

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y BOLETÍN DE LA ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA



Tiempo y Clima

OCTUBRE 2022 Nº 78



SUMARIO

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA
OCTUBRE 2022 - NÚMERO 78 - QUINTA ETAPA

PRESENTACIÓN.....	3
ACTIVIDADES AME, <i>por Amadeo Uriel y Fernando Bullón</i>	4
Análisis estadístico de la serie anual del número de récords de temperatura media diaria en España, <i>por José Antonio López Díaz</i>	8
POLOS OPUESTOS, De nuevo incendios, <i>por Eduardo Zorita</i>	11
MIRANDO UN MAPA: Ola de calor de julio 2022 y monzón asiático, <i>por José María Sánchez-Laulhé</i>	12
TRAZAS DE LA TEMPERIE: Reventón cálido en el festival Medusa de Cullera, <i>por José Ángel Núñez Mora</i>	17
CRÓNICA DEL TIEMPO, <i>por Federico Franco, Andrés Chazarra, Ana Morata y José Ángel Nuñez</i>	20
FOTOGRAFÍA: Contraste de sensaciones, <i>por David Mancebo Atienza</i> ; Las fotos del verano.....	26
LA IMAGEN DE LA PRIMAVERA: 12 de julio de 2022. Segunda ola de calor, <i>por Darío Cano</i>	30
Recordando los trabajos para el acondicionamiento bioclimático de la Expo92 en Sevilla. Y a Jaime López de Asiain, su principal promotor, <i>por José Pérez de Lama, José Sánchez-Laulhé y Rafael Herrera Limones</i>	32
Predicción estacional: evolución y nuevas perspectivas (II), <i>por Ernesto Rodríguez Camino y Esteban Rodríguez Guisado</i>	38
NOTICIAS: Explorando escenarios catastróficos de cambio climático; Un calentamiento mayor que 1.5 °C puede disparar múltiples puntos de inflexión del sistema climático; Primeras predicciones operativas del ECMWF en Bolonia; Vuelven a España los restos de Blas Cabrera. Su relación con la Meteorología , <i>por Manuel Palomares</i>	43
Recuperando la memoria del matemático, científico e ingeniero Esteban Terradas e Illa, <i>por María Asunción Pastor Saavedra</i>	48
IN MEMORIAM: Fernando de Ory y la historia de Izaña, <i>por Manuel Palomares Calderón</i>	51
LIBROS: <i>La humanidad en peligro: un manifiesto</i> , de Fred Vargas, <i>por Ernesto Rodríguez Camino</i> ; <i>La era del plástico. Una nueva amenaza para la conservación de la naturaleza</i> , de Álvaro Luna, <i>por María Asunción Pastor</i>	52
REUNIONES Y CONGRESOS: Conferencia de EUMETSAT 2022, <i>por Pilar Rípodas</i> ; Premio Harry Otten; Próximas citas, <i>por Manuel Palomares</i>	57

FOTO PORTADA

"Bonita tarde". Ramon Calvet i Falgueras.

Tormenta que se acercaba a Olot desde el Ripollés la tarde del 13 de agosto de 2022, vista desde el volcán Montsacopa. Produjo abundante precipitación, también de granizo y un gran vendaval que causó la caída de algunos árboles.

EDITA:

Asociación Meteorológica Española

DIRECTOR:

José María Sánchez-Laulhé Ollero

REDACCIÓN:

Ernesto Rodríguez Camino
María Asunción Pastor Saavedra
Manuel Palomares Calderón
Fernando Aguado Encabo
~~Ramón Pascual Berghaenel~~
Amadeo Uriel González
José Luis Sánchez Gómez

DIRECCIÓN POSTAL:

Revista Tiempo y Clima
Apartado 60025
28080, MADRID

WEB:

pub.ame-web.org

Revista de difusión gratuita entre los socios de la AME.

Diseño: Alfredo Niño

Dep. Leg: M-10961-1976

EDICIÓN IMPRESA

ISSN: 2340-6607

EDICIÓN DIGITAL

ISSN: 2340-6631

COLABORACIONES:

Se invita a enviar contribuciones y correspondencia relativa a todos los aspectos de la meteorología, climatología y ciencias afines

La responsabilidad por las opiniones vertidas en dichas contribuciones es exclusivamente de sus autores.

Recordando los trabajos para el acondicionamiento bioclimático de la Expo92 en Sevilla. Y a Jaime López de Asiain, su principal promotor

JOSÉ PÉREZ DE LAMA, JOSÉ SÁNCHEZ-LAULHÉ, RAFAEL HERRERA LIMONES

Agosto-septiembre de 2022

La crisis climática y los debates periódicos sobre el calor en las ciudades nos hacen recordar las experiencias pioneras para el «acondicionamiento bioclimático» de los espacios abiertos que se hicieron hace ya treinta años para la Exposición Universal de Sevilla en 1992. Y también nos hace preguntarnos por qué aquello quedó temporalmente en el olvido.

Este año 2022 el Museo Reina Sofía en Madrid recuperaba algunos trabajos arquitectónicos desarrollados para la Expo 92, incorporándolos, con más o menos fortuna, a su colección permanente. Entre otros, recuperaba diversos dibujos de proyecto de Jaime López de Asiain para la llamada «rotonda bioclimática», un prototipo a escala 1:1 de espacio urbano que se construyó y monitorizó en los años previos a la celebración de

la exposición. Habiendo formado parte –algunos de nosotros– del entonces llamado «Seminario de Arquitectura Bioclimática» de la Universidad de Sevilla, el equipo de López de Asiain durante aquellos años,¹ traemos aquí algunos recuerdos de aquellos trabajos, entre la nostalgia personal y la conveniencia de la recuperación de aquellas experiencias pioneras para aplicarlas en las ciudades actuales.

