

## 2.3. ANÁLISIS DE LA CASA 3

### 2.3.1. Descripción General de la Vivienda:

La casa Nº 3 fue diseñada por el arquitecto Juan Zaragoza Albi y construida en 1961. Se sitúa en la Comarca del Garraf, en la población de Vilanova i La Geltrú, haciendo esquina entre el paseo marítimo Ribes Roges y la calle Don Juan de Austria, aproximadamente a 100m del mar y a 5msnm.

Es una vivienda de segunda residencia aislada, cuya parcela tiene más de 200m<sup>2</sup> mientras que el área de construcción se aproxima a los 107m<sup>2</sup> en planta baja y en la planta alta se ha construido un apartamento para alquilar de 79m<sup>2</sup> aproximadamente. En la actualidad cuenta con cinco dormitorios, dos lavabos, la cocina y un 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 en el norte de la parcela. No obstante el proyecto inicial contemplaba tres habitaciones, un trastero incluido en la planta baja, un baño y un aseo, la cocina, la sala, el comedor y una terraza cubierta.

En cuanto al aspecto constructivo debemos señalar, de modo general, que se encuentra totalmente adosada al terreno, aunque en realidad se trata de un pavimento de 10cm de hormigón armado construido sobre 10cm de piedra. Las paredes envolventes de .30m están conformadas por una hilera de ladrillos hueco cerámico de 0,15cm, con cámara de aire y otra hilera de ladrillo hueco en el interior. Mientras que las paredes interiores están hechas con una sola hilera de ladrillo hueco. En cuanto a la cubierta, se trata de un forjado de vigas cerámicas, armadas con ladrillo cerámico machihembrado con capa de 1,5cm de cemento, sobre el cual se ha construido la vivienda que es alquilada temporalmente, cuyo tejado a dos aguas es de viguetas cerámicas con solera de machihembrado y cubierta por una tela asfáltica alumínica "Agdal". También debemos

agregar que, desde que fue construida, se han realizado algunas transformaciones al proyecto original. En primer lugar, se construyó una planta superior para alquilar y, en segundo lugar, ampliaron la vivienda hacia el sur para construir un nuevo espacio para la sala-comedor y una terraza. Además, incorporaron un sistema central de aire acondicionado y calefacción, así como un sistema de seguridad conformado básicamente por detectores de presencia.

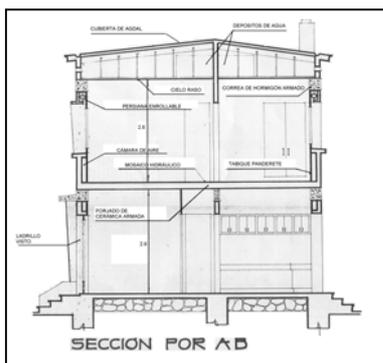


Fig.80 y 81. Planta actual y corte original de la casa 3



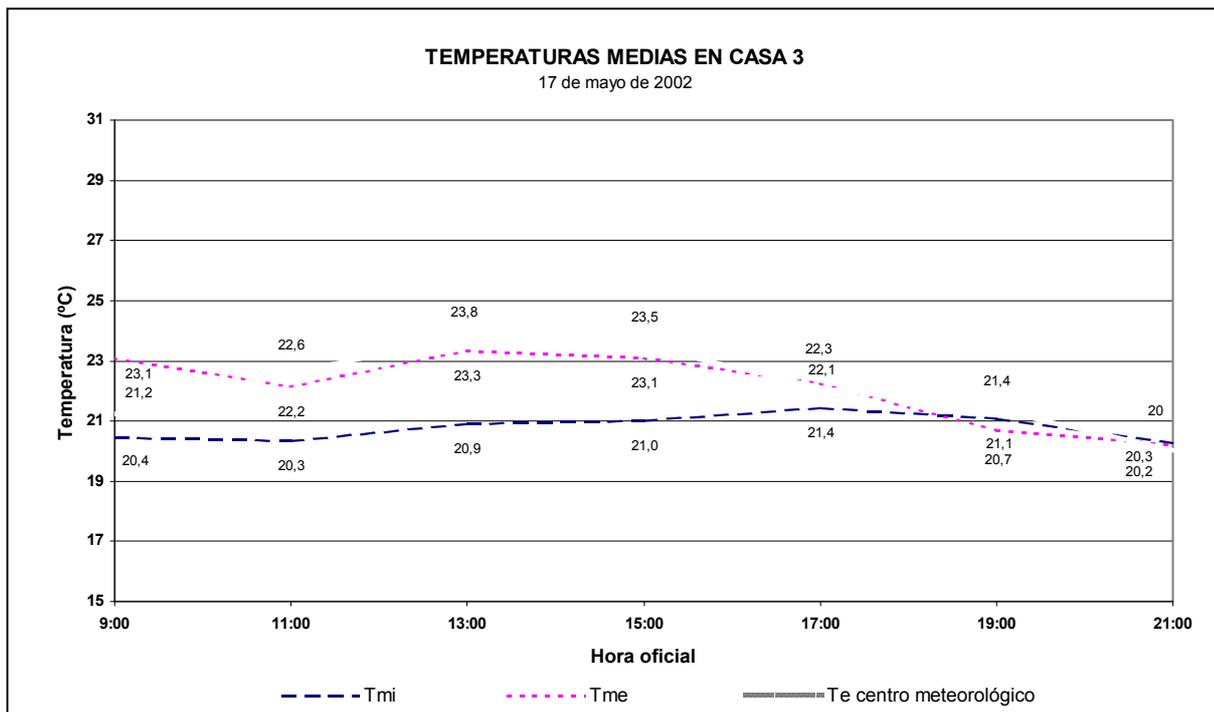
Fig. 82. Plano de Ubicación de la Casa 3 en Vilanova i La Geltrú.

## 2.3.2. Comportamiento Ambiental en Primavera:

### 2.3.2.1. Comportamiento Higrotérmico

- **Temperatura ambiente:**

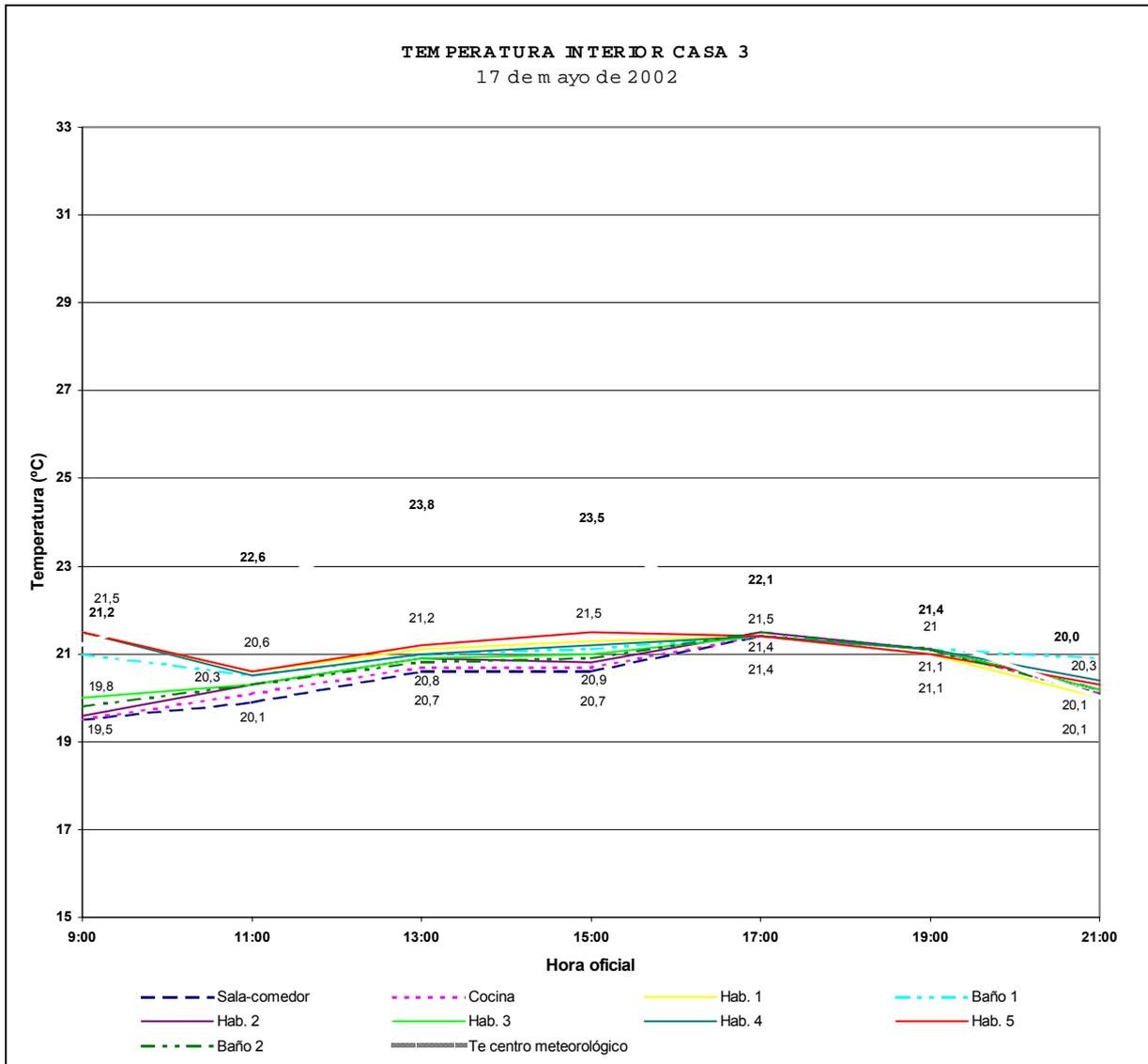
Si al observar el gráfico que se presenta a continuación, comparamos los valores de la  $T_{mi}$  de la vivienda con los de la parcela y con los registrados por el CMVG, apreciamos que existe una gran diferencia en las forma de las curvas de la temperatura.



Graf.93 Curvas de temperatura media interior, exterior ( $T_{mi}$ ,  $T_{me}$ ) y temperatura según los datos del centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú del mismo día.

En primer lugar, notamos que las temperaturas son más bajas, durante la mayor parte del día, en el interior que en el exterior de la vivienda, tanto si comparamos los valores de la temperatura interior con las de la parcela como con las del CMVG. Aunque, entre las 17:00h y las 21:00h, las temperaturas registradas en los tres lugares tienden a acercarse. Es importante destacar que a las 9:00h tampoco existe una gran diferencia entre la  $T_{mi}$  y  $T_{e}$ , según el registro tomado en la vivienda y el del CMVG, no alcanza ni siquiera 1°C, pero hay diferencia con respecto a las mediciones realizadas en la parcela, 2,7°C. No obstante, en la mayor parte de los registros, encontraremos más similitudes entre los datos de la parcela y los del CMVG.

En segundo lugar, mientras que la temperatura diaria según el CMVG oscila en 3,8°C y en la parcela en 3,1°C, según los datos recolectados en la vivienda, la  $T_{mi}$  se mantiene muy estable a lo largo de todo el día, ya que la variación diaria es de apenas 1,1°C, lo cual se ve claramente reflejado en los valores de  $T_i$  de los diferentes espacios de la vivienda 3, como se puede ver a continuación.



Graf.94 Temperatura interior de las diferentes áreas de la vivienda 3 junto con la curva del CMVG.

La  $T_i$  oscila entre los 19,5 y 21,5°C en todos los espacios a lo largo del día 17 de mayo del 2002. De acuerdo a su comportamiento térmico, se pueden identificar tres grupos. El primer grupo está integrado por las **hab.1, 4 y 5**; el segundo grupo incluye la **2ª y la 3ª hab.**, la **sala**, la **cocina** y el **baño 2**, y el tercer grupo comprende el **baño 1**. El segundo grupo es el que más variación térmica registra a lo largo de todo el día, entre 1,4 y 2°C, mientras que el **baño 1**, por el contrario, es el que menos varía, solamente 0,9°C.

A las 9:00h, se observan las primeras diferencias entre estos grupos, ya que mientras el primero alcanza los 21,5°C, que es la  $T_{máx}$  del día en la casa 3, los espacios del segundo grupo presentan las  $T_{mín}$  del día con valores de 19,5 y 20°C, al tiempo que el baño 1 registra 21°C. A las 11:00h, las temperaturas disminuyen tanto en el primer como en el tercer grupo, mientras aumentan en el segundo; sin embargo, los valores prácticamente se igualan, pues todos se encuentran entre los 19,9 y 20,6°C. A las 13:00h, todas suben 0,5°C aproximadamente, pero a las 15:00h nuevamente se diferencian cuando las habitaciones del

primer grupo aumentan su  $T_i$  y las demás áreas de la residencia se mantienen estables, a excepción de la hab.2 cuya temperatura desciende levemente. A las 17:00h no podríamos hablar de comportamiento por grupos, ya que todas tienden a presentar los mismos valores, entre 21,4 y 21,5°C. Otro aspecto significativo es que a esta misma hora la diferencia con la  $T_e$  es mucho menor, de 0,6-0,7°C.

Es importante señalar que, a partir de esta hora, a excepción de los dormitorios 1 y 5, la temperatura en todos los espacios es la misma (21,1°C), aunque la diferencia entre estos es mínima, e incluso puede ser considerada inapreciable, 0,1°C. Como vemos, a las 19:00h todas las habitaciones se mantienen casi a una misma temperatura, pero a partir de esta hora los niveles térmicos van disminuyendo de modo diferente, con una diferencia máxima de 0,9°C. El baño 1 apenas se modifica a las 21:00h, pero la hab.1, la sala, la cocina, el baño 2 y la hab.3 reducen su temperatura en 1 ó 1,1°C. En todo caso la mayor parte de los valores superan el valor indicado por el CMVG.

**El comportamiento de la  $T_i$  puede responder a las características constructivas de la edificación, así como a la presencia de algunos árboles que protegen la edificación de la incidencia directa de los rayos solares, lo que no permite un aumento de la temperatura por la energía solar. Por su parte, las diferencias notables entre los valores recogidos por el CMVG y los tomados en el exterior de esta residencia se pueden explicar fundamentalmente por las características microclimáticas.**

**Si tomamos como referencia solamente la  $T_i$ , podemos afirmar que el comportamiento de la edificación no es muy adecuado, ya que ésta se mantiene durante todo el día por debajo del rango de confort térmico, 21-24°C, establecido por Olgyay, Givoni y Neila. Además, de acuerdo a la tendencia de la curva, es probable que durante las horas de la noche la  $T_i$  descienda hasta alcanzar niveles considerados de disconfort. De hecho, durante la primera y la última medición, en los distintos espacios se observan valores próximos a los 19°C.**

- **Humedad relativa:**

A continuación se presenta la gráfica de Humedad Relativa de la casa 3, en la cual se pueden comparar los datos observados en el interior de la vivienda, en la parcela y los del CMVG. En cuanto a las discrepancias que pueden existir entre el interior y el exterior, debemos señalar que, a diferencia de la temperatura, la media interior de la humedad se mantiene por encima de los valores registrados en el exterior prácticamente durante todo el día. No obstante, durante la última medición, los valores son

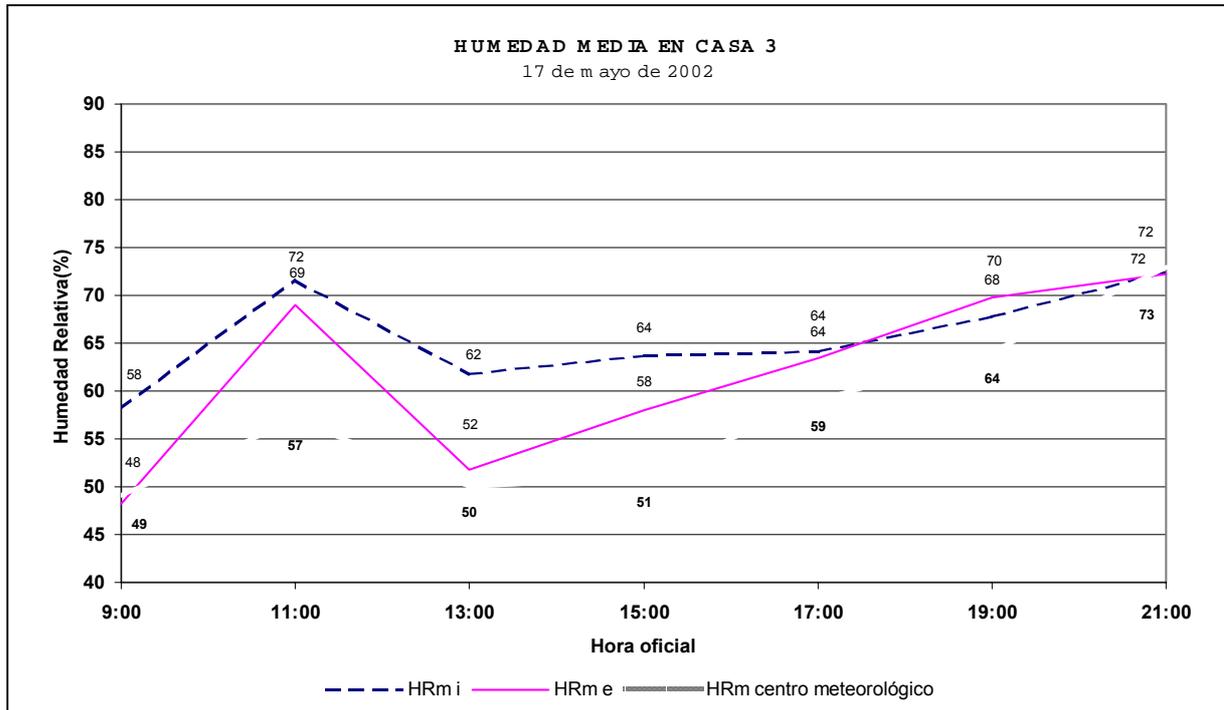


Foto 102. Vista de las fachadas norte y oeste de la casa 3



Foto 103. Vista de la fachada sur de la casa 3

similares en los tres registros: interior, exterior dentro de la parcela y exterior según el CMVG.

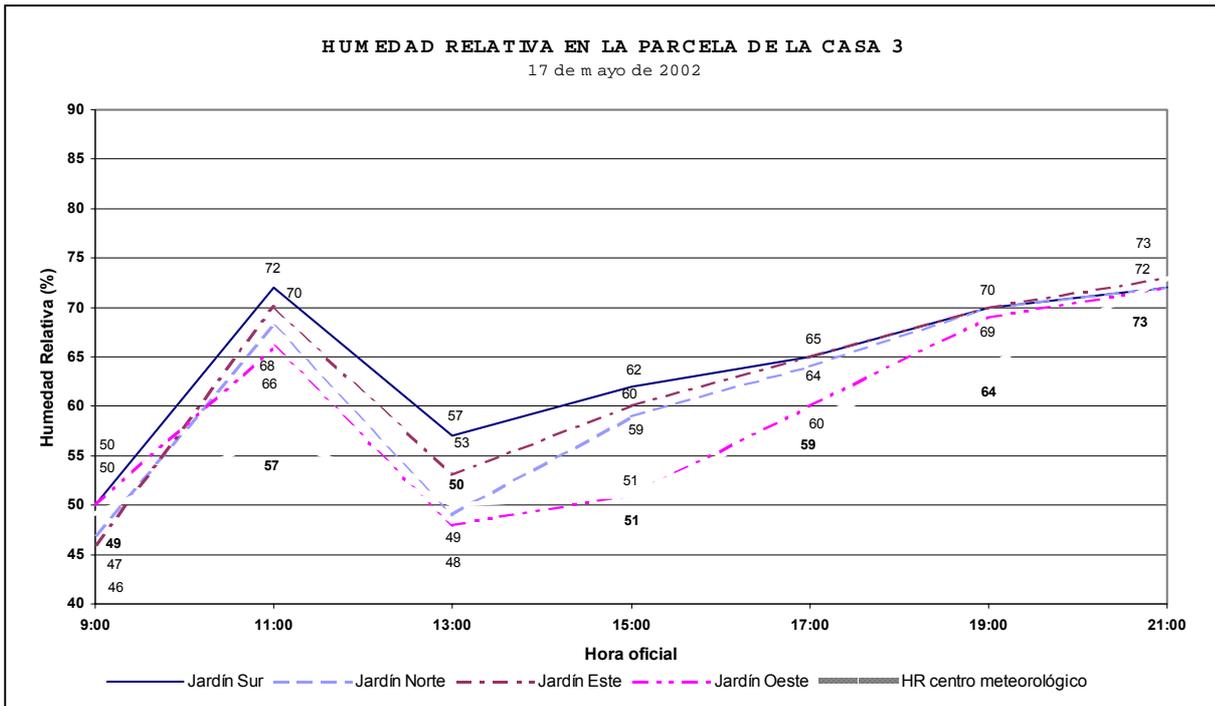


Graf.95 Comparación entre la humedad relativa media interior, media exterior (HR<sub>mi</sub>, HR<sub>me</sub>) y la humedad del día según los datos del CMVG

Las tres curvas presentan un primer pico a las 11:00h, aunque en el caso de la HR establecida por el CMVG, este valor es menor que el del interior y de la parcela. A esta hora, igualmente, se marca la mayor variación de la HR del día, 20% aproximadamente con respecto a la primera medición y 17% con respecto a la tercera. También se observa un segundo pico, el que, a su vez, corresponde al momento de mayor humedad en las tres zonas analizadas, se registra a las 21:00h con valores similares 72,3% (máxima exterior) 72,4% (máxima interior) y 73% (máxima del CMVG).

Otro aspecto que se debe señalar es el aumento constante que la HR experimenta en los tres casos a partir de las 13:00h, alcanzando los máximos % de HR a las 21:00h, momento en el cual, de acuerdo a las anotaciones realizadas, el cielo se encontraba totalmente cubierto y existían grandes posibilidades de lluvia.

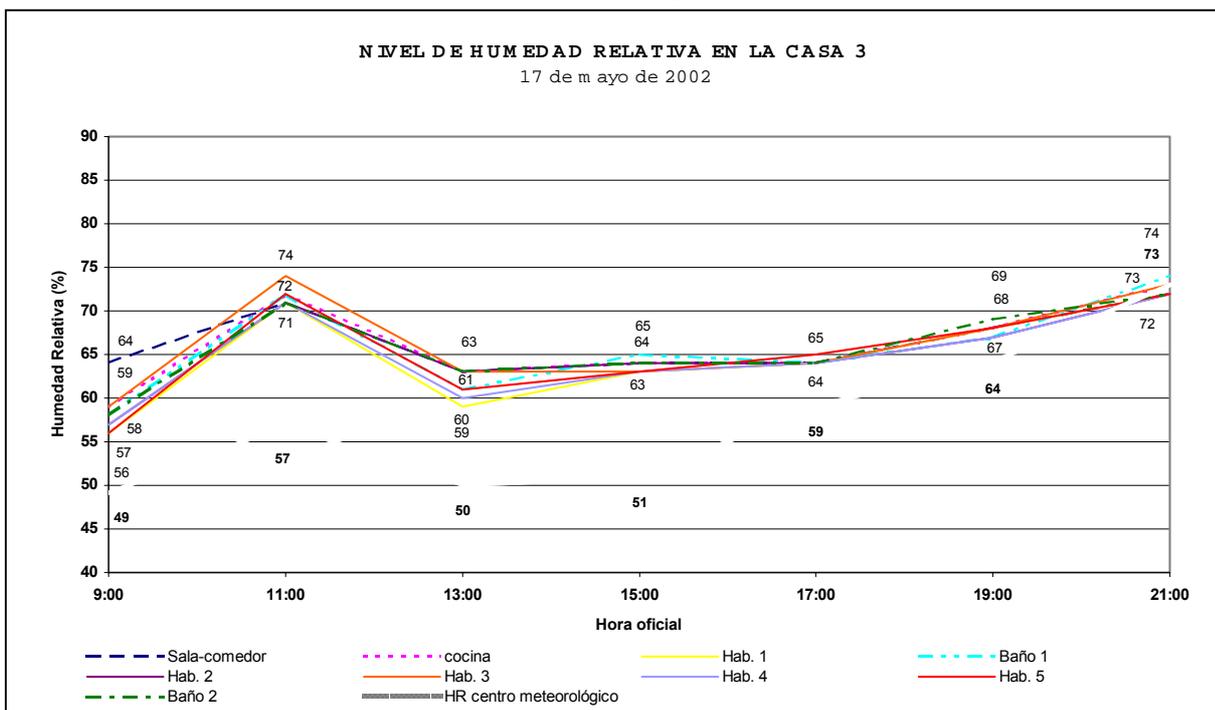
En el siguiente gráfico, se representan los valores de HR de la parcela de la casa 3 durante un día típico de primavera. Resalta la similitud en las formas de las curvas de los jardines, aun cuando los valores no son los mismos. Se registran dos momentos de HR<sub>mín</sub>, uno a las 9:00h y el otro a las 13:00h, hora a partir de la cual todos tienden a incrementar el valor de la HR. La HR<sub>máx</sub> del día es del 73% y tiene lugar a las 21:00h en el **jardín este**. A esta misma hora, los otros jardines alcanzan el 72% de HR, valor que también muestra el **jardín sur** a las 11:00h. La HR<sub>mín</sub> se registra a las 9:00h en el **jardín este** y equivale a 46%, siendo el jardín que más variación presenta en el día, pues aumenta en un 26% la HR



Graf.96 Curvas de humedad relativa de cada jardín y según los datos del centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú del mismo día.

entre las 9:00 y las 21:00h. Al mismo tiempo, debemos mencionar que el **jardín oeste** es el que durante la mayor parte de las mediciones anota los % de HR más bajos, mientras que **el sur** es el que muestra los más elevados. También es necesario acotar que en algunos registros los % de HR de los diferentes jardines coinciden, mostrando una diferencia máxima de 11% de HR entre un jardín y otro a las 15:00h, entre el **jardín sur** y el **oeste**.

En cuanto a la HRi, se pueden apreciar en la siguiente gráfica las considerables variaciones que tienen lugar entre las 9:00h y la 11:00h y, entre esta hora y las 13:00h. Igualmente, el



Graf.97 Curvas de humedad relativa de los diferentes recintos de la casa 3 y comparación con curva del CMVG

aumento constante del % de HR entre las 13:00h y las 21:00h y la similitud en el comportamiento de los diferentes espacios a lo largo de todo el día. Como puede observarse en la gráfica, existen dos momentos en los que se registran los máximos % de HR en todas los espacios, 11:00h y 21:00h, 71 y 74% respectivamente. Sin embargo, de acuerdo a la tendencia de las curvas, es probable que este valor aumente después de la última medición. Lo mismo puede decirse del valor mínimo de HR, se dan 2 picos, uno a las 9:00h y otro a las 13:00h, aunque, en este caso, es antes de la primera medición cuando se pudo haber registrado un porcentaje de HR aún más bajo en el interior.

A pesar del comportamiento similar de entre los espacios, existen ciertas diferencias en los rangos registrados. Por ejemplo, mientras la **sala** muestra un 64% de HR a las 9:00h, en las demás áreas de la casa se anota una HR entre el 56 y 59%. En la siguiente medición, 11:00h, este espacio es el que menos aumenta, siendo la **hab.3** la que alcanza el %HR<sub>máx</sub> (74%).

De modo general, podemos afirmar que es posible reconocer una cierta relación entre la HR<sub>i</sub> y la T<sub>i</sub> en las diferentes áreas, ya que si los ordenamos desde el más caliente al más frío y del más al menos húmedo, notamos que la tendencia general es a que el espacio más caliente se corresponda con el de menor HR y viceversa. Por ejemplo:

Tabla 30. Registros de T<sub>i</sub> y HR<sub>i</sub> a las 9:00h en la casa 3

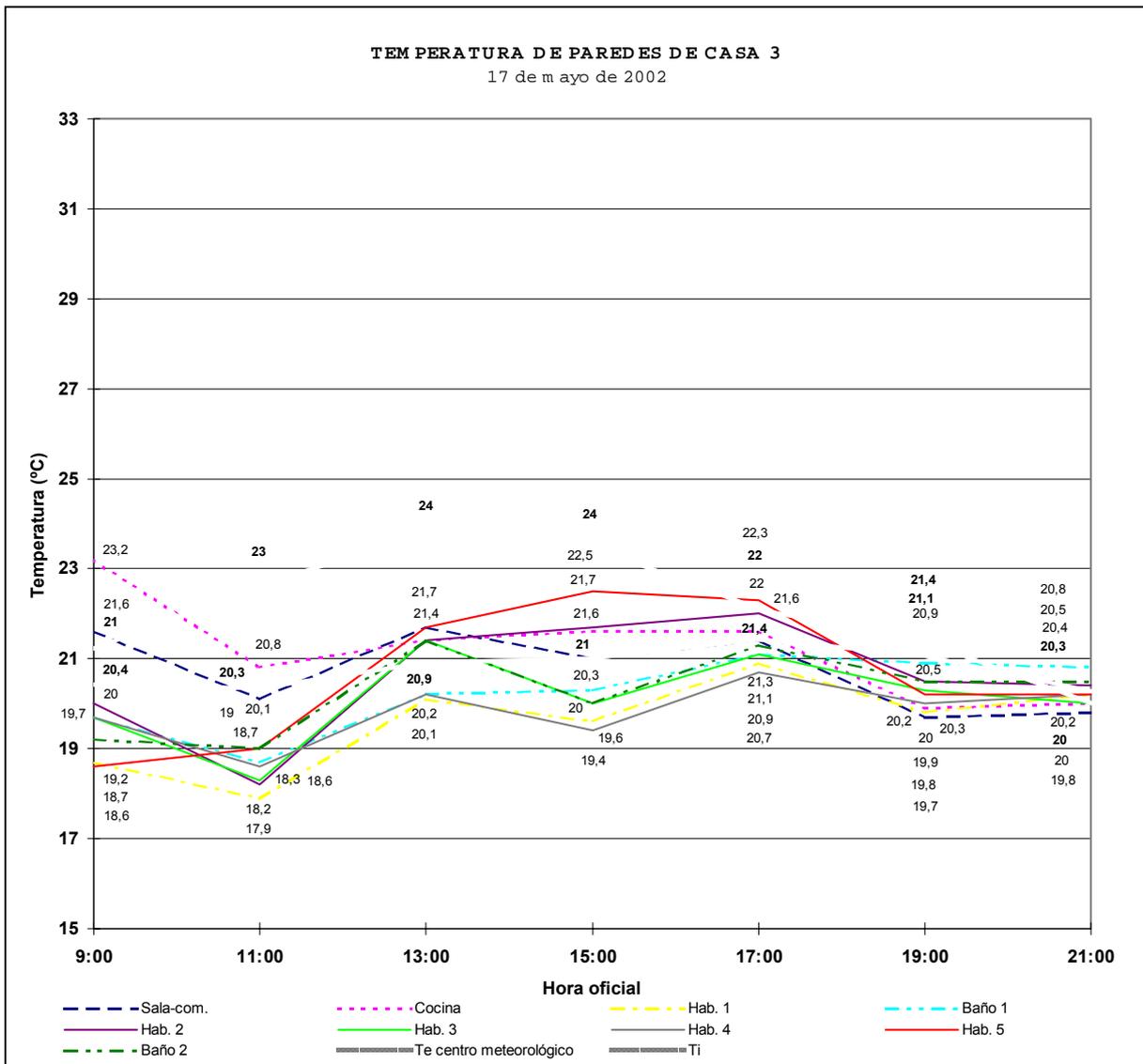
	+ Temperatura	- Humedad
Hab. Ppal.	21,5	56
Hab. 4	21,5	57
Hab. 5	21,5	56
Baño ppal.	21	58
Hab. 3	20	59
Baño	19,8	59
Hab. 2	19,6	57
Cocina	19,5	59
Sala	19,5	64

**Además, apreciamos que mientras los valores de la T<sub>i</sub> se mantienen dentro de los rangos cercanos a los de confort, los valores de la HR<sub>i</sub> están, la mayor parte del tiempo, por encima de lo recomendado. En efecto, de acuerdo a las estipulaciones del RITE [Neila,2000, p.12], las T<sub>i</sub> se encuentran durante casi todo el día en el mayor número de recintos por debajo del rango de confort (21-24°C). Solamente en algunas zonas, entre las 13:00h y 19:00h, se notan valores apropiados. Ahora bien, si se toma en cuenta que la HR supera el 60% establecido como límite superior para estas temperaturas en primavera, se puede afirmar que estos espacios no satisfacen los requerimientos de T<sub>i</sub> y HR durante este período del año. Aunque, según algunos autores, como Mascaró, estos valores se ubicarían dentro de un rango aceptable, pues se encuentran dentro de ciertos límites que señalan para una HR entre 50-70% en el día, una T<sub>i</sub> entre**

19-26°C, o bien, si la HR es de 70-100%, la  $T_i$  oscilará de 18 a 24°C.

