

2.1. ANÁLISIS DE LA CASA 1

2.1.1. Descripción General de la Vivienda:

La casa Nº 1 fue construida en 1964. Está ubicada en la Comarca del Garraf, entre las poblaciones de Vilanova i la Geltrú y Cubelles, aproximadamente a 4 Km. de distancia del mar y a 500 metros de la carretera que une las localidades señaladas.

Se trata de una vivienda unifamiliar aislada, de una sola planta, ubicada en un entorno rural, con una densidad urbana de $0,1\text{m}^3/\text{m}^2$, cuya parcela tiene más de 6000m^2 mientras que el área de construcción no supera los 100m^2 . Cuenta con tres dormitorios, un servicio, la cocina y un único espacio para la sala y el comedor; además de una terraza o porche en la fachada orientada al sur y un núcleo separado para guardar herramientas o depositar trastes, ubicado al noreste de la parcela.

En cuanto al aspecto constructivo debemos decir, de modo general, que se encuentra totalmente adosada al terreno, las paredes exteriores están conformadas por una doble pared de mampostería cerámica con cámara de aire, mientras que las paredes interiores están construidas con una sola línea de ladrillo hueco. En cuanto a la cubierta, ésta es a dos aguas, ventilada y existe una distancia mínima de 50 cm y una máxima de 1 m entre la cubierta exterior y el cielorraso. Desde que esta vivienda fue edificada no se han llevado a cabo ni ampliaciones ni modificaciones, solamente se han llevado a cabo algunas tareas de mantenimiento debido a algunos problemas de filtraciones de agua y humedad en la fachada norte.

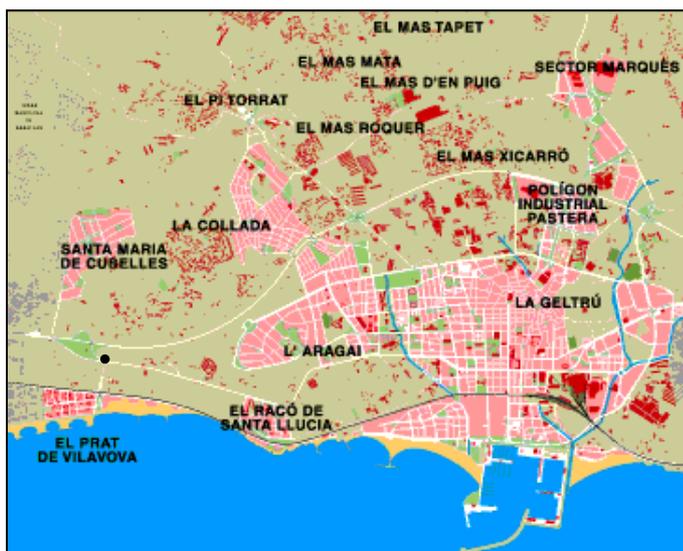


Fig.73. Plano de Ubicación de la Casa 2 en Vilanova i La Geltrú.

2.1.2. Comportamiento Ambiental en Primavera:

2.1.2.1. Comportamiento Higrotérmico:

- **Temperatura ambiente:**

Si comparamos los valores de la temperatura media interior con la exterior, de acuerdo a los valores recogidos en la vivienda y los registrados en el Centro Meteorológico de Vilanova i la Geltrú, notamos que no existen grandes diferencias entre ellos. En efecto, los mayores contrastes entre el interior y el CMVG se observan a las 15:00h y a las 17:00h, de aproximadamente 3,3°C, mientras que las diferencias con respecto a la temperaturas registradas en la parcela, a estas mismas horas, son de alrededor de 1,4°C.

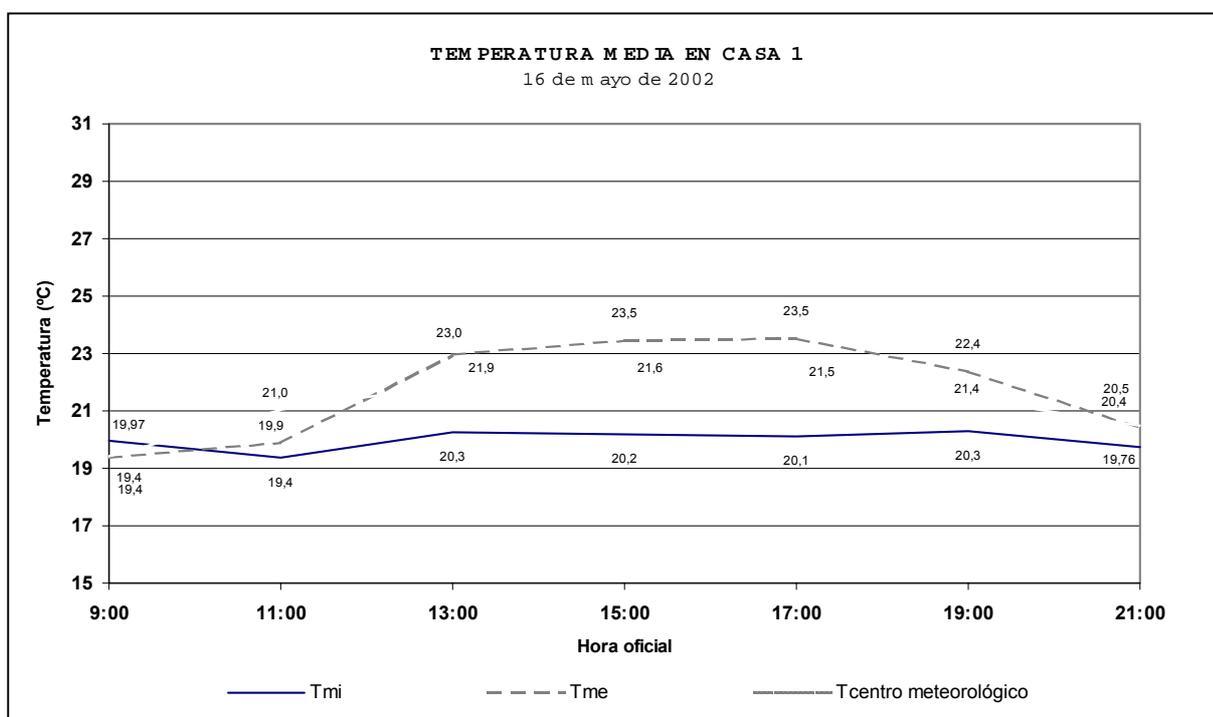


Gráfico 4. Valores de temperatura media del día tomados en la parcela y en la vivienda 1 comparados con los de temperatura del día registrados por el centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú (CMVG)

Como se puede ver, la temperatura interior se mantiene siempre por debajo de la temperatura registrada por el centro de meteorología durante ese día y, también, de la exterior tomada en el sitio. En cuanto a las variaciones diarias, notamos que la temperatura exterior medida en la parcela varía en 2,53°C, mientras que la del centro meteorológico solamente lo hace en 4,15°C. La interior se mantiene aún más estable, pues la variación es casi de 1°C, como se registra en la siguiente gráfica.

En la gráfica siguiente, aparecen los valores de temperatura registrados en la parcela. Como se puede observar, existe una gran diferencia entre los valores registrados en los diferentes jardines, así como entre algunos de ellos y los datos recogidos por el CMVG.

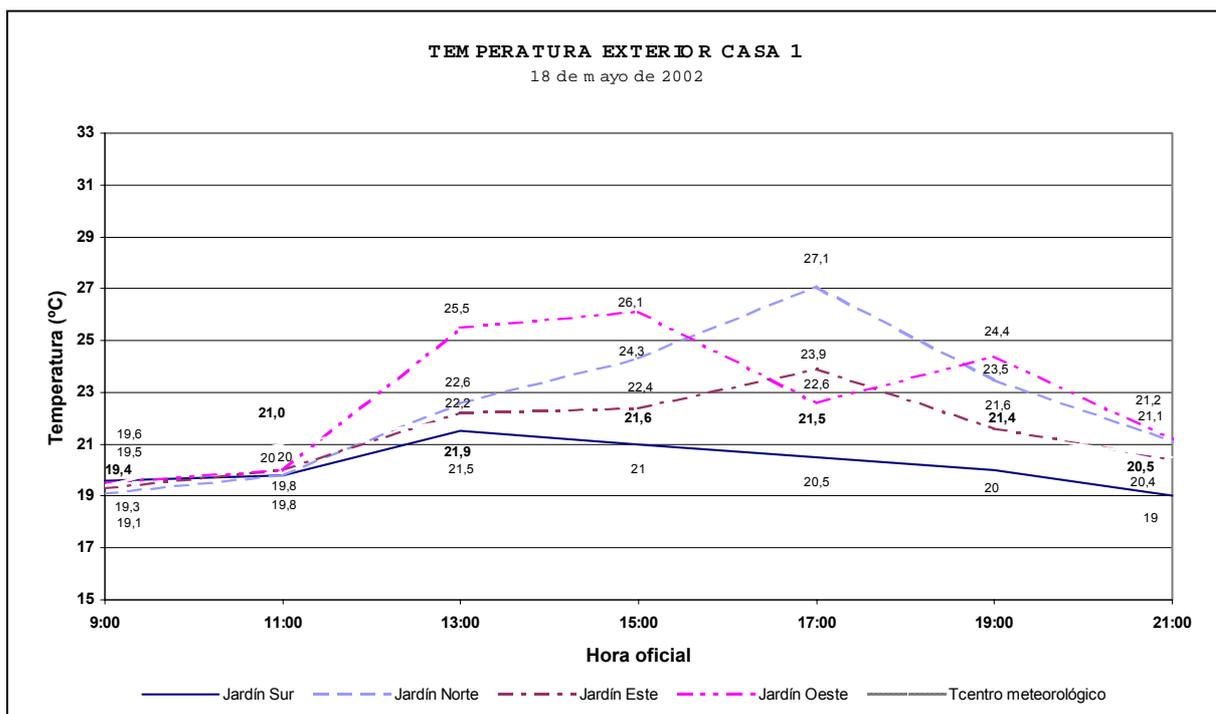


Gráfico 5. Valores de temperatura registrados en cuatro puntos de la parcela y temperatura exterior (Te) registrados por el centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú (CMVG)

Uno de los aspectos a destacar es el gran parecido entre las curvas del jardín sur y la del CMVG, a pesar de que los datos de esta última son levemente superiores. Asimismo, hay que señalar que, entre las 9:00h y las 13:00h, las diferencias de temperaturas entre los patios apenas pueden ser percibidos pues se trata de valores muy similares; no obstante, a partir de este momento y hasta las 21:00h, los valores se alejan hasta en 6,6°C.

En los **jardines oeste** (26,1°C) y **norte** (27,1°C), se registran las máximas temperaturas del día, a las 15:00h y 17:00h, respectivamente. Mientras que el **jardín sur** es el que muestra la más baja (19°C), así como la menor variación a lo largo de todo el día, 1,5°C. Esto evidentemente se debe a la influencia de otros parámetros ambientales como, por ejemplo, la radiación emitida por el suelo de piedra y de cemento de los puntos donde se registran las máximas temperaturas. Las zonas donde se obtienen los datos más bajos son las que, posiblemente, se mantienen siempre en sombra.

En la gráfica de la temperatura interior de la casa 1, apreciamos que la temperatura interior de la mayor parte de los espacios se mantiene a lo largo del día entre los 19 y 21°C. Los espacios de la vivienda donde se presenta un cambio más acentuado a lo largo del día son la cocina, el comedor y la sala, con variaciones hasta de 1,5°C cada dos horas. También, vemos que la curva de la temperatura ambiente de la cocina es la más parecida a la curva de la temperatura exterior, según el centro meteorológico, y aunque los datos no son los mismos, la diferencia máxima es de apenas 1,4°C.

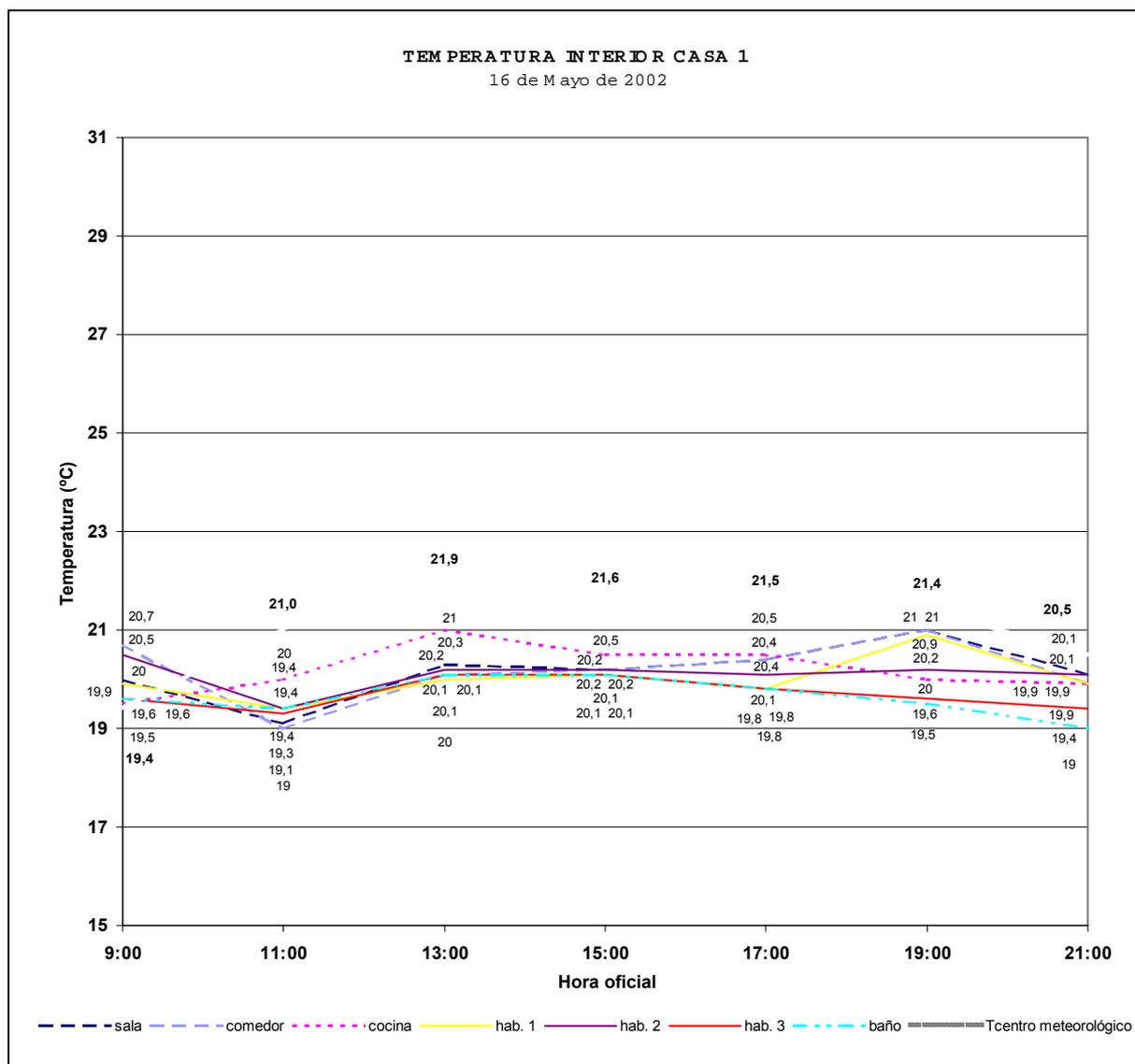


Gráfico 6. Comparación de los registros de temperatura interior (Ti) en cada uno de los espacios de la vivienda uno

Igualmente, notamos que, en distintos momentos del día, se registran diferentes picos de temperatura de acuerdo a la orientación del espacio donde se midió. Por ejemplo, la **cocina**, que está ubicada en la zona sur oeste de la vivienda, muestra el menor nivel de temperatura a las 9:00h (19,5°C) y el mayor nivel a las 13:00h (21°C), mientras que la **sala**, orientada al sur este, y el **comedor**, al sur, presentan un valor de 19°C a las 11:00h y de 21°C a las 19:00h. Por su parte, la **hab.3** es el área donde menos variaciones se marcan, ya que la temperatura interior se mantiene entre los 19°C y 20°C.

Debemos destacar que la Ti en todos los espacios de la casa 1 durante casi la totalidad del día se mantiene por debajo de los valores de T_e^{24} registrados por el CMVG, aunque con una diferencia máxima de 2°C. Asimismo, hay que hacer hincapié en que, a excepción de la cocina, las curvas de los otros espacios no

²⁴ Temperatura exterior medida por el centro meteorológico a las mismas horas que se tomaron los datos en la casa

se asemejan a la curva de la T_e registrada por el CMVG a estas mismas horas.

Sin tomar en cuenta los valores de Humedad Relativa, podemos afirmar que en general todos los espacios presentan unas temperaturas muy bajas durante un día típico de primavera, puesto que no alcanzan los 21°C considerados como límite de temperatura de confort durante el invierno por diferentes normativas y especialistas, como por ejemplo, el RITE²⁵ [Neila 2000] o el ITEC, OCT-COAC y el Departament de Construccions Arquitectòniques I [1998].

Es relevante señalar que este comportamiento de la T_i está influenciado por las características constructivas de la edificación como la conductividad de los materiales de las paredes, del suelo y la cubierta, así como por la presencia de algunos árboles que protegen la edificación de la incidencia directa de los rayos solares. Por su parte, las notables diferencias entre los valores recogidos por el CMVG y los tomados en el exterior de la vivienda se deben fundamentalmente a las características microclimáticas como la distancia al mar, la presencia de masas de agua y de vegetación.

- **Humedad relativa:**

En el gráfico siguiente, se representan los valores de la HR_e de los diferentes jardines de la casa 1. Como puede notarse, se registra una HR_{\min} ²⁶ del 55% y una HR_{\max} del 75%, es decir una

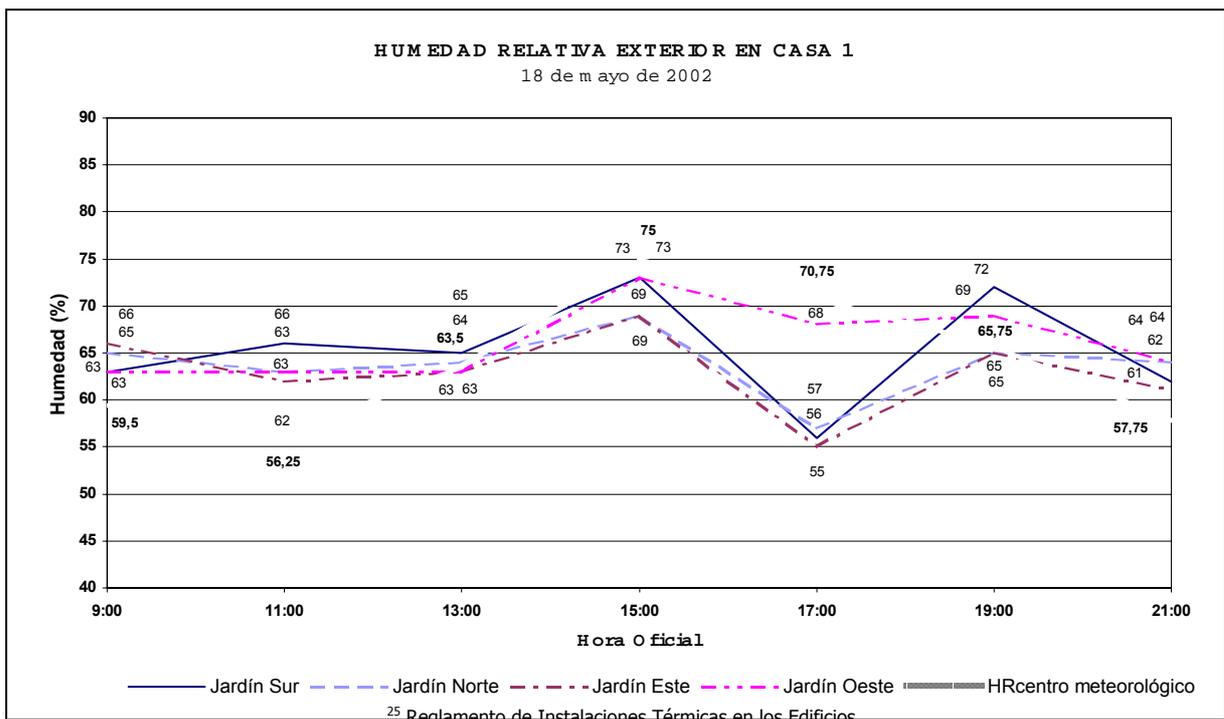


Gráfico 7. Valores de humedad relativa exterior (HR_e) registrada en cada uno de los jardines de la casa 1 y en el centro meteorológico de la vivienda i La Geltrú (CMVG)

variación de 20% a lo largo del día, con una variación máxima de 17% entre una medición y otra. De acuerdo con estas cifras, podemos inferir que la humedad, en ciertos espacios del interior de la vivienda, debe superar los datos recogidos en los jardines.

Como podemos observar en la gráfica, entre todos los jardines de la casa existe una leve diferencia en el %HR hasta las 15:00h y a las 21:00h, mientras que a las 15:00h los **jardines norte, sur y este** experimentan un fuerte descenso en el % de HR, con diferencias de 11, 12 y 13%, respectivamente, con relación al **jardín oeste** donde la HR apenas se reduce en 1%. Hay que destacar que los mayores %HR del día se anotan en el **jardín sur**, 73 y 72% a las 15:00 y 19:00h, y en el **jardín oeste** a las 15:00h con un 73%. Mientras que el %HR más bajo del día se produce a las 17:00h, en los **jardines norte, sur y este**.

La HR es menos variable en el **jardín oeste**, puesto que la variación máxima entre una medición y otra es del 10%, que a su vez es la variación del día, en tanto que el jardín que muestra mayor variación de su HR es el **sur**, que llega a modificarse en 17 y 16% entre un registro y otro, siendo la primera cifra la máxima variación del día.

Por otro lado, si comparamos los %HR del interior con los del exterior de la casa 1 y los tomados por el CMVG, encontramos que existen disparidades muy marcadas entre ellos. Aunque pudiera parecer extraño, los %HR en el interior de la vivienda superan en determinados momentos los registrados en el exterior de la misma, así como a los tomados por el CMVG. Sin embargo, durante la primera y la última medición, la diferencia es poco significativa, pues está entre un 0,7% y un 3% con respecto a las mediciones en el exterior, como se puede ver a continuación.

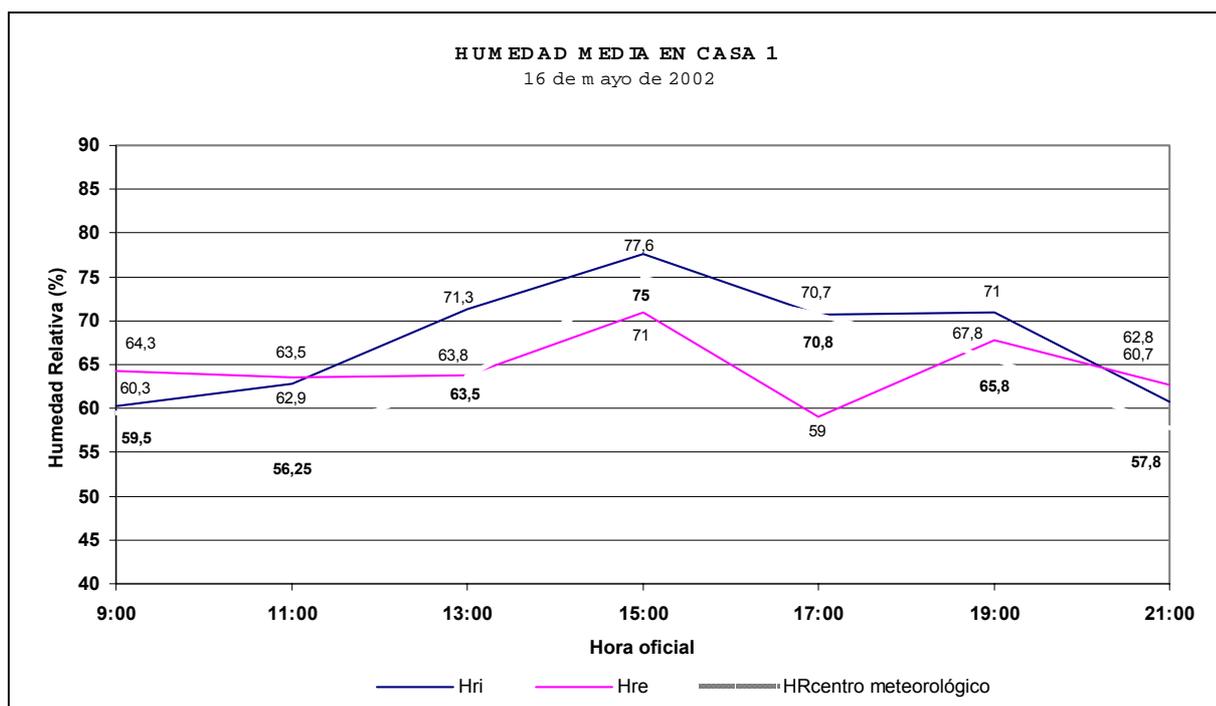


Gráfico 8. Comparación de las curvas de humedad relativa media del interior, de la parcela y de la registrada por el centro meteorológico

En los tres lugares, los % de HR más elevados se observan a las 15:00h. La humedad en el interior aumenta de forma constante durante la mañana y disminuye en la tarde casi del mismo modo, tanto que los valores de la primera y última medición son prácticamente los mismos. Mientras que, en la parcela, la HR es prácticamente estable entre las 9:00h y las 13:00h, pero a partir de esa hora, se eleva súbitamente en un 7,25% y baja de un modo aún más marcado a las 17:00h, en un 12%, para luego volver a incrementarse en un 6,75% a las 19:00h; mostrando una mayor variabilidad en su comportamiento.

De acuerdo a los datos suministrados por el CMVG, la HR en el exterior aumenta de un modo más acelerado a partir de las 11:00h hasta alcanzar el máximo % de HR del día (75%) a las 15:00h para, desde ese momento, comenzar a descender. Este comportamiento, a nuestro modo de ver, puede ser el resultado de la influencia de variables microclimáticas o del paso de una corriente de aire justo en el momento del registro que provocan aumento de la HR en la parcela.

En el gráfico que se presenta a continuación, se recogen los datos de HR de los diferentes espacios de la casa 1 durante un día de primavera. En primer lugar, debemos destacar que las variaciones en el %HR son más marcadas que las de la Ti en toda la vivienda, ya que ésta fluctúa entre una HR_{mín} de 56% y una HR_{máx} de 82%.

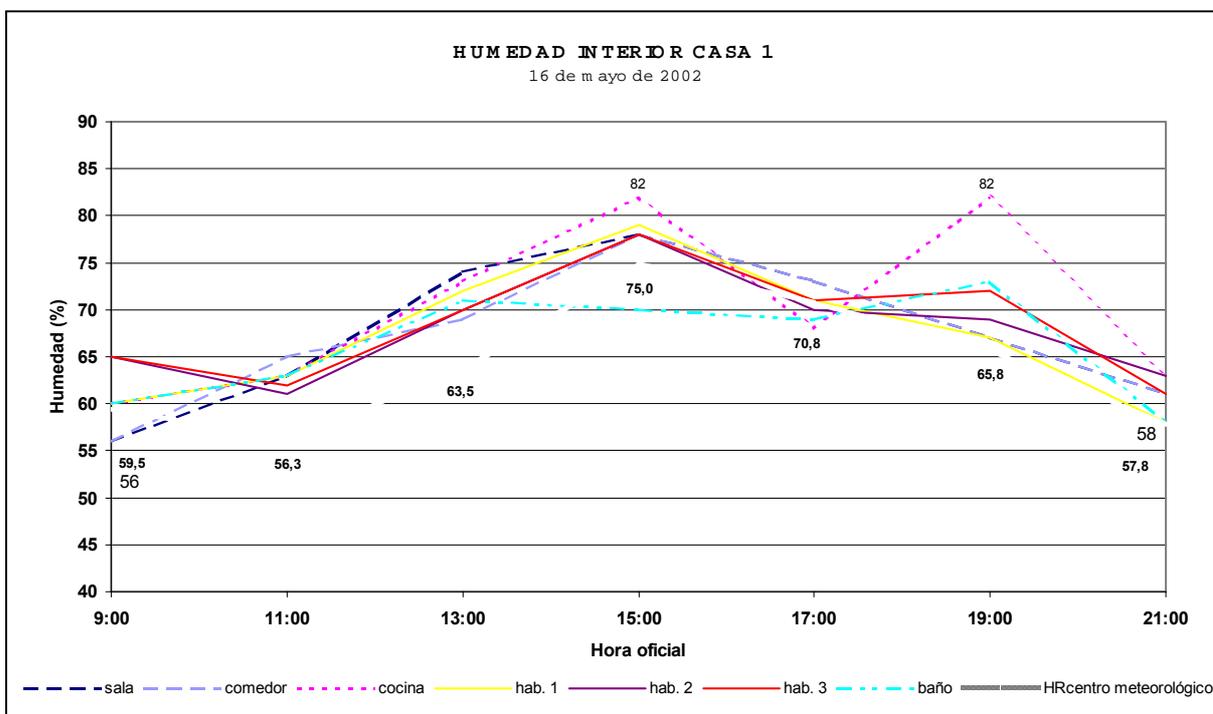


Gráfico 9. HR de los diferentes recintos de la casa 1 y HR registrada por el centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú (CMVG)

Las curvas de HR de la mayor parte de los espacios son bastante similares a la curva del CMVG, aunque en casi la totalidad de los registros los valores de HR del exterior son inferiores a los del interior. Uno de los espacios que resaltan por su comportamiento es la **cocina**, ya que además de alcanzar los

valores máximo de HR durante casi todo el día, muestra dos momentos de máxima HR, el primero a las 15:00h y el segundo a las 19:00h, con un mismo porcentaje, 82%.

