighting the Media Line<sup>12</sup> project that Hans Hollein built for the Munich Olympic Village in 1972, as a clear reference for the Taichung Central Park project. The Pritzker Prize was a ground-breaking in proposing a support network that solves both the providing of urban equipment and the contribution of the necessary infrastructure to facilitate comfort services (figure 5).

Looking at the proposals for the construction of a macroclimate that encloses the interior microclimates of the building, as in the projects of Richard Buckminster Fuller for Manhattan or those of Juan Navarro Baldeweg in the article by György Kepes, the relationship with the Jade Eco Park project is clear. Limiting an outdoor space of these dimensions is a huge technological challenge in terms of air quality. Not only because of the necessary control of thermal fluctuations, but also because of the powerful ventilation systems that would be necessary to maintain adequate levels of oxygen, CO<sub>2</sub>, nitrogen, etc. In the 1991 Biosphere 2 experiment, in which an entire set of ecosystems was encapsulated under a glass dome and monitored for months, variations in air quality were constant and difficult to control.<sup>13</sup> An external oxygen supply was necessary to avoid toxic levels on two occasions.<sup>14</sup> Besides, on a much smaller scale and with hardly any polluting machinery.

After these theoretical approaches, the development of environmental projects focused on interior spaces. For this reason, during the following decades there were few examples of applications on an urban scale.

Conditioning a large urban space separated from the outside requires a major financial investment and a high technical control, which is why the developments in this sense have been mainly focused towards the space race. However, interventions in the external environment, which can affect a large metropolitan area, modifying the climate

as in the Jade Eco Park project, do not need an enclosure that separates them from the rest of the environment to be effective. Although the control is not as strict and the conditioning depends more on the natural conditions of the environment, the underlying purpose is common: the technology of environment artificial control is applied to large outdoor spaces. If climate change presents a future scenario of big transformations, the more we can modify the comfort variables of outdoor space, the easier it will be to adapt its use; a condition that, in some cases, may be essential.

#### ARTIFICIAL DEVICES TO BUILD THE OASIS

In 2011, an international competition was held to build a seventy-hectare park in Taichung City, Taiwan. This competition was won by the team of Philippe Rahm Architects, Mosbach Paysagistes and Ricky Liu & Associates.<sup>15</sup> Their proposal was based on a set of actions that generated different atmospheres throughout the park. In the images of the project, zoning according to environmental variations can be seen from the beginning.

In Jade Eco Park, there is firstly a translation of global climatic parameters into the analysis of the comfort parameters of each specific area. From there, the project actions are developed in order to finally define the functions carried out in each area. The project is located in the area of the old airport in Taiwan. Due to the growth of the city, this area is no longer on the outskirts and is an important extension of land within the city. The park covers an area of 67.32 has and is just a fragment of the planning of the entire area, developed by Stan Allen in 2008.

Taiwan is one of the great technological powers in Asia along with South Korea, Hong Kong and Singapore. Their substantial investment in research and a large part of their economy is based on the production of components, especially for the information and telecommunications industry. This makes it a country with high social acceptance thanks to their cutting-edge technology and digital media,<sup>16</sup> a favourable context for a project with high technological implementation such as Jade Eco Park one.

Philippe Rahm's team starts from the analysis of temperature, humidity and pollution as the main characteristic climatic factors of the entire affected region, where the global characteristics are of a warm subtropical climate. Starting from the thermal analysis, the team determines the areas that are more affected by North air drifts which cause a temperature decrease. Regarding humidity, they detect that it increases in the areas affected by the drifts coming from the sea, as well as the areas that are more prone to flooding caused by the rains. Finally, they define the effect of nearby traffic as the main source of contamination. For this analysis, a mapping is carried out through computer programs based on the computational analysis of fluid dynamics.<sup>17</sup>

p.107

The analysis of these variables gives as a result the delimitation of the different functions. The areas with lower temperature are assigned for recreational and leisure areas; drier climate spaces for sports areas. Finally, the least polluted spaces are reserved for children's use. In the construction of these spaces, natural and artificial climatic devices are implemented, which reinforces the areas that have already been selected according to their natural characteristics (figures 6, 7, 8 and 9).

