

RECONOCIMIENTO DE LUZ Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO EN LA ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL CAZADOR DE VIENTO BABER EN LA ARQUITECTURA VERNÁCULA DE BANDAR LENGUÉ

Recibido 09/09/2023
Aceptado 28/05/2024

RECOGNIZING LIGHT AND THERMAL BEHAVIOR IN THE STRUCTURE AND FUNCTIONALITY OF BABER-ROOMS IN THE VERNACULAR BUILDINGS OF BANDAR LENGEH

RECONHECIMENTO DO COMPORTAMENTO LUMINOSO E TÉRMICO NA ESTRUTURA E NA FUNCIONALIDADE DAS BABER-ROOMS NOS EDIFÍCIOS VERNACULARES DE BANDAR LENGEH

Hamed Mohammadi-Mazraeh

Master
PhD Candidate of Architecture, Department of Architecture, Aras international Campus
University of Tehran, Aras, Irán
<https://orcid.org/0000-0003-0861-7614>
hmm.mohammadi@gmail.com (Correspondence Author)

Mohammadreza Mahmoudzadeh

Master of Architecture
Department of Architecture, Bandar Abbas Branch
Islamic Azad University, Bandar Abbas, Irán
<https://orcid.org/0009-0001-5872-3688>
mhr.mahmoudzadeh@gmail.com



RESUMEN

La ciudad portuaria de Bandar Lengué se ubica en una región con un clima cálido y húmedo, en el sur de Irán. Como resultado, y dada la inclemencia del clima, se han desarrollado múltiples elementos y espacios para crear un tipo especial de arquitectura sostenible: un cazador de viento Baber. Ya que no hay evidencia de ningún estudio científico relacionado con esta infraestructura, o con su análisis, esta investigación se ha realizado en dos partes, estructural y funcional, para entenderlas mejor como una estructura estable. Para este examen se escogió el área de Bandar-Lengué (36 casas con 70 años de antigüedad o más) para un estudio cualitativo (presentando al cazador de viento Baber, sus componentes, materiales y proceso de construcción, las áreas ocupadas, la orientación y su posición) y cuantitativo (medición de luz usando el software de análisis Ecotec y mediciones de temperatura con un dispositivo "Fluke T3000c"). Esto se realizó en un momento en el que el aire acondicionado mecánico no era el estándar, para ver si estas habitaciones podían satisfacer las necesidades de los habitantes como un aire acondicionado natural.

Palabras clave

ligera, comportamiento térmico, cazador de viento Baber, clima, Bandar Lengué.

ABSTRACT

Bandar-Lengeh is located in a region with a hot and humid climate in the south of Iran. As a result, given its harsh weather conditions, several elements and spaces have been devised to create a special kind of sustainable architecture, a Baber-Room. Since there is no evidence of any scientific study regarding Baber-Rooms or their analysis, this research has been conducted in two parts, structural and functional, to better understand them as a stable structure. To examine these, an area of Bandar-Lengeh was chosen (36 houses aged 70 or above) for a qualitative (introducing the Baber-Room, its components, materials, and construction process, the occupied areas, orientation, and positioning) and a quantitative study (light-measurement using Ecotec analysis software and temperature measurements with a "Fluke T3000fc" device). This was done at a time when mechanical air-conditioners were not standard, to see whether these rooms could meet the needs of inhabitants as natural air-conditioners.

Keywords

light, thermal behavior, Baber-room, climate, Bandar Lengeh.

RESUMO

Bandar-Lengeh está localizada em uma região de clima quente e úmido no sul do Irã. Como resultado, dadas as condições climáticas adversas, vários elementos e espaços foram planejados para criar um tipo especial de arquitetura sustentável, uma Baber-Room. Como não há evidências de nenhum estudo científico sobre as Baber-Rooms ou sua análise, esta pesquisa foi conduzida em duas partes, estrutural e funcional, para melhor compreendê-las como uma estrutura estável. Para examiná-las, foi escolhida uma área de Bandar-Lengeh (36 casas com idade igual ou superior a 70 anos) para um estudo qualitativo (apresentando a Baber-Room, seus componentes, materiais e processo de construção, as áreas ocupadas, a orientação e o posicionamento) e um estudo quantitativo (medição de luz usando o software de análise Ecotect e medições de temperatura com um dispositivo "Fluke T3000fc"). Isso foi feito em uma época em que os condicionadores de ar mecânicos não eram padrão, para verificar se essas salas poderiam atender às necessidades dos habitantes como condicionadores de ar naturais.

Palavras-chave:

luz, comportamento térmico, Baber-Room, clima, Bandar Lengeh.

INTRODUCCIÓN

La arquitectura sustentable se puede definir como cualquier experiencia que contribuya a lo que los humanos usan para un entorno más adecuado (Jaradat, Alshboul, et al. 2024). Esto es cada vez más relevante en un contexto en el que la industria de la construcción ha sido responsable de aproximadamente el 30-40% del uso mundial de energía, y donde los problemas y la aplicabilidad del ahorro de energía se han vuelto extremadamente importantes con respecto a la escala de los edificios y la arquitectura. (Li, Zhai et al., 2024). En el pasado, la falta de sistemas mecánicos de enfriamiento llevó a que se usaran estructuras naturales de aire acondicionado para brindar comodidad a los usuarios (Toroxel & Silva 2024) y, en Irán, la arquitectura local ha intentado brindar mayor comodidad a través de elementos (como torres de viento y celosías) y espacios estables como el cazador de viento Baber para que su entorno sea satisfactorio (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018). Estos edificios locales se tienen en cuenta como fuente de conocimiento continuo y resultado de siglos de experiencia y contemplación (Baheretibeb & Whitehead, 2024) y, a medida que ha pasado el tiempo, ha habido una creciente familiaridad con su función y practicidad (Dwijendra & Adhika 2022; Sargazi, 2023). Sin embargo, este tipo de arquitectura ha sufrido muchos cambios a lo largo del tiempo.

Desde la antigüedad, el clima ha jugado un papel muy importante en el advenimiento de la arquitectura tal como es, pero esto también es cierto en elementos arquitectónicos que se supone que son una parte vital en el reconocimiento de la arquitectura compatible con el clima de una región en particular. Sin embargo, es la herramienta llamada "conciencia climática de la gente", la que ha llevado a un desarrollo estable de la arquitectura. Además, los materiales, elementos y espacios locales han brindado comodidad a los usuarios (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018). Uno de estos elementos es el uso de celosías cuando se trata de ventanas. Una variedad de cambios, ventanas simples y ventanas de celosía (Figura 4) en gran número, especialmente en un cazador de viento Baber, se han utilizado para enfrentar condiciones climáticas desagradables, principalmente, la alta intensidad de luz, el calor y la humedad, sin ningún sistema de enfriamiento mecánico (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2020).

A pesar de todas las acciones evolutivas y la novedad en el mundo de la construcción, muchos iraníes todavía viven en casas locales y, sorprendentemente, las prefieren (Foruzanmehr, 2015; Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018). Los habitantes han estado buscando métodos y elementos para brindar confort térmico en los espacios (Sargazi, 2023) y para tratar/responder a la naturaleza del clima (Razavian Alemi, et al., 2023).

Bandar Lengeh es una de las regiones del sur de Irán, caracterizada por un clima cálido y húmedo. Cuenta con un espacio único conocido como el "cazador de viento Baber", junto con varios elementos de arquitectura vernácula, que desempeñan un papel funcional en el desarrollo de la arquitectura nativa de la región. Dado que no se han realizado estudios o investigaciones previas, esta investigación adopta un enfoque innovador para comprender y validar el papel funcional del cazador de viento Baber en la sustentabilidad.

La investigación busca responder a la pregunta de si el cazador de viento Baber y sus elementos arquitectónicos vernáculos han respondido positivamente a los problemas de sustentabilidad cuando no había sistemas de ventilación mecánica disponibles.

METODOLOGÍA

La arquitectura de un cazador de viento Baber en Bandar-Lengeh sigue un estilo único visto en la región, especialmente en situaciones climáticas adversas. Después de las torres de viento que se encuentran en los techos, es el acondicionador de aire natural más antiguo y aplicable. Debido a que no se encontró ningún estudio que examinara o introdujera el sistema de aire acondicionado natural del cazador de viento Baber, se tomó la decisión de analizar un contexto antiguo, que incluyó 36 casas de 70 años de antigüedad o más. Mediante un estudio cualitativo (presentando el cazador de viento Baber, sus componentes, materiales y proceso de construcción, las áreas ocupadas, la orientación y el posicionamiento) y cuantitativo (mediciones de luz y temperatura mediante software y un dispositivo, respectivamente), se determinó escudriñar las características funcionales y estructurales de este espacio. Para el aspecto estructural, se examinaron los materiales, el proceso de construcción y los componentes (celosías, sombreado, la cantidad de uso de la superficie en tres estilos de cazador de viento Baber), mientras que la parte funcional se ocupa del análisis de la luz y estudia la habitación en dos modos diferentes. Para ello, se midió la temperatura ambiente a lo largo de las 24 horas del día los 17 de cada mes.

