



# ARQUITECTURA VERNÁCULA EN TURQUÍA

Clima, Cultura y Construcción

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



TRABAJO FIN DE GRADO

Irene Bautista Luis  
Arquitectura Vernácula en Turquía  
Clima, cultura y construcción

# Trabajo Fin de Grado

Semestre de otoño 2025

*A todas las personas que me han acompañado y compartido conmigo todas o algunas de las fases de este (largo) camino. A mi familia, a mis amigas y a Diego, por apoyarme siempre en todo.  
Es un gusto tener a gente tan maravillosa al lado.  
A Carmen por guiarme en esta investigación.*

**Estudiante:** Irene Bautista Luis

**Tutora:** Carmen Sánchez-Guevara

Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas

**AULA TFG 2** Coordinadora: Andrea Alonso Ramos

Adjunta: M<sup>a</sup> Ángeles Benito Pradillo

# ÍNDICE

RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14-17
MOTIVACIÓN	
OBJETIVOS	
METODOLOGÍA	
CONTEXTO	18-23
EJEMPLOS DE ESTUDIO	25-127
<b>01 TURQUÍA</b>	25-39
• Localización	26-27
• Características Geológicas	28
• Contexto Histórico	28
• Características Socioeconómicas	29
• Características Climáticas	30-33
• Sistema constructivo Constructivo	34-37
• Comportamiento Bioclimático	38-39
<b>02 BODRUM</b>	41-55
• Localización	42-43
• Características Geológicas	44
• Contexto Histórico	44
• Características Socioeconómicas	45
• Características Climáticas	46-49
• Sistema constructivo Constructivo	50-53
• Comportamiento Bioclimático	54-55
<b>03 SAFRANBOLU</b>	57-71
• Localización	58-59
• Características Geológicas	60
• Contexto Histórico	60
• Características Socioeconómicas	61
• Características Climáticas	62-65
• Sistema constructivo Constructivo	66-69
• Comportamiento Bioclimático	70-71
<b>04 CAPADOCIA</b>	73-89
• Localización	74-75
• Características Geológicas	76
• Contexto Histórico	76
• Características Socioeconómicas	77
• Características Climáticas	78-81
• Sistema constructivo Constructivo	82-87
• Comportamiento Bioclimático	88-89
<b>05 HARRAN</b>	91-107
• Localización	92-93
• Características Geológicas	94
• Contexto Histórico	94
• Características Socioeconómicas	95
• Características Climáticas	96-99
• Sistema constructivo Constructivo	100-105
• Comportamiento Bioclimático	106-107
<b>06 FINDIKLI</b>	109-127
• Localización	110-111
• Características Geológicas	112
• Contexto Histórico	112
• Características Socioeconómicas	113
• Características Climáticas	114-117
• Sistema constructivo Constructivo	118-123
• Comportamiento Bioclimático	124-127
ANÁLISIS COMPARATIVO	129-133
CONCLUSIONES	134-135
BIBLIOGRAFÍA	136-138

**02**

**BODRUM**

pg 41 - pg 55



**01**

**ESTAMBUL**

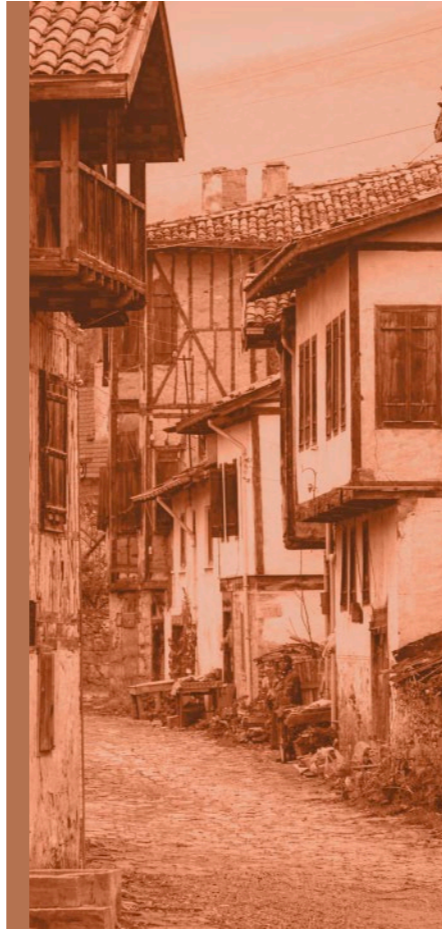
pg 25 - pg 39



**03**

**SAFRANBOLU**

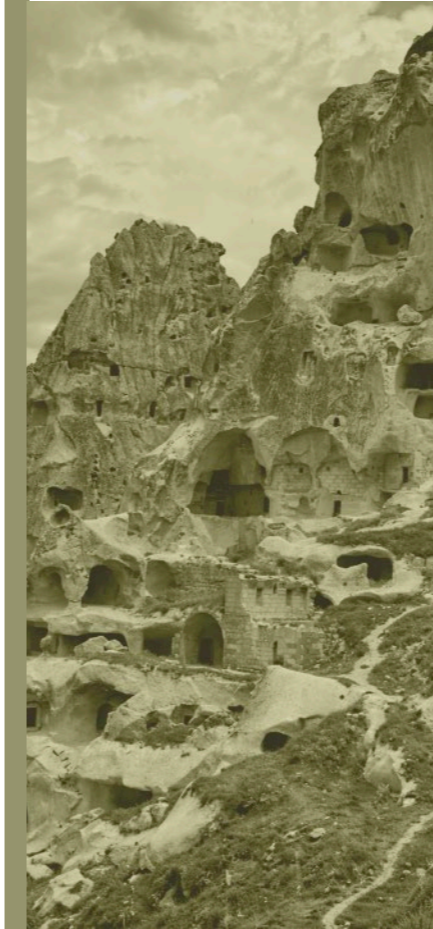
pg 57 - pg 71



**04**

**CAPADOCIA**

pg 73 - pg 89



**05**

**HARRAN**

pg 91 - pg 107



**06**

**FINDIKLI**

pg 109 - pg 127



*“La arquitectura del pueblo es la más sincera de todas,  
porque responde directamente a la vida.”*  
Hassan Fathy

## RESUMEN

Turquía presenta una amplia diversidad climática, geográfica y cultural que, a lo largo del tiempo, ha dado lugar a una arquitectura vernácula profundamente adaptada a su contexto. Las viviendas tradicionales del país han sido concebidas en respuesta directa a las necesidades sociales y, especialmente, a las condiciones climáticas, utilizando recursos locales y sistemas constructivos condicionados por factores históricos y económicos.

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es analizar en profundidad diferentes viviendas vernáculas turcas con el fin de identificar y comprender las estrategias constructivas y formales que permiten una adaptación climática eficiente. A partir de este análisis, se busca extraer criterios y principios bioclimáticos aplicables a distintos contextos climáticos.

Posteriormente, se lleva a cabo un estudio comparativo de las soluciones bioclimáticas detectadas en relación con los contextos en los que se encuentra cada vivienda, ya que se entiende la arquitectura como el resultado de la interacción de múltiples factores: geográficos, geológicos, históricos y socioeconómicos, entre otros.

Finalmente, el trabajo pretende poner en valor la arquitectura vernácula como una fuente fundamental de aprendizaje para la arquitectura contemporánea, en la que a menudo se priorizan soluciones altamente tecnificadas, perdiendo así una gran conexión con la identidad local. Se defiende que es precisamente en esta identidad, ligada al contexto y al conocimiento tradicional, donde reside uno de los pilares fundamentales de la sostenibilidad arquitectónica.

## PALABRAS CLAVE

Arquitectura vernácula • Estrategias bioclimáticas • Adaptación • Turquía  
• Clima • Identidad

La arquitectura vernácula constituye una manifestación directa de la relación entre el ser humano y su entorno. Se trata de una arquitectura popular y tradicional propia de un lugar concreto, desarrollada a partir del conocimiento local y adaptada de forma eficiente a las condiciones climáticas, sociales y culturales del territorio mediante el uso de técnicas constructivas y materiales disponibles en el propio contexto. A lo largo de la historia, estas arquitecturas han dado respuesta a las necesidades habitacionales de manera sostenible, integrándose en el paisaje y optimizando los recursos sin recurrir a soluciones tecnificadas.

Este Trabajo Fin de Grado se centra en el estudio de la vivienda vernácula en Turquía, un país caracterizado por una gran diversidad climática, geográfica y cultural, lo que ha dado lugar a una amplia variedad de soluciones arquitectónicas adaptadas a su entorno. A partir de una previa delimitación de distintas regiones climáticas del territorio turco, se seleccionan seis ejemplos representativos de viviendas vernáculas con el objetivo de analizar su comportamiento bioclimático y extraer estrategias pasivas. Las ubicaciones seleccionadas son Estambul, Bodrum, Safranbolu, Capadocia, Harran y Findikli.

El trabajo plantea un análisis integral de los factores que influyen en la configuración constructiva y formal de la vivienda vernácula. Para ello, se estudian de cada ejemplo los contextos geográficos y territoriales, atendiendo a la localización, las características geológicas y las condiciones sísmicas, factores que influyen directamente tanto en el clima regional como en la materialidad y los sistemas estructurales empleados. Además, se realiza una síntesis y análisis del contexto histórico, social y económico de cada región con el fin de comprender las características culturales que condicionan la forma de habitar, la organización espacial, los elementos arquitectónicos y los usos asociados a cada tipología.

De cada ubicación se selecciona un ejemplo concreto de vivienda para el desarrollo de los planos y esquemas de análisis del tipo arquitectónico, el cual se repite con variaciones sutiles por todo el entorno. A partir de este análisis, se examinan las características constructivas y los materiales empleados, para posteriormente evaluar el comportamiento bioclimático de cada caso, relacionándolo con los factores contextuales previamente analizados. De este modo, el trabajo busca poner en valor la arquitectura vernácula como herramienta de referencia para una arquitectura contemporánea más sostenible, contextual y consciente del lugar.

La motivación de este trabajo surge de un interés personal por la cultura y la forma de habitar en Turquía. Se trata de un país que ofrece una gran diversidad de situaciones de estudio y profundización, donde al recorrer sus distintas regiones se perciben de manera clara las diferentes condiciones de habitabilidad y su relación directa con el clima, el territorio y la cultura local. Esta experiencia permite constatar cómo, en gran parte del país, la arquitectura tradicional sigue estando fuertemente presente y vinculada a la vida cotidiana, manteniendo una estrecha fidelidad a las formas de construcción y de habitar propias de cada lugar.

Asimismo, la motivación del trabajo se apoya en un contexto contemporáneo caracterizado por la globalización y la progresiva estandarización de los modelos arquitectónicos. Frente a esta tendencia, la arquitectura vernácula se presenta como una fuente de conocimiento basada en una identidad local.

En Turquía existen estudios constructivos y analíticos sobre las viviendas objeto de este trabajo, sin embargo, en su mayoría, estos se abordan de manera individual, centrándose principalmente en el análisis de patologías o en la divulgación patrimonial con el objetivo de promover la conservación de la arquitectura turca. Frente a este enfoque, el presente trabajo propone una metodología comparativa y sistemática, en la que los distintos casos de estudio son analizados bajo criterios comunes.

De este modo, el estudio pone el énfasis en los principios de diseño bioclimático y en la extracción de estrategias vernáculas, con el fin de reivindicar la arquitectura tradicional no solo como patrimonio a conservar, sino como una herramienta de aprendizaje para una arquitectura contemporánea más sostenible y consciente del lugar.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es identificar las invariantes climáticas de la arquitectura vernácula turca como manifestación de la relación entre cultura, clima y territorio, con el fin de sistematizar principios aplicables al diseño de una arquitectura contemporánea sostenible y adaptada al contexto.

A partir de este objetivo principal, se establecen los siguientes subobjetivos con la intención de concretar y estructurar el desarrollo del trabajo:

- Identificar y clasificar los distintos tipos de arquitectura vernácula presentes en Turquía en función de las regiones climáticas del país.
- Analizar y extraer conclusiones sobre las características constructivas, tipológicas y morfológicas de las viviendas, atendiendo a su relación con el clima, geografía, historia, entorno social, cultural y urbano de cada tipología identificada.
- Establecer un marco teórico que relacione las soluciones constructivas y espaciales de la arquitectura vernácula en Turquía con su comportamiento bioclimático y con las respuestas arquitectónicas desarrolladas frente a las condiciones climáticas del territorio.
- Extraer y definir principios de diseño derivados de la arquitectura vernácula turca que puedan ser aplicados a una arquitectura contemporánea sostenible y adaptada al contexto.

## METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuestos para este trabajo, se ha establecido como base de este trabajo una metodología comparativa y sistemática que permitirá extraer las conclusiones de los análisis realizados.

En primer lugar se ha realizado una extensa revisión bibliográfica para basar esta tesis en un estado del arte concreto y estructurado a partir de toda la documentación existente:

- Recopilación y análisis de la bibliografía sobre arquitectura vernácula y clima en Turquía.
- Análisis de textos de referencia sobre arquitectura bioclimática y sostenibilidad en contextos vernáculos.

Posteriormente se realizará una categorización de tipos climáticos presentes en Turquía:

- Identificación y categorización de los ejemplos de arquitectura vernácula en función de las regiones climáticas de Turquía.
- Recopilación y análisis de las relaciones entre los distintos ejemplos y regiones climáticas, atendiendo a sus contextos geográficos, históricos, culturales y geológicos.

Tras esta categorización se procederá a una selección y análisis de casos de estudio :

- Análisis de los materiales, técnicas de construcción, sistemas estructurales y estrategias pasivas de confort.
- Documentación gráfica y técnica de cada caso (planos, secciones, fotografías, esquemas constructivos...)
- Análisis comparativo de similitudes tipológicas de los ejemplos encontrados según su región climática.

Por último se extraerán las conclusiones a partir del análisis realizado:

- Elaboración de una síntesis comparativa entre los casos de estudio.
- Redacción de las conclusiones sobre la adaptación al clima.
- Extracción de los principios generales de adaptación y sostenibilidad aplicables a la arquitectura contemporánea.

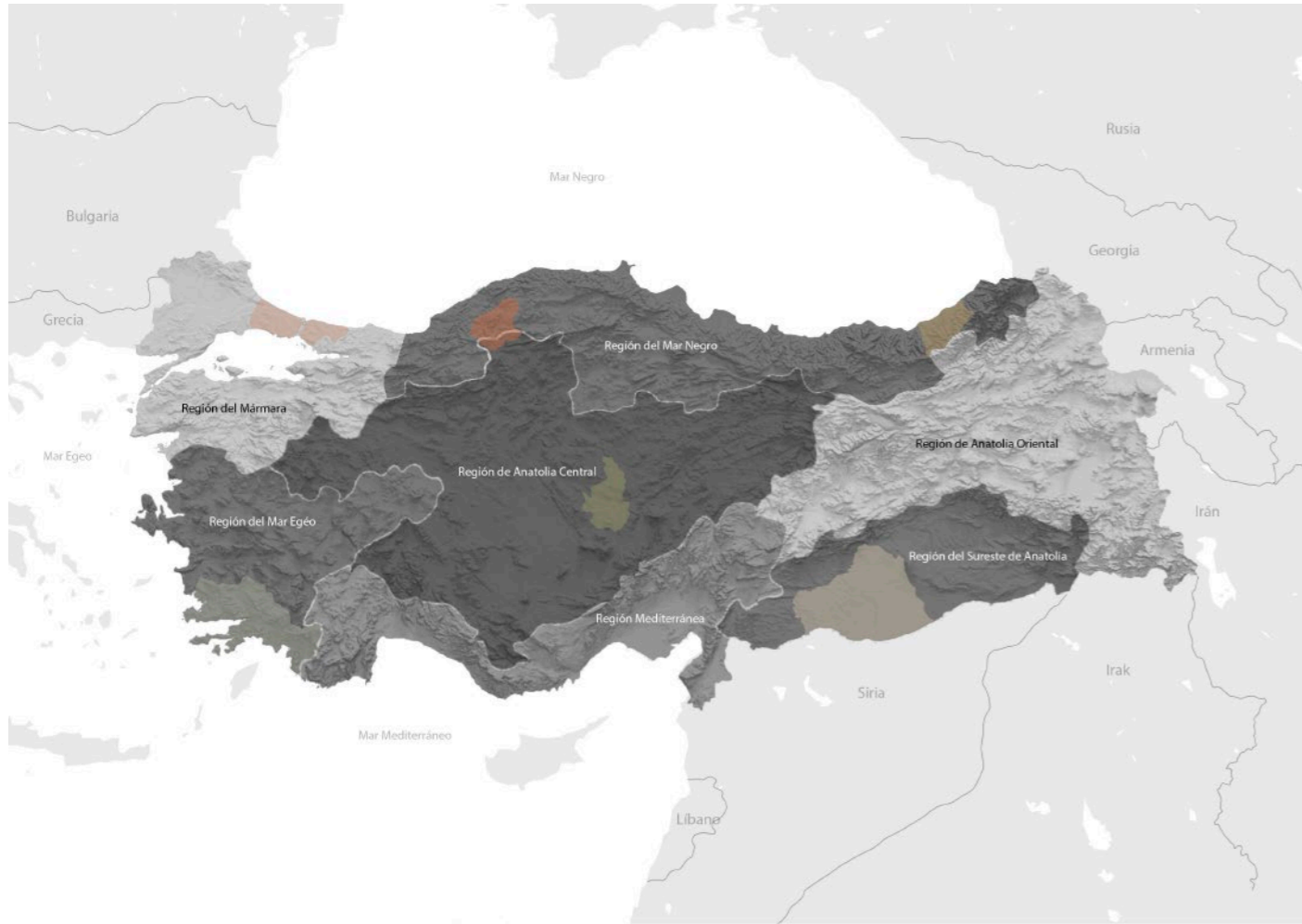


Fig 0.1. Elaboración propia a partir de imagen.  
Fuente: Veectezzy (Santos, 2025)

**MAPA DE LAS REGIONES DE TURQUÍA**  
con regiones a analizar identificadas

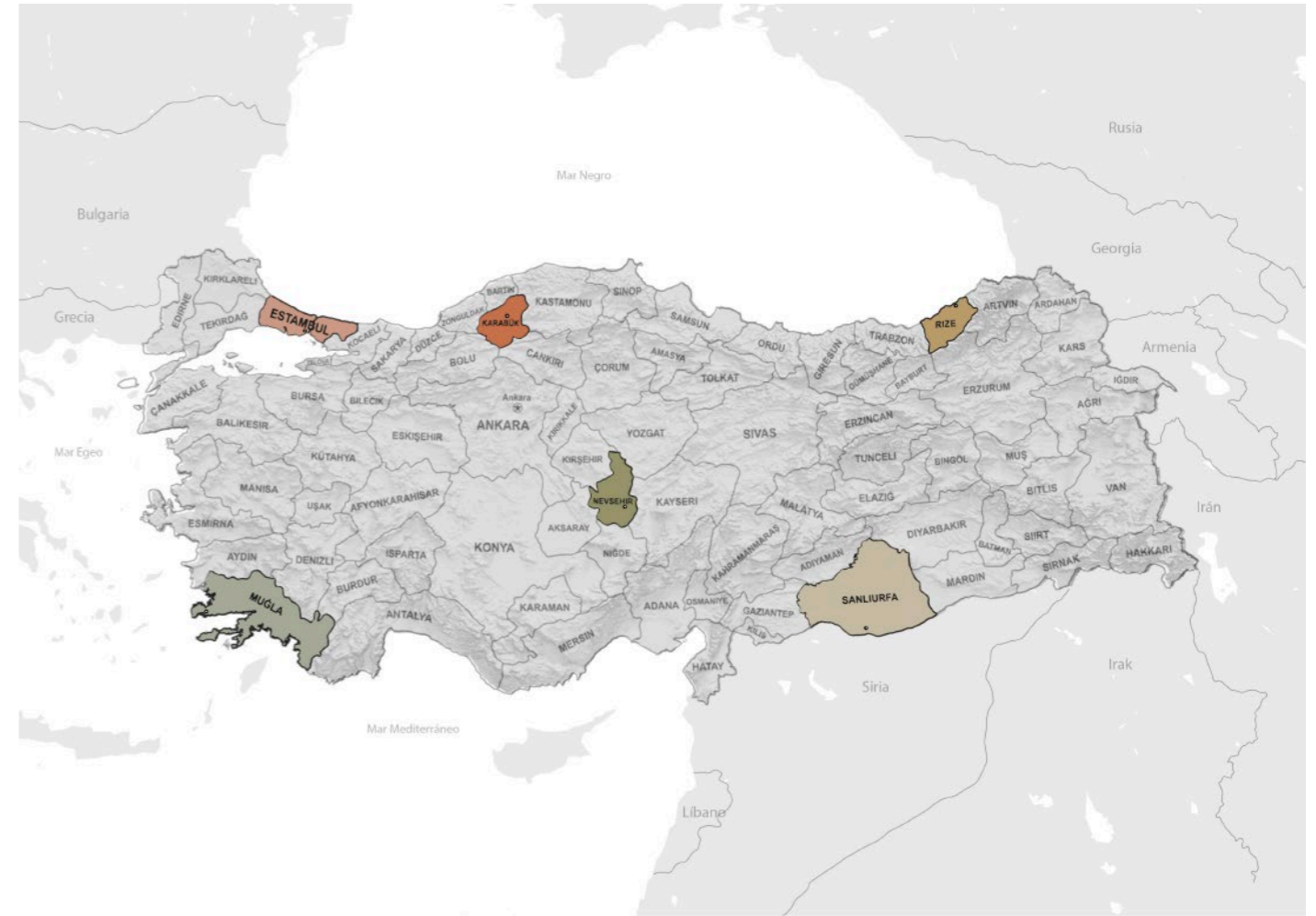


Fig 0.2. Elaboración propia a partir de imagen.  
Fuente: delMundo (Rivero, 2024)

**MAPA DE LAS PROVINCIAS DE TRUQUÍA**  
con regiones a analizar identificadas

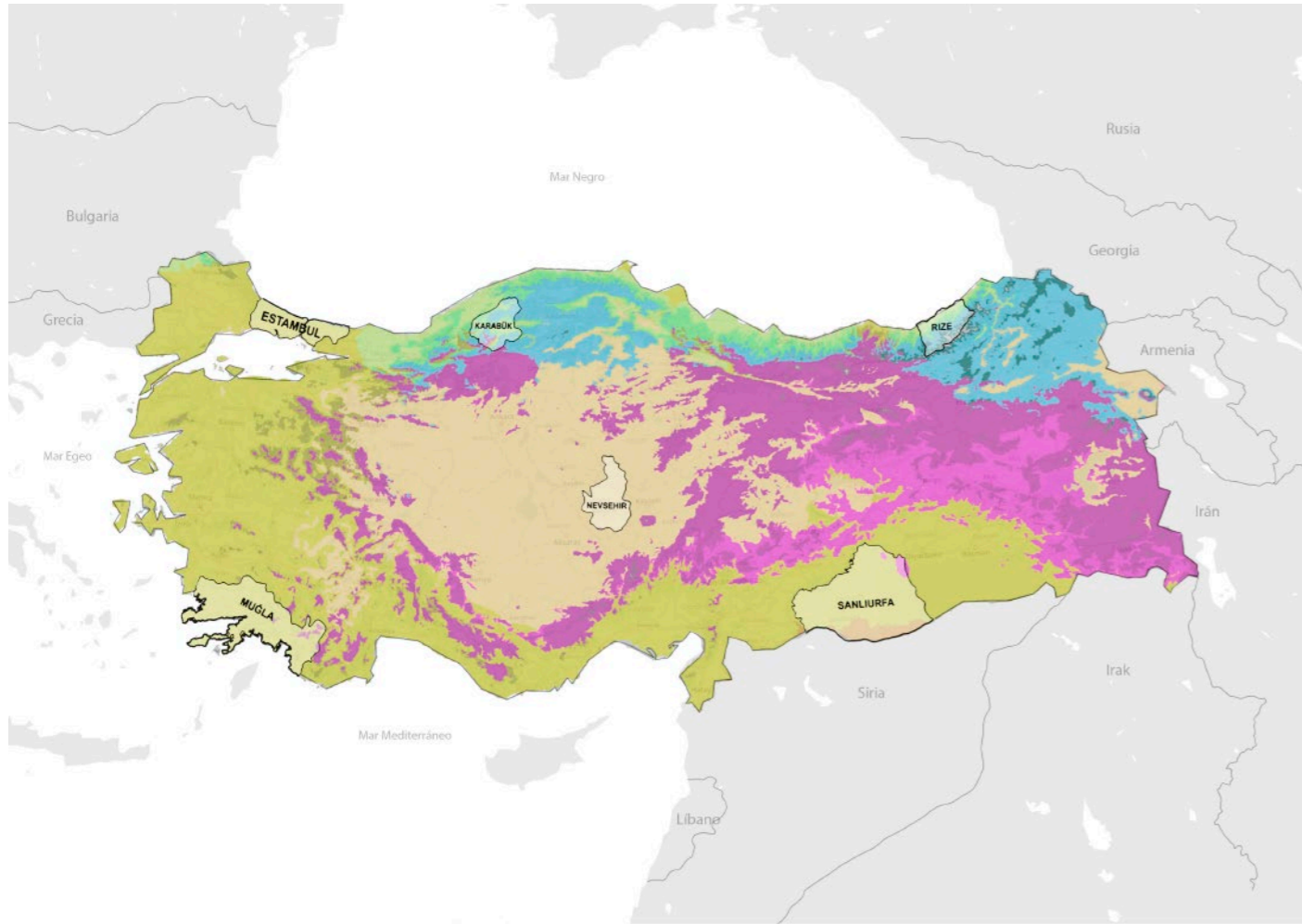


Fig 0.3. Elaboración propia a partir de imagen.  
Fuente: Köppen-Geiger (Haizea Analytics et al., 2025)

MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS  
con regiones a analizar identificadas

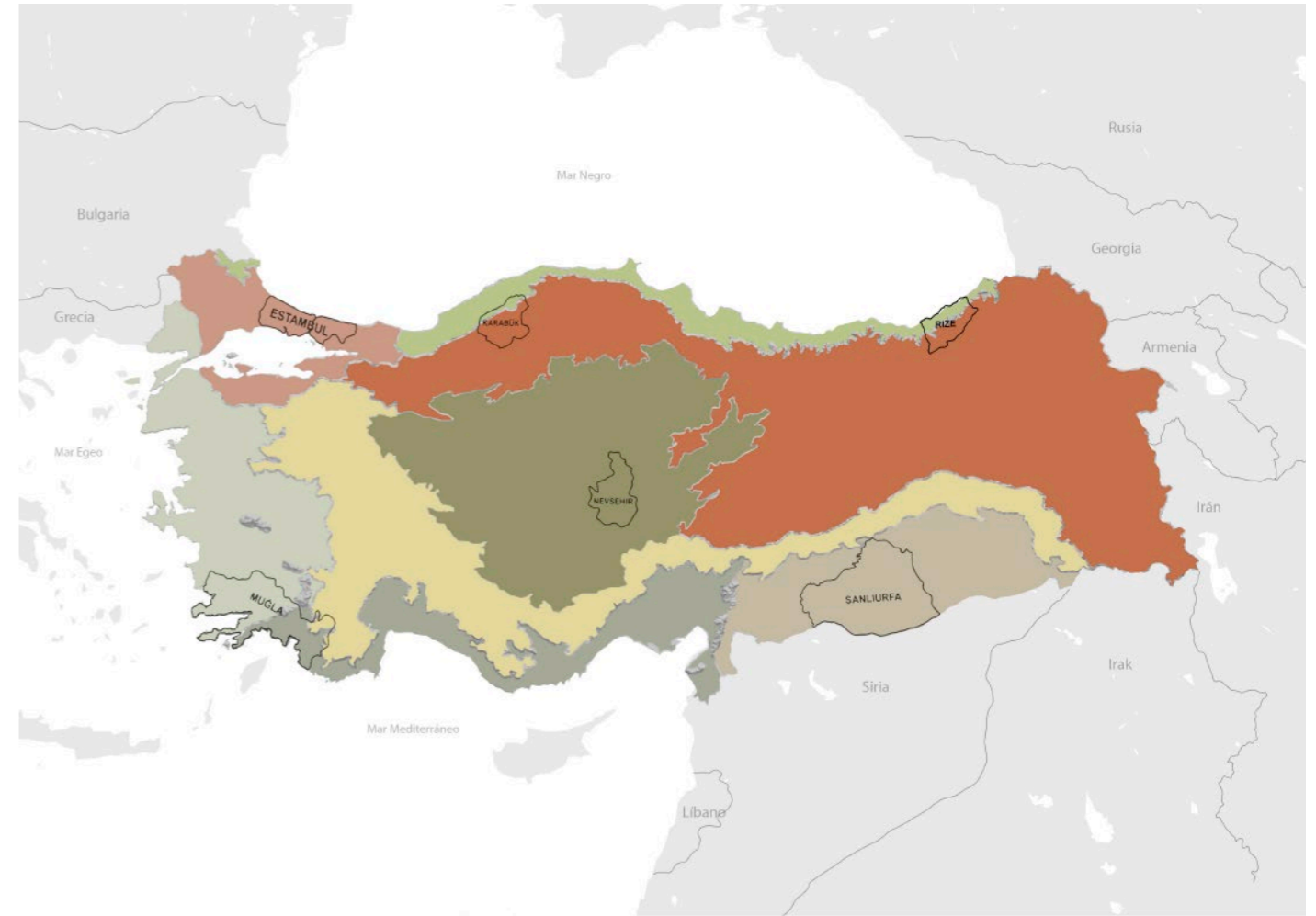


Fig 0.4. Elaboración propia a partir de imagen.  
Fuente: La Guía (Santiago, 2009)

MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS  
con regiones a analizar identificadas

- Marmara Microclimate** - Borderline Mediterranean/Oceanic. Mediterranean weather pattern, no dry season, mild temperatures
- Aegean Coast Region** - Mediterranean Climate A. Mediterranean weather pattern, mild humidity, hot temperatures
- Mediterranean Coast Region** - Mediterranean Climate B. Mediterranean weather pattern, high humidity, hot temperatures
- Northern and Eastern Highland** - Continental Climate A. Continental mountains, seasonal humidity, cool temperatures
- Central Plateau** - Cold Semi-arid Climate. Grassy Hillscape, low humidity, high temperature fluctuation
- Southeastern Lowlands** - Borderline Mediterranean/Hot Semi-arid. Mediterranean weather pattern, low humidity, hot temperatures
- Black Sea Coast Region** - Oceanic Climate. Temperature rainforest, year-long humidity, mild temperatures
- Southern and Western Highlands** - Continental Climate B. Mediterranean mountains, summer humidity, cool temperatures

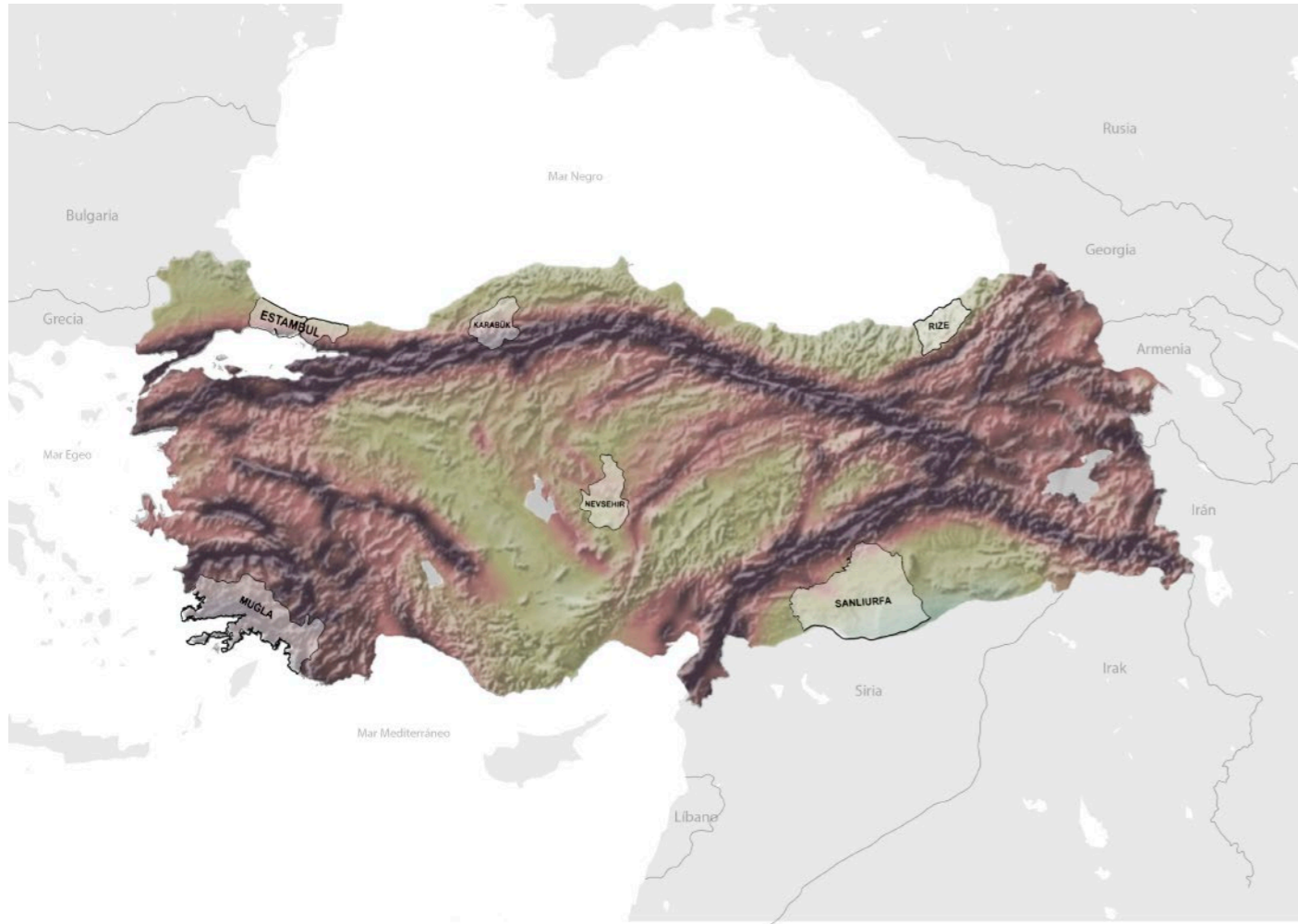


Fig 0.5. Elaboración propia a partir de imagen.  
Fuente: ResearchGate (AFAD, 2018)

**MAPA SÍSMICO**  
con regiones a analizar identificadas

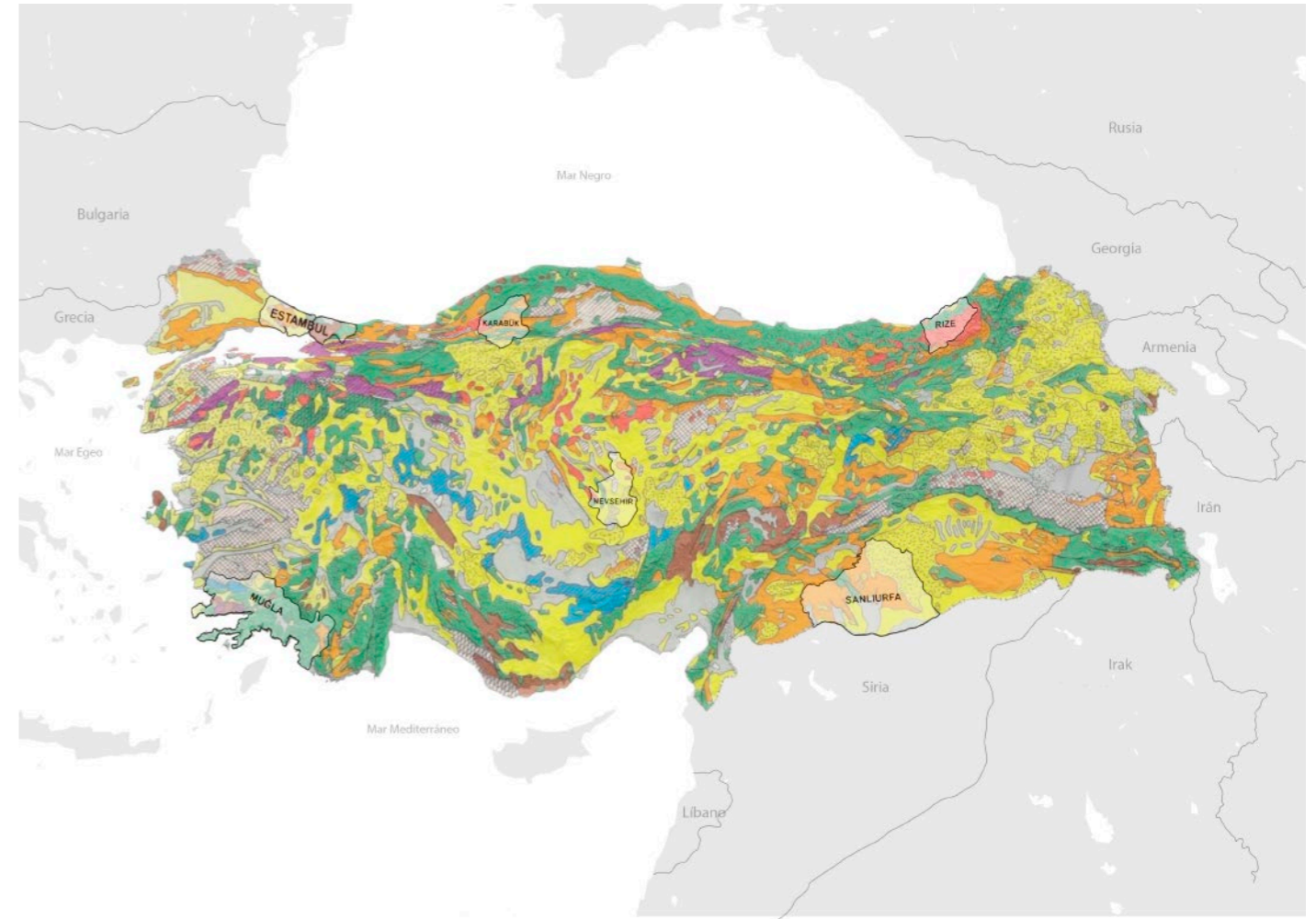


Fig 0.6. Elaboración propia a partir de imagen.  
Fuente: Jeoloji Mühendisleri Odası

**MAPA GEOLÓGICO**  
con regiones a analizar identificadas

# ESTAMBUL

Latitud 40.967  
Longitud 28.817  
Cota sobre el nivel del mar 49.7 m

# 01

“Cedlerimiz inşaa etmiyorlar, ibadet ediyorlardı.  
Maddeye geçmesini istedikleri bir ruhları vardı”

“Nuestros antepasados no construían, adoraban.  
Tenían un alma que querían que se transfiriera a la  
materia.”

Ahmet Hamdi Tanpınar. Beş Şehir (*Cinco Ciudades*)

## LOCALIZACIÓN

Estambul se sitúa en la región del mar de Mármara, en el noroeste de la República de Turquía, abarcando una superficie que se extiende sobre dos penínsulas: la península de Tracia en el continente europeo y la península de Kocaeli en el asiático. Entre estas dos penínsulas encontramos el Estrecho del Bósforo, un canal de aproximadamente 30 kilómetros de longitud y una anchura mínima de 700 metros, que conecta el mar Negro situado al norte con el mar de Mármara al sur.

El Cuerno de Oro tiene una longitud de 7,5 kilómetros y está formado por la inundación de un antiguo valle fluvial que desemboca en la entrada sur del Bósforo. Esta formación geográfica aísla la península histórica de los distritos del norte.

Orográficamente, el terreno se asienta sobre una meseta erosionada que ha dado lugar a una serie de colinas con pendientes pronunciadas hacia el litoral. La altitud varía desde el nivel del mar hasta elevaciones máximas de 268 m.<sup>1</sup>

El ejemplo de arquitectura a analizar se encuentran en el barrio de Küçük Ayasofya, en la península histórica de Estambul (Cuerno de Oro). Se sitúa entre Çatladıkapı y el puerto de Kadirga y está dentro de los límites de una de las cuatro zonas de Estambul declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1985, donde se incluyen Santa Sofía, el Hipódromo, el Palacio de Topkapi y la Mezquita de Küçük Ayasofya, entre otros.<sup>2</sup>



1. (Çobancaoğlu et al., 2017)
2. (Çobancaoğlu et al., 2015)

Fig 1.1. Vista desde calle Kapiğası Hisarı nº29.  
Fuente: Google maps

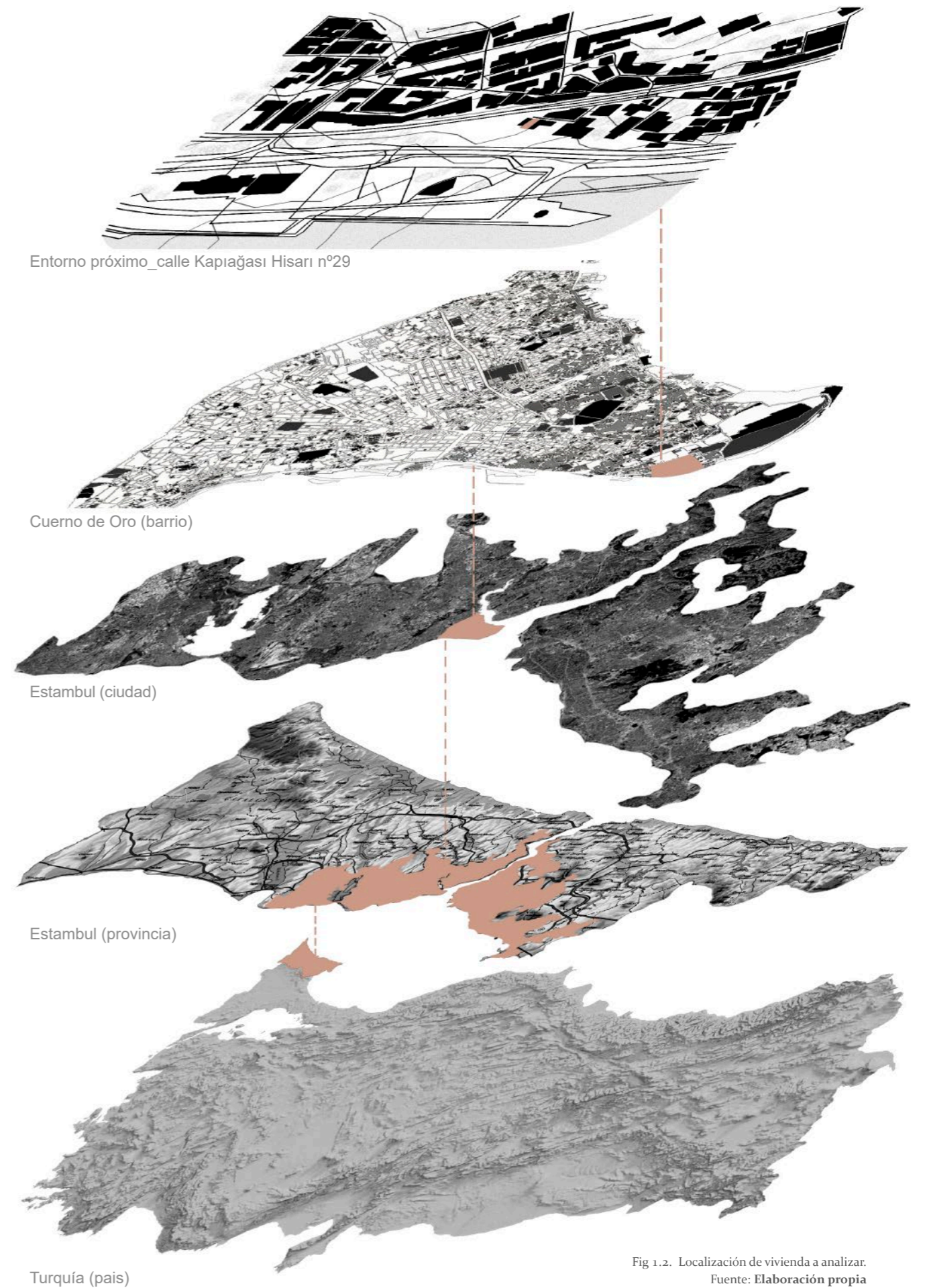


Fig 1.2. Localización de vivienda a analizar.  
Fuente: Elaboración propia

## 🌐 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Estambul se localiza en una zona de alta tensión tectónica, ya que la ciudad se encuentra a unos 20km al norte de la falla de Anatolia del Norte, que pasa por el fondo del mar de Mármara.