There are multiple ways of dealing with environmental characteristics which is the reason why the historical analysis of architecture offers a wide range of solutions for each situation. In the Mediterranean climate, the oasis has been historically synonymous with an ideal, pleasant place. In the outdoor environment, its natural characteristics are reproduced in the gardens of this type of climate. On the one hand, protection from solar radiation, with roofs and trees; on the other hand, the presence of sheets of water and plant elements, which increase the relative humidity and evaporative cooling.<sup>18</sup> Together they manage to lower the temperature, decreasing in some cases from 40 °C to a comfortable 30 °C.

This type of passive action on external space will always be the starting point for sustainable conditioning. For this reason, the use of plant elements is very present in the Jade Eco Park. Specifically, a total of 12,000 trees of different species have been planted to accommodate them to the different functions according to each area. Furthermore, as it is an area with high humidity and heavy rains, it has seven ponds that collect excess water in the flood season.

Going forward to the repercussions of climate change, it is essential to bear in mind that its progress has made artificial interventions increasingly necessary to complement natural and passive environments. The sixth report of the IPCC<sup>19</sup> states that, for example, with regard to CO2 sinks, it is increasingly clear that natural means - mainly vegetation - are not sufficient, so that the use of artificial means is necessary.

It must be taken into account that climate change introduces very important singularities, which make a difference with the climate adaptation that was being carried out until now. The variations of the hygrothermal parameters oscillate between more distant extremes. Furthermore, the frequency of phenomena involving natural catastrophes will increase and will become more difficult to predict accurately in each area. Passive systems, which have traditionally been used to protect against high temperatures, continue to be extremely useful, but when temperatures exceed 40°C they become insufficient in many cases. Thus, in Philippe Rahm's project all passive actions are reinforced with artificial devices.

p.108

This project brings together an important sample of the artifacts designed by the architect for environmental control.<sup>20</sup> Within the variety of the installed artificial elements, it is interesting to study the capacity for environmental transformation. For instance, when analyzing those that serve temperature change, we see that there are systems for evaporative, convective, conductive and radiant cooling. This sample of solutions seems to respond more to the intention of creating a phenomenological space for experimentation than to improve thermal conditions. Evaporative

cooling, based on the increase in relative humidity, is of great interest in hot dry climates. However, in this case, due to the high humidity of the environment, its application in a much more controlled way would be recommended. The concentration on specific elements is aimed to create a cloudy atmosphere as an environmental experience, and not as an improvement in comfort parameters. Something similar happens with conductive systems. In the external space, contact cooling has a purely sensory purpose, whereas it is radiation cooling what is used with practical purposes. Nevertheless radiation cooling in an external space will always be inefficient due to the proportion between the mass of the radiating element and the environment. Thus, it seems that the system that can best serve to decrease the temperature is the so-called subterranean breeze, which takes advantage of geothermal energy and diffuses low-temperature air for convection cooling (figure 10).

The energy needs for the operation of the park are covered by a wide extension of photovoltaic panels, about 10,000 m<sup>2</sup>. These solar panels have been included in the design of a porticoed space, being used at the same time as horizontal protections that provide shade (figure 11). Power generation is included in the design of the park in an exercise of constructive sincerity. Philippe Rahm has worked on the inclusion of technique in architectural design in many of his projects. Thus, we can see how he makes the technique visible, not in order to highlight it as the centre of the performance, but as an additional item that reinforces the character of the projected space.

Philippe Rahm designs these devices with a clear plastic intention. All of them follow the same aesthetic line and thus are used to define the image of the park as a whole. In this sense, the combination of natural elements and high technological devices bestows a certain surreal character to the built space (figure 12). The park is also somehow linked to the museum, as it invites to, individual experimentation in a collective environment. Designed to highlight the importance of the weather, its devices generate opinions based on their perception and therefore serve their purpose. This sharing of a series of individual sensations and impressions gives it a unitary character; despite the variety of individual experiences, the space is collective and the reason for reflection is common. The translation of the reflection from the concept of museum to the park is very valuable as it delves into the idea that climate change is global, widespread and also affects all of us, regardless of our individual position; since it is no longer just something we see in a museum or on a television screen, it is what defines our immediate surroundings.

