

# **DISEÑO DE UN PABELLÓN SEMI-ABIERTO PARA USOS DOCENTES EN EL CAMPUS DE TEATINOS (MÁLAGA)**

Fernando Domínguez Muñoz

Joaquín Ortega Casanova

José Manuel Cejudo López

Escuela de Ingenierías Industriales

Calle Dr. Ortiz Ramos s/n, 29071 Málaga (España)

Juan Gavilanes Vélaz de Medrano

Ferrán Ventura Blanch

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Plaza El Ejido s/n, 29071 Málaga (España)

## **Resumen**

Los espacios exteriores raramente se utilizan para desarrollar actividades docentes, ya que resulta difícil asegurar las condiciones requeridas de confort térmico, lumínico y acústico. Estos problemas pueden mitigarse en gran medida concibiendo una estructura arquitectónica semi-confinada, que facilite el control del ambiente interior pero sin romper totalmente la conexión con el entorno. Siguiendo con esta idea, en este artículo se discuten las características de un “aula exterior” diseñada por un grupo de profesores y alumnos de la Universidad de Málaga. La estructura del aula se ha diseñado utilizando técnicas de arquitectura paramétrica, buscando que la forma siga al clima. Para conseguirlo, se incorporan elementos de sombra, protección contra el viento, ventilación natural, aislamiento e inercia térmica, producción fotovoltaica, un sistema radiante en paredes y suelo, y un sistema de sensorización avanzado. El sistema radiante se utiliza para mejorar la sensación térmica de los ocupantes cuando sea necesario, y se alimenta mediante una bomba de calor accionada eléctricamente. La producción fotovoltaica, complementada con conexión a red (sin inyección), se destina a satisfacer las necesidades eléctricas del pabellón: iluminación, sensores, bomba de calor y sistema hidráulico. En el artículo se discute la incorporación de estos elementos en la estructura y se cuantifica su comportamiento térmico mediante simulaciones por ordenador.

## **Resumen en inglés**

Outdoor spaces are rarely used to undertake teaching activities because it is difficult to ensure that the required conditions of thermal, light and acoustic comfort will be met. These problems can be largely reduced by conceiving a semi-confined architectural structure, which facilitates the control of the interior conditions while keeping the connection between the occupants and the environment. Following this idea, this paper discusses the characteristics of an “outdoor classroom” designed by a group of professors and students of the University of Malaga. The classroom structure has been designed using parametric architecture methods, so that the shape follows the weather. To that end, the building includes shading elements, wind protection, natural ventilation, insulation and thermal inertia, photovoltaic production, a radiant system in walls and floor, as well as an advanced sensing system. The radiant system is used to improve the thermal sensation of the occupants when necessary, and it is feed by an electrically powered heat pump. The photovoltaic production, complemented by grid connection (without grid injection), is intended to meet the electrical needs of the classroom: lighting, sensors, heat pump and hydraulic system. In the paper,

these elements are discussed and their thermal behavior is quantified by means of computer simulations.

**Palabras clave:** *arquitectura pasiva, arquitectura paramétrica, sistema radiante, solar fotovoltaica, aula exterior, simulación.*

**Keywords:** *passive architecture, parametric architecture, radiant heating, solar photovoltaics, outdoor classroom, simulation*

**Área temática:** *Ecosistema urbano sostenible*

## 1. Introducción

Las actividades docentes se desarrollan sistemáticamente en el interior de los edificios, en aulas que proporcionan condiciones óptimas para ello. Sin embargo, diversos estudios [1] han puesto de manifiesto la importancia de los espacios exteriores para el bienestar y el rendimiento académico de los estudiantes y profesores. Muchas ideas creativas e innovadoras surgen en los espacios abiertos, lejos de las aulas formales y del ambiente cerrado y artificial de los edificios modernos.

En este artículo se describe el diseño de un “aula exterior” desarrollada por profesores y alumnos de la Universidad de Málaga en el contexto del proyecto “Espacio Educativo Exterior Eficiente (E4)”, financiado por la Universidad a través del 1<sup>er</sup> Plan Propio de Smart Campus. Una de las líneas estratégicas de este Plan es el acondicionamiento ambiental de las islas verdes del Campus de Teatinos, a efectos de mejorar sus condiciones ambientales y ampliar su periodo de uso para el desarrollo de actividades de ocio, descanso, integración y sociabilización de grupos, de trabajo, docentes, expositivas y culturales, deportivas, etc.

El principal problema para realizar actividades en el exterior es la imposibilidad de garantizar unas condiciones mínimas y estables de confort térmico, lumínico y acústico. En particular, los usos docentes se caracterizan por el desarrollo de una actividad de tipo sedentario durante un intervalo de tiempo más o menos prolongado, lo cual impone requisitos ambientales más estrictos con respecto a los de una zona de paso o esparcimiento: parámetros como la temperatura, nivel y uniformidad de iluminación, velocidad del viento, nivel de ruido, etc. deben mantenerse acotados durante el tiempo de desarrollo de la actividad. Esto supone un desafío técnico importante, que requiere de un cuidadoso diseño tanto del propio espacio arquitectónico (su envolvente arquitectónica deberá ser proyectada de manera acorde con el clima, situación y aplicación de técnicas pasivas de control climático) como de eventuales sistemas mecánicos para el control ambiental.