ESTUDIO DE CASO

Bandar-Lengeh, con sus 8.210 km², se encuentra al suroeste de la costa del Golfo Pérsico (Figura 1). Al estar junto al mar, se expone a una masa de aire costero cálido y seco, más aire marino suave y húmedo. En consecuencia, a veces se registran vientos de 60 km/h, que soplan desde el mar hacia la costa. De acuerdo con las mediciones que se muestran en la Tabla 1, la temperatura varía de 33° a 45° C. El período más caluroso se llama "Khoradad" y "Shahrivar", que es desagradable para los usuarios. Además, a menudo se puede observar una alta humedad de hasta el 100% debido a la proximidad al mar. Aunque el calor y la humedad producen una situación desafiante y dura, la arquitectura local de Bandar-Lengeh, gracias a los espacios y elementos ideados, puede manejar sutilmente la situación de sus habitantes (Mohammadi Mazraeh, 2022). También ha facilitado y reconfortado la vida de las personas en espacios internos (Mohammadi Mazraeh, 2021), de una manera que los árabes que viven alrededor del Golfo Pérsico vienen a caminar en esta región (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018).

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE BANDAR-LENGEH

La primera muestra de un cazador de viento Baber apareció en casas que tienen más de 70 años (Figura 2A), donde todas las casas tenían un cazador de viento Baber en el techo. Con

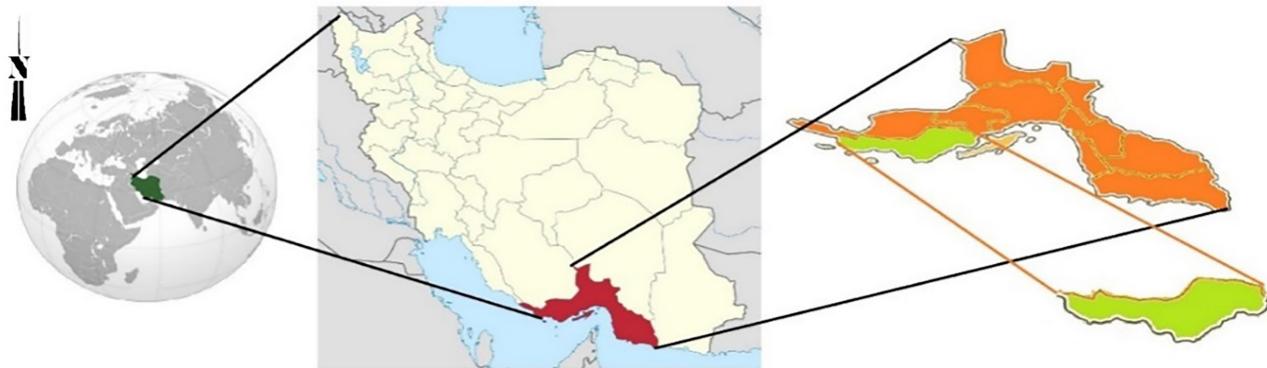


Figura 1. Bandar-Lengeh en un mapa de Irán y en el mundo. Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 1. Valores (PET) para diferentes meses en Bandar-Lengeh. Fuente: Roshan et al. (2018)

Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun
Cómodo	Cómodo	Ligeramente cálido	Cálido	Caliente	Muy caliente
19,5	21,3	24,9	31,2	37,6	41,4
Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Muy caliente	Muy caliente	Caliente	Cálido	Ligeramente cálido	Cómodo
43,2	43,1	40,1	34,7	27,3	21,8

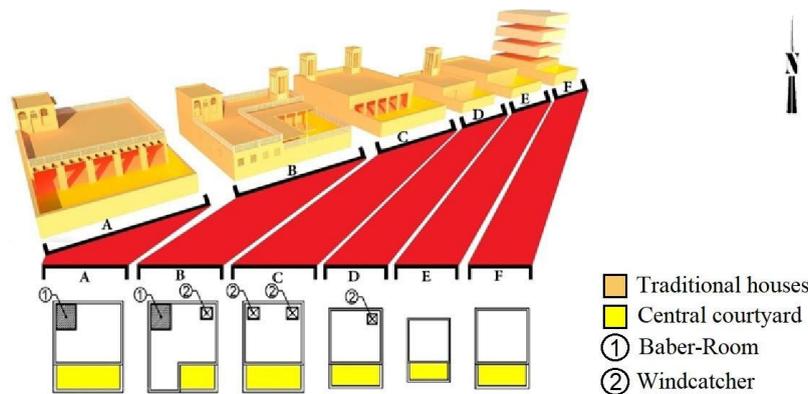


Figura 2. Una variedad de métodos de construcción desde hace 70 años hasta la actualidad. Fuente: Elaboración de los autores.

el tiempo, entre los edificios de entre 50 y 70 años, se puede notar que el cazador de viento Baber se construye a veces con una torre de viento o solo en los techos (Figura 2A y Figura 2B). Sin embargo, en edificios de entre 30 y 50 años, solo hay una o dos torres de viento (Figura 2C y Figura 2D). En edificios más recientes (menos de dos décadas de antigüedad), lo único que se puede observar es la existencia de climatización natural a través de celosías y/o ventanas simples (Figura 2E). Finalmente, en las últimas dos décadas, con la llegada de los departamentos (Figura 2F), además del contexto tradicional, se ha extendido una sensación de insatisfacción entre los usuarios de A, B, C y D por la pérdida de privacidad en los patios, la falta de seguridad ante terremotos y la posibilidad de que nuevos edificios mal construidos colapsen sobre casas tradicionales.

RESULTADOS

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y COMPONENTES

Una introducción al cazador de viento Baber

En las sociedades tradicionales, las familias requerían lugares que pudieran facilitar actividades como sentarse, comer, dormir, reunirse en familia, para el entretenimiento y la privacidad. (Mohammadi Mazraeh, 2022). Esto se puede percibir en el papel del cazador de viento Baber.

Los cazadores de viento Baber pueden tener forma cuadrada o rectangular y normalmente tienen un tamaño de 4x4, 6x4

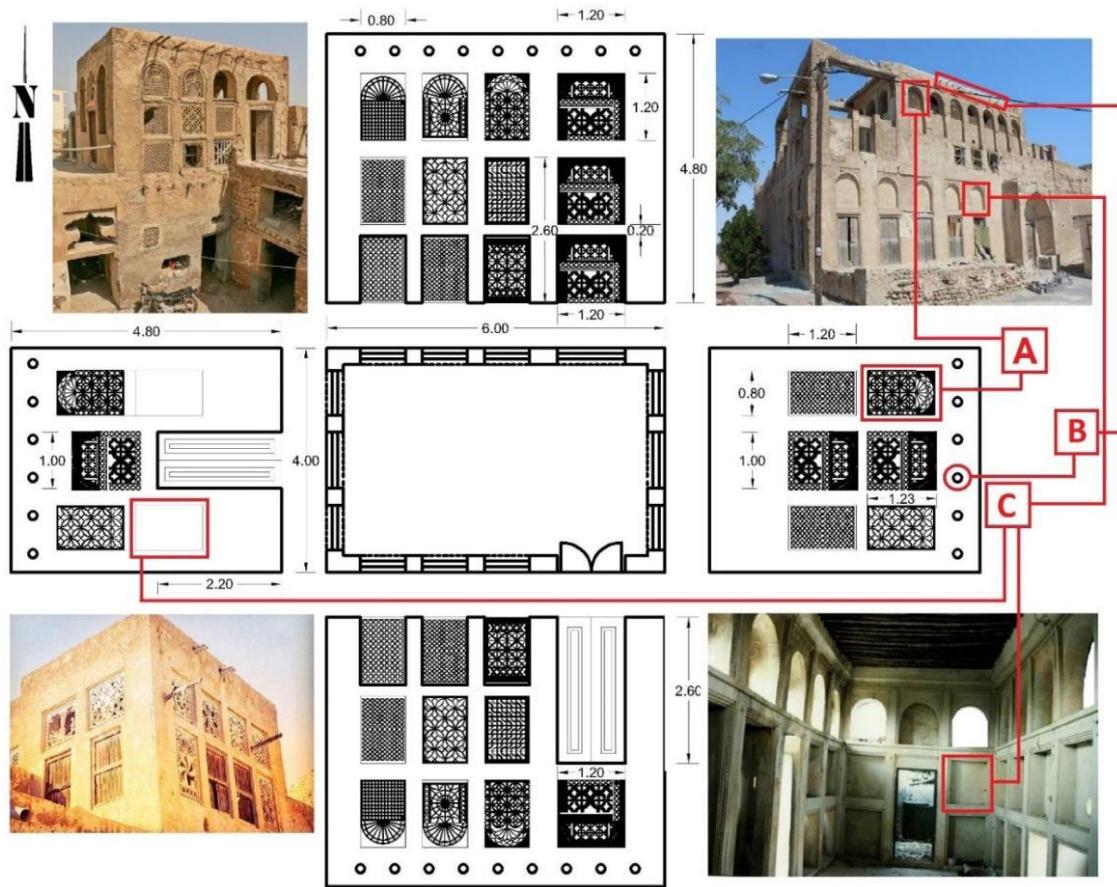


Figura 3. Diseño del cazador de viento Baber, incluidos sus elementos. Fuente: Elaboración de los autores.