Por su parte, el **baño** también ofrece un cierto contraste con el resto, puesto que experimenta el máximo %HR a las 19:00h, con un 73%, y, entre las 13:00h y las 19:00h, la variación de su HR no es muy marcada.

Vale decir que las demás áreas de la casa uno presentan entre sí valores muy similares. De hecho, en algunos momentos varios recintos coinciden en una misma cifra. Por ejemplo, todos anotan la máxima HR a las 15:00h, con un valor del 78 o del 79%.

Si tomamos en cuenta el resultado de los datos de la T y HR de la casa 1, podemos afirmar que esta vivienda, que registra temperaturas medias del aire entre 19,4 y 20,3°C, con una HR media entre 60,3 y 77,6%, tiende a ser fría y húmeda en un día típico de primavera. De hecho, si estos datos se ubican en el Climograma de Bienestar Adaptado [Neila 2000] o en el de Bienestar de Givoni, podemos sostener que se trata de una vivienda que requiere de una aportación térmica para poder incrementar su T_i entre 1 y 2°C y, de este modo, clasificarla dentro de la zona de confort térmico.

Igualmente, es importante destacar que no reconocemos una considerable diferencia entre los valores obtenidos en el interior de la casa uno y los del exterior, lo cual significa que la envolvente no actúa, en gran medida, como un elemento aislante o de protección, así como tampoco como un elemento acumulador de energía o de inercia térmica. Por tanto, resulta necesario acondicionar dichas superficies para poder mejorar las condiciones térmicas de la totalidad de los espacios de la casa uno.

- **Temperatura radiante:**

Como se aprecia en la gráfica, que se presenta a continuación, las curvas de la temperatura de las paredes son muy diferentes en los distintos espacios de la vivienda, aunque podemos afirmar que estas diferencias no son muy marcadas, sobre todo durante las primeras horas de la mañana, cuando las temperaturas de las paredes no son muy elevadas en toda la casa. También apreciamos que las máximas temperaturas de superficie son alcanzadas a las 19:00h y 21:00h por las superficies de la **cocina** y la **hab.2**, las que, por su orientación al oriente, a esa misma hora, están recibiendo los rayos directos del sol. Mientras que las temperaturas de superficie más bajas las muestran la **hab.3** y el **baño**, cuyas paredes se orientan al norte, a las 9:00h,



Foto 73 Hab. 1. Medición de pared norte

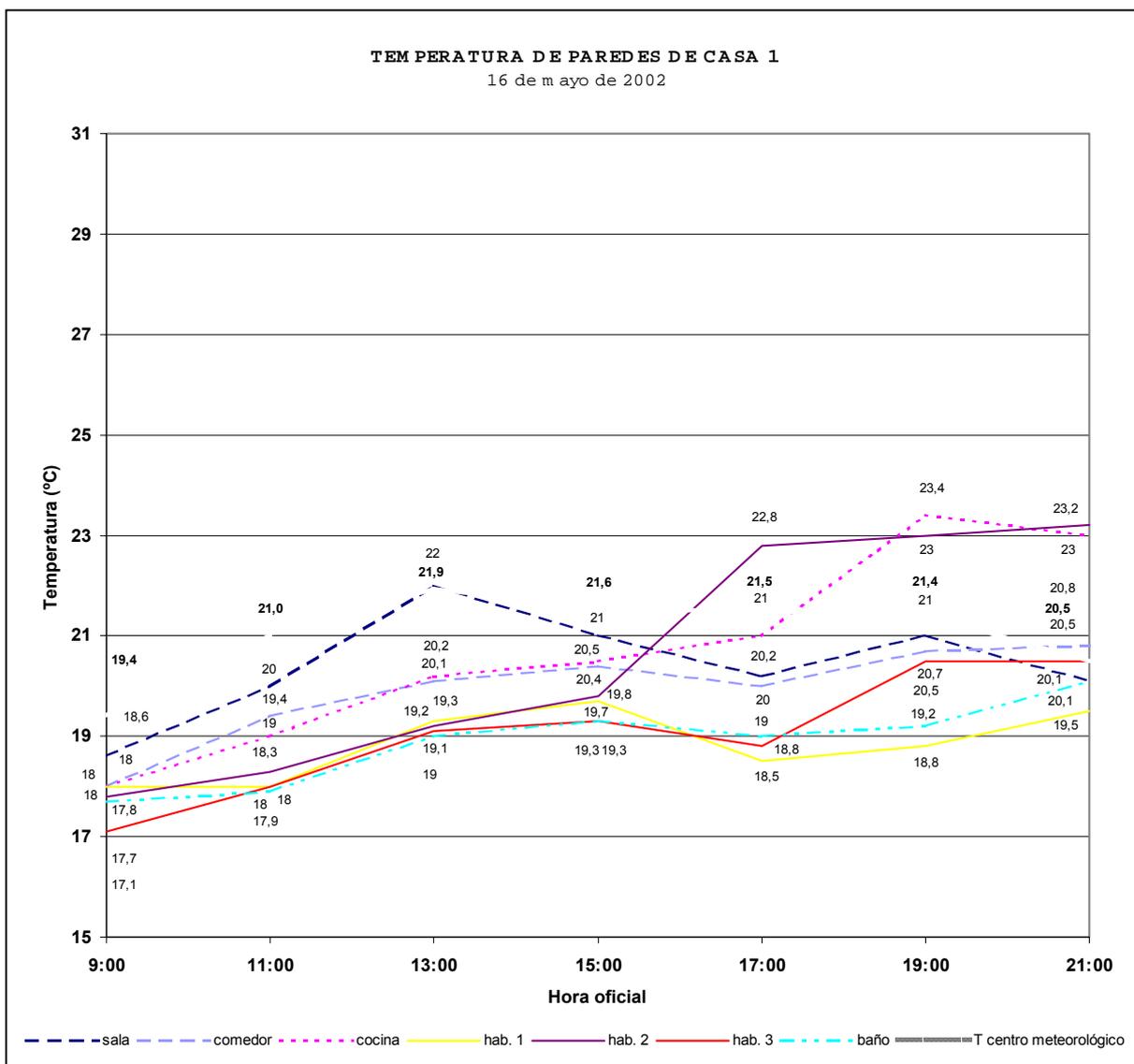


Gráfico 10. Valores de temperatura de las paredes de las diferentes áreas de la casa 1 y curva de Te según el centro meteorológico

con valores de 17,1 y 17,7°C y, a las 11:00h, con 18 y 17,9°C, respectivamente.

Debemos resaltar el comportamiento de las paredes de la **hab.1** y del **baño**, pues en ellos se observan las oscilaciones de temperatura menos significativas, ya que se conservan entre los 18 y los 20°C a lo largo de todo el día. Esto puede deberse, fundamentalmente, a que sus paredes se mantienen siempre a la sombra, puesto que no reciben una cantidad suficiente de energía solar.

La **sala**, el **comedor**, la **cocina** y la **hab.2** son las que aportan la mayor radiación térmica a lo largo del día y, muy especialmente, a las 13:00h, 17:00h 19:00h y 21:00h. En el caso específico de la **sala**, cuya superficie se orienta al S, la temperatura aumenta de 18,6°C, a las 9:00h, a 22°C a las 13:00h. A partir de este momento, desciende hasta los 20,2°C a las 17:00h, pero a esa hora vuelve a aumentar en un grado para descender nuevamente a las 21:00h. A diferencia de este espacio, la **hab.2**, cuya pared mira al Oeste, experimenta un aumento

continuo de la temperatura hasta llegar a 22,8°C a las 17:00h y, a partir de ese momento, subir más lentamente hasta los 23,2°C registrados a las 21:00h. El caso de la **cocina** es muy similar, aunque su crecimiento constante es hasta las 19:00h, hora en que empieza a descender lentamente, aunque apenas varía en 0,4 °C.

La **hab.3**, ubicada al norte, presenta una variación de la temperatura radiante un poco distinta a las otras áreas de la vivienda. En la representación de su comportamiento se nota cómo durante las tres primeras mediciones aumenta de modo sostenido, pero entre las 13:00h y las 17:00h apenas varía en 0,3-0,4°C para después crecer aproximadamente 1°C entre las 17:00h y las 19:00h y permanecer casi en la misma temperatura hasta las 21:00h.

Por otra parte, al observar la siguiente gráfica, en la cual se representan las temperaturas de las superficies exteriores de la casa 1, podemos apreciar una mayor diferencia entre los valores de las distintas superficies según la orientación y la hora. Así mismo si comparamos la radiación media emitida en el interior de

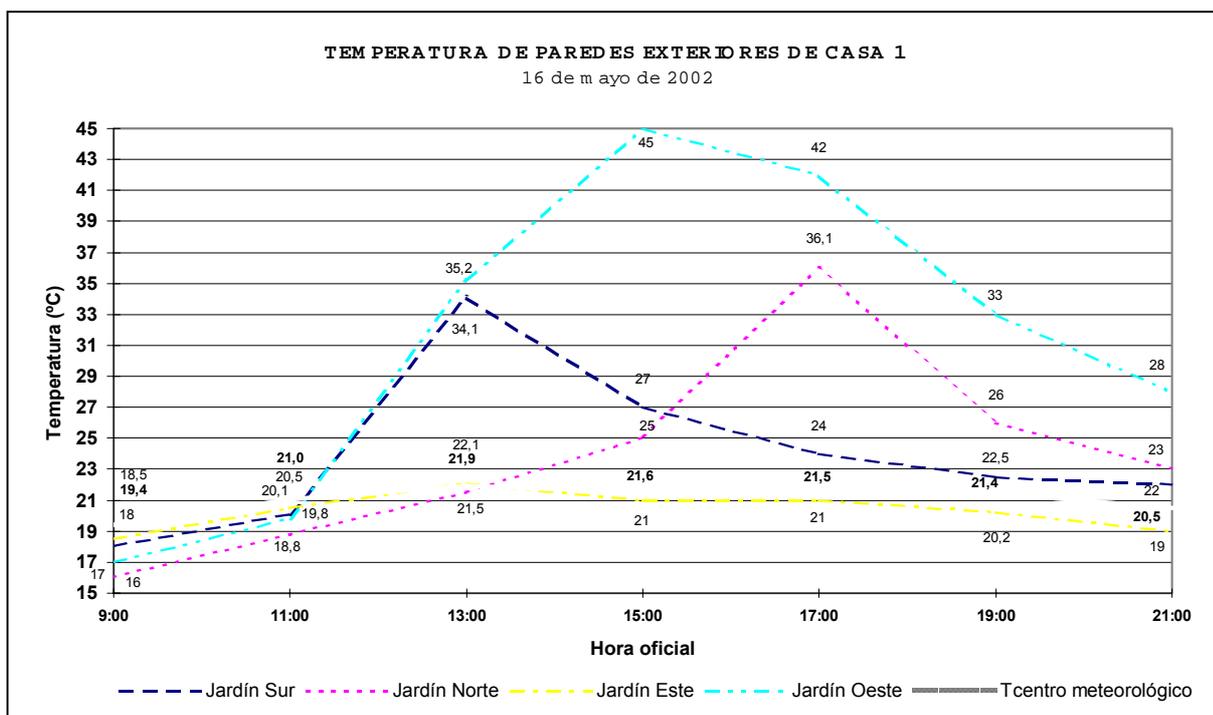


Gráfico 11. Valores de temperatura de superficie registrados en el exterior, en los cuatro puntos cardinales, y Te registrados por el centro

la casa 1 con la transmitida por las paredes al exterior de la misma, notamos que esta última presenta unos valores de la temperatura de superficie mucho más elevados a determinadas horas del día como, por ejemplo, entre las 15:00h y 17:00h, cuando las paredes orientadas al oeste alcanzan los 45 y 42°C, mientras que a las 13:00h las paredes del sur registran 34,1°C y, a las 17:00h, la superficie norte marca 36,1°C. De acuerdo a estos resultados, podríamos afirmar que es mucho menor la cantidad de energía transmitida al interior que la reflejada.

En la gráfica siguiente, se muestra la temperatura del techo en dos puntos diferentes, la **hab.1** y la **sala**, así como la temperatura ambiente según el CMVG y la temperatura interior de la casa 1.

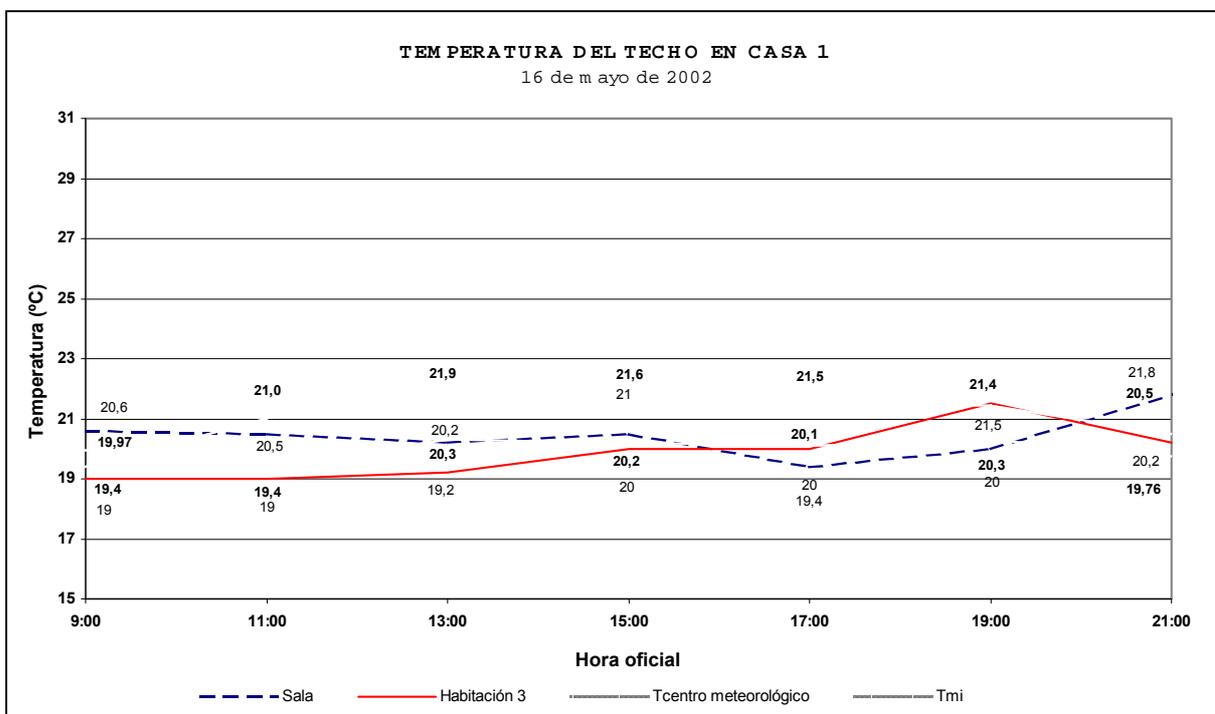


Gráfico 12. Temperatura de la cubierta tomada desde el interior en dos puntos opuestos, según su inclinación, comparada con la temperatura media interior (Tmi) y la Te según el CMVG

En primer lugar, debemos señalar que los momentos de mayor temperatura de la cubierta se dan a las 19:00h en la **hab.3** y a las 21:00h en la **sala**. En segundo lugar, hay que decir que difieren también en las horas de temperatura mínima, pues en la primera es a las 9:00 de la mañana y en la segunda a las 5:00 de la tarde. Asimismo, mientras en la hab. la temperatura aumenta a lo largo del día hasta llegar a 21,4°C a las 19:00h; en la sala, se mantiene prácticamente constante hasta las 15:00h, desciende 1°C y sube más de 2°C entre esa hora y las 21:00h. No obstante, debemos puntualizar que no existe una gran variación de la temperatura de la cubierta durante el día, ya que ésta es apenas de 2,4°C.

Por otra parte, hay que destacar que los valores de la temperatura de la cubierta son levemente inferiores a la temperatura ambiente exterior, según el CMVG, y muy próximos a la temperatura en la vivienda durante la mayor parte del día, puesto que la diferencia máxima observada es de casi un grado centígrado.

Las semejanzas entre la temperatura ambiente y la temperaturas de las superficies pueden ser mejor examinadas en la siguiente gráfica, en la cual se representan los valores medios de la temperatura ambiente interior y los de las superficies, así como los del exterior de acuerdo a los datos del CMVG.

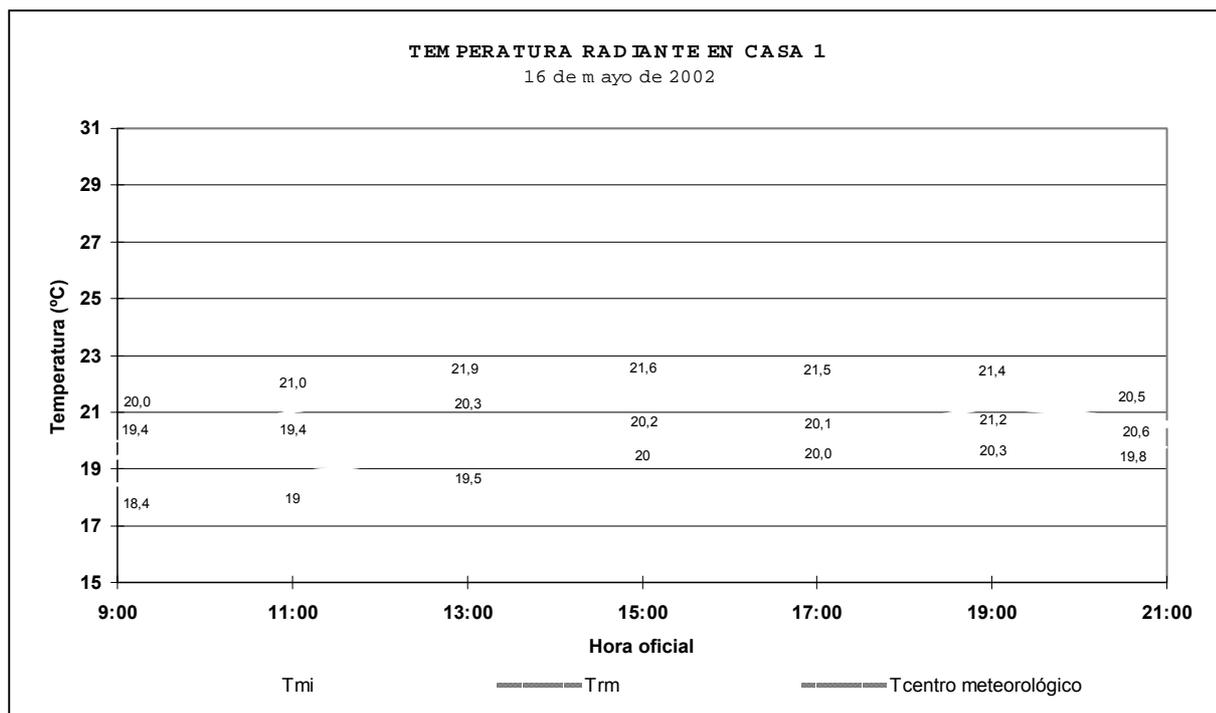


Gráfico 13. Comparación entre las curvas de temperatura media interior, temperatura exterior y la temperatura media total de las diferentes superficies interiores

Como se puede apreciar, los valores de la temperatura interior son muy parecidos a los de temperatura radiante, e incluso las diferencias existentes con la temperatura exterior no son muy significativas, especialmente, teniendo en cuenta que la diferencia máxima en un mismo registro es de 1,5°C.

En síntesis, la forma de las curvas y las temperaturas varían entre un espacio y otro, lo cual evidentemente se debe a la ubicación de las paredes y del suelo y a la inclinación de la cubierta con respecto a la incidencia solar, así como a la presencia de elementos de obstrucción. Igualmente, podemos afirmar que entre las temperaturas de las superficies y las del ambiente interior no existen marcadas diferencias térmicas y, por lo tanto, no se genera un mayor intercambio energético entre la envolvente y el exterior que podría modificar la temperatura de sensación de los usuarios de la vivienda. Hay que agregar que como se registran temperaturas de superficie bajas, estas superficies, desde el punto de vista del confort térmico, no ayudan a aportar la carga energética necesaria para alcanzar y mantener a lo largo del día unas temperaturas adecuadas en el interior de la casa uno.

• **Movimiento del aire:**

En el gráfico que se presenta a continuación, se describen los valores de la velocidad media del aire registrados en el interior y en el exterior de la vivienda uno en un día típico de verano. Uno de los primeros aspectos a destacar son las diferencias en la forma de las curvas de velocidad del aire del interior, de la parcela y del Centro Meteorológico de Vilanova i La Geltrú.

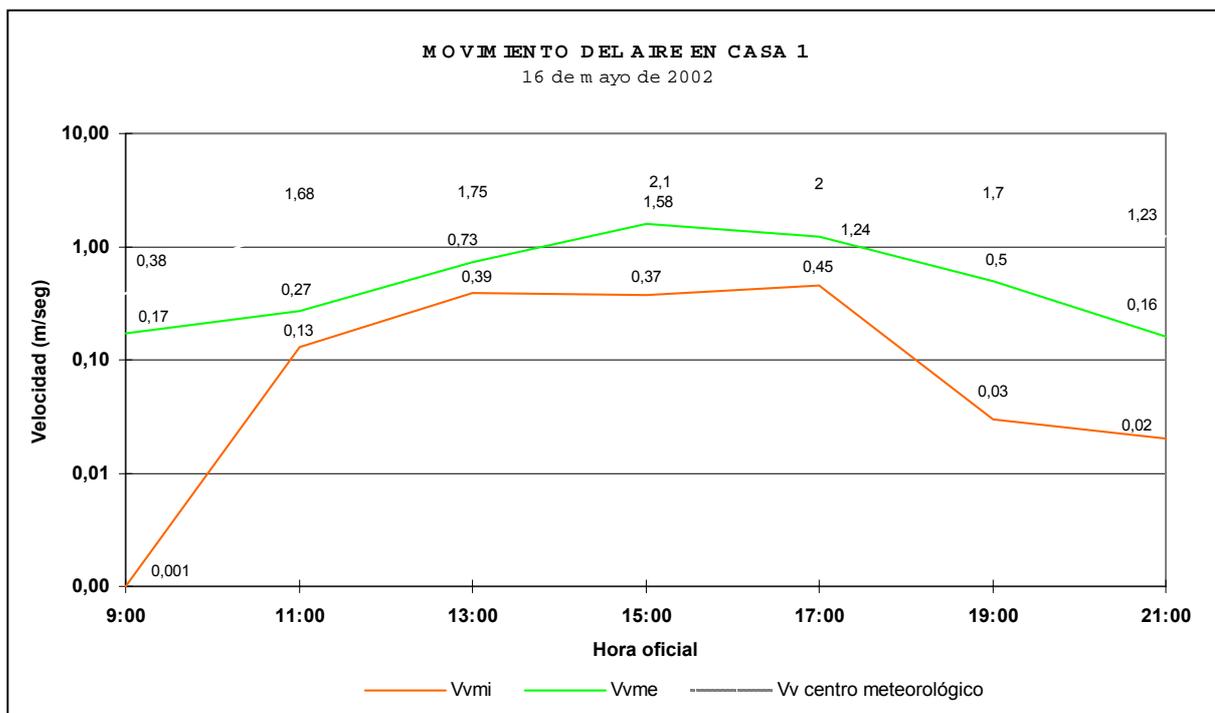


Gráfico 14. Valores de velocidad del viento media interior y exterior según los datos registrados en la vivienda 1 y velocidad del viento según los datos de ese día del centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú (CMVG)

Las Velocidades del viento en el interior se mantiene por debajo de los 0,5m/s, mientras que en la parcela fluctúan entre los 0,5 y 1,5m/s durante más de la mitad del día y, solamente a las 9:00h, 11:00h y 21:00h, se registran valores inferiores a los 0,5 m/s. Al mismo tiempo, el Centro Meteorológico de Vilanova i la Geltrú reseña velocidades del aire mayores a 1,5m/s durante la mayor parte del día, pues únicamente a las 9:00h y 21:00h se miden velocidades inferiores. Además, se puede apreciar claramente que las diferencias de velocidades a lo largo del día son más significativas en el interior que en el exterior; aunque, entre las 13:00h y las 17:00h, los datos son más o menos similares.

En cuanto al movimiento del aire en la parcela de esta vivienda, de acuerdo a la gráfica que aparece a continuación podemos destacar que tres de los cuatro jardines muestran una máxima velocidad del aire a las 15:00h, así como coinciden en presentar las velocidades más bajas a las 9:00h y 21:00h.

Como se puede observar el **jardín este** es el que se muestra más variable a lo largo de todo el día y registra las máximas velocidades del día, 2,65m/s. Así mismo, es el jardín

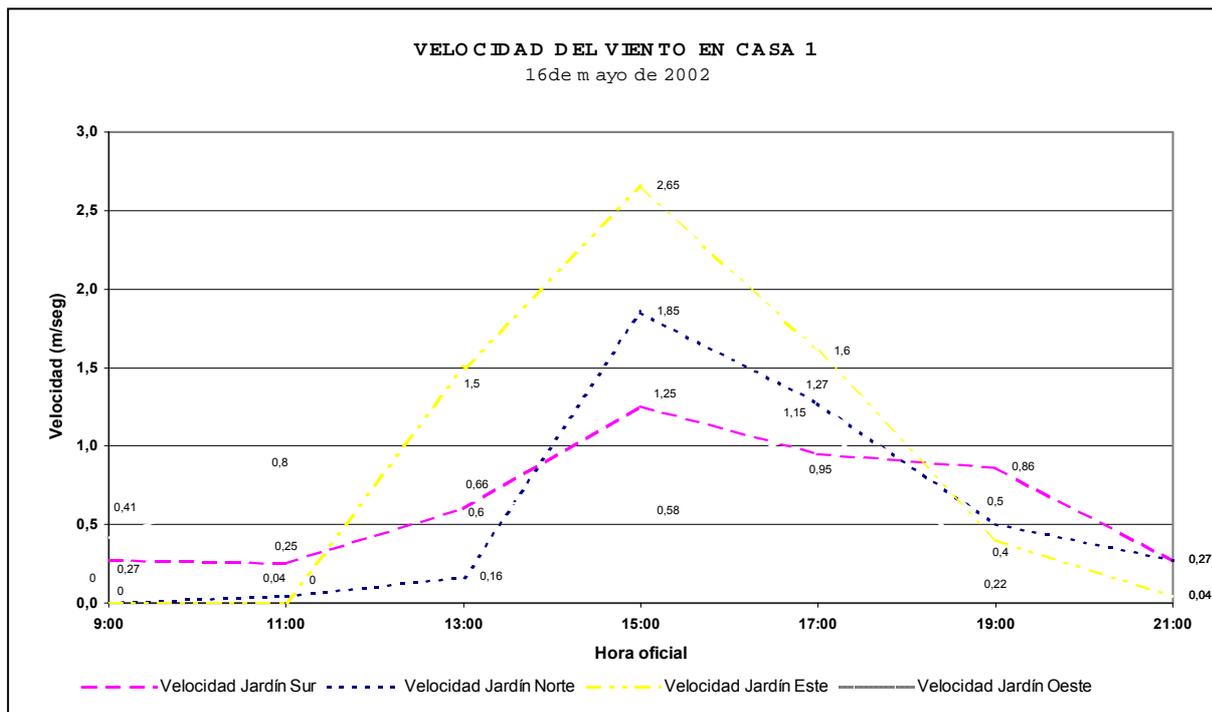


Gráfico 15. Velocidad del viento (Vv) observado en los jardines de la casa 1

donde no se detecta corriente de aire alguna entre las 9:00h y las 11:00h. Por el contrario, los **jardines sur y oeste** son los que anotan las velocidades menos variables a lo largo del día, además de ser los que alcanzan las velocidades máximas más bajas, 1,25 y 1,25m/s. Este hecho evidentemente está relacionado con la protección recibida por los árboles que se ubican en estos puntos de la parcela.

Según los resultados de las mediciones de la velocidad del aire en el interior de la vivienda 1, ésta resulta muy variable a lo largo del día, tanto en los propios valores de Vv como entre un espacio y otro. Es por ello que, en la siguiente gráfica, se observan picos de velocidad del aire, en distintas horas y en las diferentes áreas.