Siendo la edificación y la forma urbana *responsables* de casi dos tercios del consumo energético y de las emisiones de CO₂ el interés de pensar cómo construir y diseñar nuestras ciudades mejor desde estos puntos de vista, en el escenario de la actual emergencia climática, debe ser una cuestión urgente. El objetivo de lograr una civilización «neutra en carbono» para el 2050, que se viene estimando como una necesidad para mitigar el cambio climático pasa necesariamente por la transformación –radical– de la edificación y de los sistemas de movilidad en las ciudades y el territorio.

Antes de acometer el tema del acondicionamiento bioclimático de los espacios abiertos de la Expo 92 nos vamos a permitir contar algunos antecedentes del trabajo de Jaime López de Asiain Martín, a quien consideramos el gran ideólogo y principal impulsor de aquel proyecto.³ López de Asiain, nacido en Madrid en 1933, de familia de arquitectos, en 1965 obtuvo plaza de catedrático –el catedrático más joven de su tiempo– en la recién creada Escuela de Arquitectura de Sevilla, de la que fue subdirector entre 1965 y 1971. Durante aquellos años ya hizo algunos proyectos con un cierto «enfoque bioclimático», entre otros, el de la Escuela de Ingenieros (actualmente Ingeniería Informática) de la Universidad de Sevilla (1964), organizada en torno a una serie de patios ajardinados y con un gran cerramiento dotado de un sistema de protección solar con enfriamiento evaporativo en una de sus fachadas principales. También recibió el Premio Nacional de Arquitectura de 1969 por su proyecto para el Museo Español de Arte Contemporáneo (Madrid)⁴ desarrollado junto con el entonces recién titulado Ángel Díaz Domínguez († 2020), que seguiría siendo su colaborador durante las siguientes décadas.



Figura 1: Materiales de trabajo para la Exposición Universal Sevilla 1992 de Jaime López de Asiain con el Seminario de Arquitectura Bioclimática de la Universidad de Sevilla, expuestos actualmente en la colección permanente del MCNA Reina Sofía (Madrid); fotografía de J. Pérez de Lama, diciembre de 2021.

¹ José Pérez de Lama fue miembro del Seminario de Arquitectura Bioclimática, posteriormente Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente, entre 1982 y 1996. Rafael Herrera fue miembro del Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente entre 1994 y 2000. Pérez de Lama y Herrera son actualmente profesores en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. José Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos es arquitecto, master en Ciudad y Arquitectura Sostenibles y doctor en Historia del Arte.

² Se suele estimar que en torno a un tercio de las emisiones se deben al transporte, de las cuales una parte importante corresponden a los modelos de movilidad urbana, y en consecuencia a la organización de las ciudades: extensas o compactas– que nos obliga a ir en coche o nos permite ir andando, en bicicleta o en transporte público.

³ Como es de imaginar, aquel proyecto bioclimático fue posible gracias a la colaboración de muchas personas e instituciones, el propio equipo de López de Asiain, los gestores de la Expo92, los equipos de la Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, entre otros, que se tratará de ir mencionando.

⁴ Actualmente Museo del Traje, ubicado en la Ciudad Universitaria de Madrid, vecino a la Escuela de Arquitectura.

A pesar de sus éxitos sevillanos, en 1971 decide tomarse varios años de excedencia y viaja a diversos lugares, en especial pasa un año en Berkeley en California, donde profundiza en sus intereses «bioclimáticos»: la escuela de Arquitectura y planeamiento urbano de la Universidad de California Berkeley se llamaba desde 1959 *College of Environmental Design*. Tras pasar otro año en Grecia con Constantinos Doxiadis –uno de los arquitectos-urbanistas más avanzados de la época– y a continuación dirigir durante un tiempo la nueva Escuela de Arquitectura de Las Palmas (Canarias), en 1979 está de vuelta en la Escuela de Sevilla, donde inmediatamente funda un grupo de investigación al que llama «Seminario de Arquitectura Bioclimática» y se convierte en un promotor decidido de la incorporación –o quizás reincorporación– de los planteamientos medioambientales como elemento fundamental en el trabajo de los arquitectos.

Poco después fue cuando entramos en contacto algunos de nosotros, como estudiantes, con López de Asiain. En la biblioteca del Seminario había libros muy diferentes a los que estudiábamos en la carrera. Estaban todos los textos fundacionales de lo que por entonces llamábamos arquitectura bioclimática: el Givoni, el Olgyay, un par de libros de portadas amarillas y tamaño octavo de Gustavo Gili (Izard & Guyot, Bardou & Arzoumanian), *La casa autónoma* de Brenda y Robert Vale... casi todos publicados entre finales de los 70 y principios de los 80. También estaban por allí unos cuadernos color naranja editados por el propio López de Asiain que usábamos como material de referencia cotidiana.

La hipótesis bioclimática

En sus escritos y clases y en nuestras conversaciones López de Asiain mencionaba los textos fundamentales del inicio del movimiento ecologista: entre otros el informe del Club de Roma sobre los *Límites del crecimiento* (1972) o *Small is Beautiful* de E.F. Schumacher (1973). Y en uno de aquellos cuadernos color naranja aparecía ya la definición de arquitectura bioclimática que fue referencia del equipo durante sus años de trabajo:

La concepción bioclimática de la arquitectura considera como fundamentos básicos de la arquitectura tres grandes aspectos: el lugar, la historia y la cultura.