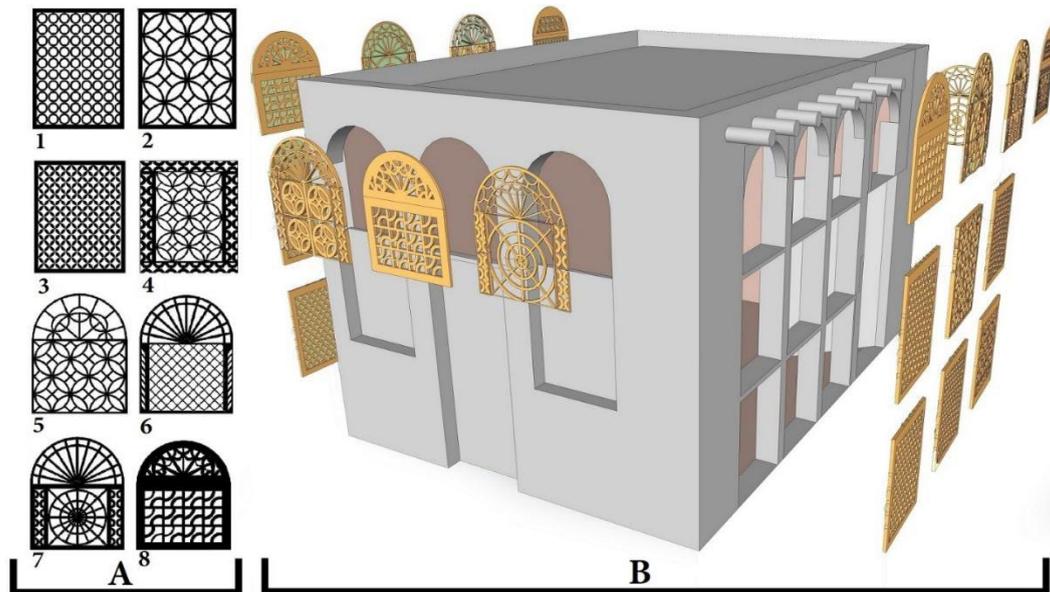


Figura 4. Vista tridimensional del espacio interno del cazador de viento Baber. Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 2. La cantidad de área vacía y usada para las ocho celosías más utilizadas. Fuente: Elaboración de los autores.

Fila	Tipo de modelo	Superficie usada	Superficie vacía	Área total (cm)
1	1	39%	61%	960(100%)
2	2	32%	68%	960(100%)
3	3	38%	62%	960(100%)
4	4	34%	66%	960(100%)
5	5	32%	68%	960(100%)
6	6	39%	61%	960(100%)
7	7	32%	68%	960(100%)
8	8	43%	57%	960(100%)

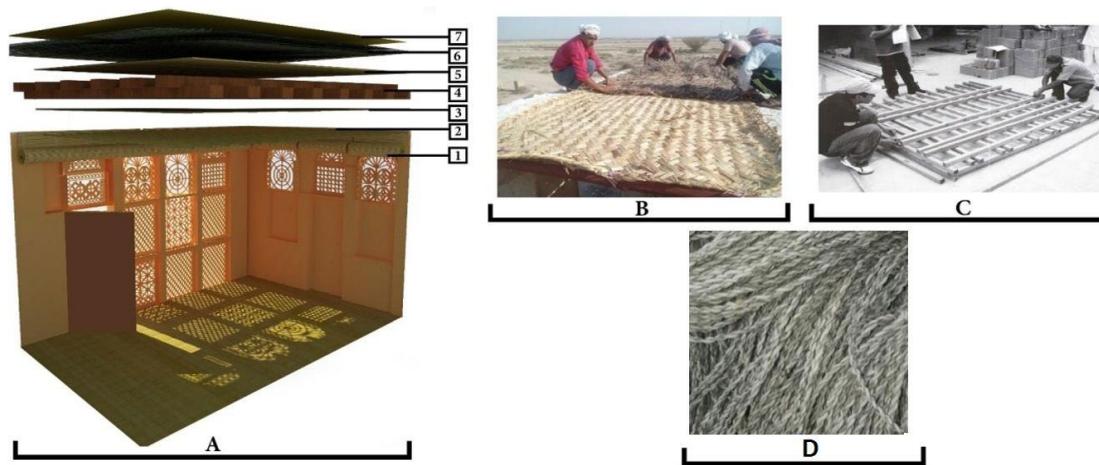


Figura 5. Estructura arquitectónica del techo de cazador de viento Baber. Fuente: Elaboración de los autores.

y 6x6. Se encuentran en el piso superior y se puede acceder a ellas a través de escaleras construidas en la entrada de la casa, o en la sala de estar o sala familiar, hasta el techo/espacio interno del cazador de viento Baber (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018; Mazraeh & Pazhouhanfar, 2020). Esta habitación es un ejemplo perfecto de la arquitectura sustentable de Bandar-Lengeh (Figura 3), dada su variedad de componentes como ventanas con celosías (Figura 3A), madera escuadrada (Figura 3B), y nichos (Figura 3C). Sus paredes brindan las condiciones adecuadas para que los usuarios duerman, coman, lean, etc., al recibir viento del mar y absorber la luz desde primera hora de la tarde hasta última hora de la mañana.

CELOSÍA

Las casas de los musulmanes siguen un diseño único que incluso se ha enfatizado en el Islam (Putri & Sunesti, 2021), donde la privacidad en la arquitectura tradicional ha tenido un impacto notable en la satisfacción del usuario (Philokyprou & Michael, 2021). Sus celosías comúnmente se han ideado como cortinas gruesas desde la dinastía Safavieh en Irán. Con la celosía, el espacio interior no es visible durante todo el día, para mayor privacidad (Babaei, Soltanzadeh et al., 2013). También evita que la luz entre en la casa hasta cierto punto (Mohammadi Mazraeh, 2023) y los habitantes pueden hacer cómodamente

sus quehaceres cotidianos. En el pasado, los arquitectos y usuarios locales intentaban colocar celosías orientadas hacia la mayoría de los vientos regionales (a menudo hacia el mar) para experimentar mejores condiciones de aire dentro del edificio, dirigiendo el viento. Tales edificios se ven a menudo en Bandar-Lengeh. La conclusión es que todas estas funciones están ahí solo para la comodidad del usuario (Nemat Gorgani, 2002; Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018). La Figura 4 muestra los ocho modelos de celosía más comunes en Bandar-Lengeh. Por su parte, la Tabla 2 muestra la proporción de áreas vacías en comparación con las que no lo están, que oscila entre el 57% y el 68%. Esto es para traer belleza y luz al espacio interior para la satisfacción del usuario.

Materiales y proceso de construcción

La arquitectura local ha demostrado su actitud positiva hacia la naturaleza y su significado cultural en blanco y negro (Chen, Xie et al., 2020), mientras que el uso de componentes y materiales locales ha sido una acción efectiva para el diseño (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018). Ha considerado que el calor intenso, la humedad y la luz en un grado extremo en Bander-Lengeh requieren aprovechar una arquitectura específica que brinde comodidad a los usuarios, siempre que sea posible. Una de las soluciones es familiarizarse con el cambio climático para poder

hacer frente a las malas condiciones meteorológicas. Indicadores como aprovechar los materiales locales (paja, mortero, piedra y yeso), reconocer espacios y utilizarlos en la dirección opuesta a la luz solar, el grosor de la pared (para proteger el edificio contra el calor/humedad), usar muchas celosías en la pared de la habitación, colocar un cazador de viento Baber a gran altura y usar techos altos, juegan un papel importante en esto. Los principales materiales utilizados para los techos, según la Figura 5, son (de interior a exterior): 1-estera (tipo absorbente de luz) (Figura 5B); 2-cuerda fabricada con hojas de árbol del dátil (Figura 5D); 3-estera de cobertura; 4-madera escuadrada vertical y horizontalmente, una sobre la otra (Figura 5C); 5-estera de cobertura; 6-hojas de dátiles; 7-paja. Cada componente expresa verdaderamente la conexión e interrelación entre la arquitectura y la naturaleza para el papel especial de los cazadores de viento Baber, como esteras absorbentes de luz para evitar que la luz intensa penetre en el lugar, una cuerda para colgar la estera en el techo, una estera de cobertura hecha de hojas del árbol del dátil, y también este mismo material para dispersar y engrosar contra el calor para evitar que el polvo descienda del techo dentro de la casa, madera cuadrada para sostener y soportar el peso del techo, y paja para cubrir las paredes y el techo para proporcionar refrigeración y calefacción en verano e invierno, respectivamente.