p.110

In this regard, the advances in automation systems are also very important. Through the information captured by the sensors, the control system allows an automatic regulation that is much more adapted to the variable needs of every moment. Sensors are installed every fifty meters throughout the park; temperature, wind speed and direction, humidity, air pollution and solar radiation are measured. With this data in real time, the information is updated on the park plan, allowing visitors to consult it through digital means (figure 13). Thus, the user gets to know the temporality of the environment which, as Olafur Eliasson explains, is changing:

*"In order to understand, inhabit and evaluate space, it is crucial to recognize its temporal aspect. Space does not simply exist in time; it is of time. The actions of its users constantly recreate its structures. This condition is often forgotten or repressed, as Western society is still generally based on the idea of a static, non-negotiable space."*<sup>21</sup>

This information also has an indisputable value when it comes to maintaining the operation of the devices and their automation.<sup>22</sup> Thanks to the information on the park comfort parameters and those related to energy production, both processes can be linked to achieve optimal energy consumption and maximize efficiency.

The park has small buildings, intended for public restrooms, cafeterias, and maintenance. In addition, within the park there is also a building for environmental experimentation; named the Climatorium. In its 3,500 m<sup>2</sup> it houses a cafeteria, warehouses, work spaces and three rooms for the perception of meteorological effects. In line with the unifying thread, the recreated climates correspond to temperature, humidity and pollution.

p.111

The museum is conceived as a succession of layers with different hygrothermal characteristics: in the first place we find an aluminium lattice, which delimits the outdoor spaces that are part of the building; the second skin, opaque, includes some thermal insulation, although its main function is to protect from rain and wind. The third layer accompanies the second, although sometimes it is dissociated from it. It does not have thermal properties, but serves to delimit interior spaces without air conditioning, through natural ventilation. The fourth envelope, the innermost, defines the three rooms with characteristic climates. This layer has a common base of concrete structure and its hygrothermal properties vary depending on each room.

These three spaces, conceived as three white prisms, are apparently three abstract voids where devices that typify the environment are installed (figure 14). By going from one to another, the visitor experiments with the different sensitive variations.

p.112

Inside the Coolium, the Ali Mountain's temperature - of 2190 meters altitude - is reproduced in real time; the low temperatures of this mountain contrast with the hot climate of Taichung Central Park. To play out this effect, data is taken from the Alishan meteorological station and is transferred to the climate control system in real time. In addition, the effect is intensified with lighting: fluorescent lamps reproduce, also in real time, the light radiation captured at the Jade Mountain meteorological station, the highest peak in Taiwan.

Taichung region has a subtropical and humid climate. For this reason, the second space, the Dryium, has a silica gel chamber. In order to determine the level of relative humidity, the country's humidity measurements are used and the lowest value, dated November 21<sup>st</sup>, is taken. The ventilation air in this room is firstly dried to the humidity levels of the driest day of the year in Taiwan, and then channelled inside through a ducks network.



**p.113** In the Clearium there are a series of air filters that purify the environment by eliminating harmful particles, such as ozone, sulphur dioxide or nitrogen oxides. In addition, the existing humidity in 1832 is reproduced, before pollution modified it. A vaporous ceiling is used to reproduce this humidity, through humidification rods that spray water vapour recreating a cloud.

These climatic actions serve the purpose of the exhibition space. Yet, they are not implemented for other purposes. It would be very interesting to see how these resources can be used in the cafeteria or even in service spaces, such as the toilets or the lobby.

Jade Eco Park was inaugurated in 2018, and was the first project on this scale built by the architect. In 2019 Philippe Rahm was part of the team that won the Concorso Farini, for the redevelopment of the Scalo Farini and San Cristoforo sites, on the outskirts of Milan. The project, led by the office of Rem Koolhaas (OMA) - specifically by the architects Ippolito Pestellini Laparelli and Reinier de Graaf - was co-designed with Laboratorio Permanente.<sup>23</sup>