En la **cocina**, el **comedor** y las **hab.1, 2 y 3**, los valores máximos alcanzan grados considerados como de calma en grado 1, según la escala de Beaufort, que quiere decir que se trata de una brisa muy ligera difícilmente perceptible, mientras que en el resto de la vivienda se clasifican como en estado de calma, grado 0. Es de hacer notar que los valores medidos en otras horas del día, en estos mismos espacios, no llegan a superar los 0,45m/s y, en algunos momentos, el anemómetro no detecta movimiento alguno del aire.

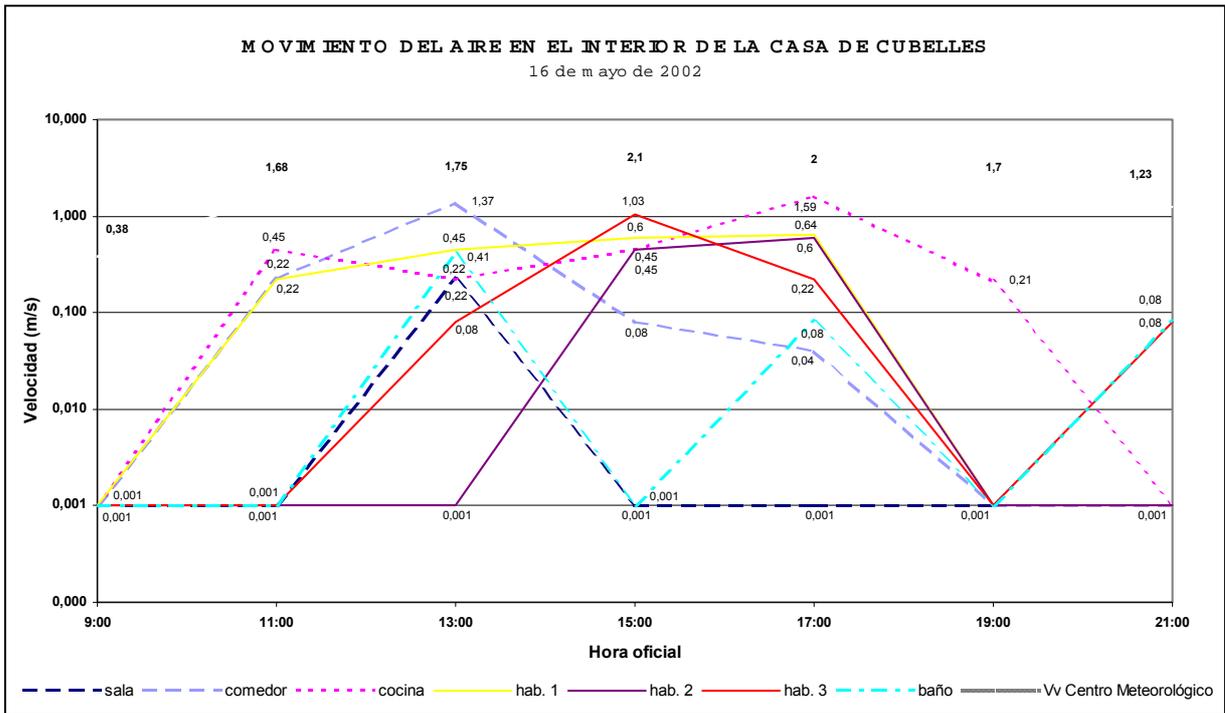


Gráfico 16. Velocidades del aire registrados en los diferentes espacios de la casa 1 junto a curva de velocidad del aire de ese día según el CMVG

En los otros espacios de la vivienda, aunque no se presentan velocidades mayores a 1,03 m/s, se percibe un constante paso del aire a lo largo de todo el día, a excepción de la sala donde solamente a las 13:00h se detectan valores de 0,22m/s. Además, debemos señalar que, a las 9:00 de la mañana y a las 21:00h, no se sienten corrientes de aire en ningún espacio de la casa, aunque la hab.3 y el baño marcan 0,08m/s durante la última medición.

Cabe destacar que las Vv máximas alcanzadas en la **cocina**, el **comedor** y en la **habitación 3** pueden generar una reducción de 2 o 3°C en la temperatura de sensación. Mientras que aquellas Vv que superan los 0,3°C mostradas en otros momentos del día en estos mismo espacios y en las **hab.1 y 2**, pueden reducir la temperatura de sensación en 1°C, empeorando las condiciones ya existentes de confort térmico.

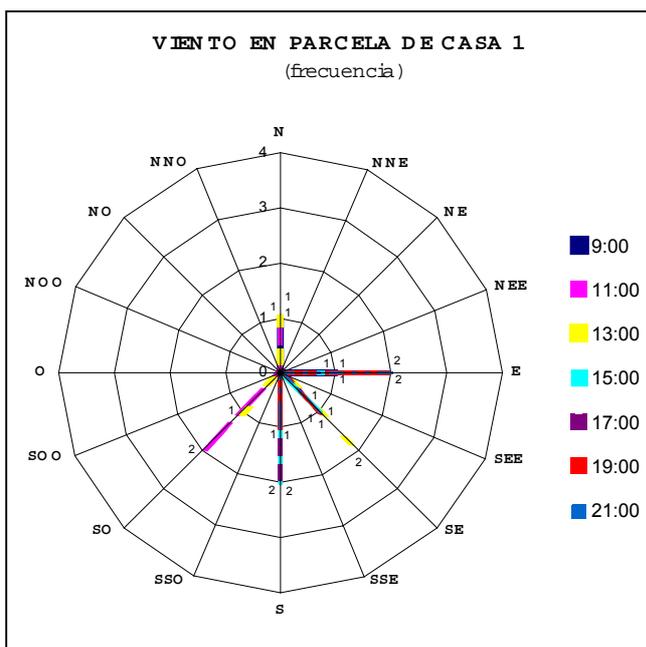


Gráfico 17. Rosa de vientos según los registros del movimiento del aire en la parcela de la casa 1

Con respecto a la comparación entre las observaciones de la frecuencia y dirección del movimiento del aire en el interior y en la parcela de la vivienda, así como con las recogidas por el CMVG, se notan algunas diferencias en cuanto a la dirección de donde proviene el viento con mayor frecuencia. Ya que, si observamos la siguiente tabla y la rosa de los vientos en la cual aparece la dirección del viento registrada durante un día típico de primavera en la parcela de la casa 1, podemos ver claramente que, en todos los casos, el viento procede del **E**, **S** y del **SE** en la parcela

durante la mayor parte de los registros, mientras que, según los datos recopilados por el centro meteorológico, llega del **SSE** y del **SE**.

Tabla 21. Dirección del viento en ° en el exterior de la casa 1

| Hora | Jardín Sur | Jardín Norte | Jardín Este | Jardín Oeste | CMVG |
|-------|------------|--------------|-------------|--------------|------|
| 9:00 | 90 | | | 0 | 98 |
| 11:00 | 220 | 0 | | 220 | 169 |
| 13:00 | 135 | 0 | 135 | 220 | 143 |
| 15:00 | 135 | 90 | 180 | 180 | 105 |
| 17:00 | 135 | 90 | 180 | 180 | 125 |
| 19:00 | 90 | 90 | 180 | 135 | 133 |
| 21:00 | 80 | 80 | 180 | 135 | 69 |

Además, también podemos destacar que, a diferencia de lo que ocurre en el interior, solamente en tres ocasiones no se registra movimiento del aire en determinados puntos de la parcela. Mientras que el CMVG reseña valores de velocidad del viento en todas sus mediciones.

Es necesario tomar en cuenta que el viento no solamente se muestra cambiante su intensidad, sino que además es muy variable en la forma como se desplaza en el interior de la casa. En la siguiente tabla y en la rosa de los vientos, que mostramos a continuación, se representan en grados o con letras la dirección de donde provienen los movimientos de aire observados en cada una de las mediciones. Cabe destacar que, a lo largo de este día, no se detecta movimiento alguno del aire en el interior en un 50% de los recintos, a pesar de que en el exterior se pueden medir algunas brisas leves.

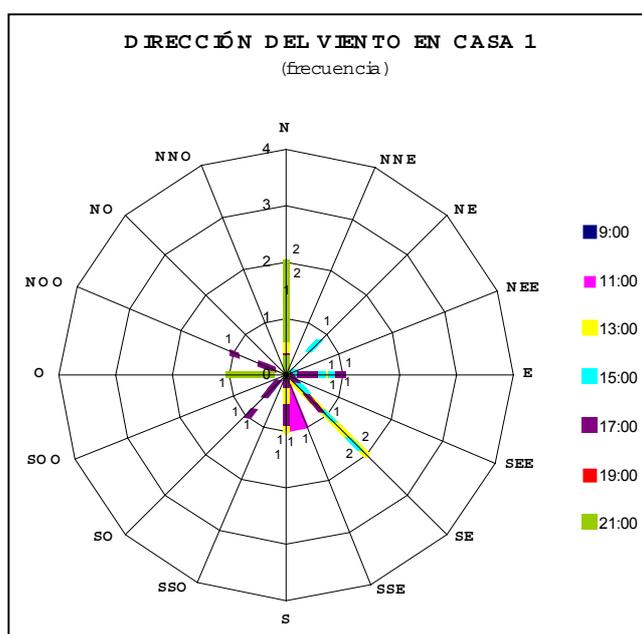


Gráfico 18. Rosa de vientos donde se muestra la frecuencia de la dirección del aire en el interior de la vivienda 1

Tabla 22 Dirección del viento en ° en el interior de la casa 1

| Hora | Sala | Comedor | Cocina | Hab.1 | Hab.2 | Hab.3 | Baño |
|-------|------|---------|--------|-------|-------|-------|------|
| 9:00 | | | | | | | |
| 11:00 | | 170 | 150 | 90 | | | |
| 13:00 | 175 | 140 | 135 | 90 | | 0 | 0 |
| 15:00 | | 135 | 135 | 90 | 225 | 45 | |
| 17:00 | | 180 | 135 | 90 | 225 | 300 | 0 |
| 19:00 | | | | | | | |
| 21:00 | | | 270 | | | 0 | 0 |

Por otra parte, hay que señalar que la frecuencia en la dirección del aire varía de un recinto a otro, debido casi siempre a la orientación de las ventanas y de las puertas, así como a la configuración interna de la vivienda, la que por tener aberturas en las fachadas norte, este y sur permite el fácil acceso de las

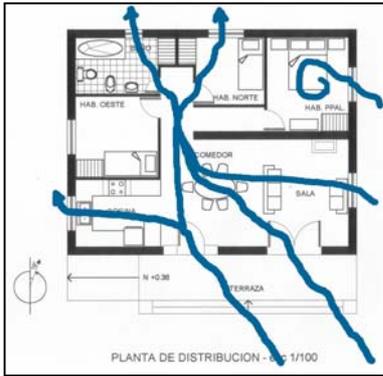


Fig. 74. Esquema de movimiento del aire en planta de la casa 1.

corrientes provenientes de estos sentidos (Fig.74). No obstante, en términos generales, podemos afirmar que la mayor parte del tiempo el aire proviene del **SE** y del **N**, observando también movimientos constantes del **E** y del **S**.

De acuerdo a lo analizado, se puede sostener que existen diferencias importantes en las velocidades del movimiento del aire entre el interior y el exterior, las cuales pueden, fundamentalmente, tener su origen en la presencia de elementos obstaculizadores del viento alrededor de la vivienda los cuales pueden provocar un desvío de las corrientes de aire o una disminución de su velocidad. Los árboles presentes en el terreno, ubicados en su mayoría al sur y oeste de la parcela, la existencia de una pared que delimita la parcela por el norte y la presencia de algunas viviendas cerca de esta casa en la zona norte, este y oeste, son los principales elementos obstaculizadores del viento.

2.1.2.2. Comportamiento Lumínico:

En cuanto a la iluminación en el exterior de la vivienda 1, como se puede ver en el siguiente gráfico, debemos indicar que resaltan considerables contrastes lumínicos alrededor de la misma y que los niveles lumínicos de algunos jardines son similares a los datos aportados por el CMVG.

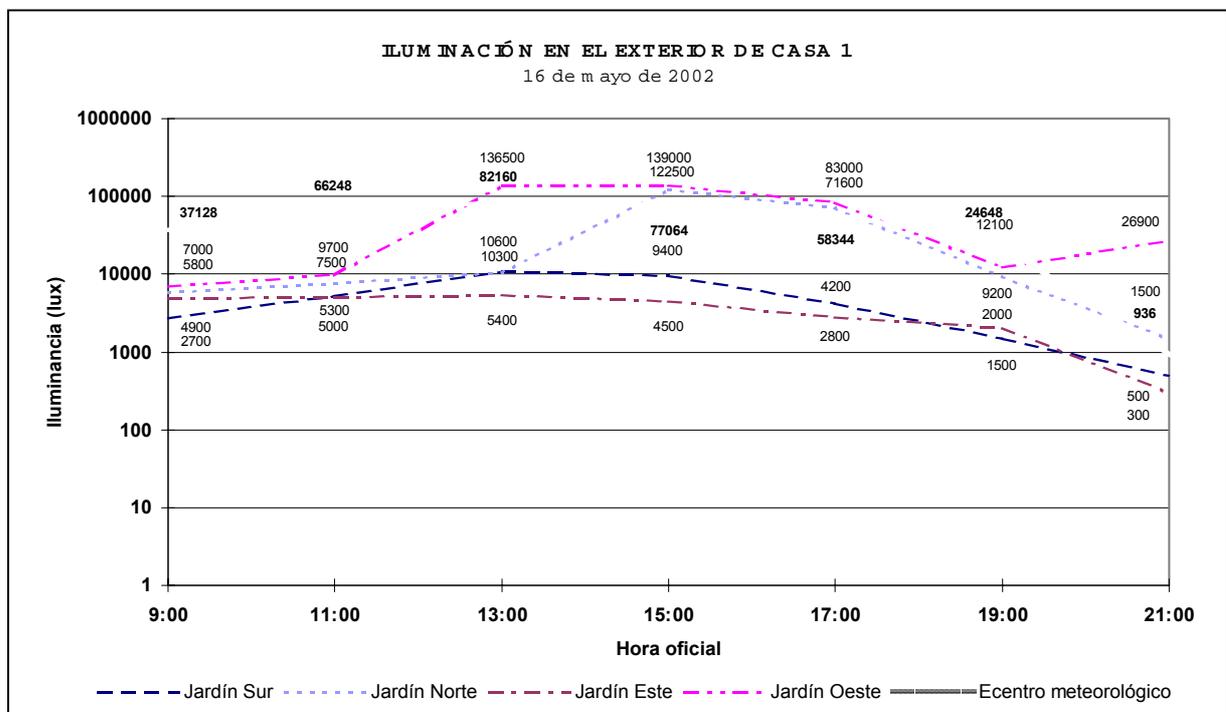


Gráfico 19. Niveles de iluminancia en plano horizontal en cuatro puntos de la parcela de la casa 1 y curva según datos del CMVG

La zona **sur** y la zona **este** de la parcela son las que menos variaciones presentan, ya que oscilan entre los 300 y los 10600lx, al tiempo que la zona oeste y la norte varían a lo largo

del día desde los 1500lx hasta los 136500lx. Los mayores niveles lumínicos se dan entre las 13:00h y las 17:00h, mientras que los más bajos son observados a las 9:00h y a las 21:00h, aunque, a esta hora, el sector oeste muestra un incremento de 14800lx, con respecto a las 19:00h, debido, probablemente, a que parte de las nubes presentes durante la tarde se habían retirado.

Es de hacer notar el incremento percibido entre las 11:00h y las 13:00h en el sector **oeste** (de 126800lx) y entre las 13:00h y las 15:00h, en el jardín posterior, en el **norte** de la parcela (de 112200lx), llegando a alcanzar los valores registrados por el CMVG. Esto nos induce a pensar, una vez más, que tanto los árboles como las características del día en que se tomaron las mediciones influyen notablemente en los datos recogidos en cada jardín.

En la gráfica de los valores medios de iluminación natural del interior y del exterior de la casa 1 en primavera, que se muestra a continuación, se distingue una marcada diferencia entre las curvas, así como también una menor cantidad de luz llegando de los espacios internos, si la comparamos con la existente en el exterior.

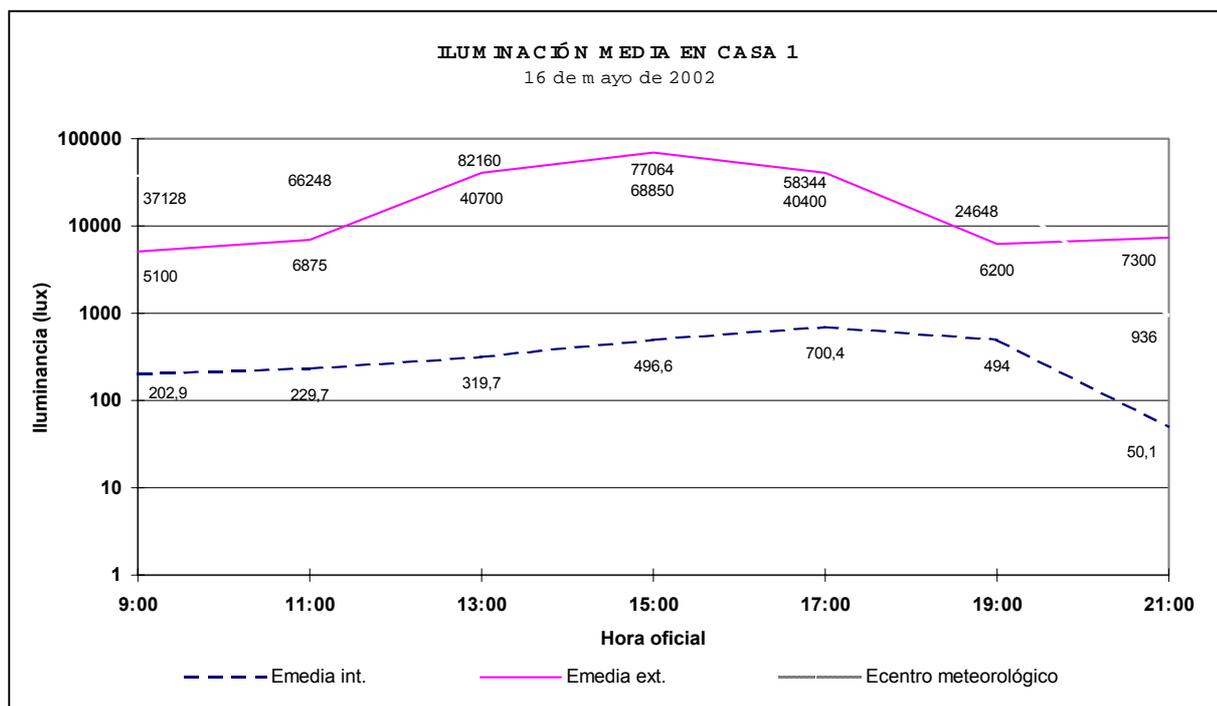


Gráfico 20. Valores de iluminación media en interior (E_{mi}) y parcela (E_{me}) de la casa 1 comparados con datos registrados por el centro meteorológico

En cuanto a la iluminación en la parcela, el punto más elevado lo observamos a las 15:00h, mientras que en el interior lo notamos a las 17:00h. Además, se registra una variación en la iluminación interior de 50 a 700 (650lux), mientras que en los jardines es de 5100 a 68850 (63750lux) y, según el CMVG, de 936 a 82160 (81224lux), durante las horas de las mediciones, siendo mucho menor el rango de variación en el interior que en el exterior.

Debemos destacar que los datos arrojados durante la última medición, muestran que la E_{me} de la vivienda es mucho mayor que la del CMVG. Esto quizás pueda deberse a la nubosidad y a la localización de los puntos de medición, por cuanto en otros momentos del día la diferencia es a la inversa y, muy posiblemente, debido a la protección solar ofrecida por la propia vegetación del lugar.

En la casa 1, como podemos ver en la siguiente gráfica, se reconocen marcados contrastes entre los niveles E_i de las diferentes áreas de la vivienda, así como en cada recinto a lo largo de un mismo día. Asimismo, entre los niveles lumínicos observados en el interior de la casa y los registradas por el CMVG, ya que estos últimos son muy superiores, llegando a exceder algún espacio hasta en 76790lx.

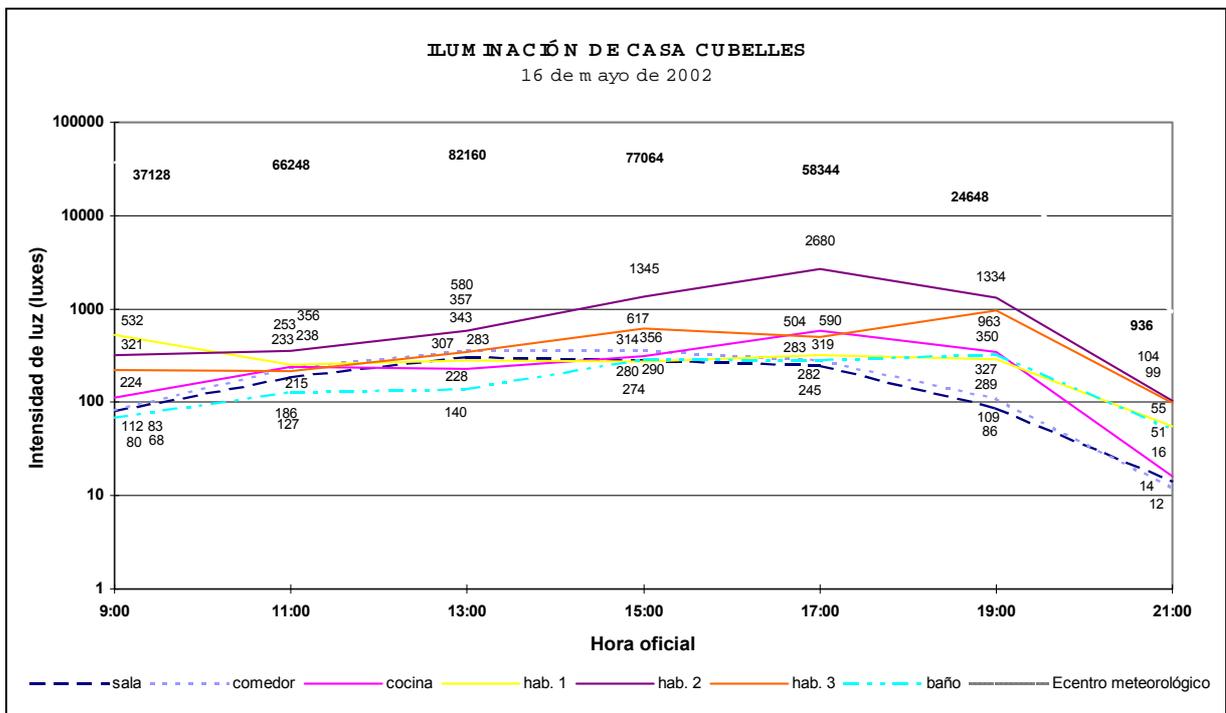


Gráfico 21. Curvas de niveles de iluminación de los diferentes recintos de la casa 1 y del exterior, según el centro meteorológico



Foto 74. Baño de casa 1. Ventana a Norte

La **hab.2** es la que presenta los niveles lumínicos más altos, mientras que el baño, la sala y el comedor muestran los más bajos en la mayor parte de las mediciones. Los niveles más altos no se dan en todos los recintos de esta casa a una misma hora, ya que varían entre un área y otra. En efecto, mientras en la **habitación 2** y en la **cocina** es a las 17:00h, en la **hab.3** y el **baño** es a las 19:00h, en la **sala** y en el **comedor** es a las 13:00h y en la **habitación 1** es a las 9:00h.

Con respecto a las máximas variaciones lumínicas en un mismo recinto, debemos señalar que éstas ocurren mayormente entre las 17:00 y las 21:00h, cuando en casi todos los espacios se observa un fuerte descenso de los valores de E . En tanto que, las menores variaciones se suceden entre las 9:00h y las 17:00h, a excepción de la **hab.2**. En cuanto a la variación diaria en los

distintos recintos, ésta es de 293lx en la sala, 345lx en el comedor, 574lx en la cocina, 477lx en la hab.1, 2576lx en la hab.2, 864lx en la hab.3 y 276lx en el baño. Destacándose la máxima variación diaria, que ocurre en la hab.2, puesto que esta magnitud, además de ser un valor representativo, se da en poco tiempo, siendo fácilmente percibida por los usuarios. Entre las 9:00h y las 13:00h, en los diferentes espacios, la iluminancia oscila entre los 68 y los 580lx, y la diferencia en la percepción de la iluminación entre el baño y la hab.2, que son los que muestran el mínimo y máximo valor de intensidad de luz, es significativa.

Estas diferencias en el nivel lumínico del interior de la vivienda pueden explicarse por la ubicación y al tamaño de las ventanas de cada una de las habitaciones, la presencia de una terraza cubierta en la fachada sur, frente a las puerta-ventanas de la sala y el comedor, y la protección solar ofrecida por los árboles que bordean la vivienda.

Además de lo anterior, debemos hacer notar que, a partir de las 17:00h, los niveles de E disminuyen en cada uno de los espacios de la vivienda, a excepción de la hab. 3 donde, por el contrario, aumenta el nivel de la E natural. Pero, sin duda, es entre las 19:00 y las 21:00h cuando se produce una reducción de la E en toda la casa 1.

Cabe destacar que, de acuerdo a las recomendaciones lumínicas de Serra (1995), el rango de iluminación interior de la casa 1 permite realizar tanto actividades con un esfuerzo visual bajo y de poca duración como actividades que requieren de un esfuerzo visual medio o alto, pero de poca duración. Por otro lado, si se comparan estos valores con los sugeridos por Rodríguez (2001) encontramos que, en términos generales, las distintas habitaciones de la vivienda no responden a las necesidades lumínicas por medios naturales durante el equinoccio de primavera.

Tabla 23. Niveles lumínicos en cada espacio de la casa 1 en primavera

| Hora | sala | comedor | cocina | hab. 1 | hab. 2 | hab. 3 | baño |
|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| 9:00 | 80 | 83 | 112 | 532 | 321 | 224 | 68 |
| 11:00 | 186 | 233 | 238 | 253 | 356 | 215 | 127 |
| 13:00 | 307 | 357 | 228 | 283 | 580 | 343 | 140 |
| 15:00 | 280 | 356 | 314 | 274 | 1345 | 617 | 290 |
| 17:00 | 245 | 282 | 590 | 319 | 2680 | 504 | 283 |
| 19:00 | 86 | 109 | 350 | 289 | 1334 | 963 | 327 |
| 21:00 | 14 | 12 | 16 | 55 | 104 | 99 | 51 |
| Media | 171,1 | 204,6 | 264 | 286,4 | 960 | 423,6 | 183,7 |

En efecto, Rodríguez (2001) recomienda los siguientes niveles de E general: 200 para las habitaciones, 300 en el comedor y 500 en los baños, salas y la cocinas y, de acuerdo con esto, tenemos que en determinados momentos hay un valor de

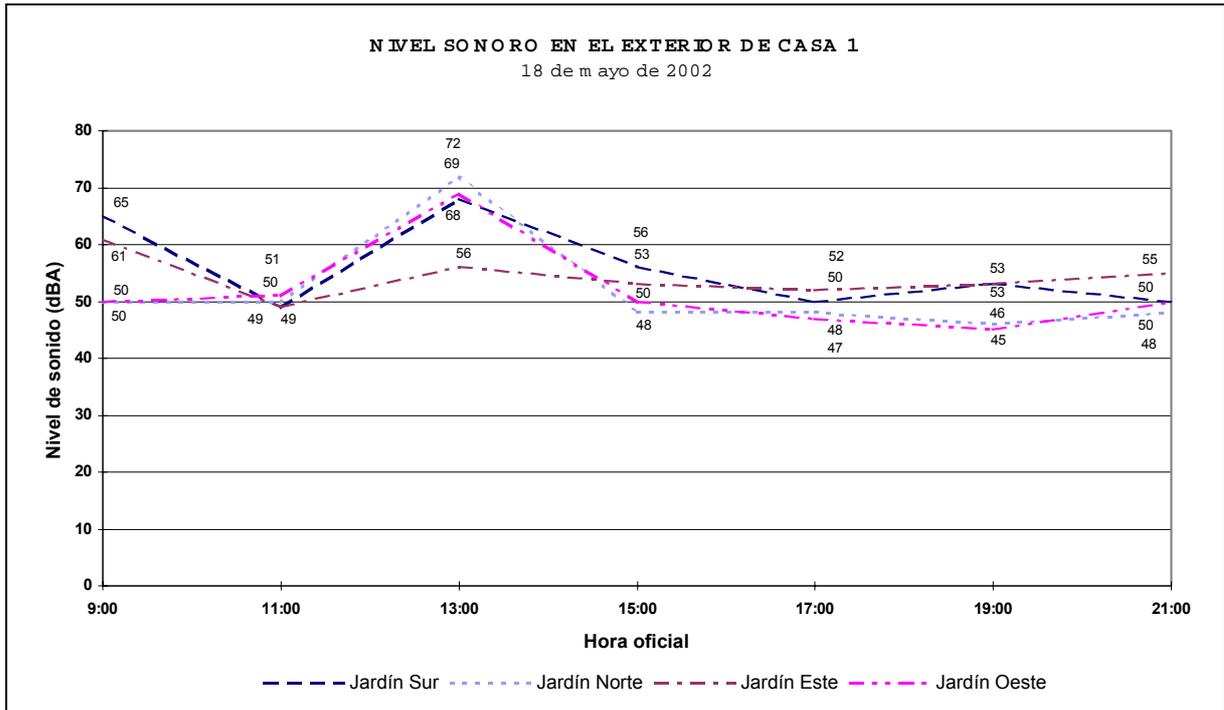


Gráfico 22. Nivel sonoro (NS) observado en los diferentes jardines de la casa 1

iluminancia muy superior al establecido como, por ejemplo, 2680lx en la hab.2 a las 17:00h y, a las 21:00h, en todos los recintos existe la necesidad de encender las luces artificiales para realizar las actividades adecuadamente.