SOMBREADO, VENTANAS Y ORIENTACIÓN

Sombreado y ventanas (un lugar para estar alejado de la luz solar)

El sombreado fue una de las pocas opciones utilizadas para evitar la entrada de luz intensa y viento cálido (en el lado este/oeste del cazador de viento Baber). Este se creó como un porche para expandir las celosías en las paredes de las habitaciones, además de agregar espacio con sombra para que los usuarios pudieran

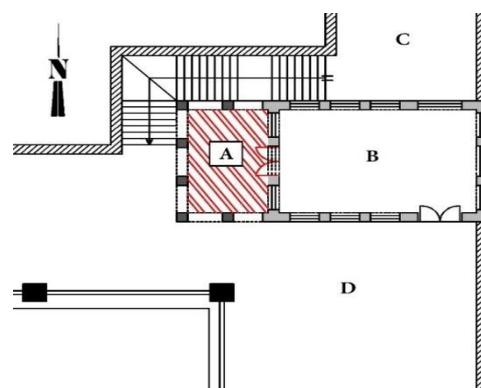


Figura 6. Espacio ocupado por sombra en el suelo (parte A) y a la vista (parte B). Fuente: Elaboración de los autores.

aprovecharlo durante todo el día. Entre los 36 cazadores de viento Baber en Bandar-Lengeh, solo dos incluían una habitación con sombra.

PROPORCIÓN DE ÁREAS UTILIZADAS EN EL CAZADOR DE VIENTO BABER EN TRES ESTILOS.

El cazador de viento Baber incluye áreas como una pared, un nicho en la pared (Figura 3C), el área de la puerta y la ventana de celosía (Figura 3A), que ocupaban un área específica de la pared que se determina a través de las mediciones y los datos de la Tabla 3. De un vistazo, se puede concluir que el promedio máximo de las áreas es (en orden): muro con 13,25 m², ventana de celosía con 6,62 m², nicho con 4,5 m², y puerta con 1,23 m². Como se puede ver, se intentó utilizar ventanas de celosía tanto como fuera posible en la orientación norte y sur, con 8,93 m² y 10,42 m² (en orden), para proporcionar luz natural y aire acondicionado natural dentro de la habitación.

Tabla 3. Tasa de uso de cada área en diferentes lados. Fuente: Elaboración de los autores.

extensión de la habitación (m)	Toda el área de la pared				Área de la pared (m ²)				Área de nicho en la pared (m ²)			
	N	S	W	E	N	S	W	E	N	S	W	E
4*4	19.2	19.2	19.2	19.2	9.9	8.38	11.5	11.5	0	0	7.7	7.7
4*6	28.8	28.8	19.2	19.2	15.84	15.6	11.6	12.96	0	0	2.24	0
6*8	38.4	38.4	28.8	28.8	17.4	16.28	13.28	14.8	12	10	6.4	8
Promedio de componentes	28.8	28.8	22.4	22.4	14.38	13.42	12.13	13.09	4	3.33	5.45	5.23
Promedio					13.25				4.5			

extensión de la habitación (m)	Ventana con celosía (m ²)				Superficie de la puerta				Proporción entre el área total de la pared y el nicho			
	N	S	N	N	N	S	W	E	N	S	W	E
4*4	9.3	7.7	0	0	0	3.12	0	0	2.06	2.49	2.49	2.49
4*6	12.96	10.08	3.12	6.24	0	3.12	3.12	0	2.22	2.86	3.58	3.08
6*8	9	9	6	6	0	3.12	2.24	0	1.83	2.02	2.32	2.06
Promedio de componentes	10.42	8.93	3.04	4.08	0	3.12	1.79	0	2.04	2.46	2.80	2.45
Promedio	6.62				1.23							

Tabla 4. Orientación de los cazadores de viento Baber. Fuente: Elaboración de los autores.

Tipo de habitación						
Modelo	A		B		C	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
	28	77.8%	5	13.9%	3	8.3%

ORIENTACIÓN

Al diseñar y construir el cazador de viento Baber para abordar la conciencia climática, los espacios se estructuraron teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales. Estos elementos incluyen ubicar las habitaciones más grandes del este/oeste, considerando su uso y longitud (Mazraeh & Pazhouhanfar, 2018). Según la Tabla 4, entre los 36 edificios con habitaciones Baber, se vio que había 28 habitaciones sur/norte de 6x4, cinco habitaciones de 4x4, tres habitaciones de 6x6 (m²) y solo se encontraron dos habitaciones este/oeste. En el modelo C, se muestran dos en el lado este/oeste.

MEDICIONES DE TEMPERATURA

El termómetro Fluke T3000fc, que se usa dentro del cazador de viento Baber para medir la temperatura, se puede usar para determinar las condiciones térmicas en circunstancias difíciles como las de Bandar-Lengeh. Fluke Connect permite a los usuarios registrar mediciones en línea, conectando aplicaciones y compartiendo la temperatura a través de la opción "compartir en vivo". Otra ventaja de este dispositivo es que puede medir temperaturas que oscilan entre -200 °C y +1.372 °C, con una resolución de 0,1 °C, con una temperatura de funcionamiento de -10 ° a +50 °C, protección de entrada (IP42) e ITS-90 (escala térmica). Este dispositivo se usa dentro del cazador de viento Baber para medir la temperatura.

La temperatura fisiológica equivalente, o PET por su sigla en inglés, es un indicador bien conocido que se utiliza para medir y comparar diferentes grados de calor y estrés fisiológico en humanos. Aquí se usa para medir la temperatura de Bandar-Lengeh y el espacio interior de las viviendas (Tabla 5).

En el pasado, se suponía que la temperatura era uno de los indicadores sustanciales de confort en un edificio. El cazador de viento Baber podría ser compatible con diferentes situaciones climáticas regionales debido a sus elementos arquitectónicos locales y a que brinda satisfacción a los usuarios. Para determinar la temperatura con precisión en el día 17 de cada mes (durante 24 horas), se colocó el termómetro



Figura 7. Dispositivo "Fluke T3000fc" para medir temperaturas

Tabla 5. Temperatura fisiológica equivalente – PET. Fuente: Matzarakis et al. (1999).

PET (°C)	Sensación térmica	Nivel de estrés fisiológico
<4	Muy frío	Estrés por frío extremo
4–8	Frío	Fuerte estrés por frío
8–13	Fresco	Estrés moderado por frío
13–18	Ligeramente fresco	Ligero estrés por frío
18–23	Cómodo	Sin estrés térmico
23–29	Ligeramente cálido	Leve estrés por calor
29–35	Cálido	Estrés térmico moderado
35–41	Caliente	Fuerte estrés por calor
>41	Muy caliente	Estrés por calor extremo

"Fluke T3000fc" dentro de los cazadores de viento Baber a una altura de 1,2 metros (patrón de espacio para dormir en la Tabla 7) del piso, para examinar si un cazador de viento Baber, con un 63,4% de uso por día (en comparación con otros espacios), puede proporcionar más comodidad para los usuarios de construcciones tradicionales.

Tabla 6. Temperatura interna de la habitación en diferentes momentos del día durante un año. Fuente: Elaboración de los autores.