Las características geológicas son muy diferentes dependiendo de la península. El lado asiático es geológicamente más antiguo y resistente y predomina la roca dura como el granito, lo que ofrece una cimentación más estable. El lado europeo, donde se encuentra el barrio de Küçük Ayasofya, es más blando y predominan las rocas sedimentarias como caliza, arenisca y arcilla.

El Bósforo es un antiguo valle fluvial inundado por el mar y las colinas presentes en la ciudad son mesetas erosionadas por el agua.

El tejido urbano es orgánico y compatible con el contexto geográfico de la ciudad, con calles estrechas que se adaptan al terreno.<sup>3</sup>

3. (Bohnhoff et al., 2013)

## 📖 CONTEXTO HISTÓRICO

A lo largo de la historia, Estambul ha sido capital de los imperios bizantino y otomano. Los primeros asentamientos se dan en el Cuerno de Oro en el periodo Neolítico, hacia el 6500 a.C.

Durante el Periodo Bizantino, el Cuerno de Oro fue la capital del imperio, además de centro político y cultural durante aproximadamente 1600 años, desde el año 330 d.C. Entre los monumentos clave destaca la Mezquita de Küçük Ayasofya, construida en época de Justiniano entre los años 527 y 536. La arquitectura residencial bizantina, caracterizada por edificaciones de dos o tres plantas, sentó las bases del tejido urbano otomano posterior.

Tras la conquista de los otomanos, la ciudad se organizó en distritos en torno a complejos religiosos.<sup>4</sup>

4. (Çobancaoğlu et al., 2015)



Fig 1.3. Edificios otomanos en el Cuerno de Oro.  
Fuente: (Çobancaoğlu et al., 2017)

A lo largo de los siglos, la ciudad ha sufrido grandes incendios, como los de Cibali, lo que destruyó gran parte del tejido urbano de madera. Esto hizo que se impulsara la transformación urbana hacia estructuras de piedra. Sin embargo, Küçük Ayasofya fue uno de los pocos barrios que logró conservar su tejido de madera.

Tras la Guerra de Independencia y el traslado de la capital a Ankara, el tejido histórico de Estambul perdió valor. A finales de la década de 1930, se incrementaron las construcciones de mampostería debido a la escasez de madera y a la implantación de nuevas normativas contra incendios.<sup>5</sup>

5. (Çobancaoğlu et al., 2017)

## 🏠 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Originalmente, zonas residenciales como esta se formaron alrededor de complejos religiosos y mezquitas más pequeñas, en este caso la Mezquita de Küçük Ayasofya. No existía una segregación social estricta en los barrios; aunque la calidad de las viviendas podía variar según el nivel socioeconómico.

Las casas de madera solían pertenecer a la clase media (principalmente artesanos), mientras que las familias de clase alta vivían en mansiones más grandes.

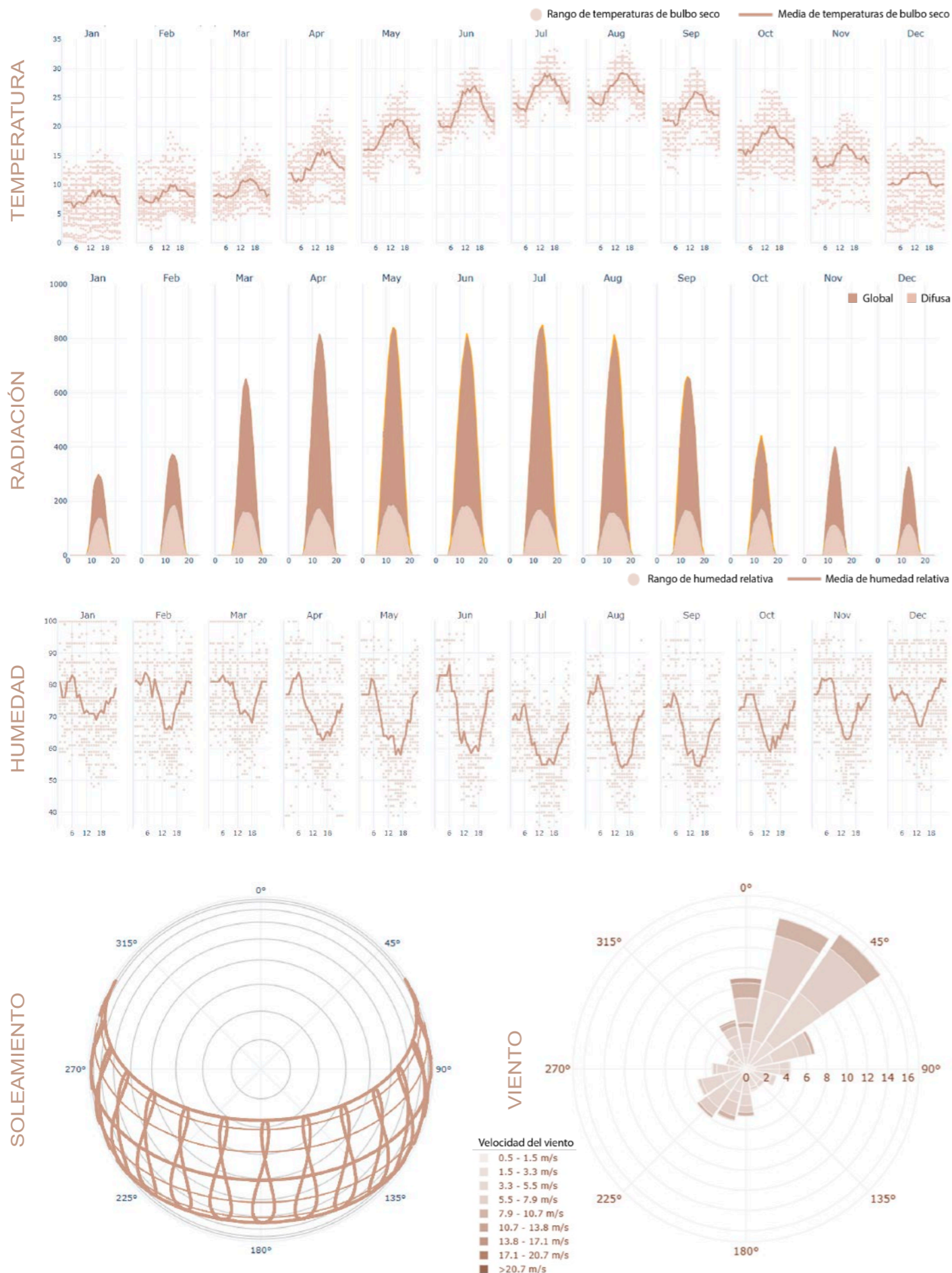
De las viviendas del barrio de Küçük Ayasofya, el 50% se utiliza como vivienda, el 35% como comercio y el 13% tiene uso mixto (vivienda + comercio). Actualmente existe un aumento significativo del turismo, por lo que este patrimonio arquitectónico de vivienda tradicional está siendo reemplazado por usos relacionados con el turismo o acaba abandonándose (actualmente un 13% de las viviendas).<sup>6</sup>

6. (Çobancaoğlu et al., 2015)



Fig 1.4. Edificios otomanos en el Cuerno de Oro.  
Fuente: (Çobancaoğlu et al., 2017)

## CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS



A partir de estas gráficas y de las fuentes citadas se obtienen los datos más relevantes para el posterior análisis bioclimático de las viviendas:

### TEMPERATURA

gráfica diaria de temperatura de bulbo seco

La temperatura media del año es de 16.3 °C, siendo la máxima de 31.0 °C al 99% de humedad y la mínima de 2.6°C al 1%. La oscilación térmica es muy reducida siendo entre 0 y 35°C, coincidiendo en los meses de enero y agosto respectivamente. Las temperaturas medias en verano son de 25-30°C durante el día y durante la noche de 18-22°C. En invierno la media durante el día es de 8-10°C y durante la noche es de 3-5°C.

### RADIACIÓN

radiación solar horizontal global y difusa (Wh/m²)

Respecto a la radiación presenta un patrón moderado; aunque en los días de baja nubosidad se alcanzan valores superiores a 900Wh/m², lo habitual es que se encuentre por debajo de 500Wh/m² debido a la frecuente nubosidad. La radiación solar horizontal acumulada anual es de 1553.88 kWh/m².

**PRECIPITACIONES:** La precipitación anual en Estambul es de 728mm. El mes con menor cantidad de precipitaciones es agosto (24mm) y la mayor cantidad de precipitaciones se dan en diciembre, siendo de media 107mm.

### HUMEDAD

gráfica diaria de humedad relativa

La humedad es media-alta durante el día y aumenta notablemente por la noche debido a la cercanía del mar, la alta densidad urbana, que dificulta la disipación térmica. La humedad suele ser superior al 70-80% durante la mañana, y una distribución de precipitaciones que, aunque concentrada en invierno, presenta episodios significativos durante el resto del año debido al efecto lago del mar Negro.

### SOLEAMIENTO

carta del recorrido del sol

Se encuentra en latitud aproximada 41°, lo cual determina un soleamiento estacional, con variación en la altura solar y en la duración de los días a lo largo del año. En el solsticio de verano se alcanza un ángulo de 72°, mientras que en el solsticio de invierno es de 25° aproximadamente. El porcentaje de radiación solar horizontal difusa es de 31,7%.

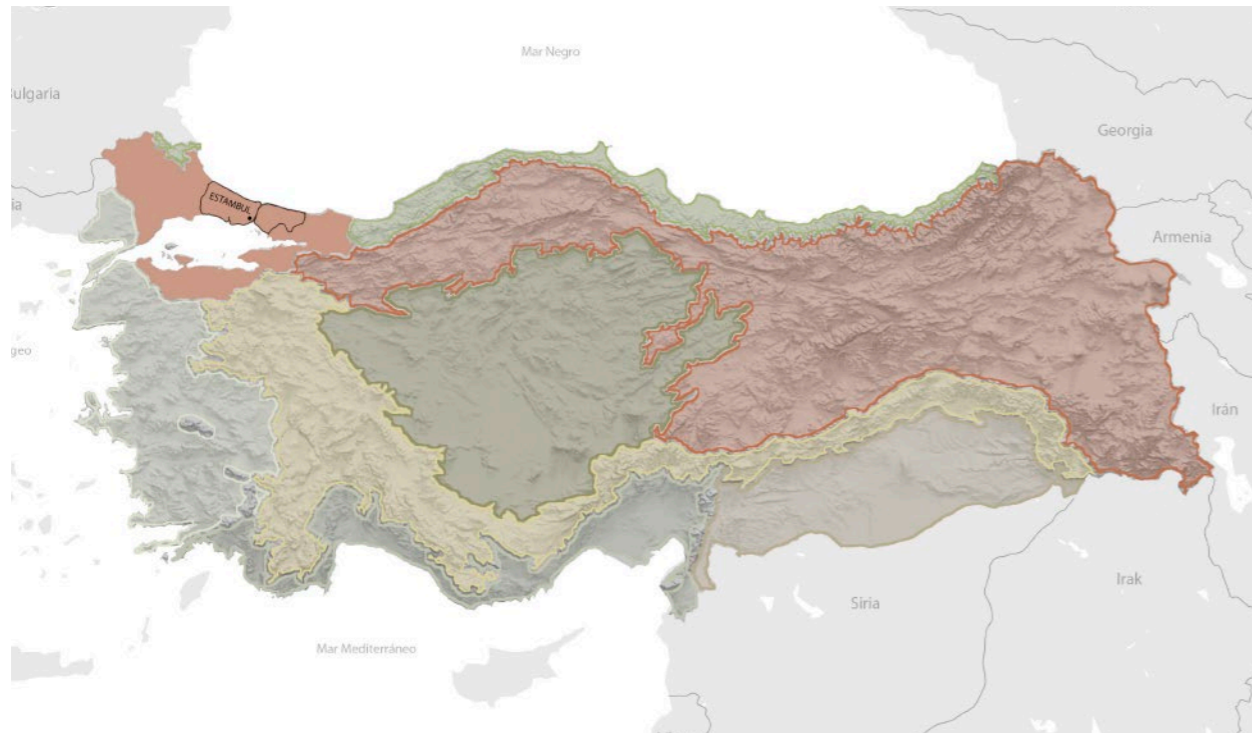
### VIENTO

rosa anual de viento

La velocidad del viento es alta, siendo la máxima entre 12-14m/s. Esto está influido por la configuración del Bósforo el cual actúa como corredor natural para los vientos del norte y del noreste. La ciudad recibe la influencia de masas de aire frío y húmedo del norte y más cálidos del sur.

Fig 1.5. Gráficas climáticas  
Fuente: (G.Betti, 2023)

(Turkish State Meteorological Service, 2026)  
(Climate Consultant 6.0, 2023)  
(G.Betti, 2023)  
(Crawley & Lawrie, 2022)  
(Climate Data, 2021)

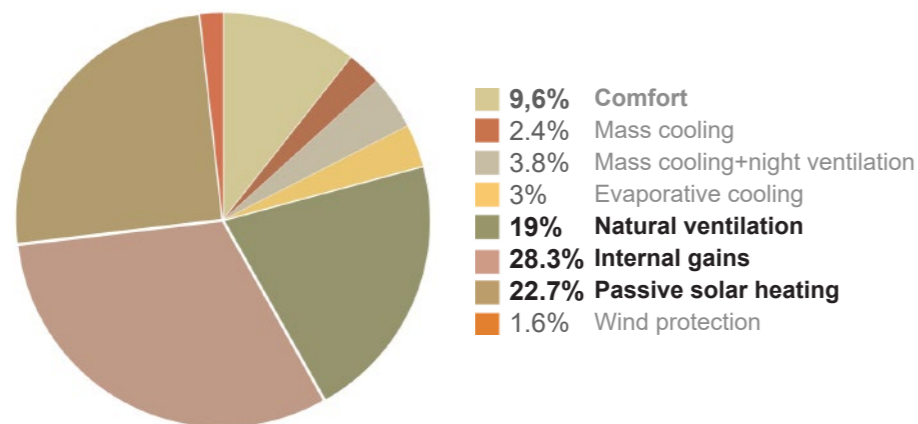


MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS con provincia de Estambul identificada

Estambul se encuentra, según la clasificación climática Köppen-Geiger, dentro del tipo Csa, correspondiente a un clima templado con veranos cálidos y secos. La ciudad se sitúa en el microclima del mar de Mármara, una zona de transición climática entre el clima mediterráneo y el clima templado oceánico. Presenta un patrón climático de carácter mediterráneo, sin una estación seca claramente definida, y se caracteriza por temperaturas generalmente suaves, moderadas por la influencia marítima.<sup>7</sup>

Todas estas características climáticas se obtienen de los archivos meteorológicos de "Istanbul-Ataturk.AP, TUR", con una longitud de 28.817° y una latitud de 40.967° y una elevación media sobre el nivel del mar de 49,7m.<sup>8</sup>

Con estas características climáticas y a partir del gráfico psicrométrico se extraen las principales soluciones arquitectónicas bioclimáticas teóricas para alcanzar la situación de confort.



Con estas estrategias pasivas se consigue un **63,40%** de situación de confort

7. (Andrew Marsh, 2018)

8. (G.Betti, 2023)

Fig 1.6. Diagrama circular de soluciones climáticas para alcanzar el confort. Fuente: Elaboración propia a partir de (Climate Consultant 6.0, 2023)

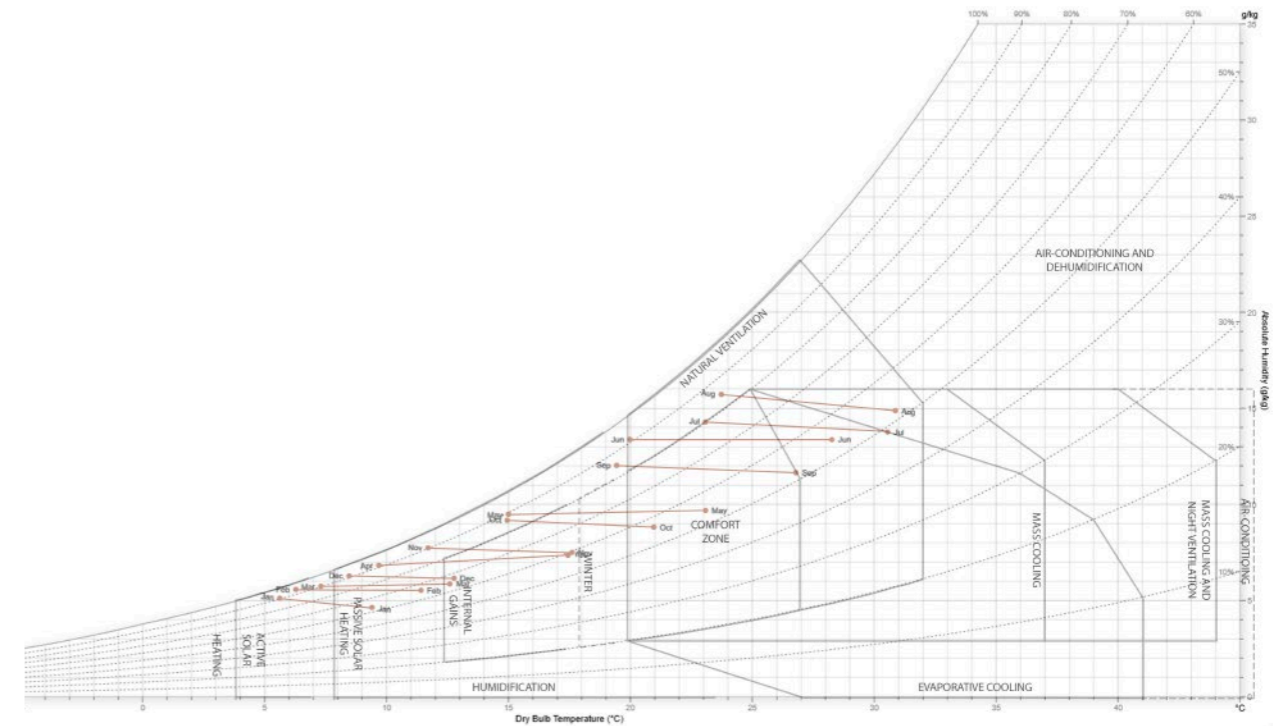
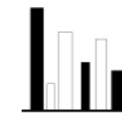


Fig 1.7. Psychrometric chart Fuente: (Andrew Marsh, 2018)

GRÁFICO PSICROMÉTRICO



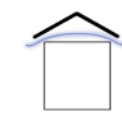
Se maximiza la ganancia pasiva de calor a través de la captación de radiación solar con voladizos y amplios huecos de ventanas.



Estambul presenta una densidad urbana alta, con alturas edificatorias variables lo que dificulta la captación de vientos y radiación solar.



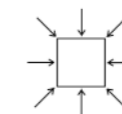
Para evitar las consecuencias negativas del agua de lluvia en las fachadas, se utilizan grandes aleros y cubiertas inclinadas para su rápida evacuación.



La ventilación natural es esencial para la regulación de la humedad en especial en edificios con materiales higroscópicos como la madera.



Se promueve el mantener las ganancias internas de las viviendas con sistemas aislantes de fachadas ventiladas pero no de manera masiva para regular la humedad.



La disposición de las viviendas funcionan de manera compacta con un núcleo cálido para favorecer el mantenimiento de calor en el interior de la vivienda.

Fig 1.8. Símbolos de estrategias constructivas. Fuente: Elaboración propia a partir de Arquitectura Bioclimática (F. Javier Neila González, 2004)

## 🏠 SISTEMA CONSTRUCTIVO

La mayoría de las viviendas se encuentran ubicadas entre medianeras, en parcelas de entre 5 y 6m de frente. Las viviendas forman una línea continua con entradas directas desde la calle o a través de pequeños nichos con escalones.

En estas viviendas se alojaba la clase media turca (principalmente artesanos), mientras que las personas con más capacidad socioeconómica se alojaban en mansiones, de los cuales hay ejemplos más escasos y se ubican en parcelas de mayor tamaño con jardines y muros de delimitación de la parcela altos.

La disposición formal interior que predomina es la de vestíbulo central alrededor del cual se ubican las habitaciones. Esta disposición es típica de la cultura turca y va alineada con la densidad familiar y los modos de habitar conjuntamente en un mismo espacio.



Fig 1.9. Alzado de vivienda en calle Kaptıgasi Hisarı nº29.  
Fuente: (Çobancaoğlu et al., 2015)

## SISTEMA CONSTRUCTIVO

### CIMENTACIÓN Y PLANTA BAJA

La construcción comienza con un muro de mampostería o una planta baja semienterrada de mampostería para cortar el contacto de la madera con el suelo y evitar la humedad por capilaridad.

### ESTRUCTURA

Se utiliza un sistema de entramado de madera de dureza media como el castaño, pino o roble. Los postes principales miden aproximadamente 12x12cm y se colocan a intervalos de 1,50-2m y las esquinas se refuerzan con juntas de media madera y tornapuntas.

La mayoría de las estructuras son de planta baja y 2 pisos, aunque también encontramos de planta baja y 1 piso.<sup>9</sup>

9. (Çobancaoğlu et al., 2015)



Fig 1.10. Edificios otomanos en el distrito de Balat.  
Fuente: (Çobancaoğlu et al., 2017)



Fig 1.11. Interior de casa tradicional turca.  
Fuente: Alamy (Gerard van Bree, 2009)

### PAREDES Y REVESTIMIENTO

Entre los elementos portantes no se utiliza material de relleno, sino que los paramentos se revisten en el interior con listones de madera enlucidos con yeso, y en el exterior con tablas de madera horizontales de aproximadamente 2,5cm de espesor. En algunos casos para proteger la madera exterior, se pintaba con pinturas al óleo o tierras.

### VOLADIZOS

Los voladizos son elementos muy característicos de esta arquitectura. Son elementos habitables de balcón cerrado que sobresale hacia el espacio público. Estos pueden ser en voladizo o apoyados por soportes curvos de madera.

### CUBIERTA

Las cubiertas son a dos, tres o cuatro aguas cubiertas con tejas tipo Marsella y con aleros de aproximadamente 70cm de ancho, a veces decorados.<sup>10</sup>



10. (Çobancaoğlu et al., 2015)



Fig 1.13. Edificio Otomano en Estambul. calle Kadirga Limanı  
Fuente: Google maps

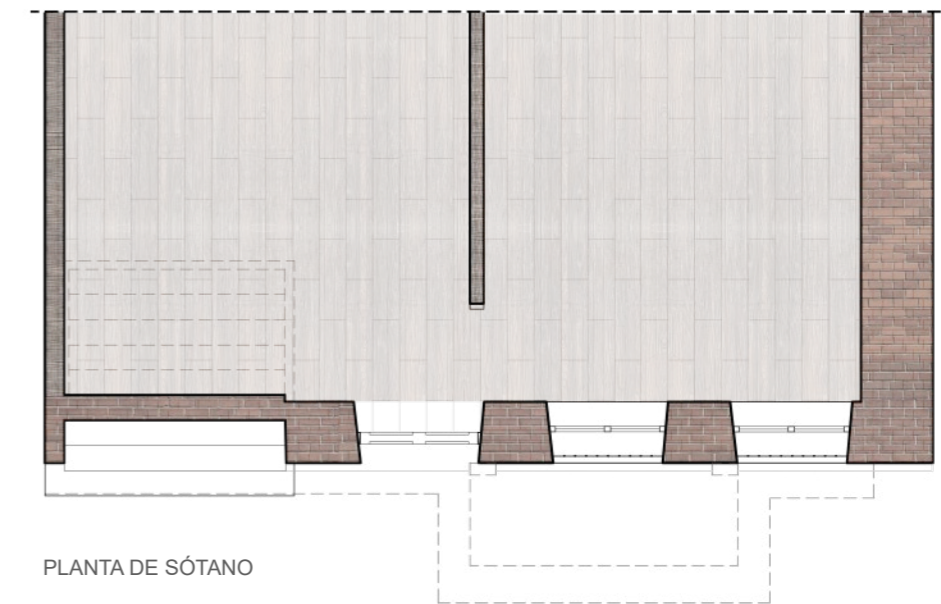
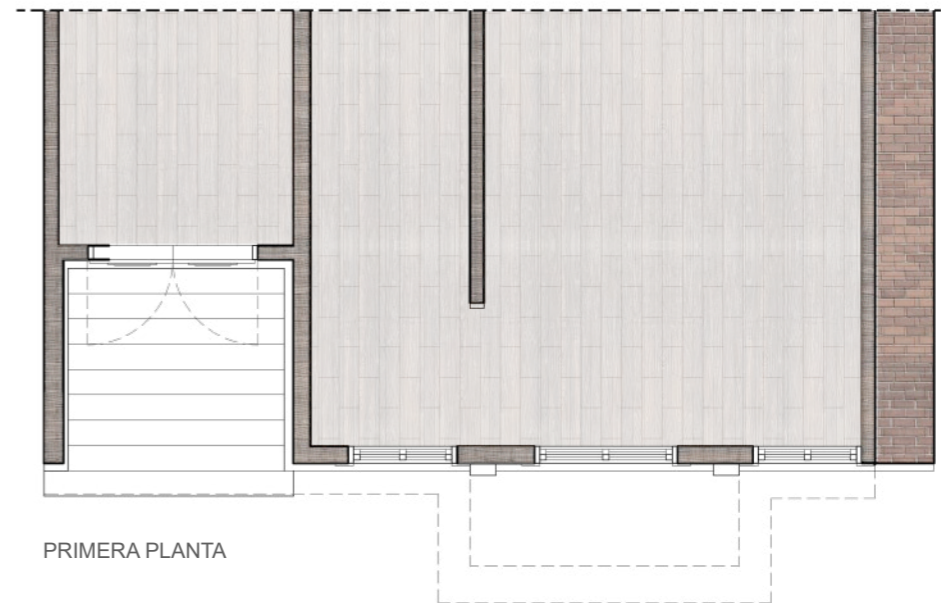
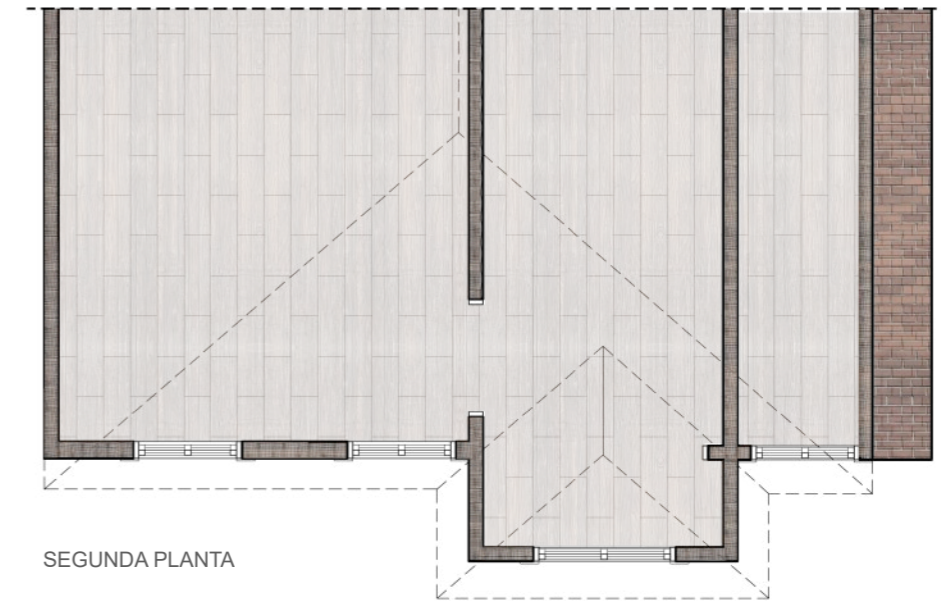
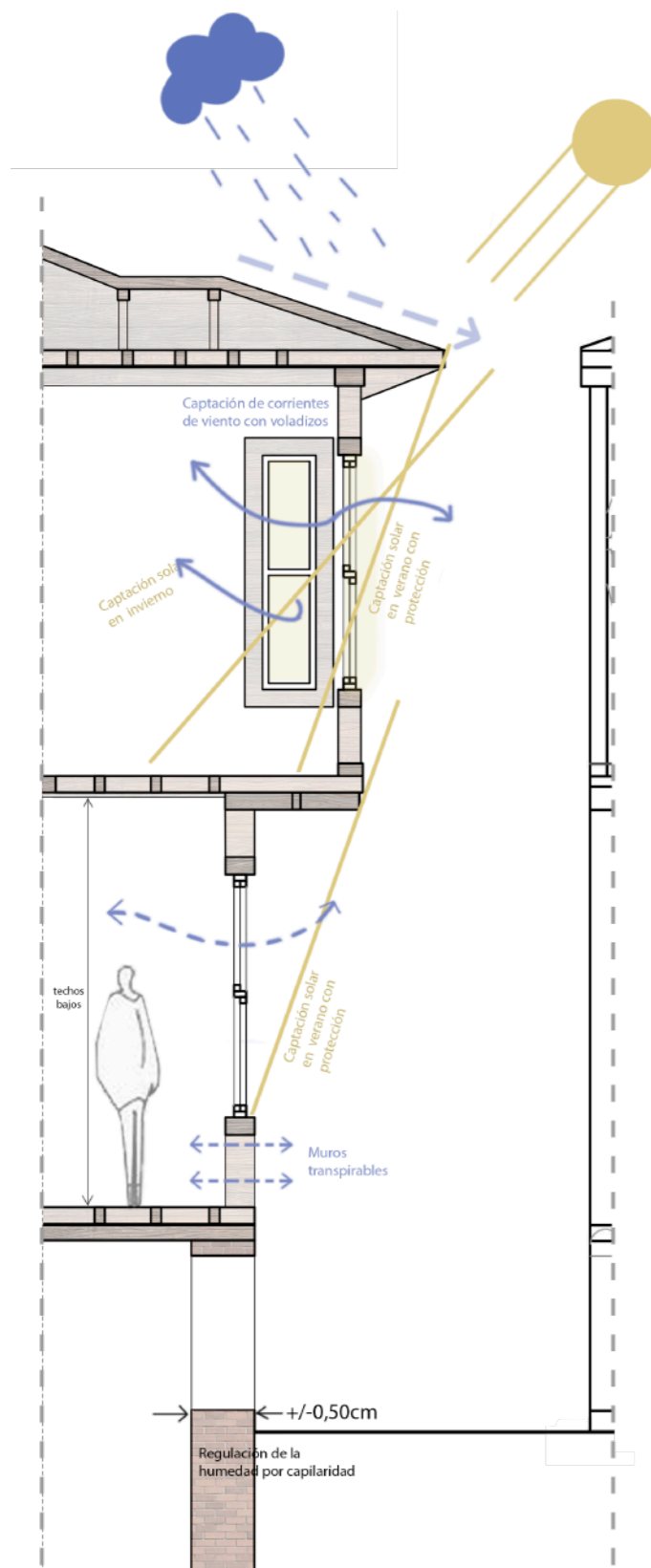


Fig 1.14. Plantas de vivienda en calle Kapiğası Hisarı nº29.  
Fuente: (Çobancaoğlu et al., 2015)



## COMPORTAMIENTO BIOCLIMÁTICO

Todas estas características constructivas y formales se corresponden con su entorno climático y responden de manera específica a estas situaciones:



### VENTILACIÓN

Este entorno presenta una elevada densidad urbana lo cual dificulta la ventilación natural, por lo que la captación de vientos será esencial.

Se incorporan voladizos en forma de balcones, los cuales permiten la colocación de ventanas orientadas en diferentes direcciones, favoreciendo la captación de vientos desde diferentes orientaciones y mejorando la ventilación natural.

Por otra parte, la organización espacial de la vivienda se articula en torno a un vestíbulo central, que funciona como núcleo de circulación y ventilación. Al ser el espacio más amplio y conectar todas las estancias localizadas a lados opuestos de la vivienda, permite una circulación cruzada del aire entre las habitaciones y el centro de la vivienda.

### HUMEDAD

El contexto climático se caracteriza por una alta humedad relativa, entre el 70% y el 80%. Por esto las viviendas cuentan con un entresuelo, el cual actúa como barrera frente a la

Fig 1.15. Sección con análisis bioclimático de vivienda en calle Kapiğası Hisarı n°29. Fuente: (Çobancoğlu et al., 2015)

humedad por capilaridad, haciendo que esta no alcance los niveles habitables de la primera y segunda planta.

El espacio bajo cubierta además, funciona como cámara de aire evitando que esta humedad penetre en estas estancias.

### TEMPERATURAS

La mayoría de las viviendas se encuentran adosadas, reduciendo considerablemente su superficie expuesta al exterior, lo que contribuye a minimizar las pérdidas de calor en invierno gracias a la protección térmica entre edificaciones.

Además, los techos generalmente bajos reducen el volumen de aire que debe ser climatizado, aumentando la eficiencia térmica, ya que el aire caliente asciende por convección.

El sistema constructivo de los muros se basa en una estructura de madera sin relleno, compuesta por postes de 12 x 12 cm revestidos con tablas y listones, lo que genera una cámara de aire interior. A diferencia de los muros de mayor inercia térmica, este sistema se calienta más rápidamente y permite una transpiración constante, gracias a las propiedades higroscópicas de la madera.

### SOLEAMIENTO

Durante el verano, la alta densidad urbana genera sombras arrojadas sobre calles y fachadas inferiores, lo que disminuye la ganancia solar directa y evita el sobrecalentamiento.

En respuesta a estas condiciones, se incorporan ventanas de tamaño medio distribuidas estratégicamente en las fachadas, permitiendo un equilibrio entre iluminación natural, ventilación y control térmico. Asimismo, los voladizos contribuyen a una mejor captación de la luz solar, ya que al sobresalir de la fachada reciben radiación durante más horas del día. Esto resulta especialmente importante en un contexto de nubosidad frecuente, con valores de radiación solar inferiores a 500 Wh/m<sup>2</sup>, y en calles estrechas donde las sombras son predominantes.

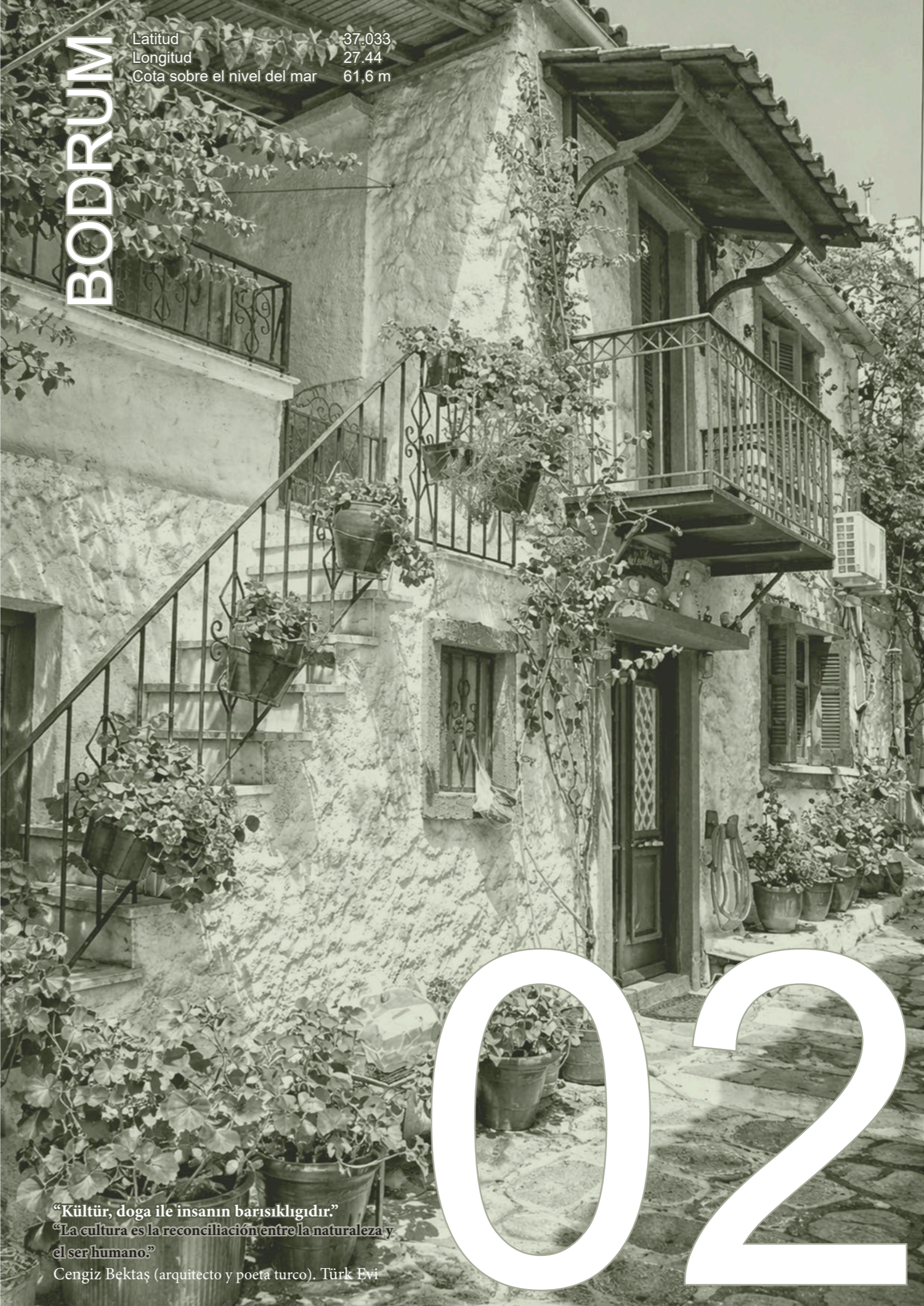
### LLUVIAS

Los grandes aleros y las cubiertas inclinadas resultan fundamentales en un clima con lluvias frecuentes, ya que protegen las fachadas de madera del contacto directo del agua y se produce una evacuación rápida del agua, evitando su acumulación en la cubierta, lo que puede generar deterioro y humedad.

(Alaca Tinmaz, 2018)  
(Margarita de Luxán García de Diego, 2013)  
(Neila González, 2004)

# BODRUM

Latitud 37.033  
Longitud 27.44  
Cota sobre el nivel del mar 61,6 m



# 02

“Kültür, doğa ile insanın barışıklığıdır.”  
“La cultura es la reconciliación entre la naturaleza y el ser humano.”  
Cengiz Bektaş (arquitecto y poeta turco). Türk Evi

## LOCALIZACIÓN

La Península de Bodrum pertenece a la provincia de Muğla, en la Región del mar Mediterráneo y está situada al suroeste de Turquía. Limita al oeste con el mar Egeo, al este con el distrito de Milas, al norte con el golfo de Güllük y al sur con el golfo de Gökova. Es una península rodeada de mar por tres lados, cuya única conexión terrestre es a través de Milas. La ciudad tiene una importancia estratégica y comercial debido a su puerto favorable y su posición en las rutas marítimas.<sup>1</sup>

La península abarca un área de 650 km<sup>2</sup> y presenta una topografía accidentada con montañas que se extienden perpendicularmente al mar con ríos que fluyen a través de valles formando pequeñas llanuras costeras. El punto más alto se encuentra aproximadamente a 800 metros sobre el nivel del mar. Históricamente, los asentamientos se han distribuido tanto en zonas bajas cerca del mar, por el comercio portuario, como en terrenos rocosos y elevados del interior, por razones de seguridad y defensa.<sup>2</sup>

1. (Tanriöver, 2011)

2. (Demirci, 2025)



Fig 2.1. Calle de Bodrum  
Fuente: Travel Atelier

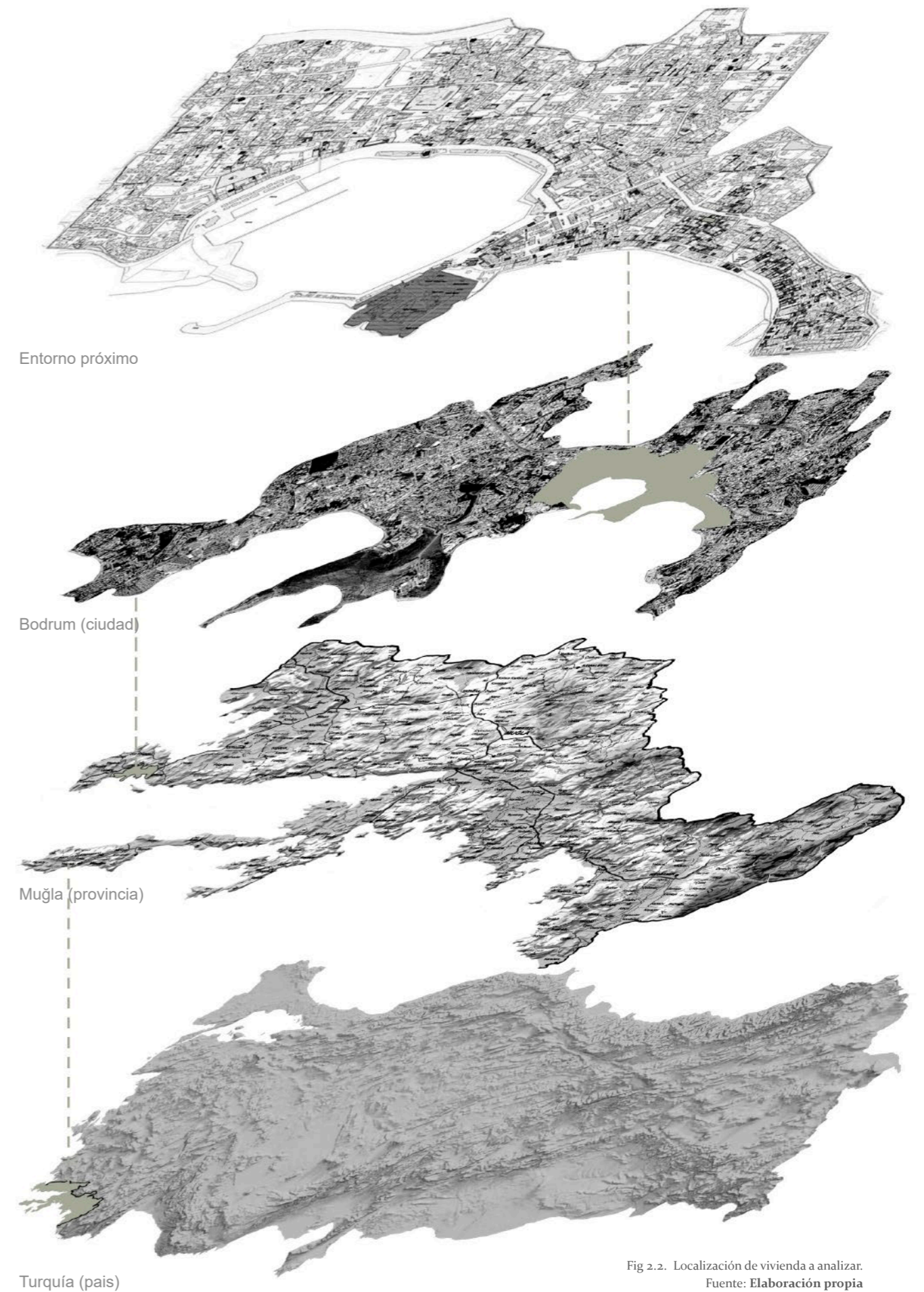


Fig 2.2. Localización de vivienda a analizar.  
Fuente: Elaboración propia

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

El suelo es arcilloso y arenoso. Debajo de la capa de tierra existe una capa rocosa blanca de la cual se obtiene piedra para la construcción. Por esto la piedra ha sido históricamente el material local principal, extraída tanto de la superficie como del subsuelo.