Según la estación del año, Serra (1996) recomienda valores diferentes de  $T_i$  del aire y HR, así como también valores diferentes para los distintos espacios. Por ejemplo, para viviendas establece una  $T_i$  de verano entre 25 y 27°C con una HR entre 50 y 55%, mientras que para el invierno la  $T_i$  debe ser de 16 a 18°C en los dormitorios, 18 a 20°C en las salas, 15 a 18°C en la cocina y 20 a 22°C en los baños, en este caso no menciona la HR. De acuerdo con esto, podemos sostener que las  $T_i$  de esta vivienda están por debajo de las indicadas para verano, aunque con HR superiores, mientras que se mantiene por debajo de las temperaturas indicadas para el invierno.

- Temperatura de superficie:



Graf.98 Curvas de temperatura de superficie de las paredes de todas las áreas de la vivienda comparadas con la temperatura ambiente interior y la temperatura exterior según el CMVG

De acuerdo a la gráfica de la temperatura de superficie de las diferentes paredes interiores, existen notables diferencias en la radiación emitida desde las paredes al interior de la edificación. Este hecho, está relacionado con la cantidad de energía que reciben las distintas superficies según la orientación y los materiales constructivos.

En primer lugar, se destacan las diferencias entre los valores térmicos de los diferentes espacios. En efecto, a las 9:00h se observa  $T_{\text{máx}}$  de paredes en la **cocina** (23,2°C), mientras que a esa misma hora se da una  $T_{\text{mín}}$  de 18,7°C en la **hab.1**, que a su vez registra la  $T_{\text{mín}}$  de ese día durante la segunda medición, con un valor de 17,9°C.

En segundo lugar, podemos ver que la curva de la **cocina** nos muestra unos niveles superiores a los 21°C durante la mayor parte del día, siendo una de las cuatro zonas que mantiene mayores temperaturas y la que alcanza, como ya se mencionó, la  $T_{\text{máx}}$  del día 23,2°C. La **sala-comedor** es la segunda zona que se ubica por encima de las demás; de hecho, tiene un comportamiento similar a la **cocina**, aunque la oscilación diaria se da entre los 20 y 22°C hasta las 17:00h. La **hab.5** es quizás la que presenta un comportamiento más atípico, ya que tiende a aumentar de un modo constante desde los 18,6°C a las 9:00h hasta las 15:00h, cuando alcanza los 22,5°C, para luego empezar a disminuir de forma similar hasta los 20,2°C (19:00h) y mantener el mismo valor de temperatura hasta la última medición. Esta curva es la que presenta el mayor nivel de variación térmica en el día, su oscilación es de 3,9°C.

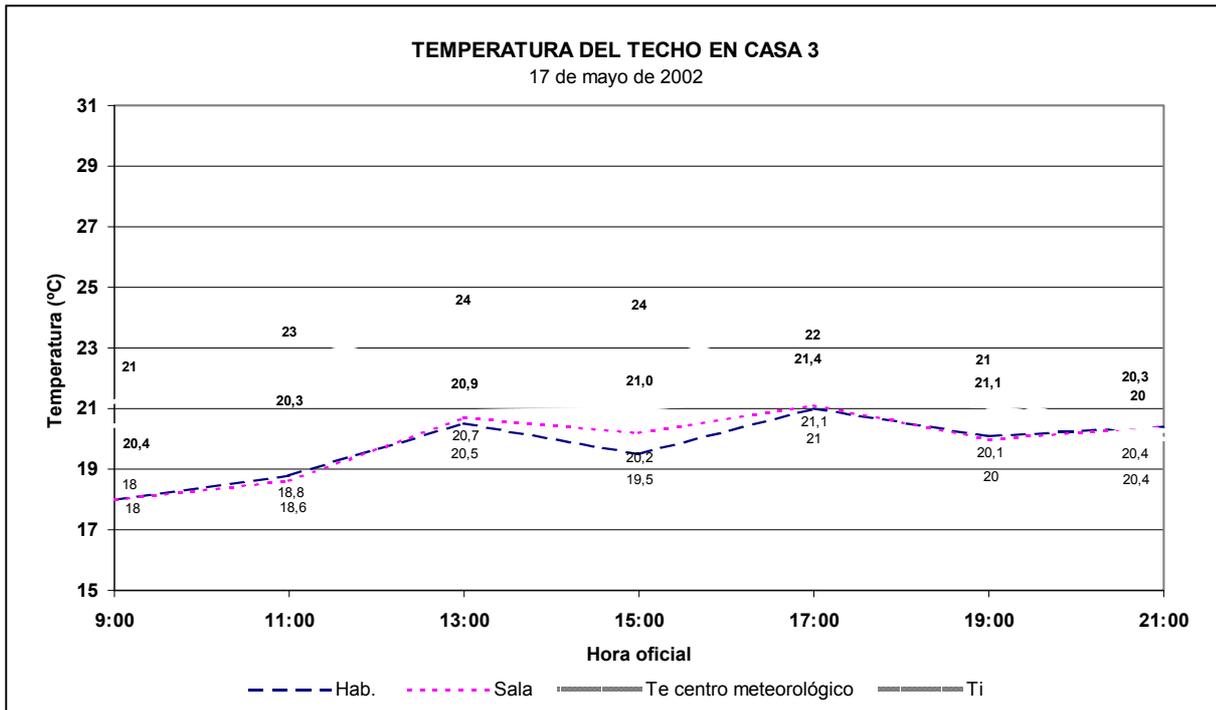
Por otra parte, las paredes de la **hab.2** se muestran como superficies de gran variación térmica a lo largo de todo el día, puesto que aumentan y disminuyen su valor de forma notable entre una medición y otra. Un ejemplo de esto es que alcanzan las temperaturas más bajas, 18,2°C, y, también, los niveles más altos, 21,7 y 22°C. Además, junto con la **hab.3**, presenta una variación térmica mayor que las demás entre una medición y otra, pudiendo observarse mejor este hecho entre las 11:00 y las 13:00h cuando aumentan 3,2 y 3,1°C cada una. En cuanto a la **hab.3**, debemos decir que, a partir de las 13:00h, la oscilación tiende a disminuir.

De todas las áreas de esta vivienda, las **hab.1 y 4** son las que mantienen los niveles más bajos de temperatura de las paredes en casi todas las mediciones realizadas. Además, estas varían constantemente aumentando y disminuyendo la temperatura en cada medición, aunque con leves oscilaciones. La máxima variación que muestran entre una hora y otra son dos grados centígrados, al tiempo que alcanzan una máxima temperatura a las 17:00h, aproximada a los 21°C. De éstas, es la habitación 1 la que representa la mínima temperatura radiante de la vivienda 3, con un valor de 17,9°C a las 11:00h.

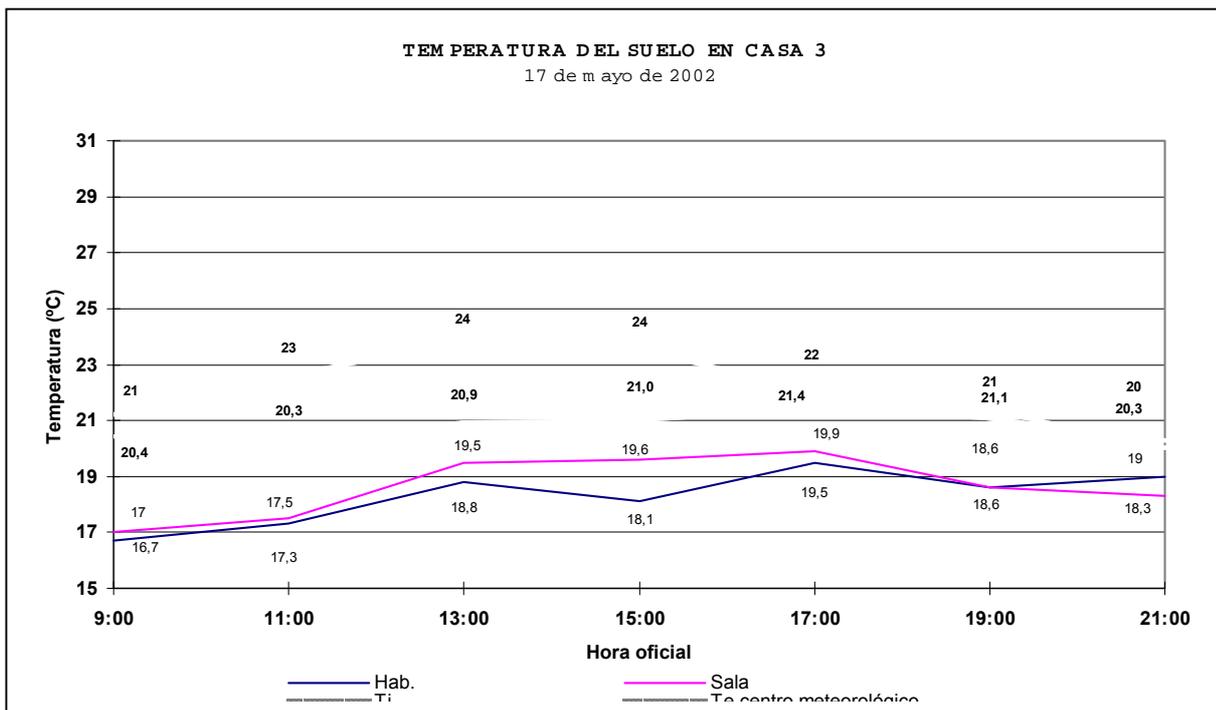
De los paramentos de los **baños**, hay que señalar que existen diferencias entre los del **baño 1 y el 2**, aunque en general rondan los 19 y 21°. Las diferencias son sobretudo en cuanto a las

variaciones entre una hora y otra. Por una parte, la temperatura del baño 1 aumenta en forma constante desde las 11:00h hasta las 17:00h, momento en que inicia un descenso muy lento de su temperatura de pared. Por otra parte, el baño 2 disminuye muy levemente su valor entre las 9:00 y las 11:00h, aumenta 2,4°C a las 13:00, pero luego vuelve a descender 1,5°C, para subir la temperatura a las 17:00h y, a partir de allí, empezar un descenso lento hasta la última medición.

Para un análisis más integral, debemos tomar en cuenta la temperatura de la cubierta y del suelo en el interior de la casa 3.



Graf.99 Comparación entre la temperatura de la cubierta en dos puntos interiores con la temperatura ambiente interior y exterior según el CMVG



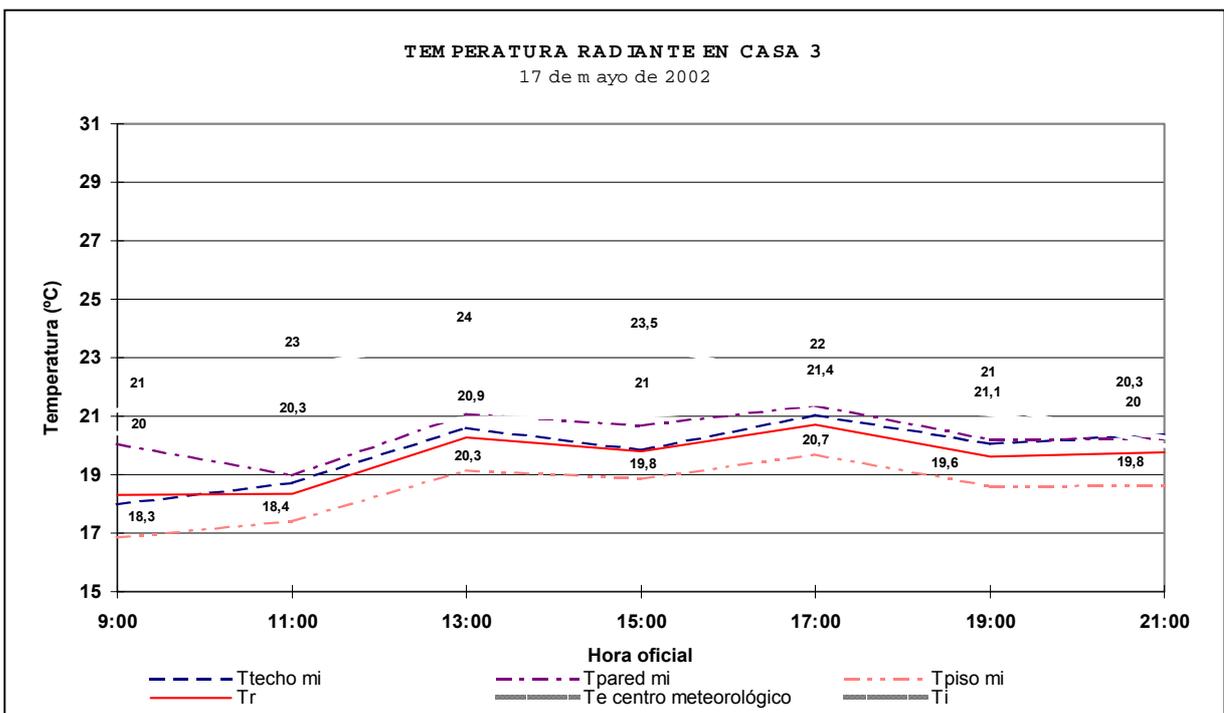
Graf.100 Comparación entre la temperatura del suelo en dos puntos interiores con la temperatura ambiente interior y exterior según el CMVG

Para ello, podemos observar los siguientes gráficos donde se muestran los valores de estas temperaturas en dos puntos de la vivienda, la **sala** y la **hab.2**. Como se puede apreciar, en ambos casos, se mantiene por debajo de la  $T_i$  y la  $T_e$  del CMVG en la mayor parte de los registros.

Otro aspecto relevante que se aprecia en la gráficas anteriores es que la temperatura del techo oscila entre los 18 y 21,1°C, mientras que en el suelo va de 16,7 a 19,9°C, siendo la hora de  $T_{m\acute{a}x}$  a las 17:00h. Si bien las diferencias entre estas curvas y las de  $T_i$  y  $T_e$  son notables, hay que destacar que los valores entre los dos puntos registrados no son significativos, en realidad los valores son próximos y las curvas similares. Debemos señalar que a pesar de las diferencias existentes entre las curvas de la temperatura de superficie,  $T_i$  y  $T_e$ , ellas presentan valores muy parecidos en algunas horas del día; de hecho, durante los últimos registros los datos son muy similares, sobretodo en el caso de la temperatura de la cubierta.

Al observar el siguiente gráfico y analizar de modo general el comportamiento de la vivienda con respecto a la  $T_i$  y la  $T_r$ , hay que destacar que, de acuerdo a los valores medios, la  $T_r$  se mantiene durante todo el día por debajo de la  $T_i$ . Además, las dos se encuentran por debajo de la  $T_e$ , según el CMVG. Sin embargo, durante las últimas mediciones, estas diferencias se reducen y la  $T_i$  llega a situarse ligeramente por encima de la correspondiente al exterior, lo que induce a pensar que en las horas nocturnas el comportamiento puede ser inverso al mostrado en el día, es decir, mientras la  $T_e$  desciende la  $T_i$  y la  $T_r$  aumentan.

Como se puede apreciar, la forma y la cantidad de radiación de temperatura desde la envolvente al interior de la



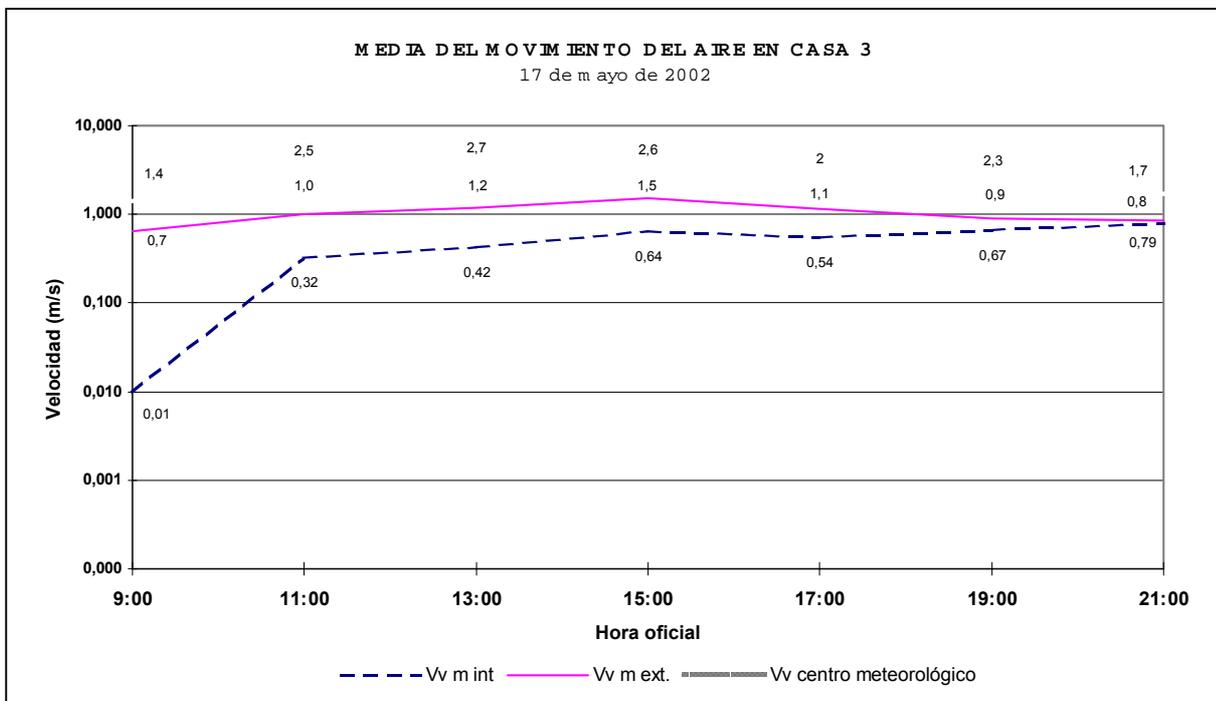
Graf.101 Curvas de temperatura media de las diferentes superficies, estimado de la temperatura de superficie total ( $T_r$ ) y temperaturas del aire exterior e interior ( $T_e$  centro meteorológico y  $T_i$ )

vivienda varían notablemente, dependiendo de la ubicación de cada espacio dentro de la casa 3, así como de la orientación de las paredes, la cubierta y los materiales constructivos utilizados en este caso. Además, debemos tener en cuenta que algunas diferencias también pueden tener su origen en la presencia de algunos elementos naturales o constructivos que impiden el calentamiento de la envolvente de esta edificación.

**No obstante, quizás lo más importante es el hecho de tener unas temperaturas de superficie, en la mayor parte de las mediciones, inferiores a la  $T_i$ , lo cual incitaría a una pérdida calorífica por el paso de energía a estas superficies que están más frías. Hay que destacar que esto sucede de un modo más marcado con la temperatura de las paredes en las hab. 1, 3, 4 y baños, en buena parte del día, por lo que sería necesario realizar algunas modificaciones con el objeto de mejorar el comportamiento térmico de estos elementos.**

- **Movimiento del aire:**

Al comparar los valores medios de la velocidad del viento del interior con los del exterior de la casa 3, anotados en la gráfica siguiente, se puede concluir que las magnitudes interiores están por debajo de las tomadas en la parcela y de las aportadas por el CMVG. Además, según el CMVG, las mayores velocidades del aire se dan entre las 11:00h y las 15:00h del día, con valores muy similares, mientras que en la parcela las  $V_{v_{m\acute{a}x}}$  se dan a las 15:00h, mientras que en el interior la  $V_{v_{m\acute{a}x}}$  es anotada a las 21:00h.

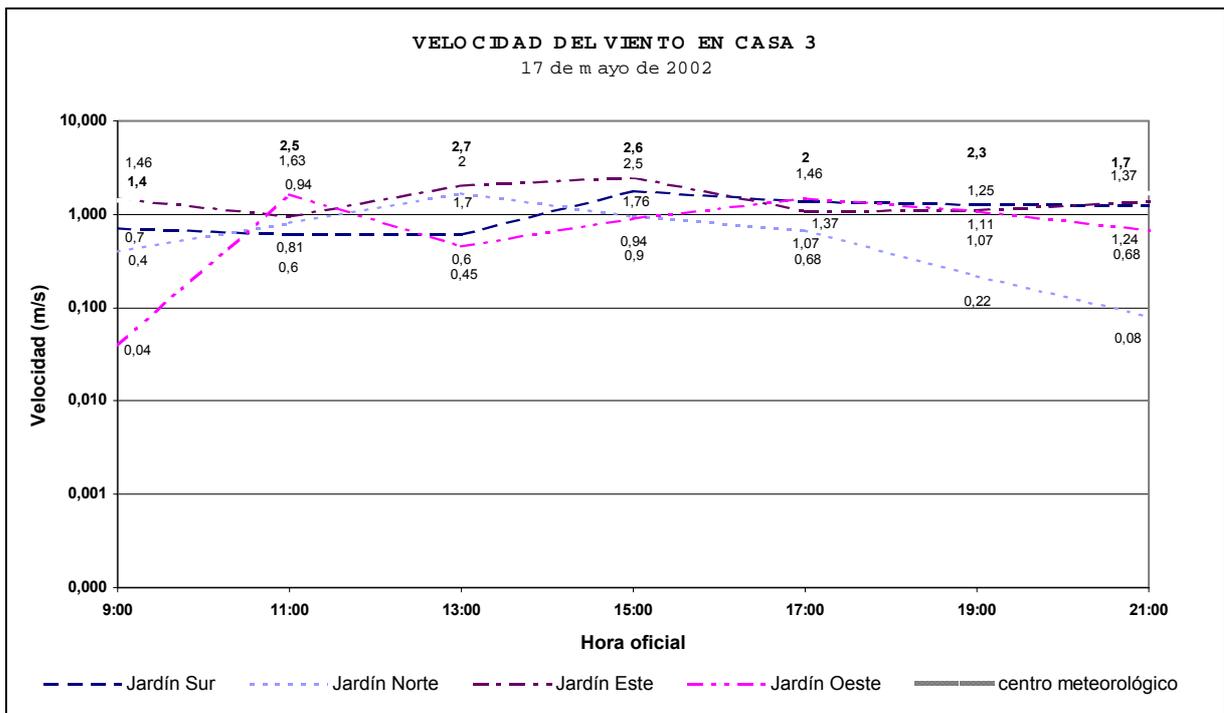


Graf.102 Comparación entre las velocidades medias alcanzadas por el viento en el interior y en el exterior de la casa 1, con las velocidades del viento registradas por el CMVG

Como se ha mencionado, los valores de la  $V_{v_{mi}}$  de la vivienda 3, son distintos e inferiores a las  $V_{v_{me}}$ . En el interior, se

nota un constante aumento entre la primera y la última medición, aunque entre las 15:00h y las 17:00h se registra un ligero decrecimiento de 0,10m/s. También observamos que en la medida en que se incrementa la velocidad del aire en el interior, éste se aproxima a los valores medios registrados en la parcela, llegando a coincidir en el último registro. Asimismo, podemos afirmar que las  $V_{vm}$  registradas en el interior de la casa 3 no resultan molestas para los habitantes durante la primavera, puesto que éstas no alcanzan los 2m/s, aunque, en determinados momentos del día, estos movimientos del aire pueden provocar fuertes portazos y corrientes de aire un poco más fuertes en el pasillo que comunica las diferentes habitaciones de la vivienda.

De acuerdo al gráfico de las velocidades del viento en la parcela de la casa 3, en el cual se detallan las velocidades observadas en cada uno de los jardines, existe una cierta variabilidad en la incidencia del viento, lo que influye en las velocidades y direcciones de las corrientes registradas en el interior.



Graf.103 Velocidades del aire observadas en los cuatro jardines de la casa 3 comparados con los registros del CMVG del mismo día

En primer lugar, hay que destacar que la  $V_{v_{m\acute{a}x}}$  corresponde a 2,5m/s, ocurre en el **jardín este**, donde además, se registran algunas de las velocidades más elevadas del día; en efecto, en cuatro ocasiones supera los valores arrojados por los otros jardines. En segundo lugar, en los **jardines norte y oeste**, por el contrario, en un mayor número de ocasiones se observan las  $V_{v_{m\acute{i}n}}$  4 y 3 veces, respectivamente.

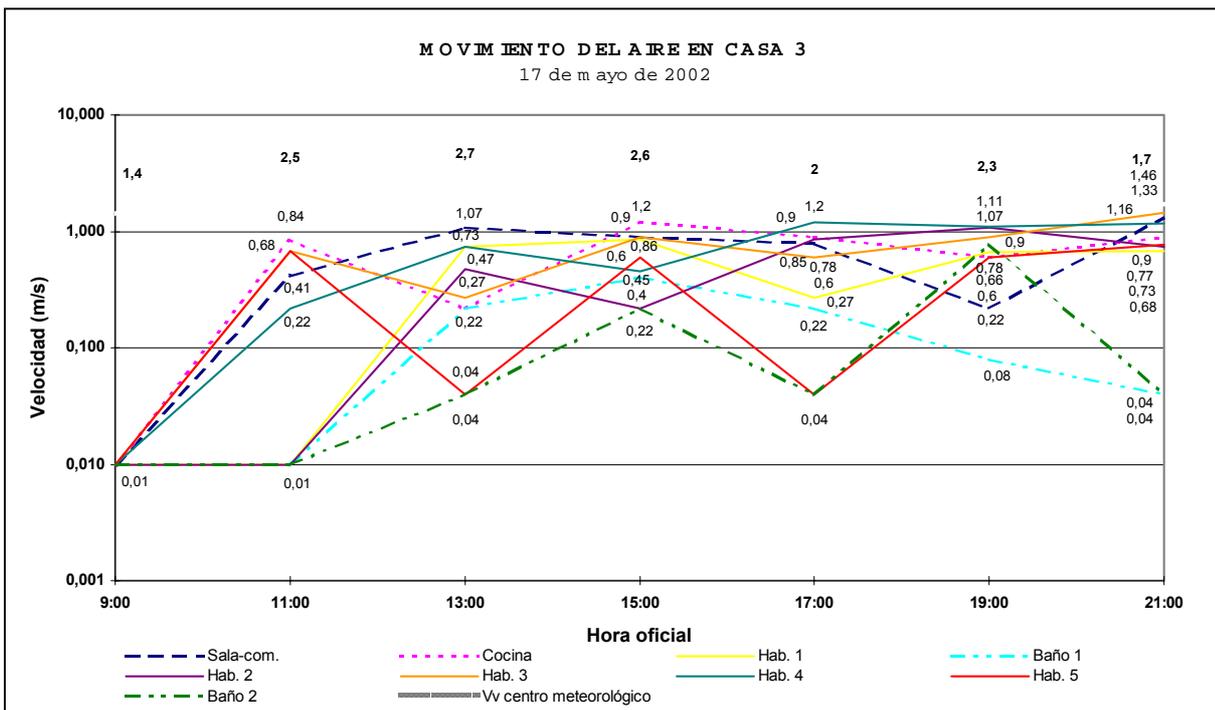
Asimismo, se puede afirmar que, de acuerdo a la curva del **jardín este**, las horas de mayor  $V_v$  se dan entre las 13:00h y 15:00h, registrándose valores que pueden ser considerados como molestos para el hombre. Sin embargo, entre las 15:00h y 17:00h

se nota una disminución considerable de la rapidez y, a partir de ese momento, las variaciones tienden a ser poco relevantes, entre 0,04 y 0,25m/s.

En el **jardín oeste**, las  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  tienen lugar a las 11:00h y 17:00h, aunque en ninguna de las dos ocasiones se llega a los 2m/s, valor que, como ya se ha mencionado, puede resultar molesto para los usuarios. Hay un incremento de 0,04 a 1,63m/s entre las 9:00 y 11:00h, pero luego se presenta un descenso en el flujo de aire, pues se registran 0,45m/s a las 13:00h. Tanto a las 15:00 como a las 17:00h se anotan valores mayores (0,9 y 1,46m/s, respectivamente), mientras que a las 19:00 y 21:00h la rapidez en el paso del aire disminuye, pues primero se registra 1,07m/s y luego de 0,68m/s.

En cuanto al **jardín norte**, éste registra un pico en la velocidad del aire a las 11:00h, momento en que marca uno de los valores más elevados del día (1,7m/s). Durante las mediciones anteriores a las 11:00h, la  $V_v$  asciende primero a 0,4 y luego a 0,81m/s, mientras que el punto de  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  tiene lugar un descenso paulatino hasta alcanzar velocidades de 0,08m/s a las 21:00h. El **jardín sur** también muestra un único pico en la velocidad del movimiento del aire, aunque en este caso se mantiene dentro de unos valores similares entre las 9:00h y 13:00h, con  $V_v$  de 0,7; 0,81 y 0,6m/s. Luego, a las 15:00h, aumenta hasta 1,76m/s, pero disminuye a 1,37 m/s a las 17:00h y, en los registros siguientes, muestra un leve decrecimiento en su  $V_v$  hasta alcanzar 1,24m/s en la última medición.

En el siguiente gráfico, se muestra el movimiento del aire en el interior de la casa 3 en un día de primavera. En él, se representan los datos de cada uno de los espacios de esta vivienda y, como se puede apreciar, el movimiento del aire en el interior



Graf.104 Curvas de velocidad del aire en el interior de la casa tres comparadas con la curva de velocidad del viento en el exterior según el CMVG

no es uniforme ni constante en ninguno de sus espacios, ya que su velocidad varía a lo largo del día. De hecho, se puede observar que así como hay momentos en los que el anemómetro no llega a detectar un flujo, hay otros en los cuales la velocidad alcanza 1,33 y 1,46m/s que son más elevados de ese día.