DATOS	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		
	HORAS	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior
0		19.5	21.7	20.3	22.2	20.8	23.2	22.3	24.7	35.7	29.8	33.7	31.2
1		19.3	21.3	20.2	22	20.5	23.2	21.6	24.6	34.5	28.5	33.2	30.6
2		19.1	21.1	20	21.8	20.1	23	20.8	24.3	33.1	28.8	32.6	30
3		18.8	21	19.8	21.5	19.7	22.8	20	24	31.8	28.4	32.1	29.7
4		18.7	21.4	19.7	21.5	19.2	22.7	19.3	23.9	30.5	28.1	31.6	29.1
5		18.5	21.1	19.6	21.4	18.8	22.6	19.3	23.9	30.8	28.4	32.2	30
6		18.3	21.3	19.8	21.5	19.8	23.2	20.6	24.9	32.1	29.8	33.2	31
7		19.3	21.7	19.8	21.5	21	24.1	22.2	25.7	33.7	31.2	34.6	31.4
8		19.3	21.9	20.3	22.8	22.2	25.2	23.5	27.2	35.2	32.9	35.9	31.9
9		19.5	22.1	21.7	24.3	23.5	26.2	25.1	27.1	36	33.7	37.2	35.2
10		21.3	24.5	22.6	24.9	24.8	26.8	26.6	27.8	36.7	37.3	38.2	35.4
11		22.6	25.3	23.6	25.7	25.5	28	27.8	28	37.1	39	39.1	36.3
12		23.2	25.3	24.3	26.1	26.1	28.6	28.6	28.6	37.3	39.1	39.7	36.7
13		23.6	25.4	24.8	26.5	26.3	28.8	29	28.2	39.5	39.2	40.1	37.1
14		23.8	25.9	25.2	26.8	26.3	29	29.2	27.7	38	38.4	40.1	37.3
15		23.2	25.4	25.1	26.7	26.2	28.8	28.8	27	37.6	37.1	39.7	37
16		22.5	22.4	24.6	25.8	25.5	28.3	28.1	26.6	37	36.3	39.2	36.7
17		22.3	21.8	24	25.4	24.5	26.2	27	25.7	36.1	34.7	38.4	35.4
18		22.2	21.8	23.6	21.8	24.2	23.5	26.3	25	35.4	33.4	37.4	35.1
19		22	21.7	23.3	21.8	23.8	23.5	25.8	25	34.7	31.6	36.7	34.4
20		21.8	21.1	22.8	22.4	23.3	23.6	25.3	25.1	34	30.7	36	33.7
21		21.6	21	22.6	22	23.1	23.7	24.8	25	33.2	30.1	35.2	33.1
22		21.5	21.1	22.2	22.1	22.7	23.6	24.2	24.9	32.5	29.7	34.6	32.4
23		21.3	21	21.8	21.4	22.3	23.5	23.7	24.9	31.8	29.1	33.9	32
Average		20.97	22.43	22.15	23.33	22.93	25.09	24.58	25.83	34.76	32.72	36.03	33.45
DATOS	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		
	HORAS	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior	exterior	interior
0		35.7	33.4	33.9	32.5	30.8	28.4	27.8	25.3	24.5	23.7	20.1	20.4
1		36.2	34.3	33.2	31.8	30.6	28.1	27.5	25.1	23.8	22.8	19.2	19.6
2		36.6	34.8	32.7	31.1	30.3	27.6	27.1	24.5	23.2	22.6	18.3	18.8
3		36.9	34.9	32.2	35.4	30	28.9	26.6	24	22.5	21.8	17.5	17.7
4		37.2	35.5	31.8	30.8	29.8	27.2	26.2	23.8	21.8	20.6	16.6	16.9
5		37.6	35.9	31.8	30.3	29.5	27.4	25.8	23.1	21.2	20.4	15.6	16
6		38.2	36.7	32.4	30.7	30.3	27.9	26.8	24.9	21.6	20.6	14.9	15.3
7		39.1	38.1	33.1	30.9	31.1	29.3	28.1	26.6	22.7	21.9	17.1	17
8		40	38.7	34.2	31.9	32.2	30.8	29.3	27	24.1	23.2	19	18.8
9		40.9	40.1	35.4	32.4	33.2	31.6	30.6	27.2	25.3	24.1	20.3	20.5
10		41.7	40.3	36.2	32.8	34.2	32.4	31.6	27.9	26.3	25.8	21.5	21.8
11		42.7	40.4	36.9	33.4	34.7	32.7	32.4	28.7	27.1	25.3	22.2	22.6
12		43.2	40.8	37.5	33.8	35.2	33.6	32.7	28.9	27.5	25.2	22.7	23
13		43.7	40.3	37.9	34.2	35.4	33.7	33.1	29.5	27.7	25.3	23	23.9
14		43.9	41.1	38.1	34.4	35.2	33.7	32.9	28.6	27.3	25.8	22.5	23.4
15		43.7	40	38	34.1	35	33.4	32.5	28.8	26.7	25.3	21.8	22.4
16		43.5	39.6	37.5	33.9	34.4	32.9	31.6	28.2	25.8	24.2	20.5	22.7

17	42.9	38.2	36.7	33.3	33.7	32	31.1	27.8	25.5	24.7	20.2	20.4
18	42.2	37.5	36.2	32.6	33.2	30.7	30.6	27.2	25.2	24.3	19.8	19.6
19	41.7	37.4	35.7	32.2	32.9	30.3	30	26.9	24.8	24	19.6	19.3
20	41.1	37.4	35.1	31.6	32.6	30	29.5	26.4	24.6	23.4	19.3	19
21	40.6	37.4	34.6	32	32.2	29.6	29	25.8	24.2	23.1	19	19.4
22	40	37.1	34	31.6	31.8	29	28.5	25.3	23.8	22.7	18.7	19.1
23	39.4	37.2	33.5	30.8	31.1	28.6	28	25.1	23.6	22.6	18.3	18.9
Average	40.36	37.8	34.94	32.44	32.49	30.4	29.55	26.53	24.62	23.48	19.49	19.85

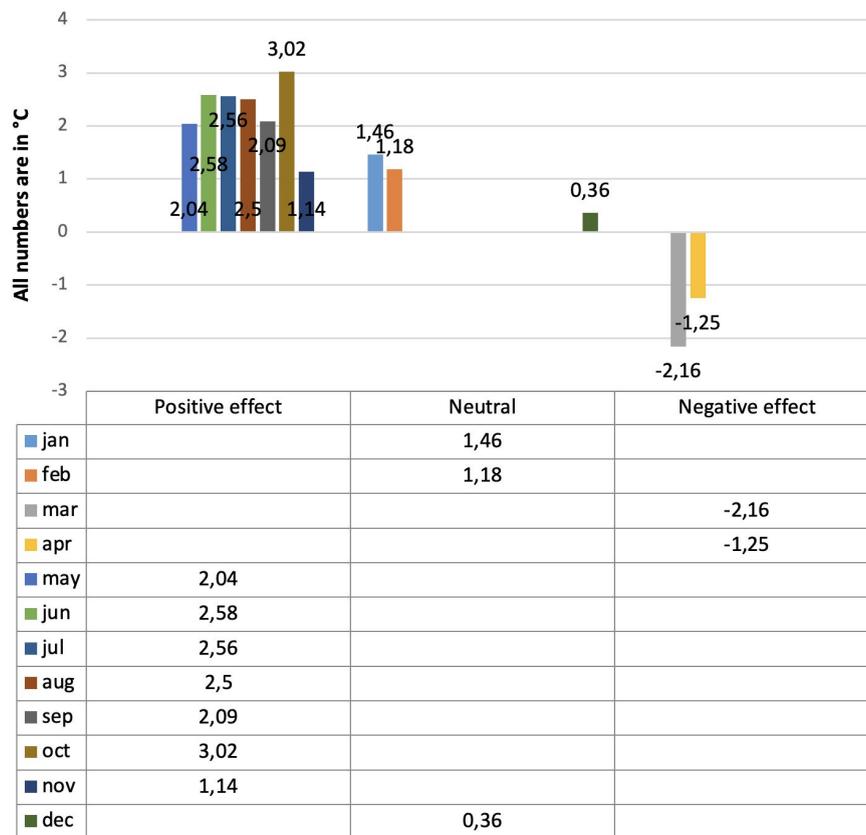


Figura 9. Papel positivo, negativo y neutro del cazador de viento Baber en comparación con la temperatura exterior. Fuente: Elaboración de los autores.

Según los datos de la Tabla 5, la Figura 8 y Figura 9, se puede observar que el comportamiento del cazador de viento Baber en diferentes meses del año es divergente. En enero y febrero, cuando las condiciones térmicas son cómodas, se puede ver un aumento de temperatura de 1,46 y 1,18 grados (temperatura promedio a diferentes horas, de la Figura 8), respectivamente, en el interior (observado como neutral). En marzo, se supone que la condición térmica es ligeramente cálida, y se puede percibir un aumento de temperatura de 2,04 grados en el interior (observado como un efecto adverso). Sin embargo, en abril, de manera similar a marzo, un aumento de temperatura de 1,25 grados conduce a condiciones desagradables dentro del cazador de viento Baber. La gente usa estos espacios cada vez menos durante el día/noche en marzo y abril.

Sin embargo, el clima es caluroso en mayo y septiembre, y se pueden notar temperaturas 2,04 y 2,09 grados más bajas, respectivamente. Mientras tanto, en junio, julio y agosto, cuando el clima se considera muy caluroso, las temperaturas

que son 2,5, 2,56 y 2,58 grados (respectivamente) más bajas conducen a una atmósfera relajante y adecuada en el espacio interior. En octubre, considerado cálido, la temperatura es 3,02 grados más baja, proporcionando un ambiente más seguro y agradable para los usuarios en comparación con el exterior. Por otro lado, en noviembre, que es ligeramente cálido, la habitación tiene una temperatura 1,14 grados más baja. Así también, diciembre es cómodo en sí mismo (señalado como neutral), proporcionando condiciones cómodas para los usuarios del cazador de viento Baber.