Además, se utilizan tierras locales específicas para la construcción. La tierra blanca arcillosa-calcárea se usa para morteros y la tierra impermeable, de color violáceo para los techos planos, ya que al calentarse se seca y le da impermeabilidad a la cubierta.<sup>3</sup>

3. (Akgüner, 2019)

## CONTEXTO HISTÓRICO

La región tiene unos 3000 años de historia, albergando civilizaciones como la Lelege, Caria, Persa, Doria, Helenística, Romana y Bizantina. Mausolo trasladó la capital de Caria a Halicarnaso (nombre de la antigua ciudad) en el s. IV a.C. y construyó el Mausoleo (una de las siete maravillas del mundo). Hubo importantes cambios demográficos debido a guerras e intercambios de población (1923 entre Turquía y Grecia), lo que afectó a los grupos de artesanos.<sup>4</sup>

4. (Akgüner, 2019)



Fig 2.3. Bodrum  
Fuente: (Akgüner, 2019)

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Las dos fuentes principales de ingresos han sido históricamente la agricultura y la pesca, complementadas con la artesanía y el comercio. Desde el siglo IV a.C., el aceite de oliva ha sido el producto comercial principal, destacando además la madera de pino para la producción de barcos. Las comunidades antiguas como los Leleges se dedicaban a la cría de animales, la agricultura y el tejido.

Existen diferentes tipos de asentamientos según la estructura social, entre ellas encontramos:

- Kumbağçe (Barrio Griego/Cretense): Habitado por personas dedicadas al mar y la pesca. Las viviendas son casas con patios pequeños.
- Türkkuyusu (Barrio Turco): Habitado por agricultores y ganaderos. Las casas se encuentran dispersas dentro de grandes jardines o huertos.
- Merkez (Centro): Desarrollado con función comercial y tiene estructura de zoco o mercado.

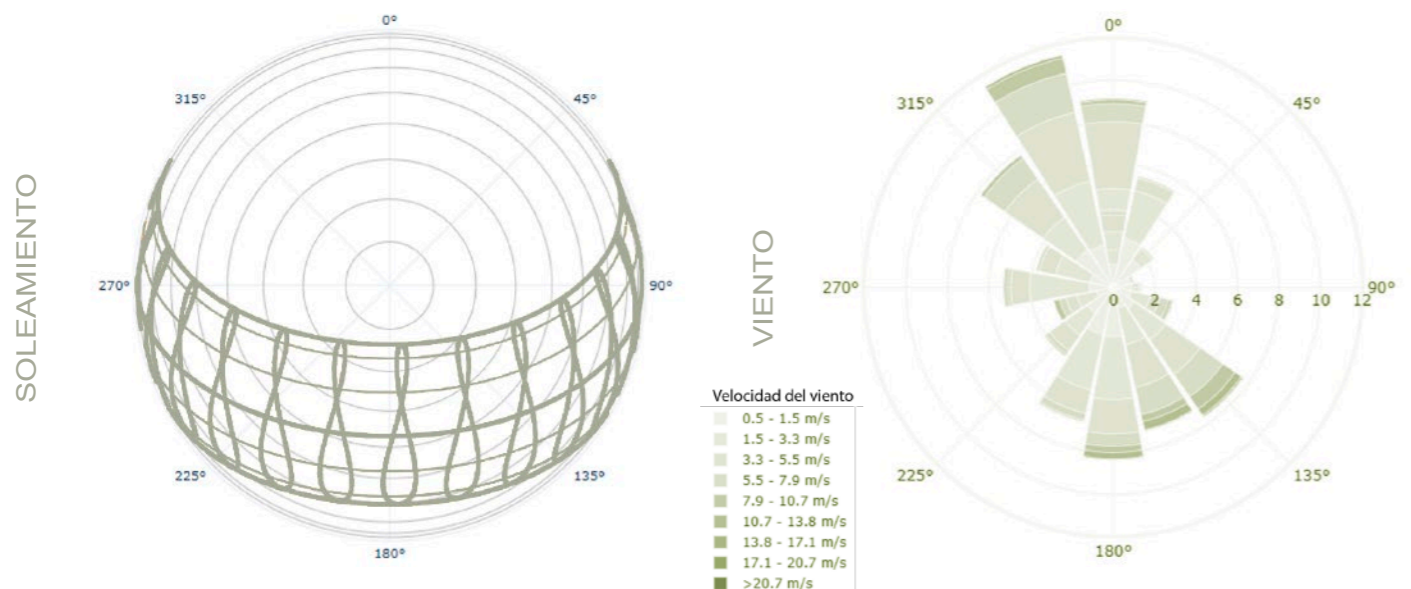
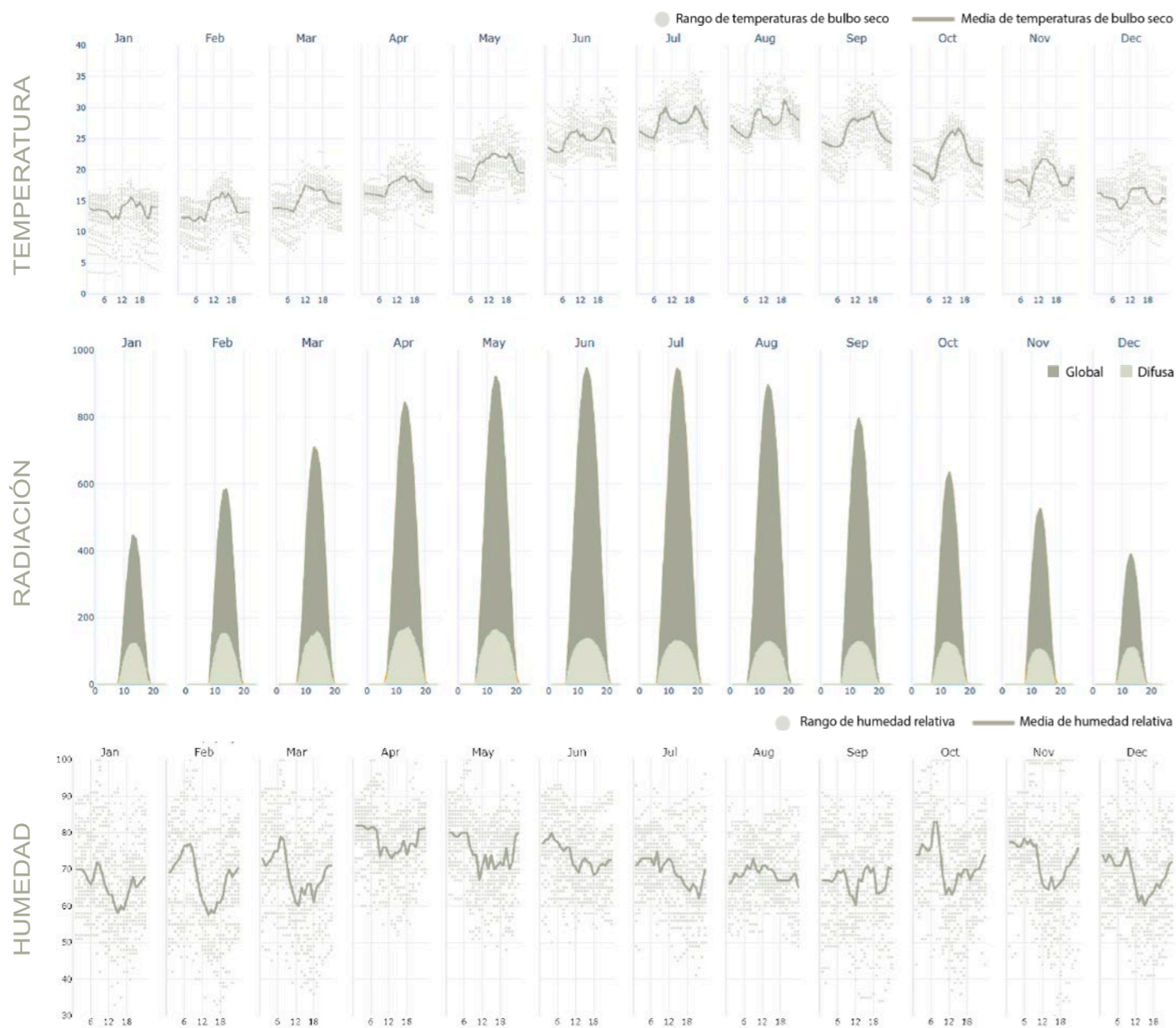
A partir de 1965, el turismo comenzó a crecer rápidamente, convirtiéndose en el sector dominante (aproximadamente un 70% de la población actual trabaja en turismo), desplazando a la agricultura y la pesca. Esto provocó un desarrollo urbano rápido e incontrolado, surgiendo casas de vacaciones y complejos turísticos que alteraron la producción de viviendas tradicionales.<sup>5</sup>

5. (Demirci, 2025)



Fig 2.4. Edificio popular de Bodrum  
Fuente: (Akgüner, 2019)

## CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS



A partir de estas gráficas y de las fuentes citadas se obtienen los datos más relevantes para el posterior análisis bioclimático de las viviendas:

### TEMPERATURA

gráfica diaria de temperatura de bulbo seco

La oscilación de temperaturas es entre 0 y 35/40°C, siendo las temperaturas moderadas más habituales debido al mar Egeo. La temperatura media anual es de 20.1 °C, la temperatura más alta de 33.0 °C al 99% de humedad y la más fría de 7.4 °C al 1% de humedad. El mes más caluroso del año es julio, con una temperatura media de hasta 29.0 °C. El mes de enero registra las temperaturas más frías del año, con una temperatura mínima media de 7.8 °C.

### RADIACIÓN

radiación solar horizontal global y difusa (Wh/m²)

La radiación solar directa en verano puede superar los aproximadamente 850-900 W/m² al mediodía. Esto se ve potenciado por su baja nubosidad.

**PRECIPITACIONES:** Durante julio, la cantidad de precipitación alcanza su nivel más bajo, con solo 3 mm registrados. La mayor cantidad de precipitación ocurre durante el mes de enero, con una cantidad media que llega hasta 148 mm. El mes con mayor precipitación es Diciembre, mientras que el mes con menor cantidad de lluvia es julio.

### HUMEDAD

gráfica diaria de humedad relativa

La humedad relativa es muy alta con una situación parecida durante el día y la noche. Se observa que Diciembre presenta la humedad relativa más alta (77.86), mientras que julio experimenta la más baja (39.25). Predomina el matorral en la costa y árboles como roble, pino y olivo en el interior. Además, se cultivan cítricos, olivos, higos y uvas principalmente.

### SOLEAMIENTO

carta del recorrido del sol

El mes con el mayor número de horas de sol diarias es julio (12,91 horas) y el menor número de horas de sol diarias es durante enero, con un promedio de 6,73 horas. La latitud de Bodrum es de aproximadamente 37°, lo que provoca una exposición solar muy alta dentro del contexto mediterráneo.

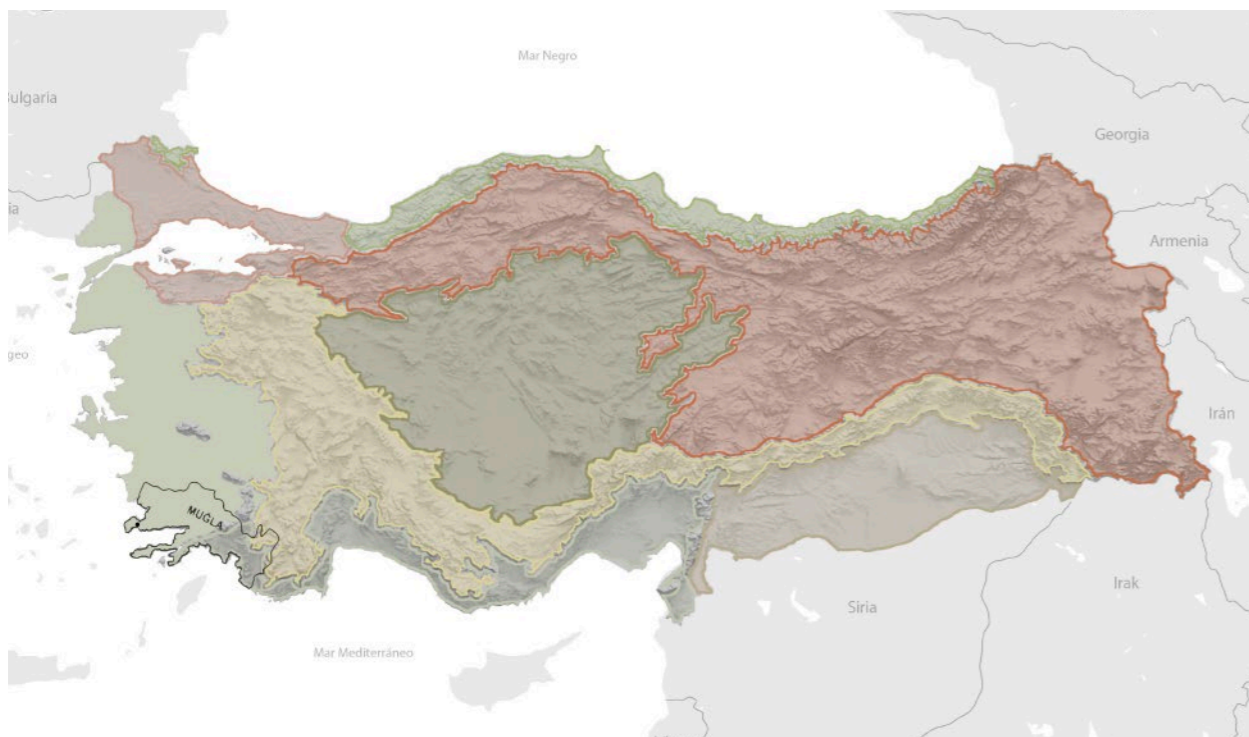
### VIENTO

rosa anual de viento

La velocidad del viento es alta, siendo la máxima de 10-15m/s. Estos valores se mantienen de manera bastante uniforme durante el día y la noche, debido a las corrientes de aire costeras y a la exposición a los vientos egeos. En invierno predomina el viento cálido del sureste y en verano el frío del norte, lo que ayuda a reducir las altas temperaturas.

Fig 2.5. Gráficas climáticas  
Fuente: (G.Betti, 2023)

6. (Turkish State Meteorological Service, 2026)
7. (Climate Consultant 6.0, 2023)
8. (G.Betti, 2023)
9. (Crawley & Lawrie, 2022)
10. (Climate Data, 2021)



MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS con provincia de Muğla identificada

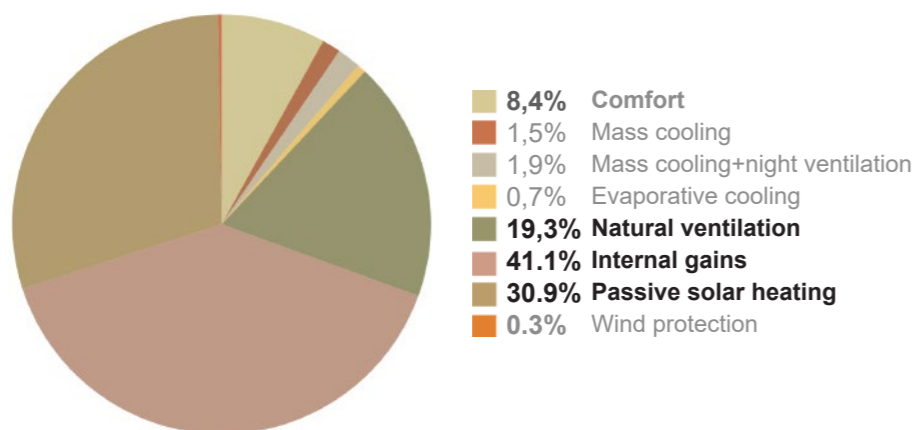
Bodrum se encuentra, según la clasificación climática Köppen-Geiger, dentro del tipo Csa, correspondiente a un clima templado con veranos cálidos y secos. Se encuentra en el régimen climático mediterráneo, en una localización de transición entre la región de la Costa del Egeo y la región de la costa del mar Mediterráneo. Esta situación se caracteriza por tener veranos calurosos, temperaturas elevadas y niveles de humedad medio-altos.<sup>11</sup>

11. (Andrew Marsh, 2018)

Todas estas características climáticas se obtienen de los archivos meteorológicos de "Bodrum, TUR", con una longitud de 27.44 y una latitud de 37.033 y una elevación media sobre el nivel del mar de 61,6 m.<sup>12</sup>

12. (G.Betti, 2023)

Con estas características climáticas y a partir del gráfico psicrométrico se extraen las principales soluciones arquitectónicas bioclimáticas teóricas para alcanzar la situación de confort:



Con estas estrategias pasivas se consigue un **72,90%** de situación de confort

Fig 2.6. Diagrama circular de soluciones climáticas para alcanzar el confort. Fuente: Elaboración propia a partir de (Climate Consultant 6.0, 2023)

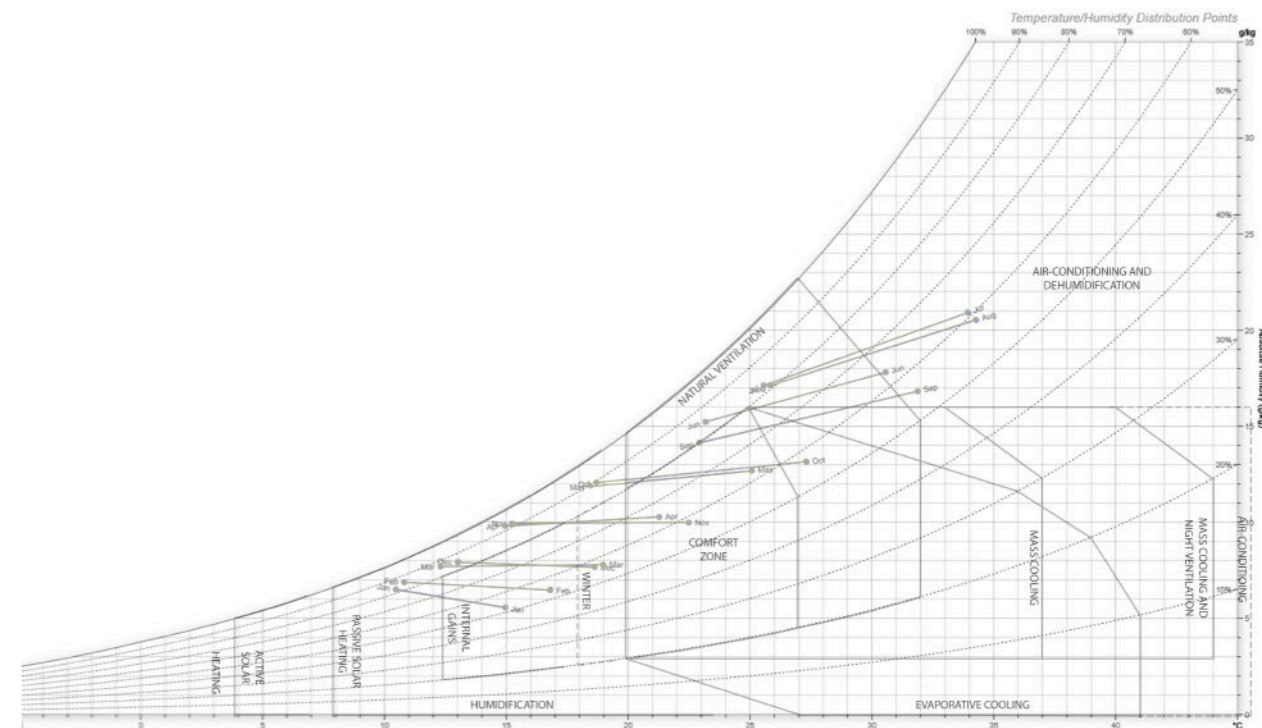
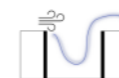


Fig 2.7. Psychrometric chart Fuente: (Andrew Marsh, 2018)

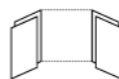
GRÁFICO PSICROMÉTRICO



Los espacios abiertos como patios o balcones se orientan para controlar la ventilación cruzada en el interior de la vivienda, lo que tiene mucha importancia debido a las altas temperaturas y humedad.



Para revestir los paramentos se usan colores claros para reflexión de la radiación solar y minimización de su incidencia en los paramentos.



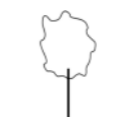
Para la protección de los huecos de ventanas se usan ventanas de madera, lo que permite la dualidad entre la protección ante la radiación solar y del viento según corresponda.



Se utilizan paramentos con alta inercia térmica para proteger el interior de la radiación solar. De esta manera se acumula el calor en los muros para disiparse durante las horas nocturnas.



Debido a las escasas precipitaciones, las cubiertas planas permiten ampliar la superficie útil de la vivienda sin que la evacuación de aguas pluviales suponga un problema.



Para reducir la incidencia de radiación solar se utiliza vegetación en patios o cerca de los paramentos.

Fig 2.8. Símbolos de estrategias constructivas. Fuente: Elaboración propia a partir de Arquitectura Bioclimática (F. Javier Neila González, 2004)

## SISTEMA CONSTRUCTIVO

Existen diferentes tipos de viviendas, asociadas a diferentes periodos históricos, entre las que destacamos las siguientes:

### TIPOLOGÍAS ANTIGUAS.

#### Periodo Lelege

##### **Casas compuestas:**

Son estructuras formadas por uno o más espacios interiores conectados a un patio central circular u ovalado. Los muros construidos con técnica de piedra seca y tienen un espesor de 1-1.5 m.

Los techos de los espacios interiores a menudo eran bóvedas por aproximación de hiladas. Esta técnica consiste en colocar hiladas de ladrillo o piedra desplazadas hacia el interior progresivamente. Las cargas son verticales, por lo que no es necesario usar encofrado ni cimbra.

##### **Casas rectangulares:**

Podían ser de una sola unidad, dos unidades o múltiples unidades alineadas. Generalmente de mampostería con techos planos de tierra o bóvedas.

#### Periodos beylik y otomano

##### **Casas con musandira:**

Estas viviendas están asociadas a los agricultores. Tienen planta rectangular con niveles escalonados (con una diferencia de medio piso). La parte baja está dedicada a la cocina, establos, almacenamiento o para trabajar y la parte alta para vivir, con un entresijo para dormir o para almacenaje.

##### **Casas tipo Chios:**

Surgieron en el siglo XVIII, construidas por artesanos de la isla de Chios. La planta es rectangular y generalmente tiene dos pisos. La entrada principal está centrada en la fachada más extensa orientada al mar. Las fachadas presentan simetría y suelen tener un balcón saliente sobre la entrada.

##### **Casas levantinas:**

Es una variante más tardía (s. XIX). Estas viviendas pertenecían a comerciantes ricos y su ornamentación es similar a las casas tipo Chios.



(Demirci, 2025)  
(Akgüner, 2019)  
(Tanriöver, 2011)  
(Akgündüz, 2013)

Fig 2.9. Cubierta del edificio analizado  
Fuente: (Tanriöver, 2011)  
(foto de H. Tanriöver, Bodrum 1967)

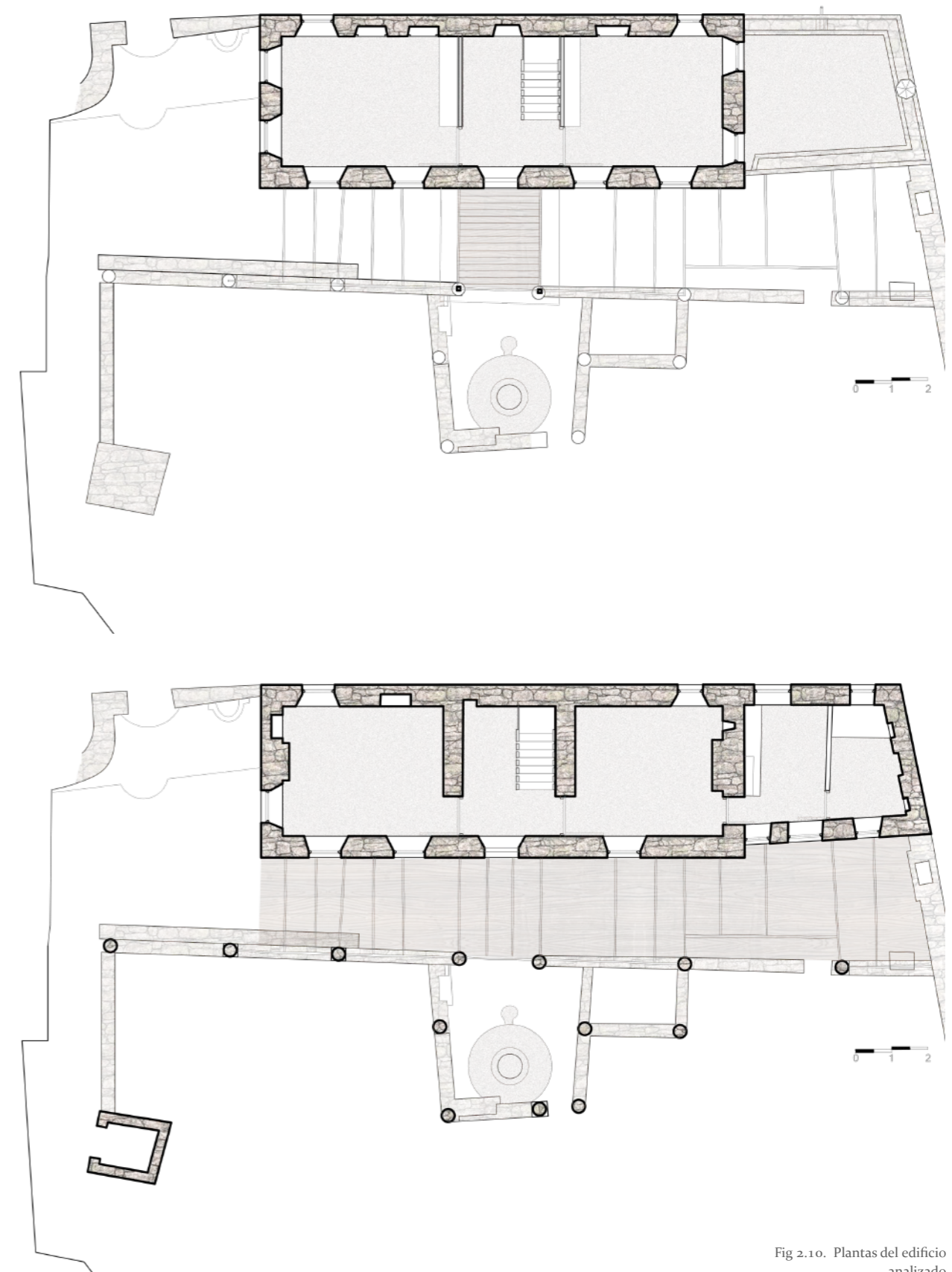


Fig 2.10. Plantas del edificio analizado  
Fuente: Elaboración propia a partir de Tanriöver, 2011

**Casas de dos pisos:**

De planta rectangular, con un sofá interior central y un balcón exterior, el cual está orientado al sur o sureste para captar el sol y la brisa.

**Casas de un piso:**

Las estructuras son de mampostería de piedra con techos de tierra, a veces divididas internamente por un armario de madera.

La vivienda a analizar será de los periodos beylik y otomano

**MÉTODOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN****MUROS**

La mampostería es de piedra de 45-80 cm de espesor y se usan esquinales de piedra más grande para mayor protección y estabilidad.

**CUBIERTA**

La cubierta es plana y se realiza con un sistema tradicional por capas. Se compone de vigas de madera, cañas, arbustos espinosos, algas marinas, mezcla de tierra y sal y arcilla impermeable.

Estas capas se compactan con un rodillo de piedra para favorecer su buen funcionamiento. En periodos posteriores aparecen estructuras de cubierta con entramado de madera con tejas.

**REVESTIMIENTOS**

Para los revestimientos se usa una técnica de enlucido local de cal, la cual deja ver el relieve de las piedras, pero cubre las juntas completamente y las piedras con una capa fina. De esta manera favorecerá la higiene y la protección térmica.

**OTROS**

En esta arquitectura hay elementos característicos que se relacionan indirectamente con el contexto climático, como pueden ser los bancos de piedra hacia el exterior para el uso de espacios al aire libre, las chimeneas ubicadas en el núcleo de calor, o la zona de aseo separada para evitar humedad en la vivienda.



(Demirci, 2025)  
(Akgüner, 2019)  
(Tanriöver, 2011)  
(Akgündüz, 2013)

Fig 2.11. Ventanas de edificios populares de Bodrum.  
Fuente: (Akgüner, 2019)



Fig 2.12. Alzados del edificio analizado  
Fuente: Elaboración propia a partir de Tanriöver, 2011

Fig 2.13. Edificio analizado  
Fuente: (Tanriöver, 2011)  
(foto de H. Tanriöver, Bodrum 1967)



## COMPORTAMIENTO BIOCLIMÁTICO

### MUROS

La piedra tiene una alta inercia térmica, por lo que favorece la acumulación de calor en los muros durante el día para posteriormente durante la noche cuando las temperaturas bajan, disiparlo hacia el exterior.

Se calcula que la radiación solar máxima tarda entre 8 y 10 horas en atravesar un muro de 60-80 cm.

En invierno funciona a la inversa. La masa térmica acumula el calor generado internamente (cocina, habitantes), impidiendo que la casa se enfríe rápidamente.

### CUBIERTA

El techo es la superficie más expuesta a la radiación en verano y a la lluvia en invierno.

Como se ha descrito anteriormente la cubierta es plana y está compuesta de cañas, arbustos, algas marinas, tierra y sal y arcilla impermeable.

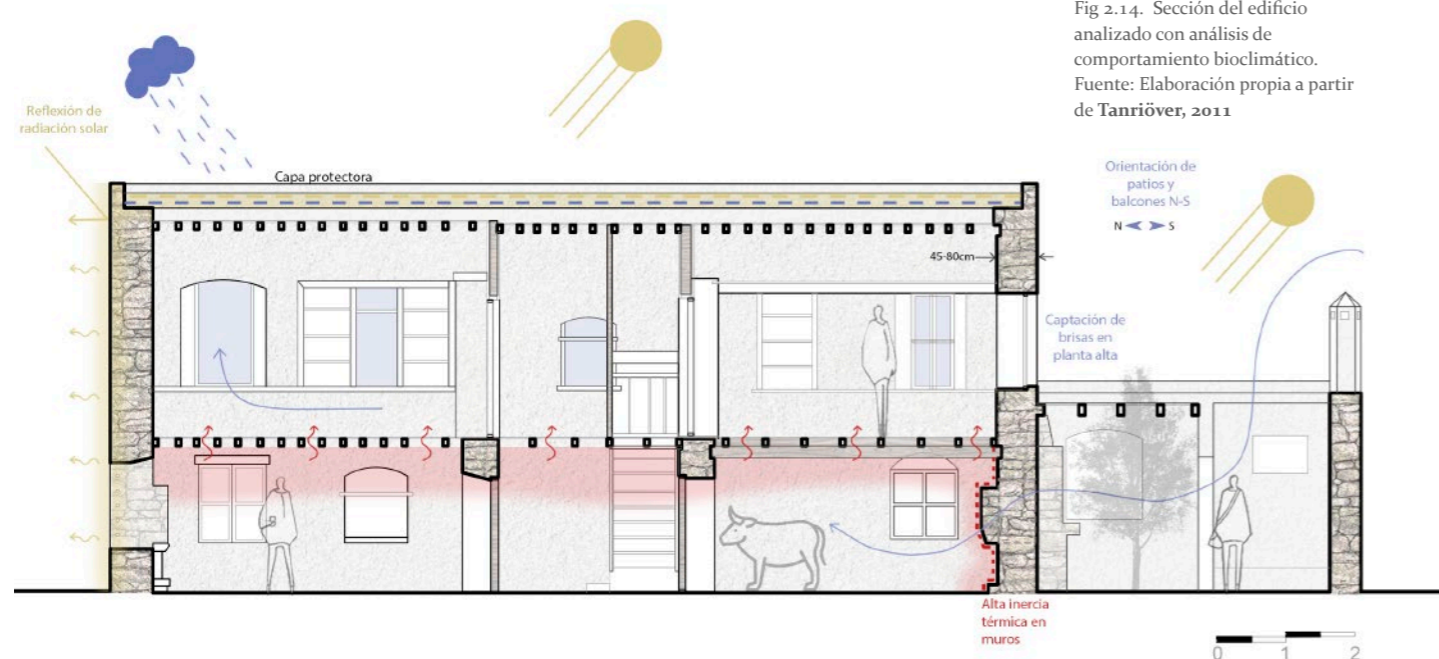
Las algas secas crean cámaras de aire estancas, actuando como un aislante térmico natural excelente que protege de la entrada del calor.

La arcilla compactada con rodillo impide la entrada de agua de lluvia y la sal ayuda a endurecer la mezcla y evitar el crecimiento de vegetación no deseada que podría romper el techo con raíces.

Además, la capa de tierra añade peso y masa, contribuyendo a la inercia térmica de la cubierta.

### VENTILACIÓN

Al orientar los espacios abiertos como balcones o patios hacia el mar o el norte, se fuerza la ventilación cruzada. Esto es muy importante debido a la humedad alta de Bodrum, ya que el movimiento del aire favorece la evapotranspiración, aumentando la sensación de confort aunque la temperatura sea alta.



(Margarita de Luxán García de Diego, 2013)  
(Neila González, 2004)

En invierno los muros gruesos y la compacidad de las casas ofrecen menos resistencia al viento, evitando el enfriamiento excesivo por convección en los muros.

Además, al estar más alta la zona de vivienda capta mejor las brisas marinas que la planta baja.

### HUMEDAD

Al elevar la zona habitable a la primera planta, queda protegida de la humedad del suelo.

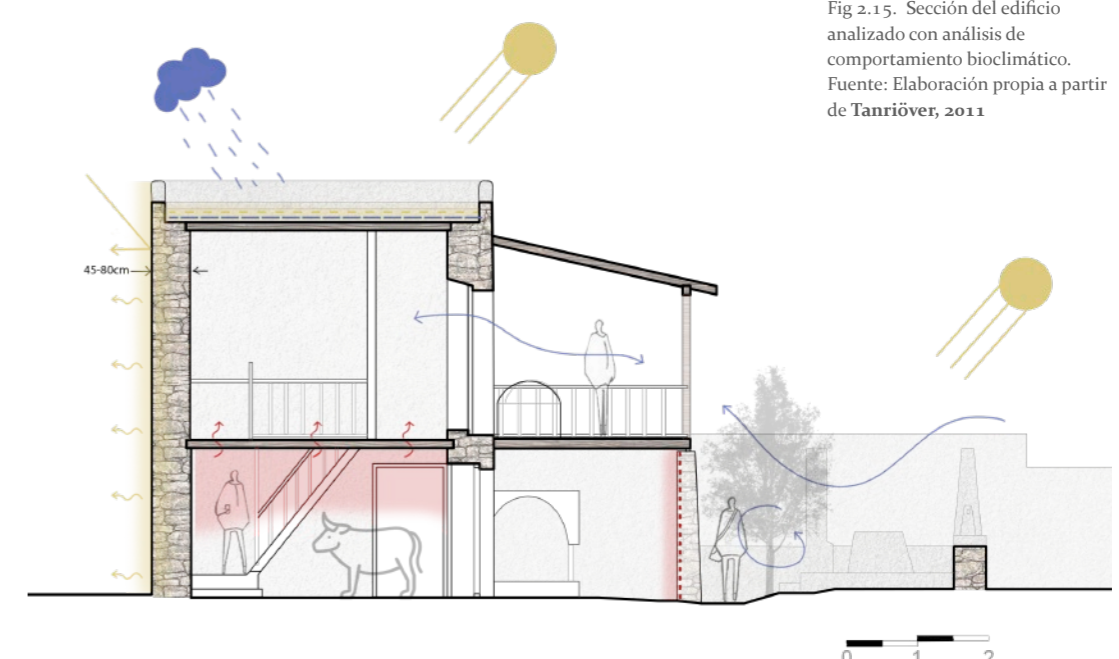
Además, el revestimiento de los muros ayuda a la protección frente a la humedad ya que la cal es antiséptica (importante debido a la alta humedad y a las cisternas cercanas) y permite que el muro respire, evitando condensaciones intersticiales dentro de la piedra.

### TEMPERATURA

El calor generado por los animales en los establos y la cocina en la planta baja asciende por convección natural, calentando el suelo de la planta superior.

Además, la cal, debido a su color blanco refleja hasta el 80-90% de la radiación solar. Esto evita que los muros de piedra absorban todo el calor del sol.

Los patios con vegetación, principalmente parras y cítricos propios de la zona, y agua almacenada en pozos crean un microclima. El agua, al evaporarse, absorbe el calor latente del aire, lo que hace que el aire del patio se enfríe. Al entrar este aire más fresco en la vivienda, ayuda a reducir la temperatura interior de forma natural.



# SAFRANBOLU

Latitud  
Longitud  
Cota sobre el nivel del mar

41.200  
32.633  
259,2 m

# 03

“Kökü mazide olan atiyim.”

“Soy el futuro que tiene sus raíces en el pasado.”  
Yahya Kemal Beyatlı. Kendi Gök Kubbemiz

## LOCALIZACIÓN

Safranbolu se encuentra en la provincia de Karabük, en la región del Mar Negro, situada al norte de Turquía.

El terreno en el que se localiza baja en pendiente desde el norte hacia el sur y se encuentra rodeada de montañas de hasta 1700m de altura. Safranbolu se encuentra en una zona de mesetas y grandes cañones formados por los arroyos de Gümüş, Akçasu y Tabakhane.

Debido a las condiciones del terreno y climáticas encontramos dos patrones de asentamiento en Safranbolu:

- La Ciudad/Bazar “Şehir” utilizada como lugar de residencia durante los meses fríos, debido a que se encuentra en el valle protegida de los vientos.
- Los viñedos “Bağlar” utilizados como lugar de residencia en verano ya que se encuentra en zonas más altas y frescas.<sup>1</sup>



1. (Esat Güneş, 2014)

Fig 3.1. Casco antiguo de Safranbolu  
Fuente: (Pehlivan, 2019)

Fig 3.2. Casco antiguo de Safranbolu  
Fuente: (Pehlivan, 2019)

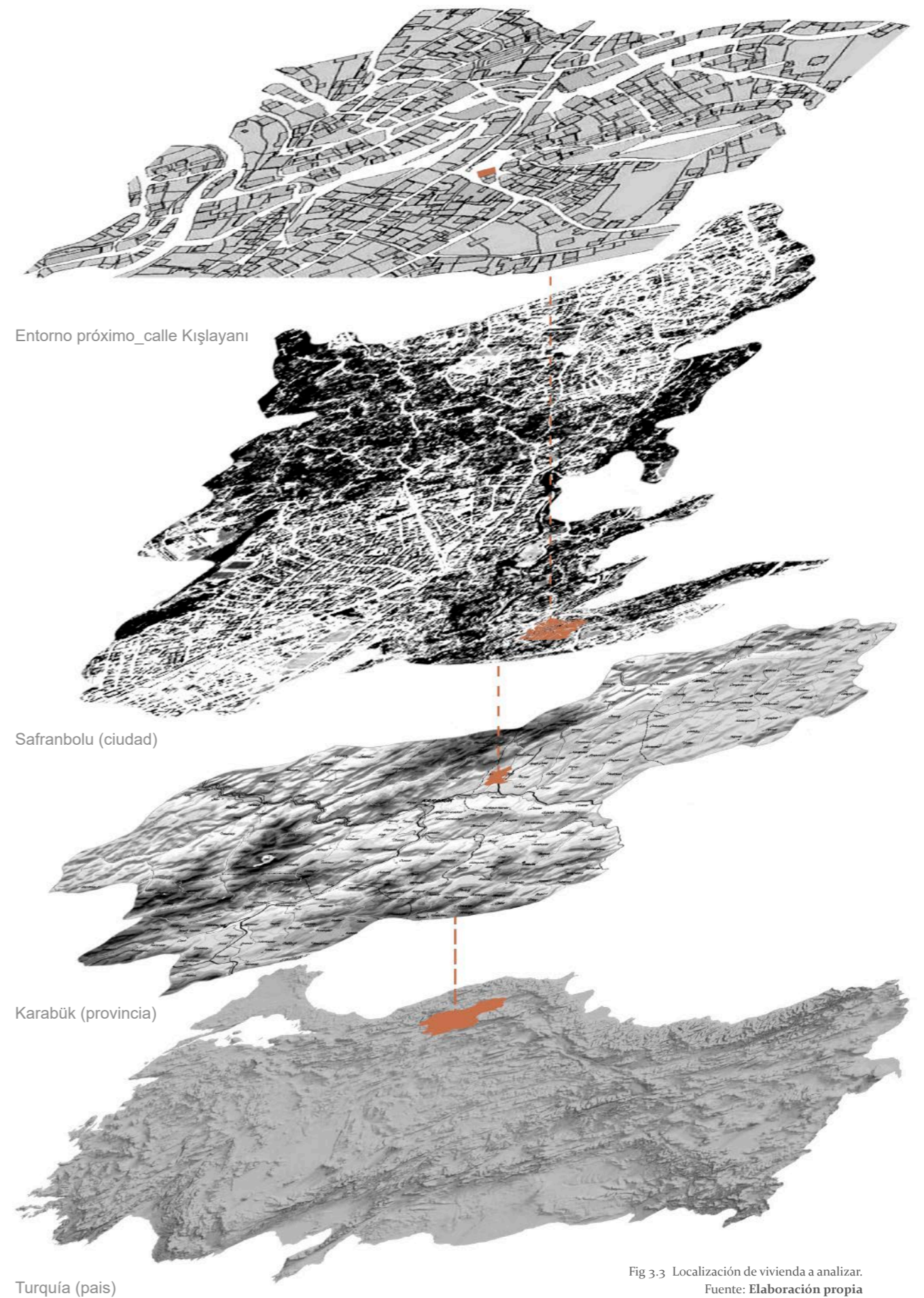


Fig 3.3 Localización de vivienda a analizar.  
Fuente: Elaboración propia

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La región se asienta sobre la meseta de Safranbolu, donde predominan las rocas sedimentarias, principalmente piedra caliza, capas de arena y arcilla. La piedra caliza se utilizaba para los muros de mampostería y una piedra caliza porosa llamada küfünk (extraída de cuevas cercanas) se usaba para rellenos de muros y chimeneas por su resistencia al fuego, propiedad de aislamiento térmico y ligereza.

La ciudad de Safranbolu se asienta sobre un terreno con grandes pendientes, por lo que los edificios se colocan escalonados en las laderas respetando las curvas de nivel. Esta disposición además permite que no se bloquee la luz solar entre las edificaciones.

Safranbolu se encuentra en una zona sísmica de grado 1, ya que se encuentra en la falla del Norte de Anatolia. Las estructuras tradicionales han resistido a estos sismos a lo largo de la historia debido a la implementación de elementos arquitectónicos formando diagonales.

2. (Esat Güneş, 2014)

## CONTEXTO HISTÓRICO

La zona ha sido habitada desde la edad del bronce, con evidencia de asentamientos humanos desde al menos 3000 a. C., lo que la convierte en uno de los lugares habitados más antiguos de Anatolia. A lo largo de los siglos ha pasado por múltiples civilizaciones: hititas, frigios, persas, romanos y bizantinos antes de la llegada de los turcos.<sup>3</sup>

Safranbolu alcanzó su máximo apogeo en el siglo XVII dentro del Imperio Otomano, llegando a ser su arquitectura una gran influencia para el diseño de las ciudades del imperio.