2.1.2.3. Comportamiento Acústico:

Si se examinan los resultados obtenidos en los registros tomados en el exterior de la casa 1, que se representan en la siguiente gráfica, advertimos unos niveles sonoros que oscilan entre los 45 y los 72dB, pasando de una zona poco ruidosa a una muy ruidosa, aunque se mantiene en valores entre poco ruidosos y ruidosos durante la mayor parte del día. Otros aspectos que debemos destacar de esta gráfica son los dos momentos cuando se experimenta un incremento considerable del ruido, que como veremos más adelante coinciden con los niveles más elevados de las mediciones en el interior, es decir, a las 9:00h y a las 13:00h. No obstante, hay que resaltar la diferencia entre los valores del **jardín norte** y del **oeste** en la primera medición, más de 10dB por debajo de las otros dos jardines, así como la del **jardín este** que está a las 13:00h más de 12dB por debajo de los niveles de las otras áreas.

Además, debemos señalar que, a partir de las 15:00h, el NS no varía significativamente, a pesar de notarse ciertas diferencias entre uno y otro jardín, ya que mientras el este y el sur se mantienen entre los 50 y 55dB, los otros fluctúan entre los 45 y los 50dB.

Según las curvas de los NS de la casa 1 en un día típico de primavera plasmados en la gráfica siguiente, existen ciertas similitudes entre los diferentes recintos. De hecho, se observan escasos contrastes entre los NS. Además, se aprecian niveles sonoros inferiores a los medidos en el exterior de la vivienda. Como ya se ha mencionado, en NSe se mantiene entre los 45 y los 72dB, mientras que NSi oscila entre los 38 y 67dB.

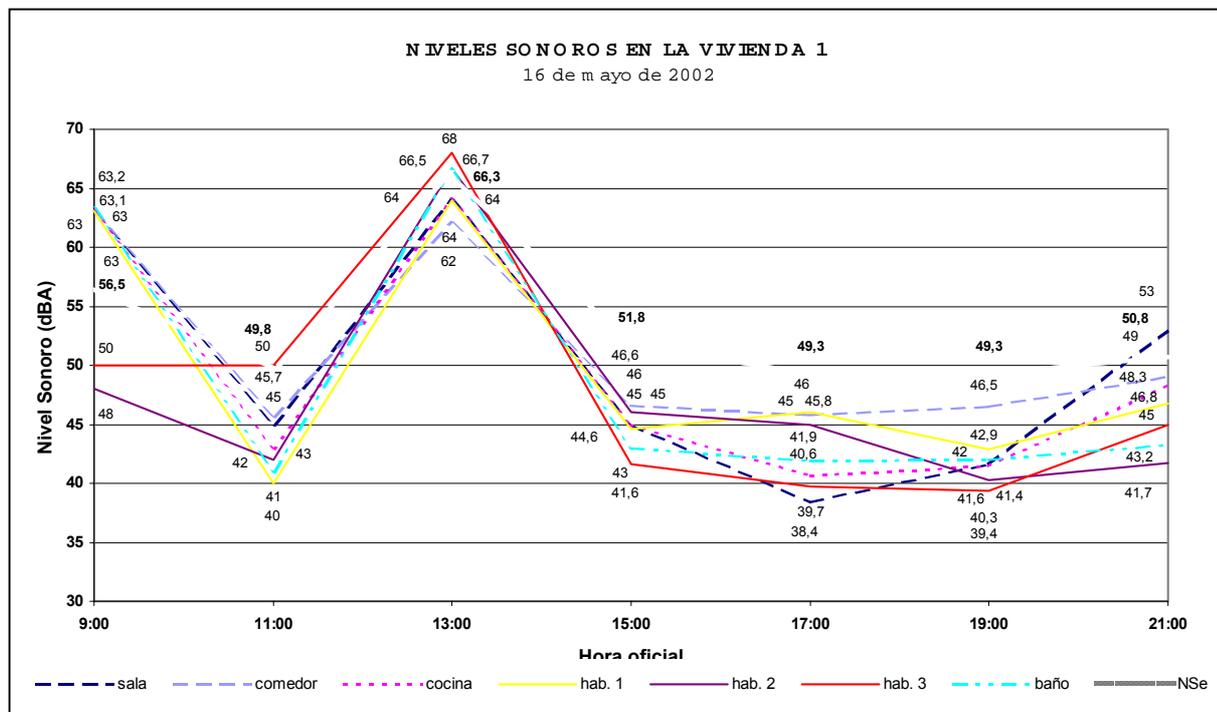


Gráfico 23. Niveles sonoros (NSi) en los diferentes espacios de la casa 1 y media del Nivel Sonoro exterior (NSe) según datos de la parcela

Se nota también que los NS en la casa 1 se elevan notablemente en ciertas horas del día. Los más altos se registran a las 13:00h en todas las habitaciones, mientras que los más bajos tienen lugar a las 11:00h, 15:00h, 17:00h y 19:00h en casi la totalidad de los espacios. A las 9:00h, se reconoce una marcada diferencia entre el ruido de las **hab.3 y 2**, que presentan 45 y 50dB, respectivamente, y el resto de la vivienda, donde el nivel de ruido registrado llega a los 63dB. Igualmente, entre las 19:00h y las 21:00h se presenta un evidente contraste entre los niveles sonoros de la **sala**, la **cocina** y la **hab.3**, con fluctuaciones entre 41,6 y 53dBA, 41,4 y 48,3dBA y entre 39,4 y 45dBA, respectivamente, y el resto de la vivienda.

Asimismo, tenemos que señalar que existen diferencias entre el NSi y el NSe, como lo podemos ver en la gráfica siguiente, pero son de pocos decibeles. Igualmente, se aprecia que las curvas son muy parecidas, aunque destaca una leve diferencia entre el valor de intensidad sonora del interior y el del exterior a las 9:00h, cuando podemos suponer se realizaba alguna actividad dentro de la vivienda que hace que el nivel interior sea casi 3dB mayor que el exterior.

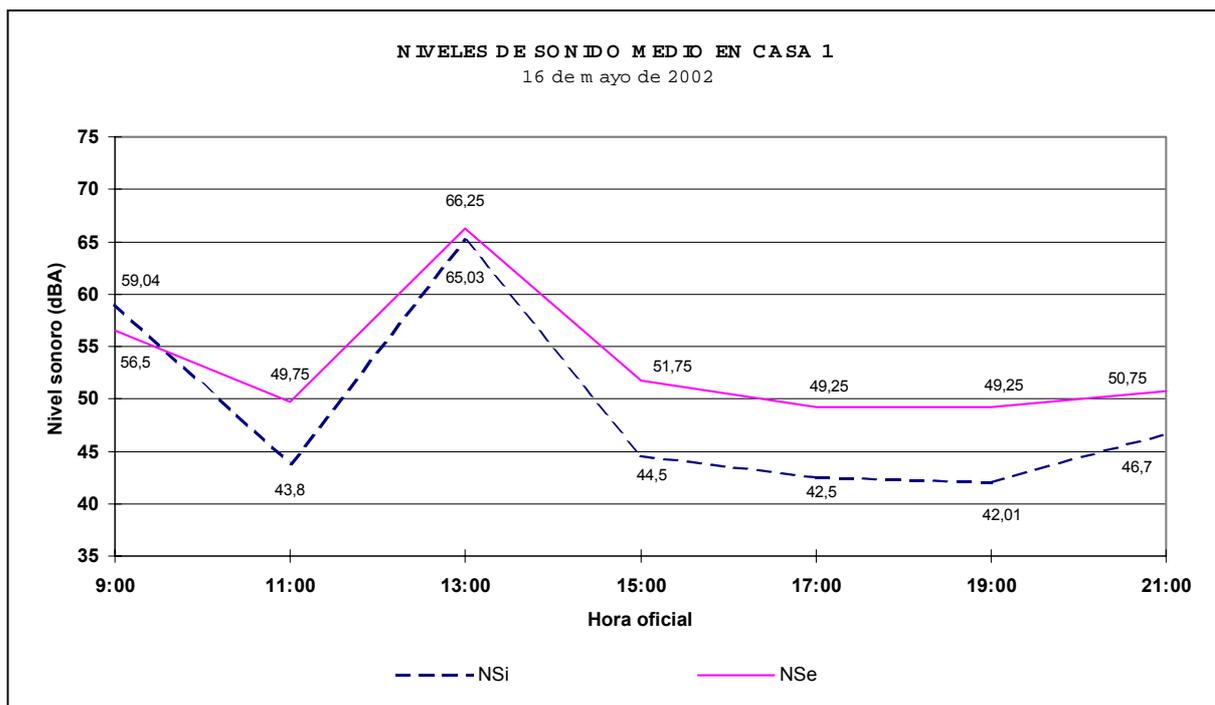


Gráfico 24. Comparación entre las curvas de niveles sonoros medio interior (NSi) y nivel sonoro medio exterior (NSE)

En resumen, los NS en el interior de la vivienda se mantienen la mayor parte del día dentro de unos parámetros considerados de disconfort, puesto que mientras los niveles sonoros recomendados para viviendas oscilan entre los 35 y los 45dB y para el descanso y el sueño no deben superar los 40dB, todos los espacios de la vivienda lo superan estas cifras en casi todos los registros. Además, es necesario señalar que los niveles interiores están por encima de los niveles considerados como de confort en las habitaciones, pero muy próximos a los de confort, según las NBE-CA-88, para estancias, zonas de servicio y comunes. Esto, más que explicarse por las buenas propiedades aislantes de los materiales, pues en la vivienda resultan prácticamente inexistentes los medios para aislarla de los ruidos generados en el exterior, se puede explicar por las características de la zona donde se ubica esta vivienda.

En todo caso, los ruidos son generados en el exterior y son originados, principalmente, por el paso de aviones, coches y camiones de carga en la vía que conecta Cubelles con Vilanova i la Geltrú. Vía que se encuentra muy próxima a la vivienda. También la utilización de maquinaria en zonas contiguas al terreno contribuye a elevar los niveles de ruido. En el momento en que se hicieron las mediciones, en una de las viviendas más cercanas, ubicada a 25 metros hacia el oeste, se estaban realizando una serie de actividades relacionadas con

la construcción como el martillo, las soldaduras y el uso de taladros.

2.1.3. Comportamiento Ambiental en Verano:

2.1.3.1. Comportamiento Higrotérmico

- **Temperatura ambiente:**

En cuanto a los registros de la temperatura de los diferentes jardines de la parcela de la casa 1 durante un día típico de verano, en la siguiente gráfica se representan algunas variaciones de la temperatura durante el día, a diferencia de lo que ocurre en el interior.

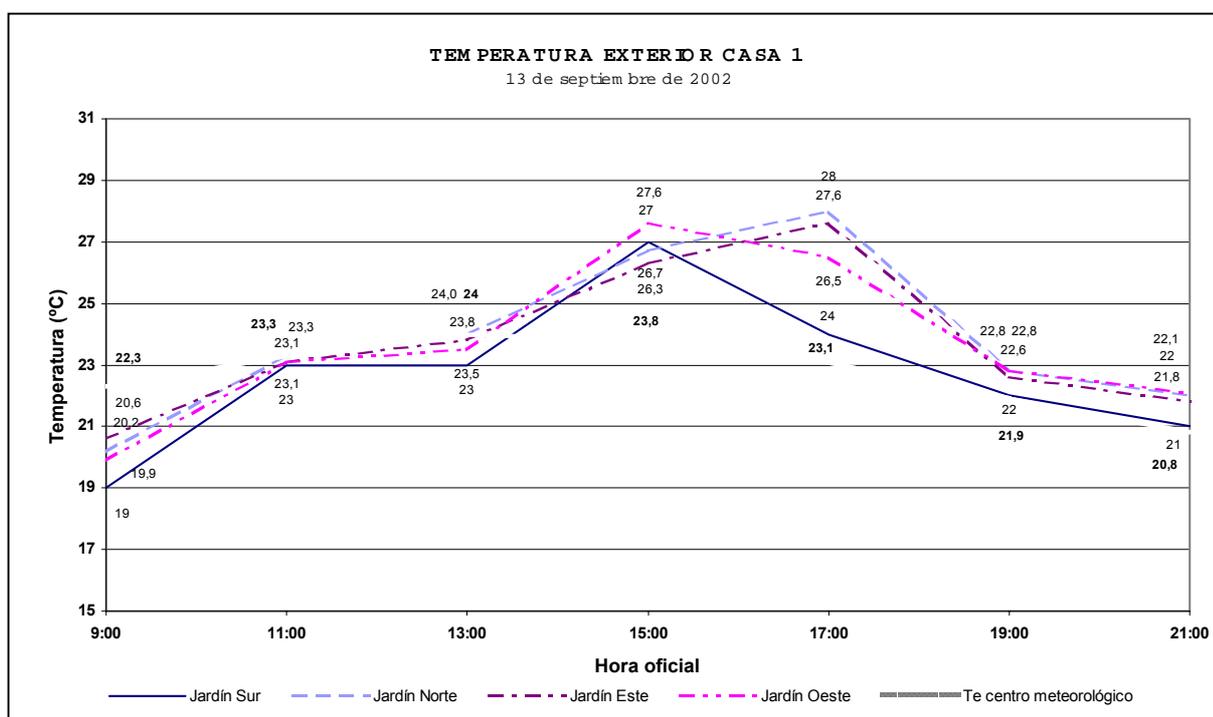


Gráfico 25. Valores de temperatura exterior registrados en cuatro puntos de la parcela de la casa 1 y por el CMVG

Así, se notan similitudes entre los datos de los cuatro jardines hasta las 15:00h y unas ciertas diferencias desde ese momento hasta las 19:00h. La máxima temperatura del día, 28°C, se observa a las 17:00h en el **jardín norte**, mientras que la temperatura mínima, 19°C, se da en el **jardín sur** a las 9:00h. Con una variación diaria de 8°C en el **jardín sur**, 7,7°C en el **oeste**, 7°C en el **este** y 7,8°C en el **norte**, hay que señalar que el jardín norte es el que mantiene las temperaturas más elevadas durante casi todo el día, mientras que el patio sur es el que presenta los niveles de temperatura más bajos. No obstante, como ya se ha mencionado, durante la mayor parte del día no existen discrepancias muy notables entre un jardín y otro, puesto que observamos unas diferencias máximas de 1,6°C a las 9:00, 0,3°C a las 11:00h; 1°C a las 13:00h, 1,3°C a las 15:00h; 4°C a las 17:00h; 0,8°C a las 19:00h y 1,1°C a las 21:00h. Igualmente, se debe destacar que a lo largo



Foto 75. Casa 1. Vista desde el sureste

del día se producen fuertes incrementos o descensos de la temperatura, aunque también en otros momentos los registros indican poca variación en los datos, como ocurre entre las 11:00h y las 13:00h, cuya variación en los diferentes jardines es de 0 a 0,7 °C y, entre las 19:00h y 21:00h, cuando es de 0,6 a 2°C.

El **jardín sur** y el **oeste** se distinguen de los otros dos debido a la forma de sus curvas, ya que a las 17:00h presentan una marcada variación térmica. En efecto, la máxima T_e del día la alcanzan a las 15:00h, 27 y 27,6°C respectivamente, y muestran un primer descenso a las 17:00h, que en el caso del jardín sur se trata de una disminución importante de su temperatura, 3°C, mientras que en el oeste es de 1,1°C. A las 19h, la T_e vuelve a disminuir y mientras en el sur el decrecimiento es de solamente de 2°C, en el oeste es de 3,7°C. Podemos afirmar que los registros del **jardín norte** y **este** son los más parecidos entre sí, pues presentan un comportamiento muy similar a lo largo del día y entre sus temperaturas se observa una diferencia máxima de 0,4°C, aunque, vale decir que no llegan a coincidir sus valores en ningún registro. A diferencia de los otros jardines, las máximas temperaturas del día, 28 y 27,6°C, respectivamente, se producen a las 17:00h. A las 19h tiene lugar un descenso significativo de la temperatura en ambos jardines, de 5°C en el este y 5,2°C en el norte. Desde ese momento hasta las 21:00h, mantienen el descenso de la temperatura ambiente, pero es menos marcado, de 0,7 a 1°C entre una toma de datos y otra.

Las diferencias observadas en el comportamiento térmico de los jardines se pueden explicar por la forma de actuar del viento y por la incidencia de los rayos solares, ya que estos parámetros influyen directamente sobre las características microclimáticas. No obstante, la incidencia de estos parámetros depende directamente de la orientación de la parcela, la presencia de árboles o elementos arquitectónicos que obstaculizan el paso de los rayos solares y de las corrientes de aire que pueden aumentar o reducir la temperatura ambiente.

Para tener una visión más completa del comportamiento térmico de la vivienda 1 y su parcela, se presenta la siguiente gráfica donde se representan los valores de la temperatura media interior, los recogidos en la parcela y los obtenidos por el CMVG.

En primer lugar, debemos señalar que, aunque puede resultar extraño, apreciamos más semejanzas entre la curva del CMVG y la del interior de la casa 1, que entre ésta y la curva de los jardines o entre la de los jardines y la del CMVG. En segundo lugar, en algunos momentos del día los T_i , la T_{me} y la T_e del CMVG son muy parecidos. La máxima temperatura del día tiene lugar a las 15:00h en la parcela y es de 26,9°C. En el interior, la máxima temperatura media se presenta a las 17h y es de 23,46°C, mientras que el CMVG la registra a las 13h y es de 24°C. En cuanto a la mínima temperatura, ésta se da en la parcela a las 9:00h y corresponde a 19,93°C. En la casa se produce a la misma

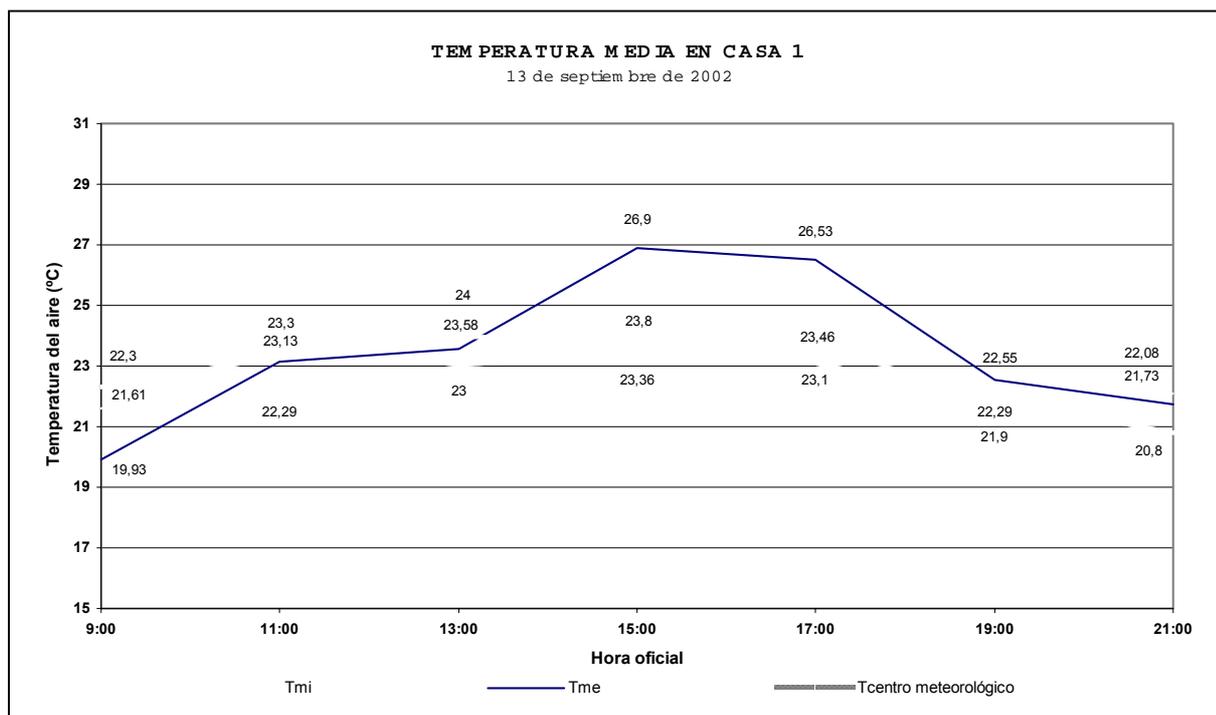


Gráfico 26. Curvas de temperatura media interior (Tmi), exterior (Tme) y temperatura de ese día según datos del centro meteorológico (Te)

hora, pero es de 21,61°C. Mientras que el CMVG, por el contrario, la señala a las 21:00h y es de 20,4°C.

Entre las 9:00h y las 13:00h, se aprecia un leve aumento de la temperatura en todos los registros, con una variación máxima de 1°C entre una medición y otra. Pero, a partir de esta hora, vemos un descenso continuo de la temperatura del CMVG hasta las 21:00h, con una disminución máxima de 1,2°C entre un registro y otro. La Ti aumenta levemente desde las 9:00h hasta las 17:00h, con una variación máxima de 0,7°C, y desde ese momento se da un descenso de 1,17°C a las 19:00h, pero luego solamente disminuye 0,56°C a las 21:00h. En lo que respecta a los datos de la parcela, la temperatura aumenta significativamente desde las 9:00h hasta las 15:00h, con una variación máxima entre un dato y otro de 3,3°C y, a partir de esa hora, experimenta un descenso variable, primero de 0,37°C, después de 3,98°C y finalmente 0,47°C.

En el gráfico siguiente se muestran los niveles de la temperatura ambiente interior de la casa 1 durante un día típico de verano. De acuerdo a lo observado, la Ti fluctúa entre los 20 y los 24,8°C, que representan la mínima y máxima temperatura del día.

A lo largo del día, los comportamientos térmicos son distintos en las distintas áreas de esta vivienda. No obstante, algunos espacios coinciden, sino exactamente en los datos de temperatura, sí en la forma de sus curvas. Además, entre las 19:00h y las 21:00h todos registran unos datos muy similares. Cabe destacar que todos muestran los niveles mínimos de temperatura durante el primer registro o en las dos últimas mediciones, mientras que las máximas temperaturas se dan en las

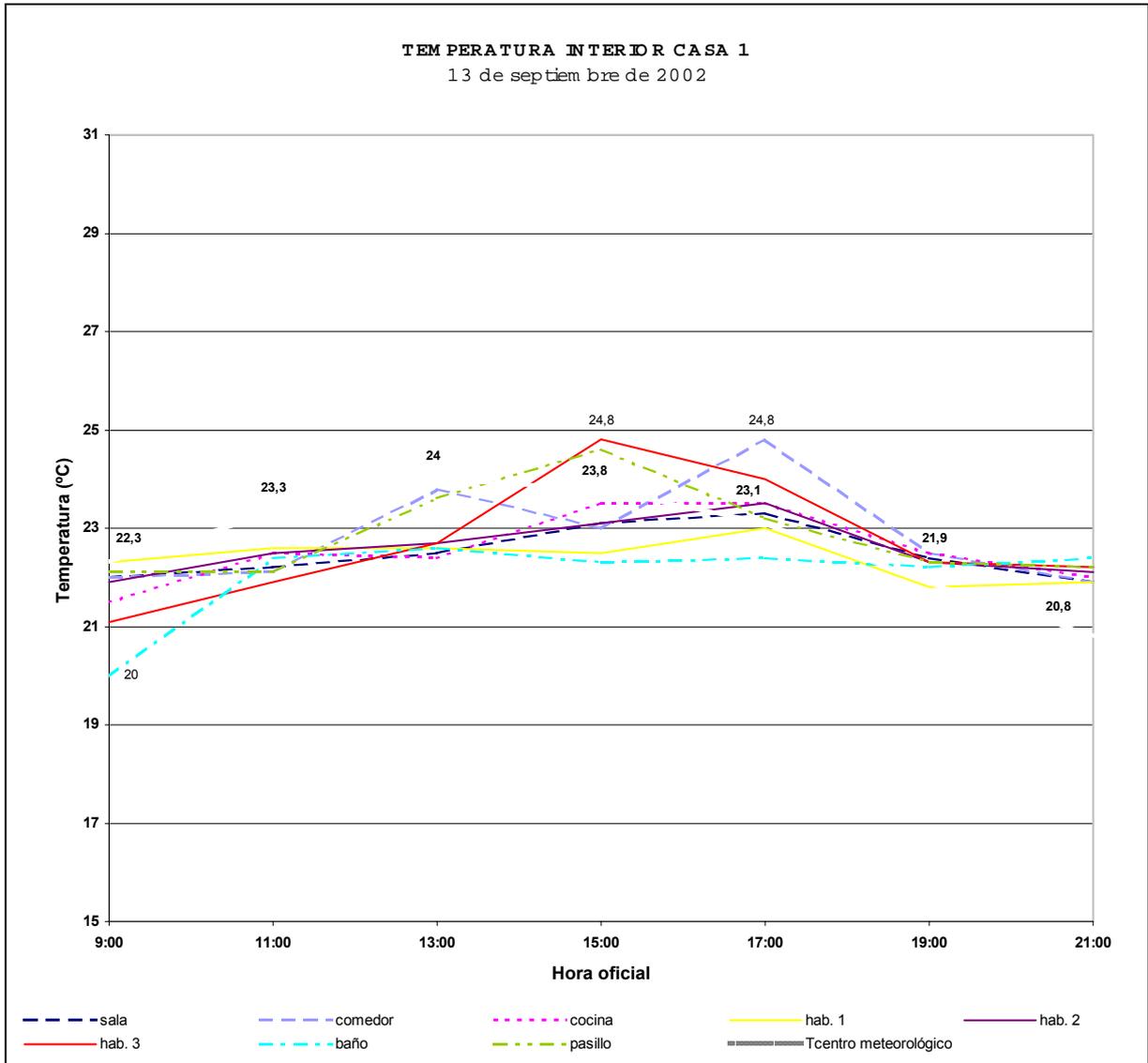


Gráfico 27. Curvas de temperatura interior de los diferentes espacios de la casa 1

hab. 1 y 2, la sala, el comedor y en la **cocina** a las 17:00h (23; 23,5; 23,3; 24,8 y 23,5°C, respectivamente); en la **cocina, el pasillo** y en la **hab. 3** a las 15:00h (23,5; 24,6 y 24,8°C cada una), y en el **baño** a las 13:00h (22,6°C).

La **habitación 3** y el **pasillo** presentan un comportamiento muy parecido durante todo el día, pero el dormitorio es el que marca la temperatura más elevada del día, 24,8°C, al tiempo que registra la mayor variación térmica diaria, 3,7°C. En ambos casos, se da un incremento gradual de la temperatura entre las 9:00h y las 15:00h, cuando se alcanzan las máximas del día. A partir de esa hora, la temperatura ambiente empieza a descender.

El **baño** es, por el contrario, el que en la mayoría de las mediciones marca los niveles más bajos de temperatura; de hecho, es aquí donde se registra la mínima temperatura del día, 20°C, a las 9:00h. Además, es el lugar donde tiene lugar la máxima variación de la temperatura ambiente entre una medición y otra; por ejemplo, entre las 9:00 y 11:00h aumenta 2,4°C. Sin

embargo, a partir de ese momento es el espacio que mantiene más constante la temperatura, puesto que registra una variación máxima de $0,3^{\circ}\text{C}$.

Otro grupo que se destaca por su comportamiento diario es el conformado por la **sala**, la **cocina** y la **hab.2**. En estos espacios no se nota una variación diaria muy marcada, 2°C como máximo, pero tampoco se puede afirmar que presentan temperaturas constantes. Las tres áreas experimentan un aumento permanente de su temperatura hasta las 15:00h, en el caso de la cocina, y 17:00h, en los otros dos espacios; pero, a partir de esta hora, en las tres zonas, se produce un descenso más pronunciado de la temperatura, ya que entre las 17:00 y 19:00h disminuye en $1,2^{\circ}\text{C}$.

El **comedor** es otro espacio significativo por su comportamiento térmico. Al igual que la habitación 3 registra la temperatura más elevada del día, aunque en este caso ocurre a las 13:00h y 17:00h, y no a las 15:00h. Al detallar su curva, observamos que, a diferencia de las otras áreas, muestra dos picos de máximas temperaturas, el primero a las 13:00h y el segundo a las 17:00h. Además, los valores de las dos primeras mediciones son prácticamente iguales, mientras que entre el penúltimo y la último registro la disminución es apenas de $0,6^{\circ}\text{C}$. Igualmente, debemos resaltar que es el segundo espacio con una mayor variación térmica entre una medición y otra, $2,3^{\circ}\text{C}$ entre las 17:00 y 19:00h.