Es importante destacar que a las 9:00h no se detecta movimiento del aire en ninguna de las áreas de la casa, pero a las 11:00h esta situación cambia pues se perciben velocidades entre 0,22 y 0,84m/s en la **hab.4, sala-comedor, hab.3 y 5**, y en la **cocina**. A las 13:00h, se registran corrientes de aire en todos los espacios, pero los valores son muy diferentes, resaltando los correspondientes al **baño 2** y a la **hab.5** que apenas alcanzan los 0,04m/s, los de la **cocina** y la **hab.3** que descienden de 0,84 a 0,22 y de 0,68 a 0,27m/s respectivamente. A esta misma hora, la velocidad del aire en la sala alcanza 1,07m/s y en los dormitorios 1 y 4, 0,73m/s.

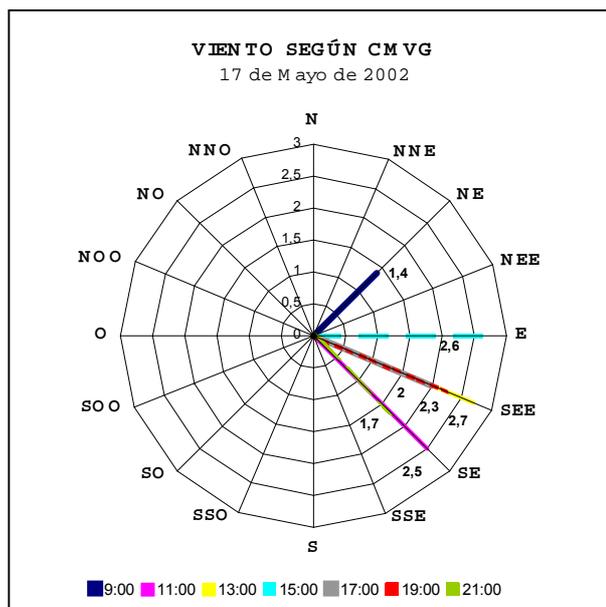
En la medición tomada a las 15:00h notamos nuevamente un cambio en los resultados, ya que ahora son la **cocina** (1,2m/s), los **hab.3 y 5** (0,9 y 0,6m/s), además de la **1** (0,86m/s), y los dos **baños** (0,4 y 0,22m/s), los espacios donde aumenta la  $V_{vi}$ . Mientras que en la **sala** (0,99m/s) y en las **hab.4 y 2** (0,45 y 0,22m/s) ocurre lo contrario. Durante este registro, llama la atención el fuerte incremento de la  $V_v$  en la **cocina**, con una variación de 0,98m/s, además de mostrar una  $V_{v_{máx}}$  de 1,2m/s. También es importante mencionar lo sucedido en la **hab.1** donde aumenta el flujo de corriente, pero por ser tan leve el aumento, 0,13m/s, esta variación no llega a ser percibido por los usuarios. Asimismo, resulta importante mencionar que, a esta hora, tanto la **hab.1** como los baños presentan la  $V_{v_{máx}}$  del día. De acuerdo a lo anterior, se puede afirmar que en los baños, durante este período del año, no existen problemas de corrientes de aire que pudieran afectar a los usuarios, considerando las actividades que allí se realizan y a las condiciones de desnudez pues los valores inferiores a 0,5m/s no reducen la temperatura de sensación.

Al igual que en las mediciones anteriores, a las 17:00h los valores de la velocidad del aire difieren notablemente en las diversas zonas de la residencia. En primer lugar, se observa un descenso en la **sala-comedor**, en el flujo del aire de la **cocina**, los **dormitorios 1, 3 y 5**, así como en los servicios. Siendo las **hab.5 y 1** las que muestran una mayor variación, con una reducción de 0,56 y 0,59m/s, respectivamente, mientras que en la sala-comedor y en los baños la disminución es apenas de 0,12 y 0,18m/s, respectivamente. Al mismo tiempo, las **hab.4 y 2** presentan un aumento de 0,75 y 0,63m/s, siendo 1,2m/s la  $V_{v_{máx}}$  alcanzada dentro de la **hab.4** a esta hora y la máxima dentro de este espacio.

A las 19:00h, la mayoría de los recintos cambian su anterior comportamiento. Sólo la **cocina**, la **sala-comedor** y el **baño principal** mantienen el descenso. En el **dormitorio 4** la corriente disminuye levemente. En ese mismo momento, por otra

parte, la **hab.2** obtiene su  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  de ese día, 1,07m/seg. Y, las **hab.1, 3 y 5** aumentan sus  $V_v$  de 0,27 a 0,66m/seg. la primera, de 0,6 a 0,9, la tercera y de 0,04 a 0,6m/seg, la quinta. También el movimiento del aire en el **baño 2** aumenta de 0,04 a 0,78m/seg. alcanzando la  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  de esta área.

En la última medición del día 17 de mayo de 2002, la **sala-comedor** y la **hab.3** registran los  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  de ese día de toda la casa, correspondientes a 1,46 y 1,33m/seg. Al mismo tiempo que, en los baños, se anotan valores de velocidad aún más imperceptibles (0,04m/seg). Otros espacios que se ven afectados por aumentos en la velocidad del aire son la cocina, las habitaciones 1, 4 y 5, aunque no llegan a ser tan significativos (0,9m/seg. 0,68m/seg.

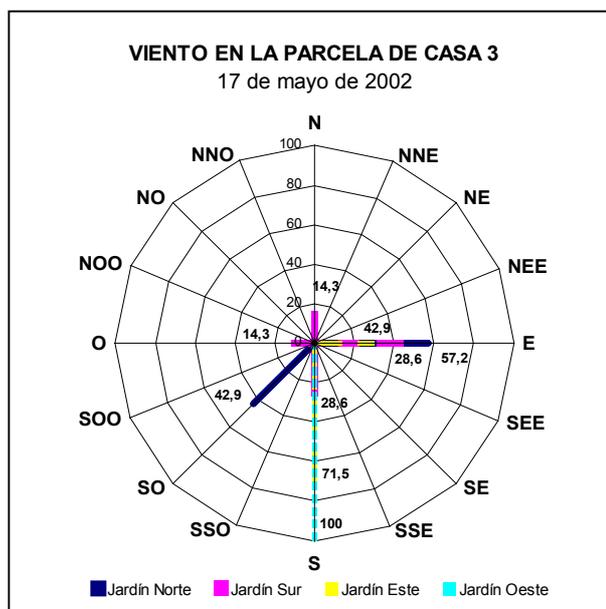


Graf.105 Rosa de los vientos con los datos del centro meteorológico a las mismas horas que se hicieron los registros en la vivienda

1,16m/seg. y 0,77m/seg.).

Ahora bien, si comparamos la dirección del viento registrada en la vivienda con la indicada por el CMVG, vemos que este último señala una mayor frecuencia del aire proveniente del **SEE** y del **SE**, las que, junto con las del **E**, son al mismo tiempo las velocidades más elevadas 2,7m/s (**SEE**), 2,6 (**E**) y 2,5m/s (**SE**), a las horas en que se realizaron las mediciones. Mientras que los registros hechos en el interior de la vivienda marcan como dirección predominante el **E y O** y, en la parcela, el **E** y el **S**.

Con respecto a la dirección del aire en la parcela, los movimientos más frecuentes, como ya se ha mencionado, son los procedentes del **S** y del **E**, tal como se observa en la rosa de los vientos que se presenta a continuación. De hecho, aunque existen marcadas diferencias en cuanto a la procedencia del viento entre los distintos jardines, lo que puede verse claramente en la siguiente tabla; en los **jardines este y oeste**, el flujo del aire proviene principalmente del **S**; mientras en los **jardines norte y sur**, el viento procede del **E** durante la mayor parte del día.

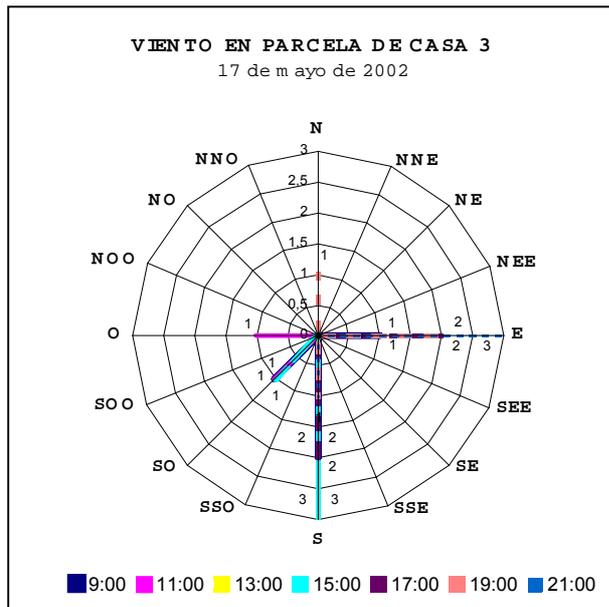


Graf.106 Rosa de los vientos según las direcciones más frecuentemente observadas en cada jardín de la vivienda 3

Tabla 31. Dirección del viento en ° en el exterior de la casa 3

Hora	Jardín Sur	Jardín Norte	Jardín Este	Jardín Oeste	CMVG
9:00	90	225	180	180	56
11:00	270	225	180	180	138
13:00	180	90	180	180	107
15:00	180	225	180	180	84
17:00	90	90	180	180	120
19:00	0	90	90	180	102
21:00	90	90	90	180	145

Así también, hay que decir que en tres mediciones realizadas en el **jardín norte** se observa una incidencia del aire desde el **suroeste**, mientras que en el **jardín sur** se nota una gran inestabilidad, ya que la dirección del viento cambia constantemente a lo largo del día. Además, vemos que el flujo proviene también del **S**, el **O** y el **N** en otros momentos del día.



Graf.107 Rosa de los vientos con frecuencia de la dirección del aire según los registros de la parcela

Si se analiza la incidencia del viento en los diferentes jardines medición tras medición, se determina que a las 13:00h y las 15:00h la incidencia del flujo del aire es evidentemente desde el **S**, mientras que a las 21:00h en tres de los cuatro puntos analizados el viento procede del **E**. Además, si tomamos en cuenta que las horas de mayor velocidad del viento son a las 15:00h, 19:00h y 21:00h en el interior de la vivienda y a las 13:00h, 15:00h y 17:00h en la parcela, podríamos afirmar que los vientos predominantes y, a su vez, los de mayor velocidad, provienen del **S** y del **E**.

La dirección del movimiento del aire en el interior no se muestra tan cambiante como su intensidad. En la rosa de los vientos se observa que, durante la mayor parte del día, el aire se mueve desde los siguientes puntos cardinales: **E**, **O** y **S**. Esto se puede apreciar más detalladamente en la siguiente tabla, en la cual se presenta en grados la dirección de procedencia de los movimientos de aire registrados en cada una de las mediciones.

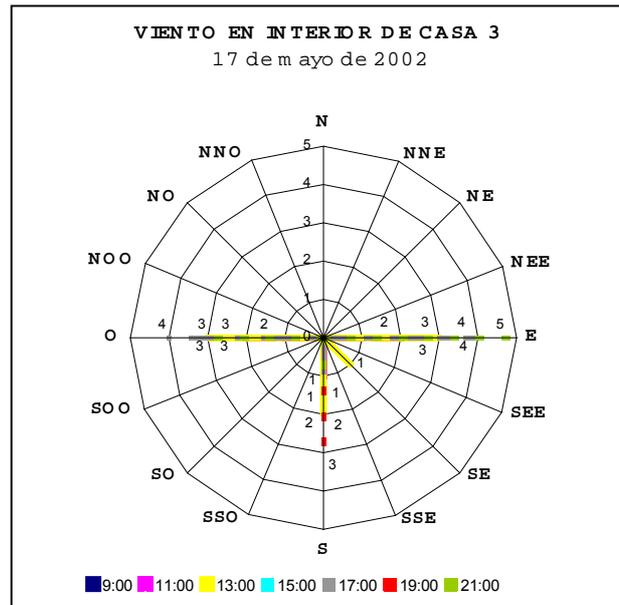
Tabla 12. Dirección del viento en el interior de la casa 3

Hora	Sala-Comedor	Cocina	Hab.1	Hab.2	Hab.3	Hab.4	Hab.5	Baño1	Baño2
9:00									
11:00	180	270			90	90	270		
13:00	180	270	180	90	90*	135	90	270	270
15:00	180	270	90	90	90	180	270	90	270
17:00	180	270	90	90*	90	90	270	90	270
19:00	180	90	180	270	270?	180	270	90	270
21:00	180	90	90	270	90	90	270	90	270

De modo general, se puede afirmar que el aire tiende a entrar en cada hab. desde una misma dirección a lo largo de todo el día. No obstante, es de hacer notar que, a determinadas horas del día, el viento tiende a pasar del pasillo interior de la vivienda a las diferentes habitación, mientras que en otros momentos el aire entra según la orientación de las ventanas de cada espacio. Esa es la explicación para que existan direcciones opuestas a una misma hora del día en las diferentes zonas de la vivienda.

**Para concluir, podemos afirmar que, a lo largo del día, el movimiento del aire en la casa 3 varía considerablemente no sólo en la velocidad con la que llega a los distintos espacios, sino también en la dirección. No obstante, hay que señalar que la**

dirección con la que actúa en los diferentes espacios depende, en buena parte, de los obstáculos que va encontrando el paso del aire a la medida que avanza hacia la casa 3, así como a la configuración interna de la vivienda. En efecto, por ejemplo, el pasillo actúa como un elemento distribuidor del aire a los diferentes recintos cuando el aire proviene del sur. Asimismo, debemos destacar que, durante la mayor parte del día, se registran velocidades del aire que pueden influir negativamente en la temperatura de sensación, ya que, a excepción de algunas horas, la velocidades anotadas se mantienen por debajo de 1m/s.



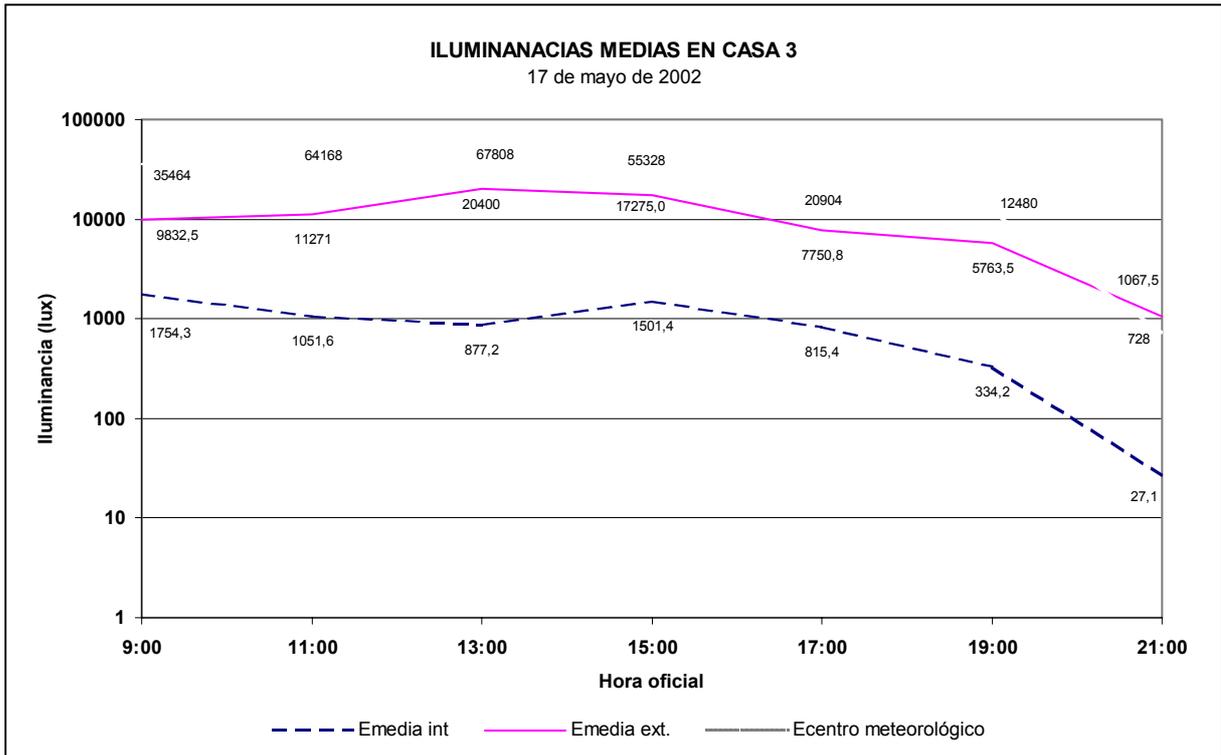
Graf.108 Dirección del movimiento del aire en el interior

Además, hay que mencionar que, durante este período del año, se nota una cierta diferencia entre los rangos de velocidades observados en el interior de la casa tres y los registrados en el exterior. Al igual que lo observado en la casas 1 y 2, estas diferencias pueden explicarse por la ubicación de los aparatos de medición y su relación con elementos naturales o arquitectónicos que podrían haber actuado como barreras u obstáculos al flujo del aire o bien como elementos de desvío y reconducción del aire. También se tomar en cuenta la ubicación de la vivienda cerca del mar y las características de su entorno urbano.

### 2.3.2.2. Comportamiento Lumínico

En la gráfica siguiente, en la cual se representan los valores medios de E natural del interior, los del exterior de la casa 3 y los registrados en el CMVG, se pueden apreciar unas curvas con un comportamiento variable, que es propio de un día nublado, como fue el día en que se realizaron las mediciones. Además, se debe destacar la notable diferencia entre la  $E_i$  y la  $E_e$ , siendo mayor la del CMVG, aunque durante la última medición es mayor el valor registrado en la parcela, 1067lx, que el del centro meteorológico, 728lx.

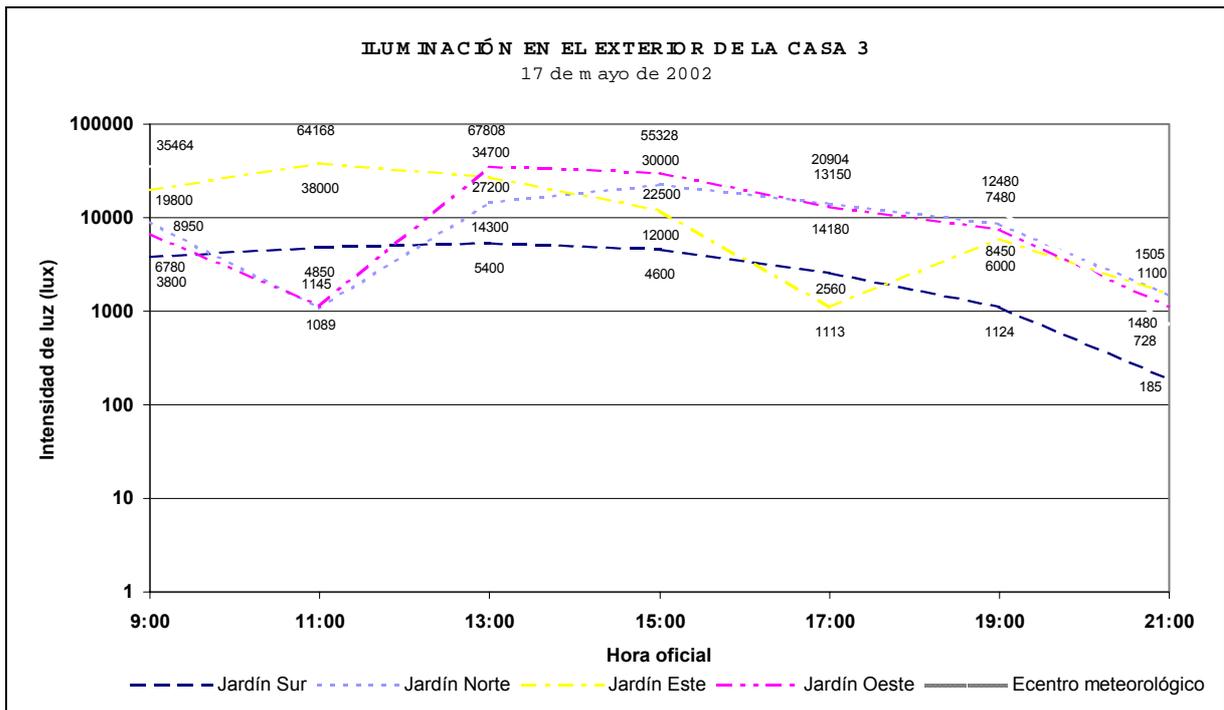
De acuerdo a la gráfica, se puede afirmar que la hora de mayor radiación tiene lugar a las 13:00h, pues se registran niveles lumínicos de 67808 y 20400lx, de acuerdo a las mediciones del CMVG y de la parcela. Sin embargo, dentro de la casa 3, el valor medio del mayor registro de luz natural ocurre a las 9:00h y corresponde a 1754lx. Asimismo, los tres registros coinciden en afirmar que el momento de menor incidencia solar es a las 21:00h, cuando se observan 27lx en el interior, que es un valor considerado insuficiente para la realización de las actividades



Graf.109 Curvas de iluminancia media en el interior de la casa 3 ( $E_{m\ int}$ ), en su parcela ( $E_{m\ ext}$ ) e iluminancia según los datos de ese día del CMVG

propias del hogar en condiciones lumínicas adecuadas; así como también se registran 1067lx en la parcela, lo cual permitiría realizar todavía gran variedad de actividades o trabajos sin ningún esfuerzo ocular, si se está muy cerca de las ventanas o en el exterior; y, 728lx, según el CMVG, la que, al igual que en la parcela, es luz suficiente para cualquier ejercicio de la vista.

En la gráfica que se muestra a continuación se describen los niveles lumínicos de los diferentes jardines a lo largo del día 17 de mayo de 2002 en la casa 3, los cuales reciben la luz de forma



Graf.110 Niveles lumínicos de los diferentes jardines de la casa comparados con la curva de iluminancia según datos del CMVG

muy diferente.

En primer lugar, **el jardín sur**, presenta las E más bajas durante la mayor parte de las mediciones, siendo el valor mínimo de 185lx. Esto solamente se puede explicar por la presencia de árboles que obstaculizan el paso de la luz, ya que, de acuerdo a los planteamientos generales sobre la iluminación natural en esta zona, es ésta una de las mejores orientaciones para la incidencia solar durante la primavera.

En segundo lugar, se puede afirmar que, en contraposición con el jardín sur, **el este** es el que registra  $E_{m\acute{a}x}$  de ese día, ya que a las 11:00h alcanza los 38000lx. No obstante, no se puede decir que este jardín es el que mantiene los niveles lumínicos más altos durante todo el día, ya que solamente lo hace a las 9:00h, 11:00h y 21:00h, mientras que a las 13:00h y 15:00h, es **el jardín oeste** el que muestra los valores más altos, 34700 y 30000lx. Y, durante las mediciones de las 17:00h y 19:00h, el **norte** es el que presenta los rangos más elevados de E con 14180 y 8450lx, respectivamente.

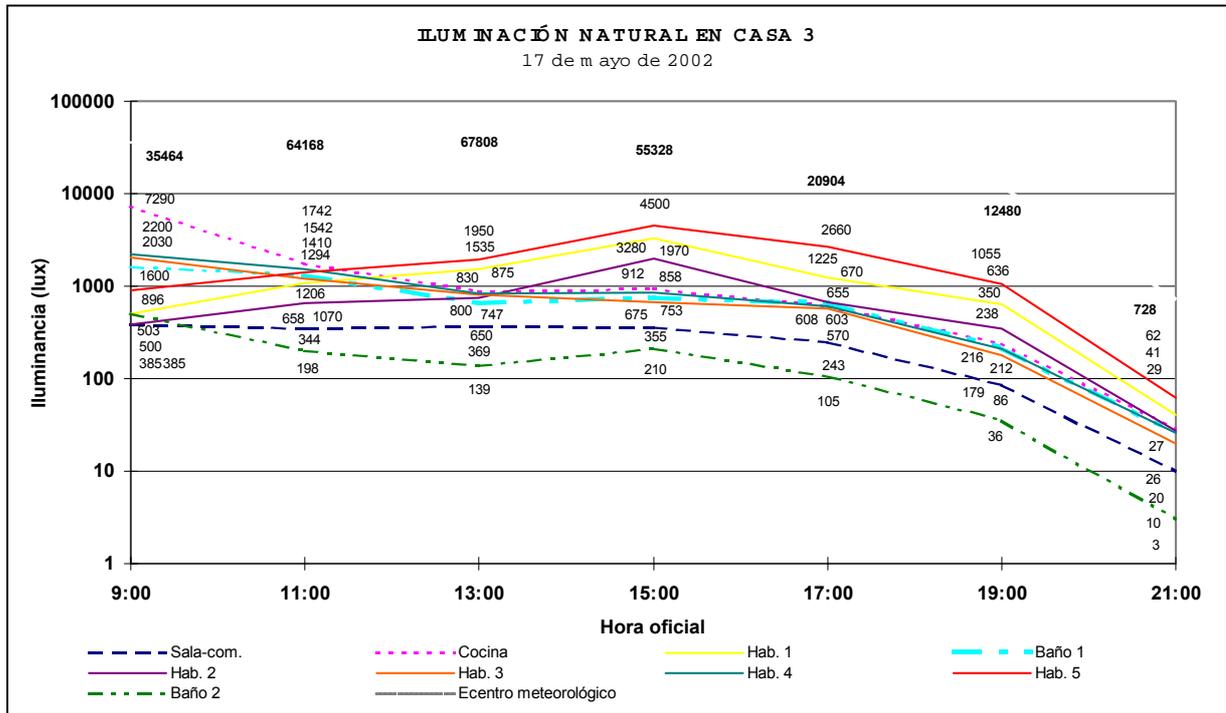
Por otra parte, las diferencias entre los jardines, así como las variaciones de los niveles de luz en cada uno de ellos en los diferentes momentos del día, no solamente tienen su origen en la orientación de cada uno de ellos, sino en el hecho de que las mediciones fueron realizadas durante un día variable, con un cielo parcialmente nublado en la mañana y cubierto casi en su totalidad durante las dos últimas mediciones, lo cual sin duda influyó en la variabilidad de los valores de luminancia del cielo y de iluminancia. Asimismo, en estos resultados también incidieron las sombras arrojadas por la misma vivienda, por sus elementos constructivos y por los árboles que se encuentran fuera y dentro de la parcela.

En función del gráfico siguiente, la E en el interior de la casa 3 se evalúa según el espacio analizado, puesto que se detectan ciertas diferencias entre el comportamiento lumínico de un recinto y otro. No obstante, algunas curvas son semejantes, como es el caso de la de la **hab.1** con las **hab.2 y 5**, la del **baño 1** con la **cocina** y las **hab.3 y 4**; así como la del **baño 2** con la **sala-comedor**.

Las  $E_{m\acute{a}x}$  natural en el interior de la vivienda se presentan en dos momentos distintos del día, a las 9:00h y a las 15:00h. Por su parte, los  $E_{m\acute{i}n}$  se dan en todos las áreas a las 21:00h y la disminución entre las 19:00h y 20:00h es similar. Esto, evidentemente, depende del tamaño y la orientación de las aberturas de los distintos espacios. El nivel de  $E_{m\acute{a}x}$  se observa a las 9:00h en la **cocina**, mientras que  $E_{m\acute{i}n}$  se da en el **baño 3** a las 21:00h.

El espacio que se mantiene con los niveles lumínicos más elevados durante la mayor parte del tiempo es la **hab.5**, que alcanza los 4500lux a las 15:00h. A las 21:00h, en esta habitación todavía se percibe una E de 62lux, la cual es mayor que la

mostrada por los otros espacios y que, además, según el CIE [Gandolfo,s.f.,p.122], está muy cerca de los 50lx recomendados para la iluminación general.



Graf.111 Niveles lumínicos en el interior de la casa tres junto a la curva de iluminancia del CMVG

Tabla 33. Niveles lumínicos en recintos de la casa tres. 17 de mayo de 2002

Hora	Sala-comedor	Cocina	Hab.1	Baño 1	Hab.2	Hab.3	Hab.4	Hab.5	Baño 2
9:00	385	7290	503	1600	385	2030	2200	896	500
11:00	344	1742	1070	1294	658	1206	1542	1410	198
13:00	369	875	1535	650	747	800	830	1950	139
15:00	355	912	3280	753	1970	675	858	4500	210
17:00	243	603	1225	655	670	570	608	2660	105
19:00	86	238	636	216	350	179	212	1055	36
21:00	10	29	41	26	27	20	26	62	3

Como se puede observar en la gráfica y en la tabla de datos, los niveles lumínicos tanto de la **hab.1** como de la **2** tienen una oscilación diaria similar a la **hab.5**, aunque sus valores se mantienen siempre por debajo de ella. En efecto, en el momento de  $E_{máx}$ , estos dormitorios alcanzan 3280 y 1970lx, respectivamente. En la **hab.1** se registra una variación más significativa entre las 9:00h y las 11:00h, de 567lx. En ese mismo lapso, la **hab.2** aumenta en apenas 273lx y la **5** lo hace en 514lx. Por otra parte, entre las 13:00h y 15:00h hay una variación importante en los 3 dormitorios que las hace alcanzar el momento de mayor nivel lumínico del día. Los valores de las variaciones son de 2550lx en la **hab.5**, 1745lx en la **hab.1** y 1223lx en la **hab.2**. A partir de ese instante, los valores lumínicos disminuyen de manera pronunciada en la mayor parte de los espacios, aunque un decrecimiento significativo ocurre entre las 19:00h y las 21:00h: 993, 595 y 323lx, respectivamente. Sin embargo, en los tres casos las  $E$  se encuentran muy por encima de los valores recomendados

tanto para la iluminación general como la específica de las habitaciones.

A las 19:00h, la **hab.2**, con 350lx, presenta una buena iluminación de la cama y los espejos, según lo establecido por Muñoz (1994), aunque a nivel general este valor es mayor al establecido. Por su parte, los 62lx de la **hab.5**, a pesar de estar un poco por encima del valor recomendado para la iluminación general de las hab. por el CIE, pueden considerarse adecuados al ser una magnitud no muy superior a 50lx. Pero, de acuerdo con este organismo, la iluminación de camas y espejos resulta insuficiente, mientras que, según otros autores no es suficiente ni siquiera para la general.

El **baño 1**, las **hab.3 y 4** muestran una curva muy similar a lo largo de todo el día y, a partir de las 11:00h, la cocina experimenta un comportamiento semejante. Se dice que a partir de las 11:00h, ya que a las 9:00h sus valores lumínicos son marcadamente diferentes. De hecho, mientras que los primeros espacios muestra una E de 1700, 2030 y 2200lx respectivamente, la cocina representa en ese momento el espacio con  $E_{m\acute{a}x}$  al registrar 7290lx, que a su vez es la  $E_{m\acute{a}x}$  de ese día en toda la vivienda. En todas estas áreas, la iluminación va en descenso desde las 9:00h, lo cual, probablemente, se debe a la ubicación de las ventanas hacia la fachada este.