El lugar, origen y punto de referencia del «hombre» y de todo hacer humano, en sus dos concepciones clásicas de *locus* y *situs*, que hoy podríamos traducir como contexto y entorno, aparece como el gran condicionante del problema arquitectónico, aportando los valores climáticos y microclimáticos, por un lado, y los materiales de construcción, el paisaje y las formas constructivas por otro. A la vez, el microclima incluye en una relación integradora los aspectos térmicos, lumínicos y acústicos, inseparables en el espacio arquitectónico. El paisaje, los materiales de construcción y las formas constructivas constituyen una fuente inagotable para la inspiración y, a su vez, una delimitación del campo de posibilidades para la adecuación de las formas arquitectónicas o urbanas [al medio en el que se integran].

La historia señala con precisión la constante adecuación del «hombre» a su entorno y nos revela la estructura de la evolución social, económica y política del hábitat humano, apuntando asi-

mismo el riquísimo repertorio de lenguajes arquitectónicos que se hacen presentes y compatibles en la arquitectura y la ciudad.

La cultura, por último, nos muestra los mecanismos y recursos del hacer humano, de los hechos arquitectónicos que constituyen el espacio habitable y extrae, analiza y pondera los valores estéticos que han hecho y hacen posible que la edificación llegue a ser arquitectura.⁵

En esta definición inicial, que se iría depurando en el contraste con la práctica –contando siempre con la colaboración de su compañero y amigo, el filósofo Rafael González Sandino– destacaba ya la importancia que concedía al clima y el microclima, que por entonces y, en muchos casos aún ahora, la arquitectura había dejado de tener en cuenta con la disponibilidad de sistemas capaces de crear climas interiores –calefacción y aire acondicionado– que permitían, por ejemplo, hacer un edificio completamente de vidrio en cualquier tipo de clima gracias al uso de grandes cantidades de energía –algo que durante décadas se había considerado signo de dominio sobre la Naturaleza, y así, de modernidad y progreso. Precisamente, el otro aspecto de aquellas primeras hipótesis que no aparece en la anterior definición era el del uso de lo que se dio en llamar «sistemas pasivos» en la arquitectura – más tarde en el diseño urbano. A esto se dedicaba el segundo de los cuadernos color naranja que manejábamos por aquellos años.⁶ El nombre de «sistemas pasivos», más o menos afortunado, designaba y sigue designando el uso de las orientaciones y de la propia forma arquitectónica y la selección de materiales y sistemas constructivos para acondicionar los espacios arquitectónicos para el frío o el calor, sin la necesidad de máquinas –o reduciendo su uso al mínimo. El empleo de máquinas definiría por oposición los «sistemas activos». En realidad era lo mismo que habían hecho por necesidad la mayor parte de las arquitecturas populares premodernas, pero que ahora se trataba de llevar a cabo con renovados criterios científicos. En el clima mediterráneo-continental de Sevilla, por ejemplo, se trataba de captar la energía solar en invierno, a la vez que se aislaban mejor los edificios y se los dotaba de inercia térmica para compensar las diferencias entre el día y la noche, mientras que en verano se trataba de protegerse del sol, y de nuevo aislar los cerramientos y usar la inercia térmica, y finalmente aprovechar mediante ventilación natural las temperaturas más frescas de la noche.

Viviendas y colegios bioclimáticos

López de Asiain y el Seminario de Arquitectura Bioclimática pusieron a prueba estas ideas a principios de la década de 1980 construyendo diversos prototipos de vivienda que se testearon en el marco científico de los llamados «Task VIII» y «Task XI» de la Agencia Internacional de la Energía, en el que participaban arquitectos y científicos de diferentes países europeos. El primero de estos prototipos fue una casa unifamiliar para el pintor Paco Cuadrado, en Mairena del Aljarafe (Sevilla). Tras su construcción y mientras era habitada, el funcionamiento térmico de la casa –invierno y verano– fue monitorizada con unos sensores Tinytalk –unos dispositivos aún bastante primitivos cuyos datos había que descargar periódicamente a un ordenador– dando

⁵ Jaime López de Asiain & Rafael González Sandino, sf (c. 1981), *Arquitectura, energía y medio ambiente*, pp. 11-12. Seminario de Arquitectura Bioclimática Escuela de Arquitectura Universidad de Sevilla

⁶ Jaime López de Asiain, sf (c. 1981), *Aplicaciones de la energía solar en el hábitat. Sistemas Pasivos*. Seminario de Arquitectura Bioclimática Escuela de Arquitectura Universidad de Sevilla

Recordando los trabajos para el acondicionamiento bioclimático de la Expo92 en Sevilla. Y a Jaime López de Asiain, su principal promotor

excelentes resultados: gracias a su diseño pasivo la casa necesitaba muy poca calefacción en invierno y no necesitaba refrigeración activa en verano. Este primer prototipo tuvo una segunda iteración en un proyecto de 128 viviendas sociales en Osuna, Sevilla, con una configuración más urbana. Estas viviendas de Osuna también se monitorizaron, confirmando los buenos resultados de Mairena. Resultaba de interés adicional el que ambos proyectos se construyeron con los presupuestos estándar de las viviendas de promoción pública de la época, esto es, que demostraban además que no era más caro construir este tipo de arquitectura energéticamente eficiente; aunque sí que era necesario tener en cuenta otros principios de diseño.⁷