En 1994, Safranbolu fue inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, reconociéndola como un gran ejemplo de ciudad otomana tradicional que conserva su forma urbana, arquitectura y características culturales casi intactas.<sup>4</sup>

3. (Karadeniz, 2023)

4. (Saygi, 2024)



Fig 3.4. Ejemplo de vivienda tradicional en Safranbolu  
Fuente: (Pehlivan, 2019)

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Safranbolu, desde el siglo XIII hasta principios del siglo XX, fue un importante punto de descanso para las caravanas que transitaban la ruta comercial principal entre Oriente y Occidente, un tramo de la llamada Ruta de la Seda terrestre. El nombre de la ciudad proviene de “saffron” (azafrán), la valiosa especia que se cultivaba ampliamente en la región y que jugó un papel importante en su economía y comercio. Esto enriqueció a la ciudad y permitió un alto desarrollo cultural y económico.

Estas rutas de movilidad crearon la necesidad de construir alojamientos de forma rápida, para lo cual la madera, que era accesible porque se encontraba en la región y permitía unos tiempos de construcción cortos, se convirtió en el material idóneo.

La morfología tradicional de las viviendas refleja la cultura familiar turca, se divide en múltiples espacios, los cuales se agrupan en estancias según si su uso va a ser privado (para la familia) o público (para invitados). Elementos como los voladizos, celosías y miradores permiten ver el exterior manteniendo la privacidad de las familias. Además, la organización arquitectónica se orienta hacia el interior (jardín o centro de la vivienda) lo que favorece a la protección de la privacidad de la vida doméstica.

Las casas, además de residencias, eran centros de producción y la planta baja se utilizaba como espacios para animales, talleres o para almacenamiento de alimentos y leña.

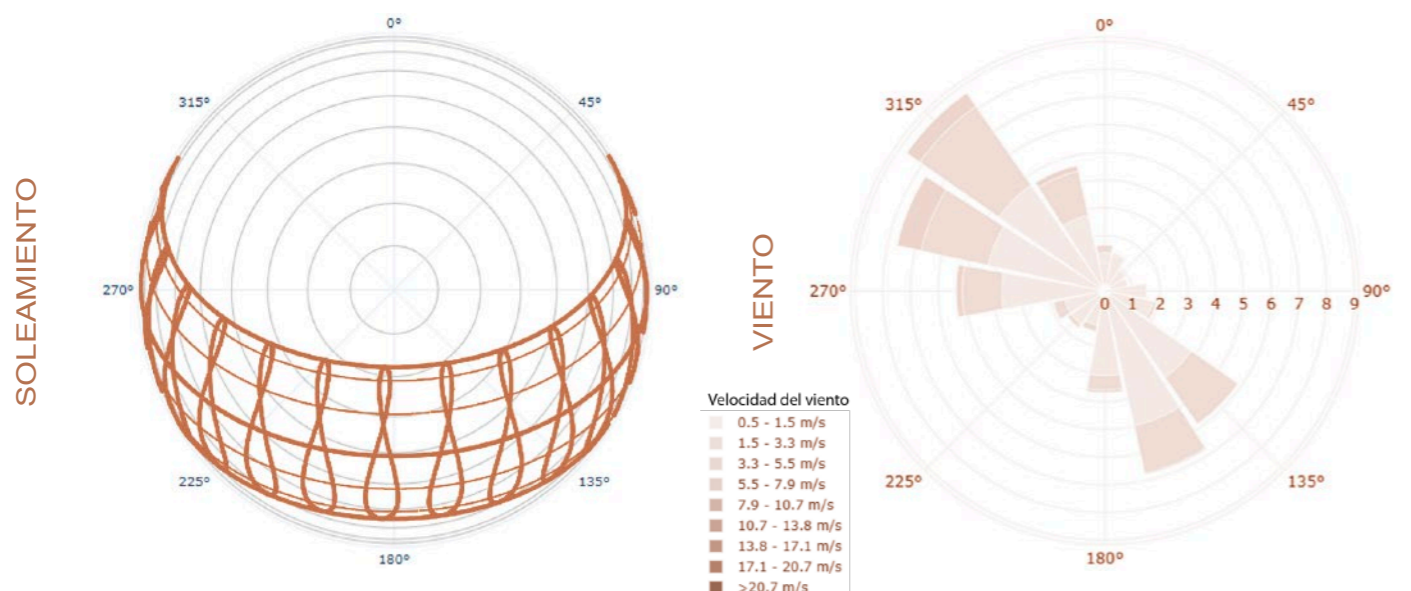
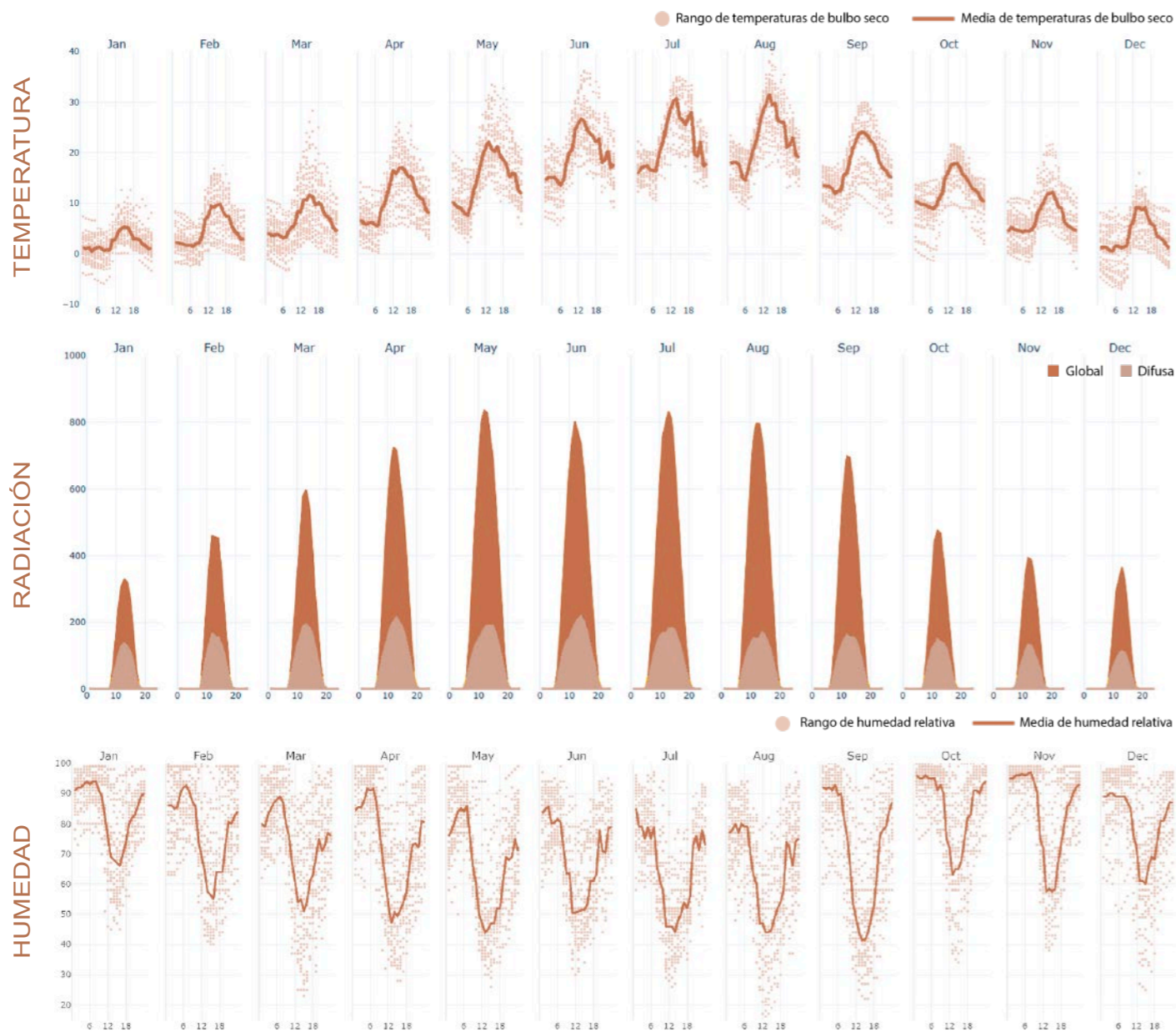
Históricamente en la región convivieron musulmanes (turcos) y cristianos (griegos). Los turcos se dedicaban al comercio, especialmente de cuero y curtidos; y los griegos se dedicaban principalmente a la albañilería, carpintería, herrería y viticultura. Con el tratado de Lausana en 1923 se produjo un intercambio de población, lo cual provocó una salida de la población griega y, por tanto, una escasez de mano de obra especializada en construcción.<sup>5</sup>

5. (Saygi, 2024)



Fig 3.5. Balcón en vivienda popular de Safranbolu  
Fuente: (Esat Güneş, 2014)

**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**



A partir de estas gráficas y de las fuentes citadas se obtienen los datos más relevantes para el posterior análisis bioclimático de las viviendas:

**TEMPERATURA**

gráfica diaria de temperatura de bulbo seco

Safranbolu presenta gran amplitud térmica, variando las temperaturas entre 10 y 40°C. Esto es debido a la altitud del territorio y a su ubicación alejada de la influencia directa del mar. La temperatura media anual es de 12°C, siendo la más cálida de 32,5°C al 99% de humedad y de -3,2°C al 1% de humedad.

**RADIACIÓN**

radiación solar horizontal global y difusa (Wh/m²)

La radiación es baja por la nubosidad frecuente y clima húmedo característico de esta zona. La radiación solar horizontal acumulada anual es de 1548,87 kWh/m² y el porcentaje de radiación solar difusa horizontal es 33,0 %.

**PRECIPITACIONES:** La precipitación anual es de 875 mm. El mes con los niveles de precipitación más bajos es agosto, con tan solo 39 mm de precipitación. La mayor cantidad de precipitaciones se producen en el mes de marzo, y su cantidad media es de 97 mm.

**HUMEDAD**

gráfica diaria de humedad relativa

La humedad relativa es muy elevada, especialmente por la noche, cuando la temperatura disminuye, propiciado por la abundante vegetación y la topografía de la región. El mes con mayor humedad relativa es enero (78.79). El mes con menor humedad relativa es agosto (62.30)

**SOLEAMIENTO**

carta del recorrido del sol

En Safranbolu, el mes con más horas de sol diarias es julio, con una media de 9,98 horas. El mes con el menor número de horas es enero, con una media de 5,34 horas. La incidencia de rayos solares se ve muy determinada por el relieve irregular de Safranblu, por lo que dependerá de la orientación y localización de cada vivienda.

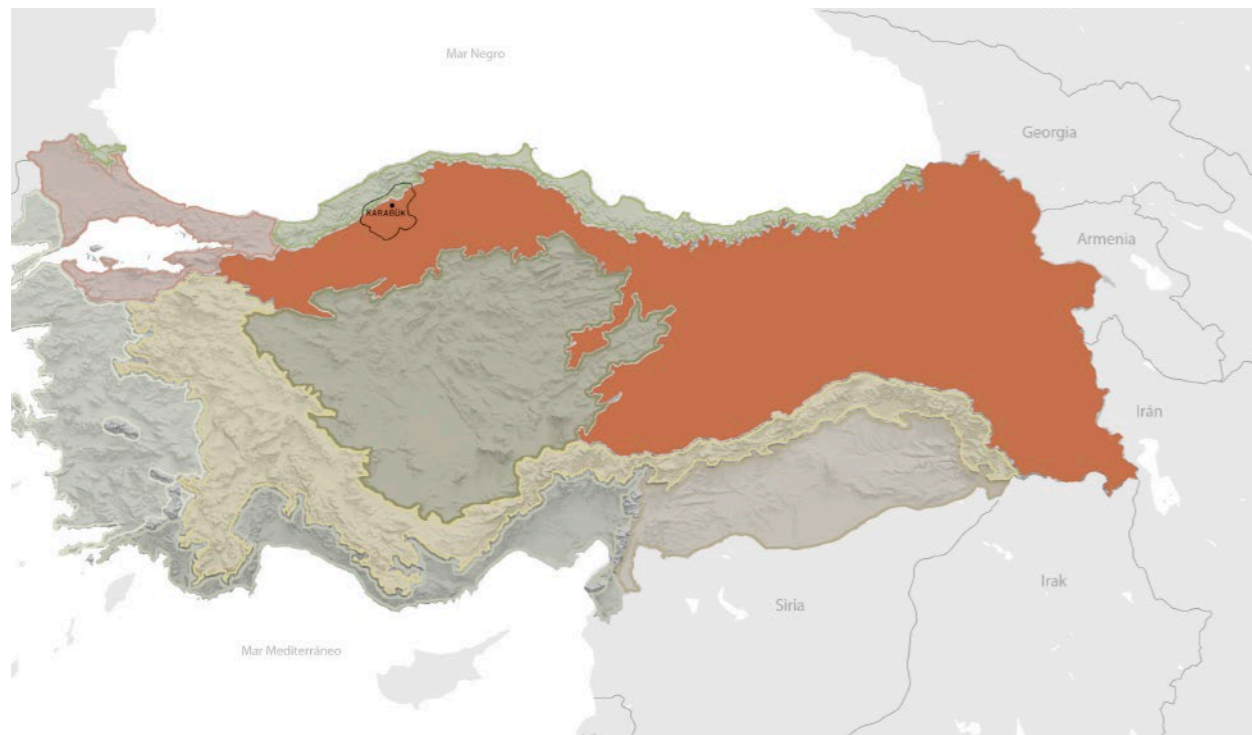
**VIENTO**

rosa anual de viento

La velocidad del aire es generalmente muy baja, sobre todo durante las noches, debido a la escasa generación de corrientes térmicas debido al relieve montañoso. La dirección del viento es noroeste (más determinante) -sureste

Fig 3.6. Gráficas climáticas  
Fuente: (G.Betti, 2023)

(Turkish State Meteorological Service, 2026)  
(Climate Consultant 6.0, 2023)  
9. (G.Betti, 2023)  
(Crawley & Lawrie, 2022)  
(Climate Data, 2021)

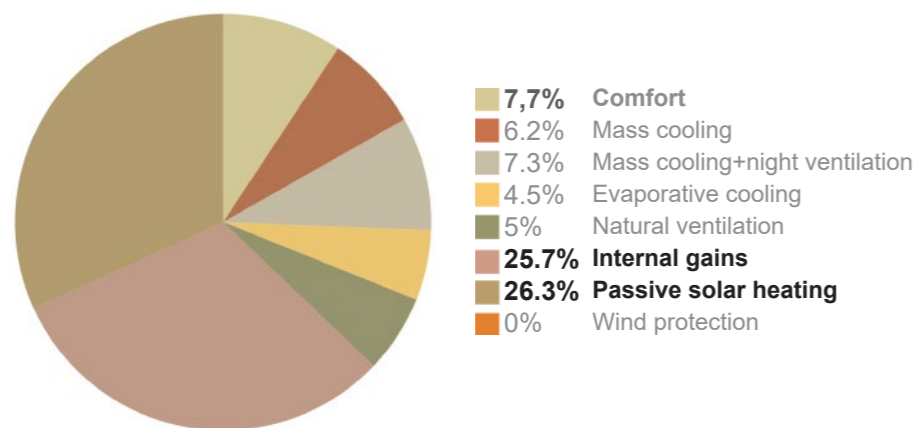


MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS con provincia de Karabük identificada

Safranbolu se encuentra, según la clasificación climática Köppen-Geiger, dentro del tipo Cfa y muy próximo al tipo Cfb, lo que corresponde con un clima templado, húmedo y de veranos cálidos. Desde el punto de vista regional, Safranbolu se localiza en una zona de transición entre las tierras altas del noroeste (clima continental), caracterizado por áreas montañosas, humedad estacional y temperaturas frescas, y la región de la costa del mar Negro (clima oceánico), con elevada humedad durante todo el año y temperaturas suaves.<sup>6</sup>

Todas estas características climáticas se obtienen de los archivos meteorológicos de “Karabuk TUR”, con una longitud de 32.633, una latitud de 41.2 y una elevación media sobre el nivel del mar de 259 m.<sup>7</sup>

Con estas características climáticas y a partir del gráfico psicrométrico se extraen las principales soluciones arquitectónicas bioclimáticas teóricas para alcanzar la situación de confort:



Con estas estrategias pasivas se consigue un **48,90%** de situación de confort

6. (Andrew Marsh. 2018)

7. (G.Betti, 2023)

Fig 3.7. Diagrama circular de soluciones climáticas para alcanzar el confort. Fuente: Elaboración propia a partir de (Climate Consultant 6.0, 2023)

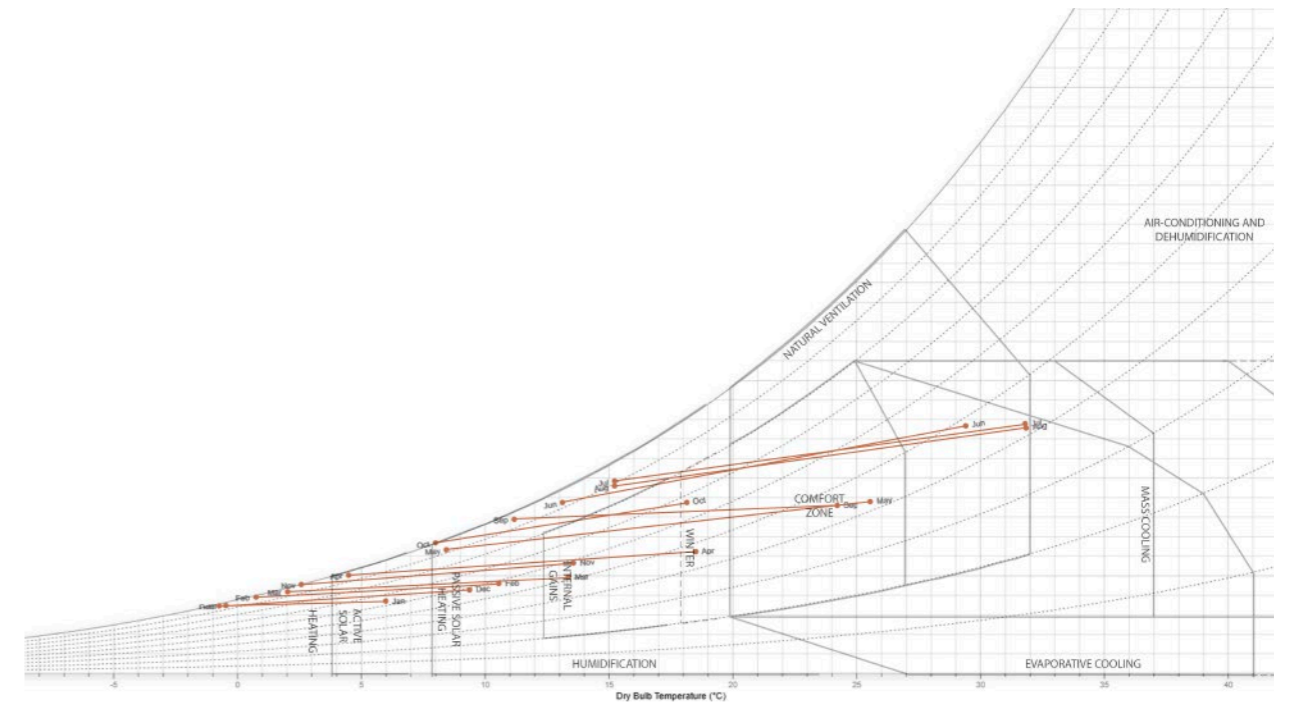
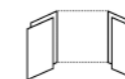


Fig 3.8. Psychrometric chart Fuente: (Andrew Marsh, 2018)

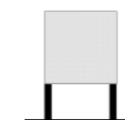
GRÁFICO PSICROMÉTRICO



Los paramentos con alta inercia térmica se colocan en las plantas bajas para proteger de la humedad por capilaridad y para mantener el interior fresco en verano y cálido en invierno.



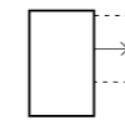
Las ventanas tienen una protección previa de madera para poder controlar las aperturas y por ello el soleamiento y el viento según corresponda.



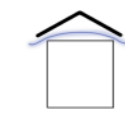
Debido a la alta humedad, la zona habitable de la vivienda se eleva sobre la planta baja de piedra. Esto además soluciona la diferencia de cota entre un lado de la vivienda y el otro.



Las cubiertas son inclinadas y con grandes aleros para proteger del agua de lluvia. De esta manera su evacuación es rápida y no afecta a los paramentos verticales.



Para favorecer a la captación de vientos, de soleamiento y sombreado de paramentos se usan voladizos normalmente en forma de balcones.



La planta bajo cubierta funciona como cámara de aire ventilada, evitando la incidencia de sol directa en verano y que la humedad acceda directamente a la zona habitable.

Fig 3.9. Símbolos de estrategias constructivas. Fuente: Elaboración propia a partir de (F. Javier Neila González, 2004)

## 🏠 SISTEMA CONSTRUCTIVO

### CIMENTOS

Podemos encontrar muros de mampostería continuos o grandes piedras previamente ubicadas en la localización concreta y colocadas bajo los elementos estructurales verticales de madera.

La cimentación puede ser superficial o profunda realizando muros de contención cuando se encuentra en pendiente.

### MUROS Y ESTRUCTURA

Encontramos un sistema híbrido en el que la planta baja y el resto de las plantas tienen sistemas constructivos diferentes.

En la planta baja los muros suelen ser gruesos (entre 70 y 90 cm) de mampostería de piedra o adobe.

En el resto de las plantas los muros se realizan con dos sistemas usados simultáneamente: sistema de entramado y sistema de relleno.

#### SISTEMA DE ENTRAMADO

El sistema de entramado se compone de un esqueleto de madera formado por postes verticales, horizontales y riostras los cuales van formando triángulos lo que favorece la resistencia de cargas sísmicas y del viento.

El sistema de relleno presenta diferentes variaciones, entre las que encontramos Himiş, Muska Dolma y Göz Dolma.

**Himis:** Es la técnica más común en Anatolia y se trata de realizar el entramado de madera relleno de mampostería que puede ser piedra, ladrillo o adobe, siendo estos dos últimos los más encontrados en Safranbolu, colocados con patrón de espina de pez para fortalecer su unión.

**Muska Dolma:** En esta técnica se aumenta el entramado con diagonales cortas de madera, formando pequeños triángulos los cuales se rellenan de piedra o ladrillo.



(Esat Güneş, 2014)  
(Ak, 2019)

Fig 3.10. Estructura de madera de vivienda tradicional en Safranbolu  
Fuente: (Esat Güneş, 2014)

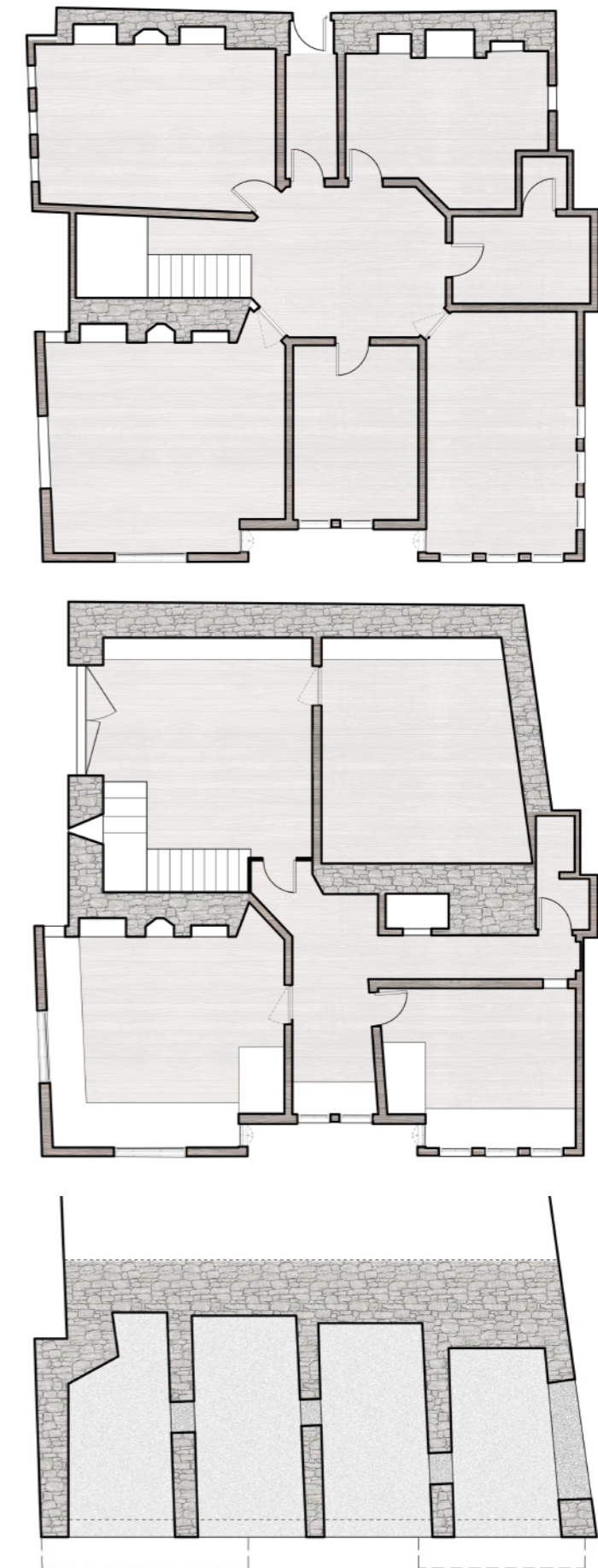


Fig 3.11. Planos de la vivienda a analizar  
Fuente: (Saygi, 2024)

**Göz Dolma:** Se realiza un entramado celular sin diagonales rellenos de piedra.

En todos estos casos las paredes interiores se pueden revestir de múltiples maneras, pero las más comunes son con listones de madera cubiertos de yeso o con tabloncillos de madera finos sin relleno interior, lo cual se usa para zonas de servicio o particiones interiores ligeras.

Por último se usan comúnmente ventanas de guillotina, las cuales permiten un control preciso de la ventilación natural.

#### FORJADOS Y VOLADIZOS

El sistema estructural es de forjados de vigas de madera. Estas vigas en muchos ejemplos se extienden hacia el exterior para generar voladizos. Dependiendo del tamaño de los voladizos, pueden ser simples o apoyado es tornapuntas si superan los 50cm



Fig 3.12. Balcón de la vivienda a analizar  
Fuente: (Saygi, 2024)

#### CUBIERTAS

Suelen ser cubiertas a cuatro aguas, de teja de madera, originariamente, aunque posteriormente se prohibieron debido a los incendios y se empezó a generalizar la teja cerámica a finales del siglo XIX. Los aleros suelen ser extensos para proteger las fachadas de la lluvia y además, en meses cálidos, evitar el sobrecalentamiento. Además, estos voladizos aumentan la superficie útil en los pisos superiores y permiten captar más luz solar y la ventilación desde diferentes ángulos.

Para realizar las uniones de los elementos estructurales se usan clavos de madera o metal y diferentes tipos de ensamblaje, como en caja, espiga, empalme.

(Esat Güneş, 2014)  
(Ak, 2019)



Fig 3.13. Balcón de la vivienda a analizar  
Fuente: (Saygi, 2024)



Fig 3.14. Vivienda a analizar  
Fuente: (Saygi, 2024)

## COMPORTAMIENTO BIOCLIMÁTICO

### TEMPERATURA

Dado que la temperatura oscila entre 10°C y 40°C, es importante para el comportamiento bioclimático que los muros de piedra masivos y gruesos (70-90cm) tienen alta inercia térmica. En verano, tardan muchas horas en calentarse, manteniendo el interior fresco y en invierno, retienen el calor generado en el interior.

### HUMEDAD

La madera es higroscópica y con la humedad del suelo tiene el riesgo de pudrirse. Al elevar la parte habitable sobre la piedra, se protege la estructura de madera superior de la humedad por capilaridad del terreno y de las salpicaduras de lluvia.

Todos los sistemas de entramado de madera con relleno en los muros superiores tienen alta inercia térmica y resiliencia sísmica. Además, estos muros rellenos de adobe/ladrillo tienen menos masa que la piedra, permitiendo que las habitaciones alcancen temperaturas de confort más rápidamente.

El adobe es un excelente aislante térmico y regulador de humedad ya que absorbe el exceso de vapor de agua del interior (cuando la humedad relativa es alta por la noche) y lo libera cuando el ambiente se seca.

Al rellenar los huecos de la madera con materiales de diferente densidad, se crean micro-cámaras que mejoran el aislamiento acústico y térmico. Además, la madera se adapta a los cambios drásticos de temperatura sin agrietar la estructura principal, algo que un muro rígido de hormigón sufriría en este clima.

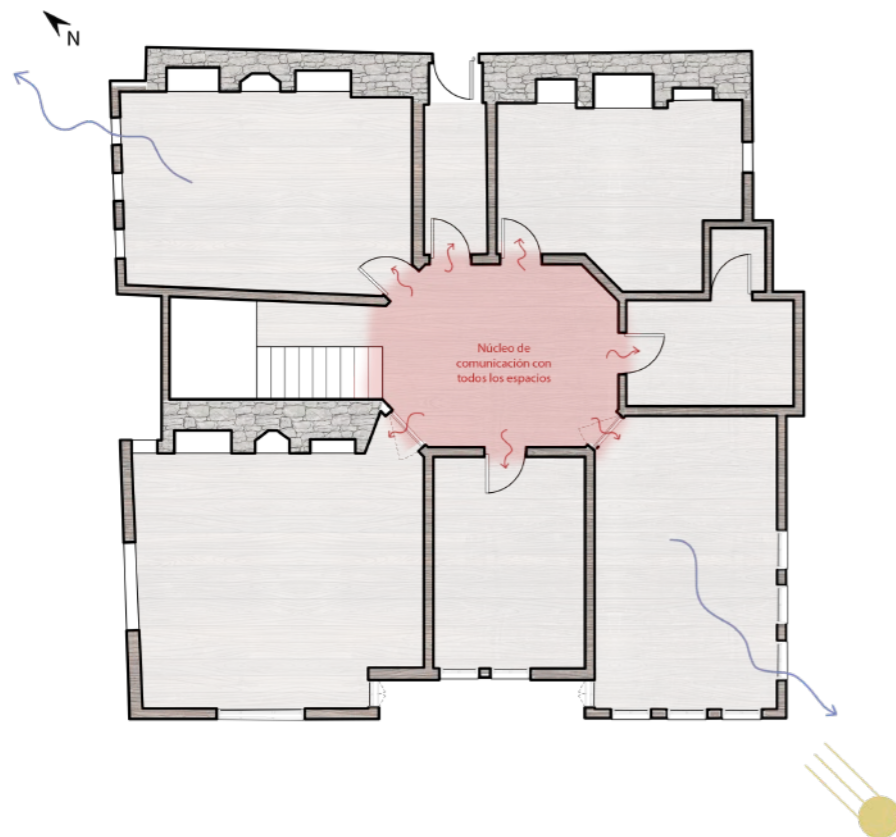


Fig 3.15. Planta de la vivienda a analizar con comportamiento bioclimático  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Saygi, 2024)

### VIENTO

La velocidad del aire es muy baja, por lo que al proyectar la casa hacia la calle mediante voladizos o balcones, se aprovecha cualquier brisa, colocando ventanas en las tres caras del balcón.

Este voladizo además proyecta sombra sobre los muros de piedra de la planta inferior, evitando que estos se sobrecalienten en verano cuando el sol está alto.

Las ventanas de guillotinas permiten la regulación control del flujo del aire, al poder abrir tanto la parte superior como la inferior

- El aire fresco (más denso) entra por abajo.
- El aire caliente (menos denso) sale por arriba.

Esto genera una corriente natural por convección dentro de la propia habitación.

### LLUVIA

Las cubiertas son a cuatro aguas con grandes aleros y mucha pendiente permite evacuar el agua de lluvia rápidamente evitando el contacto con las fachadas. Esto es muy importante para el sistema constructivo de adobe y madera ya que es sensible al agua de lluvia.

Además, el espacio bajo la cubierta actúa como una cámara de aire ventilada, evitando que el calor del sol de verano y la humedad de la cubierta se transfiera a las habitaciones superiores.

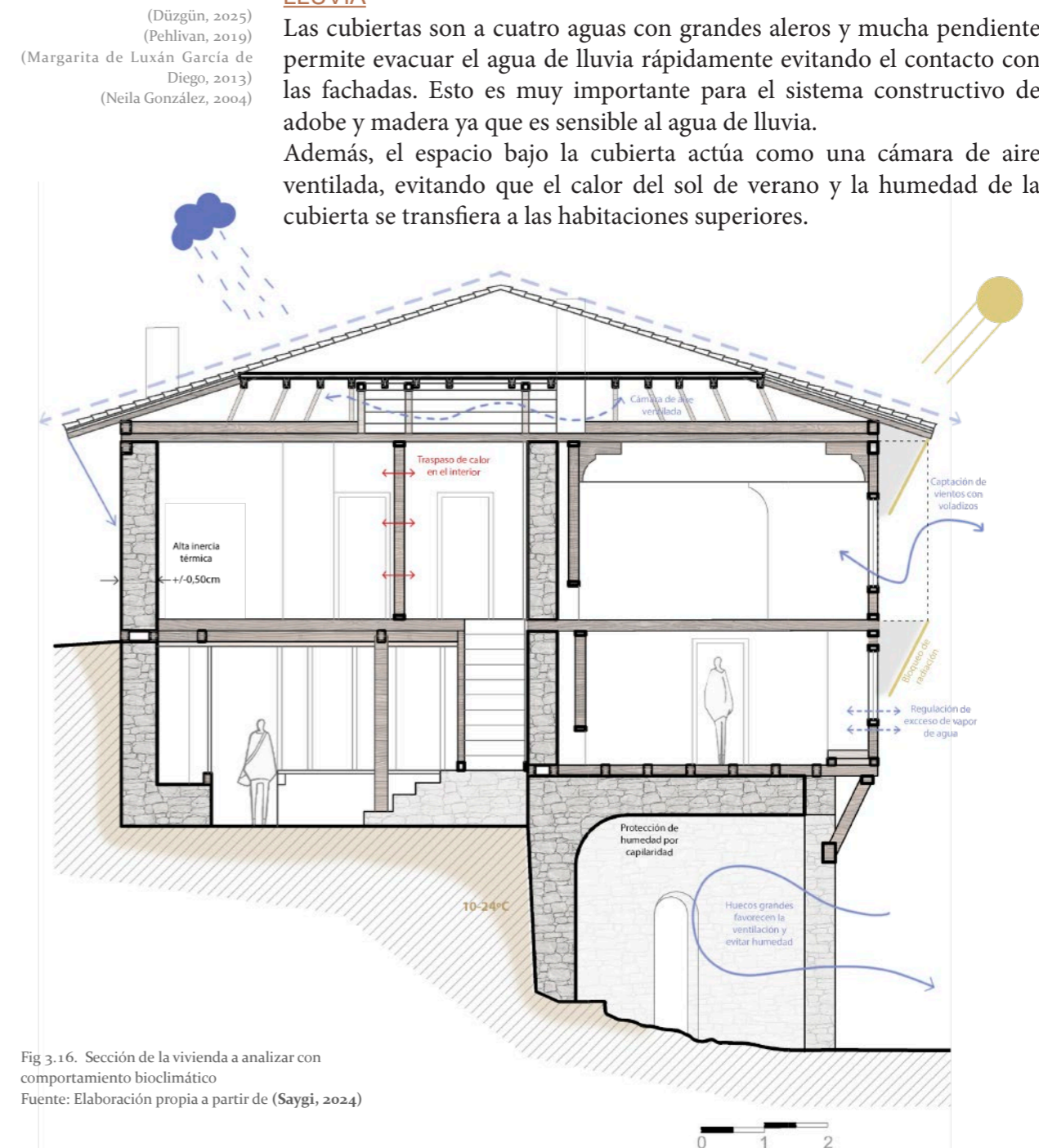


Fig 3.16. Sección de la vivienda a analizar con comportamiento bioclimático  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Saygi, 2024)

# CAPADOCIA

Latitud 34.522  
Longitud 38.767  
Cota sobre el nivel del mar 945 m

“Adem'den bu yana neslim getirdi, Bana türlü türlü meyve yedirdi, Her gün beni tepesinde götürdü, Benim sadık yarım kara topraktı.”

“Desde Adán trajo mi descendencia, me alimentó con frutos de todo tipo, todos los días me llevó sobre su espalda, mi fiel amada es la tierra negra.”  
Aşık Veysel (poeta). Kara Toprak

# 04

## LOCALIZACIÓN

Capadocia está determinada por sus límites provinciales, pero sobre todo queda definida por sus características geomorfológicas propias de la región.

Se localiza en la meseta central de Anatolia y sus límites arquitectónicos son al norte el río Kizilirmak; al oeste Aksaray y el Tuz Gölü (Lago salado); al sur la ciudad de Nigde y Hasandağı (monte Hasan); y al este Erciyes Dağı (Montañas Erciyes) y los asentamientos de Kayseri (İncesu y Yeşilhisar).<sup>1</sup>

El Castillo de Ortahisar se encuentra en la ciudad de Ortahisar, en la provincia de Nevşehir, en la región de Anatolia Central.



1. (Özata, 2015)

Fig 4.1. Vista desde el Castillo de Ortahisar  
Fuente: Turkish Archaeological News (Miszczak, Izabela, 2016)

Fig 4.2. Castillo de Ortahisar y alrededores  
Fuente: Turkish Archaeological News (Miszczak, Izabela, 2016)

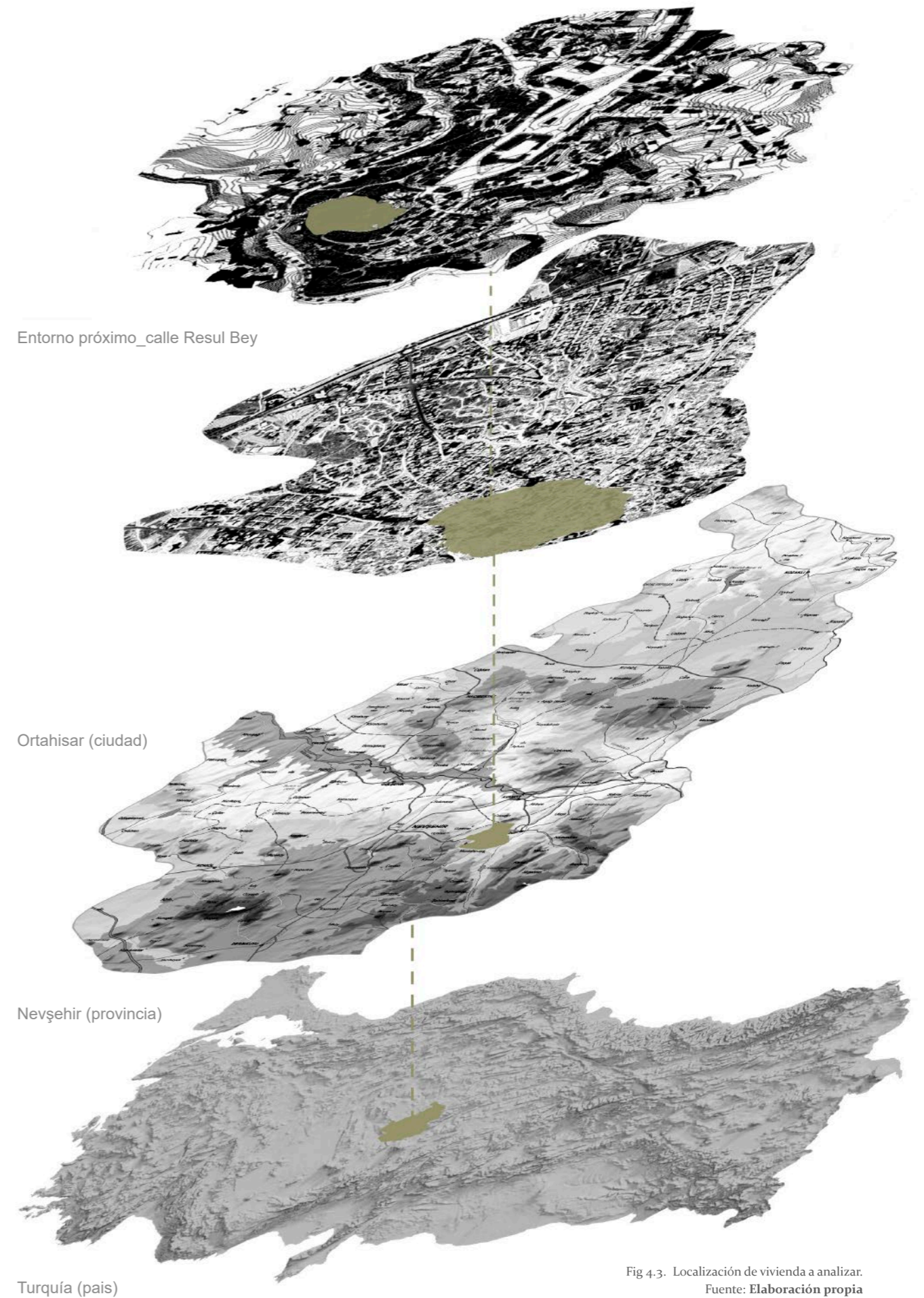


Fig 4.3. Localización de vivienda a analizar.  
Fuente: Elaboración propia

## 🌐 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Hace tres millones de años tuvieron lugar las erupciones de los volcanes Hasan y Ercyresm, los cuales provocaron la cubrición de la meseta de Anatolia con el material de la toba, una piedra blanda compuesta por lava, cenizas y barro.

La toba volcánica es una roca porosa, lo que le confiere ligereza y propiedades aislantes. Estas propiedades hacen que sea fácilmente excavable ya que es blanda. Además, tiene bajo coeficiente de conductividad térmica, lo que le convierte en buen aislante térmico. La forma de habitar esta roca ha ido evolucionando desde refugios hasta redes subterráneas.

Esta región es una meseta extensa, irregular y árida, bordeada por altas cordilleras, que se divide en numerosas cuencas ocupadas por pantanos y barrizales.<sup>2</sup>

2. (Neila González, 2004)

## 📖 CONTEXTO HISTÓRICO

Esta región se sitúa en un punto estratégico entre Europa y Asia, lo cual la convirtió en objetivo para persas, macedonios y romanos durante muchos años. Esto hizo que sus habitantes necesitaran asentamientos seguros.

La época en la que este tipo de asentamientos tuvo más relevancia fue durante la época medieval, cuando muchos de los primeros cristianos bizantinos durante la persecución de su religión en el Imperio romano huyeron a la zona de Capadocia. Esta se convirtió en lugar de peregrinaje donde los cristianos comenzaron a construir fácilmente sus refugios para protegerse. Debido a estos asentamientos encontramos gran presencia de monasterios, iglesias, capillas....

Estas viviendas estuvieron habitadas hasta 1950, cuando el gobierno turco realojó a las familias debido a posibles desprendimientos.<sup>3</sup>

3. (Saykili, 2017)



Fig 4.4- Castillo de Ortahisar  
Fuente: Turkish Archaeological News (Miszczak, Izabela, 2016)

## 🏠 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

El suelo volcánico, rico en minerales, favoreció una agricultura especializada, sobretudo la viticultura. Capadocia cuenta con una de las industrias vinícolas más antiguas del mundo, que se remonta a unos 4.000 años, con los hititas, los primeros en reconocer las cualidades vitivinícolas del suelo volcánico y en excavar bodegas en la roca. La toba volcánica, permitió crear bodegas subterráneas, almacenes y silos.

Muchas viviendas excavadas integraban espacios productivos domésticos, donde se combinaban vida familiar y trabajo artesanal, sobretudo de alfombras y ropas.