Por otra parte, debemos señalar que, de acuerdo a las recomendaciones realizadas por Steegmann (1986), la **cocina** hasta las 11:00h se encuentra muy por encima de los 1000lux considerados óptimos para su iluminación, lo que puede provocar en los usuarios algunos problemas de deslumbramiento al realizar las actividades propias de esa área. Sin embargo, entre las 13:00h y las 17:00h, los valores están por debajo del valor óptimo y por encima de los 300lx recomendados para la iluminación general. En las dos últimas mediciones los resultados están por debajo de lo estipulado, requiriendo de un refuerzo lumínico a través de la iluminación artificial. No obstante, de acuerdo a los valores de 250 y 500lx sugeridos por Muñoz (1994) para iluminación general y la zona de trabajo respectivamente, así como los 300 y 500lux del CIE [Gandolfo, s.f., p.122], la cocina iluminada naturalmente supera durante la mayor parte del día estos valores, aunque desde las 19:00h empieza a exigir el uso de otras fuentes lumínicas.

Por su parte, el **baño 1**, a lo largo de todo el día, presenta unos valores superiores a los recomendados por diversos especialistas, a excepción de las 19:00h cuando alcanza los 216lx, valor muy cercano a los 200lx considerados como recomendables por Steegmann (1986). Aunque, de acuerdo a Muñoz (1994) y al CIE [Gandolfo, s.f.], los baños deben tener una iluminación general de 100lx y una específica, en los espejos y cerca del rostro, de 500lx.

En cuanto a las **hab.3 y 4**, debemos decir que, al igual que en los otros dormitorios, los valores están muy por encima de



Fotos 104 y 105. En la medida en que avanza el sol hacia el oeste los pinos ubicados en el jardín oeste arroja su sombra sobre la ventana del comedor y el acceso a la casa 3



Foto 106 Casa 3. Vista desde el Paseo Ribes Roges, abajo y a la derecha se observa la banda acústica, justo frente a la fachada sur.



Foto 107 Vista desde el límite sur de la parcela de la vivienda 3 a las 9:00h

las indicaciones de los especialistas, también podemos notar que en determinados momentos del día se encuentran dentro de un rango cercano al óptimo, según Steegmann, ya que a las 17:00h tienen valores de E de 570 y 608lx cada uno. Además, a las 19:00h están muy cerca de lo recomendado por el mismo autor y del valor sugerido para iluminación específica por el CIE, ya que presentan un nivel lumínico de 179 y 212lx, respectivamente.

Al observar la curva dibujada por el comportamiento de la **sala-comedor**, destaca una E de 385 a 344lx desde las 9:00h hasta las 15:00h, momento, a partir del cual, comienzan a decrecer, primero a 243lx, luego a 83lx y finalmente a 10lux a las 21:00h. De acuerdo a las observaciones de Steegmann (1986), los valores para la sala y el comedor se encuentran la mayor parte del día entre el valor recomendado, 200lx, y el óptimo, 400lux, del comedor. Pero están muy por debajo de los 400lx sugeridos y 600lux considerados óptimos para la sala de estar. No obstante, hasta las 17:00h, se encuentran dentro de un rango mayor a los 100/150lux estipulados como mínimos, tanto por Steegmann (1986) como por el CIE [Gandolfo,p.122], para la iluminación general.

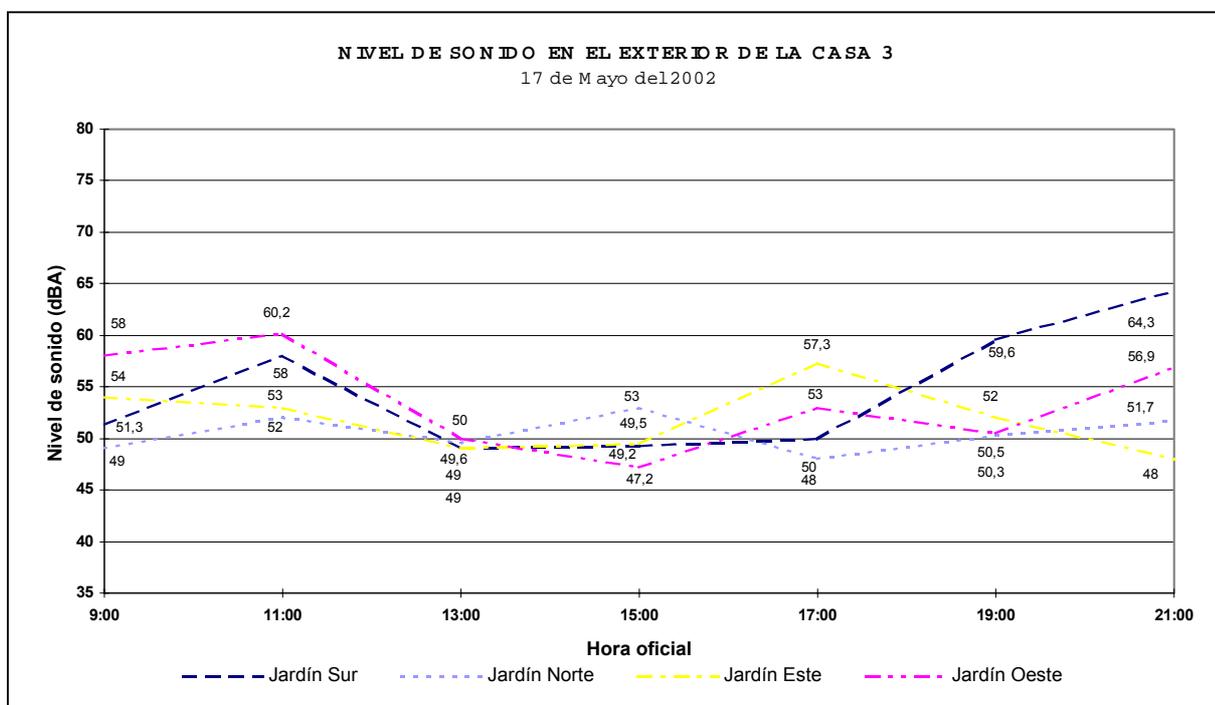
En el caso del **baño 2**, se observa que esta curva se encuentra muy por debajo de la de los otros espacios de la vivienda. De hecho, como ya se ha mencionado, es el área de la vivienda donde se da el valor  $E_{\min}$  de ese día en la casa 3. No obstante, entre las 9:00h y las 17:00h, los niveles lumínicos se mantienen y varían dentro de rangos considerados apropiados para la iluminación general o bien para la de los espejos, según Muñoz (1994) y el CIE [Gandolfo, p.122]. Asimismo, a las 11:00 y a las 15:00h se observan niveles muy próximos a los recomendados por Steegmann (1986), como los 198 y los 210lx registrados; mientras que los 500lx de la primera medición son un poco superiores a los 400lx considerados como óptimos por el mismo autor y los 139lx de la tercera medición resultan insuficientes, pues se establece como mínimo 150lx. Del mismo modo, es importante decir que los resultados de las mediciones de las 19:00 y 21:00h señalan niveles muy inferiores a los sugeridos por los diversos autores.

**En general, podemos afirmar que en el interior de la casa 3 solamente en algunas horas del día se registran valores de E adecuados, ya que durante la mayor parte del día las habitaciones muestran unos niveles lumínicos superiores o inferiores a los recomendados como óptimos para realizar las actividades propias de estos espacios. Estos pueden generar algunos problemas en la visión y en el desarrollo de ciertas actividades, sobretodo por un exceso de luz, teniendo en cuenta los fuertes contrastes entre los valores lumínicos generales y específicos. Por consiguiente, todas las habitaciones, la sala comedor y la cocina requieren**

## de intervención para mejorar sus condiciones de luminancia.

### 2.3.2.3. Comportamiento Acústico

Al observar la gráfica de los NS registrados en los cuatro jardines de la parcela resaltan, en primer lugar, valores superiores a los apreciados en el interior y, en segundo lugar, notables diferencias entre las curvas de un jardín y otro, así como unos incrementos y descensos importantes de los NS en determinadas horas del día. El máximo NS del día tiene lugar a las 21:00h en el **jardín sur** que da hacia el Paseo Marítimo Ribes Roges, vía importante dentro del poblado de Vilanova i La Geltrú. Mientras que el NS<sub>mín</sub> se registra a las 15:00h, en el **jardín oeste** que colinda con la calle Juan de Austria, la cual puede ser considerada como una vía secundaria.



Graf.112 Niveles acústicos registrados en cuatro puntos de la parcela de la vivienda tres

Las fluctuaciones de las curvas de los jardines son muy distintas. El **jardín norte** de la parcela es el que menos variación registra en los niveles sonoros, ya que oscila entre los 48 y los 53dBA, siendo la máxima variación un descenso de 5dB entre las 15:00h y las 17:00h. Asimismo, es uno de los que muestra los niveles acústicos más bajos durante la mayor parte del día, acercándose en todo momento a los 50dB considerados como normales en áreas urbanas tranquilas de día, aunque por encima de los 45dB valorados por Cavanaugh y Wilkes (1999) como propios de una calle tranquila.

El **jardín sur** se comporta de un modo diferente, ya que varía notablemente durante las tres primeras y las tres últimas mediciones. Entre la primera y la segunda medición el aumento es de 7dB y el descenso siguiente es de 9dB, manteniéndose por

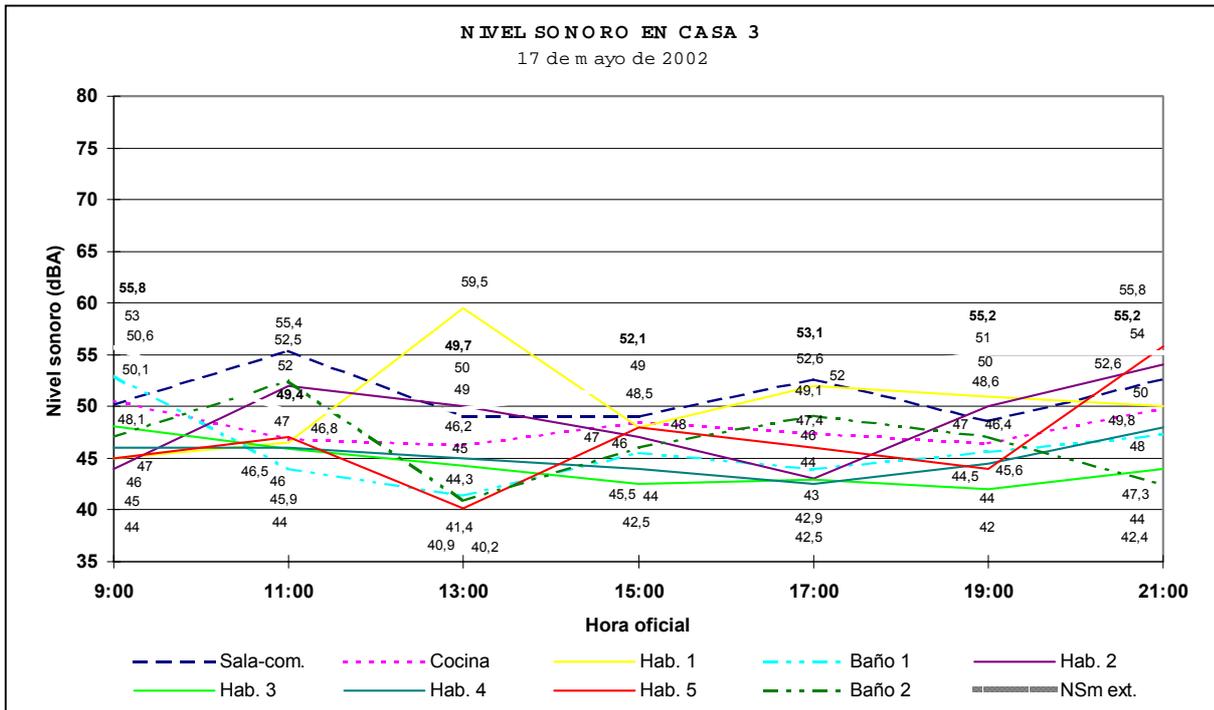
encima de lo valor considerado como normal en áreas urbanas en el día. En la sexta medición se da un aumento de 9,6dB el que, al igual que en el interior, es apreciado por los oyentes como si el ruido hubiera aumentado al doble. Aunque en la siguiente medición se vuelve a dar un incremento del NS, este es menor, se trata de un incremento de 4,7dB, el cual pudiera ser claramente distinguido por los oyentes. Por su parte, los 64,3dB alcanzados a las 21:00h se alejan de los valores señalados como normales en un calle suburbana de noche (40dB), aunque no están tan cercanos a los 87dB considerados como propios de las calles ruidosas.

Los **jardines este y oeste**, como se puede observar en la gráfica, también presentan diferencias entre ellos y con los otros. El **oeste** es el que muestra los NS más elevados durante las primeras horas de la mañana. Esto puede explicarse si se toma en cuenta que da hacia la calle Juan de Austria y que gran parte del ruido percibido proviene de los coches y de las personas que pasan por allí. Es a las 13:00h cuando se da un descenso de 10dB y se llega a los 50dB considerados normales en zonas urbanas tranquilas de día. A partir de esta medición, hasta las 21:00h, se registran, de forma intercalada, descensos poco pronunciados, aunque perceptibles del NS, pues son de 2,5dB aproximadamente, y aumentos claramente distinguibles de 5,5dB alcanzando en la última medición el segundo  $NS_{m\acute{a}x}$  de esa hora.

El **jardín este** presenta un  $NS_{m\acute{a}x}$  a las 17:00h, de 57,3dB, y un  $NS_{m\acute{i}n}$  a las 21:00h, de 48dB. A las 9:00h, ocupa el segundo lugar con mayor NS al registrar 54dBA, disminuye levemente a las 11:00h (53dB) hasta alcanzar 49dB a las 13:00h, hora en que todos los jardines marcan los valores  $NS_{m\acute{i}n}$ . Los 49dB se mantienen hasta las 15:00h, pero a las 17:00h se incrementa en 7,8dB, de manera que el ruido se percibe como si prácticamente hubiese aumentado el doble. No obstante, en la siguiente medición desciende en 7,3dB para llegar a 52dB, valor cercano a lo normal, según se ha establecido para zonas urbanas tranquilas de día, aunque todavía se ubica en un rango de ruido considerado como excitante y molesto para los oyentes. A las 21:00h, como ya se mencionó, alcanza el  $NS_{m\acute{i}n}$  de 48dB, debido a una reducción de 4dB. En este momento, el NS es muy cercano a los 45dB establecidos por Cavanaugh y Wilkes como normal en calles tranquilas, sin embargo vale señalar que en este caso el jardín no da hacia una calle sino a un terreno ejido.

El NS en el interior de la casa se puede establecer a partir del análisis del gráfico, que se presentó anteriormente, en el cual aparecen los registros de cada uno de los espacios de esta vivienda. Según el gráfico, los  $NS_{m\acute{a}x}$  y  $NS_{m\acute{i}n}$  de cada espacio son muy distintos y se registran en diferentes momentos del día, aunque algunas zonas coinciden en la hora del día en que son más afectados por determinados sonidos. Los NS de la vivienda 3 oscilan entre los 40,2 y los 59,5dBA, estando por encima de los valores recomendados para edificaciones de uso residencial por algunos autores. No obstante, hay que señalar que no todos los

espacios presentan los valores extremos y que hay unos que muestran mayor variabilidad que otros.



Graf.113 Niveles acústicos registrados en los diferentes espacios de la casa tres comparados con el nivel sonoro medio del exterior (NS<sub>m ext</sub>)

La **hab.5** es la que anota el valor mínimo de ruido del día, 40,2dBA, mientras que la **hab.1** experimenta el NS<sub>máx</sub>, 59,5dBA. Vale decir que ambos registros corresponden a las mediciones de las 13:00h. Sin embargo, es a las 9:00, 11:00 y 21:00h cuando un mayor número de espacios registra los NS más altos, mientras que algunos de los NS más bajos se presentan a las 13:00, 17:00 y 19:00h.

Si se analiza cada uno de los espacios por separado se puede notar que la **sala-comedor** oscila entre los 49-55dBA, mientras que los valores recomendados para este tipo de espacio fluctúan entre los 40-45dBA. Los NS percibidos en ese espacio se mantienen dentro de un rango cercano a los 50dB, considerado por Cavanaugh y Wilkes (1999) como normal en el exterior en un área urbana tranquila en el día, mientras que para Serra y Coch (1995) estos pueden ser vistos como ruidos de tipo excitantes, los cuales pueden generar algunas molestias en los oyentes. Al mismo tiempo, vemos que las variaciones entre una medición y la otra son de 6,4dB como máximo, valor que, según Cavanaugh y Wilkes(1999), apenas puede ser percibido por el oyente.

En cuanto a la **cocina**, se observa que ésta presenta un comportamiento muy disímil al anterior; en primer lugar, porque los valores se mantienen entre los 46,2 y los 50dB y, en segundo lugar, porque la variación es menos marcada; de hecho, la variación máxima es de 3,8dBA. Sin embargo, los NS observados son inferiores al máximo recomendado por Cavanaugh y Wilkes para este tipo de espacio y por las NBE-CA-88, ya que los primeros



Foto 108 Cocina, ventana hacia el este

estiman apropiado valores entre 52 y 62dB, mientras la norma establece  $NS_{m\acute{a}x}$  50dBA.

La **4ª hab.** muestra una conducta ligeramente diferente a la **cocina**, puesto que los registros no se modifican durante las dos primeras mediciones, el ruido disminuye levemente hasta las 17:00h y, a partir de las 19:00 y 21:00h, vuelve a incrementarse. En este caso, los NS registrados, de 42,5-48dBA, resultan muy cercanos al límite superior recomendado para los dormitorios por Cavanaugh y Wilkes (1999), de 38 a 47dBA, e incluso durante la última medición lo supera levemente. No obstante, se mantiene por encima de los máximos de inmisión indicados por las normas españolas en la totalidad de las mediciones. La variación máxima entre una hora y otra es de 3,5dB, aunque se mantiene durante todo el día por debajo de los NS de la cocina, entre 42,5 y 48dB.

La **hab.3** procede de modo similar. Su variación máxima entre una hora y otra es de 2,9dB, mientras que la oscilación diaria va de 42-48,1dB, siendo las 9:00h el instante de más ruido y las 19:00h el de menos. En este caso, el NS también disminuye entre las 9:00h y las 19:00h y a las 21:00h experimenta un aumento de 2dB, aumento que puede resultar inapreciable para los oyentes. Además, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, se puede afirmar que se encuentra dentro de un rango próximo al máximo indicado, aunque mayor a lo indicado.

Las **hab.2 y 5** se comportan de manera distinta a las anteriores, pero difieren entre sí. El NS en la primera oscila entre 43 y 54dB, aunque se mantiene la mayor parte del día por encima de los 45dB, por tanto, dentro del rango recomendado para habitaciones por Cavanaugh y Wilkes, así como por encima de lo considerados máximo en las normativas. No obstante, entre la primera y la segunda medición se da un incremento de 8dBA, de 44 a 52dBA el que, de acuerdo a las observaciones sobre las variaciones del ruido, es claramente distinguible por los oyentes, quienes además pueden percibir el NS aproximadamente el doble del ruido anterior. El nivel alcanzado en esta medición se encuentra por encima de los 45dBA sugeridos en dormitorios y de los 40dBA establecidos para el sueño. A partir de la segunda medición, el NS va disminuyendo 2, 3 y 4dB hasta las 17:00h, cuando se registran 43dBA y vuelve a aumentar en 7dBA a las 19:00h, lo que, al igual que durante la primera medición, es fácilmente percibido por los usuarios y alcanza valores que resultan molestos. Entre las 19:00h y las 21:00h se observa otro incremento, aunque en este caso es menor, pues se trata de 4dB. Sin embargo, el grado de molestia se acrecienta por el nivel sonoro alcanzado.



Foto 109. Habitación 1. Ventana hacia el oeste

Por su parte, **la hab.5** marca NS que fluctúan entre 40,2 y 55,8dBA. El primer valor se corresponde con el  $NS_{min}$  percibido en la vivienda 3, sin embargo, el segundo valor es uno de los más altos del día y el más elevado de esa medición. Este dormitorio, durante la primera toma de datos, presenta uno de los NS más bajos, 45dBA. Se incrementa en 2dB a las 11:00h, pero todavía se

encuentra dentro de los más bajos de esa hora; de hecho, este incremento resulta imperceptible. Se ubica en el tope máximo establecido para recámaras según Cavanaugh y Wilkes, aunque por encima de los 40dBa considerados como el nivel máximo de inmisión por las NBE-CA-88 para dormitorios hasta las 22:00h.

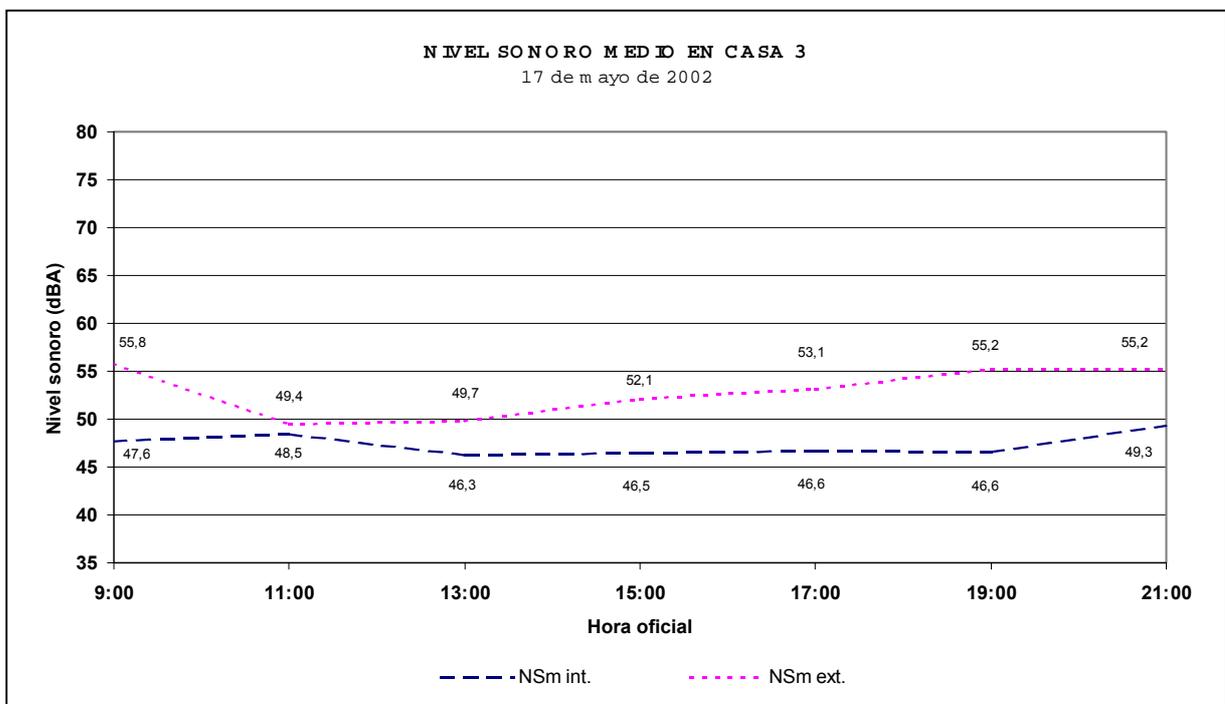
A las 13:00h, el NS en este dormitorio decrece 7dB, llegando a los 40,2dB, aunque a las 15:00h vuelve a experimentar un aumento equivalente a 8dB, el que, como se ha explicado antes, puede ser percibido por los usuarios, ya que es apreciado como el doble de ruido. Según Cavanaugh y Wilkes (1999) la variación percibida con el aumento del NS sería del doble con respecto al ruido escuchado anteriormente. Siguiendo el mismo comportamiento de los registros anteriores, durante la toma de datos de las 17:00h se da un descenso, que es nuevamente advertido a las 19:00h. A las 21:00h vuelve a incrementarse en 11,8dB hasta alcanzar los 55,8dBa, valor que como lo explican Serra y Coch (1995) resulta excitante y que puede generar además de molestias psicológicas, malestares físicos, dolor de cabeza, fatiga mental y física.

De acuerdo a las mediciones realizadas en la **hab.1**, los valores percibidos durante la mayor parte del día se encuentran por encima de los de los otros dormitorios, aunque durante las dos primeras se mantienen dentro de los rangos observados en ellas, 45 y 47dB. Sin embargo, en la 3ª toma de datos, el incremento es de 13dBa, con NS superiores a los establecidos para estos recintos, 59,5dB, valor que, de acuerdo a Serra y Coch (1995), resulta bastante molesto por tratarse de ruidos excitantes. Vale destacar que el descenso es igualmente marcado, puesto que a las 15:00h se registran 48dB, 11,5dB menos que a las 13:00h y, por ende, un sonido apreciado como la mitad del anterior, aunque todavía no alcanza los valores aceptados como apropiados para un espacio como éste. A las 17:00h se vuelve a dar un aumento en el NS, aunque es menor, se trata de 4dB más, pero a las 19:00h y 21:00h se marcan nuevamente unas disminuciones, aunque más leves, solo 1dB en cada registro. Como se observa, en este caso, los valores registrados se encuentran por encima de los recomendados por los especialistas, sobretodo si se toman en cuenta los 40dB sugeridos como  $NS_{m\acute{a}x}$  para dormir en calma.

En lo que respecta a los baños, estos tienen comportamientos muy distintos entre sí. El **baño 1**, por ejemplo, muestra durante la primera toma de datos el  $NS_{m\acute{a}x}$  de toda la vivienda a esa hora del día, 53dB. Pero, en la siguiente medición, tiene el  $NS_{m\acute{i}n}$ , 44dB. Como se aprecia, la variación es notable pues se trata de 9dB. A las 13:00h vuelve a descender, aunque no de un modo tan marcado, apenas 2,6dB, manteniéndose durante estas dos mediciones dentro del rango recomendado para viviendas 35 a 45dB. Sin embargo, a las 17:00h vuelve a aumentar, alcanzando 45,5dB y, a partir de este momento, las variaciones son menos pronunciadas, pues se trata de reducciones y aumentos de 1,5dB aproximadamente. A las 21:00h se aleja nuevamente de los valores recomendados al alcanzar los 47,3dBa.

El **baño 2** presenta una curva diferente al del baño 1, aunque se mantiene dentro de valores similares. Fluctúa entre 40,9 y 52,5dBA. En este caso, se notan dos momentos de  $NS_{máx}$ , a las 11:00h y 17:00h, con 52,5 y 49,1dB, respectivamente; así como dos instantes de  $NS_{mín}$ , a las 13:00h y a las 21:00h, con 40,9 y 42,4dBA. Entre las 9:00h y las 11:00h, el aumento puede ser considerado como fácilmente perceptible, pues se trata de un cambio de 5,5dB, mientras que el descenso entre las 11:00h y las 13:00h, por ser de 11,4dB, es apreciado como si el ruido anterior se hubiese disminuido a la mitad. Ahora bien, entre las 13:00h y las 17:00h se produce un incremento, primero de 6dB y luego de 3dB, aunque se mantiene por debajo del límite de 50dBA, considerado como máximo por las NBE-CA-88. A partir de ese momento, el descenso es igualmente gradual; primero se reducen 2dB a las 19:00h y después 4,6dB a las 21:00h.

Otro aspecto, que se debe tomar en cuenta en el análisis, son las diferencias entre los datos de  $NS_{mi}$  y  $NS_{me}$ . Estas se pueden ver fácilmente en la siguiente gráfica en la cual, por una parte, se nota que, aún cuando existen disparidades entre el interior y el exterior, estas diferencias no son tan marcadas puesto que oscilan entre los 0,9 y 8,6dB. Por otra parte, en ambas curvas, se aprecian dos momentos en el día con los  $NS_{máx}$ ; primero, entre las 9:00h y las 11:00h y, luego, a las 21:00h. Mientras que el  $NS_i$  parece mantenerse constante desde las 13:00h hasta las 19:00h, en el  $NS_e$  es entre las 11:00h-13:00h y las 19:00h-21:00h que esto ocurre, ya que desde las 15:00h se va incrementando levemente el ruido hasta las 19:00h.



Graf.114 Niveles sonoros medio del interior y del exterior de la casa tres

No obstante, lo importante en esta gráfica es que nos permite visualizar de modo general que en el interior los NS alcanzados se mantienen dentro de un rango muy próximo a los

considerados máximos de inmisión durante el día. Además, tanto estos valores como los de  $NS_m$  en los jardines pueden ser percibidos como poco ruidosos a ruidosos, donde algunos de ellos pueden generar una cierta incomodidad en quienes habitan esta vivienda.

**En síntesis, de acuerdo a las consideraciones y recomendaciones de diferentes autores y organismos, los  $NS_i$  de la vivienda 3 se ubican justo en el límite máximo indicado, o bien por encima de lo considerado apropiado para el confort acústico de los ocupantes. Se puede sostener que la principal fuente de ruido es el tráfico vehicular que pasa por las dos calles que delimitan la parcela, así como el tráfico aéreo que, aunque no se percibe en magnitudes muy elevadas, resulta molesto a determinadas horas del día, cuando ya no se oyen otros ruidos que actúan como sonidos de enmascaramiento en otros momentos del día.**

**Además, hay que destacar que durante una gran parte del día el  $NS_e$ , aunque puede considerarse normal en zonas residenciales, resulta molesto y excitante en la mayoría de los registros. También vemos que no existe una gran diferencia de magnitud entre estos y los del interior, por lo tanto deben tomarse las medidas pertinentes bien sea en la superficie envolvente, o bien en el acondicionamiento de los límites de la parcela para reducir el  $NS$  incidente desde el exterior.**

### **2.3.3. Comportamiento Ambiental en Verano:**

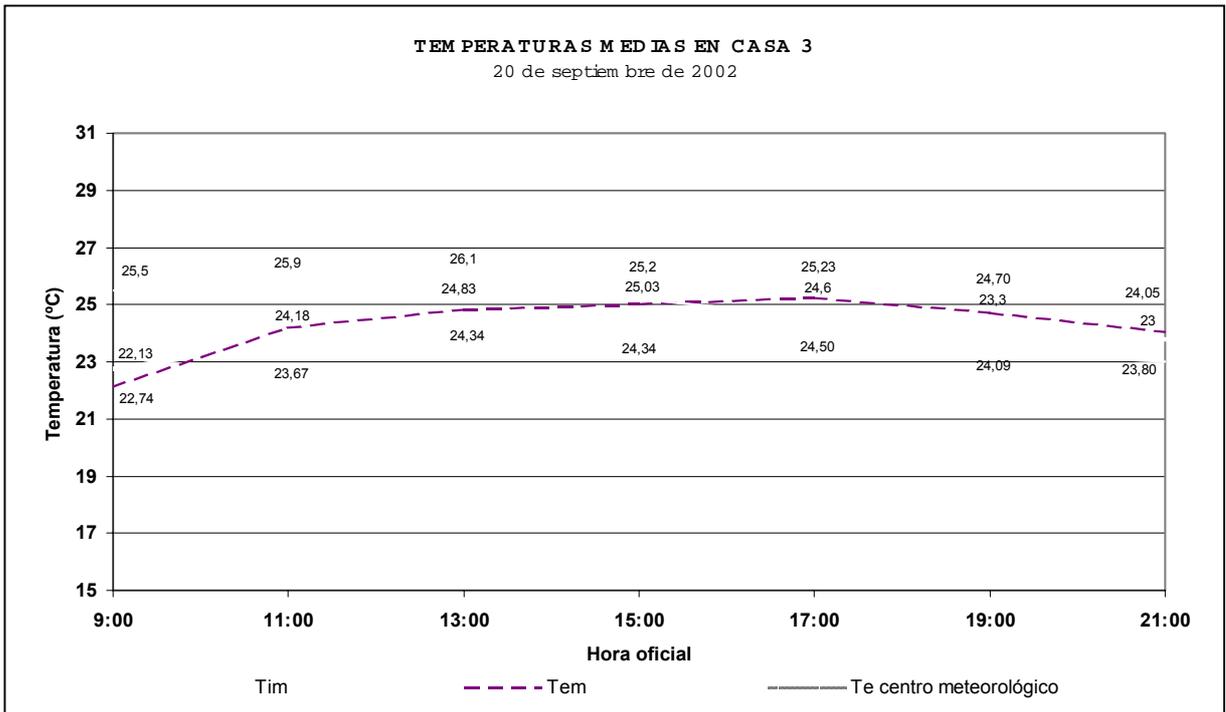
#### **2.3.3.1. Comportamiento Higrotérmico**

- **Temperatura ambiente:**

Al comparar la temperatura media interior con los valores recogidos en la parcela y los registrados por el Centro Meteorológico de Vilanova i La Geltrú, en la siguiente gráfica, observamos que existe una gran diferencia en las formas de las curvas de temperatura.