Prácticamente a la vez de aquellos proyectos pioneros de vivienda, López de Asiain y su equipo proyectaron y construyeron una serie de colegios y edificios educativos bioclimáticos que compartían ciertas estrategias con los proyectos de vivienda, que incorporaban, además, nuevos matices para responder a las diferentes intensidades y ciclos diarios y anuales de uso de este tipo de espacios. Si bien, a juicio de los autores del presente texto, aquellos proyectos no fueron tan logrados como los de vivienda, sí que consideramos que marcaban líneas de investigación y trabajo que hubiera sido de gran valor continuar, como demuestra la aprobación en 2020 en el Parlamento de Andalucía de una «Ley de Bioclimatización» fruto de la persistentes demandas ciudadanas sobre las condiciones térmicas en los edificios escolares.⁸ Entre estos proyectos (Guillena y Almería, 1985; Mairena I y II, 1988; ATAM, 1988), quizás el mejor arquitectónicamente hablando resultó ser el centro ATAM en Mairena del Aljarafe, destinado a la formación de personas con diversidad funcional, precisamente por contar con un programa y unas normativas de aplicación más flexibles que el de los otros proyectos que eran centros educativos públicos convencionales.

La Expo 92: el proyecto

Durante aquella misma optimista y trepidante década del inicio de la democracia, el Seminario de Arquitectura Bioclimática se incorpora al equipo de trabajo de lo que sería la Exposición Universal Sevilla 1992. López de Asiain, junto con otro de los grandes pioneros de las energías renovables en España, también catedrático de la Universidad de Sevilla, Valeriano Ruiz († 2021), convencen a los gestores de la exposición universal⁹ para incorporar un planteamiento medioambiental

innovador en el proyecto, tanto para el diseño de las infraestructuras energéticas (Ruiz), como para el del espacio urbano y la edificación (López de Asiain). La Expo iba a tener lugar entre los meses de abril y octubre, por lo que las condiciones climáticas durante buena parte de su duración (junio a septiembre) iban a ser extremas, especialmente para los visitantes no acostumbrados al calor sevillano.

Tras múltiples informes y conversaciones a diferentes niveles, en 1987 el Seminario de Arquitectura Bioclimática se incorporó al equipo redactor del Plan Director¹⁰ de la exposición con el encargo específico de desarrollar las estrategias de acondicionamiento bioclimático para los espacios abiertos, que finalmente constituirían un capítulo destacado y transversal a todo el plan. La idea a grandes rasgos era recuperar los planteamientos que habían caracterizado ciertas arquitecturas tradicionales andaluzas – los sistemas de patios y jardines de la Alhambra o del Alcázar de Sevilla...–, actualizándolos a los nuevos tiempos con los medios tecnocientíficos disponibles, para generar un microclima en toda la Isla de la Cartuja: pues esta fue la ubicación finalmente elegida para la exposición, con una extensión en torno a las 215 hectáreas, que a la fecha eran unos terrenos de uso agrícola, entre dos brazos del río Guadalquivir, con alguna edificación aislada, principalmente el monasterio que daba nombre al lugar.

La propuesta que se fue desarrollando en paralelo al Plan Director se estructuró en cinco estrategias principales, que se fueron discutiendo con los responsables del plan – un pequeño equipo del estudio de arquitectura canadiense Arthur Erickson, que había sido seleccionado por su experiencia en exposiciones universales previas, y el personal técnico de la Sociedad Estatal para la Exposición Universal, e incorporándose al proyecto general.

Las estrategias eran las siguientes: **1/** uso intensivo de vegetación: se planteaba arbolado un 60 % de la superficie de la futura exposición universal (algo que tenía que hacerse en muy poco tiempo, cinco años, con lo que las plantaciones en viveros, y el diseño y desarrollo de ingeniosos procesos se iniciaron de inmediato, llevados a cabo por equipos especializados)¹¹; **2/** protección solar, con la propia vegetación y con estructuras específicas de pérgolas, «velas» y otras; **3/** uso del agua para enfriamiento evaporativo (surtidores, micronizadores...) y, en menor medida, en grandes volúmenes/superficies, para aprovechar su inercia térmica diferencial; **4/** ventilación natural, especialmente

⁷ Puede verse Kok (1990) *Design Information Booklet No. 6 - Passive Solar Homes: Case Studies. 1990, Design Information Booklet No. 6 - Passive Solar Homes: Case Studies, Bowencentrum, The Netherlands & M.J. Holtz, Architectural Energy Corp., USA* Estos proyectos también están documentados en la publicación, Jaime López de Asiain, 1996, *Vivienda social bioclimática. Un nuevo barrio en Osuna* [colección textos de Arquitectura núm. 4]. Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad de Sevilla, Sevilla Como también hacen falta clientes con visión para hacer este tipo de proyectos, nos permitimos señalar que el responsable del encargo de las viviendas en Osuna, entonces delegado del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de España, fue José Ramón Pérez de Lama, padre de unos de los autores de este texto.

⁸ Las demandas del movimiento de AMPAs y familias «Escuelas de Calor» sobre el que puede verse su blog, <https://somesescuelasdecalor.blogspot.com/>.

⁹ Conviene de nuevo destacar el carácter medioambientalmente ilustrado de los responsables del proyecto, entre los que destacó sin lugar a dudas al director técnico de Sociedad Estatal para la Exposición Universal Sevilla 1992, el ingeniero de caminos Ginés Aparicio († 2022).