Las esteras se colocan en las paredes externas de los edificios para disipar el calor en áreas con luz solar intensa, como se muestra en la imagen de la izquierda de la Figura 9. Esta práctica ayuda a moderar la temperatura al entrar en la habitación, haciéndola más agradable. Además, estas esteras a veces se humedecen para crear una brisa más fresca dentro de la habitación, mejorando el nivel general de comodidad.

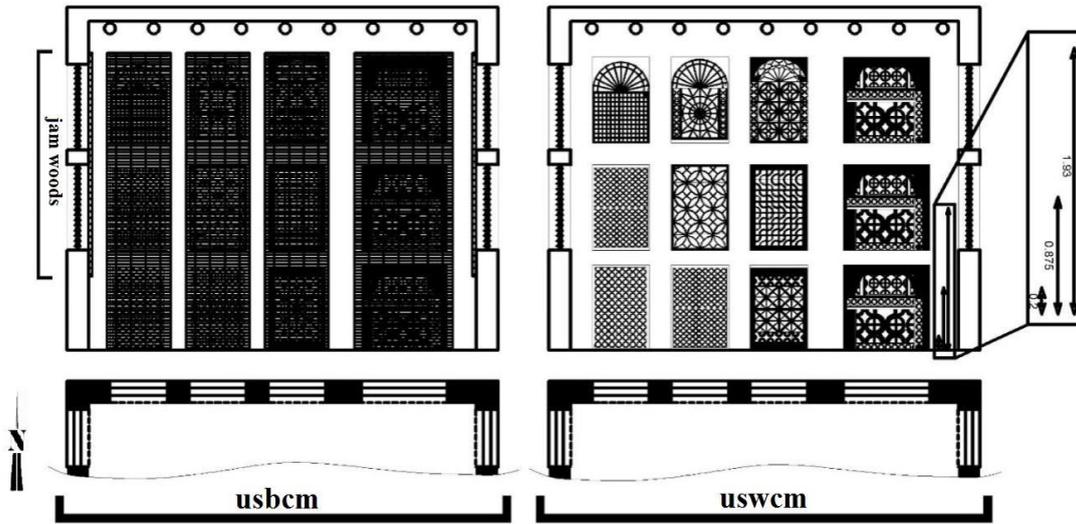
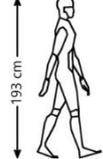


Figura 10. Medidas de luz en USBCM (izquierda) y USWCM (derecha). Fuente: Imagen de los autores.

Tabla 7. Diferentes tipos de uso del cazador de viento Baber. Fuente: Neufert & Neufert (2012).

	1	2	3
Position	Lying down (human body at 20 cm from the floor)	sitting (human body at 87.5 cm from the floor)	standing (human body at 193 cm from the floor)
			

MEDICIONES DE ILUMINACIÓN

Para analizar la luz en el entorno y también la mejora de la eficiencia energética del edificio, se utilizan varios programas de software, incluido "Ecotect". Este software proporciona un método de modelado avanzado para analizar el papel del cazador de viento Baber (Al-Saggaf, Nasir et al., 2020; Lisa, Zuraihan et al., 2021). Según varios estudios, se concluye que el modelado con Ecotect es muy preciso y altamente confiable (Salami, Abba et al., 2023; Xu and Liu, 2023). También es adecuado para diseñar y realizar cálculos iniciales con respecto a los métodos fotométricos en la industria de la construcción. La Figura 10 se utiliza para analizar el papel de la luz en el cazador de viento Baber en dos circunstancias diferentes. Una, con el uso de esteras, a saber, USBCM, y sin USWCM, para ver si el cazador de viento Baber podría brindar comodidad en las horas pico de calor (es decir, a las 14:00) para los usuarios en tres condiciones diferentes, o no.

Dado que las personas pueden aprovechar el entorno asumiendo diferentes posiciones, como acostarse, sentarse y pararse, necesitan tener un espacio interior con la menor luz

posible en las tres alturas. La Tabla 7 considera las condiciones del cuerpo humano a 20 cm (acostado), 87,5 cm (sentado) y 193 cm (de pie) del piso, para evaluar el papel de un cazador de viento Baber con elementos arquitectónicos locales.

Considerando que la luz es el segundo factor más importante bajo observación después de la temperatura en la construcción local, y de acuerdo con los resultados logrados en las Tablas 8 y 9, se puede notar que el peor período en el que se experimenta un calor extremo es a las 14:00. En las tres posiciones diferentes examinadas en el cazador de viento Baber (acostado, sentado y de pie) y en las dos configuraciones diferentes (USWCM y USBCM), a 20 cm del piso con la menor cantidad de luz, 210 lux, tanto en USWCM como en USBCM fue el mejor lugar para que los usuarios se relajaran. Después de eso, el segundo mejor fue a 87,5 cm del piso con menos luz, 240 lux, en la condición USWCM y a 210 lux, en USBCM. Finalmente, a 193 cm del suelo, la mejor opción era con la menor luz, 280 lux, en USWCM, y 240 lux, en USBCM. El promedio en los tres, sin la estera, es de 243,3 lux. Por otro lado, con la estera, a una media de 220 lux, hay una reducción de 23,33 lux. En consecuencia, una condición

Tabla 8. Intensidad de luz del cazador de viento Baber tanto en USWCM como en USBCM. Fuente: Elaboración de los autores.

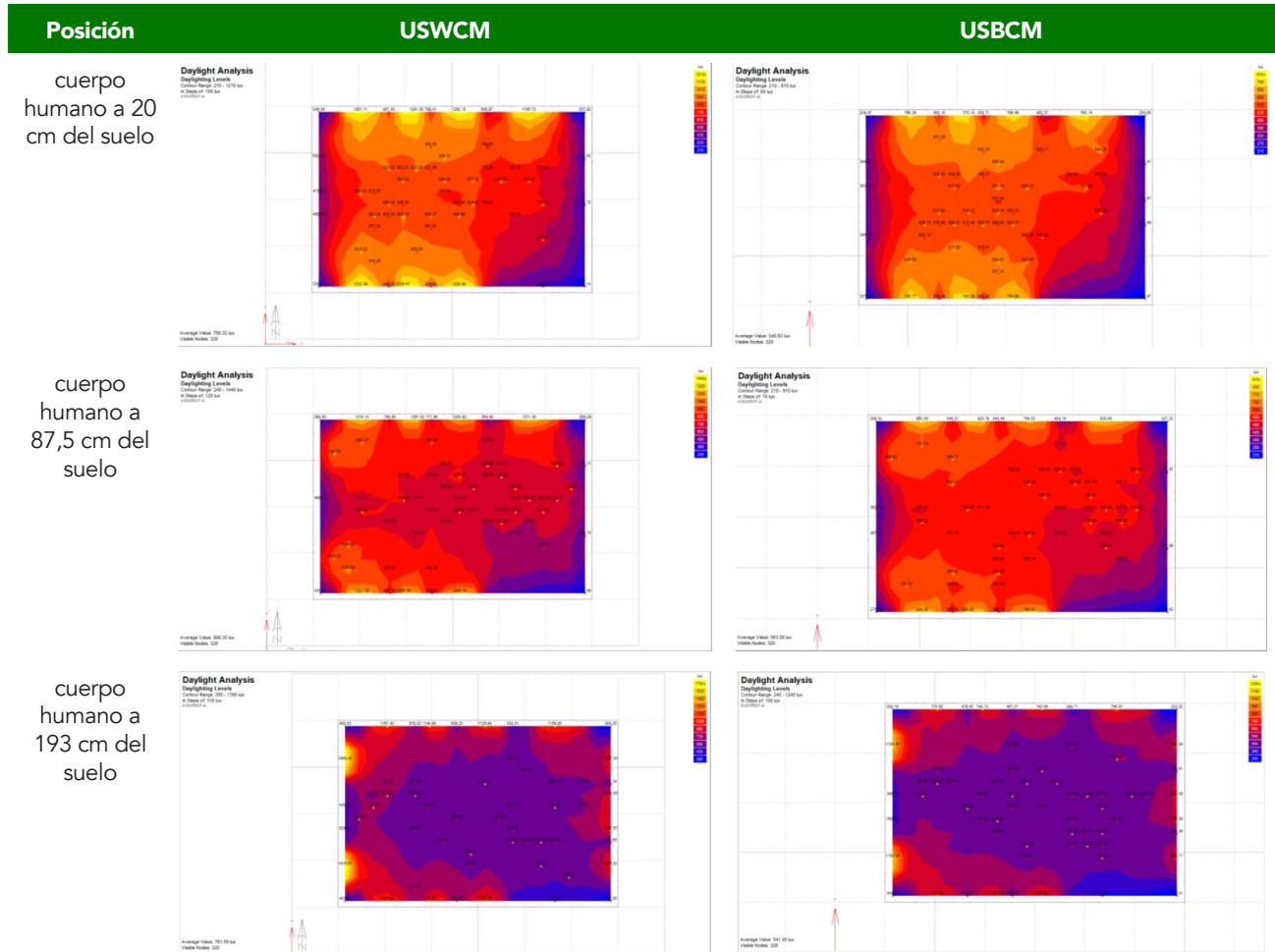


Tabla 9. Intensidad de luz mínima y máxima en USWCM y USBCM. Fuente: Elaboración de los autores.