## 2. Objetivo y restricciones

El objetivo de este artículo es exponer las soluciones arquitectónicas y las técnicas pasivas y activas aplicadas en el proyecto del aula exterior E4 de la Universidad de Málaga. El diseño de esta aula está condicionado por dos restricciones importantes, la primera de naturaleza física y la segunda legal:

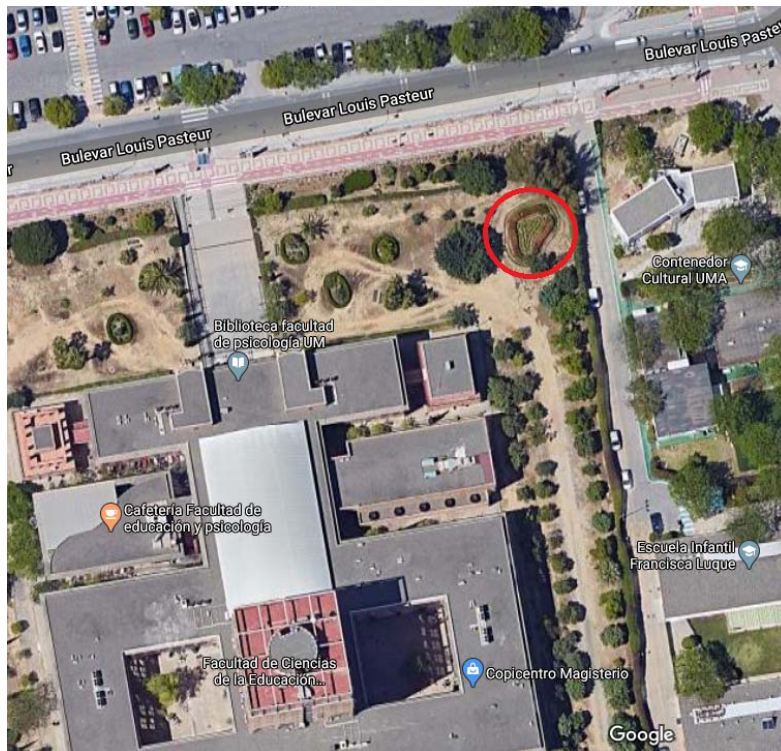
1. En un espacio abierto es imposible garantizar unas condiciones de confort equiparables a las que se dan en un recinto interior climatizado, donde puede lograrse un control total de las condiciones termo-higrométricas interiores. Los principales problemas son las corrientes de aire no controladas (bien forzadas por el viento o naturales por flotación) y, dependiendo del proyecto, el tamaño de la superficie a climatizar. El objetivo de proyecto arquitectónico en espacios abiertos no

es mantener unas consignas óptimas de temperatura o humedad, sino atemperar las condiciones climáticas exteriores para crear un ambiente lo suficientemente agradable

2. En lo relativo a la utilización de sistemas activos de climatización, la instrucción técnica "IT 1.2.4.6.4 Climatización de espacios abiertos" del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) establece que la climatización de espacios abiertos sólo podrá realizarse mediante la utilización de energías renovables o residuales. En consecuencia, no podrá utilizarse energía convencional para la generación de calor y frío destinado a la climatización de estos espacios.

### 3. El Proyecto E4, Espacio Educativo Exterior Eficiente

El aula proyectada se ubicará en una parcela anexa a la Facultad de Ciencias de la Educación, concretamente donde indica el círculo rojo en la Figura 1. Se encuentra muy cerca de la Escuela Infantil, lo que permitirá su uso por parte de los niños. A tal efecto, el entorno del aula también incluye una serie de módulos para aprendizaje y juegos infantiles específicamente diseñados como parte del proyecto del aula.

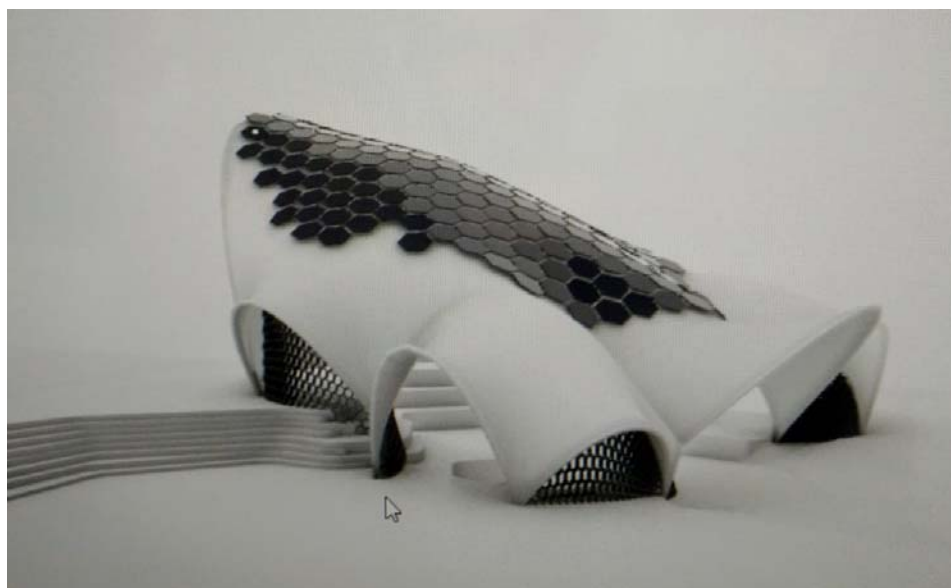


**Figura 1: Emplazamiento de la futura Aula E4. Fuente de la imagen: Google Maps.**

En la Figura 2 se muestra una vista exterior del Proyecto E4. Su concepción es el resultado de un compromiso entre diferentes requerimientos de carácter funcional, estructural y energético.