¹⁰ La persona que entró a formar parte del equipo del Plan Director fue José Pérez de Lama, uno de los autores de este texto, aún estudiante en aquellas fechas, mientras que López de Asiain supervisaba los trabajos y hacía el seguimiento de las cuestiones bioclimáticas con los responsables del Plan Director. Colaboraron también en el capítulo del Plan Director de acondicionamiento bioclimático el también entonces estudiante de arquitectura Roberto González Astobiza y el diseñador gráfico Diego Íñiguez Rivero. El SAB, además, redactó un manual de recomendaciones bioclimáticas para la edificación del que fue responsable José María Cabeza, entonces otro de los jóvenes miembros del equipo, hoy catedrático de Composición Arquitectónica la Universidad de Sevilla.

¹¹ El diseño, dirigido por Félix Escrig, de un sistema especial de pérgolas, cuyas plantas se cultivaron previamente en viveros y luego se montaron sobre estructuras modulares, fue un elemento destacado. Algunas de estas pérgolas se trasladaron a otras partes de la ciudad donde siguen funcionando en la actualidad. Sobre esto puede verse la publicación: Pedro Garrido, 1992, *Proyecto Pérgolas, un intento de control bioclimático*. Ediciones de Horticultura S.L. & Sociedad Estatal para la Exposición Universal Sevilla 92, Reus Sevilla

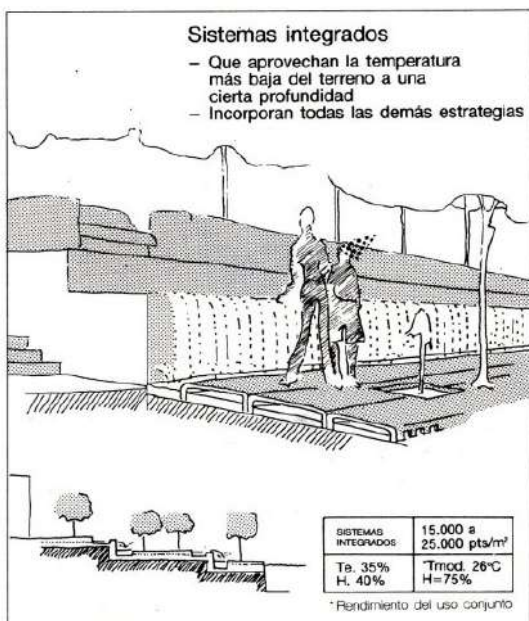


Figura 2: Diagrama con combinación de estrategias de acondicionamiento de los espacios abiertos. Fuente: Cuaderno de trabajo 5. Estudio bioclimático. Expo 92. Seminario de Arquitectura Bioclimática, 1987.

nocturna, tratando de favorecer la captación de las brisas relativamente frescas de Poniente y la generación de movimiento convectivo del aire (aire caliente que sube); **5/** selección de los materiales a usar, especialmente en pavimentos, para reducir su calentamiento durante el día y favorecer la pérdida de calor por radiación hacia el cielo durante las noches.

Estas estrategias de enfriamiento pasivo se proponían a su vez en diferentes combinaciones para generar una graduación de acondicionamiento bioclimático progresiva, desde las áreas más exteriores, por ejemplo los aparcamientos, en que se aplicaban fundamentalmente pavimentos y vegetación, y que se imaginaban como *buffer zones* o colchones térmicos del conjunto, a las zonas más centrales que se preveían como lugares de estancia o descanso y donde el tratamiento bioclimático se hacía más intenso mediante la combinación de la mayoría de las estrategias. Para estas zonas –patios o plazas– se proponía, además, modificar el relieve situándolas a cotas un poco más bajas, para recoger así el aire más fresco y aprovechar la inercia térmica del suelo, una tipología también frecuente en los jardines mediterráneos tradicionales (ver figura 2). La organización en diferentes niveles de tratamiento funcionaba así como un sistema de filtros sucesivos, que debían suavizar gradualmente las condiciones climáticas desde el exterior rural o urbano, bioclimáticamente sin tratar, hasta los lugares más centrales más acondicionados.

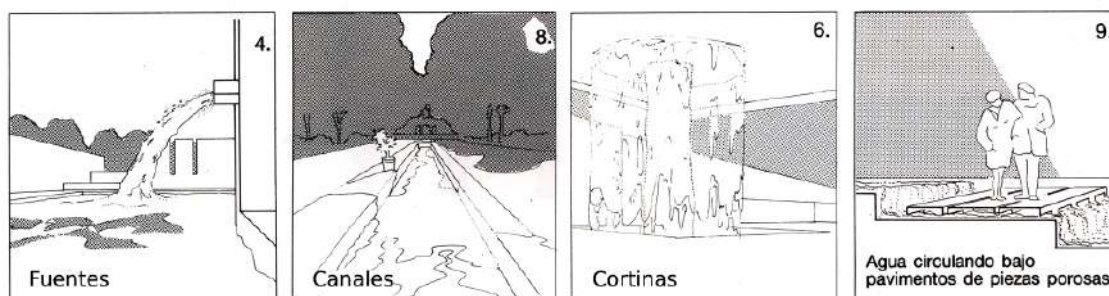
El estudio incluyó una estimación de costes –asociando las superficies en las que se proponían diferentes grados de acondicionamiento y los costes orientativos de las intervenciones ambientales recomendadas– que fue también de relevancia

para la toma de decisiones para el Plan Director en su conjunto.