La **hab.1** es el área de la vivienda que menos variación térmica diaria registra, $1,2^{\circ}\text{C}$. De hecho se puede decir que los niveles térmicos son constantes, puesto que esta variación de $1,2^{\circ}\text{C}$ es la máxima que se da entre una medición y otra, y solamente ocurre entre las 17:00 y 19:00h. La temperatura entre una medición y otra aumenta y/o disminuye muy poco en el resto de los registros, con un valor máximo de $0,5^{\circ}\text{C}$.

Como se ha podido observar, los valores de la T_i de la vivienda son muy similares a lo largo de todo el día, con variaciones poco significativas, sobre todo si se comparan con las variaciones que se producen en la parcela. Esto puede estar indicando que una buena proporción de la radiación recibida por la envolvente es rechazada o tarda más tiempo en llegar al interior. No obstante, si consideramos que las variaciones térmicas en el exterior son menos significativas de acuerdo a los datos del CMVG, tenemos que pensar que en realidad no se trata la respuesta de la vivienda no es un efecto de la inercia térmica, sino más bien que se trata de un fenómeno momentáneo que ocurre en los jardines y que no repercute en la T_i .



Foto 76.Sala, comedor y cocina al Sur

• **Humedad Relativa:**

Los datos recogidos en los jardines de la casa 1 se representan a continuación en el gráfico siguiente, en el cual podemos apreciar que existen valores muy parecidos entre los jardines **norte**, **este** y **oeste** a lo largo de todo el día, mientras que el jardín sur muestra unos valores muy distintos. Sin embargo, todos coinciden en registrar los %HR más elevados durante las últimas mediciones.

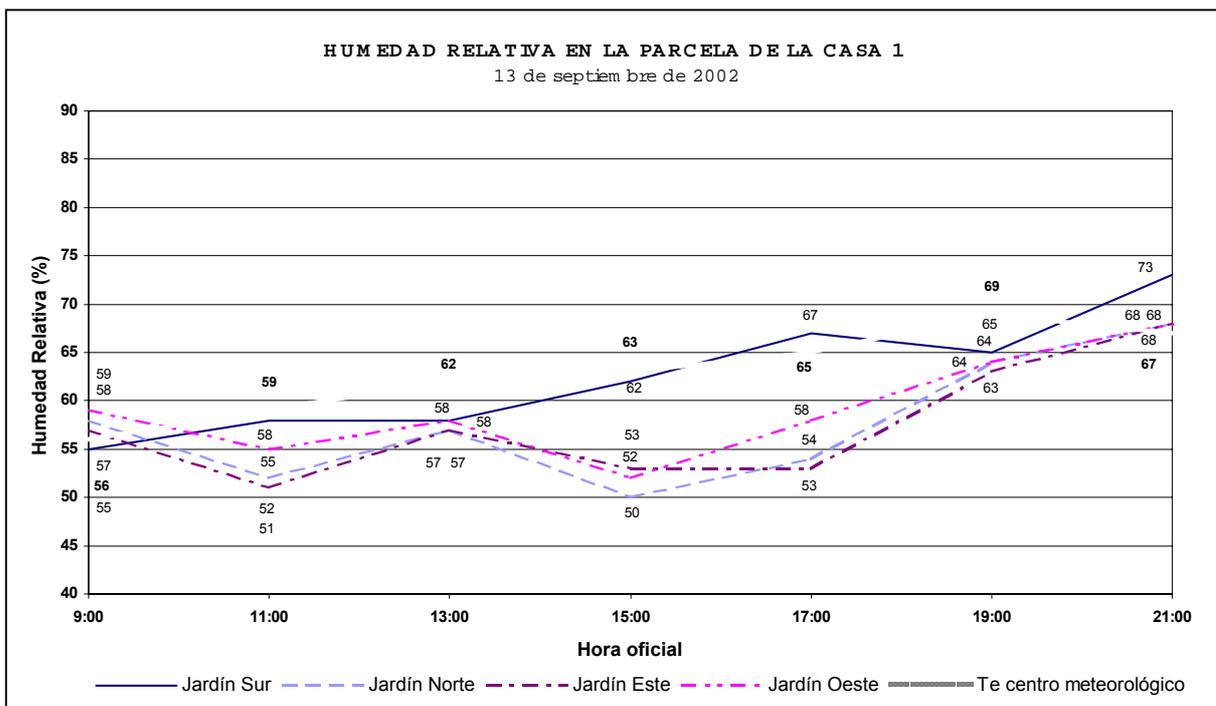


Gráfico 28. Curvas de los porcentajes de humedad relativa (%HR) de los jardines de la casa 1 y de los registros del centro meteorológico (CMVG)

Se puede señalar que la HR en los jardines tiende a aumentar a lo largo de todo el día, con unas variaciones máximas del 10% entre un registro y otro. Durante las tres primeras mediciones los valores son bastante similares, e incluso algunos son iguales; además, la diferencia máxima de HR entre un jardín y otro es del 7%. Los % de HR mínima y máxima del día fluctúan entre el 50%, registrado a las 15:00h en el **jardín norte**, y el 73% de las 21:00h en el **jardín sur**.

También se puede afirmar que los **jardines norte, este y oeste** se comportan de modo similar puesto que las diferencias entre sus valores de HR en una misma medición son como máximo del 5%. Todas presentan el mismo % de HR máximo del día, 68%, a las 21:00h; aunque el mínimo lo muestran a horas distintas, a las 11:00h el este (51%) y, a las 15:00h en los jardines norte y oeste (50 y 52%). Estos tres jardines se caracterizan por presentar continuos aumentos y descensos de la HR entre las 9:00 y las 15:00h, con variaciones máximas del 7% entre una medición y otra. A partir de las 15:00h la tendencia es al aumento constante de la HR hasta las 21:00h, con aumentos hasta del 10%.

La marcada diferencia entre la curva del **jardín sur** y las demás reside en la tendencia al aumento de los valores del % de HR, sin presentar los continuos aumentos y descensos de las otras curvas. El valor más bajo de HR se observa a las 9:00h (55%), mientras que el más elevado se da a las 21:00h. Entre las 9:00h y las 13:00h las variaciones no son significativas, apenas 1% entre las dos primeras, mientras que a las 13:00h se mantiene el mismo valor de la medición anterior. Entre las 13:00h y las 21:00h, el incremento es más evidente, aunque a las 17:00h se registra un descenso del 2%. En los registros de este jardín, la variación más importante entre una medición y otra tiene lugar entre las 19:00 y las 21:00h y es del 8%.

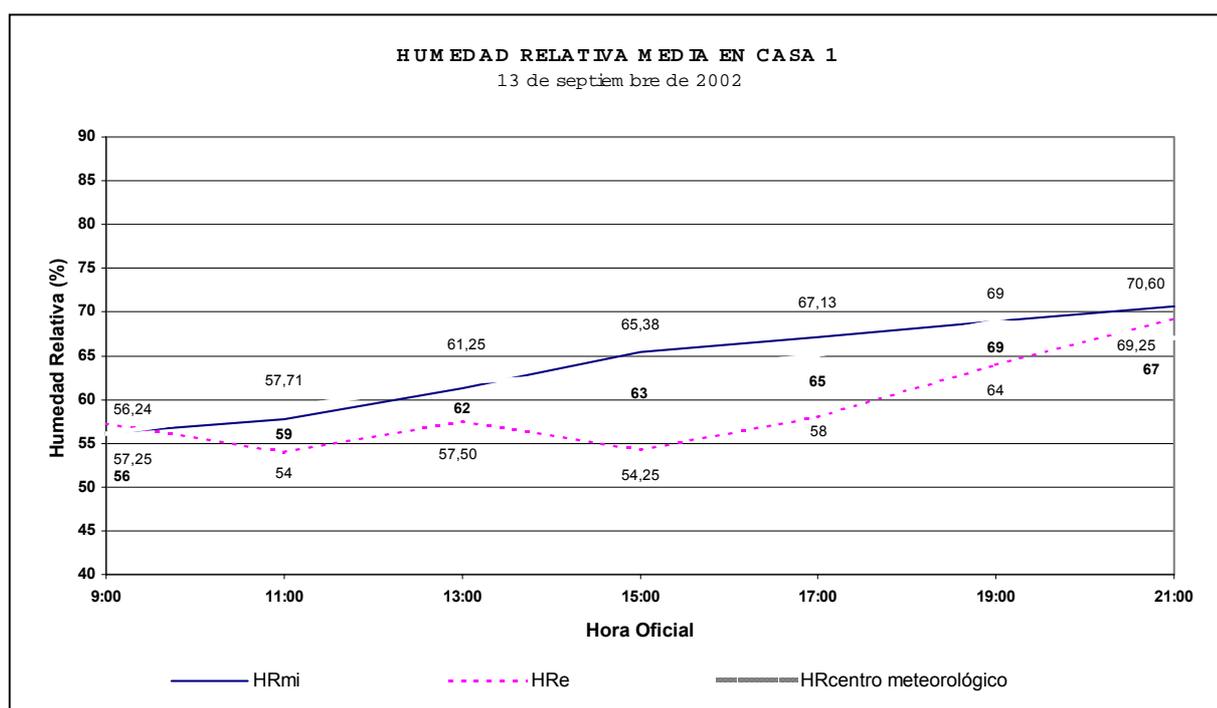


Gráfico 29. Curvas de humedad relativa según los registros tomados en el interior y exterior de la casa 1 y los datos del CMVG

Cuando se analizan los valores medios de la HR del interior de la casa 1 y los de sus jardines, así como los registros de HR del CMVG, que aparecen en el gráfico siguiente, se encuentran mayores semejanzas entre la curva del interior y la del centro, que entre la vivienda y los jardines. En efecto, en determinados momentos del día, los valores medios registrados en la parcela están por debajo de los otros. No obstante, la tendencia en todas las curvas es al aumento de la HR en la medida en que transcurre el día. El valor máximo de HR se observa en el interior a las 21:00h y es de 70,6%, mientras que en los jardines a esta misma hora es de 69,3%. Por su parte, el CMVG registra la HR_{máx} a las 19:00h con un dato muy similar, 69%. En lo referente al HR_{mín}, éste se presenta en la curva de los jardines a las 11:00h, mientras que en la vivienda y en el CMVG los mínimos tienen lugar a las 9:00h, con valores de 56,24 y 56%, respectivamente.

En el gráfico que se presenta a continuación, se puede observar el comportamiento de la HR de los distintos espacios de la casa 1 durante un día típico de verano. Como se puede apreciar,

aún cuando todos los espacios registran valores muy distintos, la tendencia general es la del aumento de la humedad relativa entre las 9:00h y las 21:00h, con valores que van desde 54 hasta 78%.

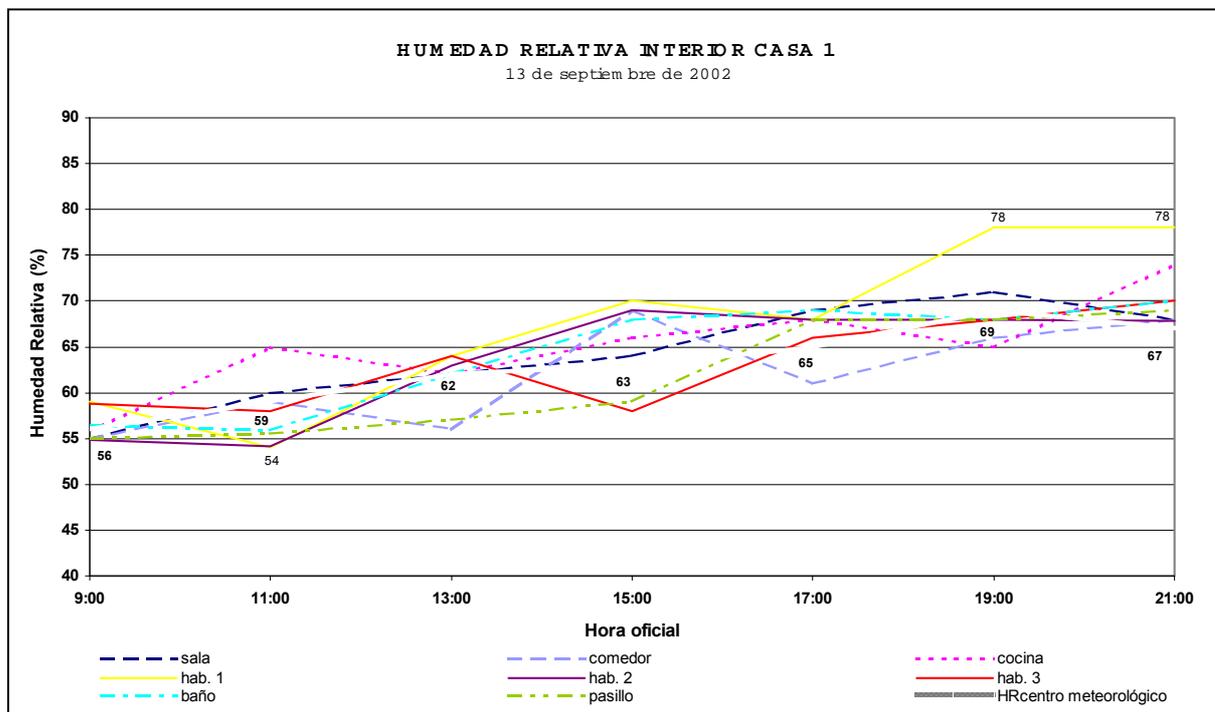


Gráfico 30. Comparación entre las curvas de humedad relativa de cada espacio (HRI) y humedad relativa exterior (HRcentro meteorológico)

Como podemos notar, la casa 1 se caracteriza también por presentar en un día típico de verano, unos valores de humedad relativa muy similares a los del Centro Meteorológico de Vilanova i La Geltrú, los cuales tienden a aumentar desde las 9:00 hasta las 19:00h en un 13%. No obstante, vemos que los datos de HR de la habitación 1 superan en gran medida los datos aportados por el CMVG.

La $HR_{m\acute{a}x}$ del día se registra en la **hab. 1** en dos mediciones, a las 19:00 y 21:00h, con un 78% de HR. Llama la atención que el valor del % de $HR_{m\acute{i}n}$, equivalente a 54%, se observa en este mismo espacio a las 11:00h. De acuerdo con esto, podemos afirmar que este recinto es el que muestra la máxima variación del día. Otra característica de esta área es que, a diferencia de los otros lugares, a las 11:00h se reduce el valor de la HR de modo significativo, 5%, aunque luego va en constante aumento hasta alcanzar el 78% a las 19:00h.



Foto 78. Habitación 3. Ventana norte.

Por su parte, la curva de la HR de la **hab.3** representa una tendencia al aumento de la misma desde las 9:00 hasta las 13:00h, pero a las 15:00h registra un descenso importante, 6%. Posteriormente, se da un incremento sostenido de los valores de este parámetro. La $HR_{m\acute{a}x}$ se anota a las 21:00 con un valor de 70%, mientras que la $HR_{m\acute{i}n}$ corresponde a 58% y, a diferencia de la mayor parte de los recintos de esta casa, se registra a las 15:00h.

La **hab.2** y el **baño** presentan unas curvas muy similares. Se caracterizan por reducir levemente los valores de HR a las 11:00h, por un aumento importante hasta las 15:00h y por mostrar unos valores muy poco variables entre las 15:00 y 21:00h. Coinciden además en registrar el menor %HR a las 11:00h, 54,2 y 55,9% respectivamente. No obstante, las máximas HR se observan en momentos diferentes, a las 15:00h, 89%, en la hab. 2 y a las 21:00h, 70%, en el baño.

De la **cocina** podemos señalar que la tendencia general es a experimentar un aumento del % de HR entre las 9:00 y las 21:00h. No obstante, a las 13:00 y 19:00h se marcan descensos del 3%. Vale decir que las variaciones más significativas se dan entre las 9:00 y 11:00h, 4,2% y, entre las 19:00 y 21:00h, 9%.

La curva de HR de la **sala** nos muestra un constante aumento entre las 9:00h, con el 55%, y las 19:00h, con el 71%, con incrementos del 2 al 5% entre una medición y otra. A las 21:00h, se observa un descenso del 3%, aunque no se puede asegurar que esta sea la tendencia natural a partir de este momento.

En cuanto al **comedor**, debemos señalar que es uno de los espacios que más variación presenta en los valores de HR a lo largo del día. De hecho, es donde se da la mayor variación del % de HR entre una medición y otra; esto ocurre entre las 13:00h y 15:00h cuando el porcentaje se incrementa en un 13%. El valor máximo del día es de 69%, a las 15:00h, aunque se obtiene un registro muy similar a las 21:00h, con 68%. Al igual que en la mayor parte de los espacios de la casa uno en verano, el menor porcentaje de humedad en el comedor tiene lugar a las 9:00h, con una cifra de 55%.

En resumen, podemos afirmar que los valores promedio de la HR de los jardines pueden resultar inferiores a los registrados por el CMVG, debido principalmente a las características particulares de algunos de los jardines como, por ejemplo, el jardín oeste que recibe la radiación solar directa y por lo tanto reduce el valor medio de HR. También esto puede ocurrir por las características microclimáticas y la influencia de otros parámetros propios del lugar, como la cercanía al mar. Igualmente, podemos sostener que la escasa diferencia entre los valores de HR_i con la HR_e estaría demostrando el poco aislamiento presente en la edificación, ya que la fluctuación del %HR_i está muy relacionada con los cambios ocurridos en el exterior.

Para tener una visión más global del comportamiento térmico de la casa 1 en un día típico de verano consideraremos conjuntamente los resultados de la Ta y los de la HR. En este caso, los valores de la T_{mi} oscilan entre 21,61 y 23,46°C (20°

y 24,8°C los tomados en el interior) y los de HR_{mi} entre el 56,24 y 70,6% (54 y 78% en recintos).

Si estos datos se ubican dentro de la gráfica de Givoni vemos que, en determinados momentos, cuando la Ti está muy cerca de los 20°C y la HRi fluctúa entre el 70-80%, la vivienda se encontraría dentro del área de bienestar admisible, pero que puede ser mejorado si se provee a los espacios de ventilación permanente. De acuerdo al Climograma de Bienestar Adaptado (CBA) de Neila [2000, Vol. III, p.38], el problema radica sobre todo en la HR; de hecho, la vivienda estaría dentro del área de bienestar algo húmeda para la salud, por lo tanto algunas personas sentirían disconfort con estos rangos. No obstante, hay espacios que pueden ser térmicamente aceptables, pero excesivamente húmedos. En este sentido, se plantea la necesidad de ventilar continuamente los espacios para reducir los efectos de sobre-humidificación (sobre-humectación) y para facilitar la evapotranspiración. Además, apreciamos que hay momentos cuando, al estar por debajo de 22°C, con HR inferiores al 60%, se ubican dentro del área de bienestar extendida, es decir, donde un 20% de los usuarios puede estar insatisfecho y en algunos momentos se puede llegar a sentir frío, a pesar de la época del año a la que nos referimos.

De acuerdo a la opinión de otros especialistas como Puppo (1980), con las temperaturas registradas, los ocupantes en verano pueden sentir que se encuentran en un espacio entre confortable y tibio. No obstante, Serra y Coch (1995), señalan como adecuadas unas temperaturas para el verano en esta región de 25-27°C, que son valores superiores a los observados durante la mayor parte del día, pero también indican que este rango es adecuado si se tiene un % de HR entre el 50-55%, muy inferior a lo registrado en esta vivienda.

En conclusión, podemos afirmar que el problema fundamental de esta vivienda es el exceso de humedad. Problema que puede ser abordado proporcionando mayor ventilación a los espacios o generando un aumento de la temperatura interior. Sin embargo, hay que ver cuáles son los valores del movimiento del aire, puesto que si se superan los 2m/s, estas alternativas de solución lejos de mejorar las condiciones de la vivienda uno durante el verano, pueden producir otros inconvenientes. Lo mismo puede ocurrir con un incremento desmedido de la Ti.

• **Temperatura radiante:**

La gráfica de los valores de la temperatura de superficie de las paredes en el interior de la casa 1, muestra leves diferencias en la radiación de calor emitida por cada una de ellas, aunque algunas registran los valores y curvas similares.

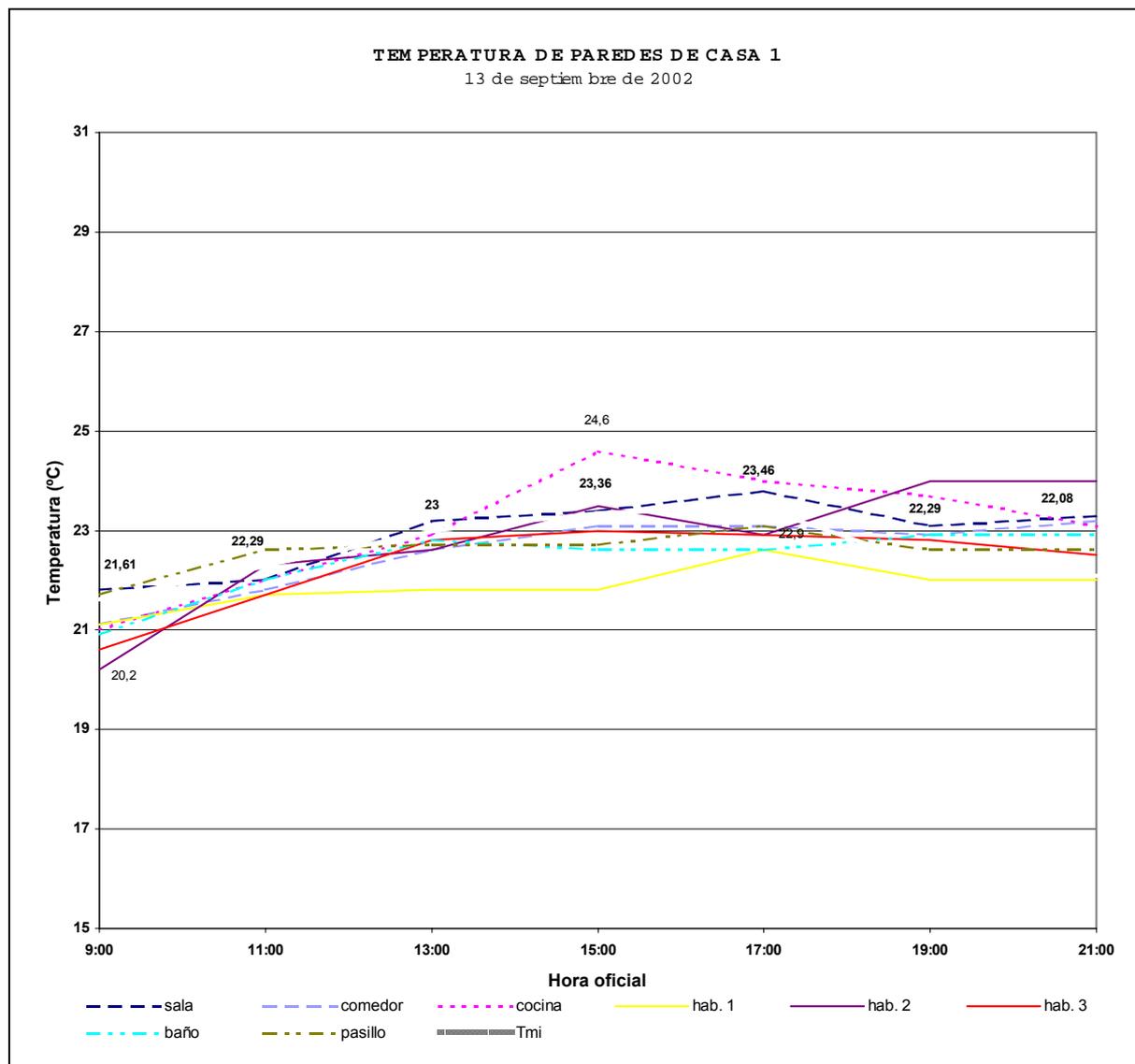


Gráfico 31. Temperatura de las paredes interiores de los diferentes espacios de la casa 1 (Tp) y curva de temperatura media interior (Tmi)

En primer lugar, debemos destacar que la Tp más alta se da en la **cocina** a las 15:00h y corresponde a 24,6°C. Mientras que la mínima es de 20,2°C y se da en la **hab.2**, que es, al mismo tiempo, donde se da la máxima variación (3,8°C). El área que muestra unos niveles más constantes es la **hab.1** (0,9°C de variación) y es la que anota los valores mínimos la mayor parte del día.

Los datos anteriores nos permiten afirmar que la envolvente, según la zona de la vivienda, presenta ciertas diferencias de temperatura a lo largo de todo el día, lo que evidentemente depende del nivel de radiación solar que reciben. Sin embargo, hay que decir que las diferencias no son muy

marcadas, como tampoco lo son las existentes en un espacio u otro. Las T_p se mantienen dentro de un rango muy próximo a la T_i , el que, como ya se ha dicho anteriormente, es muy similar a la curva de T_e , según el CMVG. Por lo tanto, se puede sostener que estas paredes no funcionan como elementos aislantes, por el contrario, sus temperaturas son muy similares a las del ambiente interior y exterior.

Sin embargo, para tener una visión más global del comportamiento de la envolvente, debemos tomar en cuenta la radiación media emitida al interior por la cubierta y por el suelo. En las siguientes gráficas, en las cuales se representan los resultados de la temperatura de estas superficies a lo largo del mismo día, apreciamos que, en ambos casos, la temperatura en los diferentes recintos se mantiene dentro de unos valores muy próximos a la T_i , ubicándose en algunos momentos por encima de ella, pero en otros por debajo.

Entre los aspectos más resaltantes de la gráfica siguiente, se observa que la temperatura oscila entre 22 y 24,3°C, dándose la mayor temperatura de superficie a las 19:00h en la **hab.2** y la

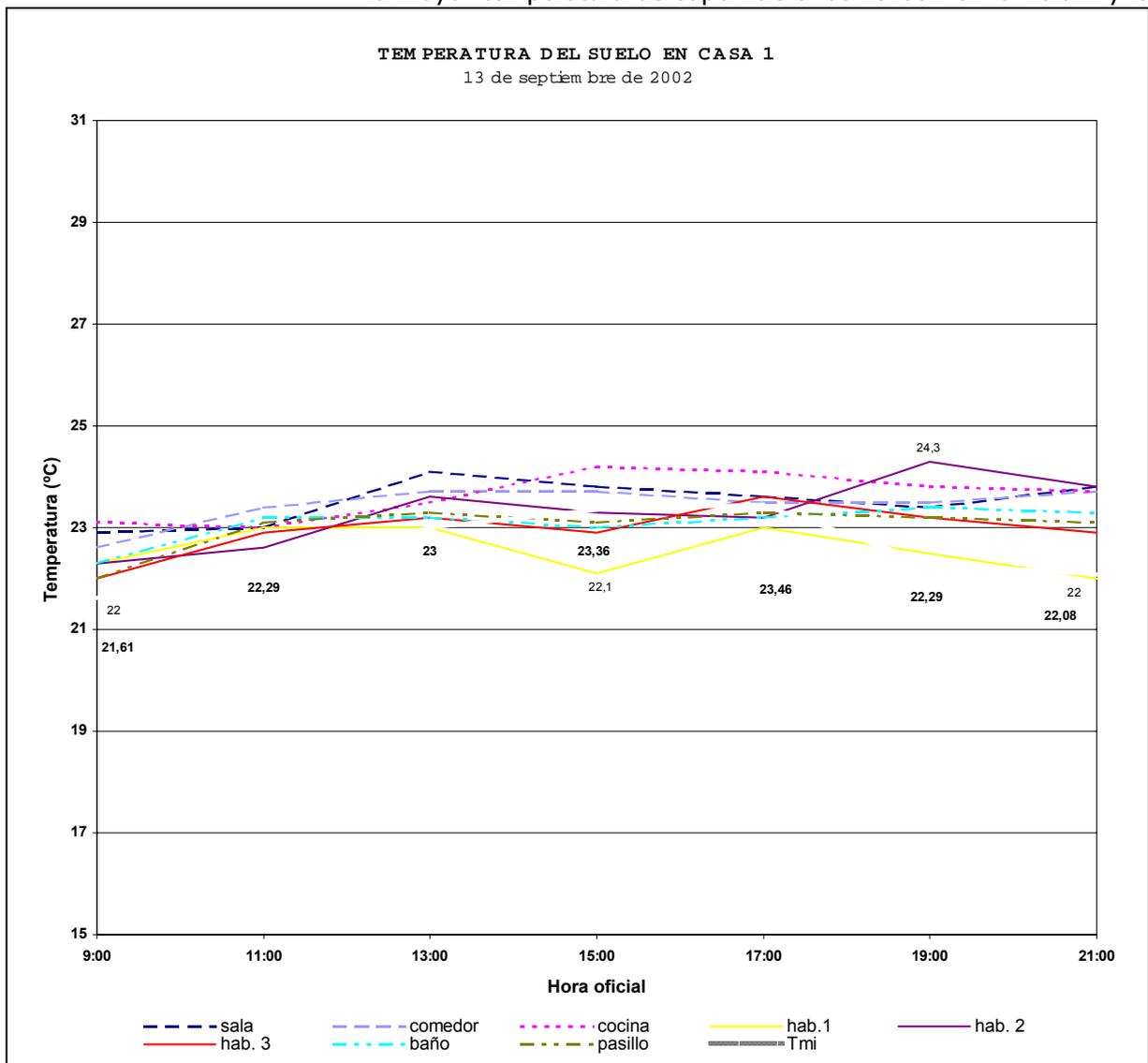


Gráfico 32. Temperatura del suelo en diferentes espacios de la casa 1 y Temperatura media interior (Tmi)

de menor a las 9:00h, en el **baño** y la **hab.3** y, a las 21:00h, en la **hab.1**. Como podemos notar, las diferencias de temperatura entre un punto y otro de la vivienda no son muy distintos a una misma hora, ya que la diferencia máxima es de 2°C. Asimismo, como ya se ha mencionado, estos valores no son muy diferentes de los de la temperatura ambiente en el interior de la casa 1 durante un día típico de verano, por lo que no afecta en gran medida la temperatura de sensación de los ocupantes de esta casa durante esta época del año.