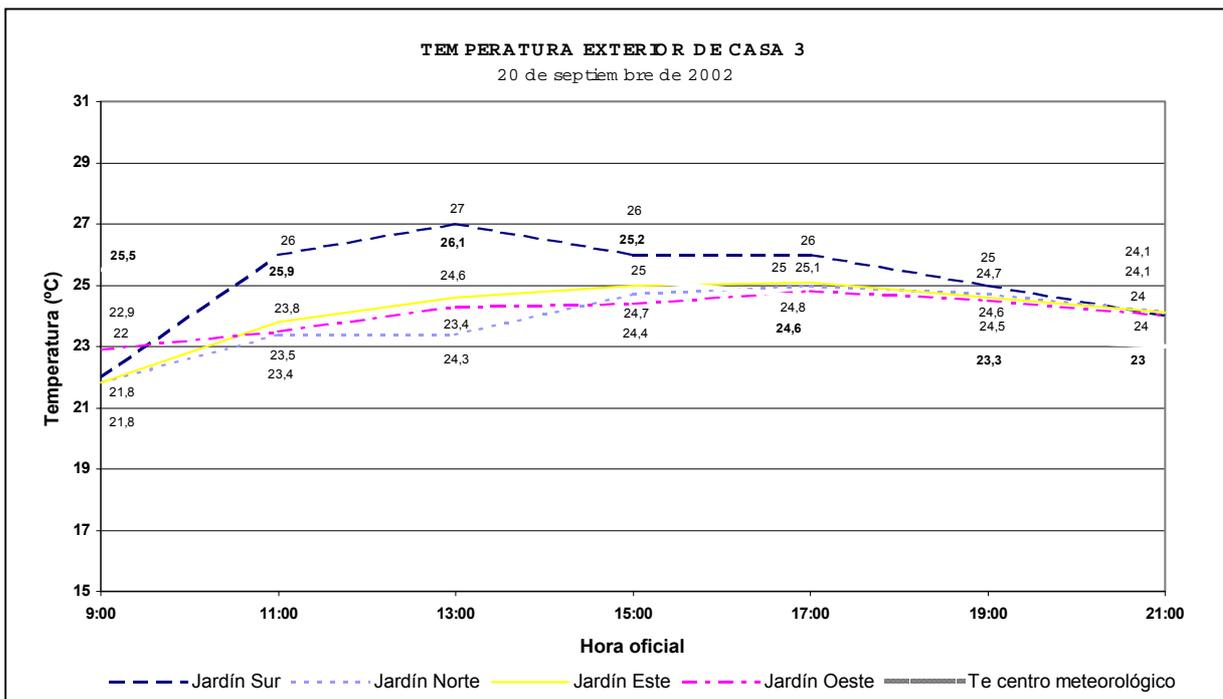
En primer lugar, hay que resaltar que la  $T_{m\acute{a}x}$  la registra el CMVG a las 13:00h y es de 26,1°C. Al mismo tiempo que la mínima temperatura del día corresponde a 22,13°C y se observa en la parcela a las 9:00h. En segundo lugar, las temperaturas que señala el CMVG son mayores que los datos registrados en la parcela y dentro de la casa 3 entre las 9:00 y las 15:00h, pero inferiores a las 17:00 y 19:00h, respectivamente. En tercer lugar, la gráfica muestra un leve aumento de la  $T_e$ , según el CMVG, hasta las 13:00h y a partir de allí un descenso significativo hasta las 21:00h. Mientras que, de acuerdo a las mediciones hechas en el interior y en la parcela, la temperatura ambiente va en

constante aumento desde las 9:00 hasta las 17:00h y desde ese momento se da un leve descenso hasta las 21:00h.



Graf.115 Comparación entre las temperaturas medias interior (Tmi) y exterior (Tme) de la casa 3 junto a la temperatura ambiente según el CMVG

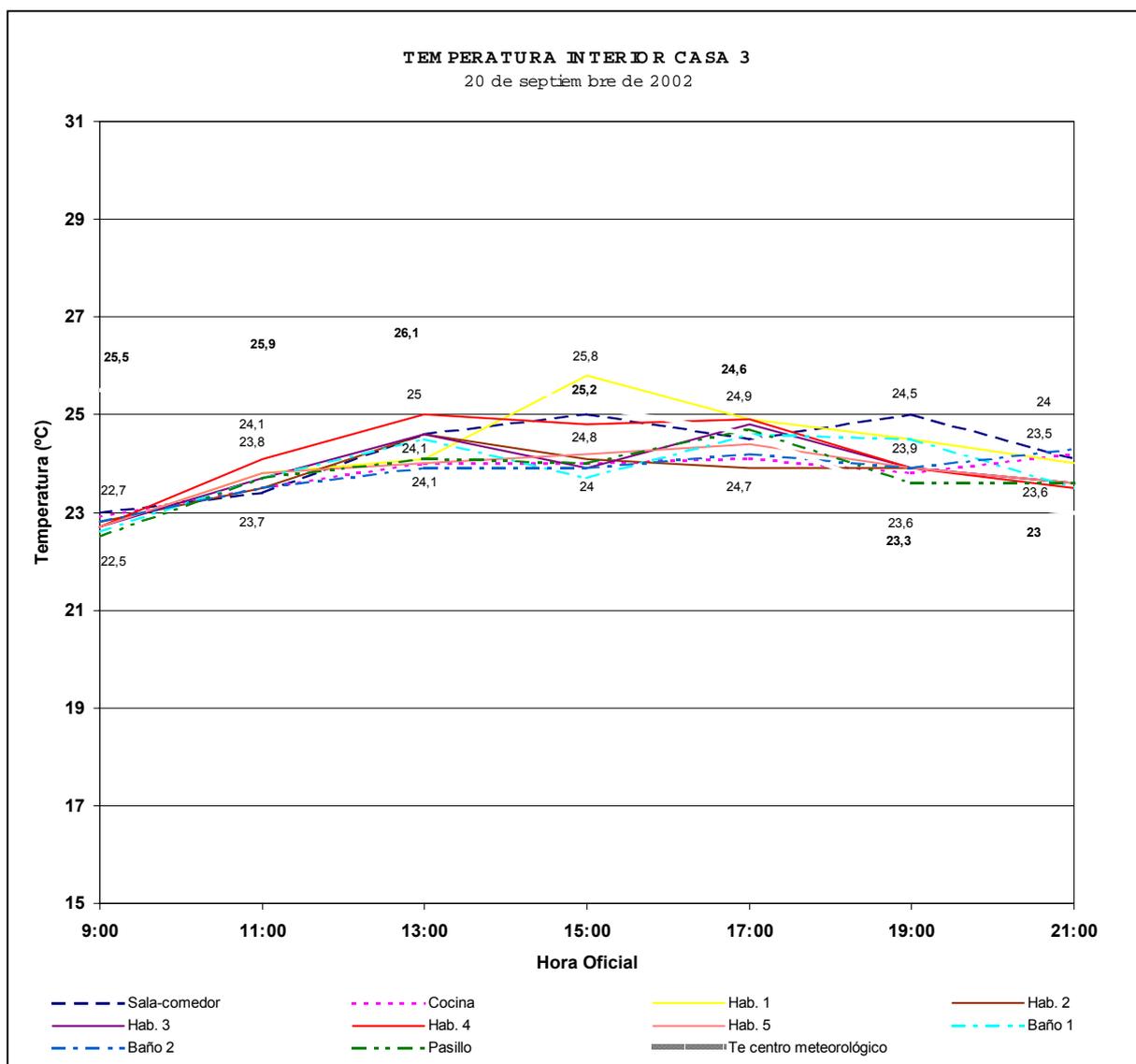
De acuerdo al comportamiento térmico de los diferentes jardines de la parcela de la casa 3, la siguiente gráfica detalla notables diferencias los puntos de la parcela, aunque existen ciertas similitudes entre algunos de los jardines en determinados momentos del día.



Graf.116 Valores de temperatura ambiente notados en cuatro puntos de la parcela de la casa tres y del CMVG del mismo día

Es de destacar que la  $T_{e_{m\acute{a}x}}$  alcanza los 27°C a las 13:00h en el **jardín sur**, mientras que la  $T_{m\acute{i}n}$  registrada durante el período observado es de 21,8°C a las 9:00h en los **jardines este y norte**. El **jardín sur** es el que muestra las temperatura más altas a lo largo de casi todo el día, con una variación importante entre las 9:00h y las 11:00h cuando asciende de 22 a 26°C. Por consiguiente, se podría afirmar que las notables diferencias en la temperatura al sur han incidido en las marcadas variaciones en la sala-comedor.

Los **jardines norte, este y oeste** exhiben un comportamiento muy similar, de hecho, sus curvas son muy parecidas. En ellas, la  $T_e$  se muestra en constante aumento hasta alcanzar sus valores más elevados a las 17:00h, aunque antes de este momento se pueden observar diferencias de 1°C entre el **jardín oeste** y los otros a las 9:00h, 0,9°C entre el **oeste y norte** a las 13:00h y de 1,2°C entre este último y el **jardín este**. De los cuatro, el **oeste** es el que menos variación presenta, 1,9°C, mientras que el **sur** es el que más varía, 5°C.



Graf.117 Curvas de temperatura ambiente de cada espacio de la vivienda tres comparadas con los registros del mismo día del CMVG

De acuerdo a la gráfica siguiente, la  $T_i$  oscila entre los 22,5 y 25,8°C, valores que representan  $T_{\min}$  y  $T_{\max}$ , respectivamente. Se observan comportamientos térmicos diferentes en cada uno de los espacios, aunque entre las 9:00h y las 11:00h los datos son similares. Es importante señalar que las áreas coinciden cuando a las 9:00h registran los  $T_{\min}$  entre 22,5 y 23°C. Así mismo, a pesar de que la  $T_{\max}$  se presenta a las 15:00h, es a las 13:00h y a las 17:00h cuando la mayor parte de los espacios muestran los niveles de  $T_{\max}$ .

Hay que destacar que la **hab.1**, además de ser la que marca la  $T_{\max}$  del día, 25,8°C, es la que registra la mayor variación térmica diaria, 3,1°C. La forma de su curva denota un ascenso significativo de la  $T$  durante las primeras horas del día, pero a partir de las 15:00h dibuja un descenso igualmente importante. El **baño 2** y la **cocina** son otros espacios significativos por su comportamiento, los que presentan algunas de las  $T_{\max}$  a las 9:00h, pero registran un incremento menor durante el resto del día, manteniéndose prácticamente constantes, entre los 23,5 y 24,3°C entre las 11:00h y 19:00h. Al detallar sus curvas, observamos que, a diferencia de las otras áreas, aumentan entre las 19 y 21:00h.

La **sala-comedor** y la **hab.4** son dos de las tres áreas de la vivienda que mayores  $T_i$  alcanzan, además de estar entre las que más variación térmica presentan, 2°C y 2,3°C respectivamente. Por el contrario, el **baño 1**, la **hab.3** y el **pasillo** son los espacios que menos temperatura registran a las 9:00h, pero al igual que las otras dos áreas recién mencionadas, aumentan aproximadamente 2°C durante el resto del día. En realidad, las diferencias entre estos espacios se presentan en las horas cuando alcanzan las  $T_{\max}$ , ya que en la sala-comedor ocurre tanto a las 15:00h como a las 19:00h (25°C), en la hab. 3 y 4 a las 13:00h (24,6° y 25°C) y a las 17:00h (24,8 y 24,9°C), en el pasillo a las 17:00h (24,7°C) y en el baño 1 a las 13:00h, 17:00h y 19:00h (24,5; 24,6 y 24,5°C).

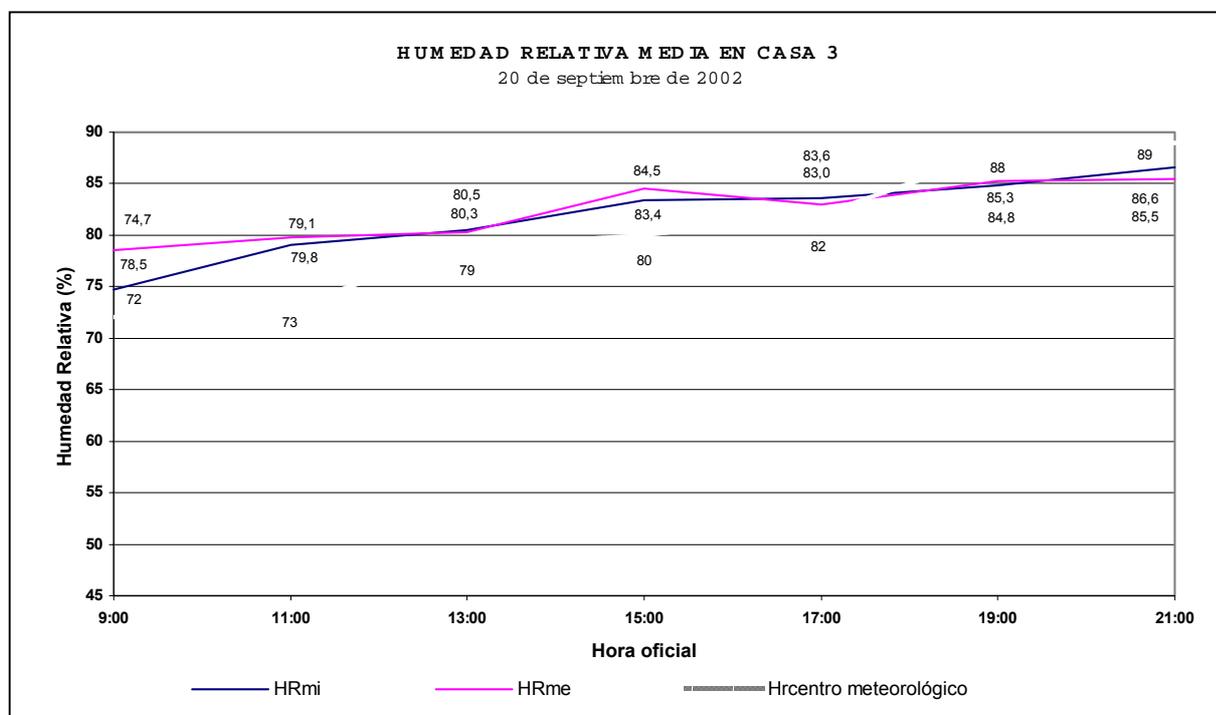
Las **hab.2** y **5** presentan características distintas a las anteriores. De modo general, podríamos afirmar que se observan  $T_i$  más o menos constantes a lo largo de todo el día. En efecto, la  $T_i$  entre una medición y otra aumenta y/o disminuye muy poco. En el caso de la hab.2, por ejemplo, a pesar de que entre las 9:00 y las 13:00h se da un aumento de cerca de 2°C, a partir de allí la  $T_i$  va descendiendo levemente hasta alcanzar 1°C menos a las 21:00h. Mientras que la hab.5 aumenta levemente su  $T_i$  hasta la 17:00h, momento a partir del cual comienza a descender.

**Se debe destacar que los valores medios de la  $T_i$  de esta casa son muy similares a los recolectados en su entorno inmediato. De hecho, la diferencia máxima entre ellos no es mayor a 1°C. Esto, de modo general, puede ser interpretado como un indicativo del escaso aislamiento térmico de la vivienda, así como de inercia térmica. No obstante,**

si se toman en cuenta las diferencias entre los registros del CMVG con los de la vivienda, también se puede pensar en la intervención de algunos factores relacionados con la ubicación y orientación del terreno, así como las características del contexto y la presencia de elementos naturales o arquitectónicos modificadores.

- **Humedad relativa:**

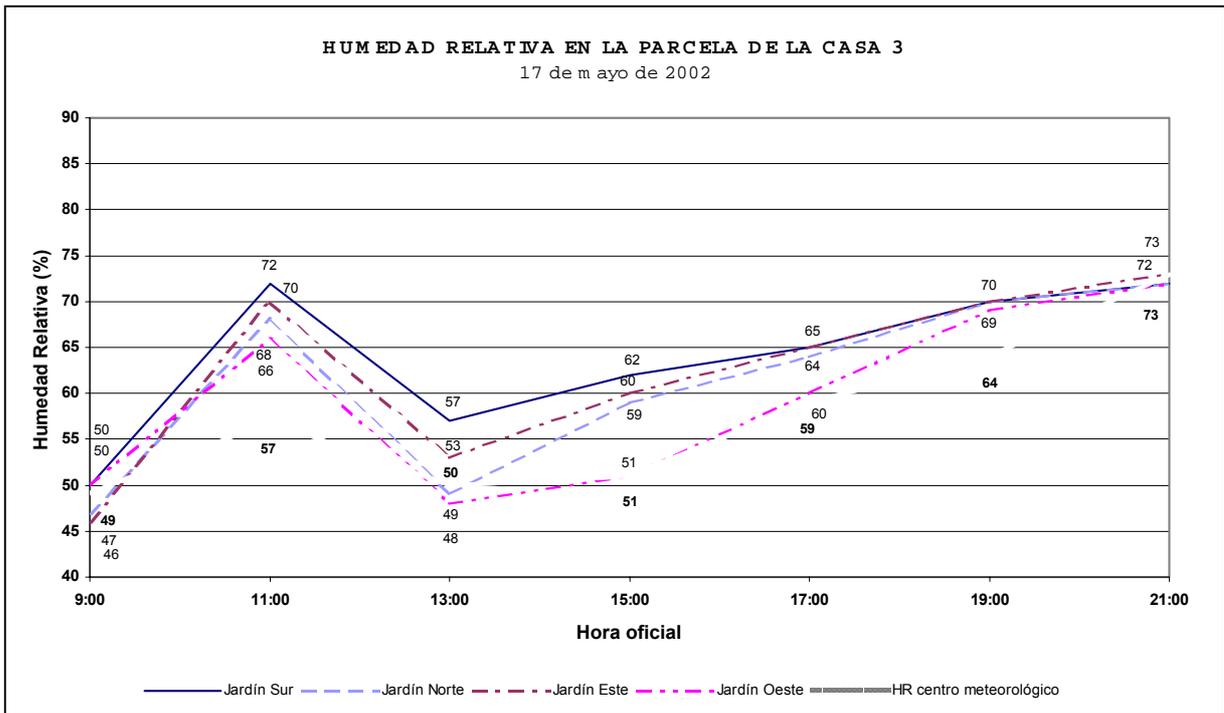
En el gráfico siguiente, donde se exhiben las curvas de humedad relativa media del interior de la vivienda así como la media de los valores obtenidos en los jardines y del sector, de acuerdo a los registros del CMVG, se puede observar que no existen mayores discrepancias entre el interior y el exterior, ya que las curvas son muy similares y las diferencias entre sus valores no son significativas.



Graf.118 Porcentajes de humedad relativa media interior y exterior de la casa tres junto a la curva de humedad relativa según el CMVG

De los aspectos resaltantes del gráfico, se debe destacar el constante aumento del % de la HR a lo largo de todo el día en los tres casos. La  $HR_{\min}$  y la  $HR_{\max}$  del día fueron registrados por el CMVG, 72 y 89%, mostrando una gran variación del % de HR, 17%. Al mismo tiempo, se observan menos variaciones de la HR en la parcela de la vivienda 3, pues los porcentajes mínimo y máximo son 78,5 y 85,5%.

Al observar el gráfico siguiente de HR en los distintos jardines se destacan fundamentalmente tres aspectos. En primer lugar, semejanzas entre las curvas de la HR de los cuatro jardines, en segundo lugar, cierta similitud con la curva de humedad relativa del CMVG y, en tercer lugar, valores de humedad de los jardines superiores a los del centro meteorológico.



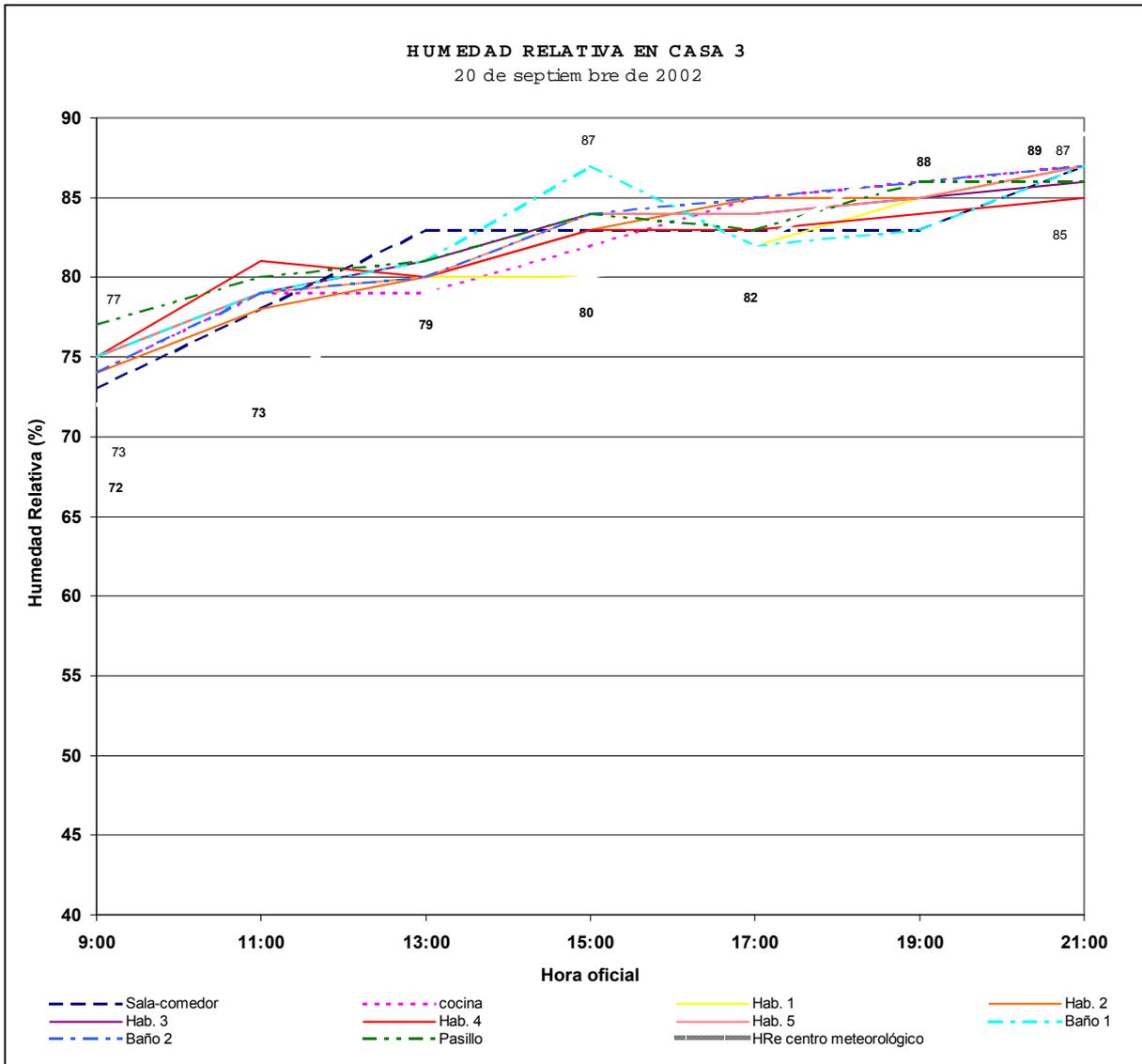
Graf.119 Curvas de humedad relativa de cuatro puntos de la parcela de la casa tres comparadas con la curva de humedad relativa según el CMVG

Es de resaltar que, durante las primeras mediciones, los datos de todos los jardines corresponden a valores bastante similares, pues las diferencias máximas de HR entre un jardín y otro son del 7%, como se nota entre el **jardín oeste** y el **sur** a las 9:00h, y del 4% entre los **jardines norte, este y sur** a las 11:00h. Por su parte, entre las 19:00h y las 21:00h, los valores son prácticamente iguales, siendo idénticos en los **jardines norte, este y oeste** a las 19:00h y, en los **jardines norte y oeste**, a las 21:00h; además de que se acercan al valor presentado por el jardín sur durante estas mismas horas.

El gráfico de la humedad relativa del interior de la casa 3 en verano, que se presenta a continuación, muestra una tendencia caracterizada por el aumento del % de HR en todos los espacios entre las 9:00h y las 21:00h. Asimismo, se representan diferencias muy leves entre los valores de cada área y, por ende, entre sus curvas.

En el gráfico sobresalen las curvas del **baño uno** y la **sala-comedor**, ya que asientan diferencias más marcadas en los porcentajes de humedad relativa. Por ejemplo, el **baño uno** se distingue del resto de las habitaciones por tener dos momentos de máximo porcentaje de humedad durante ese día, a las 15:00h y a las 21:00h, con idéntico valor(87%). Además, éste es el máximo porcentaje de humedad que se produce en toda la vivienda. Por su parte, la **sala-comedor** se destaca por constituir el espacio con mayor variabilidad del porcentaje de humedad relativa del día (4%); sin embargo, entre las 13:00 y las 19:00h, es decir durante cuatro registros, éste se mantiene estable en un 83%.

El % de HR en los otros espacios de la vivienda, como ya se ha mencionado, aumenta de manera constante entre las 9:00h



Graf.120 Porcentajes de humedad relativa de cada espacio de la casa tres comparadas con la HRe según datos de ese día del CMVG

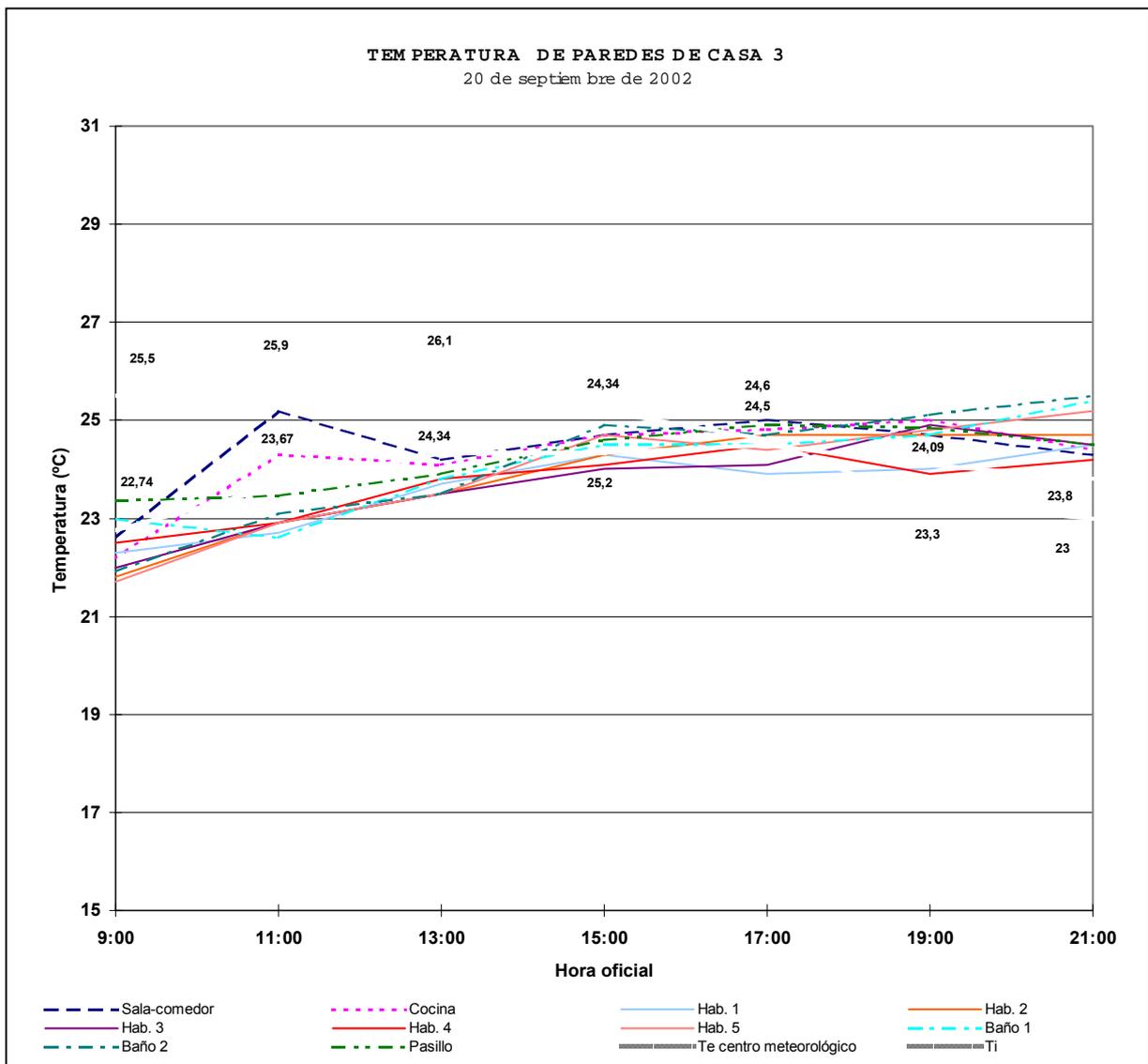
y las 21:00h, con una variación que oscila entre el 9 y el 14% a lo largo del día y entre 1 y 7% cada dos horas. Aunque el aumento más considerable se produce, en la mayor parte de los espacios, entre las 9:00h y las 11:00h, el máximo valor de humedad relativa de todo el día se registra a las 21:00h.

**En el análisis de la vivienda desde el punto de vista térmico, se deben considerar los resultados de la temperatura y de la humedad relativa en conjunto. En este caso, de acuerdo a la gráfica de Givoni (1998), en el interior de la vivienda, si los valores de la temperatura oscilan entre 22,5° y 25,8°C y los de humedad relativa entre el 74,7 y 86,6%, la temperatura de esta vivienda en verano se ubica dentro de los rangos considerados como de confort. No obstante, a partir de las 13:00h, cuando se presentan porcentajes de humedad más elevados, la vivienda adquiere características que permiten plantear la necesidad de un cierto**

**acondicionamiento ambiental para ventilar permanentemente sus espacios.**

Por su parte, Serra y Coch (1995), señalan como adecuadas para el verano temperaturas de 25 a 27°C, valores superiores a los observados durante la mayor parte del día en la casa 3. Además, también indican que este rango es adecuado si se tiene un % de HR entre el 50 y el 55%, muy inferior a lo registrado en esta vivienda. Si los datos se comparan con los de la gráfica de Olgay, se obtiene un resultado similar pues encontramos que los valores de las Ti de la casa 3 se ubican por debajo de la zona de confort establecida para el verano. Además, como se supera el 80% de HR, se sale de la zona de bienestar higrotérmico, coincidiendo con el Climograma adaptado de Neila (2000).