A una altura de	Posición			
	Sin estera en LUX (USWCM)		Con estera en LUX (USBCM)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
20 cm del suelo	210	1210	210	820
87,5 cm del suelo	240	1440	210	910
193 cm del suelo	280	1780	240	1240
Promedio	243,33	1476,67	220	990

de luz más relajada y agradable permite a los usuarios descansar o dormir durante la noche en comparación con otras situaciones sin estera.

La información sobre la intensidad máxima de luz que ingresa al espacio se recopila de la siguiente manera: a 20 cm del piso con un máximo de 1210 lux en USWCM y 820 lux en USBCM (una diferencia de 390 lux). A 87,5 cm tiene un máximo de 1440 lux en USWCM y 910 lux en USBCM (una diferencia de 530 lux), y finalmente, a 193 cm del suelo, hay un máximo de 1780 lux (la peor entrada de luz en la habitación) en USWCM, y 1240 lux en USBCM (una diferencia de 540 lux).

Comparando el promedio en los tres, sin estera 1476.67 lux, y con estera 990 lux, se puede percibir una reducción de 486,67 lux, lo que condujo a una mayor satisfacción del usuario para dormir, descansar y relajarse.

Según una investigación similar existente, el rendimiento térmico utilizó el software Ecotect como se ve en el trabajo de Sonawane y Vakhari (2023), que estudió las casas tradicionales de la India con paredes de piedra, arcilla y techos inclinados de paja. Descubrieron que los materiales respetaban al medio ambiente y proporcionaban condiciones de temperatura confortables para los ocupantes del edificio. En el estudio de Ratre et al. (2020), al examinar el estilo de las casas nativas en Bangladesh y Sri Lanka en función del clima de la región, se analizaron las técnicas de construcción, las estrategias de diseño pasivo, el confort térmico, etc. entre las casas de barro en ambos países, utilizando el software Ecotect, y se recomendaron mejoras para recuperar energía pasiva y aumentar la comodidad del usuario en los edificios. Ratre et al. (2020) también examinaron tres estilos de construcción europeos actuales en base a la información recopilada, mostrando que el 74% de los participantes no están satisfechos con este estilo de construcción. A diferencia de aquellos sistemas constructivos que usaron materiales ecológicos, estos eran muy eficientes, y el propósito de esto era analizar el confort térmico durante un período crítico de tiempo. Mientras tanto, Gupta et al. (2020) investigaron el estilo de los edificios nativos rurales cerca de Ranchi, en el estado de Jharkhand en el este de India, donde se utilizaron los software Ecotect y Climate Consultant, utilizando casas hechas con materiales de recursos nativos, que han sido capaces de crear condiciones más adecuadas para la vida humana que los nuevos materiales. En comparación con la investigación actual, según una revisión de la literatura, se encontró que no se ha realizado tal investigación sobre el estilo del cazador de viento Baber. Este estilo de construcción demuestra la atención de los arquitectos y los usuarios de estructuras locales en la región (Hormozgan, Irán) a las condiciones de confort térmico y su conocimiento del clima y los materiales. Los componentes básicos de esta investigación describen que este estilo ha sido capaz de crear satisfacción entre sus usuarios en el sentido de comportamientos térmicos, detección de luz y bloqueo del exceso de luz para aprovechar las corrientes de viento.

CONCLUSIÓN

Entre los seis estilos diferentes de construcción de edificios en Hormozgan-Irán a lo largo de los últimos 70 años, la arquitectura local es importante entre los usuarios y arquitectos de edificios. Un ejemplo de tal edificio se encuentra en el sur de Irán y se conoce como el cazador de viento Baber. Su estilo constructivo único, que abarca la aplicación metódica de técnicas, ha captado el interés de todos, desde turistas hasta usuarios de edificios y arquitectos. Aunque la arquitectura local de Bandar-Lengeh ha sufrido muchos cambios a lo largo del tiempo, ha mantenido su identidad y se ha presentado como evidencia y documentación válidas en el procedimiento de construcción. Esta arquitectura local utiliza elementos específicos (torres de viento y celosías) junto con espacios (cazador de viento Baber) para dar comodidad a los usuarios, especialmente cuando no se utiliza un sistema de refrigeración mecánico. La intención de este artículo era presentar el cazador de viento Baber con análisis estructural para analizar los materiales, el proceso de construcción y sus elementos, como celosías y materiales locales, sombreado y las áreas utilizadas en tres estilos diferentes de cazador de viento Baber, mientras este se evalúa en condiciones USBCM y USWCM a través del análisis funcional de la luz y la temperatura. En la parte fotométrica, la persona fue evaluada en tres posiciones (acostada, de pie y sentada) a las 14:00. En consecuencia, se determina que las mejores condiciones son USWCM y USBCM en posiciones acostada y sentada (a 20 cm y 87,5 cm del suelo) con 210 lux, mientras que la peor condición es bajo USWCM cuando se está de pie.

En comparación, se tomaron medidas de pie (a 193 cm del suelo) con un máximo de 1780 lux. Por otro lado, utilizando la temperatura indicada, las mayores ventajas se brindan en mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, mientras que enero, febrero y diciembre tuvieron una temperatura neutra y ventajas mínimas. Finalmente, se observaron condiciones adversas en marzo y abril, que resultaron en un menor uso y beneficio para los usuarios.

Tras la revisión, se ha determinado que el cazador de viento Baber muestra fortalezas y debilidades específicas, como se describe en la Tabla 9. Además, en el ámbito de la investigación centrada en el análisis de la luz, el estudio de Ahmad, Prakash et al. (2022) investigó la influencia de los materiales de construcción en la entrada de luz y la temperatura interior. Este estudio reveló que las propiedades térmicas de los nanomateriales de construcción tienen un impacto muy positivo en comparación con los materiales de construcción tradicionales. Barzegar y Sajjadi (2023) exploraron la dinámica de la luz y la temperatura en las casas tradicionales de Shiraz en un estudio relacionado. Sus hallazgos destacaron que el uso de casas locales en las condiciones actuales a menudo conduce a la insatisfacción, ya que no responden adecuadamente a las necesidades modernas. Este aspecto es particularmente relevante cuando se comparan las casas tradicionales con el cazador de viento Baber, lo que sugiere que la aplicabilidad de esta última está restringida a ciertas condiciones climáticas favorables durante todo el año en lugar de ser universalmente adaptable a las

Tabla 9. Fortalezas y debilidades del cazador de viento Baber. Fuente: Elaboración de los autores.

Fortalezas	
1	El cazador de viento Baber ha sido un espacio favorito para dormir una noche, atrayendo constantemente la atención de los usuarios vernáculos del edificio desde el pasado hasta el presente.
2	Esta área se usa principalmente para reuniones familiares durante la noche.
3	Al usar ventanas con celosías y el poner este espacio en la parte más alta del edificio, los ocupantes pueden maximizar la ventilación natural del mar.
4	Con su extenso diseño geométrico entre ventanas con celosía, el cazador de viento Baber se ha utilizado con éxito para la ventilación natural y el mantenimiento de la privacidad.
5	Según los análisis de la Tabla 7, la disposición de los elementos dentro de los espacios del cazador de viento Baber es tal que la ubicación más adecuada para recibir el viento es a una altura de 20 centímetros, abarcando el área de descanso del cazador de viento Baber.
6	A diferencia de las construcciones modernas en Bandar Lengeh, las ventanas del cazador de viento Baber se colocaron estratégicamente desde el nivel del piso, mejorando la comodidad de una noche de sueño.
7	Se utilizaron materiales vernáculos y hechos a mano para construir el cazador de viento Baber. Uno de esos materiales es la estera, que se ha utilizado eficazmente como cubierta en diferentes orientaciones de edificios para reducir la dura entrada de la luz solar del mediodía.
Debilidades	
1	Con la llegada de los sistemas mecánicos de aire acondicionado, estos espacios han perdido su funcionalidad y la mayoría de los edificios con cazadores de viento Baber han sido abandonados, demolidos o con todas sus paredes con celosías rellenas de mortero.

demandas climáticas contemporáneas y, como es bien sabido, el cazador de viento Baber se considera como un tipo único de espacio arquitectónico nativo en Hormozgan-Irán, capaz de brindar comodidad a la vida de las personas mediante el uso de materiales locales, la comprensión de las condiciones ambientales y la satisfacción de las necesidades culturales de la sociedad (mediante la creación de espacios de reunión). Todo esto conduce a la comodidad en la vida humana. Hay siete puntos positivos y un punto débil (donde se perdió el uso del cazador de viento Baber debido al uso de equipos mecánicos de aire acondicionado), lo que indica que esta área puede usarse como una nueva solución para preservar la cultura local de la región, a la vez que se usan métodos modernos.