Igualmente, como se puede observar a continuación, en el gráfico de temperatura de la cubierta, tampoco hay una variación marcada entre los diferentes recintos. De hecho, esta oscila entre los 21,7°C, en la **hab.1**, y los 24°C, del **comedor**. La **hab.1** es la que anota los valores más bajos, mientras que los más altos se ven en la **sala**, el **comedor** y la **hab.2**. En este caso, los datos de temperatura ambiente son superados como máximo en 1,6 y 1,01°C, durante las dos primeras mediciones, y 1,51 y 1,92°C, en las dos últimas.

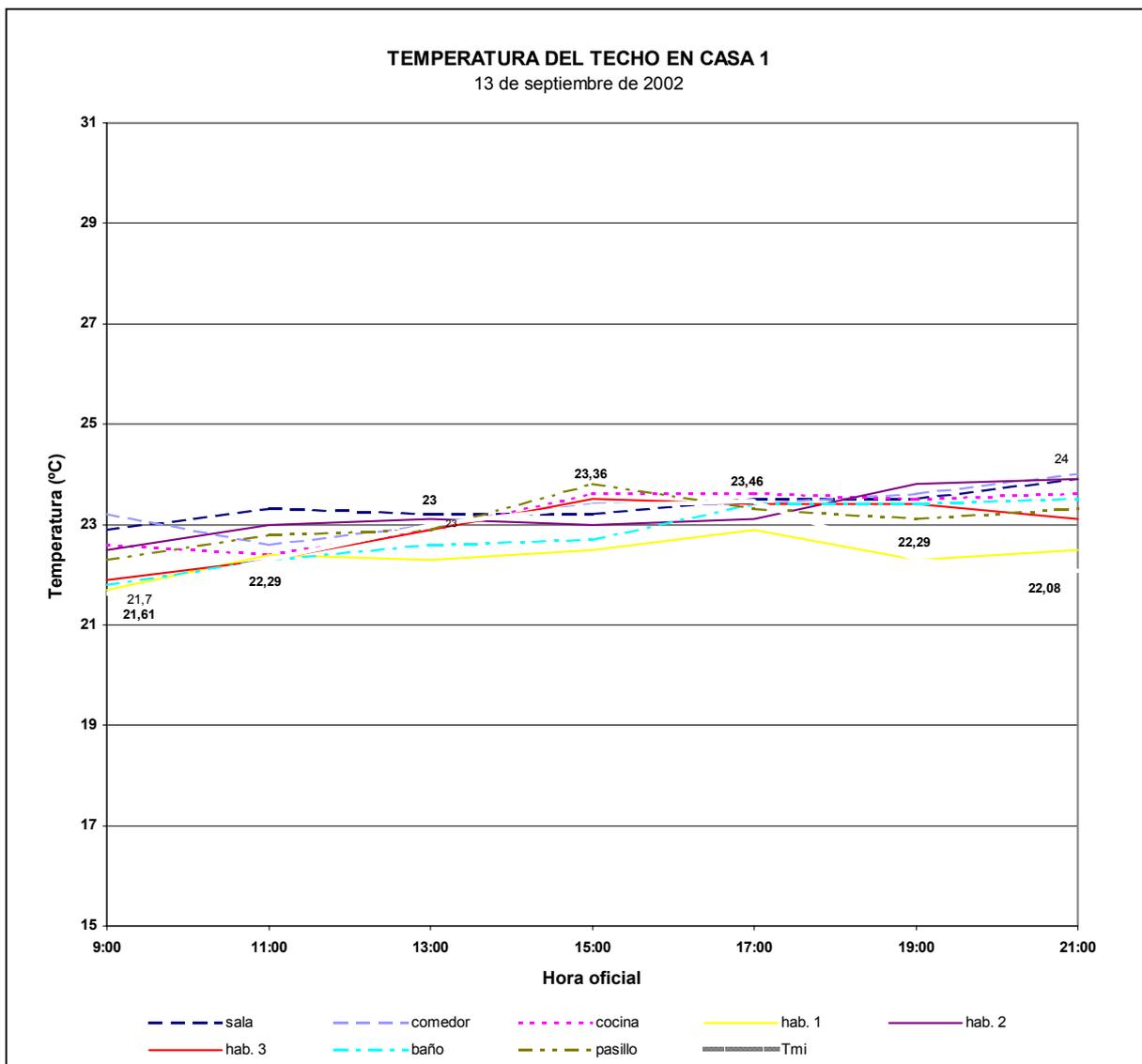


Gráfico 33. Curvas de temperatura de la cubierta en diferentes puntos de la vivienda 1 y temperatura media interior (Tmi)

Al observar la siguiente gráfica y comparar el resultado de los valores medios de la temperatura radiante con los de la temperatura ambiente interior y la temperatura ambiente según los datos del Centro Meteorológico de Vilanova i La Geltrú, apreciamos que las dos últimas se mantienen por debajo de la temperatura radiante entre las 15:00h y 21:00h, aunque, también hay que señalar que la diferencia máxima a una misma hora es de 3,3°C, aproximadamente.

De acuerdo a los valores medios de las temperaturas de la superficie envolvente de la casa uno en un día de verano, podemos afirmar que, al ser superiores a la temperatura ambiente interior durante una parte significativa del día, se puede estar incrementando la temperatura de sensación en 1,5°C, pudiendo llegar a percibirse como máximo unas temperaturas entre 24 y 25°C, aproximadamente. No obstante, hay que decir que, lejos de generar disconfort, este posible aumento de la temperatura aproxima aún más la vivienda a la zona de confort.

• **Movimiento del aire:**

Si se observa el siguiente gráfico, en el que aparecen las velocidades registradas en los distintos jardines de la casa uno durante un día típico de verano, se nota que existen algunas diferencias entre un jardín y otro, lo que explica de algún modo lo que sucede en el interior. Sin embargo, hay que resaltar que en tres de los cuatro jardines las máximas velocidades del viento se alcanzan entre las 13:00 y las 17:00h, mientras que en el otro las máximas velocidades son registradas a las 19:00 y 21:00h.

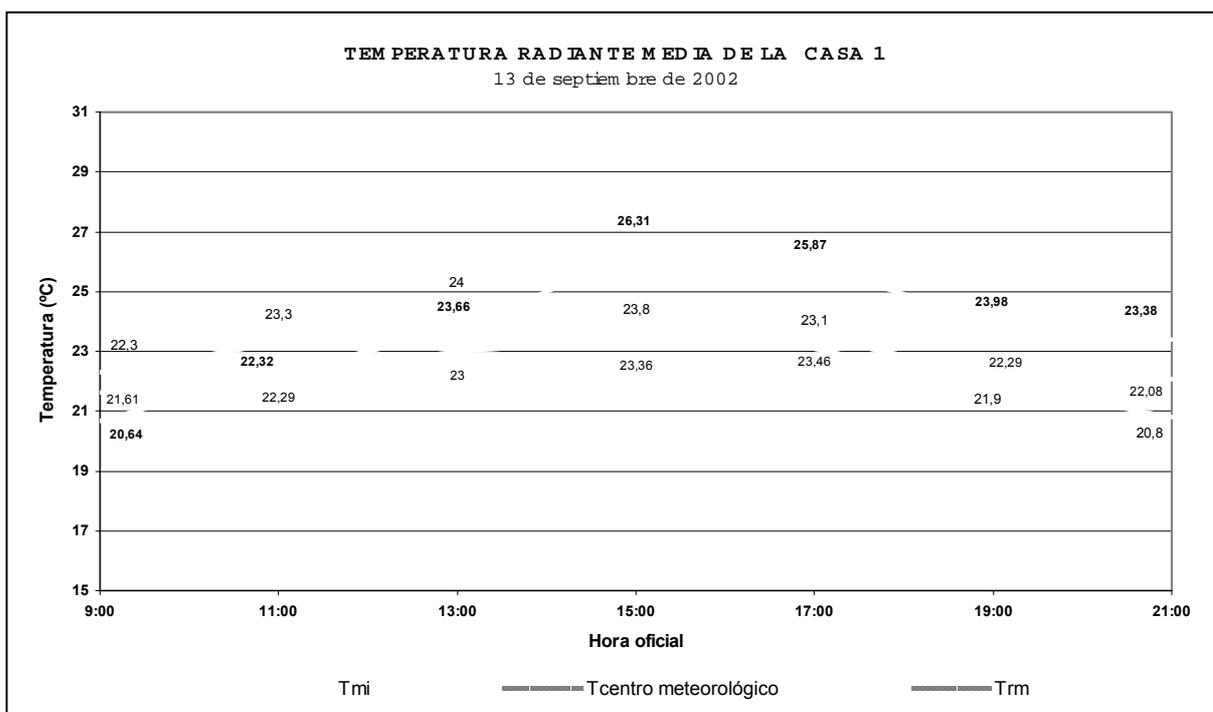


Gráfico 34. Comparación entre las curvas de temperatura media interior (Tmi), temperatura radiante media (Trm) y temperatura ambiente según datos del centro meteorológico

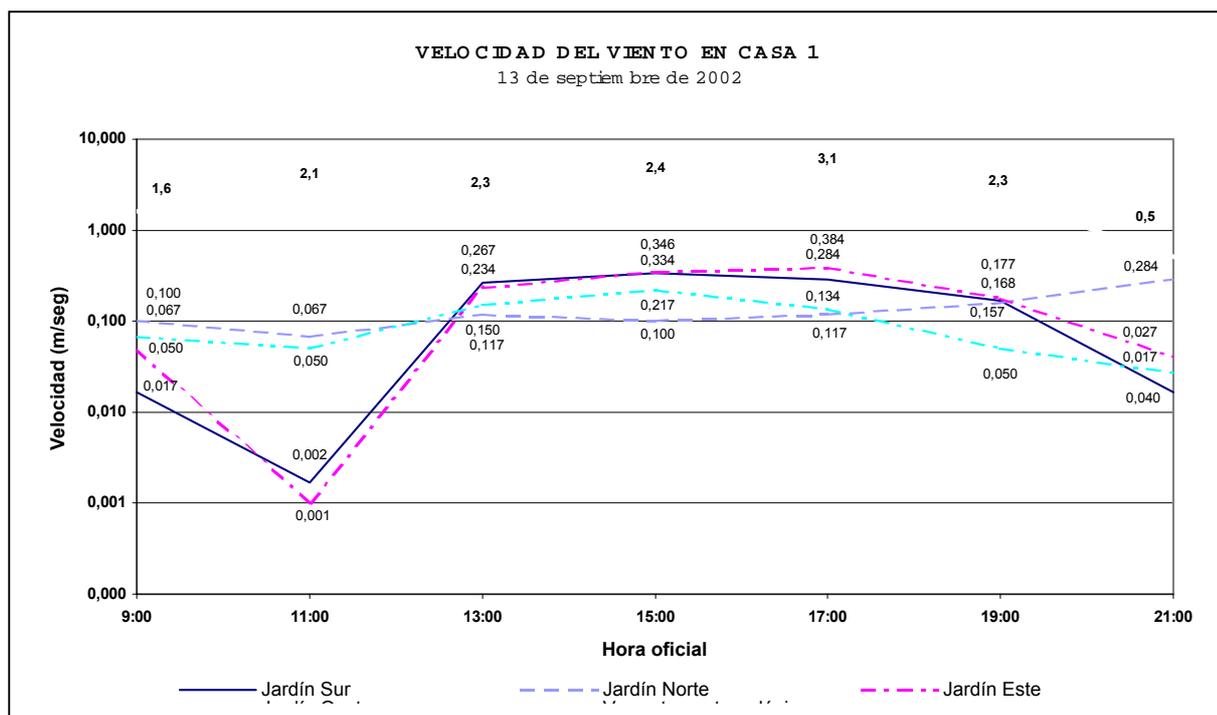


Gráfico 35. Velocidad del aire en diferentes puntos de la parcela y curva de velocidad del viento del día según el CMVG (Vv centro meteorológico)

En el **jardín este** es donde se detectan las velocidades más altas del día, 0,384m/s a las 17:00h y 0,346m/s a las 15:00h. Al mismo tiempo, es donde, en un momento determinado, no se percibe movimiento alguno. El **jardín sur** mantiene a lo largo de todo el día unas velocidades muy similares a las del este, a excepción de las 17:00h, cuando en lugar de presentar una de las velocidades máximas del día muestra una reducción del flujo del aire, registrando su velocidad máxima a las 15:00h.

El **jardín oeste**, aunque muestra una curva similar a los anteriores, las velocidades registradas son inferiores a partir de las 13:00h. En este caso la máxima velocidad también se da a las 15:00h (0,217m/s) y entre las 19:00h y las 21:00h presenta menos variación en el valor del flujo del aire que los otros jardines (0,023m/s). Por su parte, el **jardín norte** representa otro tipo de curva, ya que a diferencia de los otros puntos aumenta los valores de la Vv durante el día. En este caso, el máximo flujo del aire, que corresponde a 0,284m/s, es anotado a las 21:00h, mientras que el mínimo es de 0,1m/s y se da a las 11:00h.

En lo que respecta a las Vv mínimas registradas en la casa durante este día, debemos señalar que todos los jardines coinciden al mostrarlas entre las 9:00h y las 11:00h, con valores entre 0 y 0,1m/s. Aunque a las 21:00h, a excepción del jardín norte, se observan registros similares e incluso inferiores, pues se detectaron velocidades entre los 0,02 y 0,04m/s que, como se ve, son prácticamente nulas. Todos los valores del flujo del aire registrados en la parcela, de acuerdo a la escala de Beaufort, pueden considerarse como de **calma**, aunque las cinco velocidades máximas alcanzadas por tres de los cuatro jardines podrían reducir en 1°C la sensación térmica.

Ahora bien, si comparamos los datos registrados en el interior de la vivienda y en la parcela con los valores de velocidad y de la dirección del viento obtenidos por el CMVG, apreciamos algunas diferencias, como se podrá comprobar en las gráficas y las rosas de los vientos que se presentan a continuación.

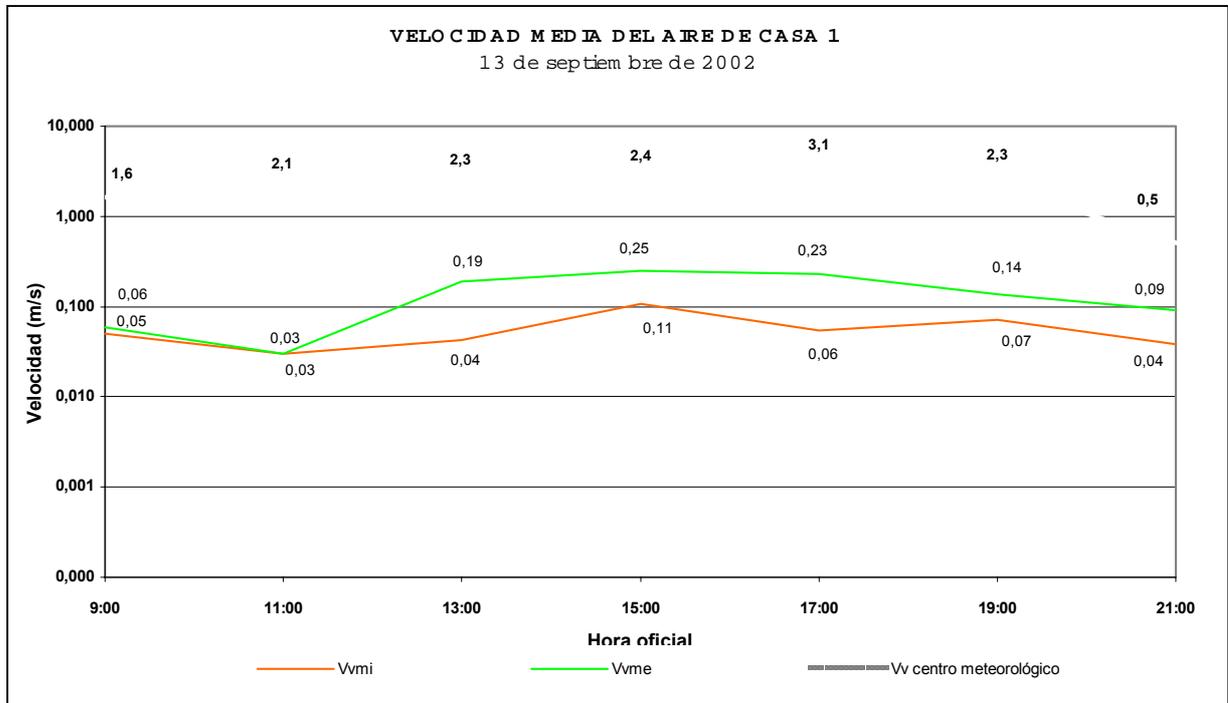


Gráfico 36. Comparación entre las velocidades del viento media interior (Vmi), exterior (Vme) y según el CMVG (Vv centro meteorológico)

En primer lugar, los valores de la velocidad del flujo del aire obtenidos por el CMVG son mucho más elevados que los de la parcela y los del interior de la casa 1, con diferencias hasta de 3,04m/s. En segundo lugar, los valores medios de la parcela no presentan grandes diferencias con respecto a los del interior de la vivienda; de hecho, en algunos momentos muestran la misma velocidad media. En tercer lugar, las tres curvas coinciden en presentar las cifras más bajas durante los dos primeros y el último registro.

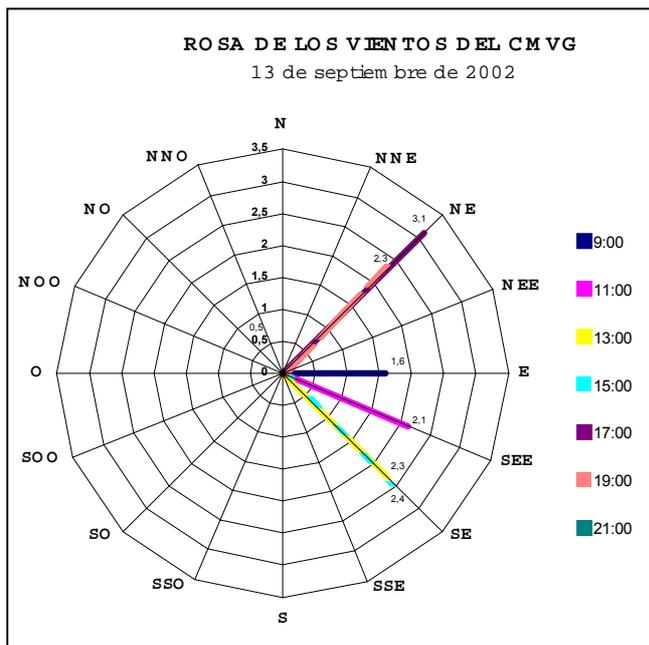


Gráfico 37. Dirección del viento según datos registrados por el centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú el mismo día que se hicieron las mediciones en el la vivienda uno.

Como se ha mencionado, la velocidad del aire más elevada la registra el CMVG, es de 3,1m/s y se da a las 17:00h. En la parcela la máxima alcanzada es de 0,25m/s, mientras que en la casa apenas llega a 0,11m/s. En ambos casos estos datos se registran a las 15:00h. También hay que señalar que las Vv más reducidas se observan en el interior de la casa uno, con valores muy próximos a cero. Aunque no existe una gran diferencia entre los datos del interior con los valores medios de la Vv de la parcela, se denotan unas leves

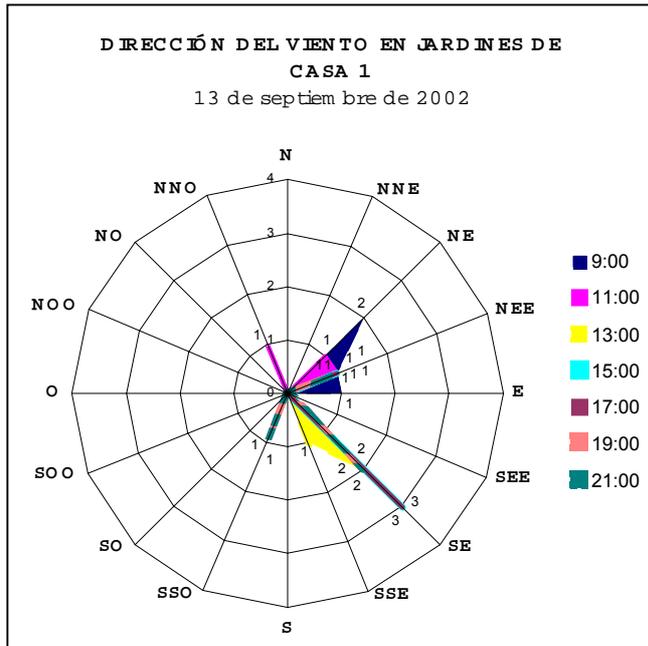


Gráfico 40. Rosa del viento según la dirección del aire registrada en los jardines de la casa 1

la mayor parte del día la dirección más frecuente del viento es el **NE** coincide solamente con las mediciones realizadas en el interior, porque en los jardines la dirección predominante es el **SE**, que en el caso del CMVG aparece como la tercera procedencia del viento más frecuente.

Es de resaltar que el flujo del aire procedente del **NNO** es registrado por el CMVG en dos períodos del día, entre las 5:30h y 8:30h y, luego, entre las 20:30h y 24:00h. Dentro de estos períodos solamente se hicieron las mediciones correspondientes a las 21:00h en el interior y en la parcela, pero en ningún caso se detecta un flujo proveniente de esa dirección.

Al comparar la rosa de los vientos anteriores con la de los jardines de la casa uno, llama la atención que las direcciones más frecuentes del aire son diferentes. En efecto, en la parcela en las distintas mediciones se perciben más frecuentemente unos flujos del aire procedentes del **SE** (12), en primer lugar, y del **NEE** (5), en segundo lugar. También, se observa que hasta las 13:00h el viento procede principalmente del **NE** y del **NEE**, mientras que a partir de esa hora el viento predominante es del **SE**.

En el gráfico que aparece a continuación, se representa el movimiento del aire en el interior de la casa 1 durante un día típico de verano. Como se puede apreciar, las velocidades del

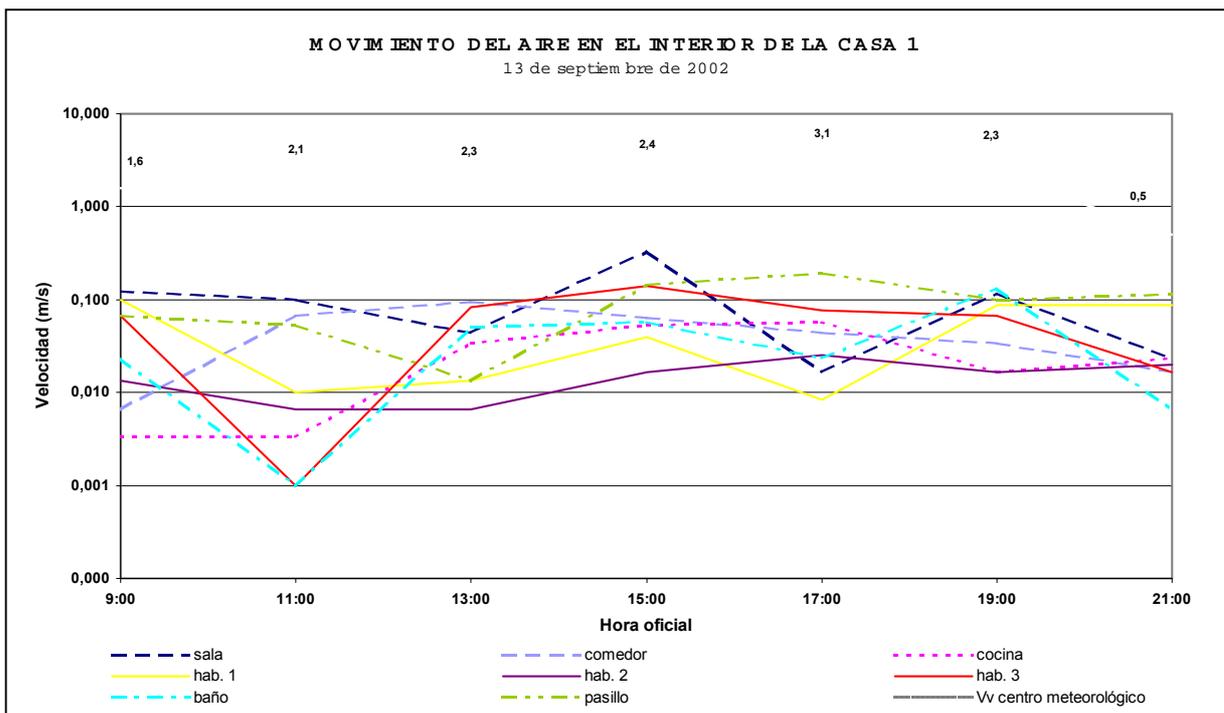


Gráfico 41. Comparación entre las curvas de velocidad del aire de los espacios de la casa 1 y velocidad del viento registrada por el CMVG

movimiento del aire a lo largo del día en los diferentes espacios no son muy variables, desde velocidades de 0m/s hasta 0,33m/s. La Vv máxima se alcanza a las 15:00h en la sala y equivale a 0,33m/s. Esta velocidad disminuye la sensación de calor en 1°C y no requiere de un nivel de arropamiento elevado. En lo que respecta a la Vv mínima del día, ésta se registra en el comedor a las 11:00h, cuando no se detecta movimiento del aire. Es de destacar que en otros espacios, y durante otros momentos del día, los valores obtenidos están muy cerca de 0m/s.

La **sala**, el **pasillo**, la **hab.3** y el **baño** son los espacios donde se registran las Vv más elevadas del día, 0,33; 0,19; 0,14 y 0,13m/s, respectivamente. Como ya se ha mencionado, el primer valor puede afectar la sensación térmica, mientras que el segundo se encuentra dentro del rango de 0,18 a 0,24m/s recomendado por Neila (2000, p.12) para el verano, si se tienen Ti entre 23 y 25°C y una HRi entre 40 y 60%, lo que no ocurre en esta vivienda. En cuanto a las dos últimas velocidades, éstas ya no son percibidos por los usuarios y se pudiera afirmar que no afectan ni positiva ni negativamente la temperatura ambiente; ni tampoco las sensaciones térmicas de las personas.

La **hab.2** se destaca por ser el área de la vivienda que menos variaciones muestra en los valores de Vv, pues presenta una variación máxima de 0,01 entre una medición y otra. Aunque a lo largo del día siempre se detecta movimiento del aire, los valores obtenidos son los mínimos durante casi todas las mediciones, pudiendo afirmar que esta área se encuentra en calma todo el día.

En la **cocina**, durante las dos primeras y las dos últimas mediciones, se registran valores prácticamente de 0 flujo de aire. Estos aumentan entre las 11:00h y las 17:00h, cuando alcanza una máxima de 0,06m/s; sin embargo, estos flujos son difícilmente percibidos e incluso se considera que el espacio está en calma, de acuerdo a la escala de Beaufort. La **hab.1** y el **comedor** son las dos zonas de la vivienda uno que presentan los valores medios de las velocidades del aire, ya que no muestran velocidades tan elevadas como las de la sala o el pasillo, ni tan bajas como las de la hab.2. No obstante, al igual que esta última, las velocidades medidas no son fácilmente percibidas y también puede llegar a afirmarse que estos espacios están todo el día en calma.

En cuanto a la dirección del aire, debemos señalar que en verano ésta se registra en el interior de la casa uno de forma tan variable como sucede con la velocidad. Esto se puede apreciar claramente en la rosa de los vientos que se presenta a continuación, donde se destacan frecuencias distintas para

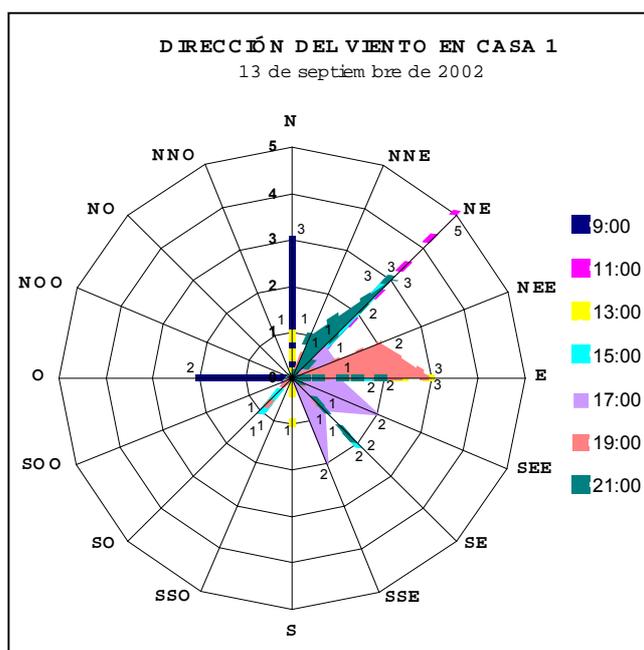


Gráfico 42. Dirección del movimiento del aire (dV) en el interior de la casa 1

las diferentes direcciones según la hora del día. La dirección del viento es muy variable puesto que llega a los diferentes espacios desde puntos muy distintos a lo largo del día. Aunque se puede afirmar que el viento procede en un número mayor de ocasiones del **NE** (18), que el segundo punto de procedencia del flujo del aire es el **E** (13) y que la tercera dirección más frecuente es el **SE**, con 7 registros. Sin embargo, no se puede diferenciar claramente entre el viento predominante de la mañana y el de la tarde, pues la frecuencia de la dirección va modificándose medición a medición.