The proposal of the so-called Agenti Climatici involves using the Scalo Farini area as a vegetable filter, cleaning the air and tempering the hot winds from the southwest. The San Cristoforo area actions are focused on the waters of the river, with the intention of filtering, cleaning and using them to improve the hygrothermal properties of the city.<sup>24</sup> The project as a whole is presented as an action against climate change and pollution on a metropolitan scale. According to Ippolito Pestellini Laparelli: "In a moment of dramatic environmental transformation and permanent economic uncertainty, our priorities have changed. The most valuable currency is no longer 'brick' - the built - but rather the climatic conditions that cities will be able to provide and ensure for their citizens. The city of the twentieth century, with its high energy consumption, must be overcome by reconsidering the principles that have marked urban development since the classical era."<sup>25</sup>

Agenti Climatici is still to be built, but it also serves as an example that these types of solutions are more and more claimed by society and consequently, they will become more common. In addition, due to the collaboration between different architects, designs for more universal technical applications are expected to emerge, which would improve the environmental characteristics of the projects, regardless of their phenomenological intention, as in Taichung Central Park.

## CONCLUSIONS

On the one hand, we could say that sensations lead to actions as cause-effect: they are integrative; they allow us to share experiences with other people and establish links with the area that surrounds us. Even without public display, the individual is part of an unfamiliar immersive process. In this way, the door is opened to psychosocial reflection processes about the motives and reactions that we experience when facing these stimulations.

This concatenation of environment, sensations and actions helps to define the temporality in which we find ourselves. Using environmental technology to condition outer space and doing it manifestly helps the society that inhabits these spaces to become more aware of climate change and its importance. With an extensive professional background in the field of experimental environments construction, Philippe Rahm has managed to transfer these concepts to a public space that goes beyond the conventional limits of sensory exhibitions. In addition, in Taichung Central Park he successfully manages to intertwine various devices that affect temperature and humidity as well as pollution, which so far had been separately managed, generally focusing on a specific parameter per project.

**p.114** The diversity of sensory stimuli undoubtedly enriches this type of projects aimed at physiological experimentation. For this reason, the inclusion of more parameters with which he has already worked - such as lighting, sound, smell or physiological production at the hormonal level - is still lacking.

On the other hand, in terms of the practical capacity of applied technology, it is undeniable that this is an important step towards making true those utopias envisioned by great architects fifty years ago. In fact, it significantly points the way ahead: exterior fittings must be conceived differently from interiors, moving away from the idea of enclosing and controlling the environment.

Relying on the necessary technology to define the built environment in a general way is positive, but the ideal would be not standardizing the application of technology. This is where design plays a fundamental role as it intertwines the natural environmental parameters with the ideal values of human comfort, giving us the opportunity to design more flexible and diverse spaces. The impact of using all this technology on architectural practice goes beyond the sensory effect and finds its meaning in a pragmatic construction intended for climatic conditioning. In Taichung Central Park the devices serve both the phenomenological construction and the improvement of climatic conditions. The diversity of implemented systems, some being more successful than others, and the lack of repetitive elements, cause climatic conditioning to be too exceptional; risking becoming almost anecdotal. It does not, however, thanks to the experimental and sensory nature of the proposal.

Jade Eco Park is an example of the correct combination of passive and active systems. In addition, both a clear project methodology and unique aesthetics are applied. The effects of climate change are already manifesting so the need of introducing these systems into the practice of the profession is now greater than ever before.

1. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, 2021.
2. SLOTERDUK, Peter. *Trilogía Esferas*. Spanish edition, translation by Reguera, Isidoro, Madrid: Siruela. 2017; 2004; 2018. ISBN: Volume I: 9788478446544; Volume II: 9788478447541; Volume III: 9788478449514.
3. Harvard University's Graduate School of Design, from 2014 to 2016.
4. RAHM, Philippe. La forme et la fonction suivent le climat. In: *Environ(ne)ment. Manières d'agir pour demain/Approaches for tomorrow*. Canadian Centre for Architecture/Skira: Montreal/Milán, 2006, pp 128-137. Spanish edition, translation by García-Germán, Javier. comp. in: *De lo mecánico a lo termodinámico. Por una definición energética de la arquitectura y del territorio*. Barcelona: Gustavo Gili, 2010, pp. 199-207. ISBN: 978842522347-1.
5. ELIASSON, Olafur. *Leer es respirar, es devenir: escritos de Olafur Eliasson*. Barcelona: Gustavo Gili, 2012, p. 16. ISBN: 978-84-252-2543-7. t/n.: Quotation translated by the article's author.
6. Swiss Pavilion at the 8th Venice Architecture Biennale, Italia, 2002.
7. The 2005 project generates the humidity gradient in order to approximate the environment, located in the Vassivière reservoir, Limousin, France.
8. KEPES, György. *Arts of the Environment*, New York: George Braziller, 1972. Spanish edition, translation by Nely Coarasa. *El arte del ambiente*. Buenos Aires: Editorial Víctor Leru, 1978.
9. LORENZO CUEVA, Covadonga. La influencia de György Kepes en la obra temprana de Juan Navarro Baldeweg realizada en el Center for Advanced Visual Studies del MIT (1971-1975). *RA: Revista de Arquitectura* [online], January 2017, n. 19, pp. 67-78 [search: 24-08-2021]. ISSN: 1138-5596. URL: <https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/11724> DOI: <https://doi.org/10.15581/014.19.67-78>.
10. Kepes, György, op. cit. *supra*. Note 6, pp. 19-20. t/n.: Quotation translated by the article's author.
11. Regarding control systems, automation, as well as the fast inclusion of systems such as voice recognition (Siri, Alexa, etc.), have caused their widespread implementation and cost reduction. Besides, the increase of efficiency in thermal production, with coefficients in heat pumps that currently range between 2 and 6 (1 electrical kW produces between 2 and 6 thermal kW), has also made it much easier to reduce the impact of artificial systems
12. YOSHIDA, Yoshio. *Hans Hollein. A + U, Architecture and Urbanism*. Tokyo, 1985.
13. ALLEN, John. *Me and the Biospheres: A Memoir by the Inventor of Biosphere 2*. Synergetic Press, 2009. ISBN: 0907791379
14. DEMPSTER, William F. Biosphere 2 engineering design. In: *Ecological Engineering*, 1999, n. 13, pp. 31-42. ISSN: 0925-8574
15. K.KING, Gene. Building with heat, humidity and light: Jade Eco Park in Taichung by Philippe Rahm. In: *The Architectural Review* [online] June 2017, n.1442 [search: 24-08-2021]. URL: <https://www.architectural-review.com/buildings/building-with-heat-humidity-and-light-jade-eco-park-in-taichung-by-philippe-rahm>
16. HORTON, Chris. Spanish edition, translation by Milutinovic, Ana. La tecnología que hizo de Taiwán un ejemplo de democracia participativa. *MIT Technology Review* [online], September 2018 [search: 24-08-2021]. URL: <https://www.technologyreview.es/s/10483/la-tecnologia-que-hizo-de-taiwan-un-ejemplo-de-democracia-participativa>.
17. RAHM, Philippe. Project description on the website [search: 24-08-2021]. URL: <http://www.philippeahm.com/data/projects/taiwan/index.html>.
18. PRIETO GONZÁLEZ, Eduardo. *Historia medioambiental de la arquitectura*. Madrid: Cátedra, 2019, pp. 207-248. ISBN: 9788437640686.
19. IPCC, op. cit. note 1, pp. 19-20.
20. SCUDERI, Massimiliano. *Philippe Rahm architects: Constructed atmospheres. Architecture as meteorological design*. Milan: Postmedia, 2014, pp. 67-77. ISBN: 979-8553125684. The rest of the devices are described below as they are named in the project documentation:
  - "Anticyclone" or "underground breeze": convection cooling device, which drives cold air cooled by underground heat exchange, that is, taking advantage of geothermal energy.
  - "Night light" or "vertical night": conductive cooling device, which can cool human skin when getting in touch with it. It is composed by a cold, black surface, cooled by water with an interior coil.
  - "Moonlight" or "long wave filter": reflective cooling device, which filters or reflects sunlight.
  - "Dry cloud" or "desert wind": artificial drying device, which drives air dried through silicate gel exchangers.
  - "Ozone eclipse": device for removing artificial pollutants, which filters the air from polluting particles such as Nox, O3 or SO2.
  - The "pre-industrial draft" incorporates air into the park free from PM10 and PM2.5 matter particles, emitted by industry and automobiles.
21. ELIASSON, Olafur. *Los modelos son reales*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009, p. 7. ISBN: 978-84-252-2279-5. t/n.: Quotation translated by the article's author.
22. RAHM, Philippe. Thermal Sensations. The Case of the Jade Eco Park in Taichung (Taiwan): Towards an Architectural Theory of Thermal Diversity. In: Roesler, Sascha y Kobi, Madlen coords. *The Urban Microclimate as Artifact* [online] 2018, pp. 102-119 [search: 24-08-2021]. URL: <https://doi.org/10.1515/9783035615159-102>
23. In addition to Philippe Rahm Architects team, the proposal was made together with Vogt Landscape Architects, Ezio Micelli, Arcadis Italia, Temporiuso, Luca Cozzani and engineering systems by NET Engineering.
24. PÉREZ TOLEDO, Ramiro. OMA y Laboratorio Permanente ganan el concurso para el Scalo Farini. En: *Metalocus* [online] April 2019 [search: 24-08-2021]. URL: <https://www.metalocus.es/es/noticias/oma-y-laboratorio-permanente-ganan-el-concurso-para-el-scalo-farini>.
25. OMA. OMA y Laboratorio Permanente won the competition Scalo Farini for Milan. *OMA news* [online], April 2019 [search: 24-08-2021]. URL: <https://www.oma.com/news/oma-and-laboratorio-permanente-win-competition-for-scalo-farini-in-milan>.