Las poblaciones existentes en la región son de escasa densidad, lo que la ha permitido crecer de manera orgánica sin alterar el paisaje.<sup>4</sup>

4. (Özata, 2015)

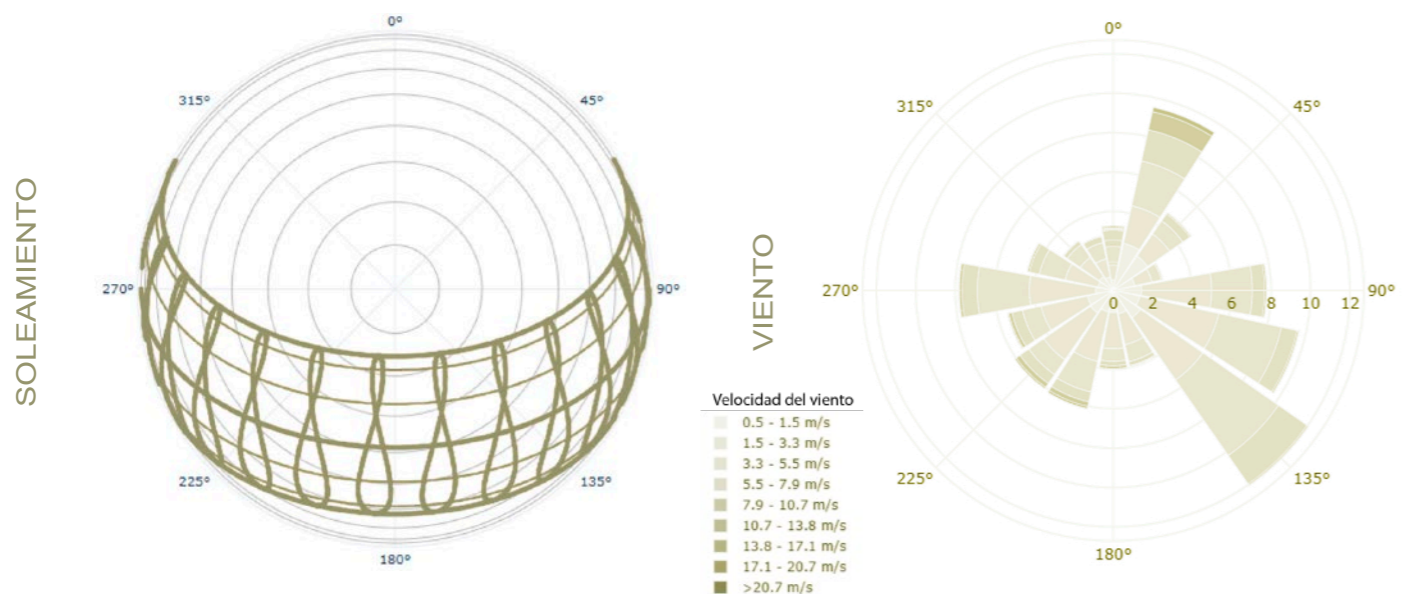
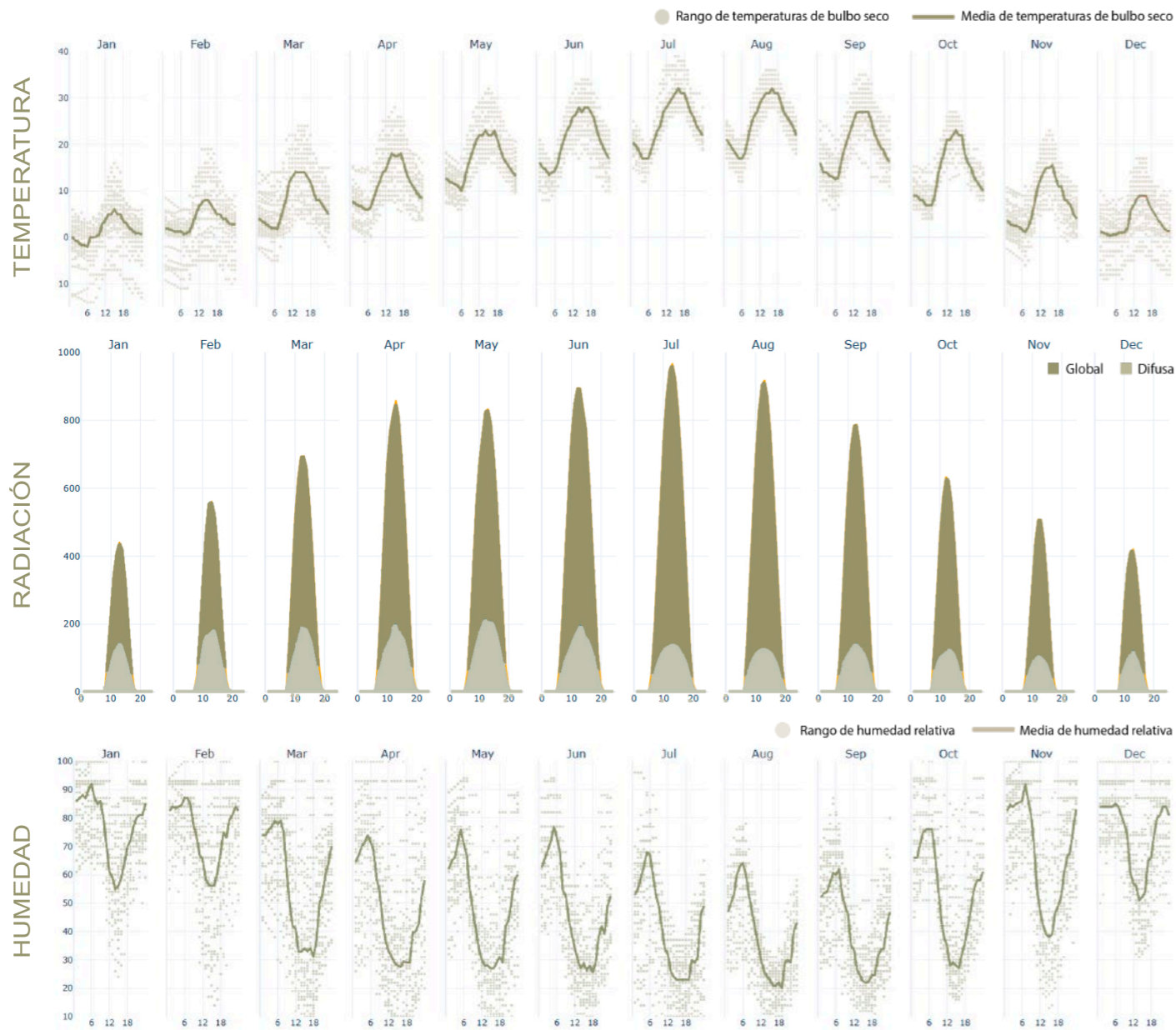


Fig 4.5- Ciudad Subterránea  
Fuente: Archdaily (Whitworth, Rob, 2017)



Fig 4.6- Castillo de Ortahisar  
Fuente: Turkish Archaeological News (Miszczak, Izabela, 2016)

# CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS



A partir de estas gráficas y de las fuentes citadas se obtienen los datos más relevantes para el posterior análisis bioclimático de las viviendas:

## TEMPERATURA

gráfica diaria de temperatura de bulbo seco

Hay una gran amplitud térmica, oscilando las temperaturas entre 40 y -10°C. Esto es debido a la altitud del territorio y a su ubicación en zona interior alejada del mar. Los inviernos son fríos, con temperaturas medias de -1° y los veranos son calurosos durante el día (30° de media) y más frescos durante la noche (12° de media). La temperatura media anual es de 13°C. La temperatura máxima a un 99% de humedad es de 34°C y la mínima es de -7°C al 1% de humedad.

## RADIACIÓN

radiación solar horizontal global y difusa (Wh/m²)

La radiación es alta, llegando a recibir niveles de 1000Wh/m². Esto es consecuencia de la escasa nubosidad y la calidad del aire. La radiación horizontal acumulada anual es de 1845.35 kWh/m² y el porcentaje de radiación horizontal difusa es de 27,6%.

**PRECIPITACIONES:** La precipitación anual es de aproximadamente 432mm. En agosto es el nivel más bajo de precipitaciones con 4 mm registrados y en abril la ñayor cantidad, con 61 mm registrados.

## HUMEDAD

gráfica diaria de humedad relativa

La humedad relativa es baja durante el día debido a la alta radiación y alta durante la noche por estabilización atmosférica. El mes con la humedad relativa más baja es julio con 34,65 y más alta es enero con 71,86. La humedad relativa anual es de 55-65%. En esta humedad afecha el relieve de la zona, ya que en los fondos de valles se acumula la humedad y las laderas son ambientes más secos.

## SOLEAMIENTO

carta del recorrido del sol

El mes que recibe más horas de sol diarias es julio, con una media de 12,57 horas. Y el mes que registra menor número de horas es enero, con 6,52 horas al día de media. El sol alcanza una altura elevada al mediodía (70-75°) y baja durante el invierno (25-30°) al mediodía.

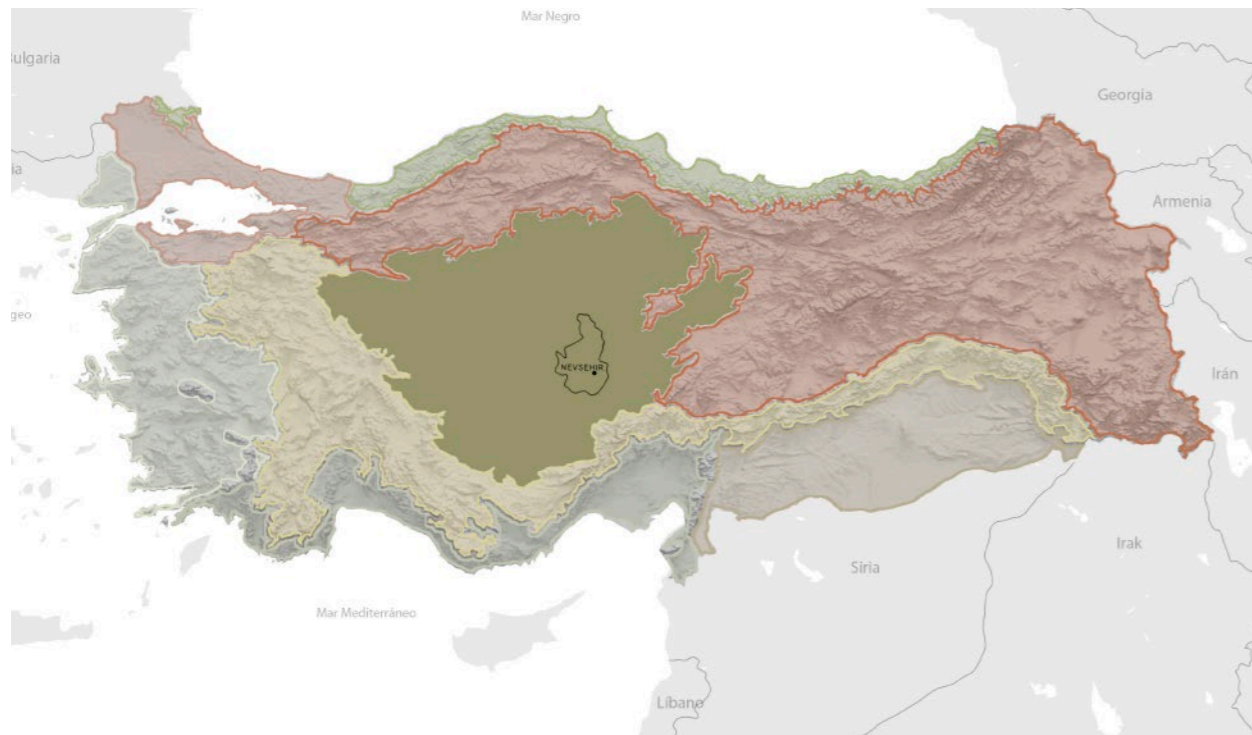
## VIENTO

rosa anual de viento

La velocidad del viento es relativamente alta siendo la máxima entre 10-15m/s. Se mantiene de forma bastante uniforme de día y de noche, lo que deriva de la configuración del relieve de la zona. En las zonas altas de ladera la intensidad del viento es mayor y en valles la incidencia es más baja.

Fig 4.7. Gráficas climáticas  
Fuente: (G.Betti, 2023)

(Turkish State Meteorological Service, 2026)  
(Climate Consultant 6.0, 2023)  
(G.Betti, 2023)  
(Crawley & Lawrie, 2022)  
(Climate Data, 2021)



MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS con provincia de Nevşehir identificada

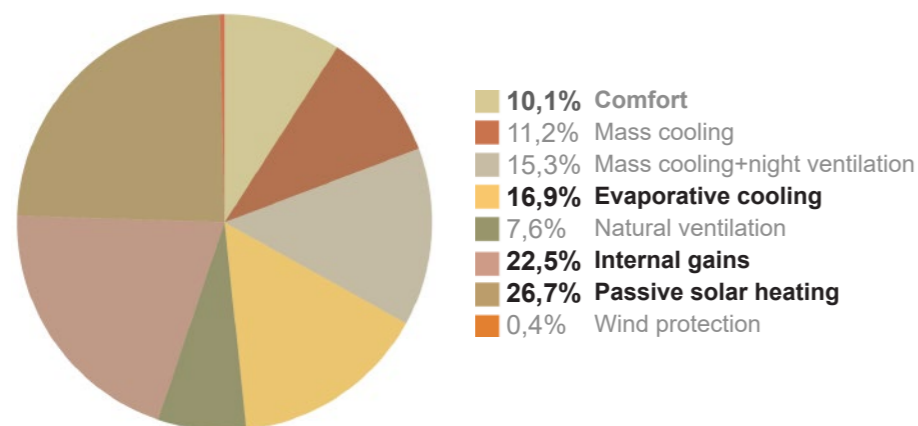
Capadocia se encuentra, según la clasificación climática Köppen-Geiger, dentro del tipo Bsk, lo que corresponde con un clima semiárido frío de estepa, característico de la meseta interior continental de Turquía. Este clima se define por bajas precipitaciones anuales, humedad relativa moderada-baja, y una marcada amplitud térmica. La región climática corresponde con Anatolia Central, presentando un paisaje de colinas abiertas con cobertura herbácea y elevada insolación.<sup>5</sup>

5. (Andrew Marsh, 2018)

Todas estas características climáticas se obtienen de los archivos meteorológicos de “Kapadokya. AP, TUR”, con una longitud de 34.533, una latitud de 38.767 y una elevación media sobre el nivel del mar de 945 m.<sup>6</sup>

6. (G.Betti, 2023)

Con estas características climáticas y a partir del gráfico psicrométrico se extraen las principales soluciones arquitectónicas bioclimáticas teóricas para alcanzar la situación de confort:



Con estas estrategias pasivas se consigue un **52,20%** de situación de confort

Fig 4.8. Diagrama circular de soluciones climáticas para alcanzar el confort. Fuente: Elaboración propia a partir de (Climate Consultant 6.0, 2023)

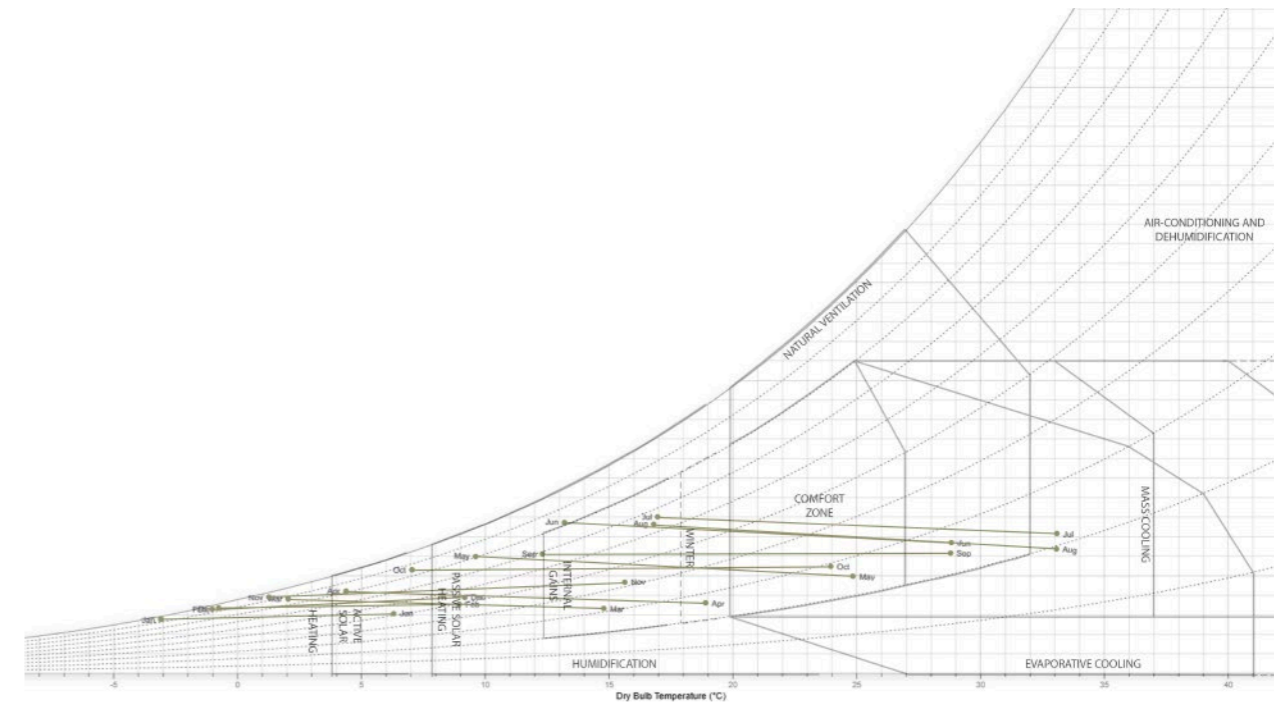
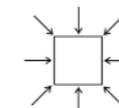


Fig 4.9. Psychrometric chart Fuente: (Andrew Marsh, 2018)

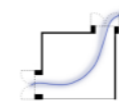
GRÁFICO PSICROMÉTRICO



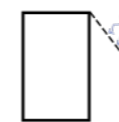
Debido a la alta amplitud térmica de la región, la inercia térmica del terreno actúa como acumulador de calor y frío, manteniendo el interior con temperaturas estables.



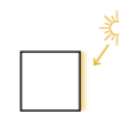
Para mantener estabilidad térmica en las viviendas, se generan espacios compactos y pequeños para maximizar el confort térmico.



La ventilación cruzada o ventilación por principio de convección es esencial para este clima, ya que estos sistemas regulan la renovación del aire y el control de la humedad.



La velocidad del viento es alta y constante, por lo que para evitar pérdidas energéticas por infiltración se minimizan los puentes térmicos.



Al tratarse de una arquitectura enterrada, la entrada de luz solar es muy reducida, por lo que se tiende a la apertura de pequeños huecos que permitan la entrada de luz dispersa.

Fig 4.10. Símbolos de estrategias constructivas. Fuente: Elaboración propia a partir de (F. Javier Neila González, 2004)

## SISTEMA CONSTRUCTIVO

Los tipos constructivos presentes en esta región son diversos, como resultado directo de la versatilidad morfológica y estructural de la roca de toba volcánica, que permite múltiples formas de excavación y adaptación al terreno. A continuación, se describen las principales tipologías arquitectónicas desarrolladas, aunque el estudio se desarrollará sobre el Castillo de Ortahisar, que servirá como referencia para el análisis.

### CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS GENERALES

Las viviendas excavadas se realizan cortando la toba con una herramienta similar a la azuela. Debido a las propiedades de la toba antes mencionadas, es un material fácil de excavar y posteriormente endurece lentamente al contacto con el aire. Debido a este proceso de endurecimiento lento, la excavación y formación de las viviendas puede durar tres años.

No hay elementos estructurales añadidos, únicamente se usa la madera para las aberturas generadas y en los solados se mantiene la toba, utilizando en la mayoría de casos alfombras en los locales de mayor importancia.

Las viviendas suelen ser en su mayoría de planta cuadrada rectangular, irregular, compacta y cerrada al exterior.

### CHIMENEAS DE HADAS

Los primeros asentamientos de la región casas excavadas en la roca de las laderas de los valles. La erosión generada por la fuerza del viento fue modificando la forma de la roca y creó pináculos en forma de cápsula, que se denominan “Chimeneas de Hadas”.

Las chimeneas de hadas, que se encuentran principalmente en Avcilar, Uchisar y Ortahisar y contienen establos, espacios habitables y palomares situados en diferentes pisos. Estas excavaciones se han ido realizando según las necesidades de los habitantes, sin planos ni organización específica. El Castillo de Ortahisar forma parte de este tipo.<sup>6</sup>



6. (Neila González, 2004)

Fig 4.11. Chimeneas de hadas de Göreme  
Fuente: Archdaily (Whitworth, Rob, 2017)



Fig 4.12. Castillo de Ortahisar  
Fuente: Turkish Archaeological News (Miszczak, Izabela, 2016)



Fig 4.13. Interior del Castillo de Ortahisar  
Fuente: Turkish Archaeological News (Miszczak, Izabela, 2016)

### CASTILLO DE ORTAHISAR

El castillo de Ortahisar está situada en el centro histórico del pueblo de Ortahisar. El castillo está excavado directamente en la gran columna de toba, siendo esta una de las chimeneas de hadas más grandes de la región. El interior de la estructura presenta una red de habitáculos, pasillos, cámaras y espacios interconectados, muchos de ellos pensados para ser utilizados como almacenamiento, vivienda o áreas defensivas.

Debido a la continua erosión natural del material volcánico, el castillo sufrió deterioros y estuvo cerrado al público a principios del siglo XXI por motivos de seguridad. Tras un proceso de restauración iniciado en 2004 y completado en 2013, fue reabierto para visitantes, pudiéndose ascender por escaleras y accesos habilitados.<sup>7</sup>

### MUSEO AL AIRE LIBRE

El museo al aire libre se localiza en Göreme y está declarado Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO. Constituye uno de los ejemplos más extensos y significativos de asentamiento excavado en los relieves volcánicos del territorio, desarrollado mediante un sistema complejo de niveles superpuestos, recorridos internos y espacios interconectados. Además, alberga uno de los conjuntos más relevantes de capillas y viviendas excavadas, con frescos pintados sobre yeso seco, cubiertas abovedadas talladas en la roca y relieves escultóricos de temática religiosa.<sup>8</sup>

### CIUDADES SUBTERRÁNEAS

Se calcula que las ciudades subterráneas podrían tener más de 3500 años, aunque se han ido modificando a lo largo del tiempo.

Todas las ciudades subterráneas debían tener como mínimo un canal de ventilación para que se produjera el intercambio de aire entre el exterior e interior.

En ciudades grandes como Derinkuyu se han encontrado hasta 53 conductos de ventilación con incluso hasta 85 m de profundidad.<sup>9, 10</sup>



Fig 4.14. Castillo de Uchisar  
Fuente: Archdaily (Whitworth, Rob, 2017)

7. (Özcan Abdik, 2013)

8. (Başak Tongal, 2014)

9. (Başak Tongal, 2014)

10. (Neila González, 2004)



Fig 4.15 Plantas del Castillo de Ortahisar.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Özata & Görün Arun, 2018)

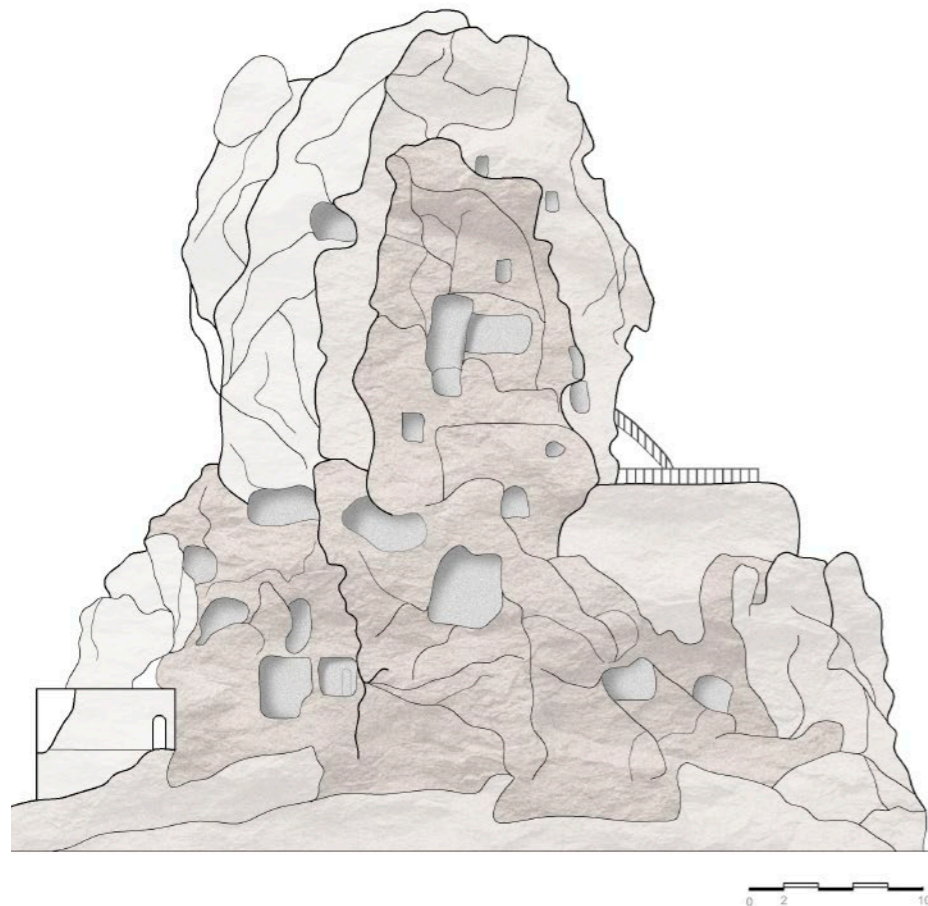
Esta ventilación se realiza a partir de pozos excavados hasta máxima profundidad, que funcionan como chimeneas de las que se extrae el aire caliente y denso del interior y se renueva con aire del exterior.

Los espacios de la ciudad subterránea se encuentran conectados a través de túneles, escaleras o agujeros en el suelo de diferentes tamaños y cumplen funciones como de bodegas, cocinas, dormitorios, salones, pozos de agua, almacenes, armería, establos, iglesias ... Estos espacios se agrupan en secciones seguras, las cuales se dividen por rocas redondas (muchas veces ruedas de molino) a modo de puerta, bloqueando los accesos con una clara función defensiva. Estas puertas se usaban en situaciones de emergencia las cuales se cerrarían en caso de asedio para facilitar la defensa de la ciudad.

Las dos ciudades subterráneas más grandes de Capadocia descubiertas son Derinkuyu y Kaymakli (con 8 pisos bajo tierra), pero se cree que pueden existir más de 30 ciudades subterráneas, algunas de ellas comunicadas entre sí.

#### SISTEMA CONSTRUCTIVO

Debido a las características de la toba, lo primero que se excava son los túneles verticales de ventilación, lo cual permite la aireación de las estancias que se van excavando. De esta manera se van creando superficies horizontales ya que la roca endurecida posee una resistencia suficiente si se realiza la excavación con suficiente lentitud. Esto explica la duración de aproximadamente tres años en su construcción.<sup>13</sup>



11. (Başak Tongal, 2014)

12. (Neila González, 2004)

13. (Binan, 2016)

Fig 4.16. Alzado del Castillo de Ortahisar.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Özata & Görün Arun, 2018)

#### CASAS MIXTAS. Excavadas en la roca y de mampostería

Estas viviendas, formadas por la adición de sistemas de mampostería a unidades excavadas en la roca, se pueden encontrar tanto en terrenos llanos como en las laderas.

##### • En Terreno Llano

Las casas ubicadas en terrenos llanos, como en Derinkuyu y Kaymakli, son viviendas muy desarrolladas que se han creado mediante la superposición de casas de mampostería sobre unidades subterráneas excavadas en la roca. Los espacios subterráneos se utilizan generalmente para almacenamiento de alimentos, establos y apriscos, mientras que los espacios habitables se encuentran sobre el nivel del suelo.

La cimentación puede ser de mampostería y también de roca tallada, lo que proporciona un soporte rocoso.

##### • En Laderas

Las casas situadas en laderas con sistemas combinados de excavación en roca y mampostería se forman mediante la construcción de un muro delante de las unidades excavadas o la adición de una construcción completa de mampostería.

Estas casas, que son una transición entre la tradición de las casas excavadas en la roca y las casas de mampostería, mantienen las características de final abierto y multiplicación.<sup>14</sup>

14. (Özata & Görün Arun, 2018)

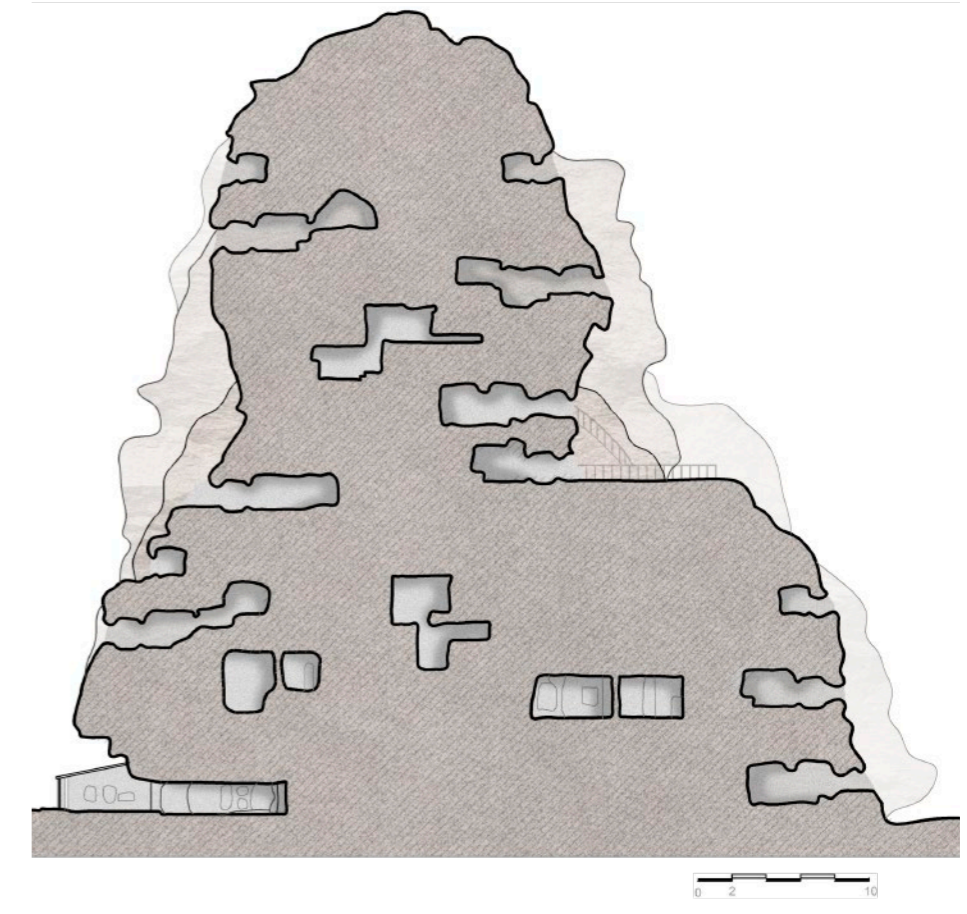


Fig 4.17. Sección del Castillo de Ortahisar.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Özata & Görün Arun, 2018)

## COMPORTAMIENTO BIOCLIMÁTICO

Todas estas características constructivas y formales se corresponden con su entorno climático y responden de manera específica a estas situaciones:

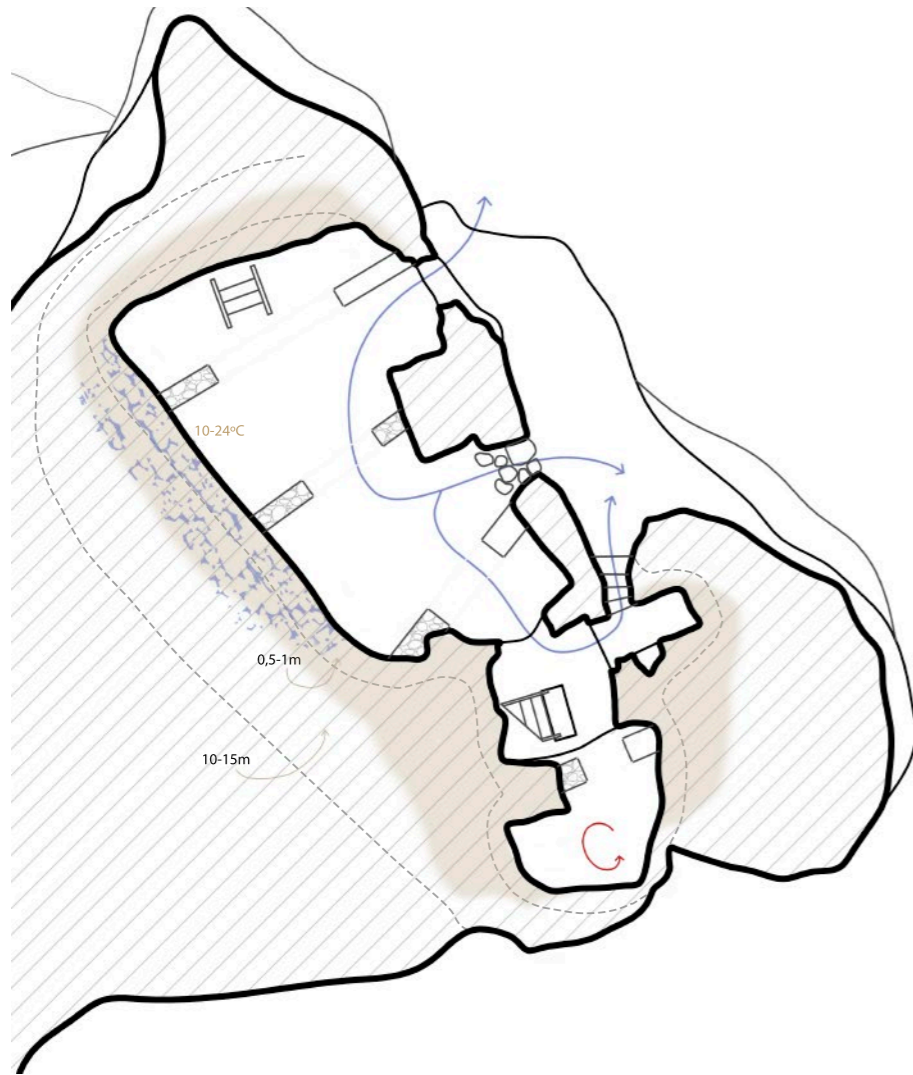
### INERCI A TÉRMICA

Dada la gran amplitud térmica de la región, la inercia térmica del terreno actúa como gran acumulador de calor y frío, atenuando la transferencia de temperatura entre el interior y el exterior.

En las ciudades enterradas, la estabilidad térmica es alta debido al terreno en el que se ubican. Entre 0,5 m y 1,5 m la temperatura es prácticamente constante y coincide con la temperatura media diaria y a partir de 10m-15m coincide con la temperatura media anual. Las únicas estancias que se ven afectadas por los fenómenos climáticos son las más superficiales.

### HUMEDAD

Los pozos de ventilación verticales de las ciudades subterráneas funcionan mediante principio de convección natural (la diferencia de temperatura y densidad entre el aire interior, más caliente y denso, y el exterior genera una corriente de succión).



(Margarita de Luxán García de Diego, 2013)  
(Neila González, 2004)

Fig 4.18. Planta del Castillo de Ortahisar con comportamiento bioclimático.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Özata & Görün Arun, 2018)

Este sistema regula la renovación de aire y la humedad relativa interna, además de garantizar la ventilación cruzada entre los túneles.

Además, la porosidad de la toba permite cierta regulación de la humedad.

### PROTECCIÓN FRENTE AL VIENTO

La velocidad del viento es alta y constante, lo que podría generar pérdidas energéticas por infiltración. Para evitar esto las viviendas presentan una morfología compacta, minimizando la superficie expuesta y carecen de elementos estructurales añadidos, reduciendo puentes térmicos.

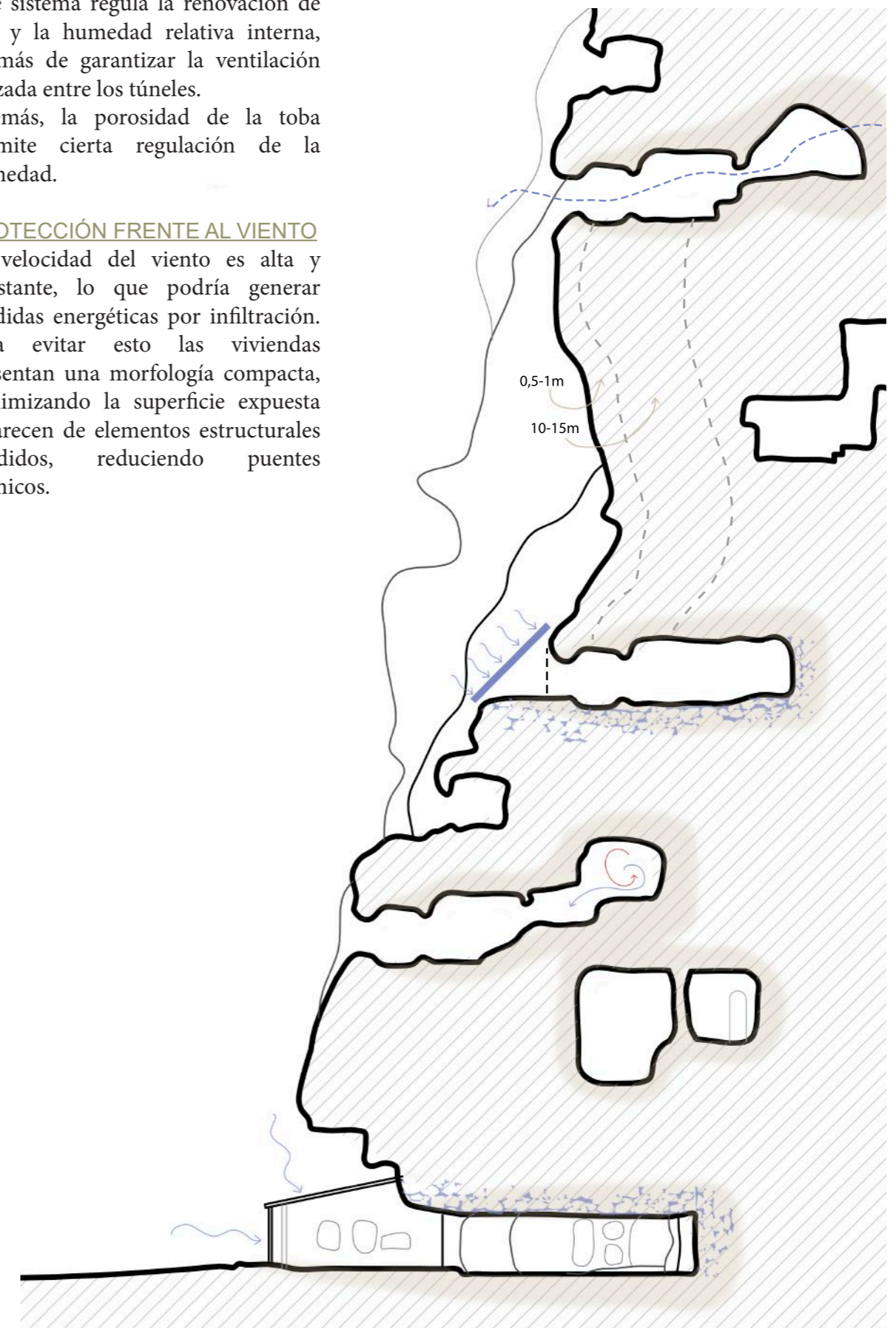


Fig 4.19. Sección del Castillo de Ortahisar con comportamiento bioclimático.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Özata & Görün Arun, 2018)

# HARRAN

Latitud 37.1604  
Longitud 38.7867  
Cota sobre el nivel del mar 549 m



# 05

“Ben topragım, insanım; birbirimizden ayrı degiliz.”

Soy tierra y soy humano; no estamos separados.  
Aşık Veysel

LOCALIZACIÓN

Harran es un pueblo de la provincia de Şanlıurfa en la región del sureste de Anatolia. Está ubicado cerca de la frontera con Siria, a 44 kilómetros de la ciudad de Şanlıurfa. Es uno de los antiguos asentamientos del norte de Mesopotamia, situada entre los ríos Éufrates y Tigris por lo que su ubicación estratégica entre las culturas de Mesopotamia y Anatolia la convirtió en un punto de encuentro e influencia mutua entre ambas civilizaciones.<sup>1</sup>



1. (Kemal Yildirim, 2015)

Fig 5.1. Harran  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

Fig 5.2 Vista de la casa Tarihi Kümbet  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

Fig 5.3 Harran  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

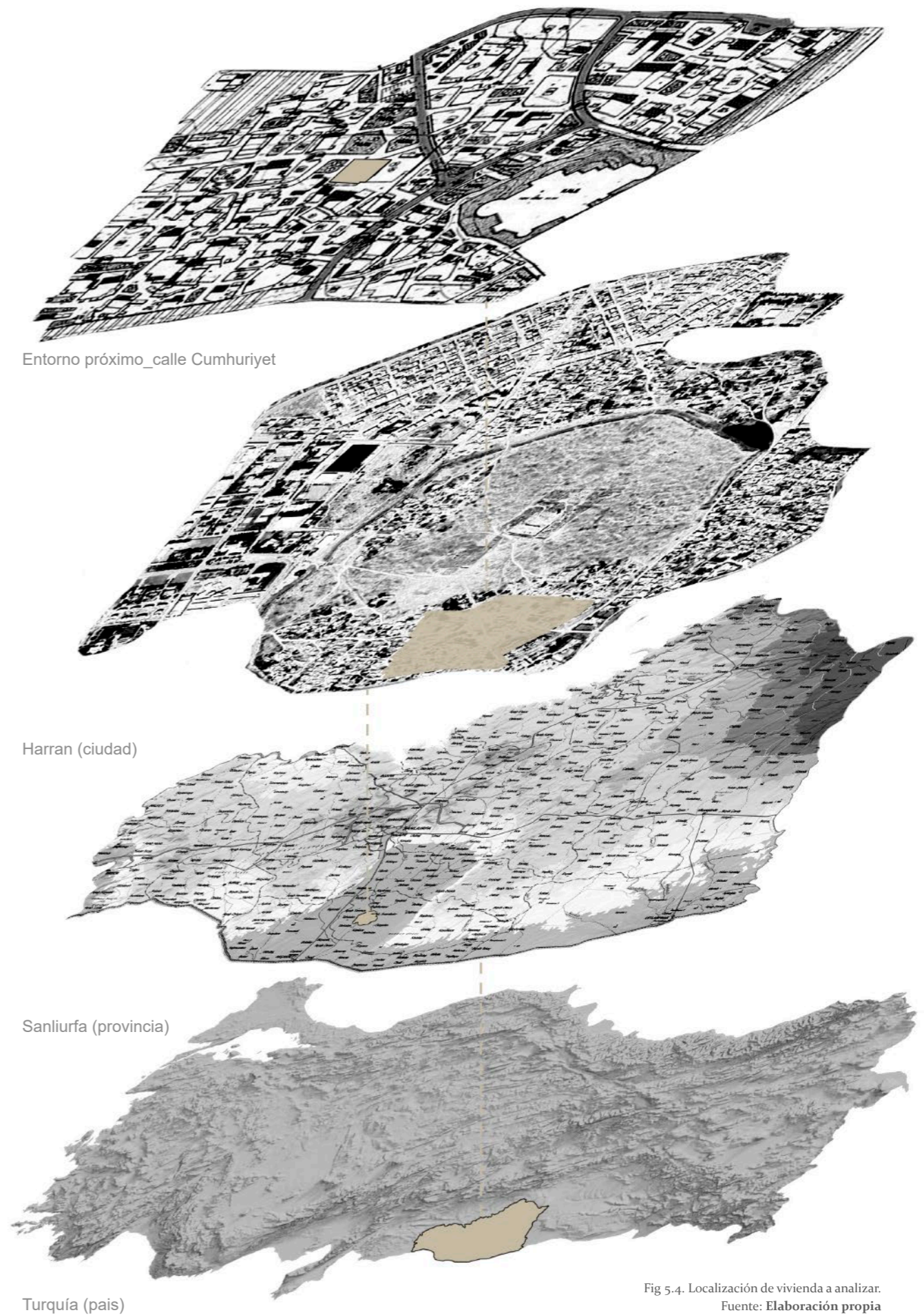


Fig 5.4. Localización de vivienda a analizar.  
Fuente: Elaboración propia

## 🌐 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La llanura está cubierta por potentes capas de sedimentos del Pleistoceno y Holoceno. Estos consisten principalmente en limos, arcillas y arenas finas transportados por la erosión de las montañas próximas y depositados por antiguos cursos de agua.