En lo relativo a tamaño y distribución, se ha buscado que el diseño sirva para un grupo reducido del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), unos 35 alumnos, y que pueda ser replicable en distintas ubicaciones de un campus universitario. El interior del aula alberga tres sub-espacios que permiten cierta flexibilidad en su uso docente. Una de estas zonas es un graderío a tres niveles, donde se sientan los alumnos.

En lo relativo a la concepción de la envolvente, se plantea un volumen semi-confinado, es decir, una estructura ni completamente cerrada ni completamente abierta, que preserve la conexión con el entorno a la vez que facilite el control climático interior. Como se observa en la Figura 2, para generar la geometría del aula se ha optado por el uso de superficies curvas como cáscaras de hormigón. La traza de estas curvas se basa en catenarias que disminuyen las tensiones de tracción y que permiten simplificar constructivamente la ejecución. La forma arquitectónica del pabellón se ha proyectado y optimizado teniendo solo en cuenta las condiciones climáticas y de orientación del entorno, utilizando para ello tecnologías avanzadas de diseño paramétrico a través del uso de las herramientas *Rhinoceros* y *Grasshopper*.



**Figura 2: Vista lateral del Proyecto E4**

#### **4. Técnicas de arquitectura pasiva**

La arquitectura pasiva es aquella que se adapta a las condiciones climáticas de su entorno para lograr mejorar las condiciones climáticas interiores sin consumir energía. La atención a estas técnicas pasivas aplicadas en el Proyecto E4 ha permitido que la propia forma del pabellón favorezca el sombreado y la captación solar (3.1), la protección contra el viento y ventilación natural (3.2), y con su propia construcción se mejore su aislamiento e inercia térmica (3.3). En los siguientes apartados se comentan estas medidas y su eficacia.

##### **4.1 Sombreamiento y captación solar**

Como norma general el sombreado de un edificio debe ser estacionalmente selectivo, es decir, durante el invierno debe dejar pasar la luz del Sol al interior para calentarlo, mientras que durante el verano debe bloquearla sin provocar el sobrecalentamiento de las superficies interpuestas. Estos requisitos contrapuestos son a veces difíciles de cumplir cuando la geometría del edificio es fija, y aún más cuando se introducen consideraciones de calidad lumínica, como evitar la incidencia directa de luz y el deslumbramiento, muy importantes en el caso de un aula.

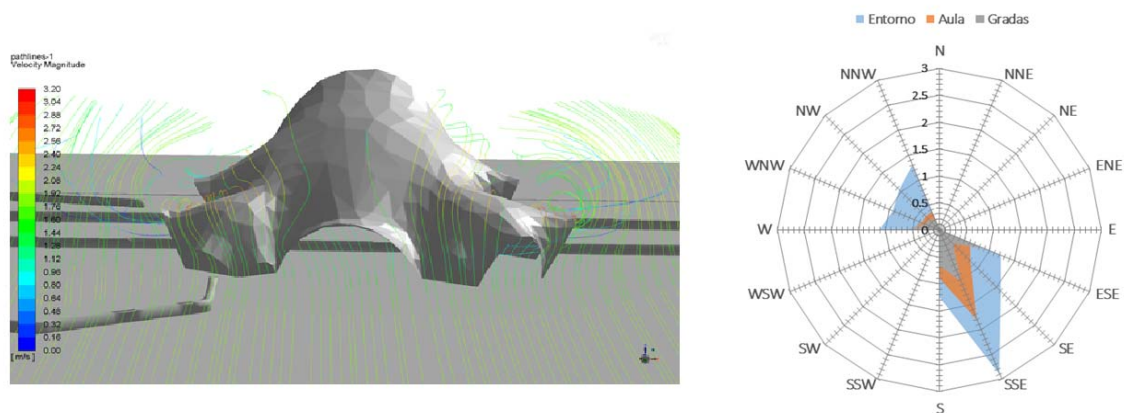
En lo relativo a su interacción con el Sol, la envolvente del Proyecto E4 se ha diseñado con dos requerimientos en mente:

- Dar prioridad a evitar el sobrecalentamiento interior durante el verano y las estaciones intermedias. El espacio interior, especialmente la grada principal, está bastante protegido de la incidencia directa de la luz solar debido a su orientación norte y a su ubicación en su interior.
- Como se observa en la figura 2, sobre la cubierta, orientada preferentemente a sur, se han instalado módulos fotovoltaicos. La inclinación y orientación de la cubierta están elegidas de manera que se favorezca la captación de energía solar, dentro de la limitación y complejidad que supone integrar la captación fotovoltaica en una superficie como la proyectada. Este aspecto se discute más extensamente en la sección 5.2

#### 4.2 Protección contra el viento y ventilación natural

En lo relativo a las barreras contra el viento, se han realizado medidas de la velocidad y dirección del viento en el emplazamiento elegido para el pabellón. Las direcciones de viento predominantes básicamente coinciden con las que se observan en la rosa de los vientos de Málaga para una ubicación despejada (aeropuerto), con vientos de poniente (dirección noroeste, NO) y levante (dirección sureste, SE). No obstante, la velocidad del viento en la ubicación del pabellón si se ve significativamente reducida a consecuencia de los edificios colindantes y otros obstáculos cercanos, habiéndose observado una reducción media del 30% (aprox.) entre la velocidad del aire en el emplazamiento y una ubicación más despejada (azotea de la Facultad de Educación).