- Temperatura de superficies:



Graf.121. Curvas de temperatura de las paredes (Tp) de cada espacio de la vivienda 3 junto a la temperatura ambiente interior y exterior

De acuerdo a la gráfica de la temperatura de las superficies verticales de la 3, que se presentó, existen notables diferencias en la radiación de calor emitida desde las paredes al interior de la edificación. Este hecho, como ya lo hemos mencionado, evidentemente está relacionado con la cantidad de energía que reciben las superficies según la orientación y los materiales constructivos.

En primer lugar, se destacan las disparidades de los valores medios de radiación térmica recibida por los diferentes espacios. En efecto, a las 9:00h, se registra la  $T_{p_{máx}}$  en el **pasillo** (23.35°C), mientras que a esa misma hora se da una  $T_{p_{mín}}$  de 21,7°C en la **hab.5**, la que, a su vez, es el valor  $T_{p_{mín}}$  de ese día. En segundo lugar, la curva que representa la **sala-comedor** nos muestra unas temperaturas superiores a los 22°C durante todo el día, siendo una de las cuatro zonas que mantiene una mayor temperatura, aunque en realidad es en **el baño 2** donde se registra el  $T_{máx}$  del día, 25,5°C, a las 21:00h, así como la máxima variación diaria, pues pasa de 21,9°C a las 9:00h a los 25,5°C antes mencionados; es decir, se modifica en 3,6°C. La **cocina** es la segunda zona que se ubica por encima de las demás durante la mayor parte de los registros; de hecho, tiene un comportamiento similar a la sala-comedor, aunque la oscilación diaria se da entre los 22,2 y 25°C desde las 9:00h hasta las 19:00h. El **pasillo** es otro de los espacios que mantiene los valores de temperatura de superficies más elevados y, entre las 13:00h y 21:00h, presenta datos muy similares a los de la sala-comedor y la cocina.

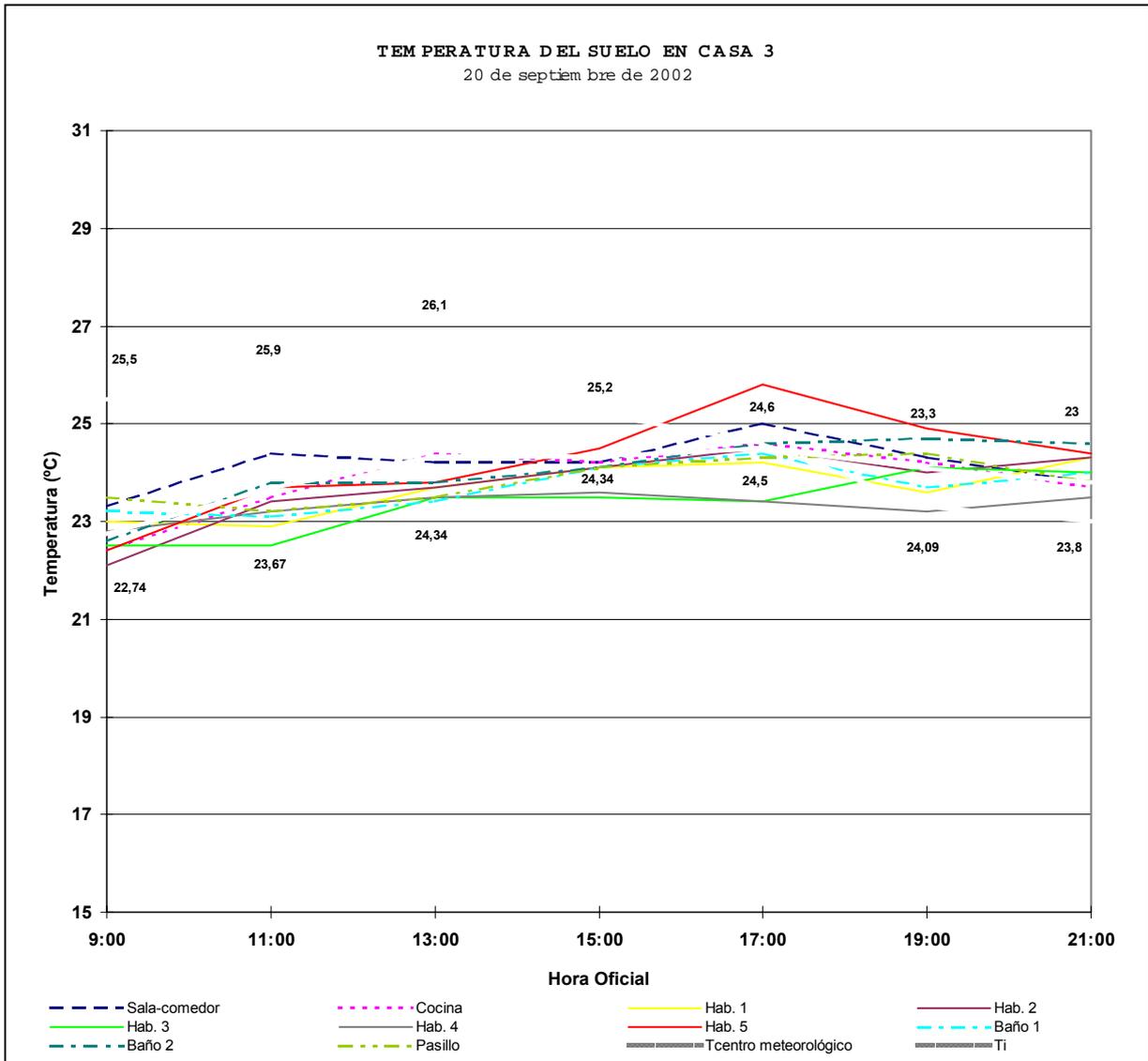
De los dormitorios es la **hab.5** la que registra las cifras más elevadas en prácticamente todas las mediciones. Además, es quizás la que presenta un comportamiento más atípico, ya que tiende a aumentar de un modo constante a partir de los 21,7°C a las 9:00h hasta los 25,2°C a las 21:00h. Aunque, entre las 15:00h y las 17:00h, se produce un leve descenso en su  $T_i$ . Esta curva es otra de las que presenta el mayor nivel de variación térmica en el día con una oscilación de 3,5°C. Por su parte, las paredes de la **hab.2** incrementan la temperatura de superficie de modo constante entre las 9:00 y las 17:00, pero a partir de este momento se mantiene constante hasta el último registro. La **hab.3** presenta una variación térmica un poco distinta, ya que aumenta entre las 9:00h y las 19:00h, pero en el último registro muestra una leve disminución de 0,4°C.

La **hab.4 y 1** son las que presentan las  $T_p$  más bajas en casi todas las mediciones realizadas. Hasta las 15:00h, no se diferencian en gran medida de las otras; de hecho, registran unos valores muy parecidos. Sin embargo, a partir de este momento, la temperatura aumenta y disminuye en cada medición, aunque con leves oscilaciones. La máxima variación que muestra entre una hora y otra es de 0,9 y 1°C respectivamente, mientras que la mínima variación es de 0,1°C. De los paramentos de los **baños**, hay que señalar que existen ciertas diferencias entre sus curvas; en efecto, mientras el **baño 1** exhibe temperaturas entre los 22,6 y 25,4°C, el **baño 2** presenta  $T_p$  que oscilan entre los 21,9 y

25,5°C. No obstante, se aprecia que las diferencias son más marcadas a las 9:00h y 21:00h, mientras que a lo largo del día mantienen unos datos muy similares.

En síntesis, podemos afirmar que las paredes de las diferentes zonas de la vivienda ofrecen respuestas muy variadas de temperatura de superficie a lo largo de todo el día, ya que mientras unas se mantienen por debajo de la temperatura ambiente en la mayor parte de los registros, otras la superan prácticamente en todos. No obstante, hay que decir que en algunos momentos del día las diferencias entre estas magnitudes son menos significativas.

Para un análisis más completo, debemos tomar en cuenta la temperatura de otras superficies tan importantes como son la cubierta y el suelo. Esto nos permite saber si un intercambio energético entre la envolvente y el interior afecta negativa o positivamente las condiciones ambientales de la vivienda 3 en verano. Es por ello que, se puede apreciar en la siguiente gráfica cuales son los resultados de los registros realizados en el suelo en

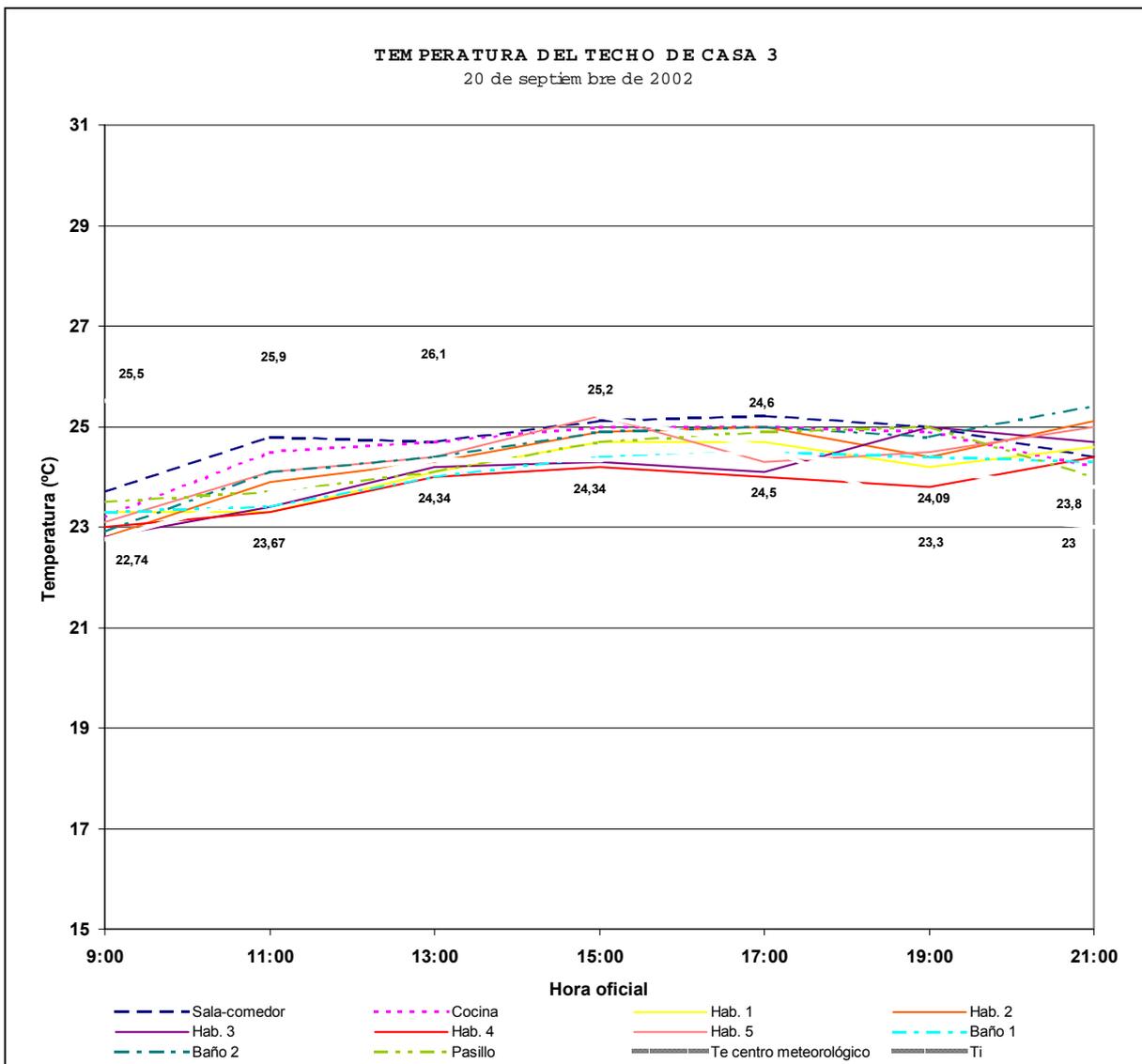


Graf.122 Comparación entre la temperatura del suelo ( $T_s$ ) de los diferentes espacios de la casa tres y la temperatura ambiente

un día típico de verano.

Entre los aspectos más resaltantes de la gráfica anterior, debemos resaltar la  $T_s$  en el interior de la vivienda la que oscila entre los 22,4 y 25,8°C aproximadamente. Estas cifras corresponden a los puntos de mayor temperatura entre las 17:00h y 21:00h en todos los espacios. Si bien las diferencias no son significativas, a partir de las 17:00h, la  $T_s$  en algunos espacios empieza a descender como, por ejemplo, en la **hab.5**, el **baño** y la **hab.1**. Otro aspecto importante que se aprecia en esta gráfica es el hecho de que las temperaturas de superficie son muy parecidas a la temperatura ambiente y presentan un comportamiento muy similar a lo largo del día.

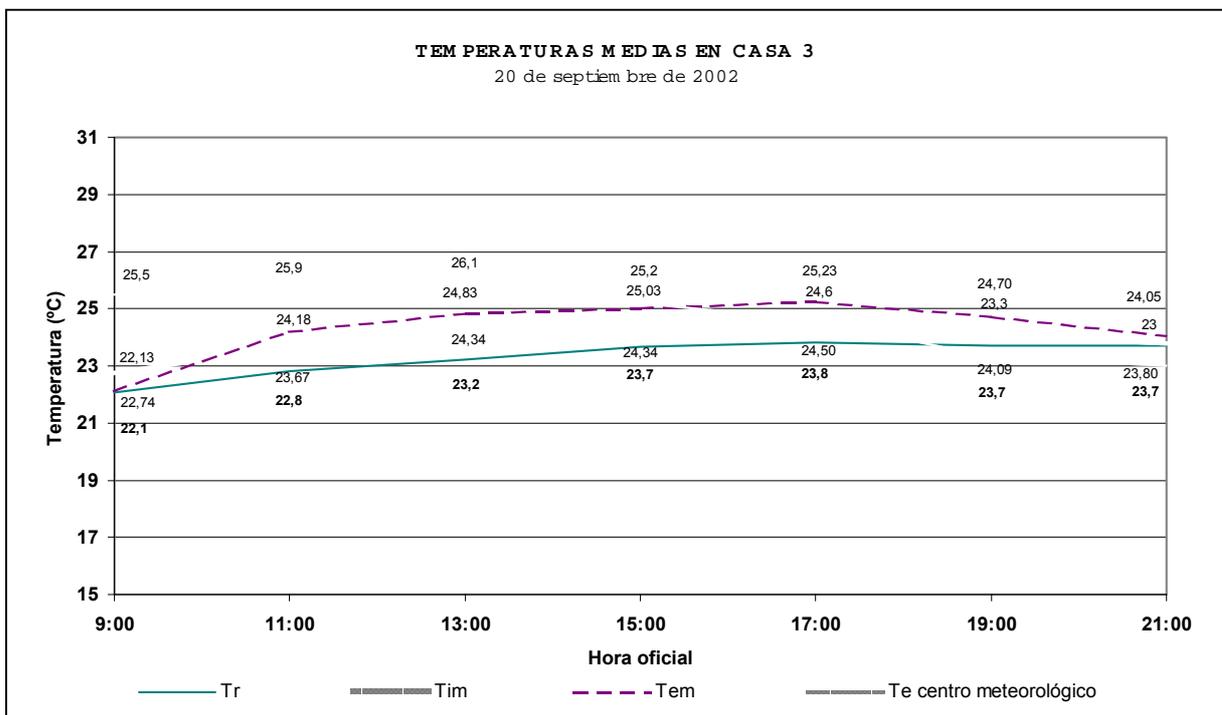
A continuación, se presenta el gráfico de las temperaturas de la cubierta, en el cual se puede observar que las curvas exhiben un comportamiento muy parecido al de la temperatura del suelo. Como podemos ver, el comportamiento de la cubierta y del suelo resulta muy similar al de las paredes. De hecho, experimentan temperaturas semejantes a lo largo de todo el día, y muy próximas



Graf.123 Temperatura de la cubierta en cada espacio de la vivienda tres, temperatura interior y temperatura exterior según datos del CMVG

a los valores de la temperatura ambiente interior. Por lo tanto, se podría afirmar que no generan incrementos ni tampoco descensos en la temperatura de sensación.

Al observar la siguiente gráfica y analizar de modo general el comportamiento de la vivienda en lo que respecta a la temperatura de las superficies interiores y la  $T_{mi}$ , así como al comparar estas curvas con la  $T_e$  según los datos recopilados en la parcela y los datos aportados por el CMVG, se aprecia que esta última se mantiene por encima de las otras entre las 9:00 y las 15:00h. Pero, a las 19:00 y 21:00h, tanto la  $T_r$  como la  $T_i$  le superan. Asimismo, hay que señalar que las curvas de la  $T_{im}$ ,  $T_r$  y de  $T_{em}$  en la parcela muestran valores muy semejantes con un comportamiento similar a lo largo del día.



Graf.124 Temperatura radiante ( $T_r$ ), temperaturas medias interior ( $T_{im}$ ), exterior ( $T_{em}$ ), y exterior de ese día según el CMVG

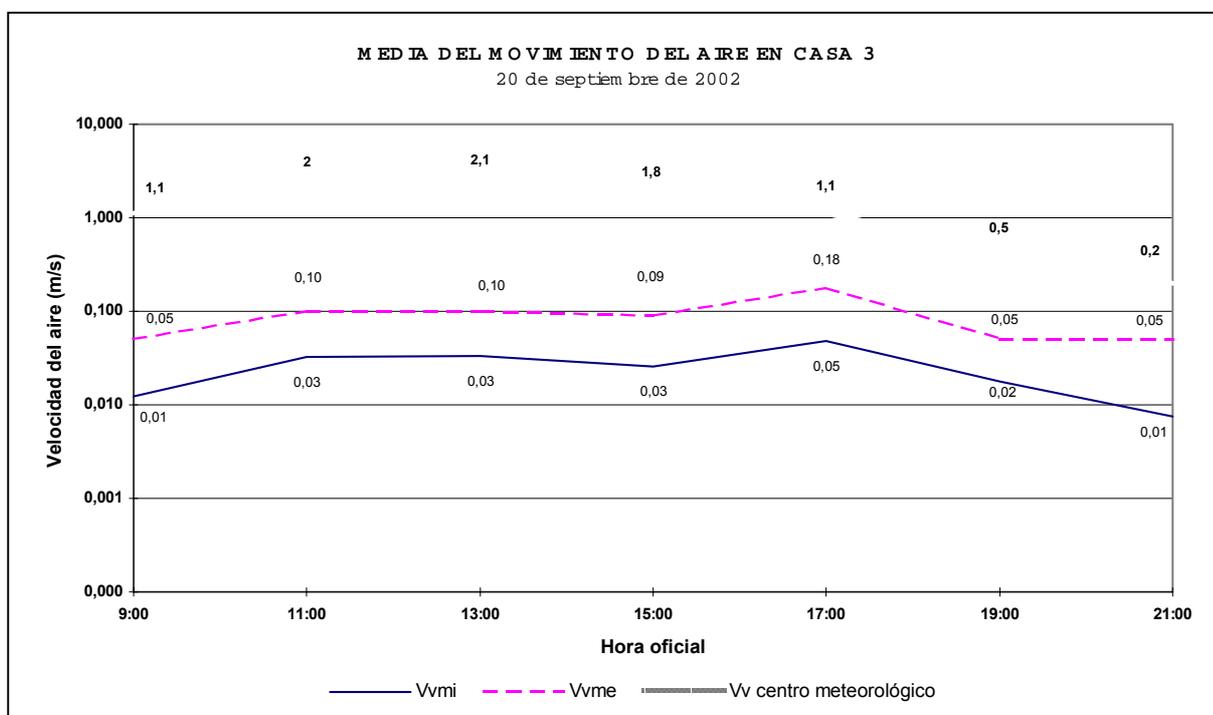
No obstante, las dos primeras se encuentran por debajo de la  $T_{em}$  en la mayor parte de los registros, aunque en la primera y última medición estas diferencias son muy reducidas, lo que induce a pensar que en las horas nocturnas el comportamiento es inverso al mostrado en el día; es decir, mientras la  $T_e$  desciende, la  $T_i$  y la  $T_r$  se mantienen por encima de ésta.

**En síntesis, la forma y la cantidad de radiación de T desde las paredes al interior de la vivienda es marcadamente diferente en cada una de las zonas, lo cual responde a la ubicación de cada espacio dentro de la casa 2, la orientación de las paredes y los materiales constructivos utilizados. Además, algunas diferencias pueden tener su origen en la presencia de árboles al este, sur y oeste de la parcela, los que impiden el calentamiento directo de las paredes que envuelven esta edificación por los**

rayos directos del sol. También, se debe señalar que no se presenta una gran variación en la Tsensación debido a que las temperaturas de las superficies interiores no son muy distintas a la Tmi. Sin embargo, hay que destacar que si las diferencias observadas durante las últimas mediciones se mantienen o aumentan, es probable que la Tsensación en la vivienda sea mayor que la Ta que puede ser percibida en el exterior durante la noche.

- **Movimiento del aire:**

Si comparamos las velocidades medias del aire registradas en el interior de la casa 3 con las de la parcela y los valores obtenidos por el centro meteorológico de Vilanova i la Geltrú, apreciamos algunos aspectos muy relevantes que se pueden ver en la siguiente gráfica.



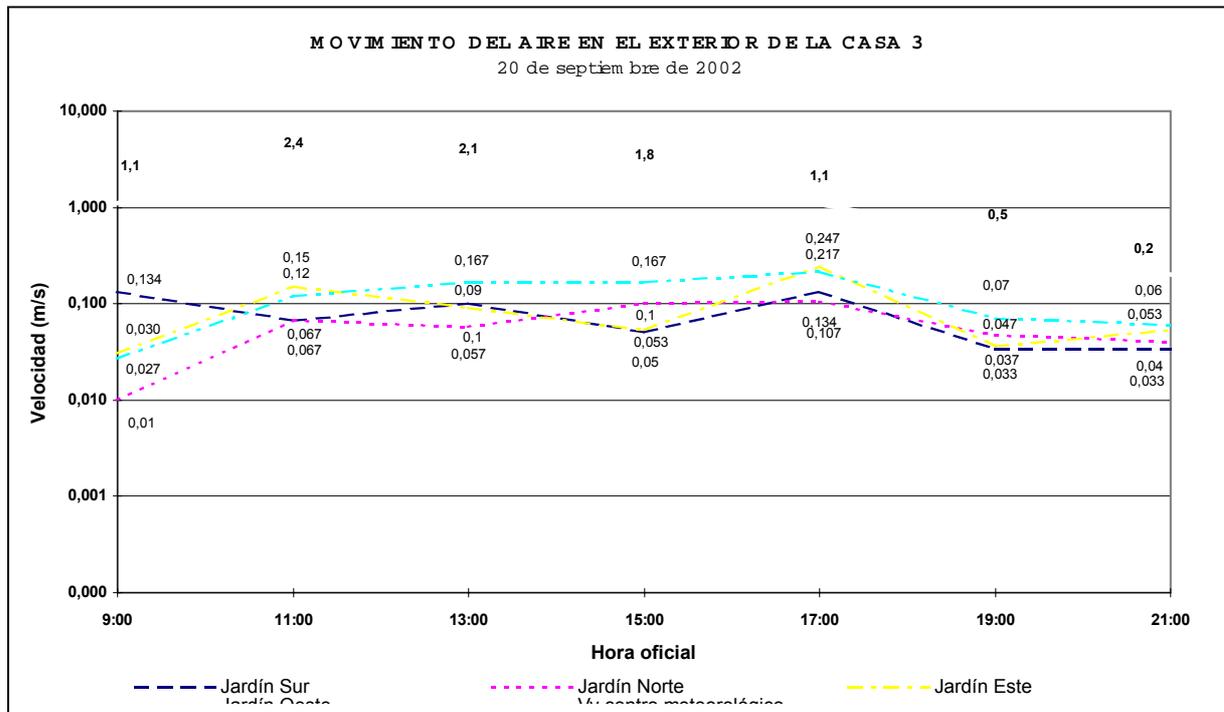
Graf.125 Velocidades medias del viento en el interior (Vvmi), exterior según datos en la parcela (Vvme), y exterior de ese día según el CMVG

Por una parte, destacan notables diferencias entre las velocidades registradas en el interior de la casa 3 y los datos aportados por el CMVG, ya que mientras la  $Vv_{m\acute{a}x}$  exterior alcanza los 2,1m/s, en el interior la media de la máxima velocidad del aire es apenas de 0,05m/s. Por otra parte, la  $Vv_{m\acute{a}x}$  en el exterior se da a las 13:00h, según el CMVG, y en la vivienda se da a las 17:00h.

Con respecto a las diferencias entre los registros de la parcela y los del CMVG vemos, en primer lugar, que la velocidad del aire presenta menos variaciones en la parcela, puesto que va de 0,05 a 0,18m/s, mientras que la velocidad del aire de ese día, según el CM, va desde 0,2m/s hasta 2,1m/s. En segundo lugar, mientras en la parcela el flujo del aire aumenta entre las 9:00h y

las 17:00h, cuando alcanza el valor máximo del día, el CMVG indica un aumento en la velocidad del aire entre las 9:00h y las 13:00h y, a partir de esa hora, un marcado descenso de la velocidad del flujo del aire, acercándose a los valores registrados en la parcela.

Antes de formular conclusiones sobre la incidencia del viento en la casa 3, resulta necesario delinear el comportamiento del aire en la parcela, por cuanto esto influye notablemente en la forma como se mueve el aire en el interior. Por consiguiente, en el siguiente gráfico, se representan las Vv en los distintos jardines en un día típico de verano. Los datos recogidos en cada uno de los jardines muestran una gran variabilidad en la Vv, pues presentan diferencias significativas en cada una de las mediciones. No obstante, todos los jardines registran las  $V_{v\text{máx}}$  a las 17:00h, así como también velocidades similares a las 19:00h y 21:00h. También es importante precisar que a partir de las 17:00h, cuando se presentan las  $V_{v\text{máx}}$ , el movimiento del aire tiende a disminuir hasta las 21:00h cuando se realizan los últimos registros.

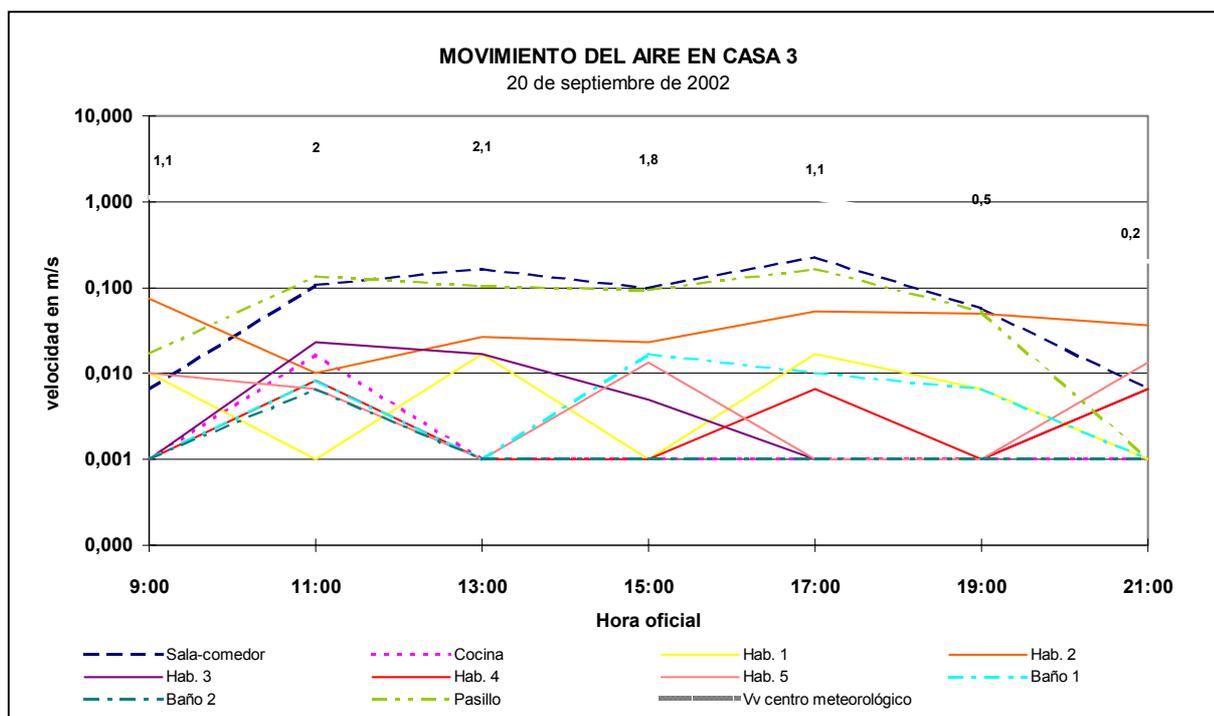


Graf.126 Velocidades del viento en los jardines y en el exterior según el CMVG ( $V_{v\text{ centro meteorológico}}$ )

La  $V_{v\text{máx}}$  de ese día es de 0,247m/s y se produce en el **jardín este**, con un valor que no afecta en gran medida la sensación térmica, pues reduciría en apenas  $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  aproximadamente el calor. Incluso, las  $V_{v\text{máx}}$ , como es el caso del **jardín este** a las 11:00 y 17:00h (0,15 y 0,247m/s) y en el **jardín oeste** entre las 13:00h y las 17:00h (0,167 y 0,217m/s) son percibidas como una brisa muy ligera al entrar en contacto con la piel. Igualmente, se observa que las  $V_{v\text{mín}}$ , con valores entre 0,01 y 0,067m/s, tienen lugar en los **jardines norte y sur** en un mayor número de ocasiones. En la mayor parte de los jardines, las  $V_{v\text{mín}}$  se registran a las 9:00h, cuando se marcan valores entre 0,01 y 0,03m/s, velocidades prácticamente nulas y que, de

acuerdo a la escala de Beaufort, se clasificarían como un período de calma.

De acuerdo a lo representado en el gráfico siguiente, en el interior de la vivienda 3, durante un día típico de verano, las corrientes de aire se presentan con velocidades muy distintas en los diferentes espacios, aunque en este período la mayor parte de los valores son prácticamente nulos, manteniéndose muy por debajo de las velocidades medidas en el exterior.



Graf.127 Velocidades del viento en el interior de la casa tres y en el exterior según el CMVG ( $V_v$  centro meteorológico)

Efectivamente, se puede destacar que en gran parte de los registros el anemómetro no detecta corriente de aire alguna en 29 de las 70 mediciones realizadas, como se puede ver más claramente en la siguiente tabla. La  $V_v$  es considerada equivalente a 0m/s, pero en otras 26 mediciones apenas llega a 0,01 ó 0,02m/s, lo que nos indica que, en más de un 50% de los registros en el interior de la casa 3 durante un día típico de verano, las velocidades del aire son prácticamente nulas y totalmente inapreciables.