El alto contenido de arcilla en el suelo de la llanura proporciona la plasticidad y cohesión necesarias para fabricar ladrillos de adobe que no se agrieten excesivamente al secarse y que mantengan su integridad estructural.

De las elevaciones que rodean la llanura se extraía la cal para los morteros y el blanqueado de las viviendas, así como piedras para los cimientos de las casas de adobe.<sup>2,3</sup>

2. (Aydemir, 2020)

3. (Gülmüş, 2023)

## 📖 CONTEXTO HISTÓRICO

Harran ha sido, un centro religioso y cultural para muchas civilizaciones. Aunque es un asentamiento pequeño, ha pasado por un proceso de desarrollo significativo y conserva huellas de diversas culturas. Es considerado uno de los primeros centros científicos del mundo (junto con lugares como Atenas, Mardin y Şanlıurfa), debido a que la primera universidad del mundo se encontraba aquí.

El nombre “Harran” aparece en antiguos textos históricos como Harranu(m), que significa “camino de caravanas”. Las excavaciones arqueológicas en la región han revelado asentamientos que datan de entre el 8000 y el 10000 a.C.<sup>4</sup>

Las viviendas con cúpula de Harran reflejan la influencia de las civilizaciones mesopotámicas, especialmente los asirios, cuyos relieves muestran formas arquitectónicas similares. Excavaciones en Mesopotamia han revelado viviendas con cúpulas de planta cuadrada y patios datadas hacia el 700 a.C., con diámetros de entre 5 y 10 metros.

Las viviendas que persisten actualmente tienen de entre 70 y 150 años, aunque su forma y técnica han evolucionado con el tiempo.

Actualmente, se han identificado 32 edificaciones diferentes en la región de Harran.

4. (Hazırlayan, 1993)

5. (Kemal Yildirim, 2015)



Fig 5.5. Casa Tarihi Kümbet  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

## 👤 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Actualmente, casi toda la población de Harran está compuesta por ciudadanos turcos de origen árabe, por lo que predomina esta cultura. Toda la población habla turco, mientras que el 19% también habla árabe y el 10% kurdo.

Una de las razones por la que las viviendas funcionan como módulos independientes adosados es porque que las casas se adaptan a las necesidades familiares y modifican su función según el ciclo de vida. De esta manera permiten su ampliación a medida que la familia crece, posibilitando el adosamiento de módulos y la generación de nuevas configuraciones. Además, estos espacios neutros permiten diferentes funcionalidades, por ejemplo, una unidad que sirve como cocina en verano puede convertirse en una sala de estar con horno en invierno. La tipología constructiva varía en función del número de usuarios, sus necesidades y demandas.

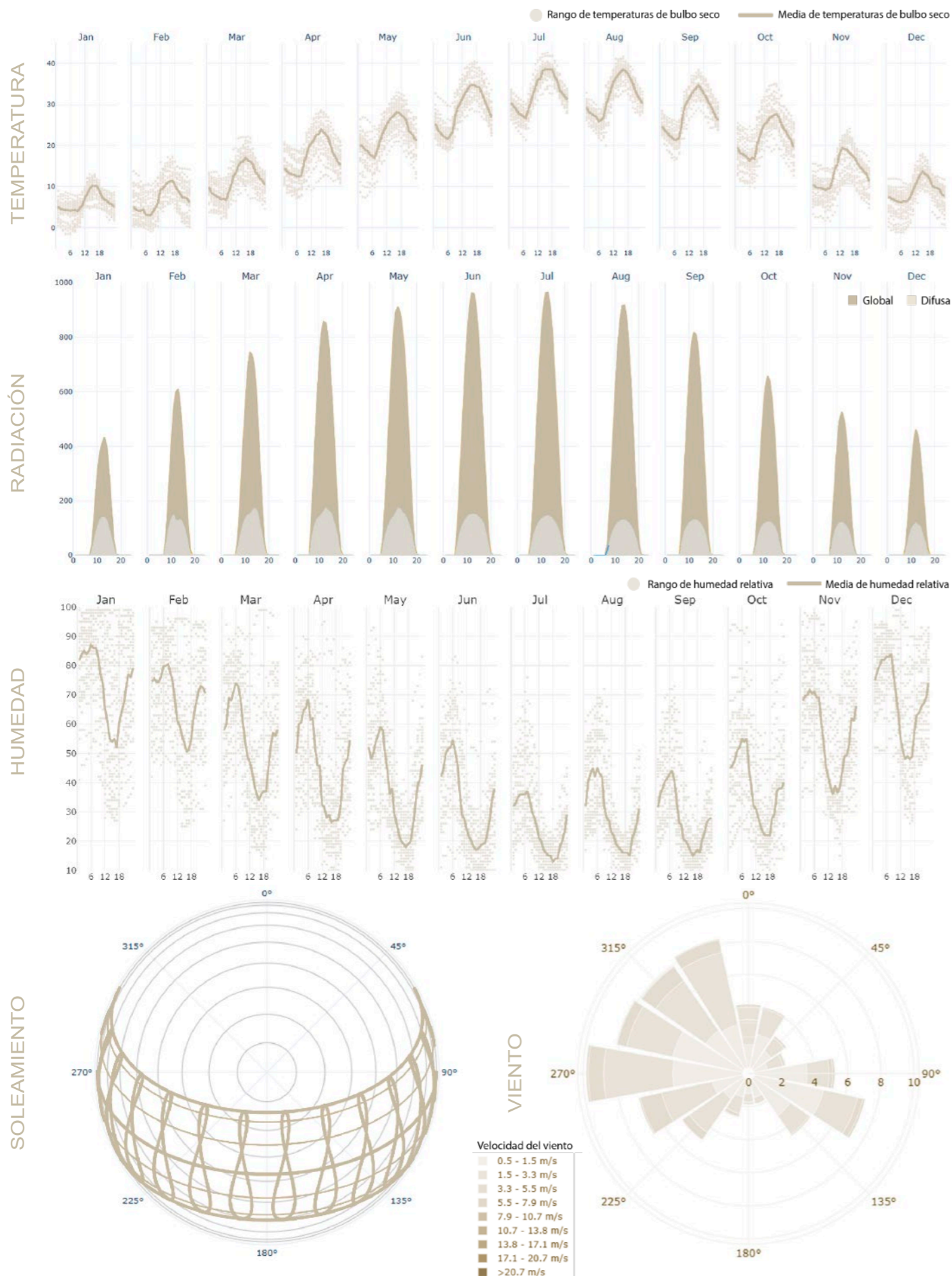
Hasta la década de 1980, estas viviendas se utilizaban como residencias familiares. En la actualidad, muchas han sido abandonadas o reconvertidas en espacios de almacenamiento o uso ganadero, mientras que solo unas pocas se conservan con fines turísticos. La mayoría de los habitantes actuales residen en un nuevo asentamiento, ubicado aproximadamente a 2 km del área arqueológica.<sup>6</sup>

6. (Kemal Yildirim, 2015)



Fig 5.6 Casa Tarihi Kümbet  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

# CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS



A partir de estas gráficas y de las fuentes citadas se obtienen los datos más relevantes para el posterior análisis bioclimático de las viviendas:

## TEMPERATURA

gráfica diaria de temperatura de bulbo seco

Durante el día, las temperaturas alcanzan valores elevados, mientras que por las noches suelen descender entre 5-10°C de media. La temperatura media anual es de 19,2°C, la máxima es de 39,3°C al 99% de humedad y la mínima de 0,6°C al 1% de humedad.

## RADIACIÓN

radiación solar horizontal global y difusa (Wh/m²)

La radiación se suele dar en niveles altos y consistentes, distribuidos de manera relativamente uniforme a lo largo del año. La radiación solar horizontal anual acumulada es de 1932.31 kWh/m² y el porcentaje de radiación solar difusa horizontal es de 24,4%.

**PRECIPITACIONES:** En un año, la precipitación es de 293 mm. El mes con los niveles de precipitación más bajos es julio ya que no se registran precipitaciones. El mes de enero registra la mayor cantidad de precipitación, con un valor medio de 53 mm.

## HUMEDAD

gráfica diaria de humedad relativa

La humedad relativa es baja, la cual aumenta ligeramente por la noche. Se encuentra en las localizaciones con humedad más baja de las seleccionadas. Como consecuencia del clima seco de la región y de las escasas precipitaciones, no se observa mucha vegetación.

## SOLEAMIENTO

carta del recorrido del sol

Hay muchas horas de sol al año. En invierno alrededor de 6 horas de sol y en verano alrededor de 14,5 horas de sol, con gran inclinación solar. Se estima que Harrán recibe aproximadamente 3.900-4.000 horas de sol al año, lo cual es superior a muchos lugares de latitudes medias.

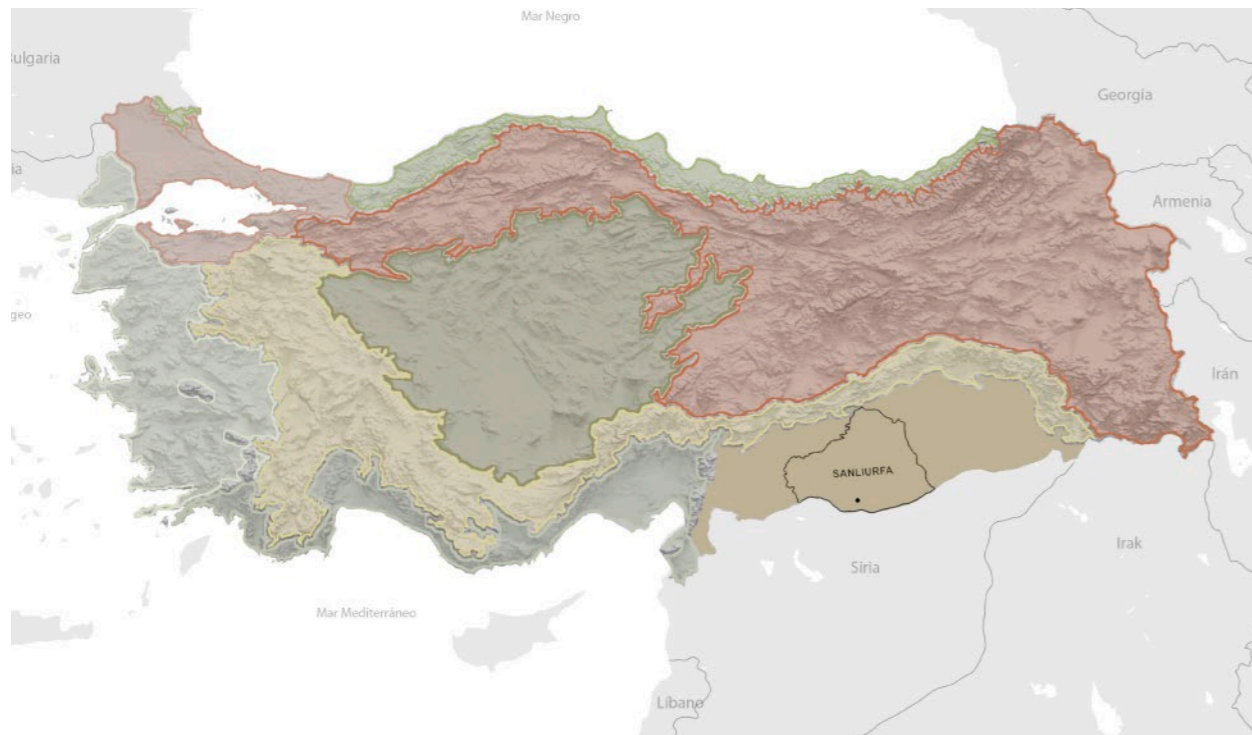
## VIENTO

rosa anual de viento

La velocidad del viento es muy baja y escasas veces supera los 5m/s. Las direcciones del viento oscilan entre norte y este. El viento tiene valores parecidos a lo largo del año, siendo los meses con más viento en verano.

Fig 5.7. Gráficas climáticas  
Fuente: (G.Betti, 2023)

(Turkish State Meteorological Service, 2026)  
(Climate Consultant 6.0, 2023)  
(G.Betti, 2023)  
(Crawley & Lawrie, 2022)  
(Climate Data, 2021)



MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS con provincia de Sanliurfa identificada

Harran se encuentra, según la clasificación climática Köppen-Geiger, dentro del tipo Bsh, lo que corresponde con un clima semiárido cálido de estepa. Esta tipología climática se caracteriza por precipitaciones escasas, baja humedad ambiental y temperaturas elevadas durante gran parte del año.

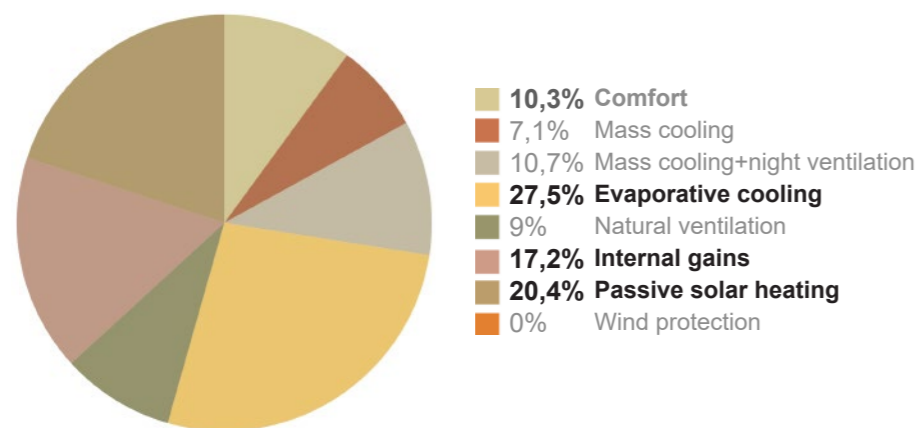
La región forma parte de las tierras bajas del sureste, una zona de transición climática donde se combinan rasgos del clima mediterráneo con condiciones propias de ambientes áridos.<sup>7</sup>

7. (Andrew Marsh. 2018)

Todas estas características climáticas se obtienen de los archivos meteorológicos de "Sanliurfa, TUR", con una longitud de 38.7867, una latitud de 37.1604 y una elevación media sobre el nivel del mar de 549 m.<sup>8</sup>

8. (G.Betti, 2023)

Con estas características climáticas y a partir del gráfico psicrométrico se extraen las principales soluciones arquitectónicas bioclimáticas teóricas para alcanzar la situación de confort:



Con estas estrategias pasivas se consigue un **63,70%** de situación de confort

Fig 5.8. Diagrama circular de soluciones climáticas para alcanzar el confort. Fuente: Elaboración propia a partir de (Climate Consultant 6.0, 2023)

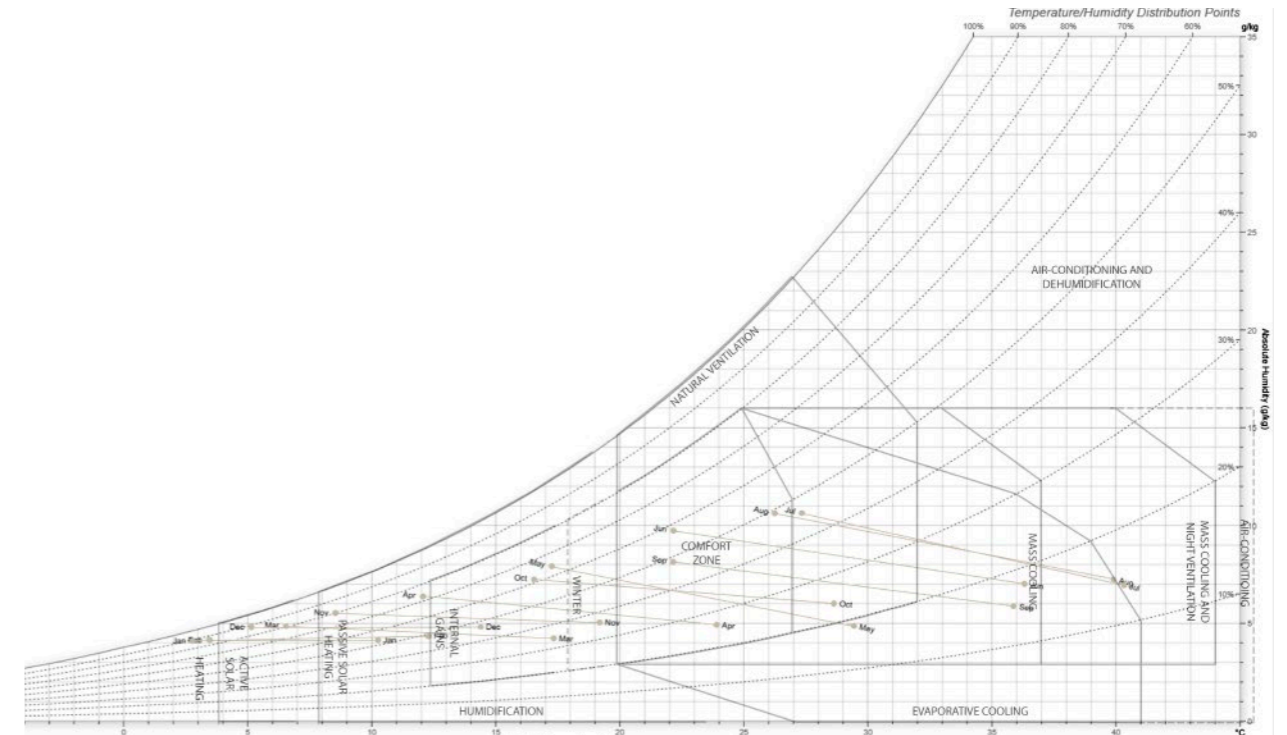
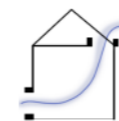


Fig 5.9. Psychrometric chart Fuente: (Andrew Marsh, 2018)

GRÁFICO PSICROMÉTRICO



La forma parabólica de la cubierta evita la ganancia térmica en el interior de la vivienda ya que esta forma hace que la mayor parte de los rayos solares no incidan perpendicularmente.



Debido a la baja velocidad del viento, se recurre al efecto chimenea para permitir la circulación del aire y la expulsión del aire caliente de la zona habitable.



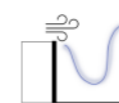
Debido a las altas temperaturas, la inercia térmica de los paramentos contribuye a absorber la radiación solar durante el día sin que penetre en el interior y expulsarla durante la noche.



Debido a las altas temperaturas y radiación solar, se minimizan los huecos para permitir la entrada de manera difusa a la vivienda.



Para revestir las superficies exteriores se usa cal, ya que esto permite que se refleje en mayor medida la radiación solar.



El patio alrededor del cual se organizan las viviendas ayuda a la amortiguación térmica, ya que el calor acumulado se libera por la noche y durante el día se mantiene fresco debido a la vegetación.

Fig 5.10. Símbolos de estrategias constructivas. Fuente: Elaboración propia a partir de (F. Javier Neila González, 2004)

## 🏠 SISTEMA CONSTRUCTIVO

### DESCRIPCIÓN FORMAL

Las viviendas están compuestas por módulos con cúpula agrupados en torno a un patio central. Cada unidad puede tener entre 2 y 6 cúpulas y están unidas por tabiques o arcos entre módulos. Se utilizan para diferentes funciones: sala de estar, cocina, almacén o establo.

Las paredes de la vivienda integran nichos destinados al almacenaje, algunos de los cuales cuentan con puertas de madera para resguardar los objetos. En cuanto a la distribución funcional, las cocinas se sitúan independientes del comedor y se conectan directamente con un almacén o despensa, mientras que las labores de cocción se trasladan al patio o se realizan en un fogón abierto. Por último, la ausencia de baños interiores desplaza los hábitos de higiene personal hacia el umbral de la entrada o al espacio abierto del patio.

El patio en estas viviendas cumple una función importante, ya es el espacio central de la vida diaria y su organización espacial recuerda a la vida nómada, aunque adaptada a un estilo de vida sedentario. El patio se encuentra rodeado por muros de piedra o ladrillo, contiene un pozo, zonas para animales y, en ocasiones, una tienda de pelo de cabra que sirve para dar sombra. En verano, se duerme al aire libre sobre plataformas.<sup>9</sup>

9. (Gülmüş, 2023)

### TIPOS DE VIVIENDA

#### PLANTA CIRCULAR

Las casas tienen planta circular y cubierta curva desde el suelo. En el muro se crean aberturas para puertas y ventanas mediante dinteles o arcos, y en su parte superior se colocan ladrillos construyendo el muro hasta 2-3 metros de altura. Cuando la abertura en el punto superior de la cúpula alcanza los 20-30 cm, se finaliza la construcción del muro y se recubre el exterior con adobe.

Dado que los espacios interiores de estas estructuras no son funcionales ni cómodos en términos de prácticas de uso y escala humana, hoy en día no se usan para vivienda sino como almacenes o establos.



Fig 5.11. Imagen de Harrán en 1900  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

#### PLANTA CUADRADA

Este tipo de vivienda tiene base cuadrada con una apertura interior de entre 3-4m, el muro es recto y sobre él se levanta la cúpula de ladrillo dispuestas en anillos que se estrechan progresivamente hasta formar una estructura cónica.

Es el más adecuado para agrupar varias unidades y gracias a la flexibilidad que ofrece en la organización espacial, puede responder a diferentes y cambiantes necesidades.

Las viviendas crecen de forma orgánica, sin un patrón modular fijo. A medida que la familia se expande, se añaden nuevos módulos. Pero independientemente de su número de módulos y disposición, se mantiene una coherencia estética y funcional.

Las viviendas pueden clasificarse como:

- **Unimodulares:** una sola cúpula con funciones múltiples
- **Bimodulares:** dos cúpulas conectadas por un arco o muro
- **Multimodulares:** varias cúpulas dispuestas en línea, L o U<sup>10</sup>

10. (Kemal Yildirim, 2015)

### DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

#### CIMENTACIÓN

La construcción comienza con la excavación del terreno hasta alcanzar una capa firme, a una profundidad aproximada de 40 a 60 cm. Sobre esta base se dispone una cimentación mixta de grandes bloques de piedra caliza unidas con barro y paja, con un grosor de 65 a 80 cm. Las piedras más resistentes se colocan en la parte inferior y los huecos se rellenan con piedras pequeñas o mortero de barro. Finalmente, se aplica una capa protectora de barro y paja para evitar la humedad del suelo. En algunos casos se usan los restos de estructuras en ruinas cercanas, e incluso se levantan directamente sobre restos antiguos.

#### MUROS

Una vez completada la cimentación, se levantan los muros perimetrales de 50-80cm de grosor, hasta una altura de 1,5 a 2 metros. Durante esta etapa se abren los huecos de puertas y ventanas, empleando bloques de piedra caliza como dinteles o, en algunos casos, arcos de ladrillo.



Fig 5.12. Ejemplo de vivienda de cúpulas en Harran  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

Los muros de las viviendas están contruidos con piedra caliza, ladrillo y adobe.

En muchos casos, las piedras se emplean sin labrar, y se unen con mortero de barro arcilloso. Además, en algunos ejemplos se observa que están contruidos con muros dobles, rellenando el espacio entre ellos con escombros (piedra, tierra, ladrillo) y unidos verticalmente con piedras grandes y planas.

El interior de los muros se recubre con una capa de 3-4 cm de espesor y se renueva cada aproximadamente 5 años, mientras que en el exterior es más grueso y se renueva cada 2 años, con una mezcla de barro y paja, a veces blanqueada con cal.

Durante la construcción de la cúpula, los muros suelen dejarse con una saliente hacia el exterior para facilitar la unión con la cúpula.

Para las particiones del interior se construyen arcos de ladrillo que dividen el espacio en unidades cuadradas, sobre las cuales se apoyarán las cúpulas. Para su ejecución se utiliza un muro de soporte temporal de ladrillo en la parte inferior del arco, que se retira una vez que el mortero se endurece. En el suelo interior, se colocan bloques de piedra cubiertos con una capa gruesa de barro mezclado con paja, lo que ayuda a aislar térmicamente el espacio.

#### CÚPULAS Y PECHINAS

En las esquinas de cada unidad cuadrada se colocan bloques de piedra caliza, madera o ladrillo en ángulo de 45°, que actúan como pechinas permitiendo la transición de la base cuadrada a la forma circular de la cúpula. Estos bloques se disponen 1-2 cm hacia el interior en cada fila.

Las cúpulas se construyen usando la técnica del desplazamiento horizontal. Cada fila de ladrillos sobresale ligeramente hacia el interior respecto a la anterior, de manera en la que a medida que se asciende, la carga disminuye y el desplazamiento de los ladrillos aumenta, lo que define la curvatura parabólica o cónica característica. Cada elemento



Fig 5.13. Detalle de muro de vivienda cúpula en Harran  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

transmite la carga verticalmente al inferior, lo que limita la posibilidad de cubrir grandes luces. Sin embargo, este método tiene la ventaja de ser sencillo y rápido, ya que puede construirse sin andamios ni moldes y por maestros locales, lo que ha permitido la pervivencia de esta tradición arquitectónica incluso tras el desarrollo de las cúpulas radiales.

Cada cúpula tiene un grosor de 20-30cm, un diámetro de 3 a 4 metros y alcanza una inclinación final de 50° a 60°. Dado que estas estructuras se construyen de forma intuitiva y sin planificación previa, no existen medidas estándar y la curvatura de cada cúpula varía.

En el punto superior se deja una abertura de 20 a 30 cm, y en su extremo se colocan salientes de ladrillo en los laterales para facilitar el acceso al orificio. En algunos casos se abren pequeñas perforaciones adicionales en la parte media para mejorar la iluminación interior.<sup>11</sup>

11. (Kemal Yildirim, 2015)



Fig 5.14. Detalle de construcción de cúpula  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)



Fig 5.15. Vivienda con módulos de cúpula  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

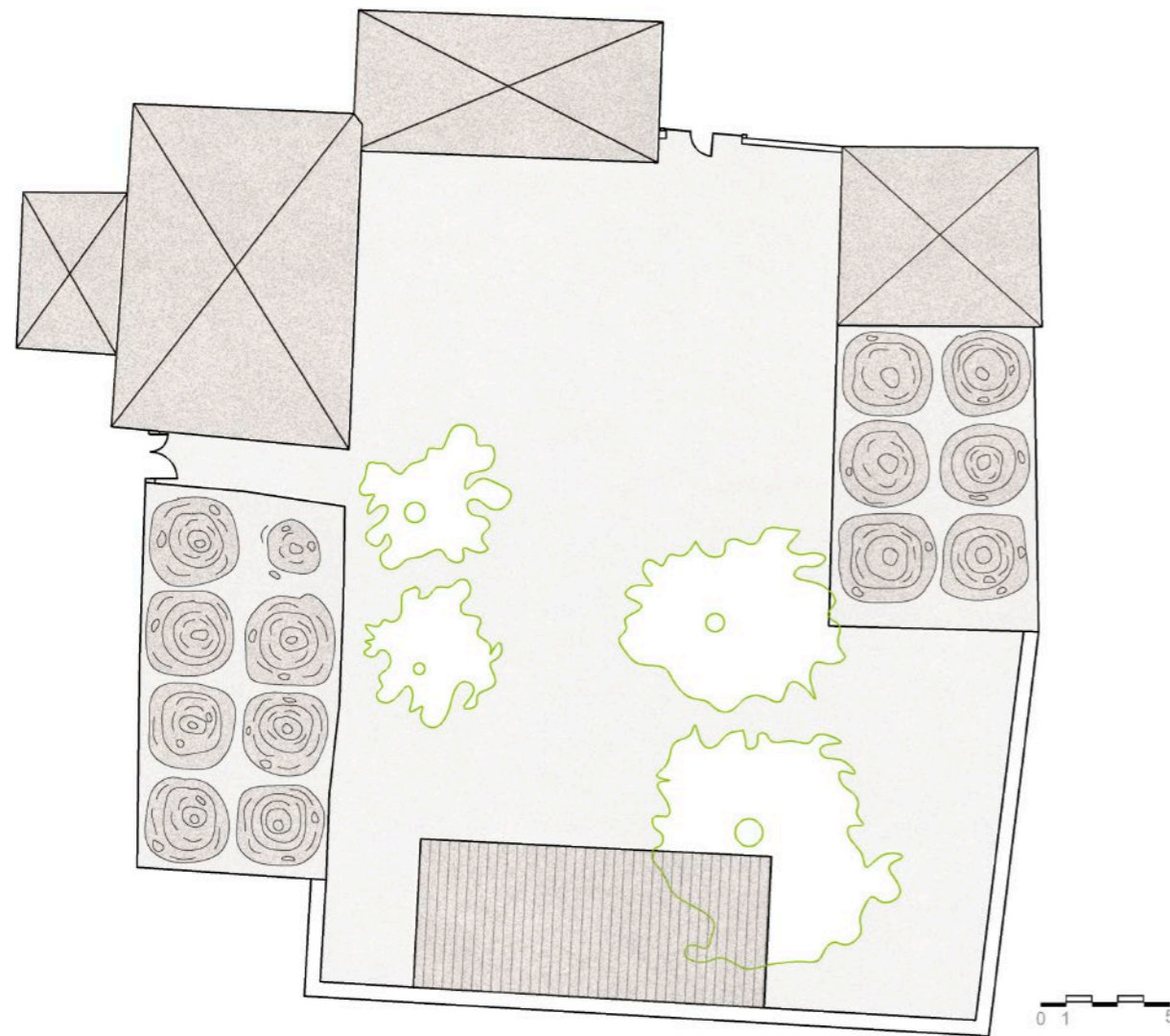


Fig 5.16. Planta de vivienda analizada  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)

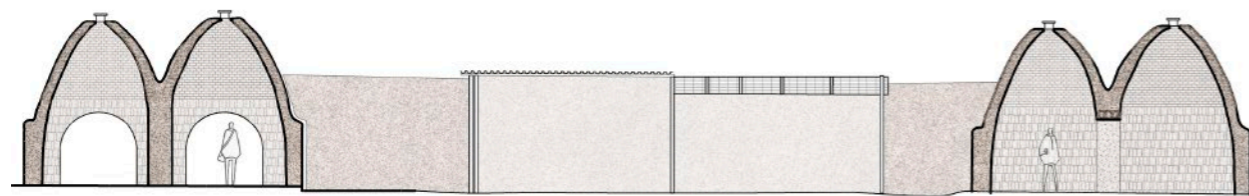
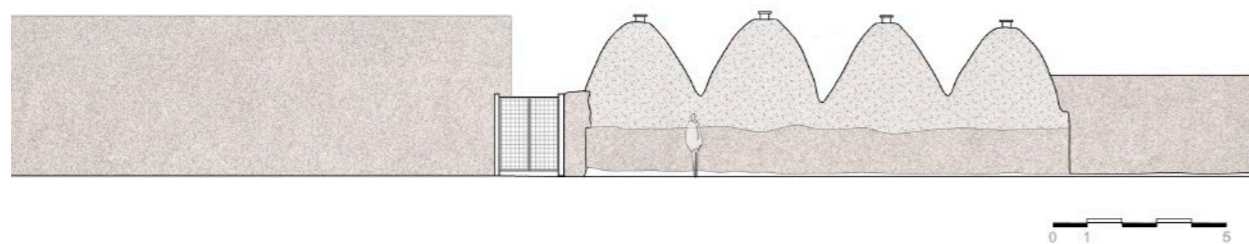


Fig 5.17. Alzados y secciones de vivienda analizada  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)



La cúpula alcanza una altura de 4-5m y se colocan aproximadamente entre 30-40 hileras de ladrillos. A estos se les aplica un revestimiento exterior de barro y paja para evitar daños por agua de lluvia y acumulación entre cúpulas contiguas, mientras que la cara interior de la cúpula se deja sin revestir.

#### ABERTURAS

Las aberturas en las viviendas son reducidas y estratégicamente ubicadas para cumplir funciones de ventilación, iluminación y circulación.

#### TIPOS DE ABERTURAS:

- **Orificio superior de la cúpula:** actúa como chimenea y tragaluz. Se protege con malla metálica para evitar la entrada de animales y se cubre con tres piedras pequeñas a modo de tejadillo para evitar filtraciones de agua.
- **Ventanas pequeñas:** ubicadas en las paredes, de unos 30x40 cm, orientadas hacia el patio o la calle. Se abren en verano y se cierran en invierno.
- **Arcos interiores:** permiten la conexión entre dos cúpulas. Su altura alcanza la base de la cúpula y abarcan todo el ancho del espacio.<sup>12</sup>

12. (Kemal Yildirim, 2015)



Fig 5.18. Interior de vivienda  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)



Fig 5.19. Detalle de cúpula  
Fuente: (Kemal Yildirim, 2015)

## COMPORTAMIENTO BIOCLIMÁTICO

Todas estas características constructivas y formales se corresponden con su entorno climático y responden de manera específica a estas situaciones.

### VENTILACIÓN NATURAL

Harran presenta vientos con velocidad baja, por lo que se recurre al efecto chimenea. La abertura en la parte superior de la cúpula permite la circulación del aire mediante y la expulsión del aire caliente, que es menos denso y asciende por convección, acumulándose en la parte superior de la misma. La altura de las cúpulas permite la acumulación del aire caliente en la parte superior de la cúpula, alejado del área habitable.

Las aberturas son pequeñas, lo que minimiza la entrada de aire caliente y polvo, y se colocan para facilitar la circulación del aire.

### RADIACIÓN Y TEMPERATURAS ALTAS

La principal estrategia para combatir las altas temperaturas es la masa térmica de la envolvente.

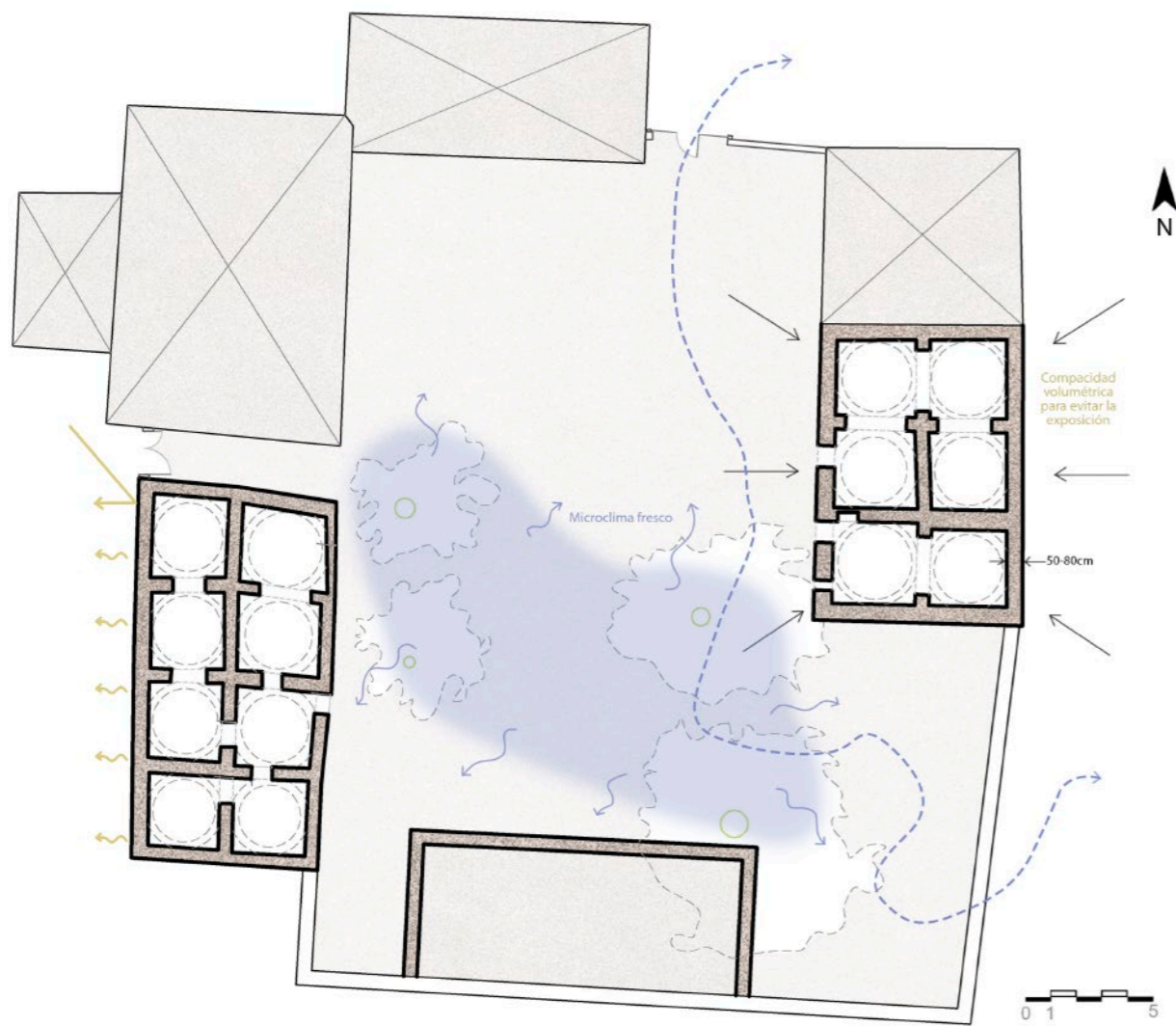


Fig 5.20. Planta de vivienda con análisis de comportamiento bioclimático  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)

Los muros tienen gran grosor y algunas veces sistema de doble muro. Durante el día el muro absorbe la radiación solar, impidiendo que el calor penetre al interior, y este calor se libera al exterior durante la noche.

El suelo contribuye a aislar térmicamente la base, manteniendo una temperatura estable.

El mortero de barro que recubre el interior de los muros protege el interior de la humedad.

Debido a que la radiación es alta y consistente durante todo el año, la morfología de la vivienda responde para minimizar la ganancia térmica. La geometría cónica/parabólica de la cúpula permite que solamente una parte de la superficie reciba los rayos solares de forma perpendicular. Además, para que la radiación solar se refleje con más facilidad se usa en muchos casos la cal para blanquear las superficies exteriores.

La apertura superior funciona como tragaluz, lo que proporciona iluminación natural constante y difusa. Al estar en el punto más alto la luz se distribuye de manera uniforme al rebotar con las paredes interiores.

Además, la organización de las cúpulas alrededor de un patio ayuda a la amortiguación térmica. Debido a la baja humedad y a los cielos despejados de Harran, el calor acumulado en el suelo del patio se libera por radiación por la noche, lo cual durante el día funciona como depósito de aire fresco.

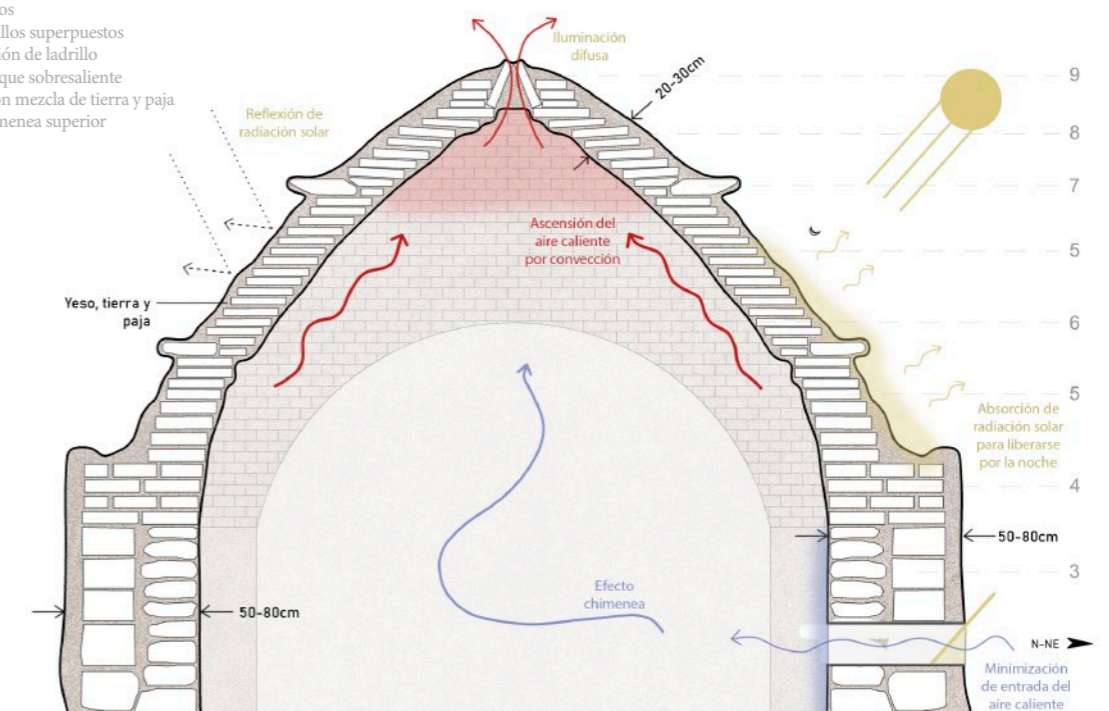
### HUMEDAD DEL TERRENO

A pesar de ser un clima seco, la protección de potenciales humedades en el suelo es importante debido a la materialidad de las viviendas. La cimentación se realiza sobre piedra caliza, la cual evita la humedad por capilaridad. Además, en los alrededores de las viviendas se usan rellenos de tierra con pendiente hacia fuera de la base de los muros.