A partir de esta información, se ha calibrado un modelo de simulación del movimiento del aire en el interior y en el entorno próximo del pabellón. Este modelo se ha utilizado para comprobar la eficacia de cerrar el perímetro del pabellón en diferentes direcciones cardinales. Se han realizado un total de 32 simulaciones, correspondientes a la combinación de ocho direcciones de viento (ESE, SE, SSE, S, O, ONO, NO, NNO), dos valores de velocidad (media y máxima) de corriente libre, y dos diseños de pabellón, totalmente abierto o parcialmente cerrado según el diseño propuesto por el grupo de arquitectura. Las simulaciones han permitido calcular el campo de velocidades del aire para caso. A modo de ejemplo, en la figura 3 (izquierda) se muestran las líneas de corriente y la velocidad (escala de color) para un caso de viento sur. En la figura 3 (derecha) se representa una rosa de vientos que resume los resultados de todas las simulaciones para el caso en que el pabellón tiene instaladas las barreras contra el viento.



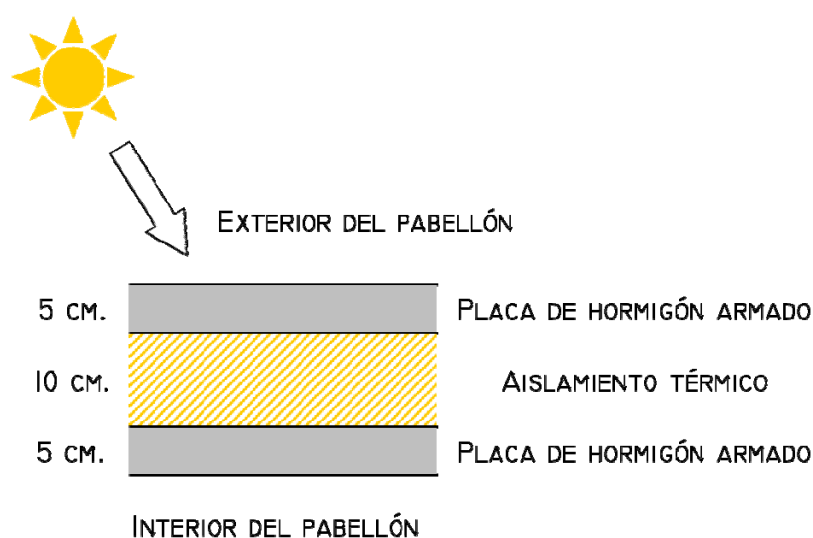
**Figura 3: Líneas de corriente y módulo de velocidad (m/s) para viento sur ligero (izquierda) y rosa de los vientos para el entorno, interior del aula (promedio) y zona de gradas (derecha)**

Queda patente la efectividad de las barreras para reducir la velocidad del aire. En el caso de vientos de levante de 3 m/s en el exterior, la velocidad se reduce hasta 1 m/s en la zona de las gradas. Hay que señalar que, puntualmente, pueden registrarse rachas de viento mucho más fuertes que las representadas en la figura 3. El caso peor sería una corriente de 12 m/s procedente del oeste, cuya velocidad se verá reducida hasta unos 4,5 m/s en el interior del pabellón. Sin embargo, estas condiciones extremas no son relevantes para el diseño, ya que corresponden a días en los cuales no sería recomendable utilizar el aula.

Por otro lado, el pabellón incorpora una abertura practicable en la parte superior, sobre la grada principal, que podrá abrirse para favorecer la ventilación natural y evitar el embolsamiento de aire caliente bajo la cubierta.

#### 4.3 Aislamiento e inercia térmica

Un ejemplo ilustrativo de la sinergia entre clima y estructura lo encontramos en el comportamiento térmico de la envolvente del pabellón durante el verano y las épocas intermedias. La estructura interna del cerramiento elegido se representa en la figura 4. Consiste en dos láminas de hormigón armado proyectado, de 5 cm de canto, que dejan entre sí un espacio de unos 10 cm, que se rellena con aislamiento térmico.