#### Autor imagen y fuente bibliográfica de procedencia

Información facilitada por los autores de los artículos: página 17, 1. © EWW Archives, photo by author; desde página 18, figura 2 a página 30, figura 14: © EWW Archives, Ana Tostões;página 34, 1. Dibujo de los autores usando la interpretación de dos planos de situación publicados en LEÓN, Pilar. Itálica. La Ciudad de Trajano y Adriano. En: Colección SPAL Monografías Arqueología, Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla, 2021, p. 165. Y ALARCÓN GONZÁLEZ, Luisa; MONTERO FERNANDEZ, Francisco. The Traianum and the urbanism of Italica. En: Civiltà romana. Rivista pluridisciplinare di studi su Roma antica e le sue interpretazioni. Roma: CIVILTÀ ROMANA. Rivista pluridisciplinare di studi su Roma antica e le sue interpretazioni, 2018, p. 266; página 36, 2. Dibujo de los autores; página 37, 3. Dibujo de los autores; página 38, 4. HIDALGO, Rafael; CARRASCO, Inmaculada; HERMAN, Florian; TEICHNER, Félix; página 38, 5. Dibujo de los autores; página 39, 6. Dibujo de los autores; página 40, 7. Dibujo de los autores; página 41, 8. MoMA. Nueva York; página 42, 9. MORÓN JOSE; página 44, 10. Dibujo de los autores; página 45, 11. TRILLO DE LEYVA, Manuel. Archivo personal; página 45, 12. TRILLO DE LEYVA, Manuel. Archivo personal; página 50, 1. Fotografía Lucién Hervé. FLC L3-9-46-001. Fondation Le Corbusier/ADAGP; página 51, 2. Fondation Le Corbusier: <http://www.fondationlecorbusier.fr>. Foto: Christian Staub. FLC/ADAGP; página 53, 3. VV.AA. *Le Corbusier DVD Plans*, vol. 11. 1. FLC06776; 2. FLC06767; 3 y 4 FLC 05623; página 54, 4. VV.AA. *Le Corbusier DVD Plans*, vol. 11. FLC06405 y FLC07084; página 54, 5. Fondation Le Corbusier. VV.AA. *Le Corbusier DVD Plans*, vol. 11. FLC06370 y FLC06381; página 55, 6. VV.AA. *Le Corbusier DVD Plans*, vol. 11. FLC6405 y FLC6423; página 56, 7. VV.AA. *Le Corbusier DVD Plans*, vol. 11. FLC6618 y FLC6437; página 57, 8. LE CORBUSIER. *El Modulor 2*. Arganda del Rey (Madrid): Apóstrofe, 2005, p. 314; página 57, 9. *Catalogue Le Corbusier. Architecture, paintings, sculptures, tapestries*. Walker Art Gallery, Liverpool, 10 Dec. 1958-17Jan 1959; página 59, 10. FLC L3-9-52-001. Fondation Le Corbusier/ADAGP; página 60, 11. Dibujo realizado para el artículo. DE LA COVA, Miguel Ángel; JIMÉNEZ-RUFO, Antonio; VICIOSO, Ángel; página 62, 12. FLC L3-9-48-001. Fondation Le Corbusier/ADAGP; página 62, 13. FLC L3-9-3-001. Fondation Le Corbusier/ADAGP; página 63, 14. LE CORBUSIER. *Oeuvre Complète*, vol. 6, p. 102. Basel: Birkhauser, 1999; página 64, 15. VV.AA. *Le Corbusier DVD Plans*, vol. 11. FLC 6380; página 68, 1. BOTIA, Lola; DOVAL-SÁNCHEZ, Gonzalo. *Fernando Higuera: desde el origen*. Madrid: Fundación ICO y Ministerio de Fomento, p. 226; página 69, 2. LAPAYESE, Concha; GAZAPO, Darío. Construir un juego de miradas. En: HIGUERAS, Fernando. *Intexturas Estructuras*. Madrid: Fundación Arquitectura COAM, 2008; página 70, 3. Dibujo realizado por los autores; página 73, 4. PÉREZ, Diana. Juguetes de viento. *Sulponticello*, n.