El flujo del aire del NE se detecta en cinco espacios de la vivienda a las 11:00h, en tres a las 9:00h, 15:00h y 21:00h; en dos a las 13:00h y sólo en un área a las 17:00h, pero no es percibido a las 19:00h en ninguna zona. El aire desde el E no es registrado en ningún punto ni a las 9:00 ni a las 11:00h, pero sí en tres recintos a las 13:00 y 19:00h, en dos áreas a las 15:00 y 21:00h y en uno a las 17:00h. Ocurre algo similar con el viento procedente del SE durante las dos primeras mediciones, pues no se registra en ninguna zona, pero ya se observa en un espacio a las 13:00h, 17:00h y 19:00h y en dos a las 15:00h y 21:00h.

Como se puede apreciar, existen algunas diferencias entre los registros de Vv y Vd del CMVG y los valores obtenidos en la parcela y en el interior de la vivienda. Esto puede explicarse, principalmente, por la ubicación y orientación de la parcela y de la vivienda en un entorno rural a diferencia del Centro que se encuentra en la ciudad. Así también por la presencia de elementos arquitectónicos o naturales alrededor de la vivienda, o incluso por algunos componentes constructivos anexos a ella como persianas y aleros, que pueden haber reconducido los flujos de aire modificando la dirección de su procedencia y la velocidad.

Las velocidades alcanzadas en el interior de la casa uno resultan en la mayor parte de los espacios y durante la mayor parte de los registros inferiores a los 0,2m/s recomendados como mínimo para la ventilación natural durante el verano, además de ser imperceptibles y de no incidir en la reducción de la temperatura de sensación o en el porcentaje de HR. También, de modo general, se puede afirmar que durante la mañana el viento del NE es el predominante. Mientras que en la tarde se percibe con mayor frecuencia el viento del E, aunque con muy poca diferencia con respecto al flujo proveniente del NE y del SE. Igualmente en el interior de la vivienda llegan flujos de aire de otros puntos, aunque en menor cantidad de espacios y de horas.

2.1.3.2. Comportamiento Lumínico.

En lo que respecta a los niveles de iluminación natural en el entorno próximo de la vivienda, se puede señalar que, de acuerdo al gráfico siguiente, existen ciertas similitudes en las curvas de iluminancia de los cuatro puntos analizados, aunque también se observan diferencias marcadas tanto en las formas de las curvas como en las cifras registradas en determinados momentos del día.

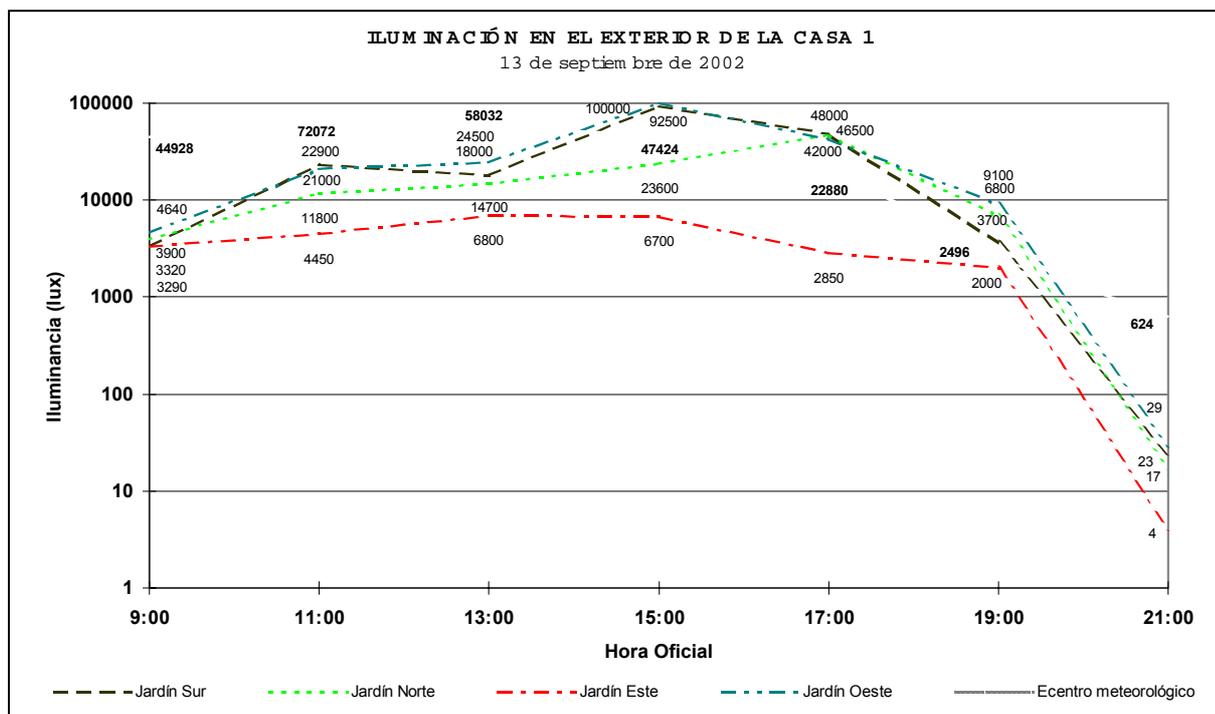


Gráfico 43. Comparación entre las curvas de niveles lumínicos de los jardines de la casa 1 y los valores de iluminancia según datos del CMVG

Durante el primer registro, todos los jardines presentan un nivel lumínico significativo, entre 3290 y 4640lx, que sigue aumentando hasta las 15:00h ó 17:00h, cuando se empiezan a notar los primeros descensos de los valores de iluminancia en la parcela. En cuanto a las formas de las curvas, se puede destacar que las de los **jardines sur** y **oeste** son muy parecidas, a pesar de que entre los valores en una misma medición podemos reconocer diferencias de hasta 22500lx, como ocurre a las 15:00h. En estos jardines, el punto de mayor iluminancia se produce a las 15:00h, con 100000lx en el jardín oeste y 92500lx en el sur. Mientras que el momento en el que se registran las niveles más bajos es a las 21:00h con 29 y 23lux.

Las curvas de los **jardines norte** y **este** no solamente se diferencian de las anteriores, sino que además no se asemejan entre sí. En el caso del **jardín norte**, por ejemplo, el incremento de la iluminación no es tan marcado como en los otros jardines entre las 13:00 y las 15:00h, además el punto de máxima iluminancia se da a las 17:00h (46500lx). A partir de esa hora, tiene lugar un descenso con valores muy cercanos a los de los jardines sur y oeste. Por su parte, el **jardín este** es el que

muestra los niveles lumínicos más bajos de todos los patios de la vivienda e incluso de toda la vivienda ese día, con un valor de 4lx a las 21:00h. Además, se caracteriza por tener unas variaciones menos marcadas entre las 9:00h y las 19:00h y su nivel lumínico más elevado a las 13:00h.

Si comparamos los registros hechos por el centro meteorológico Vilanova i La Geltrú con los valores medios de iluminación natural del interior y de la parcela de la casa durante un día típico de verano, notamos, en primer lugar, contrastes importantes entre los niveles lumínicos del interior de la vivienda y los del exterior. De hecho, tenemos, por ejemplo, que el máximo nivel lumínico, de acuerdo a la media interior, equivale a 1110,9lx y se da a las 17:00h, mientras que la media de la parcela muestra un nivel máximo de 59450lux a las 15:00h y el CMVG registra un valor máximo muy superior a las anteriores, 72072lx, a las 11:00h. En segundo lugar, aún cuando todos coinciden en presentar los niveles mínimos a las 21:00h, es en el interior de la casa donde se registra el nivel más bajo, 1,8lx, seguido de los 18,3lx de la parcela y de los 624lx del CMVG. En tercer lugar, debemos destacar que aunque los valores del interior de la vivienda son distintos a los de la parcela, sus curvas guardan una cierta similitud en la forma.

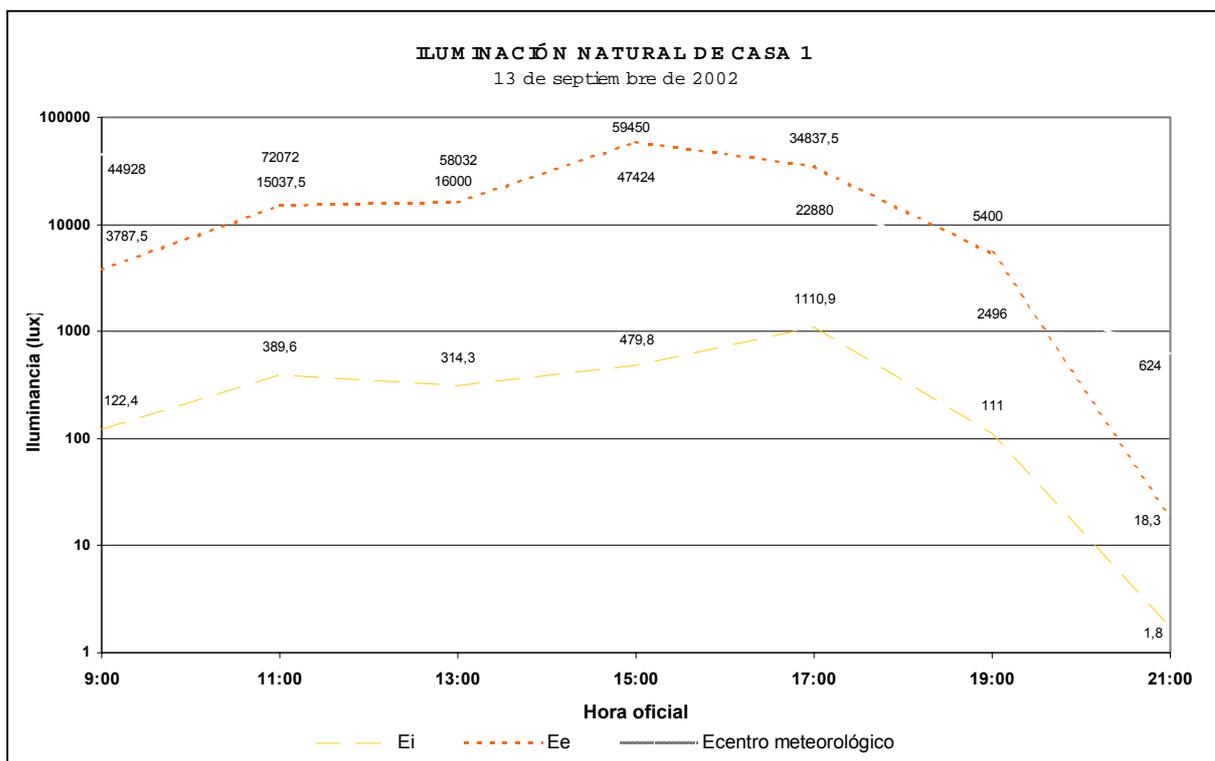


Gráfico 44. Comparación entre las curvas de iluminancia media interior (E_i), exterior según datos de la parcela (E_e) y del CMVG (E_{centro meteorológico})

De acuerdo al gráfico de la E natural de la casa 1 en verano, que se presenta a continuación, todos los espacios denotan un comportamiento similar hasta las 15:00h. Pero, a partir de esa hora y hasta las 19:00h, de acuerdo a la orientación de los espacios y sus ventanas las curvas se modifican y asumen formas distintas.

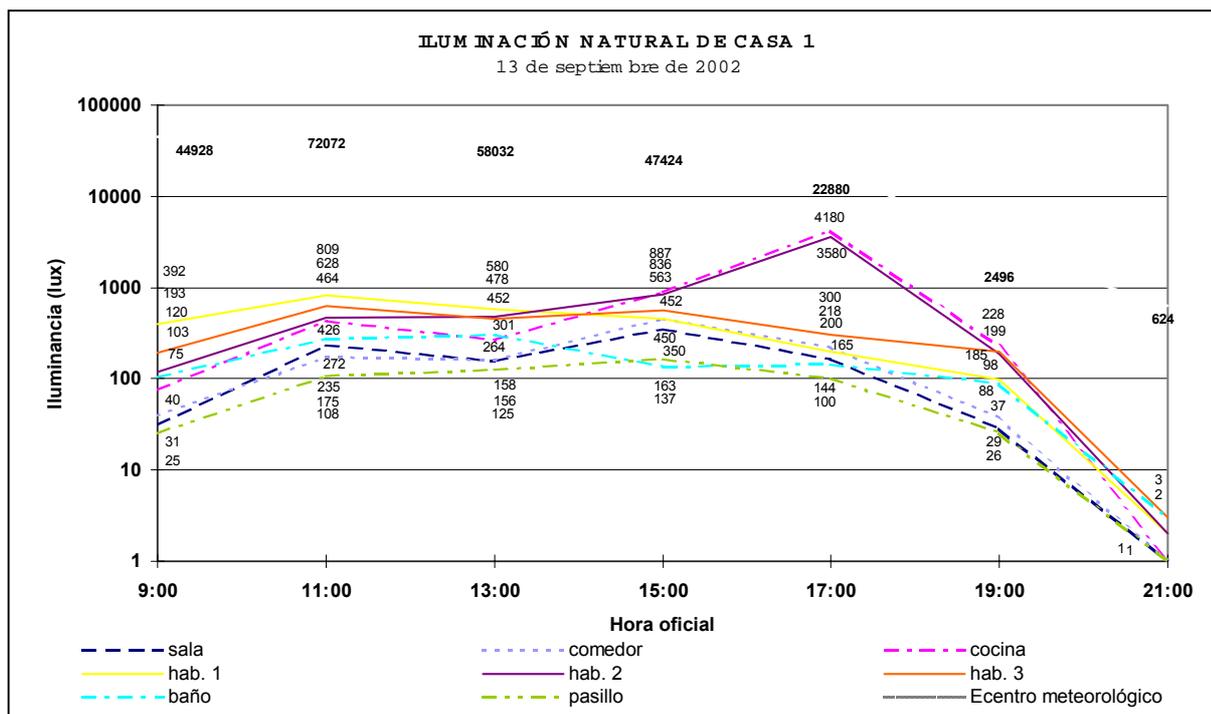


Gráfico 45. Curvas de iluminación de cada espacio de la vivienda uno y del centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú (CMVG)

Entre las 9:00h y las 15:00h, las diferencias entre los niveles máximos y mínimos de luz son de 367, 701, 455 y 750lx, respectivamente, en cada medición, con diferencias mínimas de 2 o 6lx entre un recinto y otro. El comportamiento similar de la iluminación natural se debe, entre otras razones, a que la luz llega de un modo semejante a todos los espacios, probablemente porque en las zonas orientadas al sureste, donde los rayos podrían llegar más directamente, se encuentran un alero y una mallorquina que obstaculizan el paso directo de la luz y también porque entre las 9:00 y las 15:00, el día en que se realizaron las mediciones, al este se ubicaron algunas nubes que dispersaban la luz proveniente del sol.

A las 17:00h, se observan diferencias mayores entre los valores lumínicos, lo cual se explica, principalmente, por la luz que llega más directamente a aquellas áreas de la vivienda que tienen sus ventanas orientadas al oeste, como son la **cocina** y la **hab.2**, mientras que los otros espacios reciben una iluminación natural indirecta. No obstante, hay que señalar que después de esta medición los valores de E en el interior vuelven a mostrar diferencias menos marcadas, entre 3 y 202lx a las 19:00h y entre 0 y 3lx a las 21:00h.

Según se ha podido apreciar en este gráfico, los niveles lumínicos de 1 a 4180lx, que corresponde a la $E_{máx}$ observado a las 17:00h en la **cocina**, mientras que el valor mínimo se da en la **sala**, en el **comedor**, en el **pasillo** y también en la **cocina** a las 21:00h. Es relevante indicar que, a pesar de que la $E_{máx}$ se da a las 17:00h, la mayor parte de los espacios presenta sus propios valores de $E_{máx}$ a horas diferentes; a las 11:00h, la **hab.1** y **3**; a las 13:00h, el **baño**; a las 15:00h, el **comedor**, **sala** y **pasillo** y, a las 17:00h, la **cocina** y la **hab.2**.



Foto 80. Cocina. Ventana a Oeste



Fotos 81,82,83. Habitaciones 1, 2 y 3.

La **sala**, el **comedor** y el **pasillo** son los primeros recintos en oscurecer, debido a su ubicación, puesto que los primeros están orientados al SSE de la vivienda y el pasillo ocupa el área central. Además, vale decir que el nivel de En de la sala y el comedor se ve afectado por un alero de 1,5m, el cual ofrece sombra, que justamente se encuentra sobre la fachada SSE. El pasillo, por su parte, solamente recibe la luz que entra por las ventanas de otros espacios.

En cuanto a los niveles lumínicos registrados en el interior, los cuales se anota en la siguiente tabla, y los recomendados por diferentes autores y organismos [CIE, 1995; Muñoz, 1994; Neila, 2000, Vol.1; Rodríguez, 2001; Serra y Coch,1995 y Steegman, 1986], podemos sostener que, en ciertos momentos del día, algunos espacios registran valores que pueden ser calificados como mínimos, recomendados u óptimos, aunque durante la mayor parte del día los datos superan los establecidos como óptimos. Así también, apreciamos, sobre todo en las habitaciones, que en determinados registros los valores se corresponden con los recomendados para la iluminación específica (200 ó 350lux), pero que exceden los niveles indicados para la iluminación general (50 ó 100lux).

Tabla 24. Niveles lumínicos en espacios interiores de la casa tres.

| Hora | Sala | Comedor | Cocina | Hab. 1 | Hab. 2 | Hab. 3 | Baño | Pasillo |
|-------|------|---------|--------|--------|--------|--------|------|---------|
| 9:00 | 31 | 40 | 75 | 392 | 120 | 193 | 103 | 25 |
| 11:00 | 235 | 175 | 426 | 809 | 464 | 628 | 272 | 108 |
| 13:00 | 156 | 158 | 264 | 580 | 478 | 452 | 301 | 125 |
| 15:00 | 350 | 450 | 887 | 452 | 836 | 563 | 137 | 163 |
| 17:00 | 165 | 218 | 4180 | 200 | 3580 | 300 | 144 | 100 |
| 19:00 | 29 | 37 | 228 | 98 | 185 | 199 | 88 | 26 |
| 21:00 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |

En la **sala**, por ejemplo, entre las 11:00h y 17:00h, la iluminación se encuentra entre un valor considerado como mínimo, 150lx, y el recomendado, 400lx, por Steegman [1986, p.68], aunque en ningún caso las cifras son exactas a los valores establecidos. Asimismo, debemos decir que a las 17:00 y 13:00h se aproximan más a los 150lx recomendados para la iluminación general por Muñoz [1994, p.197]. Y, a las 15:00h los 350lx medidos resultan cercanos a los 400lx recomendados por Steegman [1986, p.68] y a los 300 considerados por Neila [2000, Vol.1, p.30] como mínimos para la iluminación específica.

El **comedor**, sin embargo, supera los 100lx recomendados por el CIE [Gandolfo, s.f., p.122] y Rodríguez [2001, p.143] para la iluminación general entre las 11:00 y las 17:00h, pero en el resto de las mediciones los valores resultan muy inferiores a los establecidos. A las 15:00h, se superan los 300lx óptimos para la iluminación específica señalados por este mismo organismo y autor. Por otra parte, a las 11:00 y a las 17:00h, se observan valores muy cercanos a los 200lux recomendados por Steegman.

La **cocina** es uno de los puntos más difíciles de evaluar, debido principalmente a las diferencias en los valores considerados como mínimos, óptimos o recomendados por los autores tanto para la iluminación general como para la específica de las zonas de trabajo. Por una parte tenemos que, de acuerdo a los valores establecidos por el CIE en 1995 [Gandolfo, s.f., p.122] y por Rodríguez [2001, p.143], durante cuatro momentos del día, la iluminación no es suficiente pues se encuentra por debajo de 300lux y, en otros dos, es muy superior a los 500lux considerados para la iluminación de las áreas de trabajo. Sin embargo, para Steegman (1986), en dos de estos instantes los valores estarían entre lo mínimo, 200lux, y lo recomendado, 300lx, pues son 264 y 228lx, mientras que a las 11:00 y 15:00h no se alcanzan los 1000lx señalados como óptimos para las zonas de trabajo de la cocina y a las 17:00h se superan.

En el caso de las **habitaciones**, prácticamente todos los registros del día están por encima de los 50lx mínimos establecidos por el CIE [Gandolfo, s.f., p.122], así como de los 70lx indicados por Neila [2000, Vol.1, p.30] para la iluminación general. La excepción se produce a las 21:00h cuando éstas se encuentran prácticamente a oscuras. Sin embargo, en algunos momentos del día, en los diferentes dormitorios, los datos están muy cerca de niveles de 200lx, que son los mínimos y recomendados para las cabeceras de las camas, como por ejemplo a las 17:00h en la hab.1, a las 19:00h en la habitación oeste y, a las 9:00h y 19:00h en el dormitorio orientado al norte. No obstante, vale decir que en la habitación principal a las 13:00h y en la habitación norte a las 15:00h se reconocen unos valores cercanos a los 500 y 600lx, que Neila [2000, Vol.1, p.30] y Steegman (1986), respectivamente, consideran como óptimos para las cabeceras.

En cuanto al **baño**, por su parte, se podría afirmar que no responde a las exigencias lumínicas durante la mayor parte del día. Por un lado, casi todos los datos superan los niveles mínimos y recomendados para la iluminación general, aunque a las 9:00 y 19:00h están muy cerca de los 100lux referenciados por el CIE [Gandolfo, s.f., p.122], Muñoz (1994) y Neila [2000, Vol.1, p.30]. Por el otro, se notan deficiencias para la iluminación de los espejos y lavamanos, puesto que solamente encontramos datos dentro de las especificaciones de 150 a 500lux, a las 11:00 y a las 13:00, siendo necesario reforzar con iluminación artificial si se llevan a cabo actividades de mayor esfuerzo visual como, por ejemplo, maquillarse o afeitarse.

Al observar los registros obtenidos en el **pasillo**, se aprecia que a las 11:00h y 17:00h se obtienen valores muy próximos a los 100lux indicados por el CIE [Gandolfo, s.f., p.122], Muñoz (1994) y Neila [2000, Vol.1, p.30] y Steegman [1986]. Aunque, de acuerdo a lo establecido por este último autor, los datos de las 13:00 y 15:00h estarían dentro del rango considerado por él entre mínimo y óptimo. Esto significa que en los otros momentos del día se requiere de iluminación artificial para alcanzar los niveles lumínicos adecuados.

Es necesario mencionar que los valores lumínicos bajos de las primeras y últimas mediciones en la parcela y en la vivienda se deben principalmente a las características del día en que se efectuaron las mediciones, puesto que en la mañana se observaron algunas nubes hacia el E y cierta bruma al S, que obstruían la incidencia solar, durante los últimos registros, las nubes fueron cubriendo el cielo, llegando incluso a oscurecerse antes de lo habitual para esta época.

En síntesis, podemos afirmar que sin duda algunas características del entorno próximo de la vivienda inciden en los niveles lumínicos registrados en el interior como, por ejemplo, las sombras arrojadas por las copas de los árboles que hacen que los niveles lumínicos percibidos sean menores. De igual modo, resulta evidente que las características de la propia edificación, como la orientación de sus ventanas o la presencia de aleros al S, influyen directamente en el comportamiento lumínico del interior de la casa 1.

2.1.3.2. Comportamiento Acústico.

Si se observa el gráfico siguiente, en el que aparecen los NS registrados en un día típico de verano en distintos puntos de la parcela de la casa 1, notamos que estos fluctúan entre 43 y 60dB.

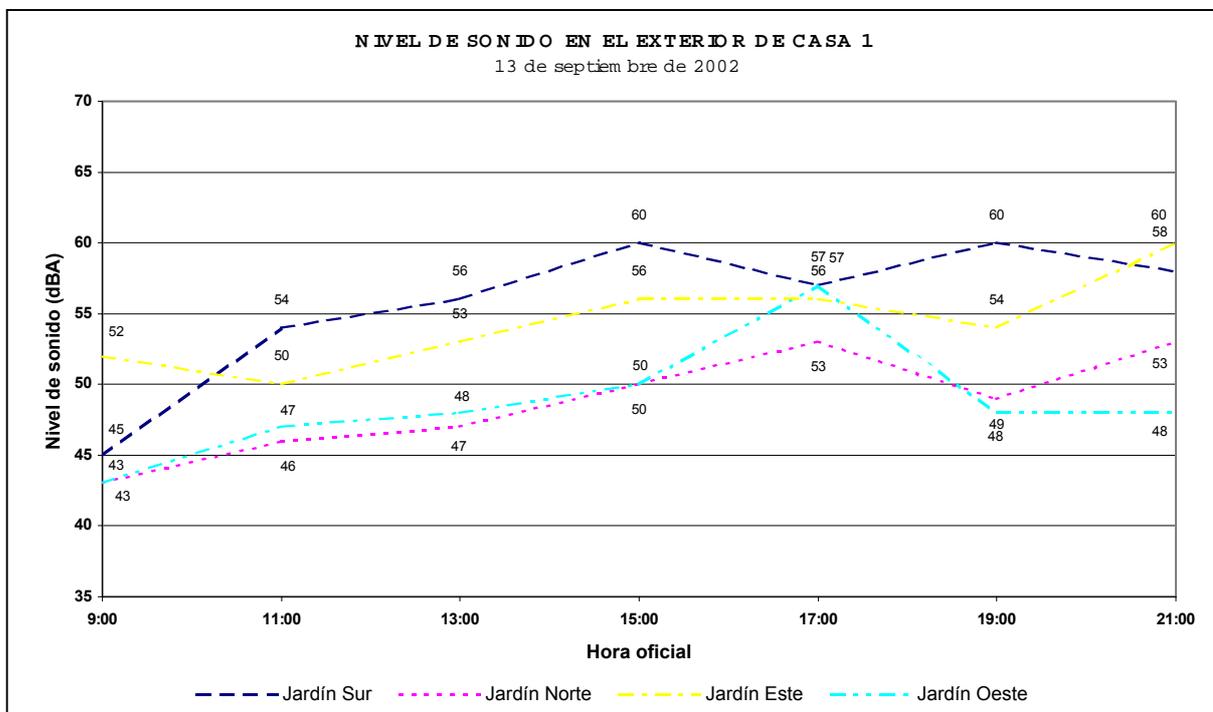


Gráfico 46. Curvas de nivel sonoro de los diferentes jardines de la casa 1

Las curvas de los cuatro jardines asumen formas diferentes; sin embargo, en todas ellas se aprecia un aumento de los NS entre las 11:00h y las 21:00h, a excepción del **jardín oeste** donde el ruido se reduce entre las 18:00 y 21:00h. Los

jardines norte y **oeste** coinciden en algunos valores, que son los que tienen los NS más bajos del día, mientras que los **jardines sur** y **norte** no presentan valores coincidentes, pero muestran los niveles de ruido más elevados.

Los mayores índices de ruido observados son de 60dB y se registran a las 15:00h y 19:00h en el **jardín sur** y a las 21:00h en el **jardín este**. Los valores más bajos, que corresponden a 43dB, se obtienen a las 9:00h en los **jardines norte** y **oeste**. En cuanto a las variaciones de los NS, entre las 9:00 y las 11:00h se detecta el mayor aumento del NS, 9dB en el jardín sur, aunque los 7dB de variación acústica entre las 15:00 y 17:00h en el **jardín oeste** resultan igualmente considerables. Por el contrario, la reducción más significativa la podemos observar en el **jardín oeste**, 9dB (17-19:00h).

De modo general, podemos afirmar que las variaciones de los NS observados pasan en determinados momentos de ser apenas perceptibles a claramente distinguibles, aunque en ciertas ocasiones puede percibirse un incremento del doble del ruido. Asimismo, hay que agregar que los NS registrados durante la mayor parte del día en los **jardines sur** y **este** son considerados como ruidosos y excitantes al fluctuar entre 50 y 60dB. Al igual que sucede con los otros jardines cuando en algunas mediciones se encuentran dentro de estas mismas cifras, pero, cuando presentan niveles entre 40 y 50dBA, son calificadas como áreas poco ruidosas, pero irritantes.