Por otra parte, las estimaciones de lo que se esperaba conseguir desde el punto de vista del confort higrotérmico con aquellas estrategias fueron por supuesto de gran importancia. Se hicieron extendiendo a los espacios abiertos, con las adaptaciones que se estimaron adecuadas, los estudios bioclimáticos, propios y ajenos, existentes para espacios cerrados, para la edificación. Cabe señalar además, que si bien los estudios para climas fríos –necesidades de calentamiento pasivo– estaban ya entonces bastante desarrollados, los estudios para el llamado enfriamiento pasivo eran escasos, siendo el propio Seminario de Arquitectura Bioclimática uno de los grupos de investigación pioneros en el campo. Otros investigadores destacados en estas cuestiones específicas, con los que pronto pudimos colaborar, eran Baruch Givoni de la Universidad de California en Los Ángeles, Jeffrey Cook de la Arizona State University o Simos Yannas de la Architectural Association.

Para las estimaciones de las mejoras bioclimáticas que podrían conseguirse, aunque a veces se olvide, era fundamental conocer las condiciones climáticas de partida. Los datos que manejábamos entonces nos sugerían diseñar y calcular para unas máximas de 35 °C, que sólo se superaban en verano durante un 5 % del tiempo – quizás hoy con el cambio climático, y especialmente con la experiencia del verano de 2022, aquella estimación tendría que ser diferente. La humedad relativa que se consideraba como referencia de cálculo se situaba en el rango del 30-80 % (mínima-máxima), considerándose en realidad dos situaciones térmicas dominantes: la de los días de Poniente, con brisas frescas procedentes del SO, en especial durante la noche, que correspondían a los días más suaves del verano, y la de los días de levante (calma o vientos del NE), con temperaturas más altas, pero que a cambio tenían humedades relativas más bajas y cielos nocturnos más despejados, confiando un mayor potencial a las estrategias de enfriamiento por evaporación y por radiación nocturna. Con estas condiciones, estimábamos que la aplicación de todas las estrategias coincidiendo en un mismo espacio podrían llegar a suponer una reducción de temperatura de hasta 8 °C: para el día tipo de cálculo, –35 °C de máxima, recordemos–, lo que suponía la posibilidad de alcanzar temperaturas de sensación (añadiendo el efecto de un movimiento suave-moderado del aire) en torno a los 28 °C a la sombra, que considerábamos dentro de la zona de confort veraniega para un espacio exterior –zona de confort que ampliábamos ligeramente respecto de la zona de confort estándar según la propuesta de cálculo de Auliciems & Szokolay. En zonas con menor intensidad de tratamiento bioclimático, por

Figura 3: Selección de «viñetas» explicativas de las diferentes estrategias de enfriamiento pasivo aplicadas a los espacios abiertos. Fuente: Cuaderno de trabajo 5. Estudio bioclimático. Expo 92. Seminario de Arquitectura Bioclimática, 1987.



¹² Véanse: Jaime López de Asiain, José Pérez de Lama Halcón et al, 1987, Plan Director de la Exposición Universal Sevilla 1992. Capítulo Acondicionamiento bioclimático de los espacios abiertos, Sociedad Estatal para la Exposición Universal Sevilla 1992; & Jaime López de Asiain, 1997, Los espacios abiertos en la EXPO'92 [colección Textos de Arquitectura núm. 5], Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Sevilla

Recordando los trabajos para el acondicionamiento bioclimático de la Expo92 en Sevilla. Y a Jaime López de Asiain, su principal promotor

ejemplo las zonas de paseo, estimábamos que podrían lograrse temperaturas de 30 °C, que para ese uso también se consideraban razonablemente adecuadas.¹²

Por último, por el uso intenso que se ha hecho de aquellos materiales hasta la fecha de hoy, cabe destacar la representación con viñetas tipo cómic que se usó para la explicación de las diferentes estrategias y ejemplos más concretos de diseño bioclimático de los espacios abiertos en la documentación del Plan Director. Resultó un recurso de gran eficacia para comunicar con diferente tipo de interlocutores, desde arquitectos e ingenieros al público no especializado. No deja de resultar curioso que la gente, desde estudiantes a blogs preocupados hoy en día por el asunto, los siga usando, sin citar procedencia, convertidos, parece ser, en un lenguaje que se ha hecho propiedad del común. Y que uno piensa que a pesar de eso, pasados treinta años, seguro que merecerían una revisión.

La Expo 92: la experiencia piloto

Si bien estas contribuciones al Plan Director de la exposición fueron ya de gran importancia, la siguiente etapa del trabajo fue la que hizo que el proceso llegara a ser mucho más interesante. Planteadas estas ideas y objetivos, se decidió construir uno prototipo a escala 1:1, –a escala real, un prototipo de espacio urbano– para verificar los escenarios teóricos, medir con precisión el funcionamiento de las diferentes técnicas propuestas y ajustar los detalles de diseño de los sistemas y sus combinaciones. El Plan Director se terminó en 1987 y la experiencia piloto, cuyo elemento principal recibiría el nombre de «Rotonda bioclimática», se proyectó y construyó en 1988 (López de Asiain, A. Díaz Domínguez & M. Lafarga).¹³ En un gesto ecológico apreciable, esta experiencia piloto era a la vez el propio espacio ajardinado que rodeaba las oficinas Sociedad Estatal desde las que se dirigieron a partir de entonces los proyectos y la construcción de la exposición. Las oficinas propiamente eran pabellones prefabricados cuyos cerramientos estaban recubiertos de vegetación. Se situaron en la propia Isla de la Cartuja, en su extremo sur, y a día de hoy continúan allí, alojando la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla. En estos jardines que daban acceso a los diferentes pabellones y los comunicaban entre sí se distribuían los sistemas de enfriamiento pasivo propuestos y sus combinaciones, diversas configuraciones de vegetación en pérgolas, sistemas de sombra, estanques y fuentes... que se testearon sistemáticamente durante los veranos de 1988, 1989 y 1990. Para un mayor rigor tecno-científico en el diseño detallado de los sistemas y en su monitorización se incorporó un equipo de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sevilla formado, entre otros, por Ramón Velázquez, Servando Álvarez y José Guerra,¹⁴ que adquirió gran protagonismo e hizo importantes aportaciones al conjunto de los trabajos.