º 88, enero de 2022. Disponible en: <http://3epoca.sulponticello.com/juguetes-del-viento/#.YdiHsf7MJ3g>. Imagen de molinos en la arquitectura popular en MANRIQUE, César; ESPINOSA, Agustín de. *Lanzarote: arquitectura inédita*. Arrecife: Cabildo Insular Lanzarote, 1974; página 74, 5. BOTIA, Lola; DOVAL-SÁNCHEZ, Gonzalo. *Fernando Higuera: desde el origen*. Madrid: Fundación ICO y Ministerio de Fomento, p. 335; página 76, 6. BOTIA, Lola; DOVAL-SÁNCHEZ, Gonzalo. *Fernando Higuera: desde el origen*. Madrid: Fundación ICO y Ministerio de Fomento, pp. 215, 217, 218 y 233; página 76, 7. Fotomontaje de Plantas y secciones de los tipos del Hotel Dromedario, Lanzarote, 1971. Planos base en: *Arquitectura. La isla de Lanzarote*. Madrid: COAM, septiembre 1972, n.º 165. pp.23,26,27. Disponible en línea: <https://www.coam.org/es/fundacion/biblioteca/revista-arquitectura-100-anios/etapa-1959-1973/revista-arquitectura-n165-Septiembre-1972>; página 77, 8. Fotografías de César Manrique en: MANRIQUE, César; ESPINOSA, Agustín de. *Lanzarote: arquitectura inédita*. Arrecife: Cabildo Insular Lanzarote, 1974; página 78, 9. De izquierda a derecha, fotografías realizadas por los autores; página 79, 10. Fotomontaje realizado por los autores; página 80, 11. Fotografías arriba a la derecha y en el centro exteriores e interiores de la casa de César Manrique en Taro de Tahiche, Lanzarote 1968. En: MARCHÁN, Simón; MARTÍNEZ DE ALBORNOZ, Pedro. Fundación César Manrique, Lanzarote 3rd.ed. ed. Stuttgart: Axel Menges, 2003, pp. 26, 27 y 51. Resto de fotografías realizadas por los autores; página 81, 12. Fotomontaje realizado por los autores. cuadro de César Manrique *Autorretrato*. Objetos encontrados, 1970. Fundación César Manrique; página 82, 13. Captura de pantalla del vídeo de la Casa Wuthrich en página oficial de la Fundación Fernando Higuera: <http://fernandohiguera.org/conferencias>. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=a6HoZr3eY8w>; página 83, 14. De izquierda a derecha de arriba abajo: Alzado del Hotel Dromedario En: *Arquitectura. La isla de Lanzarote*. Madrid: COAM, septiembre 1972, n.º 165. p.22. Disponible en: <https://www.coam.org/es/fundacion/biblioteca/revista-arquitectura-100-anios/etapa-1959-1973/revista-arquitectura-n165-Septiembre-1972>; Pintura de Paul Klee *Der Niessen*,1915; Poblado Marinero en el Acanilado de los Gigantes, Tenerife, 1976. En: BOTIA, Lola; DOVAL-SÁNCHEZ, Gonzalo. *Fernando Higuera: desde el origen*. Madrid: Fundación ICO y Ministerio de Fomento.p233; Fotografía del pueblo de Mijas tomada por Bernard Rudofsky para la sección "Arquitectura Unitaria", En: RUDOFKY, Bernard. *Arquitectura sin arquitectos: breve introducción a la arquitectura sin genealogía*. Buenos Aires: Eudeba, 1973, de su libro *Arquitectura sin arquitectos*. p. 56; página 89, 1. Esquema realizado por los autores a partir de Apple Maps; página 91, 2. VILLAVICENCIO VALTERRA, Eliezer Gabael; página 92, 3. Esquema realizado por los autores; página 93, 4. Esquema realizado por los autores sobre imagen de SZOKOLAY, Steven, 2004. *Introduction to Architectural Science the basis of sustainable design* [en línea]. Architectural Press, 2004, p. 21 [consulta 15-08-2021]. ISBN: 0750658495. Disponible en [https://www.academia.edu/20689165/Introduction\\_to\\_ARCHITECTURAL\\_SCIENCE](https://www.academia.edu/20689165/Introduction_to_ARCHITECTURAL_SCIENCE); página 94, 5. Esquema realizado por los autores; página 94, 6. Esquema realizado por los autores; página 94, 7. Esquema