Tabla 34. Velocidades del aire en la casa 3. 20 de septiembre de 2002

Hora	Sala-comedor	Cocina	Hab.1	Hab.2	Hab.3	Hab.4	Hab.5	Baño 1	Baño 2	Pasillo
9:00	0,01	0	0,01	0,07	0	0	0,01	0	0	0,02
11:00	0,11	0,02	0	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13
13:00	0,17	0	0,02	0,03	0,02	0	0	0	0	0,10
15:00	0,10	0	0	0,02	0,01	0	0,01	0,02	0	0,09
17:00	0,23	0	0,02	0,05	0	0,01	0	0,01	0	0,17
19:00	0,06	0	0,01	0,05	0	0	0	0,01	0	0,05
21:00	0,01	0	0	0,04	0,01	0,01	0,01	0	0	0

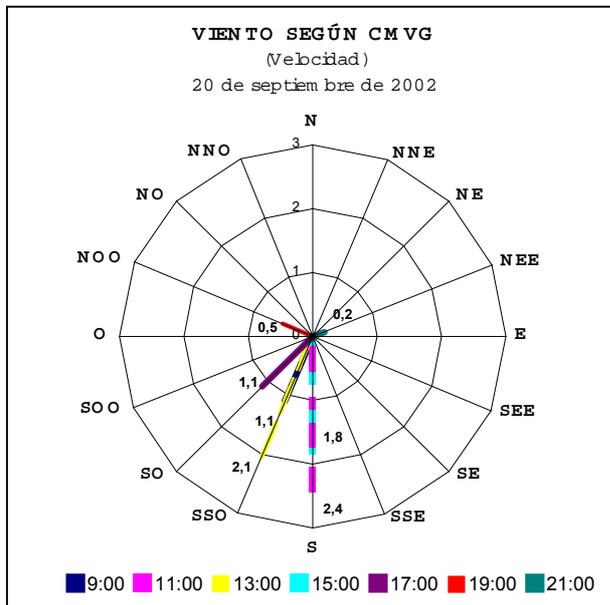
La  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  anotada se produce a las 17:00h en la **sala-comedor** y equivale a 0,23m/s. Esta \u00e1rea y el **pasillo** son las que registran las velocidades del aire m\u00e1s elevadas durante todo el d\u00eda, seguidas de la **hab.2** que, a las 9:00 y a las 21:00h, muestra la  $V_v$  m\u00e1s alta en esas mediciones. Los otros espacios de la vivienda no llegan a superar los 0,023m/s y, en muchos de ellos, no se percibe el flujo del aire en varias mediciones. Esto quiere decir que ninguna de estas  $V_v$  afectan en gran medida la  $T_a$ , pues solamente cuando alcanza los 0,227m/s pudiera reducir la sensaci\u00f3n t\u00e9rmica alrededor de 1\u00b0C.

Como ya se ha mencionado, hay momentos en los cuales ni siquiera el anem\u00f3metro aprecia el flujo del aire. Esto ocurre a las 9:00h, en las **hab.3 y 4**, la **cocina** y los **ba\u00f1os**; a las 13:00h, en las **hab.4 y 5**, la **cocina** y los **ba\u00f1os**; a las 15:00h, en las **hab.1 y 4**, en el **ba\u00f1o 2** y en la **cocina**; a las 19:00h, en la **cocina**, el **ba\u00f1o 2**, las **hab.3, 4 y 5**; a las 21:00h, en la **hab.1** y en el **ba\u00f1o 2**. De acuerdo a lo anterior, todos los espacios de la vivienda muestran un cierto flujo del aire a las 17:00h, hora que coincide con las  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  registradas durante ese d\u00eda en el interior de esta vivienda.

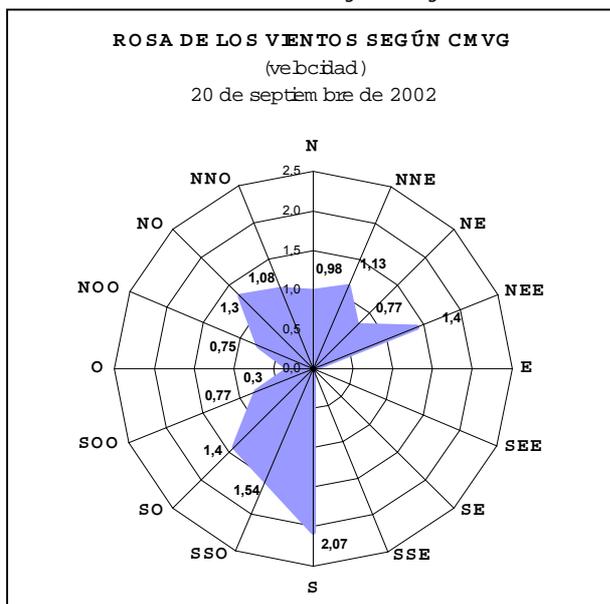
Sobre la direcci\u00f3n y la velocidad del flujo del aire en Vilanova i la Geltr\u00fa tenemos que, de acuerdo a los datos recopilados a las mismas horas en que se realizaron las mediciones en la casa 3, las mayores velocidades del flujo del aire fueron alcanzadas por las corrientes de aire que provienen del **S**, aunque tambi\u00e9n resultan significativas las velocidades del viento del **SSO** a las 13:00h (2,1m/s). No obstante, vale recordar que estos valores pueden ser calificados por la escala de Beaufort como una brisa ligera, que puede ser percibida en la cara, mientras que

aquellas que van de 0,5 a 1,1m/s corresponden a aires ligeros, que no se perciben. Adem\u00e1s, podemos ver que el viento llega en dos ocasiones del **S** y en otras dos de **SSO**.

Los valores, tanto de frecuencia como de velocidad del aire, obtenidos durante las mediciones, no distan en gran medida de los resultados de todo el d\u00eda tomados por el CMVG. Las  $V_{v\text{m}\acute{a}x}$  alcanzadas, como se puede ver en la rosa de los vientos, tambi\u00e9n se produce en el **S**, seguido del **SSO**, pero tambi\u00e9n se ven corrientes de aire con velocidades representativas del **NEE** y del **NO**, que no fueron registradas a las horas en que se realizaron las mediciones. En cuanto a las frecuencias en la direcci\u00f3n del viento, son m\u00e1s frecuentes los vientos del **SSO**, seguidos de los vientos del **S** y del **NNO**, lo que en cierta medida se aproxima a los resultados de la



Graf.128 Rosa de los vientos con  $V_{ve}$  seg\u00fan los registros del CMVG



Graf.129 Rosa de los vientos con direcci\u00f3n y velocidades medias del d\u00eda

dirección del viento obtenidos en la parcela, como se puede ver en la siguiente rosa del viento.

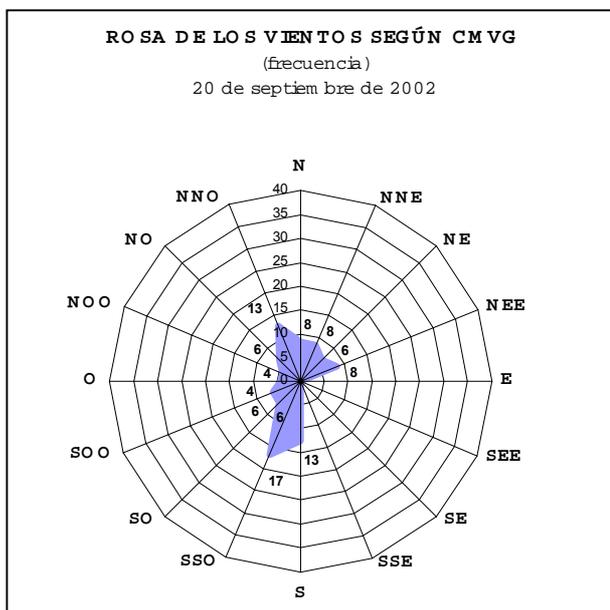
Sobre la dirección del viento en la parcela de la casa 3, podemos afirmar que la procedencia del flujo del aire es muy variable. No obstante, en la mayoría de las mediciones, el viento procede del **SSO** o del **SSE**, ya que de un total de 28 mediciones realizadas ese día, el aire llega desde la primera dirección en 8 registros y, desde la segunda, en otras 8. Solamente en 4 mediciones el viento llega desde el **NEE** y en otras 3 desde el **NNO**.

Al comparar esta rosa de los vientos con la del interior de la casa se podría afirmar que son muy diferentes, pero en ambos casos la dirección más frecuente es el **SSE**, la que además es la más frecuente a las 17:00h y 19:00h, tanto en el interior como en el exterior de la casa 3. Así también, a las 9:00h, los resultados son muy similares, tomando en cuenta que en el interior, en la mayor parte de los espacios, el viento procede desde el **N**, mientras que en tres jardines se indica que el viento viene del **NNO** y, en uno, del **NNE**.

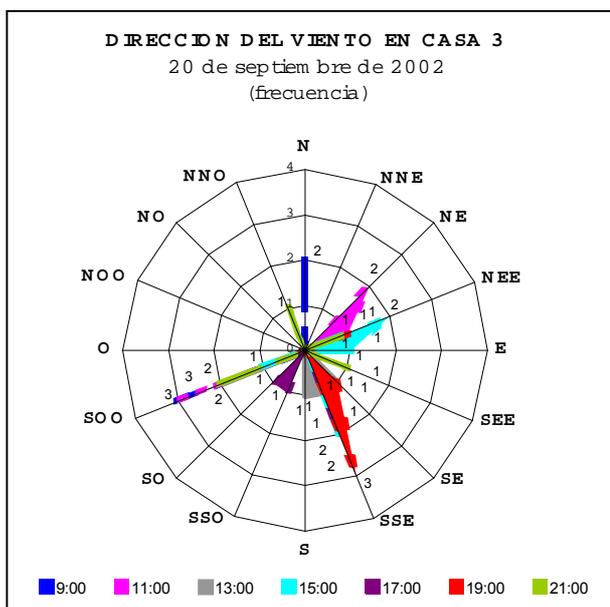
En cuanto a la dirección del aire, éste llega al interior de la casa 3 en verano de forma tan variable como sucede con la velocidad del aire, lo cual se puede apreciar claramente en la rosa de los vientos donde se identifican frecuencias distintas para las diferentes direcciones según la hora del día. Sin embargo, sin negar la variabilidad en la dirección del viento, se puede afirmar que los vientos procedentes del **SOO** y del **SSE** son percibidos en más ocasiones. Se observa, por ejemplo, que el movimiento

procedente del **SOO** aparece hasta en 3 áreas a las 9:00h y 11:00h, a las 13:00h y 21:00 en 2 y a las 15:00h y 17:00h en 1. También se nota una mayor frecuencia del aire que proviene del **SSE**, pues a las 19:00h es registrado en 3 espacios; a las 15:00h y 17:00, en 2 espacios y a las 13:00h, en 1.

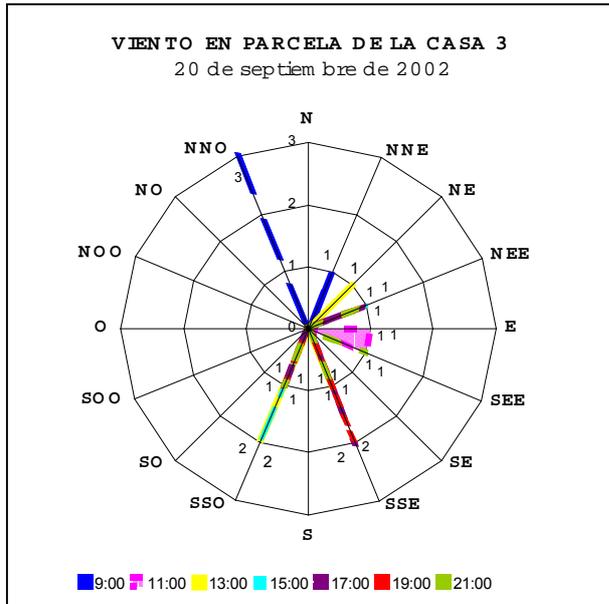
De modo general, se puede señalar que, entre las 9:00h y las 13:00h, el viento del **SOO** es el predominante. Pero también hay que acotar que a las 9:00h y a las 13:00h no se percibe movimiento de aire alguno en la mitad de los espacios. Mientras que, a las 11:00h, en cuatro recintos, el viento viene del **SOO**, en dos desde el **NE** y, en las otros la procedencia es del **E**, **NE**, **NEE** y del **SE**. Durante la tercera medición ocurre algo parecido a la primera, ya que en cinco puntos de la vivienda no se registran valores de  $V_{vi}$ , mientras que en dos de ellas el aire llega del



Graf.130 Rosa de los vientos con frecuencia según datos del CMVG



Graf.131 Rosa de los vientos con frecuencia en la dirección del aire en el interior de la vivienda tres



Graf.132 Rosa de los vientos con frecuencia en la dirección del viento percibido en la parcela de la vivienda tres

**SOO** y en otras tres del **S, SSE** y **SE**. A partir de las 15:00h, el viento parece cambiar, ya que a esta hora se puede ver que en dos ocasiones el viento llega del **SSE** y en otras dos del **NEE**, mientras que en cuatro recintos no se percibe movimiento del aire. Asimismo, a las 17:00h, el viento procede en dos de los espacios del **SSE** y, en los otros cuatro, el aire procede del **SE, SSO, SO** y del **NEE**. Pero, a las 19:00h, observamos nuevamente que en la mitad del área total de la casa 3 no se percibe movimiento del aire, mientras que en tres espacios el aire es percibido desde el **SSE** y, en otros dos, desde el **SE** y del **NEE**. A las 21:00h, el viento accede desde puntos muy variados, puesto que en dos recintos llega del **SOO** y en otros tres del **NNO, NEE** y del **SEE**, mientras que en los otros recintos no se registra ninguna Vv.

**Por consiguiente, de acuerdo a todo lo anterior, en la casa 3, en la mañana, durante un día típico de verano, el viento parece provenir en mayor medida del SOO, mientras que en la tarde, como se puede apreciar, el viento procede del SSE en la mayoría de las ocasiones, aunque también llega desde otras direcciones.**

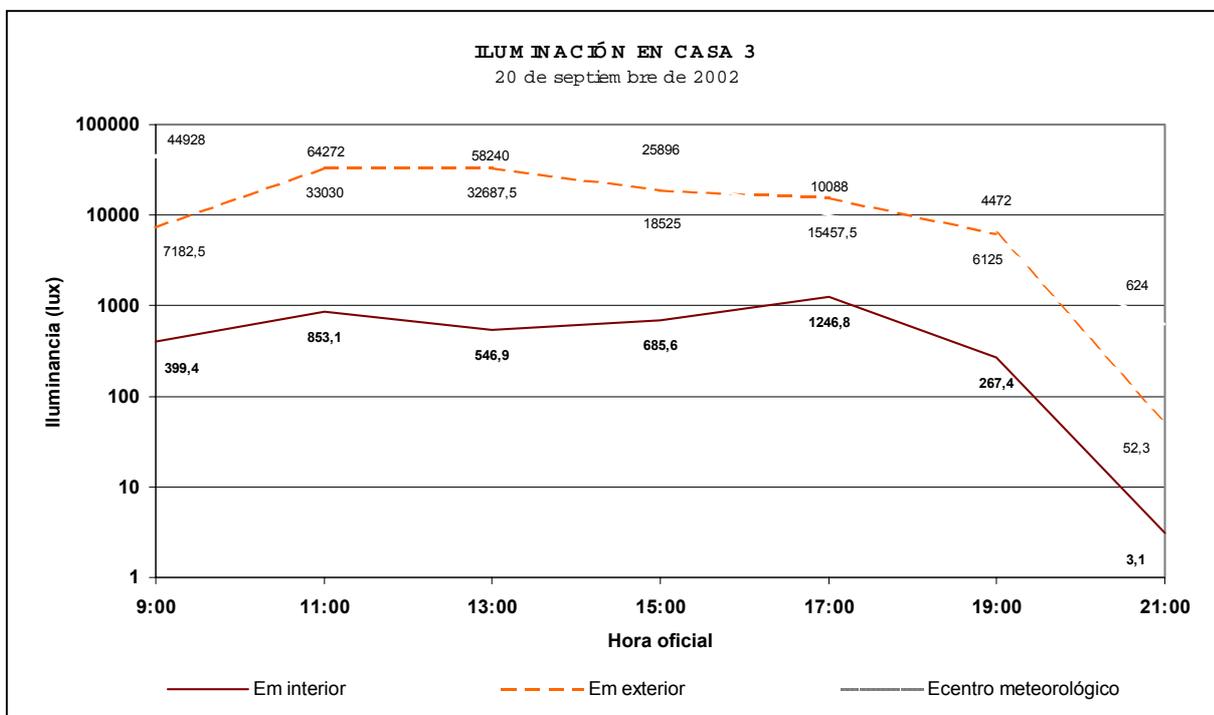
Asimismo, hay que señalar que las diferencias entre los valores de la Vv y de la Vd registrados en el interior, en la parcela y en el CMVG se pueden explicar por las características del contexto y muy especialmente por la presencia de otras viviendas próximas al norte y este de la parcela, así como el tener una vía, que funciona como pasillo de ventilación, colindando por el oeste. Asimismo, la orientación de la mayor parte de las ventanas y puertas, al este y oeste, que determinan una ventilación cruzada y que pueden reconducir los flujos de aire modificando la dirección de su procedencia y la velocidad.

Al igual que en primavera, hay momentos en los cuales no se llegan a detectar flujos de aire en el interior. Sin embargo, cuando se registran movimientos de aire, las velocidades alcanzadas son inferiores a las establecidas en primavera, puesto que se marcan valores de apenas 0,23m/s, velocidad que no permite percibir claramente los movimientos de aire y que difícilmente pueden disminuir la temperatura de sensación. Por tanto hay que decir que estas corrientes no afectan de modo significativo la temperatura de sensación en la casa 3, ni ayudan a reducir los elevados % de HR, ya que como ya se ha mencionado la mayor parte de

los valores alcanzados corresponden, según la escala de Beaufort, a un período de calma donde tan solo en la sala o en el pasillo podría llegar a reducir la temperatura en  $\frac{1}{2}$  ó  $1^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3.3.2. Comportamiento Lumínico

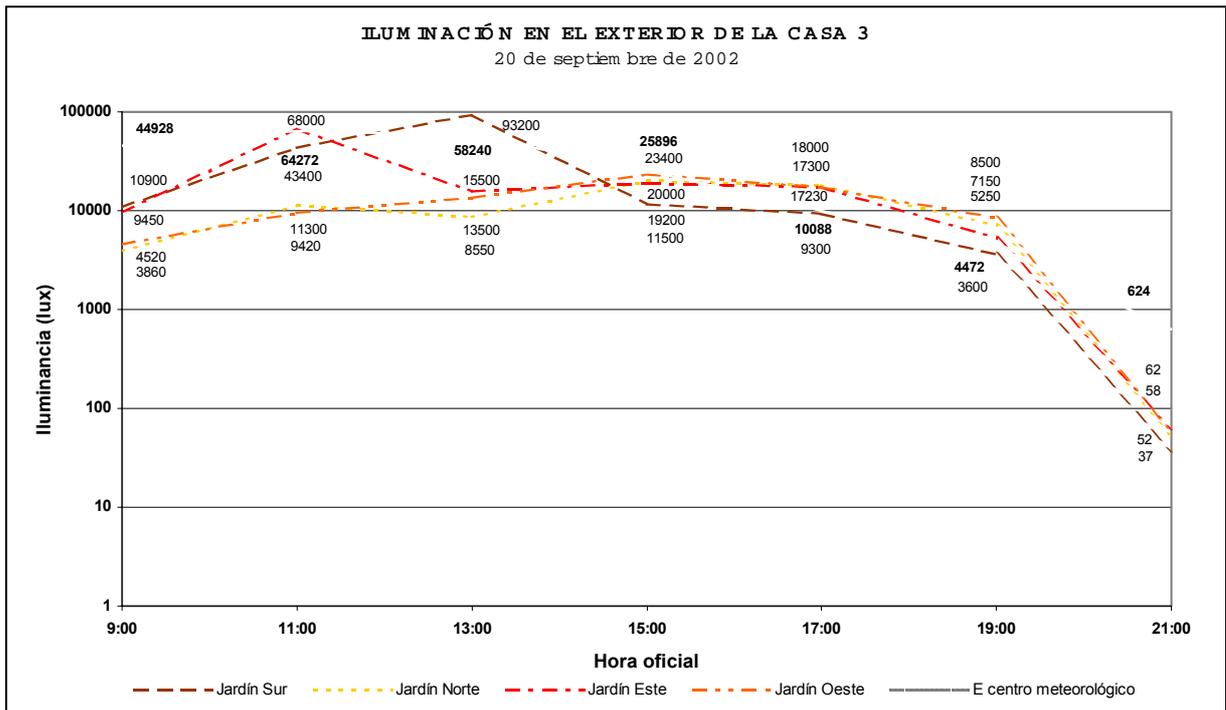
Si comparamos los valores medios de iluminación natural del interior y del exterior de la casa 3 con los del CMVG, apreciamos que los datos registrados por el centro constituyen valores propios de un día variable. Uno de los aspectos más significativos que se puede observar en la gráfica anterior es la gran diferencia entre los valores de  $E_m$  interior,  $E_m$  exterior y  $E_e$  cmvg. Esto evidencia la existencia de elementos que reducen el paso de la luz natural en la propia vivienda o bien de elementos que dan mayor sombra como puede ser el alero orientado al sur que afecta directamente la luz que recibe la sala-comedor.



Graf.133 Iluminancias medias interior y exterior de la vivienda tres e iluminancia según datos del CMVG del mismo día

La hora de mayor radiación tiene lugar a las 11:00h, según el CMVG y los datos recogidos en la parcela. No obstante, en el interior de la casa, el mayor registro de luz natural se da a las 17:00h y corresponde a 1246,8lux. Esto se debe a que encontramos una menor proporción de aberturas al sur como para tener unas iluminancias mayores. Por otra parte, el momento de menor incidencia solar es a las 21:00h, cuando se detectan 3,1lux en el interior, que es un valor considerado insuficiente para la realización de las actividades propias del hogar en condiciones lumínicas adecuadas, exigiéndose el uso de iluminación artificial. En la parcela a esta misma hora la  $E_e$  es 52,3lux y, según el CMVG, 624lux, que es luz suficiente para realizar actividades con un esfuerzo visual medio o alto, pero de poca duración.

En el gráfico de iluminación del exterior de la casa en verano, que presentamos a continuación, podemos destacar, en primer lugar, el registro de unos niveles en la parcela muy próximos a los del CMVG. En segundo lugar, entre las 9:00 y las 15:00h las curvas de E de los jardines presentan formas muy diferentes, pero a partir de esta última medición y hasta las 21:00h, sin mostrar los mismos valores, las curvas se asemejan y las diferencias entre las magnitudes de los niveles de E entre un jardín y otro se reducen. En tercer lugar, debemos destacar una  $E_{máx}$  de 93200lx a las 13:00h y una  $E_{mín}$  de 37lx, en el mismo en el jardín sur a las 21:00h.



Graf.134 Niveles lumínicos en la parcela de la vivienda tres comparados con los niveles de iluminación según los datos del mismo día del CMVG

El **jardín sur** muestra los niveles lumínicos más elevados entre la primera y la tercera medición, pero a partir del cuarto registro exhibe las E más bajas de toda la parcela. Una razón que explica este comportamiento es la protección que ofrecen los árboles ubicados en este sector. De un modo similar a la anterior, se presenta la curva del **jardín este** cuya iluminación aumenta considerablemente a las 11:00h, alcanzando los 68000lx. A las 13:00h, con 15500lx, se acerca al valor registrado en el jardín oeste y, a partir de ese momento, mantiene unos valores similares a los del oeste y norte. Los **jardines oeste** y **norte** tienen un comportamiento muy parecido; en efecto, las curvas son casi idénticas, con diferencias muy leves en los rangos lumínicos. Entre las 15:00h y las 19:00h son los que presentan los registros más elevados de E natural y no hay elementos de gran altura que den sombra y que protejan de la incidencia solar directa durante las horas de la tarde. De hecho, los niveles no son más altos porque desde las 15:00h el cielo se fue nublando hacia el oeste.

Es necesario señalar que las mediciones fueron realizadas durante un día variable, con presencia de bruma y algunas nubes

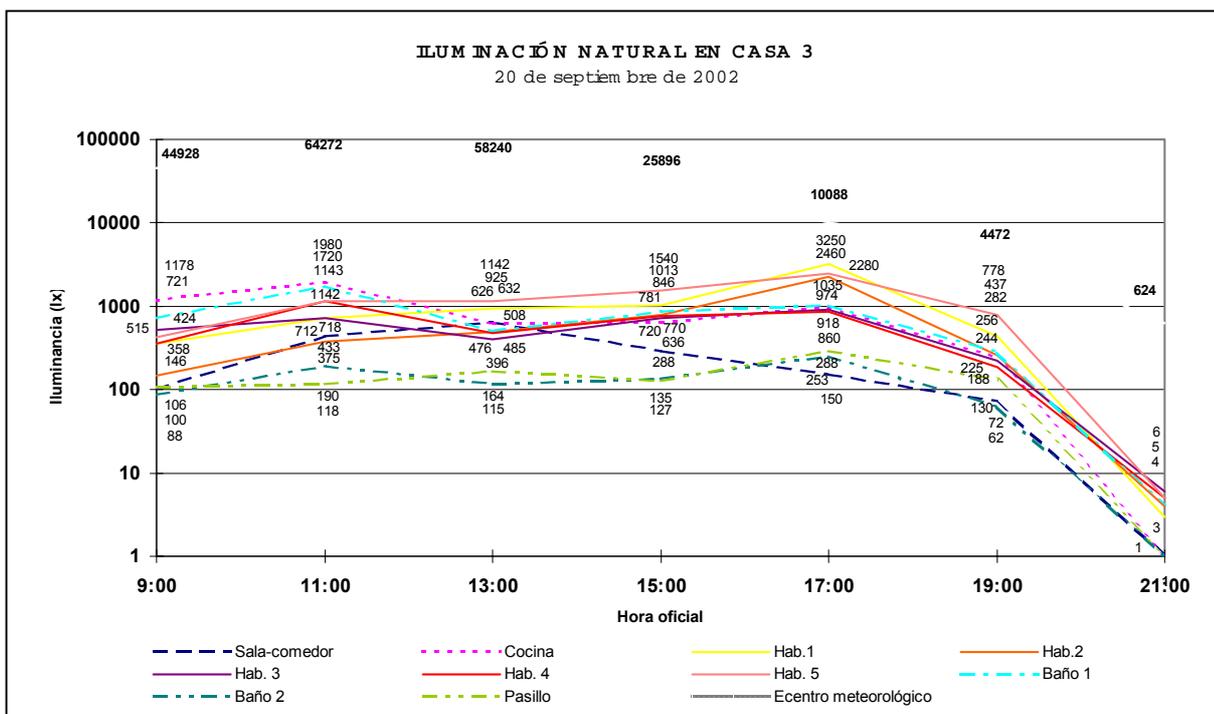
hacia el S, sobre el mar, hasta aproximadamente las 11:00h; despejado hasta cerca de las 18:00h, nublado hasta la última medición desde el SO hasta el NO y con bruma en el resto del cielo. Esto sin duda influyó en la variabilidad de los valores de L del cielo y de E en la parcela.

El comportamiento lumínico de la casa 3 se puede apreciar en la siguiente tabla en la cual aparecen los valores registrados el 20 de septiembre de 2002 en las diferentes habitaciones de esta vivienda.

Tabla 35. Niveles lumínicos en la Casa 3. 20 de septiembre de 2002

Hora	Sala-comedor	Cocina	Hab. 1	Hab. 2	Hab. 3	Hab. 4	Hab. 5	Baño 1	Baño 2	Pasillo
9:00	100	1178	358	146	515	358	424	721	88	106
11:00	433	1980	712	375	718	1142	1143	1720	190	118
13:00	632	626	925	485	396	476	1142	508	115	164
15:00	288	636	1013	781	720	770	1540	846	135	127
17:00	150	974	3250	2280	918	860	2460	1035	253	288
19:00	72	244	437	256	225	188	778	282	62	130
21:00	1	1	3	4	6	5	5	4	1	1

Al igual que en primavera, los diferentes espacios presentan un comportamiento muy distinto, lo cual responde a las diferentes orientaciones de los espacios y sus ventanas. Esto se puede ver más claramente en la siguiente gráfica donde, de acuerdo a las formas de las curvas y, por ende, a los valores de E, se pueden reconocer 5 grupos. El primero, conformado sólo por la **hab.5**; el segundo, por el **baño 2** y el **pasillo**; el tercero, por la **hab.1** y la **hab.2**; el cuarto, por la **cocina**, el **baño 1** y las **hab3**



Graf.135 Niveles lumínicos en el interior de la vivienda tres comparados con los niveles de iluminación según los datos del mismo día del CMVG

y **4**, y, finalmente, el quinto grupo que incluye la **sala-comedor**.

El nivel de  $E_{m\acute{a}x}$  se da a las 17:00h en la **hab.1**, con un valor de 3250lx, muy superior a los niveles recomendados para la iluminación general de las habitaciones. En cuanto a la  $E_{m\acute{i}n}$ , éste se observa a las 21:00h en 4 espacios diferentes, la **sala-comedor**, la **cocina**, el **baño 2** y el **pasillo**, con un valor prácticamente nulo. **La hab.5**, al igual que en primavera, es el espacio que registra los niveles más elevados durante la mayor parte de las mediciones, aunque presenta unas variaciones muy marcadas. Entre las 9:00h y las 19:00h, este espacio registra unas E muy superiores a los recomendados por diversos autores, tanto para la iluminación general como para la específica. Aunque de acuerdo a los valores sugeridos por Steegman (1986), se clasifica durante la primera medición como iluminación recomendada y óptima.

En contraposición al comportamiento de la hab.5, tenemos los resultados del **baño 2** y del **pasillo**, que presentan los niveles lumínicos más bajos de toda la vivienda en casi todas las mediciones, alcanzando valores máximos de 253 y 288lux, respectivamente. Es importante señalar que, a diferencia del dormitorio 5, cuyas ventanas se orientan al oeste, las del baño 2 están orientadas al este, lo cual explicaría las notables diferencias en los registros de la tarde.

Con relación al **pasillo**, se debe tener en cuenta que Serra y Coch (1995), de acuerdo al tipo de actividad que se desarrolla, aceptan para el pasillo, por ser un espacio de circulación, un valor mínimo de iluminación de 250lx. Por consiguiente, solamente a las 17:00h se logra superar el valor mínimo, cuando registra 288lx. Sin embargo, de acuerdo a Steegmann (1986), el pasillo entre las 9:00h y las 19:00h oscila entre la mínima y la recomendada por el autor. En cuanto al **baño 2**, conforme a las recomendaciones de Muñoz (1994) y del CIE [Gandolfo,s.f.,p.122], debemos decir que los valores registrados entre las 11:00h y 17:00h están por encima de los 100lx indicados para la iluminación general y debajo de los 500lx indicados para los espejos.