La rotonda bioclimática, el elemento más destacado del prototipo, se organizaba bajo una estructura textil de sombra –diseña-

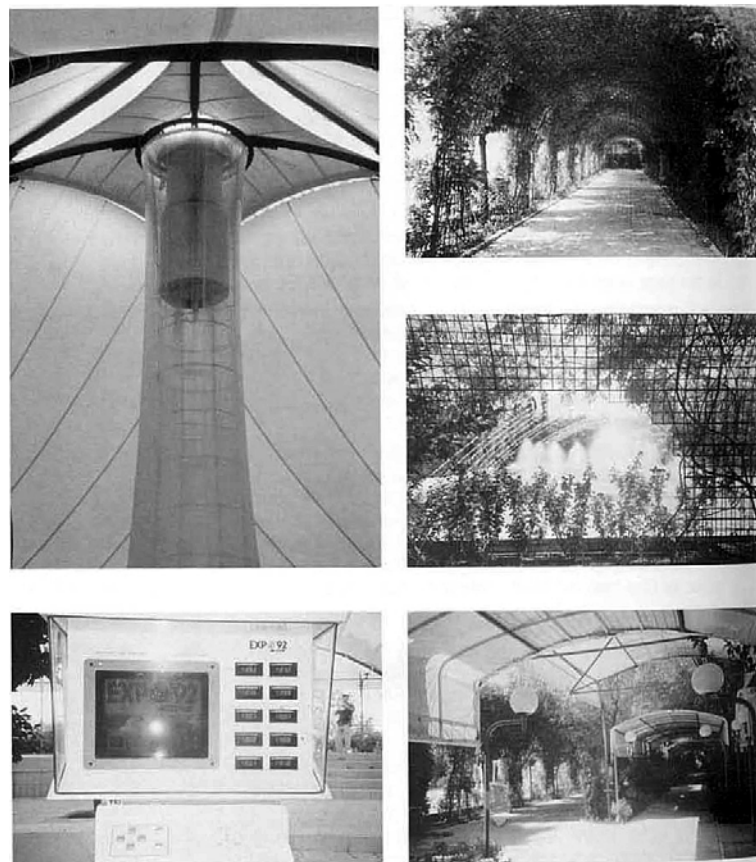


Figura 4: Vistas varias de la experiencia piloto incluso «rotonda bioclimática». Fuente: J. López de Asiain, 2001, *Arquitectura, ciudad y medioambiente*, Consejería de Obras Públicas y Transporte. Junta de Andalucía & Universidad de Sevilla, Sevilla, p. 179.

da por Harald Mühlberger, principal consultor de la Expo 92 en materia de estructuras tensiles–, con una torre de enfriamiento evaporativo en el centro.¹⁵ Bajo la sombra, una placita rodeada de bancos, cascadas de agua y vegetación, situada ligeramente por debajo de la cota del entorno circundante, para recoger allí –«confinar» era el término utilizado– el aire más fresco, que por su mayor peso tiende a ocupar las zonas más bajas (figura 4). En la rotonda también se testearon canalizaciones de agua que recorrían el suelo bajando la temperatura de los pavimentos, elemento frecuente en los jardines de la tradición andalusí, y conductos subterráneos para enfriamiento del aire, que se proyectaba sobre las zonas habitables – un recurso que puede conectarse con el uso de baños y espacios en sótano o semisótano, más frescos en verano debido a la inercia del suelo, frecuente en la arquitectura histórica del Mediterráneo, como es el caso de los baños que dan al patio de la Lindaraja de la Alhambra o los baños de Doña María Coronel en el Alcázar de Sevilla.

Las diferentes monitorizaciones confirmaron la mayoría de lo previsto teóricamente, aportando rigor en el dimensionamiento

¹³ Dibujos de este proyecto son los que comentábamos al inicio que se exponen actualmente, desde 2021, como parte de la nueva colección permanente del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (Madrid); véase la figura 1.

¹⁴ Puede verse, por ejemplo: Guerra, Álvarez, Molina & Velázquez, 1995, *Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos*. Junta de Andalucía & CIEMAT, Sevilla Madrid.

¹⁵ Una torre con un sistema de micronización de agua en su parte superior, que generaba una corriente de aire enfriado que descendía por su propio peso hasta las zonas habitables, y que partía de una idea de Baruch Givoni, consultor invitado por el SAB. El sistema de torres evaporativas se aplicó posteriormente con bastante éxito, entre otras situaciones, en la Avenida de Europa de la Expo 92.