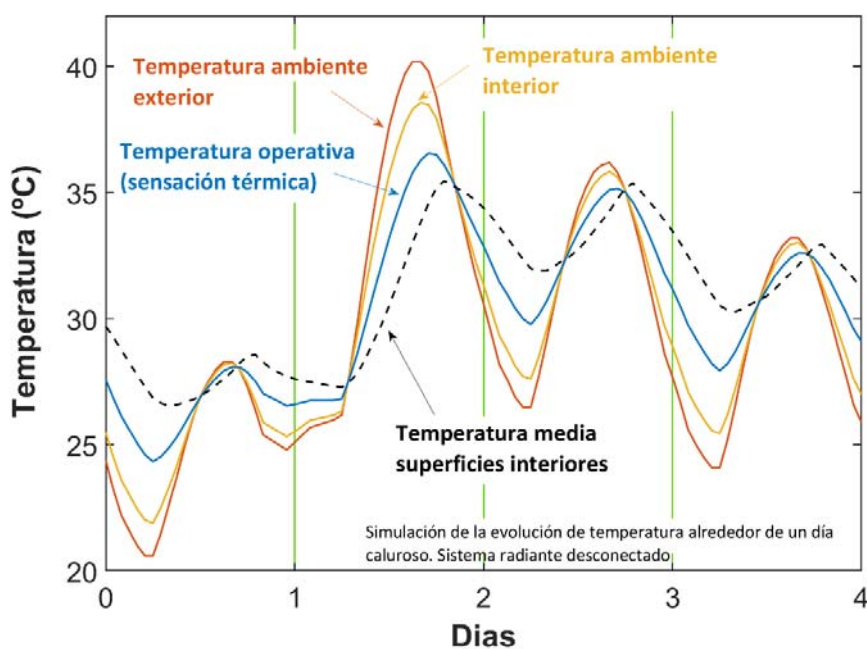
**Figura 4. Composición por capas de la envolvente**

Las simulaciones por ordenador del comportamiento térmico de esta configuración han permitido caracterizar su comportamiento térmico en las condiciones singulares de un edificio abierto a la atmósfera. A este respecto, se puede afirmar lo siguiente:

- **Evita el sobrecalentamiento:** la capa de aislamiento térmico actúa como una barrera muy eficaz contra el sobrecalentamiento de las superficies interiores. Un problema habitual de las carpas y otro tipo de cubiertas ligeras es que, cuando el sol incide sobre ellas, su superficie puede llegar a calentarse muy por encima de la temperatura ambiente. A pesar de que la carpa evite la incidencia directa de la luz solar, su sobrecalentamiento impedirá el confort térmico de las personas que se encuentren debajo, ya que estarán recibiendo el calor que la propia cubierta radia en el infrarrojo. Se ha comprobado que este problema no ocurre con la solución propuesta para el pabellón E4, que ofrece una protección efectiva contra el sol en las estaciones estival e intermedias

- Favorece el enfriamiento nocturno: El enfriamiento nocturno es una técnica de climatización pasiva que se utiliza en edificios convencionales, y que consiste en abrir ciertas aperturas por la noche para que la circulación de aire enfríe la estructura. En el Proyecto E4 esto ocurre de manera natural, ya que el espacio está abierto a la atmósfera. Durante la noche, las masas de hormigón se enfrían en mayor o menor medida, dependiendo de la intensidad de la oscilación térmica diaria y del viento. Gracias a esto, durante el día la capa interior de hormigón permanecerá algo más fría que el aire ambiente, lo que mejorará la sensación térmica de los ocupantes. Este efecto se va disipando a medida que avanza el día y la estructura se calienta, pero las simulaciones indican que la estructura dispone de suficiente inercia térmica como para desfasar en unas 12 horas el ciclo térmico diario.

Los puntos anteriores se ilustran en la figura 5, en la que se representa la evolución de varias temperaturas relevantes durante un periodo de tiempo de cuatro días consecutivos de verano, uno de ellos muy caluroso. La curva roja es la temperatura ambiente, la curva amarilla la temperatura del aire en el interior del pabellón, y la curva negra (punteada) la temperatura media de las superficies interiores del pabellón. Se observa que, durante las horas de posible ocupación (horas centrales del día), las superficies interiores van a estar más frías que el aire. Esto mitiga la sensación térmica de los ocupantes, representada por la “temperatura operativa” (curva azul), que es un promedio entre la temperatura del aire y la temperatura de las superficies.



**Figura 5: Ejemplo de evolución de temperatura durante el verano**

Como se observa en la gráfica, durante las horas de ocupación la temperatura operativa es siempre inferior a la del ambiente exterior. Por lo tanto, en el interior del pabellón los ocupantes estarán resguardados del Sol y percibirán una temperatura unos grados por debajo de la del aire exterior.

## 5. Sistemas activos

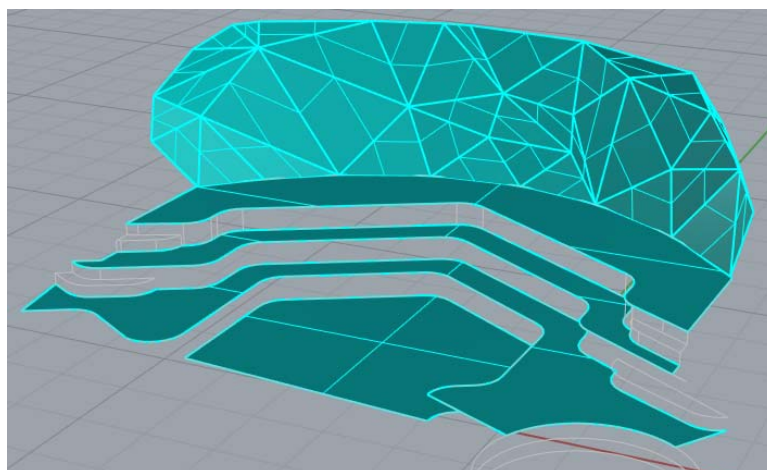
Para extender el uso del aula durante más horas al año, y cubrir gran parte de su demanda eléctrica, el pabellón incorpora un sistema de climatización por superficie radiante (5.1) alimentado por bomba de calor reversible accionada por un sistema de captación fotovoltaico (5.2).