realizado por los autores; página 95, 8. Esquema realizado por los autores; página 95, 9. Esquema realizado por los autores; página 95, 10. Esquema realizado por los autores; página 97, 11. Esquema realizado por los autores; página 97, 12. Esquema realizado por los autores; página 102, 1. Olafur Eliasson. The mediated motion, 2001. Water, wood, compressed soil, fog machine, metal, foil, Lemna minor (duckweed), and Lentinula edodes (shiitake mushrooms). Installation view: Kunsthau Bregenz, Austria, 2001 Photo: Markus. Tretter. Cortesía del artista; neugerriemschneider, Berlin; Tanya Bonakdar Gallery, New York / Los Angeles © 2001. Olafur Eliasson; página 104, 2. Honorarium, 8th Bienal de Arquitectura, Pabellón de Suiza, Venecia, Italia, 2002 / Décosterd & Rahm, associés: Jérôme Jacqmin, Catherine Rossier / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architects; página 104, 3. Mollier Houses, Vassivière en Limousin, Francia, 2005 / Jérôme Jacqmin, Alexandra Cammas, Cyrille Berger, Irene D'Agostino / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architects; página 105, 4. Juan Navarro Baldeweg. Ecosystems Rotating in New York Harbor, 1971. Center for Advanced Visual Studies special collection, MIT Art, Culture and Technology Program Special Collections; página 105, 5. Hans Hollein, Olympic Village, Media-Lines, Múnich, Alemania, 1972. Foto: Franz Hubmann. Copyright: Private Archive Hollein; página 108, 6. Planta general de la propuesta del Jade Eco Park Taichung, Taiwan, 2012-2020. La numeración de los espacios está realizada por los autores de este artículo. Philippe Rahm Architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architectes; página 108, 7. Zoom de una parte de la propuesta. Taichung Central Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm Architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architectes; página 109, 8. Esquemas de los recorridos y los dispositivos artificiales del parque según ambientes. Realizados por los autores del artículo; página 109, 9. Diagramas del desarrollo del proyecto según los parámetros térmicos. Taichung Central Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm architectes, Mosbach paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm architectes; página 111, 10. Dispositivos de enfriamiento. Taichung Central



Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm Architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architectes; página 111, 11. Vista de la zona de paneles fotovoltaicos. Taichung Central Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm Architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architectes; página 111, 12. Fotografía del recorrido del parque. Taichung Central Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm Architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Fotografía de: [shawncf] /123RF.com; página 111, 13. Imágenes de la aplicación *online* con la información actualizada en tiempo real. Taichung Central Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm architectes; página 112, 14. Planta del Climatorium. Taichung Central Park, Taichung, Taiwan, 2012-2020 / Philippe Rahm architectes, Mosbach Paysagistes, Ricky Liu & Associates / Imágenes: Cortesía de Philippe Rahm Architectes;