El uso actual de viviendas locales también ha generado insatisfacción y no aborda adecuadamente las condiciones actuales. Esto es significativo, especialmente cuando se compara con el cazador de viento Baber, lo que indica que solo es factible utilizar estos espacios locales en las condiciones actuales durante ciertas épocas del año cuando el clima es agradable y favorable.

Los resultados obtenidos provienen del cazador de viento Baber en la arquitectura local de Bandar-Lengeh, que indicó que los arquitectos y usuarios han estado buscando funcionalidad y belleza en la arquitectura local en las condiciones cálidas y húmedas de la región. Por lo tanto, muestra la contemplación y el razonamiento de los usuarios y de la arquitectura en el pasado. Con suerte, esta investigación proporcionará a la arquitectura una estructura estable para lograrlos e implementarlos en nuevas

construcciones. Además, los usuarios deben hacer todo lo posible para mantener esta arquitectura como un legado. Otro tema para futuras investigaciones es explorar cómo se puede utilizar el cazador de viento Baber en entornos contemporáneos para preservar la cultura y la arquitectura vernáculos.

REFERENCIAS

- Ahmad, A., Om, P., Anil K., Hasnain, S. M. M., Verma, P., Zare, A., Dwivedi, G. and Pandey A. (2022). Dynamic analysis of daylight factor, thermal comfort and energy performance under clear sky conditions for building: An experimental validation. *Materials Science for Energy Technologies*, 5, 52-65. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2021.11.003>
- Al-Saggaf, A., Nasir, H., & Taha, M. (2020). Quantitative approach for evaluating the building design features impact on cooling energy consumption in hot climates. *Energy and Buildings*, 211, 109802. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109802>
- Babaei, M., Soltanzadeh, H., & Islami, S. Y. (2013). A study of the lighting behaviour of Moshabak in Kashan's houses with emphasis on the notion of transparency. *Architectural Science Review*, 56(2), 152-167. <https://doi.org/10.1080/00038628.2012.729309>
- Baheretibeb, Y. & C. Whitehead (2024). It takes a village to raise a child," university teachers' views on traditional education, modern education, and future I integration in Ethiopia. *Frontiers in Education*, Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1348377>

- Barzegar, Z. & K. Sajjadi (2023). Analogy of thermal comfort with the influence of openings by PMV method in traditional houses and apartments in Shiraz. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU)*, 14(1), 117-131. <https://doi.org/10.30475/isau.2023.231996.1424>
- Dwijendra, N. K. A. & I. M. Adhika (2022). The Resilience of Undagi's Role in Traditional Balinese Architecture Based on Asta Kosala Kosali in Bali, Indonesia. *Res Militaris*, 12(6): 1099-1113.
- Foruzanmehr, A. (2015). People's perception of the loggia: A vernacular passive cooling system in Iranian architecture. *Sustainable cities and society*, 19, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.002>
- Gupta, J., Chakraborty, M., Rallapalli, H. S. & Nevidhitha, R. (2020). Climate-Responsive Architecture in Rural Vernacular Dwellings: A Study in Composite Climate in Ranchi, Jharkhand, India. *AEGAEUM Journal*, 8(7).
- Jaradat, H., Alshboul, O. A. M., Obeidat, I. M., & Zoubi, M. K. (2024). Green building, carbon emission, and environmental sustainability of construction industry in Jordan: Awareness, actions and barriers. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(2), 102441. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102441>
- Li, J., Zhai, Z., Li, H., Ding, Y., & Chen, S. (2024). Climate change's effects on the amount of energy used for cooling in hot, humid office buildings and the solutions. *Journal of Cleaner Production*, 442, 140967. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.1409>
- Lisa, N. P., Zuraihan, Z., Fernand, R., & Siska, D. (2021, April). Estimation of energy consumption efficiency in office rooms cooling systems to create thermal comfort for the user. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 738, No. 1, p. 012016). IOP Publishing.
- Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International journal of biometeorology*, 43, 76-84. <https://doi.org/10.1007/s004840050119>
- Mazraeh, H. M. & M. Pazhouhanfar (2018). Effects of vernacular architecture structure on urban sustainability case study: Qeshm Island, Iran. *Frontiers of architectural research*, 7(1): 11-24. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.06.006>
- Mazraeh, H. M. & M. Pazhouhanfar (2020). Functionalism of wind renewable energy in vernacular elements of wind catcher and Moshabak (Case Study: Qesh Island). *Journal of Urban & Environmental Engineering*, 14(1). <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/juee/article/view/51925/30532>
- Mohammadi Mazraeh, H. (2021). Position of Entrance in the Architecture of Vernacular Buildings of Bandar-Lengeh. *Journal of Urban Development and Architecture-Environment Identity (JUDA-EI)*, 2(6): 21-39. https://www.armanshahrjournal.com/article_80507_c10c85bd9676bec9be9e5b07ea2bc694.pdf
- Mohammadi Mazraeh, H. (2022). The Role of the Function of Semi-Open Space in the Structure and Architecture of the Native Buildings of Bandar-Lengeh. *Journal of Urban Ecology Researches* 13(Series 27), 1-18. <https://doi.org/10.30473/grup.2022.58150.2607>
- Mohammadi Mazraeh, H. (2023). Recognition of Designs and Motifs of Architectural Windcatchers and Openings Native to City of Bastak. *Journal of Iranian Handicrafts Studies*, 5(2), 115-128. <https://doi.org/10.22052/HSI.2022.246448.1026>
- Nemat Gorgani, O. (2002). Light Background in Architecture and Lighting Fixtures in Iran Islamic Art, Asar.
- Neufert, E. & P. Neufert (2012). *Architects' Data*, John Wiley & Sons.
- Philokyprou, M. & A. Michael (2021). Environmental sustainability in the conservation of vernacular architecture. The case of rural and urban traditional settlements in Cyprus. *International Journal of Architectural Heritage*, 15(11), 1741-1763. <https://doi.org/10.1080/15583058.2020.1719235>
- Putri, A. K. & Y. Sunesti (2021). Sharia branding in housing context: A study of halal lifestyle representation. *Journal Sosiologi Walisongo*, 5(1): 77-92. <https://doi.org/10.21580/jsw.2021.5.1.7268>
- Ratree, S. M., Farah, N., & Shadat, S. (2020, June). Vernacular Architecture of South Asia: Exploring Passive Design Strategies of Traditional Houses in Warm Humid Climate of Bangladesh and Sri Lanka. In *Proceedings of the International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism-ICCAUA* (Vol. 3, No. 1, pp. 216-226).
- Razavian, F., Alemi, B., Kamali Zarchi, S., & Tafreshi, F. (2023). Studying and Proposing an Energy-efficient Residential Design for Kashan with a Hot and Dry Climate. *Journal of Solar Energy Research*, 8(2), 1559-1573. https://jser.ut.ac.ir/article_92582.html#:~:text=10.22059/JSER.2023.354267.1273
- Roshan, G., Yousefi, R., Kovács, A., & Matzarakis, A. (2018). A comprehensive analysis of physiologically equivalent temperature changes of Iranian selected stations for the last half century. *Theoretical and applied climatology*, 131, 19-41. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1950-3>
- Salami, B. A., Abba, S. I., Adewumi, A. A., Dodo, U. A., Otukogbe, G. K., & Oyedele, L. O. (2023). Building energy loads prediction using bayesian-based metaheuristic optimized-explainable tree-based model. *Case Studies in Construction Materials*, 19, e02676. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02676>
- Sargazi, M. A. (2023). The Effect of Natural Materials-Based Climate Adaptation Techniques on Thermal Comfort in the Vernacular Architecture of Sistan, Iran. *Iranian Journal of Archaeological Studies*, 13(2). https://ijas.usb.ac.ir/article_8042.html
- Sonawane, M. & A. B. Vakharia (2023). Comparative Analysis of Thermal-performance of vernacular dwelling in Arid climate of India. *International Journal of Technology Engineering Arts Mathematics Science*, (1), 403-408. https://aismsioitresearch.com/wp-content/uploads/2023/12/SB_IJTEAMS_61.pdf
- Toroxel, J. L., & Monteiro Silva, S. (2024) A Review of Passive Solar Heating and Cooling Technologies Based on Bioclimatic and Vernacular Architecture. *Energies* 17(5), 1006. <https://doi.org/10.3390/es17051006>

Xu, F. & Liu, Q. (2023). Building energy consumption optimization method based on convolutional neural network and BIM. *Alexandria Engineering Journal*, 77, 407-417. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.06.084>