### 5.1 Sistema radiante

Los efectos de la inercia térmica y del aislamiento que se explicaron en el apartado 5.3 son beneficiosos durante el verano y las épocas intermedias (principio del otoño y final de primavera). Sin embargo, estos mismos fenómenos juegan un papel negativo durante el invierno. En esa estación, el enfriamiento nocturno es intenso y, obviamente, va en detrimento del confort de los ocupantes durante el día. Además, la necesidad de proteger el perímetro contra el viento, y la presencia del aislamiento térmico en toda la envolvente, impiden un acceso suficiente del sol al interior del pabellón. Encontramos aquí un problema habitual al aplicar técnicas de control pasivo en latitudes con estaciones marcadas: soluciones beneficiosas para el verano son perjudiciales para el invierno, y viceversa.

Resulta pues necesario dotar de un sistema de calefacción al pabellón. Como el volumen está parcialmente abierto al exterior, no es factible utilizar un sistema de tipo convectivo, ya que la más mínima brisa o el propio movimiento natural del aire caliente harán imposible controlar la temperatura del aire interior. El sistema de calefacción por el que se ha optado es de tipo radiante, y consiste en controlar la temperatura de las superficies interiores embutiendo tubos de agua en algunos cerramientos. Por dichos tubos se hará circular agua caliente, a la temperatura que sea necesaria para mantener la temperatura superficial del paramento en el valor consignado. Esta idea busca controlar la sensación térmica de los ocupantes actuando sobre la temperatura de las superficies del recinto, en lugar de sobre la temperatura del aire. Para bajas velocidades de aire, el confort térmico depende por igual de ambas temperaturas, siendo la opción radiante la más robusta para el caso de un espacio no confinado.

En la figura 6 se muestran las superficies radiantes previstas para el pabellón E4, que son la grada, el suelo próximo a la grada y la pared trasera.

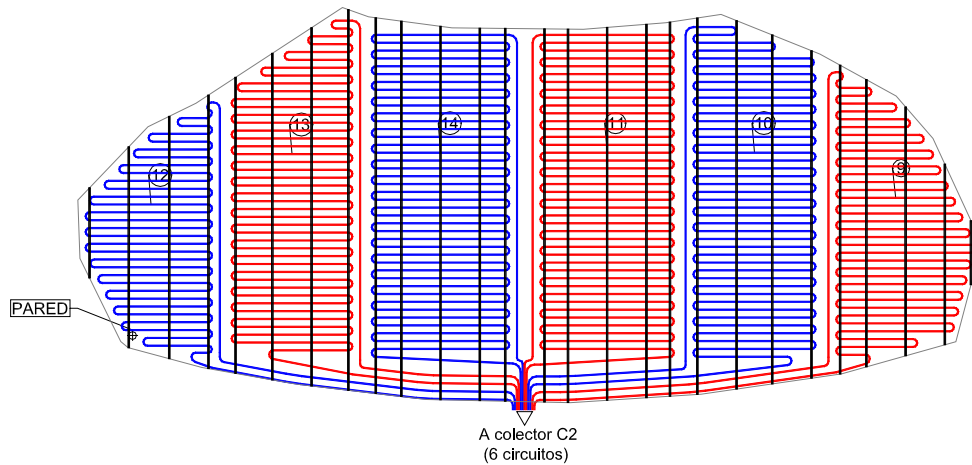


**Figura 6. Superficies activas en el interior del pabellón E4**

En la figura 7 se representa a modo de ejemplo el trazado de las tuberías en la pared

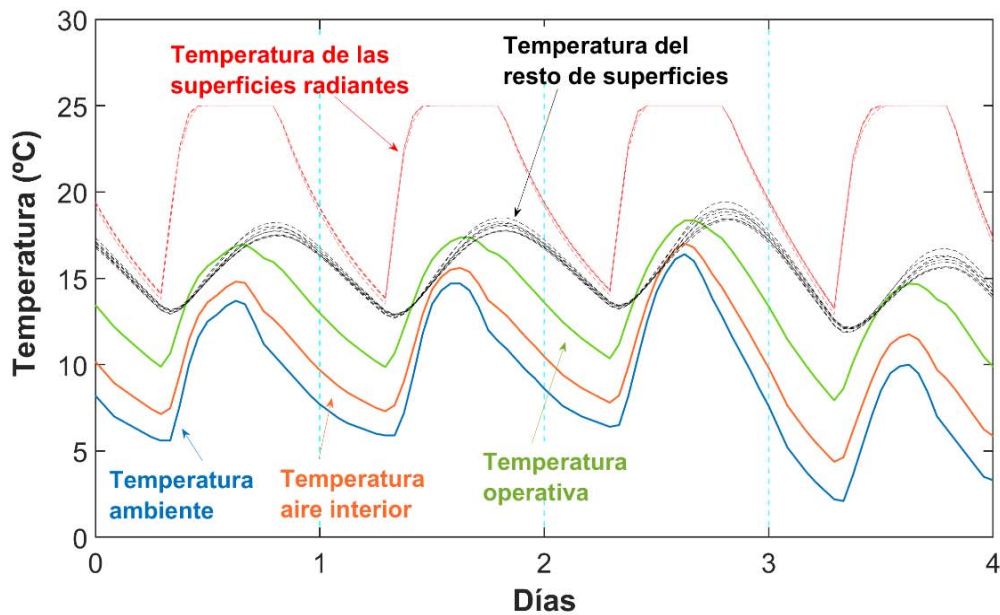


trasera; los colores sirven para diferenciar circuitos hidráulicos independientes.