(Margarita de Luxán García de Diego, 2013)  
(Neila González, 2004)

1. Suelo de piedra compactada con mortero de tierra
2. Cobertura del suelo (mezcla de tierra y paja)
3. Muro de piedra
4. Pared de ladrillos
5. Cúpula de ladrillos superpuestos
6. Arco de transición de ladrillo
7. Piedra/ladrillo que sobresaliente
8. Yeso exterior con mezcla de tierra y paja
9. Ladrillo de chimenea superior

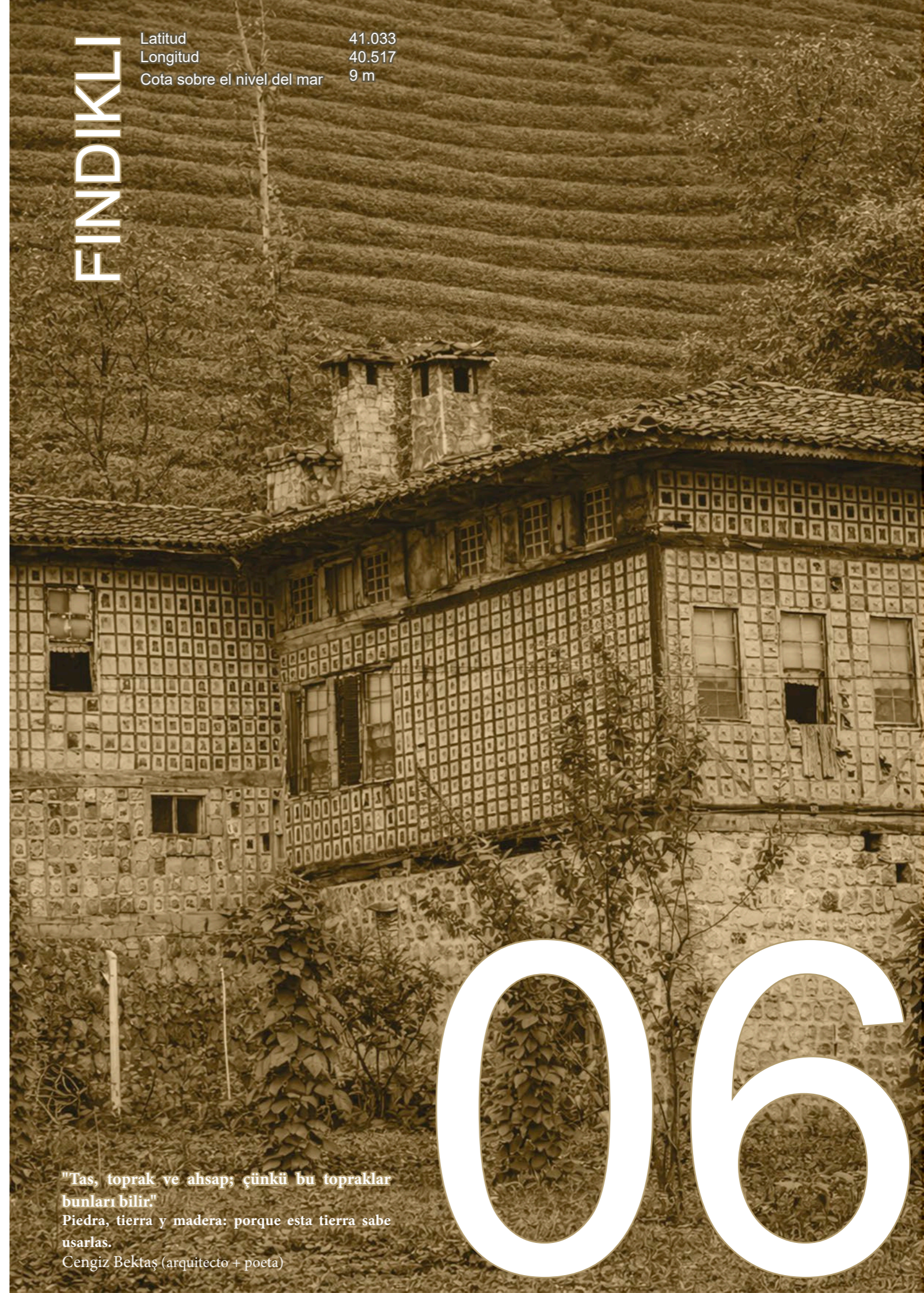
Fig 5.21. Sección de vivienda con análisis de comportamiento bioclimático  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)



# FINDIKLI

Latitud  
Longitud  
Cota sobre el nivel del mar

41.033  
40.517  
9 m



# 006

"Tas, toprak ve ahsap; çünkü bu topraklar bunları bilir."  
Piedra, tierra y madera: porque esta tierra sabe usarlas.  
Cengiz Bektaş (arquitecto + poeta)

## LOCALIZACIÓN

El distrito de Fındıklı se sitúa en el extremo oriental de la provincia de Rize, a unos 54km de la capital provincial, en la región del Mar Negro Oriental, la cual se encuentra en la intersección de las Montañas del Cáucaso y Anatolia. La provincia de Rize limita al oeste con Trabzon, al sur con Erzurum y Bayburt, al este con Artvin y al norte con el mar Negro. Fındıklı posee una franja costera muy estrecha e inmediatamente detrás de ella, se elevan colinas de 150-200 m, seguidas de valles profundos y pequeños con forma en "V" creados por los arroyos de Sümer, Çağlayan y Arılı. Posteriormente el terreno se eleva abruptamente en las Montañas de Kaçkar, con altura media de 3000m.<sup>1</sup>

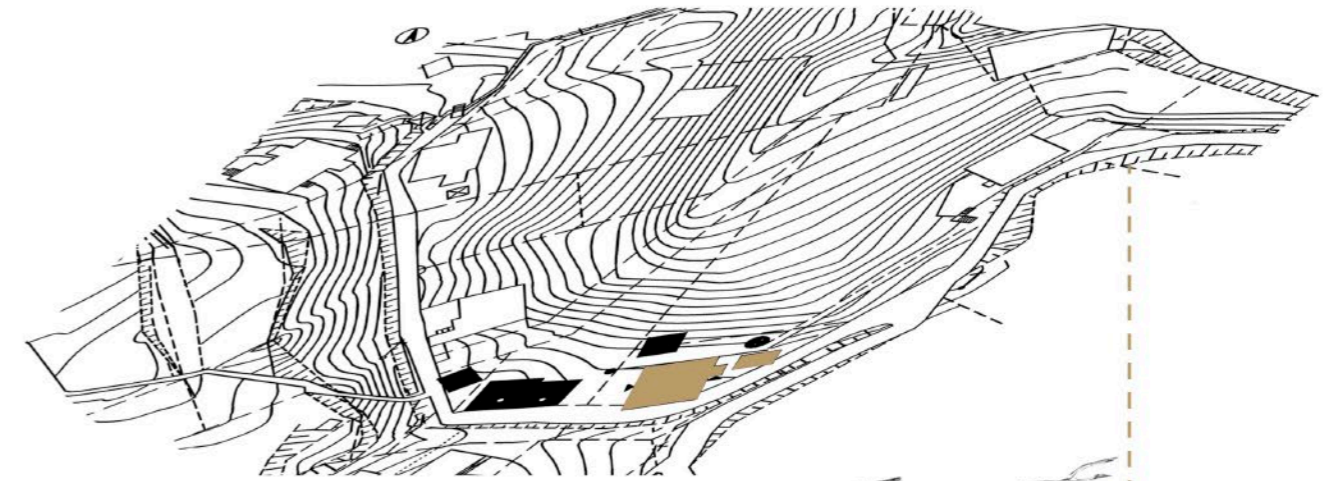


1. (Cengiz, 2015)



Fig 6.1. Fındıklı  
Fuente: (Cengiz, 2015)

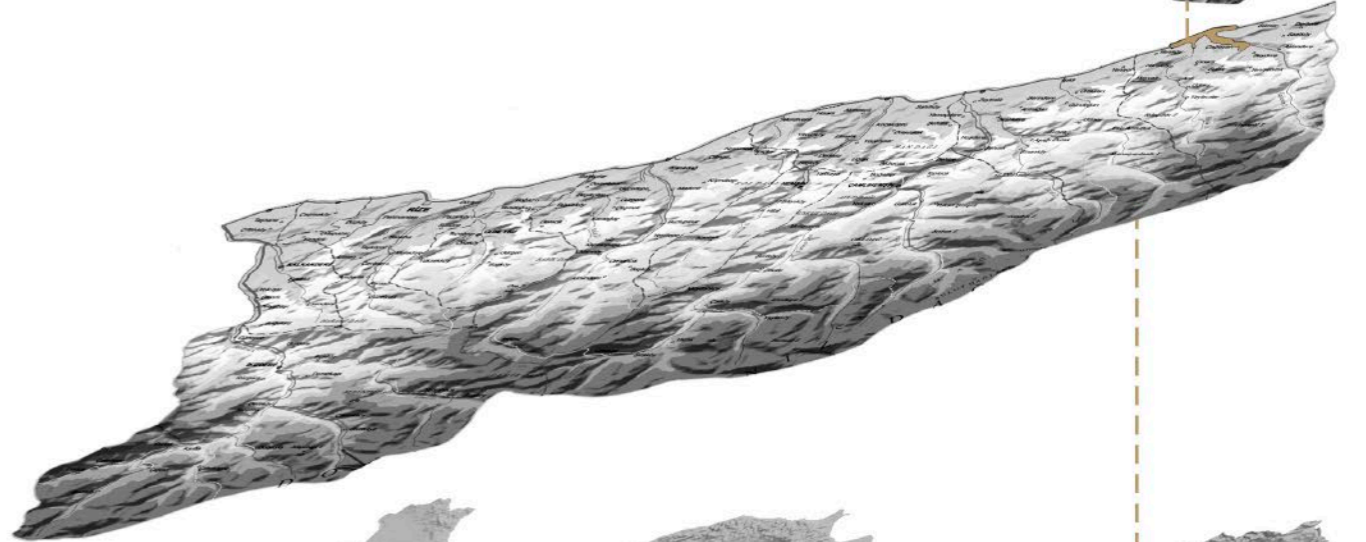
Fig 6.2. Vivienda tradicional en Fındıklı  
Fuente: (Cengiz, 2015)



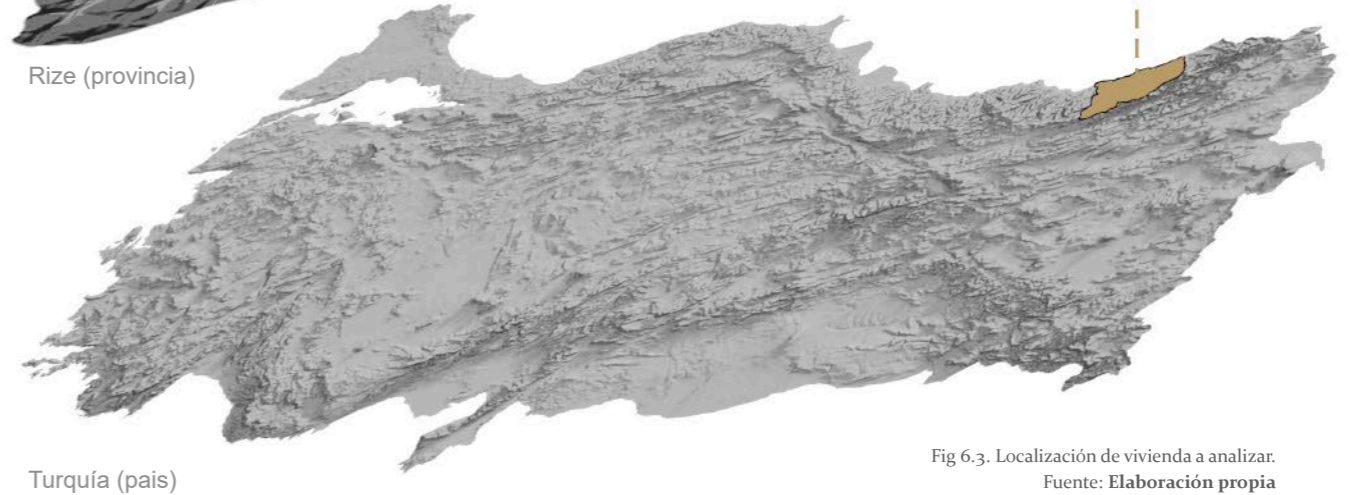
Entorno próximo\_calle Orta Mevki



Fındıklı (ciudad)



Rize (provincia)



Turquía (pais)

Fig 6.3. Localización de vivienda a analizar.  
Fuente: Elaboración propia

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La geología y la flora local proveen abundante piedra (de arroyo y moloz) y madera. Principalmente se utilizaba castaño debido a su durabilidad y resistencia a la humedad. También se usan aliso, olmo, fresno y haya.

La piedra se usaba en cimientos y muros de la planta baja para cortar la humedad del suelo. Las piedras más usadas en la región incluyen caliza, tufita, andesita y basalto. El terreno suele ser inclinado y rocoso, obligando a las construcciones a adaptarse a la pendiente mediante muros de contención de piedra.

La capa de suelo orgánico no es muy gruesa y la roca suele estar en la superficie, lo que facilita el acceso a la piedra.<sup>2</sup>

2. (Güler, 2012)

## CONTEXTO HISTÓRICO

Fındıklı forma parte de la historia del pueblo Laz. Su nombre antiguo era Viçe (o Vitze), que en idioma laz significa "rama". La región ha estado bajo el dominio de medos, persas, el Reino del Ponto, Roma, Bizancio, el Imperio de Trebisonda, el Imperio Otomano (desde 1461), Rusia (ocupación breve en 1916-1918) y la República de Turquía. Se considera que el primer asentamiento humano en la región del Mar Negro Oriental se remonta al 2000 a.C.

La Casa Aydınoğlu, objeto de análisis, fue construida alrededor de 1918-1919 tras la retirada rusa, por Ali Aydınoğlu, un capitán de barco que trajo las tejas (tipo Marsella) en su embarcación.<sup>3</sup>

3. (Keles, 2010)



Fig 6.4. Casa Aydınoğlu  
Fuente: (Güler, 2012)

## CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

La economía de la región está basada históricamente en la agricultura, lo que se observa en el origen del nombre Fındıklı ya que provenía del cultivo de avellanas, aunque actualmente ha sido sustituido en gran medida por el cultivo de té. Desde 1950, el cultivo de té es el principal motor económico, junto con el kiwi y la apicultura.

La ganadería era otras de las fuentes principales de ingresos, como los productos lácteos entre otros. Esto ha influido enormemente en las estructuras arquitectónicas como el serender y el establo, los cuales se dedican al almacenamiento de productos y para el ganado. Estas construcciones formaban parte esencial de las unidades de vivienda, aunque se encuentren separados a cierta distancia del espacio de vivienda principal.

Estos asentamientos, a pesar de caracterizarse por su dispersión urbana, tendían a buscar la cercanía familiar, generando agrupaciones de pocas viviendas.

Existe una tradición arraigada de carpintería y procesamiento de madera que se remonta a períodos antiguos, aprovechando la presencia forestal.

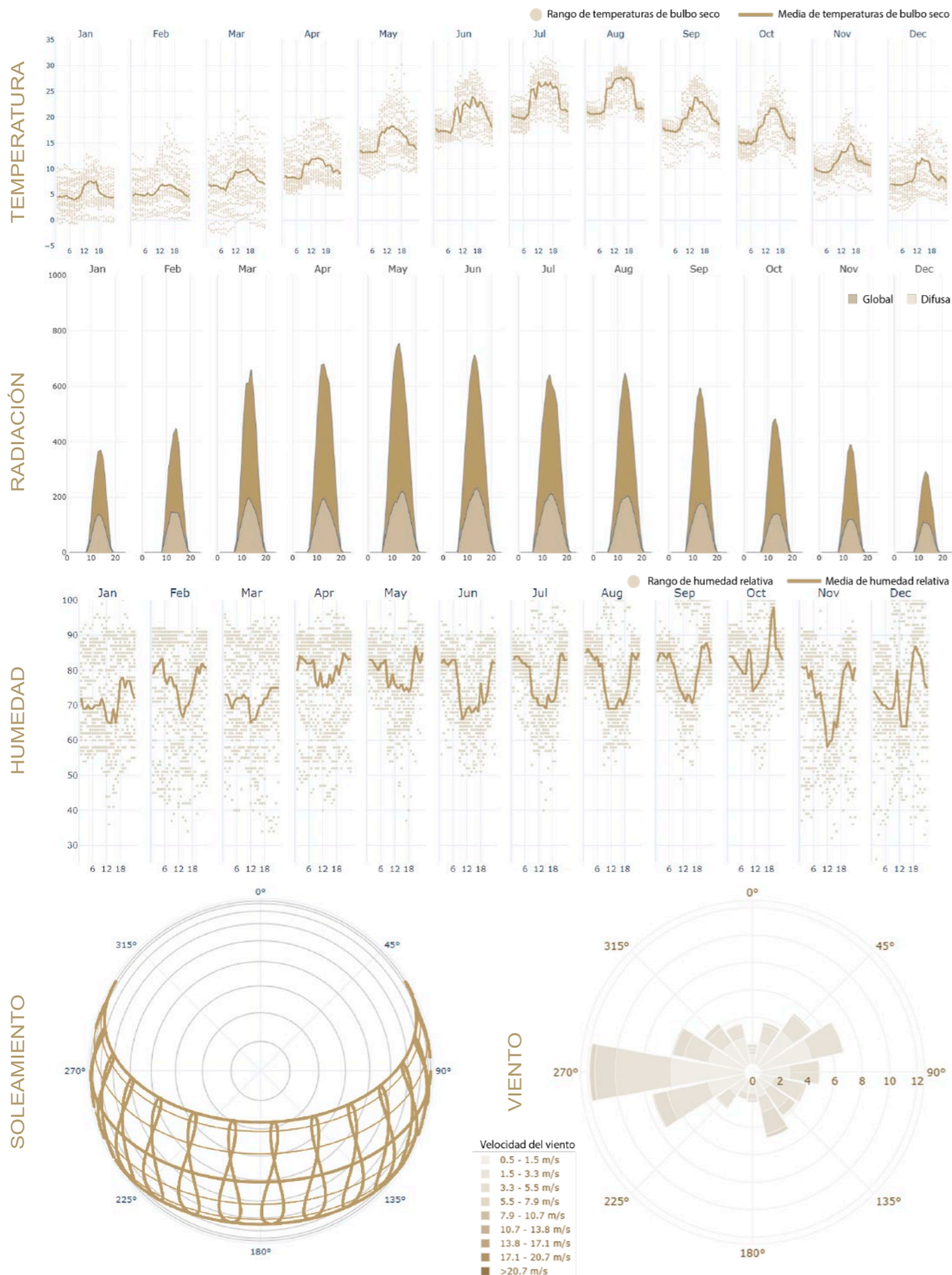
La población local está compuesta mayoritariamente por el grupo étnico Laz, además de Hemşinli y otros grupos. Aunque actualmente existe una migración estacional; la población aumenta en verano cuando la gente regresa a los pueblos desde las grandes ciudades.<sup>4</sup>

4. (Üçüncü, 2015)



Fig 6.5. Casa Aydınoğlu  
Fuente: (Güler, 2012)

# CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS



A partir de estas gráficas y de las fuentes citadas se obtienen los datos más relevantes para el posterior análisis bioclimático de las viviendas:

## TEMPERATURA

gráfica diaria de temperatura de bulbo seco

El clima de Findikli está condicionado de manera directa por su proximidad al mar Negro. Se registran temperaturas extremas, pero predominan los valores moderados durante la mayor parte del año. La temperatura media anual es de 14,2°C, la máxima temperatura es de 28,7°C al 99% de humedad, y la mínima es de 0,3°C al 1% de humedad.

## RADIACIÓN

radiación solar horizontal global y difusa (Wh/m²)

La radiación solar acumulada anual es de 1391.42 kWh/m² y el porcentaje de radiación difusa horizontal es de 36,4%.

**PRECIPITACIONES:** Las montañas de Kaçkar con su orientación este-oeste actúa como una barrera climática. Mientras que las laderas meridionales presentan condiciones semiáridas o semihúmedas, las laderas septentrionales (donde se ubica Findikli) registran los índices de precipitación más elevados de Turquía.

Rize recibe alrededor de 2350 mm anuales lo que ha favorecido el desarrollo de extensas masas forestales (pino, haya, castaño).

## HUMEDAD

gráfica diaria de humedad relativa

La región se caracteriza por una humedad relativa elevada y constante, la cual se intensifica durante el periodo nocturno debido a la condensación atmosférica y la reducción de la evaporación. Como consecuencia de esta alta nubosidad y saturación hídrica, la radiación solar es limitada. La humedad relativa media anual ronda el 75%.

## SOLEAMIENTO

carta del recorrido del sol

En verano tiene alrededor de 15 horas de luz solar y en invierno alrededor de 9,5 de media. Findikli se encuentra al norte de las montañas Kaçkar, por lo cual la radiación solar incidirá en menor medida, causando un clima más frío.

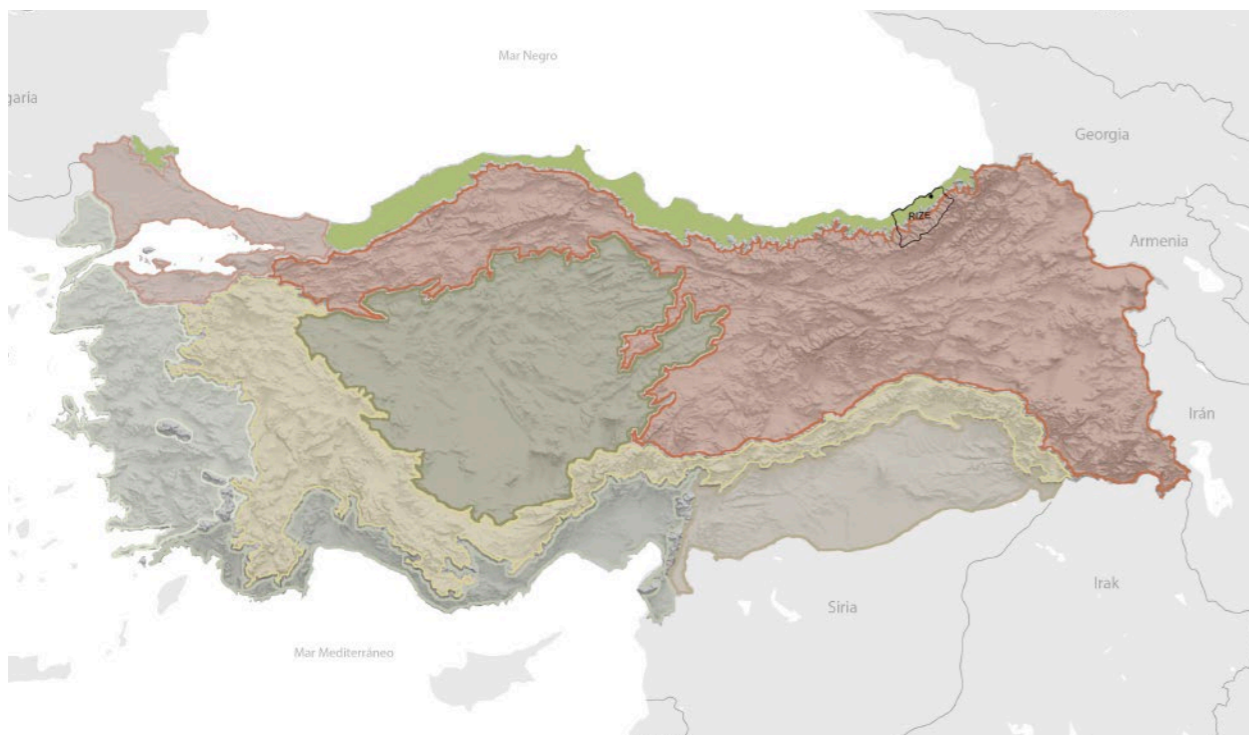
## VIENTO

rosa anual de viento

Los vientos dominantes provienen del oeste. Los vientos promedio son moderados durante todo el año, siendo su velocidad máxima entre 6 y 8 m/s. La costa del mar Negro influye mucho a nivel del viento local, ya que se generan brisas costeras durante el día.

Fig 6.6. Gráficas climáticas  
Fuente: (G.Betti, 2023)

(Turkish State Meteorological Service, 2026)  
(Climate Consultant 6.0, 2023)  
(G.Betti, 2023)  
(Crawley & Lawrie, 2022)  
(Climate Data, 2021)



MAPA DE ZONAS CLIMÁTICAS SIMPLIFICADAS con provincia de Rize identificada

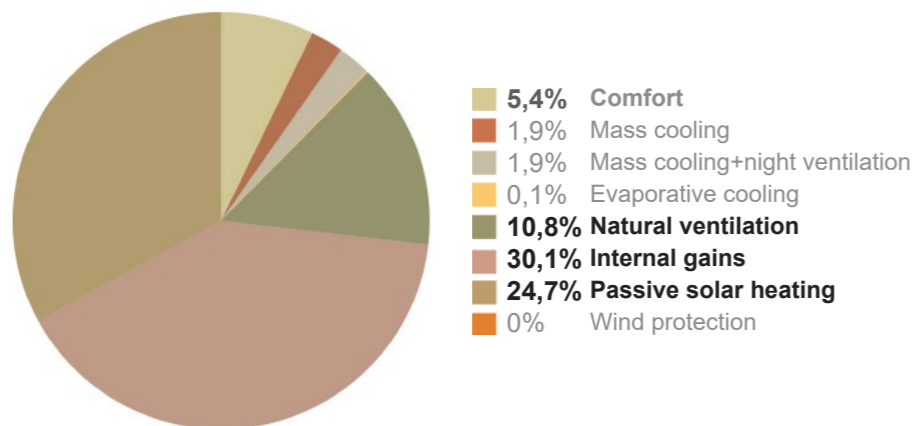
Findıklı se encuadra, según la clasificación climática de Köppen-Geiger, dentro del tipo Cfa, correspondiente a un clima subtropical húmedo. Debido a su posición geográfica y a la fuerte influencia orográfica de las montañas situadas inmediatamente al sur, en el entorno próximo de Findıklı se produce una transición climática muy marcada en distancias reducidas y aparecen otros tipos climáticos, como el Dfb (clima frío y húmedo, con veranos frescos) y, en cotas más elevadas, el tipo ET (clima de tundra). La región forma parte del dominio climático del mar Negro, con rasgos próximos al clima oceánico.<sup>5</sup>

5. (Andrew Marsh, 2018)

Todas estas características climáticas se obtienen de los archivos meteorológicos de "Rize, TUR", con una longitud de 40.517, una latitud de 41.033 y una elevación media sobre el nivel del mar de 9 m.<sup>6</sup>

6. (G.Betti, 2023)

Con estas características climáticas y a partir del gráfico psicrométrico se extraen las principales soluciones arquitectónicas bioclimáticas teóricas para alcanzar la situación de confort:



Con estas estrategias pasivas se consigue un **53,80%** de situación de confort

Fig 6.7. Diagrama circular de soluciones climáticas para alcanzar el confort. Fuente: Elaboración propia a partir de (Climate Consultant 6.0, 2023)

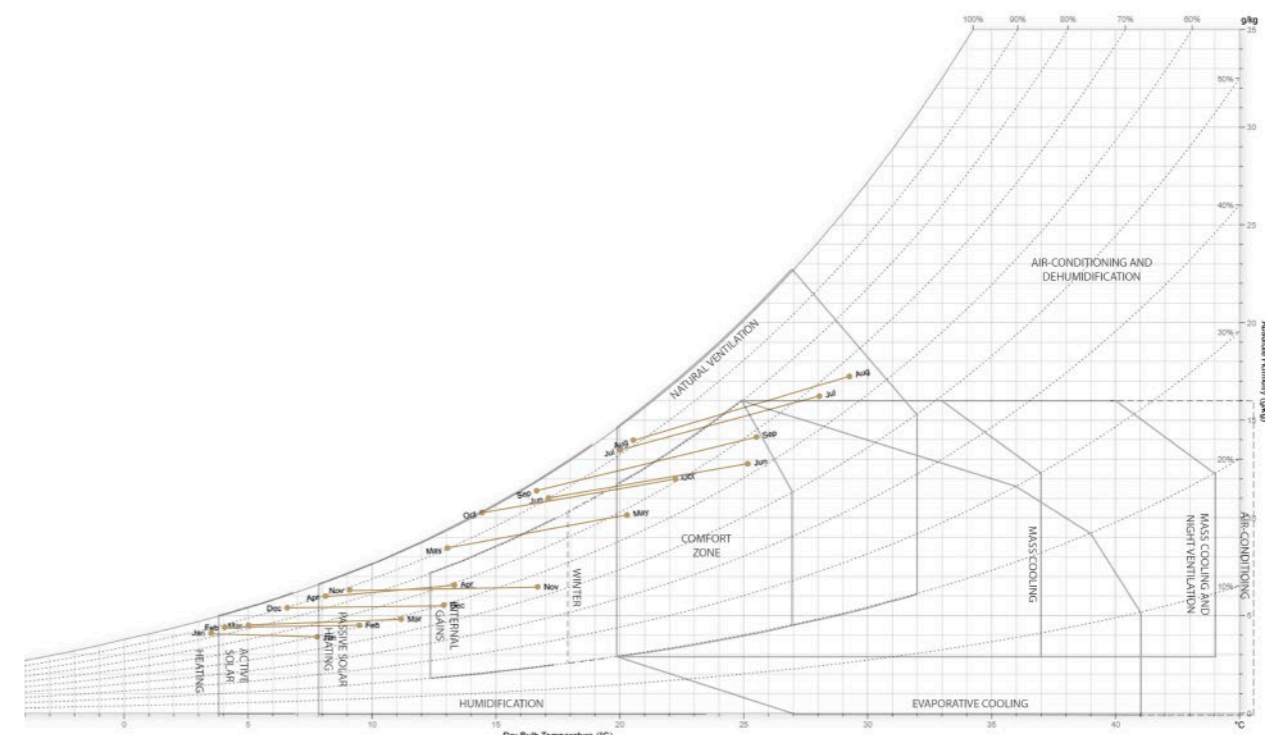
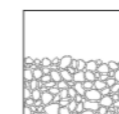


Fig 6.8. Psychrometric chart Fuente: (Andrew Marsh, 2018)

GRÁFICO PSICROMÉTRICO



Los paramentos de la planta baja y cimentación tienen alta inercia térmica ya que son de piedra para evitar la ascensión por capilaridad y estabilizar la temperatura interior.



Los cerramientos de la estructura principal son resistentes a los hongos y a la humedad, permitiendo además la transpiración.



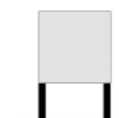
La vivienda se encuentra semienterrada debido a la pendiente del entorno y para aprovechar la inercia térmica del terreno, permitiendo mantener la temperatura interior de la planta baja fresca en verano y cálida en invierno.



La lluvia es muy abundante por lo que se construyen cubiertas inclinadas con aleros anchos para evacuar el agua de manera rápida y evitar su contacto con las fachadas.



En el bajo cubierta se genera una cámara de aire para evitar la entrada de la humedad a la planta habitable.



Se levantan las estructuras del suelo para evitar la humedad del terreno, bloquear el paso de animales y captar las máximas brisas de aire.

Fig 6.9. Símbolos de estrategias constructivas. Fuente: Elaboración propia a partir de (F. Javier Neila González, 2004)

## 🏠 SISTEMA CONSTRUCTIVO

### DESCRIPCIÓN FORMAL

La topografía inclinada propia de esta región hace que las viviendas tengan un esquema de sótano semienterrado, por lo que en la fachada superior se encuentra enterrada y la opuesta no. El edificio tiene 2 plantas en la fachada frontal pero la fachada trasera se percibe como de 1 planta. Las plantas bajas se usan como establos o almacenes, y la primera planta como espacio habitable.

La Casa Aydınoğlu consta de un sótano que ocupa la mitad del área de la planta, la planta baja donde transcurre la vida diaria, y los espacios del ático que se utilizan para almacenar los productos agrícolas producidos. Otra característica común es que a los edificios se accede generalmente por dos entradas separadas. Junto con la entrada principal que se abre al espacio habitable, hay una entrada secundaria elevada unos pocos escalones desde el nivel del suelo que proporciona acceso a los espacios húmedos desde el exterior.

Los esquemas de la vivienda reflejan la cultura de vida de los habitantes de la región. La unidad principal de las casas tradicionales es una habitación llamada 'ashane' donde da acceso directamente la entrada principal y se realizan las tareas diarias como comer, vivir, cocinar y descansar. Este espacio no suele contener elementos de mobiliario fijos, aparte de la chimenea y los armarios, por su uso multipropósito.

Mientras que en este ejemplo la chimenea se distingue por una estructura de piedra, en otras edificaciones de la región se observa que el fuego se enciende en un área dispuesta en el suelo del aşhane y el humo se expulsa a través de los huecos del espacio del techo.

La relación entre las habitaciones y el espacio de baño, al que se accede a través de un largo pasillo, es indirecta y además, los espacios húmedos están dispuestos para tener una entrada separada desde el exterior.

El acceso al espacio del ático se proporciona con la ayuda de una escalera móvil de mano.

(Güler, 2012)  
(Üçüncü, 2015)  
(Cengiz, 2015)

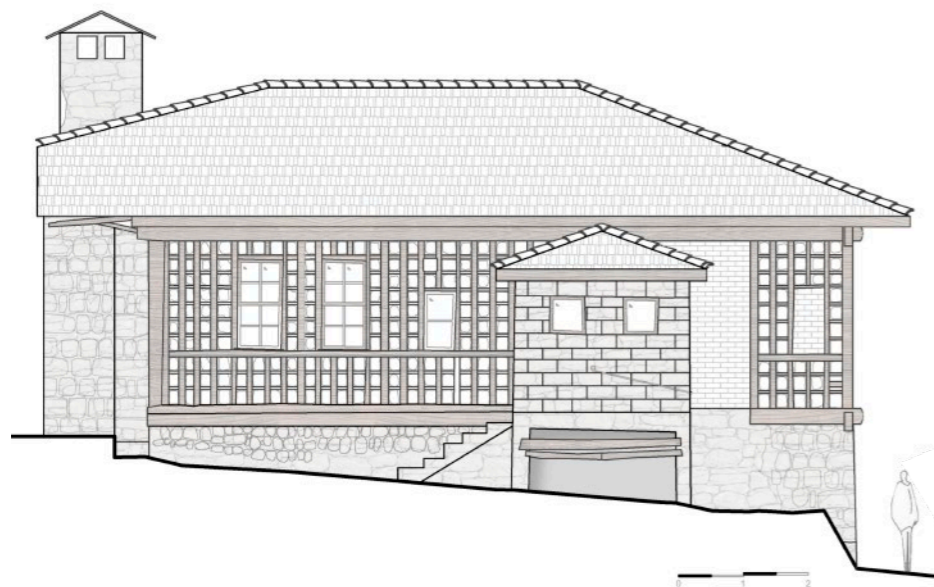


Fig 6.10. Alzado de vivienda analizada.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)

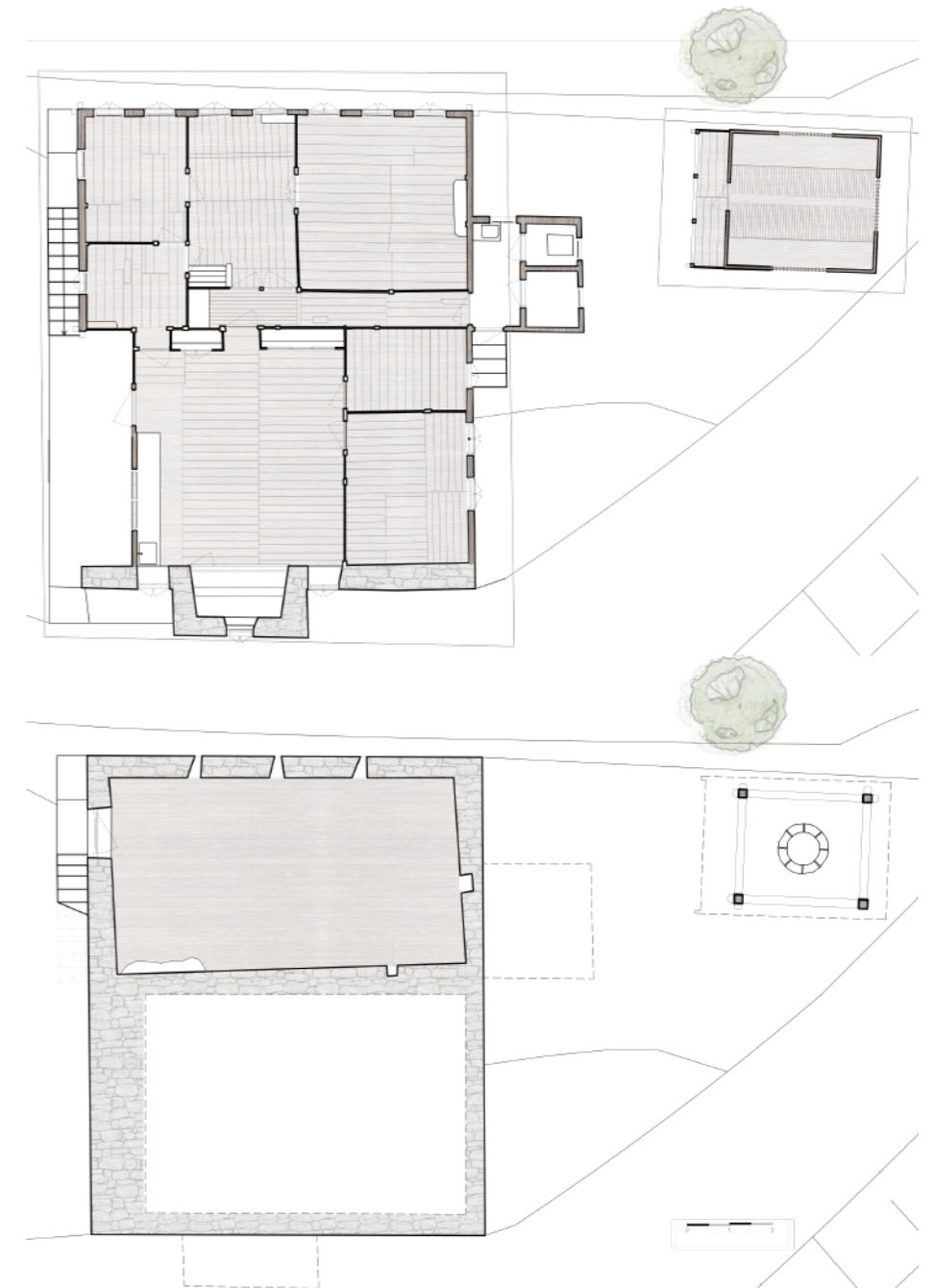
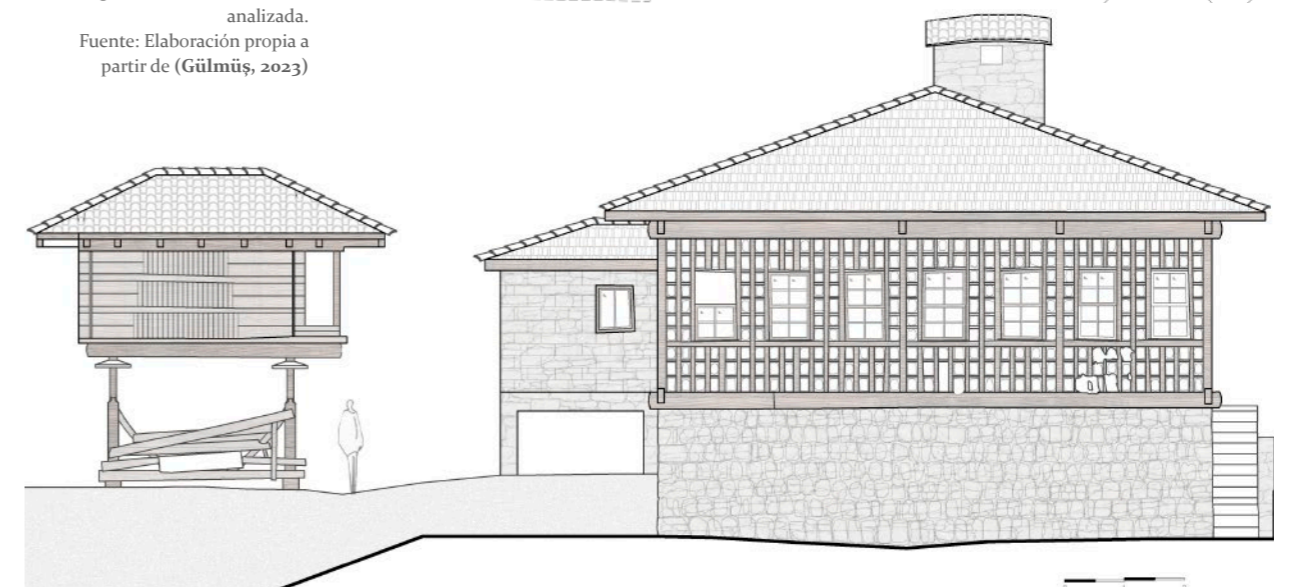


Fig 6.11. Plantas de vivienda analizada.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)

Fig 6.12. Alzado de vivienda analizada.  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)



### ESTRUCTURAS AUXILIARES

Dentro de la parcela donde se encuentra la Casa Aydınoğlu, hay un serender, una lechería, un pozo de agua y un jardín de té.

El Serender, que significa un lugar fresco y aireado, se utiliza como almacén para alimentos. Se construye sobre pilares de madera para aislar los alimentos de la humedad, animales y plagas. Bajo los pilares suele haber una subestructura de mampostería de piedra para aportar estabilidad y protección. En esta parte inferior se encuentra el pozo de agua.

La estructura de madera se divide en dos partes: el Ambar, un espacio cerrado revestido con tablas de madera con huecos para ventilación, donde se almacenan los alimentos; y el Çardak, un espacio semiabierto con un pequeño porche que se usa para almacenar objetos que no



Fig 6.13. Casa Aydınoğlu  
Fuente: (Güler, 2012)

necesitan un cerramiento total, como colmenas y cestas de frutas.

Los serenders pueden tener cuatro, seis o nueve postes. En la parte superior de estos postes, que se apoyan y se asientan sobre la viga base mediante contrafuertes en las esquinas, se colocan ruedas para evitar que los animales accedan a los alimentos.

### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

#### CIMENTACIÓN Y PLANTA DE SÓTANO/BAJA

La cimentación y la planta de sótano e incluso en muchos casos la planta baja los muros se construyen utilizando la piedra hasta un cierto nivel para prevenir los efectos dañinos de la humedad del suelo.

#### MUROS

El castaño fue ampliamente utilizado debido a su alta resistencia a la humedad, el fuego, los insectos, y a su fácil procesamiento.

El nogal se prefirió para la producción de muebles y armarios y en otros ejemplos de interior también se observan ejemplos construidos con pino. Como técnicas de construcción encontramos: El sistema de mampostería de madera y el entramado de madera, aplicándose de manera independiente o combinados.

#### SISTEMA DE MAMPOSTERÍA DE MADERA

Este sistema se utilizaba generalmente en las zonas interiores de la región del Mar Negro Oriental, donde los bosques son más densos.

Las maderas tienen forma de bloque o están moldeadas con sierra de foso y se unen utilizando las técnicas de unión entallada y unión de cuello, sin usar clavos.

Las maderas utilizadas en los muros de mampostería se extienden unos 20-30 cm desde los puntos de unión. Los muros también tienen la función de ser elementos portantes, y los elementos de soporte vertical que sustentan la estructura del edificio solo se utilizan en las aberturas de puertas y ventanas.

(Güler, 2012)  
(Üçüncü, 2015)  
(Cengiz, 2015)



Fig 6.14. Casa Aydınoğlu  
Fuente: (Güler, 2012)

En este sistema, los muros interiores y exteriores están unidos y contruidos conjuntamente. Esto hace que el esquema en planta sea poco flexible, pero fácilmente desmontable y transportable.

Para la construcción de los graneros o los establos, utilizaban la madera casi en su forma orgánica. Sin embargo, las maderas que se utilizaban en la construcción de casas o mezquitas, se moldeaban y se usaban como tabloncillos de 3-6 cm de ancho.

#### SISTEMA DE ENTRAMADO DE MADERA

Es el sistema más usado y, a diferencia de los sistemas de mampostería de madera, los elementos portantes se colocan verticalmente.

Este sistema es más ligero, las secciones de los materiales de construcción son más pequeñas y los esquemas de planta de los edificios son más flexibles.

Las viguetas del sótano, que tienen dimensiones de sección de 15x15cm, se colocan sobre los muros de piedra mediante la técnica de unión de cuello. A continuación, los montantes de madera que tienen dimensiones de 8x8 o 10x10 cm se fijan sobre las viguetas del sótano dejando intervalos de 15-25cm.

Los muros interiores generalmente se construían con el sistema de relleno de madera o de listones.

Los sistemas de relleno se pueden agrupar en tres categorías: relleno celular, de amuleto y çakatura.

**Sistema de relleno de madera:** El relleno de madera tiene dimensiones de 3-5 cm que se colocan entre los elementos de madera ya colocados. Los elementos de relleno se fijan entre sí mediante clavos de madera.

**Sistema de relleno celular:** Este sistema se utilizaba principalmente en las zonas costeras de la región del Mar Negro Oriental ya que por el aumento de la población, se redujeron las áreas forestales. Por esto la piedra comenzó a emplearse en el sistema de relleno. Es el sistema usado en la Casa Aydınoglu.