¹⁶ Véase: Servando Álvarez et al, sf, *Monitorización y evaluación sistemas de enfriamiento pasivo Expo92*

de los elementos y descartando algunas técnicas por su baja eficiencia o alto coste (entre las primeras la micronización de agua sobre el arbolado de una cierta altura, entre las segundas los pavimentos refrigerados por agua –cuya eficacia dependía sobre todo de la temperatura del agua– o el uso de conducciones subterráneas). La eficacia de los sistemas combinados en torno a la torre evaporativa, se confirmó, no obstante, superior, incluso, a la prevista teóricamente, alcanzándose en las mediciones de la experiencia piloto reducciones de temperaturas superiores a los 10 °C.¹⁶

A partir de aquí, el equipo de ingeniería desarrolló herramientas de cálculo que, junto con las recomendaciones arquitectónicas del SAB, fueron facilitadas por los gestores de la exposición universal a los diferentes equipos a los que se encargó el proyecto de los múltiples espacios públicos Expo 92, que con mayor o menor acierto las interpretaron y usaron en sus trabajos. En general, los proyectos fueron un éxito en el aspecto bioclimático, siendo la creación del microclima muy posiblemente el aspecto más destacado, con diferencia, de aquella exposición universal, constituyendo una aportación singular al urbanismo de finales del siglo XX, que pasadas las décadas viene valorándose cada vez más con la creciente preocupación por el medio ambiente y el cambio climático.

La Expo 92: últimos trabajos

López de Asiain y su equipo, aunque sea difícil de entender, no recibieron ningún encargo para el diseño de espacios públicos de la Expo 92. Sin embargo, los trabajos continuaron de diversas maneras. Por un lado, el Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente llevó a cabo un seguimiento del funcionamiento de los proyectos y de su percepción y uso por parte del público asistente a la exposición con la idea de aprender de los aciertos y errores del proyecto; de nuevo el método científico en funcionamiento.

Tras la Expo, en 1994, hubo un concurso internacional para transformar en nueva Escuela de Ingeniería de la Universidad de Sevilla el edificio llamado Plaza de América, un «mamotreto» diseñado como si fuera un centro comercial que alojó durante la exposición a los países americanos que no habían construido pabellón propio. López de Asiain y su equipo del Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente (J.M. Cabeza, M. Lafarga, P. Alberich, R. Herrera, B. Sánchez-Montañés y otros) ganaron el concurso con un proyecto en el que de nuevo destacaban los aspectos bioclimáticos. La propuesta profundizaba en las investigaciones sobre espacios educativos de la década precedente, enriquecida con nuevos temas de iluminación natural y ventilación: el edificio se abrió en cubierta con diversos tipos de lucernarios innovadores que optimizaban el uso de la iluminación natural, y se agujereó «como un queso gruyere» con una retícula de patios que funcionan también como fuente de luz natural y dispositivos de ventilación, transformando un edificio muy cerrado, con una tipología de grandes almacenes, en otro mucho más habitable. Las obras de rehabilitación se terminaron en 1997.

Preguntas y valoraciones finales

Algunas preguntas que nos planteamos tras recordar que todo esto se produjo en Sevilla hace ya más de treinta años:

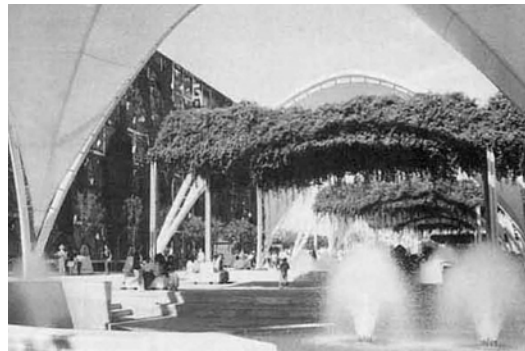


Figura 5: Vistas de los espacios abiertos de la Expo 92 durante la celebración del evento, en las que se pueden observar diferentes estrategias de enfriamiento pasivo puestas en juego: sombra, vegetación, evaporación, materiales. Fuente de las imágenes: J. López de Asiain, 2001, *Arquitectura, ciudad y medioambiente*.

¿cómo es posible que ocurrieran estas cosas en un lugar que hoy en día parece tan poco vanguardista? Y más inquietante aún, ¿por qué, tras haberse llevado a cabo estos primeros pasos tan avanzados y prometedores, parece que todo quedó en el olvido? Y una tercera, ¿sería posible que se recuperaran aquel espíritu y aquellas experiencias para convertirnos hoy, la sociedad andaluza, por ejemplo, en actores relevantes y ejemplo en los procesos globales de mitigación del cambio climático?

Nos limitaremos a sugerir algunas ideas sobre la primera de las preguntas. Las otras las tendrán que pensar y contestar los lectores. Consideramos que es posible que ocurrieran estas cosas porque se dio el encuentro entre algunos personajes singulares, entre ellos, tal vez el más destacado fuera Jaime de López de Asiain, en cuya persona se componían cualidades como la visión de futuro, el conocimiento técnico y humanista, el cosmopolitismo, la tenacidad, la experiencia, la capacidad de gestión y un sentido de vocación y responsabilidad públicas – cualidades que sabemos es tan difícil como raro encontrarlas juntas y en las circunstancias oportunas.

El 12 de septiembre de 2022, mientras se redactaban estas páginas, murió Jaime López de Asiain a los 88 años de edad. Sirva la presente publicación de afectuoso recuerdo y homenaje de parte de algunos de sus amigos.

¹⁶ Véase: Servando Álvarez et al, *sf*, Monitorización y evaluación sistemas de enfriamiento pasivo Expo92