**Figura 7. Circuitos de agua caliente en la pared trasera norte del pabellón**

La figura 8 ilustra el funcionamiento de este sistema de calefacción para una secuencia consecutiva de días de invierno relativamente severos para el clima de Málaga. Las variables son las mismas que ya se explicaron para la figura 5, salvo que ahora algunas de las superficies interiores tienen su temperatura controlada. Estas superficies se indican mediante líneas punteadas de color rojo. En la simulación, el sistema de calefacción se activa diariamente de 9:00 a 20:00 horas, aunque gracias a la inercia térmica del cerramiento interior, su efecto se deja sentir más allá de este periodo. Se observa que el sistema logra mejorar la sensación térmica de los ocupantes, elevando la temperatura operativa en hasta 5°C con respecto a la temperatura ambiente. El efecto real probablemente sea mayor, ya que la superficie de grada está en contacto directo con los ocupantes, y las superficies radiantes están bastante próximas. Estas circunstancias locales de la grada no están consideradas en los resultados de la figura 8.



**Figura 8: Ejemplo de evolución de temperatura durante el invierno**

## 5.2 Producción térmica

El sistema radiante se alimenta con una bomba de calor reversible de alta eficiencia. Para determinar la potencia de esta máquina, se han realizado simulaciones del comportamiento térmico del aula en condiciones extremas y en condiciones normales de operación. En la figura 9 se representa la gráfica de demanda térmica acumulada de calefacción del sistema radiante para un año completo, suponiendo que la máquina pueda satisfacer cuanta potencia demande el sistema radiante para mantener la temperatura superficial en 25°C. Aclarar que el paso de tiempo de estas simulaciones fue de 15 minutos, motivo por el cual en la figura 9 aparecen 35040 pasos de tiempo.

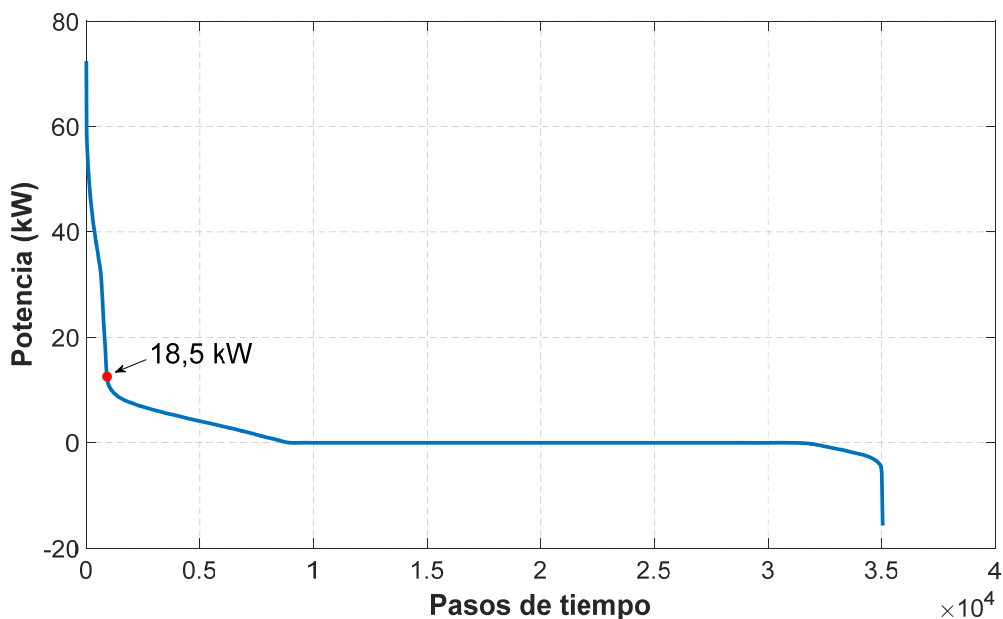


Figura 9: Curva de demanda acumulada del suelo (potencia > 0 calefacción, < 0 refrigeración)

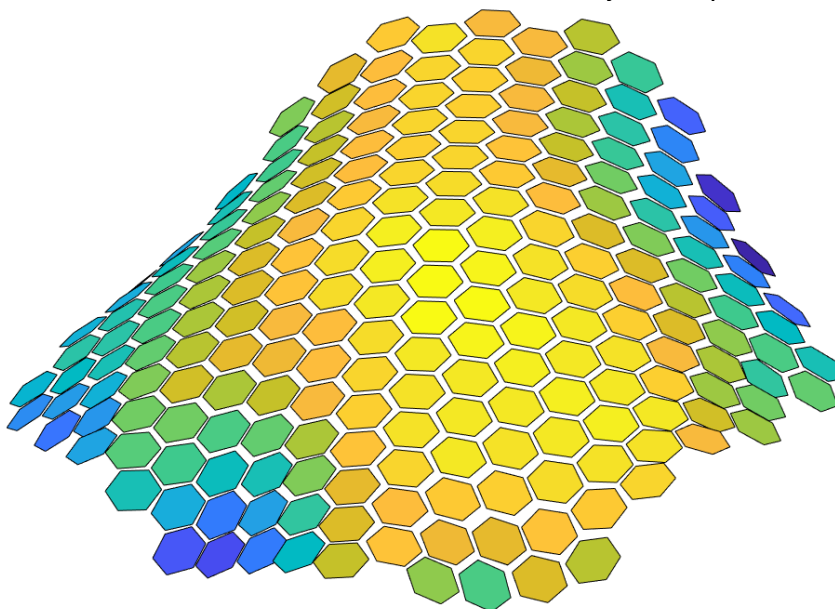
En la gráfica anterior se observa que:

- La demanda de calefacción es mayoritaria, por los motivos antes explicados.
- La demanda de calefacción alcanza valores puntuales muy elevados, con un máximo de 72,44 kW (690 W/m<sup>2</sup> para una superficie calefactada de 105 m<sup>2</sup>).

Estas potencias tan elevadas están asociadas con los arranques del sistema radiante en días fríos. La losa está fría y, en la simulación, se pone a régimen muy rápidamente (en menos de una hora). Un balance en estado estacionario del sistema radiante, utilizando una temperatura mínima ambiente de 12,5 °C (percentil del 5% según datos de AEMET para Teatinos), arroja una potencia de diseño de 18,5 kW (176 W/m<sup>2</sup>), indicada por el punto rojo en la figura 9. Instalando esta potencia, la losa tardará entre una y dos horas en calentarse, de manera que el sistema deberá ponerse en marcha con antelación al desarrollo de la actividad. A partir de estos cálculos, se ha seleccionado una bomba de calor reversible de alta eficiencia, con una potencia térmica nominal de 16,2 kW de calor y un consumo eléctrico nominal de 4,7 kW (valores en condiciones nominales agua 40/45°C y aire exterior 7°C). Esta máquina se alojará en una caseta de instalaciones anexa al pabellón.

## 5.3 Producción eléctrica

La electricidad necesaria para hacer funcionar la bomba de calor, así como los servicios eléctricos y la sensorización del aula, se obtendrá mayoritariamente de un conjunto de 171 módulos fotovoltaicos instalados sobre la cubierta (figura 10). Para poder adaptarse mejor a la forma proyectada, las células fotovoltaicas están montadas en un soporte de vidrio con forma hexagonal de 330 mm de lado. Cuando la producción fotovoltaica sea insuficiente, se tomará energía de la red eléctrica, a la cual el sistema no inyectará potencia en ningún caso.



**Figura 10. Irradiación total anual sobre los módulos fotovoltaicos del aula E4**

Debido a la forma curva de la cubierta, cada módulo fotovoltaico tiene una orientación diferente. La combinación de curvatura y sombras arrojadas por objetos cercanos y por el propio pabellón sobre sí mismo, hacen que el nivel de irradiación sobre cada panel sea diferente, como representan los colores de la figura 10. Esta circunstancia, cada vez más común, complica la decisión de cómo configurar el conexionado de los módulos fotovoltaicos, ya que el módulo con la menor irradiación limitará la producción del *string* del que forma parte. Para minimizar esta penalización, el campo fotovoltaico se divide en dos grupos, uno por cada vertiente (este y oeste) Cada grupo cuenta con su propio seguidor del punto de máxima potencia. Aunque sería deseable dividir el campo en grupos más pequeños, el requisito de tensión mínima del inversor imposibilita hacerlo. En instalaciones de mayor tamaño, esto sí sería factible y deseable.

## 6. Conclusiones

El pabellón E4 representa una primera experiencia para tratar de integrar actividades docentes y espacios exteriores, creando de esta manera un nuevo entorno educativo diferente del aula convencional. La envolvente del pabellón trata de seguir al clima, modificándolo en lo posible al objeto de facilitar el desarrollo de las actividades interiores. Por su parte, los sistemas activos complementan a los pasivos, generando electricidad que se utiliza para iluminar y calefactar el interior cuando sea necesario.

La construcción del pabellón está prevista para el futuro próximo. Disponer de un prototipo real permitirá comprobar la validez de los modelos desarrollados en este artículo, y con ello mejorar iterativamente la concepción de este tipo de espacios.

## 7. Referencias

Rahm P. (2006). Artículo: “La forma y la función siguen al clima”, *“La forme et la fonction suivent le climat”*, en Borasi, Giovanna (ed.), Environ(ne)ment. Monières d’agir pour demain/Approaches for tomorrow, Canadian Centre for Architecture/Skira, Montreal/Milán, 2006, págs.. 128-137. Traducción de Susana Landrove en AA. VV. García –Germán (ed.) (2010). Libro: “De lo mecánico a lo termodinámico. Por una definición energética de la arquitectura y del territorio”. Ed.: Gustavo Gili, Compendios de Arquitectura Contemporánea, Barcelona, 2010.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre y Apellido: Fernando Domínguez Muñoz  
Teléfono: +34 951 952 401  
E-mail: fdominguezm@uma.es

## Cesión de derechos

Por la presente, y como autor del trabajo mencionado arriba, cedo al Palacio de Ferias y Congresos de Málaga una licencia no-exclusiva irrevocable para imprimir, reproducir, distribuir, transmitir o comunicar de cualquier manera dicho trabajo, incluyendo el derecho de hacer modificaciones de formato. Además, afirmo que esta cesión no lesiona los derechos de terceros.