El entramado de madera forma células rectangulares de aproximadamente 20x20cm. Estas células se rellenan con una piedra única o con pequeñas piezas de piedra (principalmente en las células con forma triangular) y los huecos restantes se rellenan con arcilla o mortero de cal.



Fig 6.15. Interior de la Casa Aydınoglu  
Fuente: (Güler, 2012)

(Güler, 2012)  
(Üçüncü, 2015)  
(Cengiz, 2015)

#### CUBIERTAS

En la arquitectura local, se construyeron tres tipos de cubiertas: de dos, tres y cuatro aguas. Con el fin de utilizar el ático como almacén, se construyeron techos altos y, para drenar el agua de la lluvia y la nieve inmediatamente fuera del edificio, se evitaron las canaletas horizontales e internas.

Una vez que los muros estaban terminados, se colocaban viguetas en voladizo de 80-100cm de longitud para situar los aleros. Si el material de cobertura era la teja, se fijaban listones a la estructura del techo con clavos, pero si el material de cobertura era 'hartoma', no había necesidad de estos listones. El 'Hartoma' es el nombre de las placas de madera usadas antiguamente, cortadas con hacha que tienen un grosor de 3-5 cm.



Fig 6.16. Detalle de las células de la fachada de la Casa Aydınoglu  
Fuente: (Güler, 2012)



Fig 6.17. Detalle del encuentro del entramado de madera de la Casa Aydınoglu  
Fuente: (Güler, 2012)

## COMPORTAMIENTO BIOCLIMÁTICO

### HUMEDAD

El grosor de los cimientos y muros de la planta baja y el sótano tienen hasta 50 cm de grosor y son de mampostería de piedra ya que la madera no puede tocar el suelo húmedo. La piedra rompe la ascensión capilar de la humedad del terreno, evitando que el agua suba por los muros y pudra la estructura de madera. Además, su masa térmica ayuda a estabilizar la temperatura interior frente a las oscilaciones del día y la noche.

Para la estructura principal y los cerramientos se usa el castaño ya es resistente a los hongos y la humedad. Además, la madera es un material higroscópico: absorbe el exceso de humedad del ambiente interior y la libera cuando el aire se seca, regulando el confort de forma pasiva.

Las células de 20x20 cm de madera rellenas de piedra y mortero de las fachadas ayudan al comportamiento térmico. La madera tiene baja conductividad térmica, mientras que la piedra tiene alta inercia. La combinación crea un muro compuesto que modera la temperatura. A diferencia del cemento moderno, este sistema con mortero de cal o arcilla es permeable al vapor y permite que el paramento transpire, expulsando el vapor de agua generado en el interior hacia afuera, evitando condensaciones intersticiales.

### CALOR

La planta baja tiene la fachada trasera enterrada contra la ladera y la frontal expuesta, por lo que, al estar en contacto con el terreno, se aprovecha la inercia térmica de la tierra. La temperatura del suelo es mucho más estable que la del aire. En invierno (-5°C fuera), el suelo mantiene el sótano más cálido y en verano (35°C fuera), lo mantiene fresco.

Además, al usarse la planta baja como establo, se genera calor metabólico que, por convección, asciende levemente hacia la planta habitable superior.



(Inanç, 2010)  
(Margarita de Luxán García de Diego, 2013)  
(Neila González, 2004)

Fig 6.18. Bajo cubierta de Casa Aydınoglu.  
Fuente: (Güler, 2012)

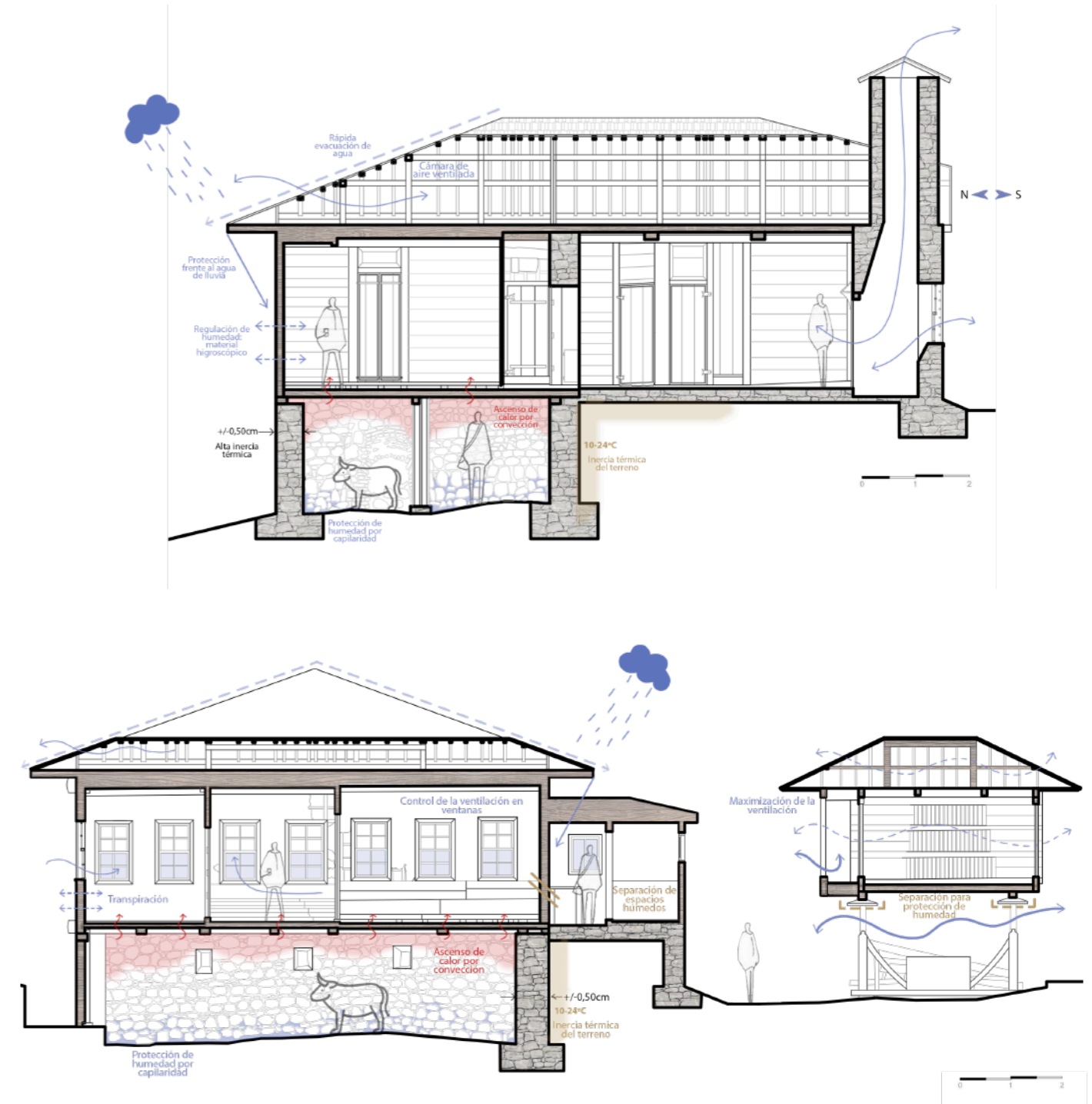


Fig 6.19. Secciones de la Casa Aydınoglu con análisis de comportamiento bioclimático  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)

### LLUVIA

Debido a las altas lluvias, la cubierta es el elemento más crítico. Los techos son a dos, tres o cuatro aguas con pendientes pronunciadas, aleros de 80-100 cm y sin canaletas internas. Para realizar una evacuación de aguas pluviales rápida, ya que la pendiente impide la acumulación de nieve y agua. Los aleros largos funcionan como un paraguas. Al llover con viento (común desde el suroeste), el alero evita que el agua golpee y sature las paredes de madera y los rellenos de piedra/arcilla, aumentando drásticamente la vida útil del edificio.

### DISPOSICIÓN INTERIOR

La distribución en planta está diseñada para conservar calor. El Ashane es la habitación central que tiene el fuego o la chimenea. Las demás habitaciones se encuentran orientadas hacia este espacio.

De esta manera se crea un núcleo cálido que transmite calor a las habitaciones adyacentes que actúan como espacios tapón entre el núcleo caliente y el exterior frío.

Además, se produce una separación de las zonas húmedas las cuales tienen un acceso exterior indirecto, por lo que hay doble entrada a la vivienda (principal y servicio). Estos espacios separados evitan introducir más humedad a las zonas habitables.

El serender es el ejemplo perfecto de adaptación para la conservación de alimentos de manera pasiva.

El edificio se encuentra elevado sobre pilares, con zona Çardak (semiabierto) y Ambar (cerrada pero ventilada).

Al elevarse, se evita la humedad del suelo y se capta la mayor velocidad del viento.

Las tablas de madera con huecos permiten que el aire circule constantemente, secando los alimentos y evitando la proliferación de hongos.

Las ruedas en los topes de los pilares son una barrera física (biomecánica) para los roedores.



(Inanç, 2010)  
(Margarita de Luxán García de Diego, 2013)  
(Neila González, 2004)

Fig 6.20. Casa Aydınoğlu  
Fuente: (Güler, 2012)

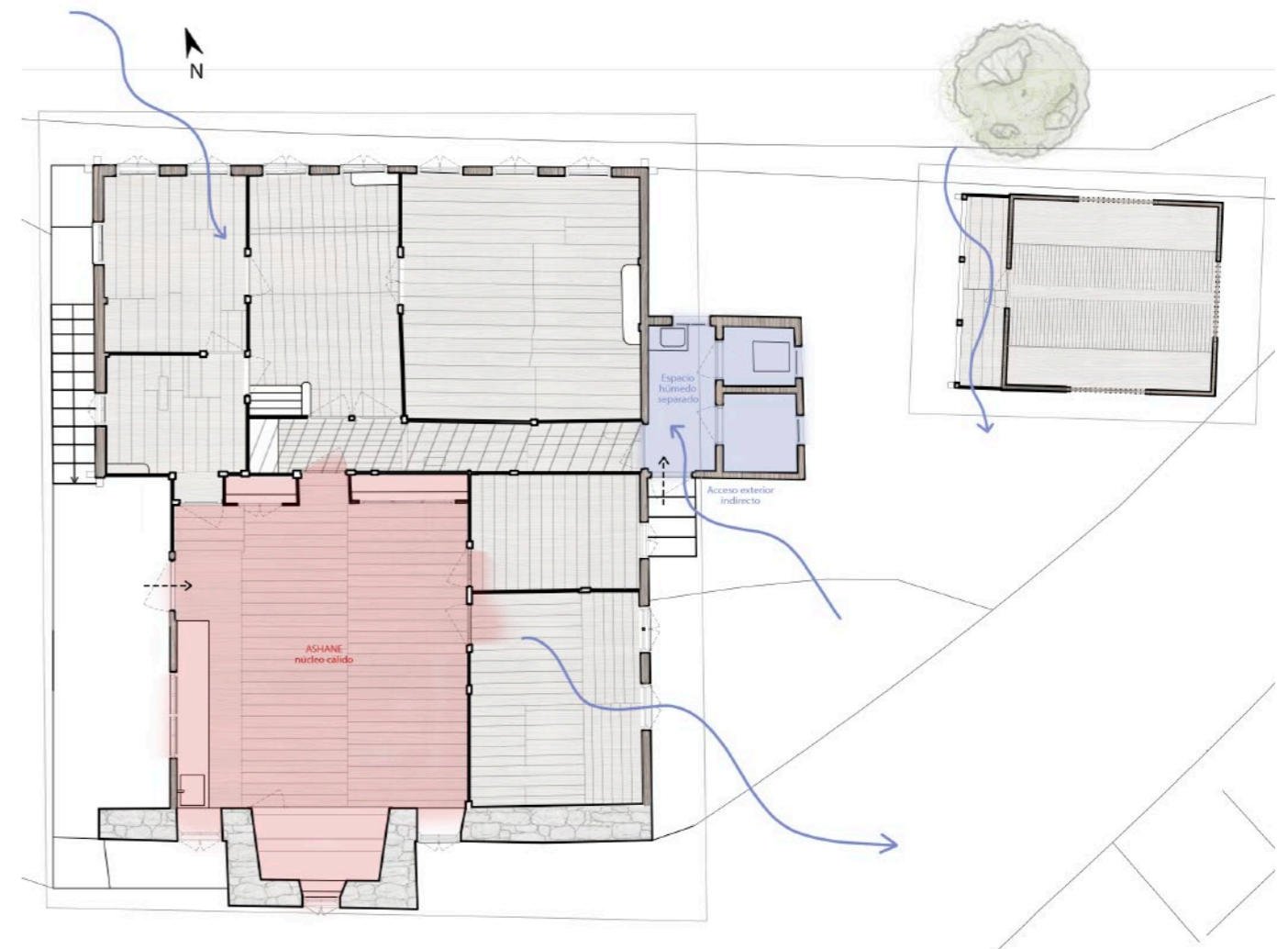


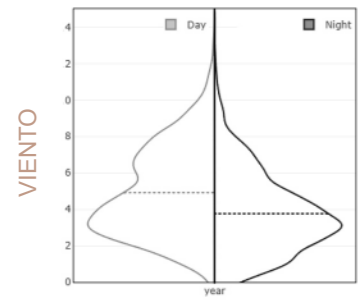
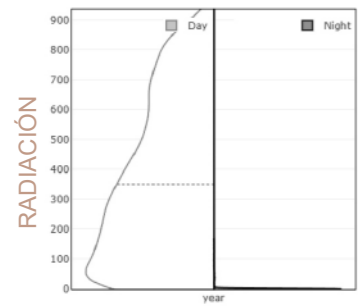
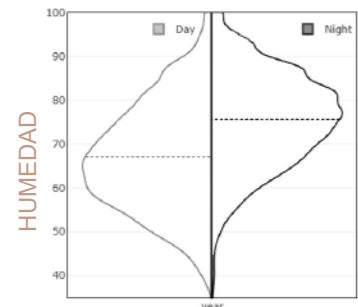
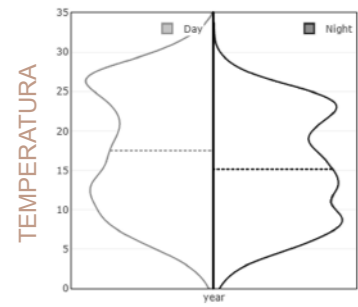
Fig 6.21. Planta de la Casa Aydınoğlu con análisis de comportamiento bioclimático  
Fuente: Elaboración propia a partir de (Gülmüş, 2023)

# ANÁLISIS COMPARATIVO

de las viviendas analizadas



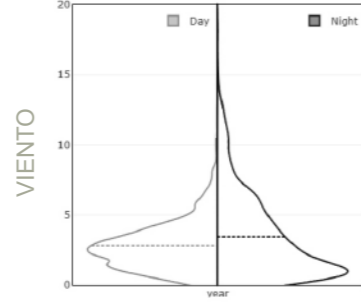
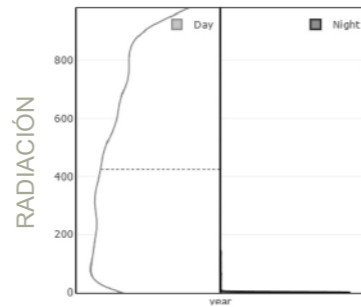
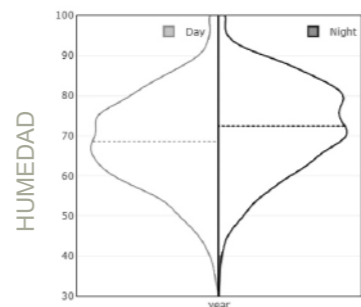
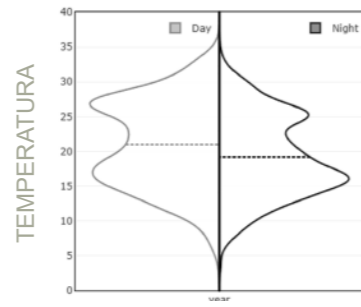
**01 ESTAMBUL**  
CLIMA TEMPLADO



- Humedad media-alta
- Oscilación térmica reducida
- Radiación moderada

- Patrón climático mediterráneo
- Frecuente nubosidad
- Alta velocidad del viento

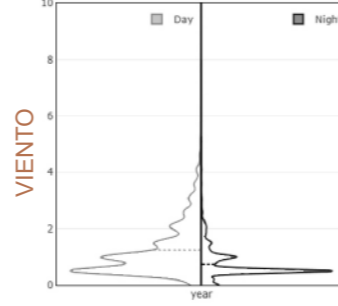
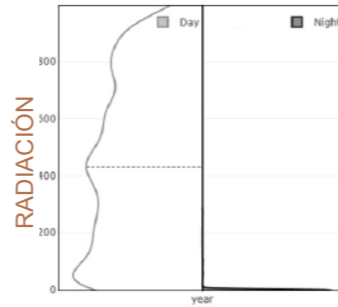
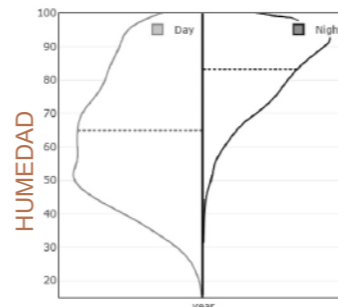
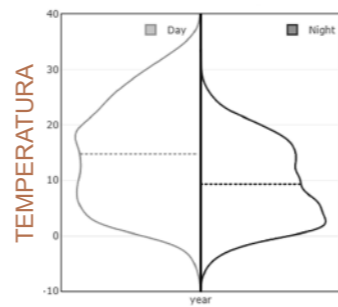
**02 BODRUM**  
CLIMA MEDITERRÁNEO



- Humedad relativa alta
- Temperaturas moderadas
- Alta radiación

- Patrón climático mediterráneo
- Escasa nubosidad
- Alta velocidad del viento

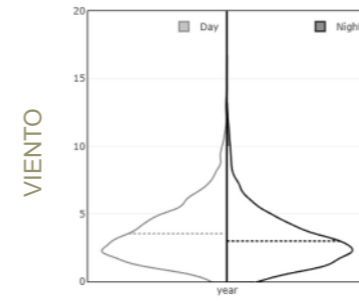
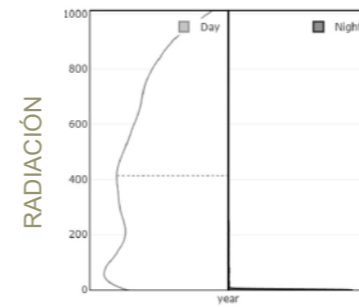
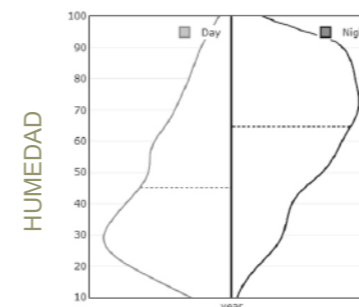
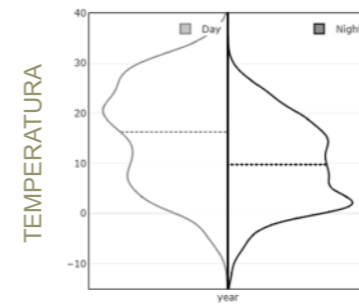
**03 SAFRANBOLU**  
CLIMA CONTINENTAL MODERADO



- Humedad relativa alta
- Gran amplitud térmica (-10-40°C)
- Baja radiación

- Abundante vegetación
- Alta nubosidad y precipitaciones
- Baja velocidad del aire

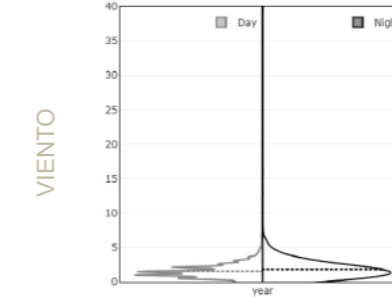
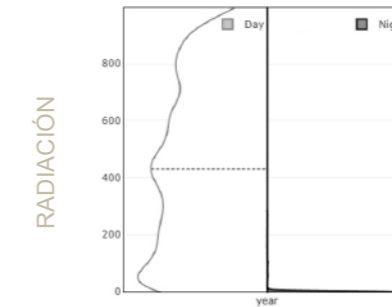
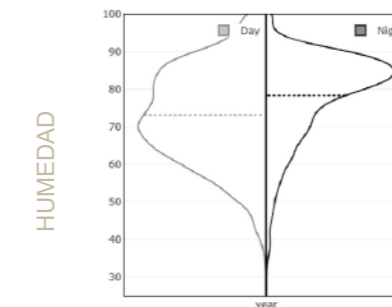
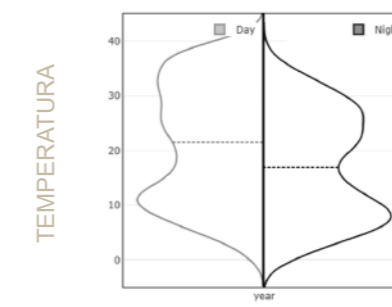
**04 CAPADOCIA**  
CLIMA CONTINENTAL



- Humedad relativa baja
- Gran amplitud térmica (-10-40°C)
- Radiación alta

- Paisaje herboso
- Escasa nubosidad
- Alta velocidad del viento

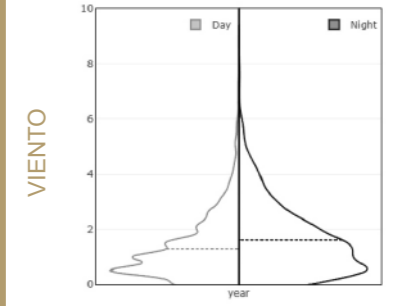
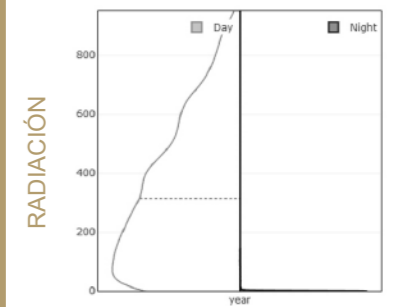
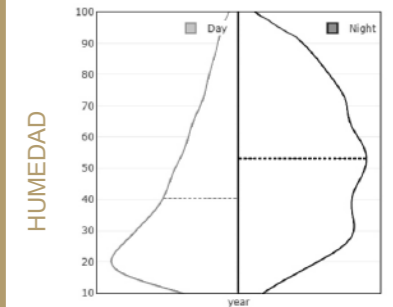
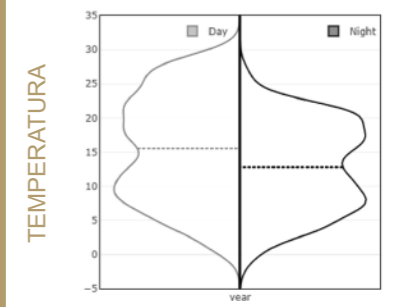
**05 HARRAN**  
CLIMA CÁLIDO Y SECO



- Humedad relativa muy baja
- Altas temperaturas
- Radiación alta

- Entorno semiárido
- Muy baja nubosidad
- Baja velocidad del viento

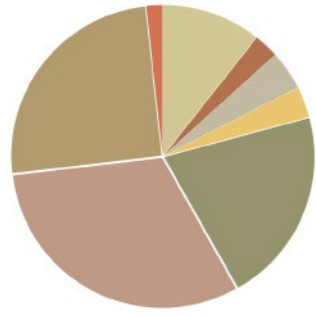
**06 FINDIKLI**  
CLIMA HÚMEDO TEMPLADO



- Humedad relativa alta
- Temperaturas moderadas
- Radiación baja

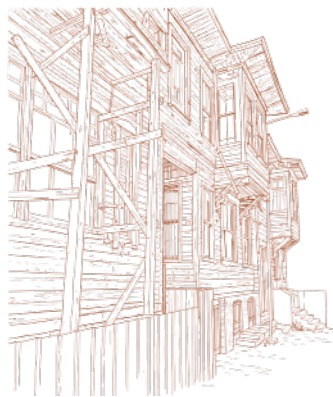
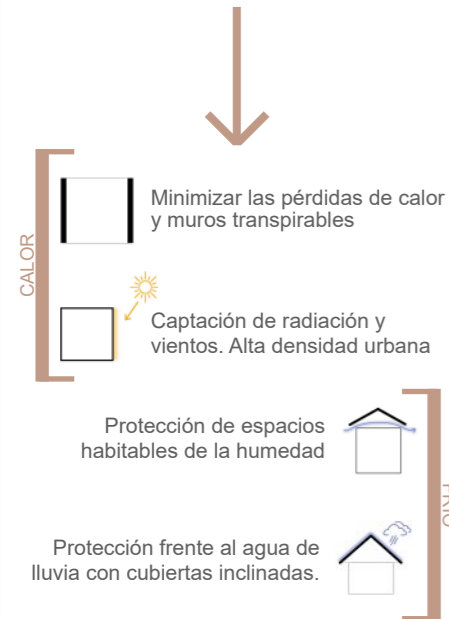
- Proximidad del mar y montañas
- Alta nubosidad y precipitaciones
- Velocidad del viento media

## 01 ESTAMBUL

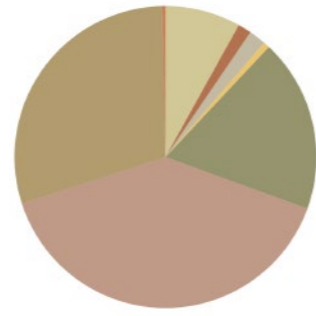


9,6%	Comfort
2,4%	Mass cooling
3,8%	Mass cooling+night ventilation
3%	Evaporative cooling
19%	Natural ventilation
28,3%	Internal gains
22,7%	Passive solar heating
1,6%	Wind protection

Con estas estrategias pasivas se consigue un **63,40%** de situación de confort

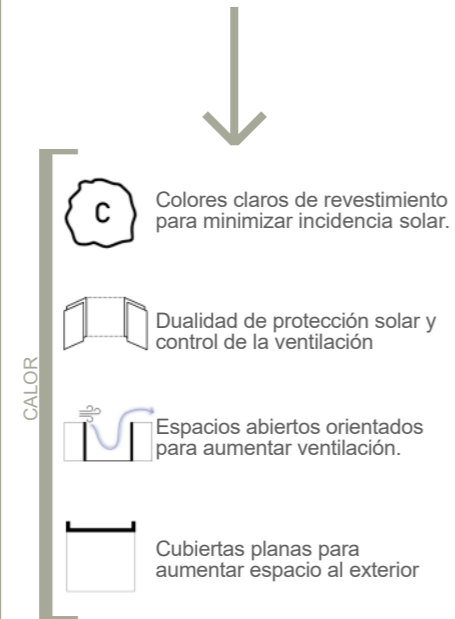


## 02 BODRUM

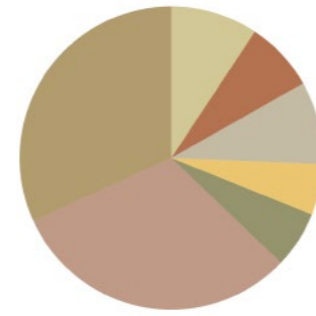


8,4%	Comfort
1,5%	Mass cooling
1,9%	Mass cooling+night ventilation
0,7%	Evaporative cooling
19,3%	Natural ventilation
41,1%	Internal gains
30,9%	Passive solar heating
0,3%	Wind protection

Con estas estrategias pasivas se consigue un **72,90%** de situación de confort

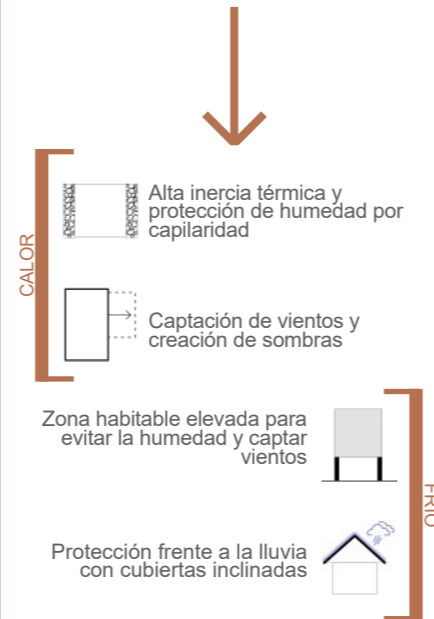


## 03 SAFRANBOLU

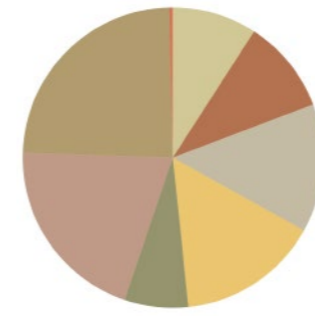


7,7%	Comfort
6,2%	Mass cooling
7,3%	Mass cooling+night ventilation
4,5%	Evaporative cooling
5%	Natural ventilation
25,7%	Internal gains
26,3%	Passive solar heating
0%	Wind protection

Con estas estrategias pasivas se consigue un **48,90%** de situación de confort

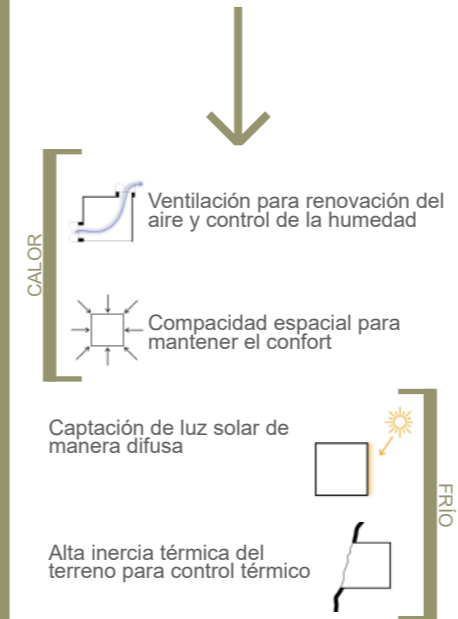


## 04 CAPADOCIA

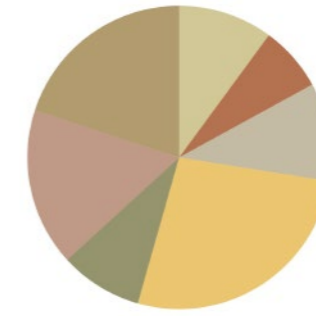


10,1%	Comfort
11,2%	Mass cooling
15,3%	Mass cooling+night ventilation
16,9%	Evaporative cooling
7,6%	Natural ventilation
22,5%	Internal gains
26,7%	Passive solar heating
0,4%	Wind protection

Con estas estrategias pasivas se consigue un **52,20%** de situación de confort

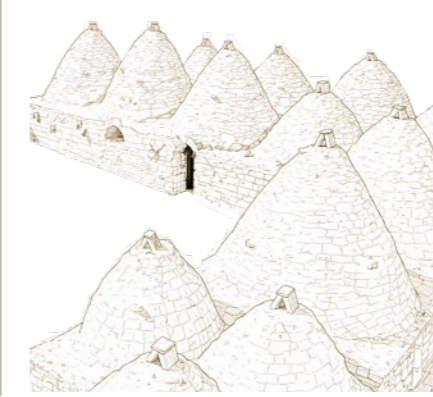
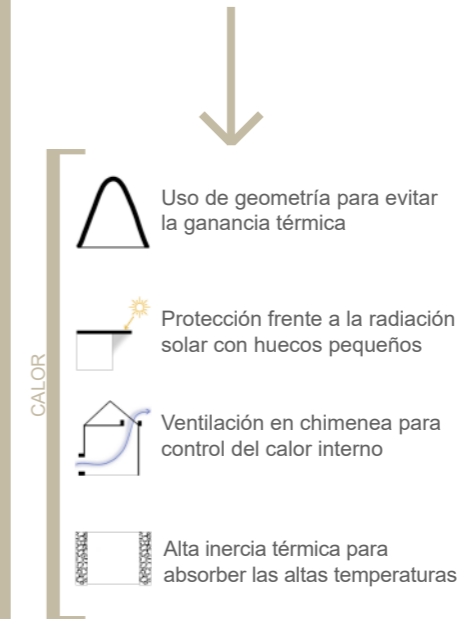


## 05 HARRAN

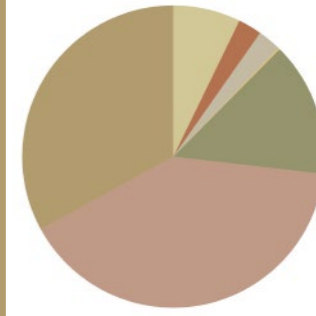


10,3%	Comfort
7,1%	Mass cooling
10,7%	Mass cooling+night ventilation
27,5%	Evaporative cooling
9%	Natural ventilation
17,2%	Internal gains
20,4%	Passive solar heating
0%	Wind protection

Con estas estrategias pasivas se consigue un **63,70%** de situación de confort

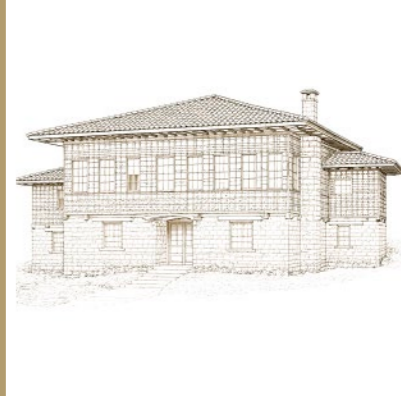


## 06 FINDIKLI



5,4%	Comfort
1,9%	Mass cooling
1,9%	Mass cooling+night ventilation
0,1%	Evaporative cooling
10,8%	Natural ventilation
30,1%	Internal gains
24,7%	Passive solar heating
0%	Wind protection

Con estas estrategias pasivas se consigue un **53,80%** de situación de confort



## CONCLUSIÓN

Este trabajo ha permitido realizar un estudio y análisis en profundidad para establecer las invariantes climáticas de algunos de los ejemplos más relevantes de la arquitectura bioclimática vernácula de Turquía (Estambul, Bodrum, Safranbolu, Capadocia, Harran y Fındıklı).

Este país es un lugar de estudio idóneo debido a su diversidad de contextos climáticos, sociales, sísmicos, históricos y geológicos, lo que confirma la hipótesis principal: la arquitectura vernácula no es una imposición estética, sino una respuesta necesaria y directa a los condicionantes del entorno.

Se han analizado las distintas regiones climáticas de Turquía y se han categorizado los ejemplos de estudio. Estas regiones se corresponden con su situación geográfica, por su proximidad al mar, latitud y longitud, entre otros condicionantes. A partir de esta clasificación en seis regiones climáticas, se han estudiado seis tipos arquitectónicos representativos, uno correspondiente a cada región.

En cuanto a las estrategias pasivas, se observa una clara diferenciación entre climas cálidos, donde se encuentran soluciones de aprovechamiento de las corrientes de viento y protección frente a la radiación solar, mientras que en climas fríos se prioriza la captación solar y la protección frente a las precipitaciones. Además, cabe destacar que en climas húmedos destacan soluciones tipo barrera o la ventilación de los espacios, y en general, en la mayoría de las soluciones se busca una alta inercia térmica que produzca una situación de estabilidad térmica interior, amortiguando las temperaturas.

La morfología de las viviendas está intrínsecamente ligada a la adaptación climática y en cada ejemplo destacan diferentes soluciones:

- En climas cálidos y secos como Harran, se desarrollaron cúpulas cónicas que favorecen el efecto chimenea para la ventilación y minimización de la ganancia solar.
- En el clima continental extremo de Capadocia, la excavación en roca toba aprovecha la inercia térmica para mantener temperaturas constantes frente a oscilaciones térmicas.
- En climas húmedos y lluviosos como Fındıklı, Safranbolu y en ciertas situaciones Estambul, la arquitectura se eleva sobre muros de piedra para evitar la humedad del suelo y utiliza cubiertas inclinadas sin canaletas para la rápida evacuación del agua.
- En climas mediterráneos como Bodrum, la protección frente a altas radiaciones reside en el uso del material de piedra, colores claros y uso de vegetación.

El uso de materiales locales (madera y entramados sísmicos en el norte; piedra y tierra en el sur) en todos estos casos, demuestra una sostenibilidad económica y ecológica inherente. Y además, de manera intrínseca en todos los ejemplos, la distribución espacial refleja la cultura local propia de Turquía, desde la privacidad de los voladizos en Safranbolu hasta la vida exterior en los patios mediterráneos y cultura nómada.

A pesar de todas las ventajas señaladas de esta arquitectura vernácula, estos sistemas presentan problemáticas que dificultan su preservación a lo largo del tiempo. La degradación de materiales locales (especialmente adobe y madera frente a la lluvia), el abandono por cambios en el estilo de vida y la presión turística en zonas como Estambul o Bodrum ponen en riesgo este patrimonio. Además, se destaca la pérdida del sistema de autoconstrucción comunitaria, que históricamente fomentaba un modelo social circular y sostenible.

Como conclusión, esta investigación evidencia que la arquitectura vernácula ofrece soluciones constructivas que dialogan de manera óptima con su entorno. Sin embargo, el desafío actual reside en actualizar estos sistemas mediante la innovación y adaptación para superar sus limitaciones, y al implementar estas mejoras, se generen viviendas capaces de afrontar los retos climáticos actuales y futuros sin perder su esencia local.

El caso de Turquía demuestra que la resiliencia vernácula es una base sólida y necesaria para el desarrollo de una arquitectura contemporánea sostenible.



Fig 4. Imagen de Capadocia  
Fuente: Elaboración propia

## BIBLIOGRAFÍA

Ak, C. N. (2019). Safranbolu, Bağlarbaşı mahallesi'ndeki konut mimarisinin incelenmesi. GAZİ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.

Akgündüz, G. (2013). Yerel Konut Mimarisinin Ekolojik Sürdürülebilirlik bağlamında incelenmesi: Bodrum Sandıma köyü. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Akgüner, S. (2019). Bodrum'daki geleneksel Sakiz tipi konutların koruma sorunları. YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ.

Alaca Tınmaz, Ö. (2018). Sürdürülebilirlik Değerlendirme Sistemleri Bağlamında Yerel Yapı Malzemesi Kullanımının İrdelenmesi.

Andrew Marsh. (2018). Psychrometry Chart. <https://drajmarsh.bitbucket.io/psychro-chart2d.html>

Aydemir, M. S. (2020). Harran ovası ve yakın çevresinin jeomorfolojisi. HARRAN ÜNİVERSİTESİ.

Başak Tongal, P. (2014). Construction techniques of traditional Uçhisar houses. MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.

Binan, D. (2016). The Rock-Hewn and Masonry System of the Vernacular Architecture of Cappadocia Region. ICOMOS. <https://www.researchgate.net/publication/354695609>

Binan, D., & Güler, K. (2017). Anadolu'da Geleneksel Kerpiç Mimari Miras ve Koruma Sorunları (İstanbul Aydın Üniversitesi, Ed.). <https://www.researchgate.net/publication/380596036>

Bohnhoff, M., Bulut, F., Dresen, G., Malin, P. E., Eken, T., & Aktar, M. (2013). An earthquake gap south of Istanbul. Nature Communications. <https://doi.org/10.1038/ncomms2999>

Cengiz, S. (2015). Doğu karadeniz'de kırsal mimari: Rize - Findikli - Hara köyü - Köseoğlu Osman cengiz evi. İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ. Climate Consultant 6.0. (2023).

Climate Data. (2021). <https://es.climate-data.org/asia/turquia/istanbul/estambul-715086/t/%E2%80%8B%E2%80%8Bjulio-7/>

Çobancaoğlu, T., Güler, K., & Güleycan Okyay, G. (2017). İstanbul tarihi yarımada'da aşşap konut mimarisinin belgelenmesi: Geleneksel haydar mahallesi ve koruma sorunları. Metu Journal of the Faculty of Architecture. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2018.1.2>

Çobancaoğlu, T., Güler, K., & Okyay, G. G. (2015). Küçük Ayasofya Mahallesi Geleneksel Aşşap Konut Mimarisinin Dönüşümü ve Koruma Açısından Değerlendirilmesi.

Crawley, D., & Lawrie, L. (2022). Climate One Building. <https://climate.onebuilding.org/contact/default.html#gsc.tab=0>

Demirci, İ. (2025). Cultural sustainability of vernacular housing architecture in Bodrum peninsula. DOKUZ EYLÜL UNIVERSITY.

Düzgün, S. (2025). Biyoklimatik tasarım kriterleri kapsamında geleneksel türk evinin incelenmesi. HALIÇ ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ.

Esat Güneş, M. (2014). Geleneksel ahşap yapılarda taşıyıcı sistem kurgusunun incelenmesi: Safranbolu örneği. YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.

G.Betti, F. T. C. N. S. S. (2023). CBE Clima Tool. <https://clima.cbe.berkeley.edu/>

Güler, K. (2012). Doğu karadeniz kırsal mimarisi örneklerinden Rize-Findikli aydinoğlu evi restorasyon projesi. İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ.

Gülmüş, S. (2023). Harran evlerinin geometrik özelliklerinin ve yapım tekniğinin hesaplamalı performans bağlamında değerlendirilmesi. İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ.

Haizea Analytics, King Abdullah University of Science and Technology, GloH2O, & Australian National University. (2025). Historical and predicted future changes in the global distribution of Köppen-Geiger climate zones. Climate Zones on the Move.

Hazırlayan, I. (1993). Gap'tan önce Harran kasabası'nın sosyal yapısı. FIRAT ÜNİVERSİTESİ.

Inanç, T. (2010). Geleneksel kırsal mimari kimliğin ekoloji ve sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesi Rize çağlayan köyü evleri örneği. MIMAR SINAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.

Karadeniz, B. (2023). Vernacular and traditional architecture in Yörük village, Safranbolu. Yeditepe University.

Keles, S. (2010). Fotogrametrik yöntemlerle cephe rölovesi alimi : Sevket Bey konağı örneği. KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ .

Kemal Yildirim, A. (2015). Şanlıurfa Harran bölgesindeki kubbeli konutların yapısal özellikleri. YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.

Margarita de Luxán García de Diego. (2013). Habitar Sostenible. Integración medioambiental en 15 casas de arquitectura popular española. [www.fomento.es](http://www.fomento.es)

Neila González, F. J. (2004). Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible. Özata, Ş. (2015). Kapadokya bölgesi kaya oyma yapı sorunları ve çözüm önerileri. YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ.

Özata, Ş., & Görün Arun, E. (2018). Damage Assessment of Rock-Cut Ortahisar Castle in Cappadocia Region. Gazi University. Dergipark. <http://dergipark.gov.tr/gujs>

Özcan Abdik, N. (2013). Kapadokya yöresindeki yerleşim alanlarının mimari nitelikleri bağlamında irdelenmesi. ERCİYES ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.

Pehlivan, A. (2019). Tarihte “iklimle dengeli bina tasarımı”nin incelenmesi (Safranbolu örneği). İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ.

Saygi, S. (2024). Understanding construction techniques & building processes used in traditional Safranbolu houses. MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.

Saykili, H. (2017). Ortahisar geleneksel konutlarının incelenmesi ve eski mahalle kormuma önerisi. Gazi Üniversitesi.

Tanriöver, S. H. (2011). Traditional Architecture of Bodrum: The Factors Generating and Affecting the Architectural Culture and Identity. In Intercultural Understanding (Vol. 1). Bahçeşehir University.

Turkish State Meteorological Service. (2026). <https://www.mgm.gov.tr/eng/forecast-5days.aspx>

Üçüncü, K. (2015). Uluslararası karadeniz havzası halk bilimi araştırmaları dergisi. Ukhad.

Uluç Algan. (2023, June). Geleneksel Bodrum konut tipine bir örnek: Musandıralı Ev. Arkitekt. <https://www.gzt.com/arkitekt/geleneksel-bodrum-konut-tipine-bir-ornek-musandirali-ev-3746895>