Si comparamos los valores medios del NSi de la casa 1 con los del NSe, como se puede ver en el gráfico anterior, apreciamos que los comportamientos acústicos son diferentes, pero los valores son parecidos hasta las 15:00h. Las diferencias más marcadas entre las dos curvas las identificamos a las 21:00h (10,5dB) y

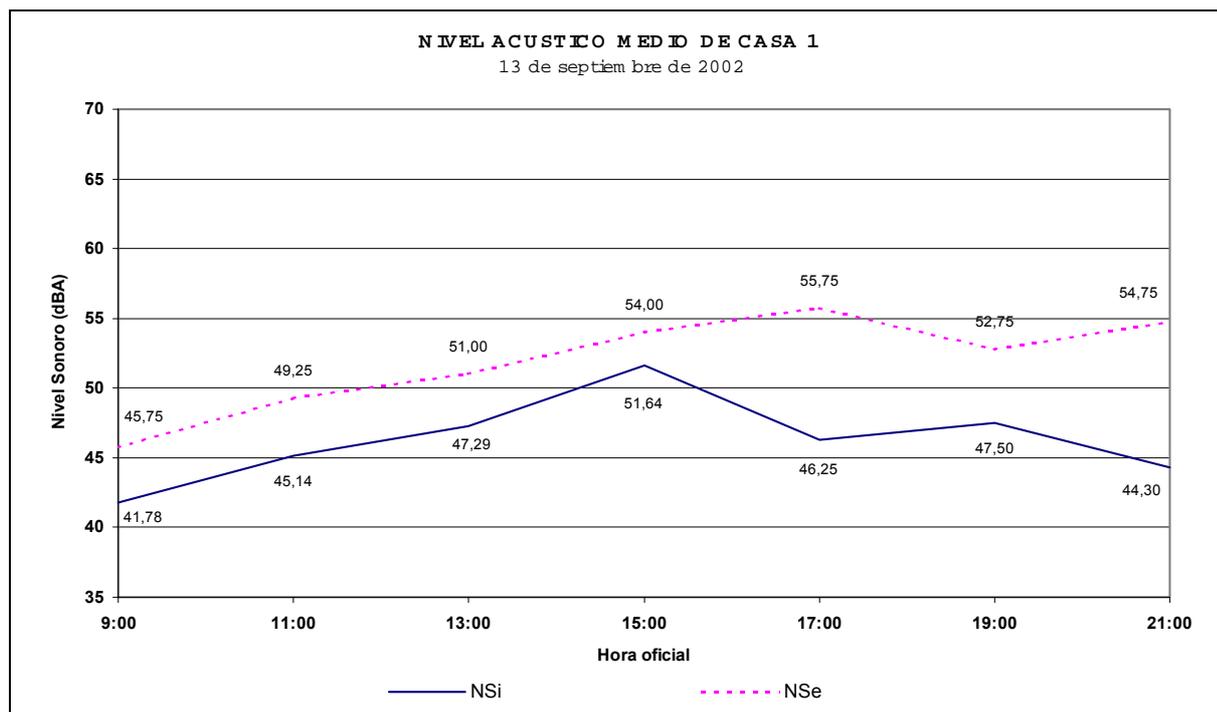


Gráfico 47. Niveles sonoros medios registrados en el interior y en el exterior de la vivienda uno

17:00h (9,5dB). Mientras que las menos significativas se dan entre las 9:00 y 15:00h, con valores de 4; 4,11; 3,7 y 2,4dBA.

En la gráfica siguiente se representan los niveles acústicos registrados en la vivienda uno en un día típico de verano. En ella, destacan fuertes fluctuaciones en los niveles de sonido entre una medición y otra en la mayor parte de los espacios. Además, en la mayoría de ellos, los valores máximos y mínimos de ruido se presentan a diferentes horas.

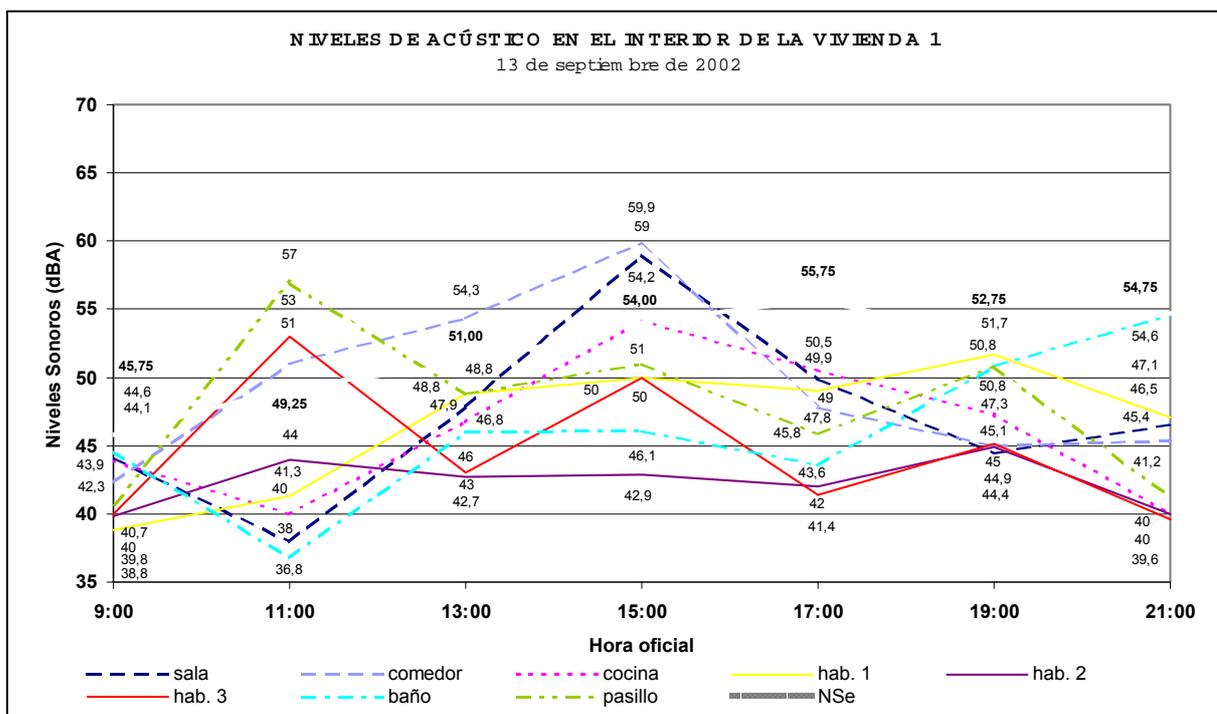


Gráfico 48. Niveles sonoros registrados en cada uno de los espacios de la casa 1 y curva de nivel sonoro exterior (NSe) de acuerdo a la media de los jardines

Los niveles sonoros oscilan entre los 36,8 y los 59,9dBA. Este último valor se sitúa por encima de los recomendados por algunos autores y por las normativas para las edificaciones de uso residencial. No obstante, no todas las áreas exhiben este valor extremo e incluso hay recintos donde la mayor parte de los registros se encuentran dentro de los rangos recomendados para viviendas.

La **sala** fluctúa entre los 38 y 59dB entre las 11:00 y las 15:00h y entre 59 y 44,4dB entre las 15:00 y las 17:00h; por tanto, se puede afirmar que es uno de los espacios que mayor variabilidad sonora presenta. En efecto, aumenta entre 9,9 y 11,1dB en una hora, lo que es percibido por el oyente como si se duplicara el nivel de ruido y disminuye entre 9,1 y 5,5dB, lo que resulta claramente distinguible. Además, se debe señalar que los niveles de ruido alcanzados en este espacio a las 13:00, 15:00 y 17:00h, resultan excitantes e inapropiados para los usuarios.

Aún cuando la curva de los niveles acústicos del **comedor** es diferente a la del recinto anterior, se pueden observar ciertas similitudes. En primer lugar, ambas registran los niveles máximos

a las 15:00h (59 y 59,9dB), aunque, a diferencia de la sala, en este espacio tiene lugar un aumento constante del ruido a partir de las 9:00h. En segundo lugar, en ambos espacios se aprecian disminuciones significativas en los niveles sonoros a partir de las 15:00h; de hecho, la mayor disminución entre una medición y otra es de 12,13dB. También debemos agregar que en esta área de la vivienda entre las 11:00h y 17:00h, se superan los valores establecidos, resultando un espacio excitante e irritante durante estos momentos del día.

En cuanto a la **cocina**, debemos señalar que ella muestra un comportamiento muy parecido al de la sala hasta las 19:00h, ya que los valores que ambas presentan son casi iguales durante la mayor parte de las mediciones. Sin embargo, a las 15:00h, en la cocina no se registra un nivel de ruido tan elevado como en la sala. Y, entre las 19:00h y las 21:00h, a diferencia del otro espacio, lo que se da es una disminución del ruido. De acuerdo a Cavanaugh y Wilkes (1999), los NS registrados en estas áreas de la vivienda se encuentran por debajo de los valores recomendados para estos tipos de espacios, aunque para Serra (1995) y el ITEC, OCT-COAC i Departament de Construccions Arquitectòniques I, ETSAB (1998), a las 15:00h y 17:00h, el nivel alcanzado resulta excitante. A su vez, los valores anotados durante las otras mediciones, que están entre los 25 y 50dB, pueden ser irritantes para los oyentes.

En la zona íntima de la vivienda, es decir, en la zona de los dormitorios y del baño, se observan notables diferencias entre las curvas de los diferentes espacios y, aunque algunos de ellos presentan ciertas semejanzas en las formas de las curvas, los niveles sonoros son muy distintos. La **hab.3** y el **pasillo**, por ejemplo, parecen oscilar de modo similar, sin embargo, vemos entre ellos diferencias de hasta 6,5db a una misma hora. Las similitudes las vemos en los tres picos de nivel de ruido mostrados a las 11:00, 15:00 y 19:00h; también en el aumento significativo del ruido entre las 9:00 y las 11:00h, que corresponde a 13 y 16,3dB, lo que pudiera ser percibido por los usuarios como si se duplicara el sonido. De acuerdo a las sugerencias de algunos expertos y a lo establecido por la norma NBE-CA-88, en el pasillo, a las 11:00h, 15:00h y 19:00h, se registran niveles superiores a los 50dB recomendados, mientras que los valores de las 13:00 y 17:00h están muy cerca de este límite. En cuanto a la habitación norte, debemos decir que desde las 11:00 hasta las 19:00h los registros superan el máximo recomendado para dormitorios, mientras que a las 9:00 y 21:00h los datos se ubican justo en el límite máximo de ruido aceptado.

El **baño** de esta casa muestra unos valores inferiores al máximo de 50dB, sugerido para las zonas de servicio de una edificación de uso residencial, durante la mayor parte de los registros. Pero, a partir de las 19:00h los niveles aumentan y superan esta cifra. No obstante, según lo establecido por Serra y Coch (1995) sobre los niveles acústicos, los datos obtenidos en

este espacio de la vivienda se pueden clasificar como irritantes hasta las 17:00h y excitantes desde las 19:00h.

En lo que respecta a la **hab. 1**, debemos mencionar que es uno de los espacios con menos variación acústica entre una medición y otra. Los niveles acústicos tienden a incrementarse a partir de las 9:00h cuando se registran 38,8dB, aunque entre las 13:00 y las 17:00h los valores se mantienen prácticamente constantes, pues varían de 48,8 a 50 y 49dB. El valor máximo de ruido se presenta a las 19:00h y es de 51,7dB. A pesar de que no presenta variaciones muy marcadas, este espacio resulta inapropiado acústicamente pues, a excepción de las 9:00h, los niveles se mantienen por encima de los 40dB establecidos por las normativas y se encuentran dentro de los ruidos considerados como irritantes para los usuarios.

Uno de los espacios de la esta vivienda que más se destaca por su comportamiento acústico en el verano es la **hab. 2**. Se caracteriza por tener la menor fluctuación de los NS del día, entre 39,8 y 44,9dBA, con variaciones máximas de 4,9dB entre una medición y otra. Pero, al igual que la habitación principal, a excepción de las 9:00 y las 21:00h, todos los datos recogidos son superiores a los 40dB señalados como máximos para dormitorios por la norma NBE-CA-88.

En resumen, podemos señalar que a medida que pasa el día, los niveles sonoros registrados en el exterior y en el interior van de poco ruidosos a ruidosos. Por consiguiente, se puede considerar que en el interior de la vivienda los niveles de ruido alcanzados no son adecuados durante la mayor parte del día, pues superan los 45dBA máximos indicados para viviendas, manteniéndose así dentro de niveles clasificados como irritantes.

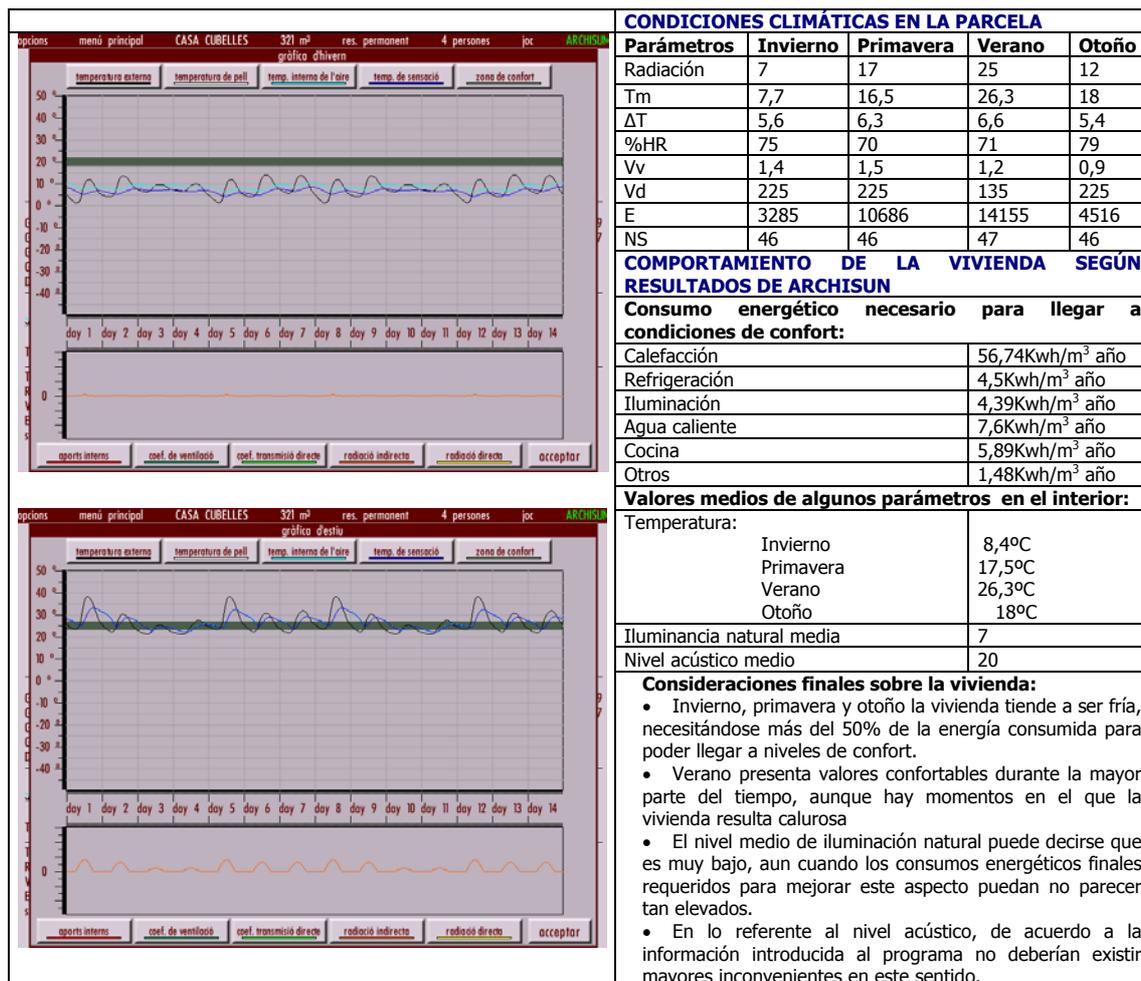
De acuerdo con estos resultados, podemos entonces afirmar que es necesario acondicionar acústicamente algunos espacios de la vivienda. Los recintos donde los cambios resultan más urgentes son las habitaciones, puesto que a lo largo de todo el día en las tres se superan los 40dBA que son considerados como niveles máximos de inmisión recomendados por las normativas.

2.1.4. Resultados de ARCHISUN

Al introducir en el programa ARCHISUN variables relacionadas con la situación geográfica de la vivienda 1, este indicó que se encuentra en una zona climática b y los parámetros ambientales para las cuatro estaciones del año. Además, junto con información gráfica o numérica de algunas variables de contexto y arquitectónicas, como distancia y altura de edificaciones y vegetación próxima a la vivienda, coeficientes de forma, características y proporciones de los materiales constructivos después elaboró una serie de gráficos que ayudan a visualizar más fácilmente los resultados del análisis.

Tabla 25. Resumen de los datos introducidos en ARCHISUN y los resultados de la casa 1.

| opcions menú principal CASA CUBELLES 321 m² res. permanent 4 persones joc ARCHISUN | | VIVIENDA Nº 1 EN ARCHISUN | |
|---|--|----------------------------------|----------------------|
| | | USO: | VIVIENDA PERMANENTE |
| | | TAMAÑO: | 321 m ³ |
| | | Nº USUARIOS | 4 |
| | | DATOS DE UBICACIÓN | |
| | | LATITUD | 40,66° |
| | | LONGITUD | 1,42° |
| | | PROVINCIA | El Garraf |
| | | LOCALIDAD | Vilanova i La Gletrú |
| | | DISTANCIA AL MAR | 4km |
| | | ALTITUD | 40msnm |
| DENSIDAD URBANA | 0,1 m ² /m ² | | |
| ZONA CLIMÁTICA | | | |
| DATOS CLIMÁTICOS SEGÚN ARCHISUN (medias anuales) | | | |
| RADIACIÓN | 16W/m ² | | |
| TEMPERATURA | 17°C | | |
| OSCILACIÓN MEDIA DIARIA | 8,6°C | | |
| DIRECCIÓN DEL VIENTO | 225° | | |
| VELOCIDAD DEL VIENTO | 2,5m/s | | |
| OSCILACIÓN MEDIA DIARIA | 1,7m/s | | |
| ILUMINANCIA | 27000lx | | |
| NIVEL SONORO | 62dBA | | |
| DÍAS ESTIMADOS POR ESTACIÓN | | | |
| INVIERNO | 80 días | | |
| PRIMAVERA | 95 días | | |
| VERANO | 100 días | | |
| OTOÑO | 90 días | | |
| CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO | | | |
| Se representa gráficamente los elementos del contexto próximo pudiendo especificar la altura, dónde y a qué distancia de la vivienda se ubican: | | | |
| VEGETACIÓN: Caduca | Arbustos | | |
| Perenne | Gramíneas y pinos. | | |
| MASAS DE AGUA | Mar y piscina al sur y un curso de agua al oeste | | |
| EDIFICACIONES | Viviendas unifamiliares similares a partir de 50m de radio | | |
| | Población 1500m al oeste | | |
| | Cerca de autovía | | |
| | Paso de camiones | | |
| FORMAL-ESPACIAL | | | |
| Compacidad | 0,86 | | |
| Porosidad | 0 | | |
| Esbeltez | 0,45 | | |
| Alargamiento | 0,26 | | |
| Orientación de fachada más larga | E - O | | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL | | | |
| Superficie total | 341,2 m ² | | |
| Superficie: Asentada | 108 m ² | | |
| Adosada | 0 m ² | | |
| Exterior | 233 m ² | | |
| Opaco | 221 m ² | | |
| Transparente | 12 m ² | | |
| K día | 1,5 | | |
| K noche | 1,47 | | |
| Peso | 247,48kg/m ² | | |
| Reflectancia | 0,2 | | |
| | | | |
| | | | |



De acuerdo con los resultados arrojados por el programa ARCHISUN, debemos señalar que esta vivienda de utilizarse como vivienda permanente en las condiciones actuales puede llegar a consumir 80,62kwh/m³ al año. De donde son necesarios, 56,76kwh/m³ al año para la calefacción; 4,5kwh/m³año para refrigerar; 4,39kwh/m³ de iluminación; 7,6kwh/m³año para el agua caliente, 5,89kwh/m³año para cocinar y 1,48kwh/m³año para otras necesidades. Hay que destacar que, según estos resultados, cerca del 50% de la energía utilizada por esta vivienda debe dedicarse al acondicionamiento ambiental, puesto que se considera que tanto en invierno, como en primavera y en otoño esta resulta fría e inconfortable, mientras que en el verano se alcanzan valores considerados de confort durante la mayor parte del tiempo.

Así también, podemos destacar que según los resultados de las gráficas de confort de invierno, verano, primavera y otoño de esta vivienda elaboradas por este programa, los problemas más graves se pueden producir durante el invierno, la primavera y el otoño, cuando es necesario aumentar las ganancias térmicas, puesto que las temperaturas resultan muy por debajo de las indicadas como de confort. En el verano, sin embargo, durante un 50% de este período, la vivienda tiende a encontrarse dentro de la

zona de confort, mientras que durante el otro 50% de la temporada puede resultar calurosa.

Por su parte, hay que destacar que los niveles sonoros establecidos por el programa no se corresponde con los observados los días que se hicieron los registros, siendo estos últimos muy superiores, por lo que a en este sentido no se considera la vivienda como especialmente ruidosa y de hecho se considera que el valor medio de nivel sonoro debe rondar los dB.

2.1.5. Cuestionario

Del cuestionario aplicado a los habitantes de la casa 1 debemos destacar que esta vivienda es usada básicamente por dos mujeres y dos hombres, quienes pasan la mayor parte del tiempo en el comedor y en la terraza cuando vienen a la casa. De acuerdo a su opinión la vivienda es algo confortable, debido principalmente a que encuentran que las habitaciones 1 y 3 son frías en invierno, además afirman querer realizar algunas modificaciones en toda la vivienda.

Asimismo, consideran que la calidad constructiva es regular, la vivienda mediana con una buena ventilación e iluminación natural, pero con habitaciones húmedas. Un aspecto a destacar de la respuesta de los usuarios fue el que afirmaran que en invierno perciben ruidos molestos de coches, mientras que en verano manifiestan no tener este problemas.

2.1.6. Comentarios de Casa 1:

Del análisis de la vivienda 1, podemos concluir que no existe una marcada diferencia entre las temperaturas y humedades relativas del interior, las de los registros de la parcela y las del centro meteorológico. Incluso, en algunos momentos, las diferencias entre los valores son prácticamente inapreciables. Un hecho a destacar es que en algunas horas se observan mayores contrastes entre la temperatura interior y la de los jardines que entre la temperatura interior y las del centro meteorológico. Esto puede explicarse, principalmente, por la mayor cantidad de radiación solar directa recibida en los jardines durante la toma de los datos y la consecuente emisión de calor de las superficies de piedra o cemento existentes en estos puntos, lo que aumenta la temperatura ambiente exterior, pero por ser por un corto tiempo, no llega a incidir en la temperatura interior.

También podemos afirmar que los niveles de temperatura interior alcanzados en verano pueden considerarse dentro o próximos de la zona de confort, mientras que en primavera estas temperaturas tienden a ser bajas y ubicarse por



Fotos 84-87. Fachadas Sur, Sureste, este y oeste de la casa 1

debajo de la zona de confort. Sin embargo, si tomamos en cuenta los valores de HR registrados, tanto en primavera como en verano, vemos que la vivienda se aleja de la zona de confort, pues son superiores a los recomendados. De hecho, esta casa tiende a ser fría y húmeda en primavera, mientras que en verano resulta algo húmeda para la salud, por lo que deben buscarse los medios para ofrecer una mayor ventilación o aporte térmico.

Esto, en cierta medida, coincide con los resultados obtenidos en el programa ARCHISUN, donde en función de las características del sitio y de la vivienda se plantea la necesidad de mejorar las condiciones de la vivienda para aproximarla a la zona de confort, muy especialmente en invierno, otoño y primavera, cuando la casa puede ser percibida como muy fría y húmeda. De acuerdo a los resultados de este programa, la vivienda en verano tiende a ser muy variable en verano, siendo algo calurosa durante unos días, confortable otros, pero también algo fría para la época en otros momentos.

Igualmente, apreciamos que los resultados de la temperatura y la humedad interior están relacionados con las temperaturas de la superficie registrados en esta vivienda. Si al hecho de establecer pocas diferencias entre los valores tomados en el interior con los del exterior, agregamos que en verano la temperatura radiante puede aumentar la temperatura de sensación hasta en un grado centígrado y medio y que la temperatura interior media es muy parecida a la temperatura radiante, podemos reafirmar que la envolvente no permite por sí misma mantener unas condiciones adecuadas durante la mayor parte del año.

Con respecto al movimiento del aire, por una parte, encontramos notables diferencias entre las velocidades observadas en la parcela y en el CMVG, los que evidentemente afectan los resultados obtenidos en el interior de la casa uno, tanto en primavera como en verano. Por otra parte, las velocidades del aire alcanzadas en el interior apenas llegarían a reducir la temperatura de sensación en 1°C en verano, mientras que en algunos espacios pueden verla reducida en 2 ó 3°C en primavera, a pesar de que durante la mayor parte del día las velocidades alcanzadas son de Calma grado 1, consideradas como una brisa ligera que apenas puede ser percibida directamente por al contacto con la piel. No obstante, debemos afirmar que estas velocidades de las corrientes de aire en ninguna de

las dos estaciones ayudan a mejorar las condiciones de la humedad en el interior de la vivienda.

Asimismo, apreciamos algunos contrastes entre las direcciones del viento en estos dos períodos, los que se deben básicamente a la influencia de las características del entorno, así como a la configuración espacial, distribución de la vivienda y, muy especialmente a la ubicación de las ventanas. Es necesario agregar que el centro meteorológico está ubicado más cerca del mar y dentro de la misma ciudad, Vilanova i La Geltrú, mientras que esta vivienda, como ya se ha mencionado, está más lejos de la costa, fuera de la ciudad y prácticamente rodeada de vegetación baja, media y alta, de donde algunos árboles son de hoja perenne. Estos contrastes evidentemente acentúan las diferencias entre los datos tomados en la parcela y los del centro meteorológico, por lo que el interior se ve muy influenciado por las características de su entorno inmediato, es decir por las características microclimáticas.

La marcada influencia de las características del entorno sobre el comportamiento de la vivienda 1, tanto en primavera como en verano, también se hace presente en la iluminación natural de la vivienda, ya que la presencia de los árboles contribuye al descenso de los niveles lumínicos de la parcela y, en cierto modo, determina las diferencias entre los valores de los jardines y los del CMVG y, a su vez, las grandes diferencias entre estos y el nivel lumínico interior. Sin embargo, en verano, podemos observar que durante la mayor parte del día en prácticamente todos los espacios de la vivienda, los datos superan los establecidos como óptimos, excediéndose incluso en los niveles indicados para la iluminación específica de las áreas de trabajo. Mientras que en primavera, algunas zonas resultan oscuras la mayor parte del día y otras presentan valores próximos a los recomendados. En este sentido, existe escasa correspondencia entre los datos registrados en la vivienda y los indicados por el CIE, ya que cuando no se está por encima de ellos, los valores son inferiores.

Específicamente, en la sala se necesitaría reforzar la iluminación natural durante todo el día en primavera, mientras que en el verano habría que hacerlo durante las primeras horas de la mañana y desde las 19:00h en adelante para poder llegar a los niveles recomendados para este tipo de espacio. En cuanto al comedor, este se encuentra durante la mayor parte del día por encima de los valores

mínimos recomendados. La cocina supera el mínimo y el recomendado por Neila para la iluminación general, aunque hay que destacar que en este caso se trata de un exceso de luz y de no tener esta cantidad de luz donde realmente se necesita en verano, mientras que en primavera los valores se aproximan a los adecuados.

En lo que respecta a las habitaciones, debemos señalar que prácticamente todo el día presentan niveles superiores a los recomendados para la iluminación general, acercándose más bien a los niveles óptimos para las cabeceras. El baño, se puede afirmar que presenta unos valores muy por debajo de lo establecido para la iluminación general, por lo que tiende a ser un espacio oscuro durante todo el día, de hecho en primavera se recurre prácticamente todo el tiempo al uso de iluminación artificial. Mientras que el pasillo puede considerarse como un área iluminada, pues muestra niveles por encima de los valores recomendados a pesar de recibir la luz a través de otros espacios.

En cuanto al comportamiento acústico de la vivienda, podemos concluir que el rango de los niveles sonoros detectados en la vivienda, tanto en verano como en primavera, superan los establecidos por las normas españolas, así como los recomendados por diferentes especialistas, especialmente las habitaciones, la sala y el comedor. De hecho, la mayor parte de estos niveles alcanzados resultan excitantes, inapropiados e irritantes. Por consiguiente, resulta necesario adecuar la vivienda, desde el punto de vista acústico.

De modo general, hay que señalar que se debe aumentar la carga de calor en el interior de las viviendas durante los meses más fríos, así como buscar los medios para deshumidificar naturalmente, si se quiere ofrecer unas condiciones de bienestar a los habitantes de esta vivienda. Asimismo, se podrían mejorar las condiciones acústicas y lumínicas de la vivienda.