Las curvas de los espacios que conforman el tercer grupo, es decir, la **hab.1** y **2**, representan una oscilación diaria similar a la hab.5, aunque sus valores se mantienen por debajo y muy especialmente a las 17:00h, cuando alcanzan 3250 y 2280lx, cada uno. Entre las 9:00h y las 15:00h las E no experimentan grandes variaciones, pues se dan aumentos muy leves entre una hora y otra, mientras que a partir de las 15:00h los aumentos y descensos de la iluminación se producen de forma más marcada. Sin embargo, en los dos casos, las E se pueden considerar como elevadas por superar lo indicado por Steegman (1986), Muñoz (1994) y el CIE [Gandolfo, s.f.]. La **cocina**, el **baño 1** y las **hab.3** y **4** muestran unas curvas muy similares a lo largo de todo el día. Se caracterizan por presentar los niveles lumínicos más altos durante las dos primeras mediciones y por mantener los valores medios desde las 15:00h hasta las 19:00h. En este caso, la

oscilación en la cocina va desde 1980lx a las 11:00h hasta 1lx a las 21:00h.

Según los tipos de espacios y las actividades que allí se deben realizar, debemos señalar que la **cocina** a las 9:00h y 11:00h se encuentra muy por encima de los 1000lx, considerados óptimos para su iluminación por Steegmann (1986), lo cual puede provocar algunos problemas de deslumbramiento en los usuarios. Por el contrario, a las 21:00h, al presentar un nivel lumínico prácticamente nulo, de 1lx, está exige el uso de iluminación artificial para el desarrollo de cualquier actividad. Entre las 13:00h y las 19:00h, los valores están por debajo del valor óptimo, pero por encima de los 200lx considerados mínimos por el autor. No obstante, según Muñoz (1994) y el CIE [Gandolfo, s.f.], los valores registrados son superiores incluso a los recomendados para el área de trabajo, a excepción de las 19:00h cuando se acerca al establecido para la iluminación general de la cocina.

Por su parte, el **baño 1**, a excepción de las 13:00h y 19:00h, excede los valores considerados como óptimos por diversos especialistas tanto para la E general como la específica, mientras que a las 21:00h este espacio efectivamente se encuentra a oscuras. Es importante indicar que a las 13:00h, con 508lx, sobrepasa muy levemente los 500lx recomendados para la iluminación de espejos por Muñoz (1994) y el CIE [Gandolfo, s.f.]. Mientras que a las 19:00h, cuando alcanza 282lx, supera los 200lx considerados como recomendables para la iluminación del baño por Steegmann (1986).

En lo que respecta a las **hab.3 y 4**, los valores están muy por encima de las indicaciones dadas por algunos especialistas para E general o de las  $E_{\min}$  sugeridas por ellos. Sin embargo, también podemos observar que a las 9:00h, en la hab.4 apenas se sobrepasan los 350lx sugeridos por Muñoz para la E en la cabecera de la cama. Asimismo, a las 19:00h se registran valores muy cercanos a los 200lx sugeridos para E específica por el CIE [Gandolfo, s.f.]. De acuerdo con Steegmann (1986), quien en general toma niveles más elevados que otros autores, a las 9:00h, 13:00h y 19:00h, los niveles lumínicos se ubican entre el valor recomendable y el óptimo.

En el quinto grupo, que abarca solamente la **sala-comedor**, se pueden advertir unos niveles lumínicos más cercanos a los recomendados por diversos especialistas, ya que entre las 9:00h y las 17:00h la E oscila entre 100 y 632lx. De acuerdo a las sugerencias de Steegmann (1986), esta oscilación va desde un nivel considerado como mínimo para el comedor, 100lx, hasta un valor un tanto superior a los 600lx considerados óptimos para la sala, llegando incluso a exceder el nivel previsto como apropiado para el comedor. No obstante, y de acuerdo a las recomendaciones del CIE [Gandolfo, s.f.] y de Muñoz (1994), solamente a las 9:00h se percibe un valor apropiado para la E general de la sala y a las 17:00h, para el comedor, mientras que en los otros registros se observan datos cercanos a los



Foto 110. Tomada en el baño dos, que es uno de los espacios que mantiene los niveles lumínicos más bajos del día

recomendados para la iluminación, pero no son exactamente los mismos.

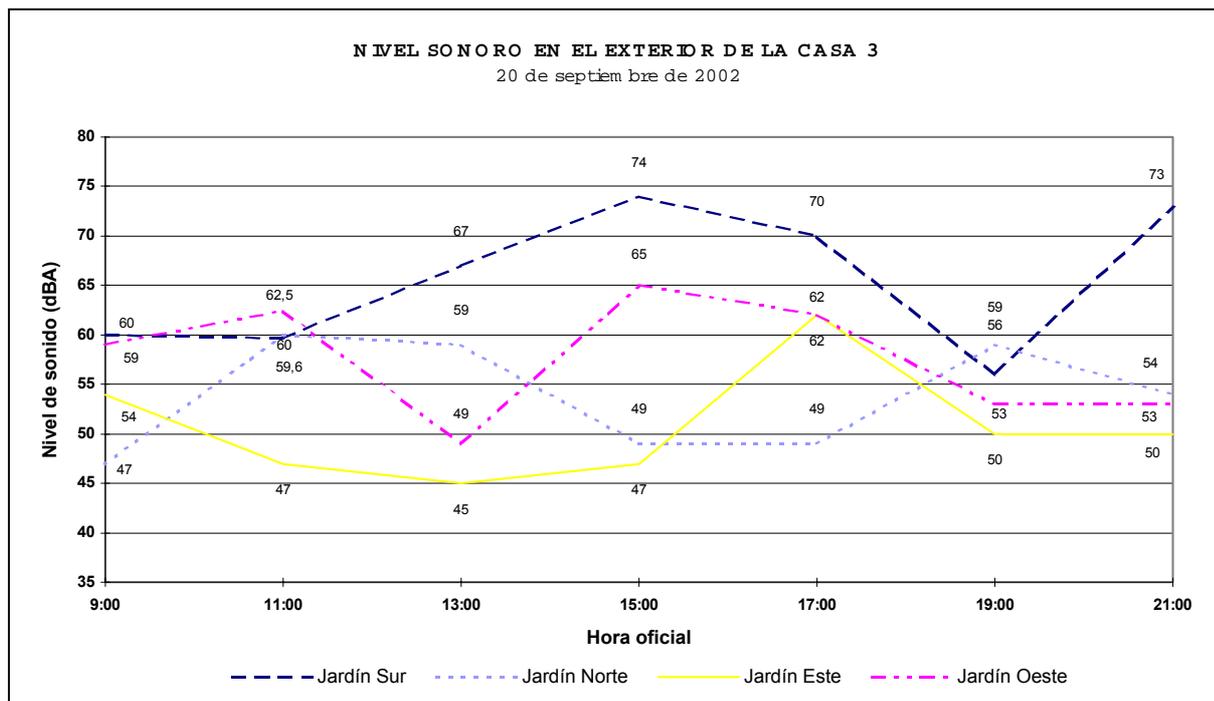
**En síntesis, de acuerdo a los resultados obtenidos en el interior, podemos afirmar que en algunos registros los espacios presentan niveles muy superiores a los considerados óptimos para realizar las actividades adecuadamente, mientras que en otros datos las E son inferiores. En el primer caso, se pueden presentar ciertas molestias en la visión durante el desarrollo de determinado tipo de actividades debido a un exceso de luz y los fuertes contrastes entre los valores lumínicos generales y específicos. En otros momentos del día, la evidente falta de luz origina otro tipo de inconvenientes como, por ejemplo, dolores de cabeza por el esfuerzo realizado para poder enfocar bien las imágenes.**

**Se puede calificar como un problema grave en todos los recintos el deslumbramiento producido a ciertas horas del día, debido principalmente a las significativas diferencias entre los niveles de E y a los fuertes contrastes percibidos a una misma hora al pasar de un espacio al otro. Así como a los elevados niveles de iluminancia que son registrados en algunos espacios como la cocina, las habitaciones y el baño 1. Aunque hay que señalar que durante el día en que se realizan los registros tiene lugar un fuerte descenso de los valores de iluminancia entre las 19:00h y 21:00h en todos los espacios hasta alcanzar un nivel lumínico inapropiado para realizar prácticamente cualquier actividad sin utilizar iluminación artificial.**

### **2.3.3.1. Comportamiento Acústico**

En cuanto al comportamiento acústico de la parcela, se puede señalar que se aprecian notables diferencias entre los jardines. Los  $NS_{\text{mín}}$  y  $NS_{\text{máx}}$  se presentan en distintos momentos del día, de manera que resulta difícil determinar el período de mayor incidencia del ruido. Se observan, también, importantes incrementos y disminuciones de los NS en ciertas horas del día, aunque se identifican momentos con leves variaciones o con los mismos niveles sonoros.

El **jardín sur** es el que exhibe los NS más elevados durante todo el día, mientras que el **este** presenta los más bajos. El  $NS_{\text{máx}}$  del día, 74dB, se produce a las 15:00h en el jardín **norte** el que, como ya se ha mencionado, da hacia el Paseo Marítimo Ribes Roges, vía importante dentro de Vilanova i La Geltrú. El  $NS_{\text{mín}}$  se registra a las 13:00h, en el **jardín este** que colinda con un terreno baldío.

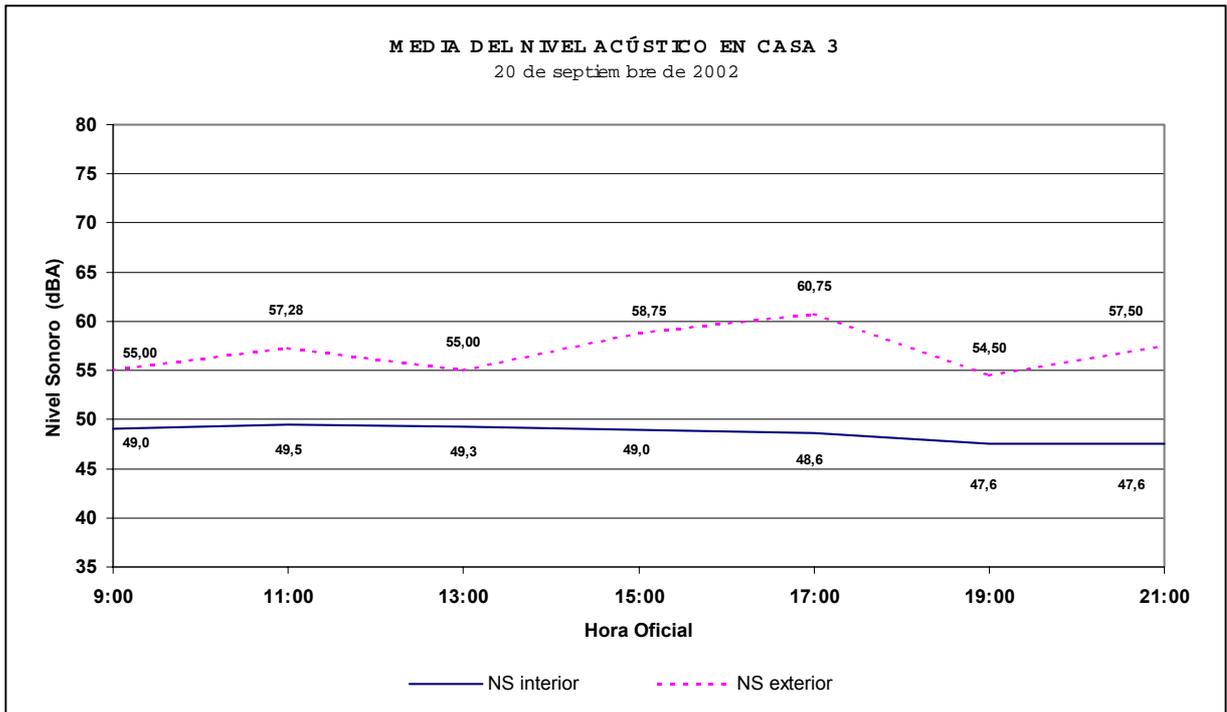


Graf.136 Niveles sonoros observados en los cuatro jardines de la vivienda tres

El NS del **jardín norte** fluctúa entre 47 y 60dBA y, en determinados momentos del día, presenta unas variaciones muy marcadas, siendo la máxima de 13dB entre las 9:00 y las 11:00 de la mañana. No obstante, también se nota que se mantiene el mismo NS entre las 15:00 y las 17:00h, y una variación de apenas 1dB entre las 11:00h y las 13:00h. También debemos puntualizar que durante todas las mediciones se registran valores superiores a los 45dB, establecidos por Cavanaugh y Wilkes (1999) como propios de una calle tranquila.

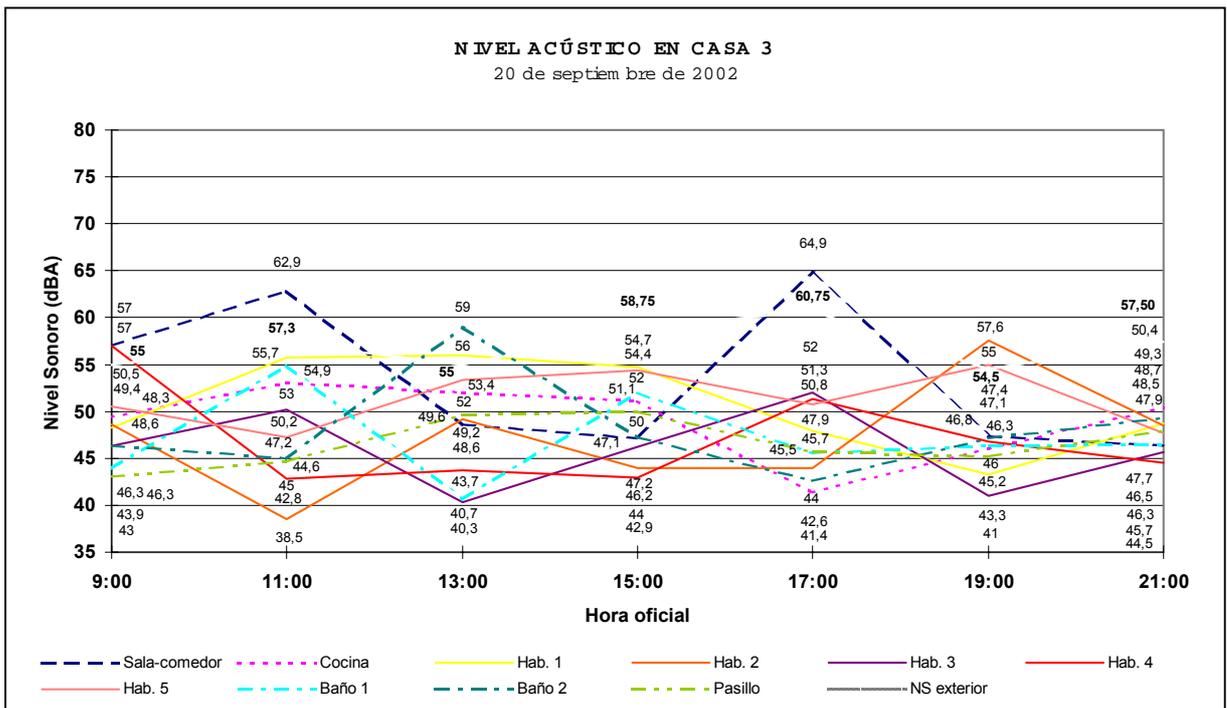
Al observar la curva del **jardín oeste** sobresalen los fuertes cambios de los NS, con variaciones de 13,5 y 16dB, entre las 11:00 y 15:00h, los cuales resultan molestos por tratarse de fuertes disminuciones y aumentos del ruido. Sin embargo, los registros de las 19:00 y las 21:00h mantienen el valor anterior. Cabe resaltar que los niveles percibidos en todas las mediciones, entre 49 y 65dBA, se ubican por encima de los valores señalados como normales en una calle suburbana de noche (40dB), o en una calle tranquila de día (45dB).

En la gráfica siguiente, se representan los niveles acústicos del interior y del exterior de la vivienda 3. En primer lugar, se aprecian unas variaciones del NSe más acentuadas que en el NSi, puesto que en el exterior hay una variación máxima de 6,25dB y en el interior es de 1,9dB. En segundo lugar, se nota una diferencia no muy marcada entre el NSi y el NSe, con una media de 8,37dB, donde la máxima distancia entre las dos curvas es de 12,15dB a las 17:00h y la mínima de 5,7dB a las 13:00h. En tercer lugar, se observa claramente que los NS más elevados en la parcela ocurren a las 15:00h y 17:00h, mientras que en el interior, aunque el NS parece constante, los valores más elevados se registran entre las 9:00h y las 15:00h.



Graf.137 Curvas de niveles acústicos medios del interior y exterior de la vivienda tres

El 20 de Septiembre de 2002, la casa 3 registra determinados NS cuyo análisis, a partir del gráfico que se presenta a continuación (Graf.138), permite establecer su comportamiento acústico. En efecto, de acuerdo al gráfico, la vivienda tres muestra unos valores de ruido muy variados a lo largo del día en las diferentes habitaciones, dificultando el establecimiento de las horas del día con mayores o menores ruido. Sin embargo, se puede afirmar que en prácticamente toda la vivienda y durante casi todo el día los niveles sonoros se encuentran entre los 40 y



Graf.138 Curvas de niveles acústicos de cada espacio interior comparados con los niveles sonoros medios del exterior de la vivienda tres

55dBA, aunque alcanza en determinados momentos los 62,9 y 64,9dBA, valores superiores a los recomendados para viviendas.

La **hab.2** es la que muestra el NS más bajo de todo el día, 38,5dB, valor comparable al ruido que se puede percibir en una vivienda ubicada en el campo. Mientras que en la **sala-comedor** es donde se registra el máximo NS del día, con un valor de 64,9dBA, muy por encima del considerado normal en una calle tranquila de día.

En la **sala-comedor** se denotan 2 momentos de  $NS_{máx}$ , el primero es a las 11:00h (62,9dB) y el segundo a las 17:00h (64,9dB). Solamente a las 21:00h muestra valores inferiores a los 47dB, considerado como máximo dentro de las recomendaciones de Cavanaugh y Wilkes (1999) para este tipo de espacio. De acuerdo a las normativas establecidas, este espacio debe ser reacondicionado pues en ninguno de los registros se anotan valores inferiores o iguales al máximo de inmisión recomendado. Igualmente, es importante destacar que entre las 11:00 y 13:00h, las 15:00 y 17:00h y entre las 17:00 y 19:00h, las variaciones superan los 10dB, lo cual hace que los oyentes perciban un aumento o decrecimiento del NS de aproximadamente el doble del anterior. Con estos incrementos se alcanzan valores que pueden resultar muy molestos para los usuarios.

La **cocina** se mantiene casi todo el día en un rango inferior a los límites definidos por Cavanaugh y Wilkes para este tipo de espacio, ya que estiman apropiado valores entre 52 y 62dB, mientras que el NS oscila entre 46 y 53dB. Otro aspecto que es pertinente mencionar es el hecho de que las variaciones entre un registro y otro son menos marcadas que en otras áreas, aunque entre las 15:00h y las 17:00h la disminución del ruido es de 9,7dB.

La **hab.1** manifiesta un comportamiento distinto al de los otros espacios. En su curva se nota claramente que los niveles de intensidad sonora son mayores a los del resto del día entre las 11:00h y las 15:00h. De acuerdo a las normativas NBE-CA-88, durante todo el día, presenta unos NS mayores al máximo permitido. Con respecto a la variación, la  $\Delta_{máx}$  es 7,4dB y ocurre entre la primera y segunda medición y, al igual que la variación entre el cuarto y el quinto registro, estos cambios pueden ser percibidos fácilmente.

De un modo muy diferente se presenta la **hab.2**, que muestra el  $NS_{mín}$  del día a las 11:00h con 38,5dB, pero a las 19:00h es el espacio más ruidoso de la casa al registrar un valor de 57,6dB, el que a su vez es el cuarto  $NS_{máx}$  del día en toda la vivienda. Solamente en un momentos del día se encuentra dentro de rangos considerados apropiados para los dormitorios, esto ocurre a las 11:00h. El resto del día los NS son elevados y pueden generar serias molestias.

El NS de la **hab.3** oscila entre los 40,3 y los 52dB, siendo uno de los espacios que se mantiene durante la mayor parte del



Foto 112. Hab. 3. Ventana al Este



Foto 113. Vista del baño principal cuya ventana está ubicada sobre la fachada este de la casa 3

día dentro de los rangos cercanos a los recomendados para las recámaras, pues sólo a las 11:00h y a las 17:00h supera los 47dB. En cuanto a las variaciones, éstas no son tan marcadas como en otros espacios. Además, los momentos de mayor variación no corresponden a aumentos en el NS, por el contrario se trata de reducciones del ruido.

**El dormitorio 4** posee unas características similares al 3, si tomamos en consideración que en cinco de las siete mediciones que se hicieron, presenta valores inferiores a los 47dB recomendados por Cavanaugh y Wilkes (1999) y próximos a los 40 establecidos por las normativas españolas. Sin embargo, en la primera medición, con 57dB, alcanza un nivel considerado como inapropiado para el interior de una vivienda por ser excitante y molesto para los usuarios.

Por su parte, **la hab.5** supera en todas las mediciones los NS recomendados, ya que oscila entre 47,2 y 55dB. No obstante, las variaciones no son tan marcadas, pues solamente entre las 11:00h y 13:00 y, entre 19:00h y 21:00h, se registran cambios de 6,2 y 7,3dB respectivamente, que pueden ser claramente distinguibles.

Los dos baños de esta vivienda exhiben comportamientos muy distintos entre sí. El **baño 1**, por ejemplo, oscila entre los 40,7 y 54,9dB, con unas variaciones más marcadas entre las 9:00h y las 15:00h, entre 11 y 14,2dB por hora, lo que hace que se perciban disminuciones o aumentos de la mitad o del doble del ruido anterior. A partir de las 15:00h, las variaciones son más sutiles y, por lo tanto, son apenas perceptibles.

El **baño 2** presenta una curva muy diferente a la del primero, fluctuando entre los 42,6 y 59dBA. En este caso, se puede observar claramente que las variaciones son menos marcadas a lo largo de todo el día, con cambios inferiores a 5dB, aunque entre las 11:00h y las 13:00h se da un aumento importante, equivalente a 14dB, alcanzando el  $NS_{m\acute{a}x}$  de ese espacio. Este nivel disminuye 11,8dB a las 15:00h para, a partir de ese momento, mantenerse entre 42,6 y 49,3dB. Es importante decir que este baño, al igual que el anterior registra unos valores cercanos al máximo recomendado para viviendas durante la mayor parte del día.

Al observar la curva del comportamiento acústico del **pasillo** se aprecian variaciones menos marcadas que en el resto de los espacios de la vivienda, entre 0,5 y 5dB, aunque también los niveles son muy próximos a los máximos recomendados por diversos autores para edificaciones de uso residencial, al oscilar entre los 43 y los 50dB, con una media de 46,7dB en el día.

**En resumen, los NS en el interior de la vivienda tres se ubican justo en el límite superior o por encima de los niveles considerados apropiados para el confort acústico en la mayor parte de los**

registros. Destacan los resultados obtenidos en los dormitorios que superan los 40dBA, valor que se considera como el máximo apropiado para este tipo de espacios en las horas del día. Lo mismo debemos señalar de la sala-comedor, que resulta realmente preocupante, en tanto que se llegan a alcanzar valores considerados como de tipo ruidoso (60dB).

Por otra parte, también resultan preocupantes los valores alcanzados en el jardín sur, donde se establecen unos NS que pueden ser considerados como ruidosos y muy ruidosos a lo largo de todo el día, por lo que resulta necesario prever soluciones en ese sentido.

De modo general, y según las observaciones realizadas en el sitio, se puede sostener que la principal fuente de ruido es el tráfico vehicular que pasa por las dos calles que delimitan la parcela. Destaca el ruido generado por los buses que circulan cada quince minutos, aproximadamente, y el de los coches al frenar y pasar sobre la banda sonora. Otra fuente de ruido es el tráfico aéreo que, aunque en el día no resulta tan molesto debido al enmascaramiento, afecta a las personas durante la noche.

#### **2.3.4. Resultados de ARCHISUN**

Al introducir en el programa ARCHISUN los datos de la vivienda tres referentes a la ubicación geográfica, situación, implantación, características del entorno construido, vegetación, proximidad al mar, así como otros datos relacionados con las características propias de la edificación y tomando en cuenta que la vivienda será utilizada de modo permanente, el programa ha estimado los consumos energéticos necesarios para que la vivienda se encuentre dentro de la zona de confort. En la tabla siguiente se pueden observar un resumen de los datos que fueron introducidos, así como los resultados desarrollados por el programa.

Tabla 36. Resumen de los datos y los resultados obtenidos con el ARCHISUN

VIVIENDA Nº 1 EN ARCHISUN				
USO:	VIVIENDA PERMANENTE			
TAMAÑO:	309 m <sup>3</sup>			
Nº USUARIOS	5			
DATOS DE UBICACIÓN				
LATITUD	40,62°			
LONGITUD	1,44°			
PROVINCIA	El Garraf			
LOCALIDAD	Vilanova i La Gletrú			
DISTANCIA AL MAR	1km			
ALTITUD	5msnm			
DENSIDAD URBANA	5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>			
ZONA CLIMÁTICA				
DATOS CLIMÁTICOS SEGÚN ARCHISUN (medias anuales)				
RADIACIÓN	31W/m <sup>2</sup>			
TEMPERATURA	20,7°C			
OSCILACIÓN MEDIA DIARIA	6,6°C			
DIRECCIÓN DEL VIENTO	225° (SO)			
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, pinos, palmeras.			
MASAS DE AGUA	Mar al sur a 100m			
EDIFICACIONES	Viviendas similares a menos de 10m de radio y edif. más altos Entorno urbano			
FORMAL-ESPACIAL				
Compacidad	0,87			
Porosidad	0			
Esbeltez	0.47			
Alargamiento	0,2			
Orientación de fachada más larga	N – S			
CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL				
Superficie total	316 m <sup>2</sup>			
Superficie: Asentada	103m <sup>2</sup>			
Adosada	m <sup>2</sup>			
Exterior	213 m <sup>2</sup>			
Opaco	201 m <sup>2</sup>			
Transparente	12 m <sup>2</sup>			
K día	0,89			
K noche	0,83			
Peso	376,47kg/m <sup>2</sup>			
Reflectancia	0,2			
CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LA PARCELA				
Parámetros	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Radiación	39	32	23	32
Tm	11,5	20,3	29,9	22,1
ΔT	6,0	6,8	7,1	6,2
%HR	75	70	71	78
Vv	1,1	1,1	1,1	0,9
Vd	225	225	135	225
E	4583	12169	12640	5919
NS	59	59	61	60
COMPORTAMIENTO DE LA VIVIENDA SEGÚN RESULTADOS DE ARCHISUN				
<b>Consumo energético necesario para llegar a condiciones de confort = 49,03Kwh/m<sup>3</sup> año</b>				
Calefacción	16,98Kwh/m <sup>3</sup> año			
Refrigeración	10,00Kwh/m <sup>3</sup> año			
Iluminación	4,38Kwh/m <sup>3</sup> año			
Agua caliente	8,54wh/m <sup>3</sup> año			
Cocina	7,64Kwh/m <sup>3</sup> año			



En función de los resultados arrojados debemos señalar que esta vivienda, de utilizarse como vivienda permanente en las condiciones actuales, puede llegar a consumir un total de 49,03kwh/m<sup>3</sup> al año. De donde 16,98kwh/m<sup>3</sup> al año son necesarios para la calefacción; 10kwh/m<sup>3</sup> al año para la refrigeración; 4,38kwh/m<sup>3</sup> al año para la iluminación; 8,54kwh/m<sup>3</sup> al año para el agua caliente, 7,64kwh/m<sup>3</sup> al año para la cocina y 1,49kwh/m<sup>3</sup> al año para otros servicios. Así también, podemos destacar que, de acuerdo a los resultados de las gráficas de confort de invierno, verano, primavera y otoño de esta vivienda arrojadas por este programa, se requieren ciertas modificaciones para lograr una mayor ganancia térmica, muy especialmente en invierno y durante algunos días de los equinoccios, cuando las temperaturas resultan muy por debajo de las indicadas como de confort. Del mismo modo habría que realizar mejoras en la vivienda en función de satisfacer los requerimientos de refrigeración durante algunos momentos del verano, para evitar los elevados consumos energéticos utilizados en este sentido.

### 2.3.5 Resultados del Cuestionario

Del cuestionario aplicado a los habitantes de la casa 3, debemos destacar que esta vivienda es usada básicamente por tres mujeres mayores de 31 años de edad, quienes consideran que la calidad constructiva es muy buena y, en general, que la vivienda es grande. Además, afirman que está muy bien iluminada y ventilada, pero aseguran que las habitaciones son húmedas. De acuerdo a las diferentes respuestas, se desprende que encuentran la casa confortable desde el punto de vista térmico. Sin embargo, cuando la ocupan en invierno, mantienen encendida la calefacción todo el día y, en el verano, algunas veces encienden el aire acondicionado. Asimismo, indican que abren las ventanas tanto en invierno como en verano, pero mientras en invierno las abren unas dos horas al día en invierno las tienen abiertas más de 6h. Esto

puede resultar contradictorio con otras respuestas, puesto que, mientras en invierno dicen sentir siempre el ruido de la gente en la calle y de los coches, en verano señalan que esto no sucede nunca.

### **2.3.6. Comentarios de Casa 3:**

**De acuerdo a los resultados de las mediciones realizadas en la casa 3, podemos afirmar que existe una clara semejanza entre los valores de la  $T_i$  y la  $HR_i$  con las del exterior. De hecho, tanto en primavera como en verano, no existe una marcada diferencia en sus comportamientos. Esto nos lleva de inferir que presenta deficiencias por aislamiento térmico de la envolvente de esta vivienda, lo que se hace más evidente al observar que la  $T_r$  en primavera se mantiene por debajo de la  $T_i$ .**

**Igualmente, podemos señalar que, si bien los niveles de la temperatura del aire alcanzados pueden ubicarse dentro o próximos a la zona de confort, la elevada HR supera los niveles indicados como apropiados. Esto se reafirma con los resultados obtenidos en el programa ARCHISUN el cual, en función de las características del sitio y de la vivienda, plantea la necesidad de mejorar las condiciones de la vivienda para aproximarla a la zona de confort, especialmente en invierno, cuando la casa puede ser percibida como muy fría y húmeda. En efecto, se requiere de una determinada ganancia térmica o de ventilación para llevarla a unos niveles adecuados. De modo general, hay que señalar que se debe aumentar la carga de calor en el interior de las viviendas durante algunos días del invierno, así como buscar los medios para deshumidificar naturalmente, especialmente durante el verano, si se quiere ofrecer unas condiciones de bienestar a los habitantes de esta vivienda.**

**También debemos destacar que la mayor parte de las velocidades del viento medidas, tanto en la parcela como en el interior de la casa 3, durante el verano, resultan casi inapreciables y apenas llegarían a reducir la temperatura de sensación en 1°C. En primavera, las velocidades medidas resultan aún más preocupantes, puesto que, a pesar de encontrarse dentro de un rango que no debería resultar molesto para los usuarios, puede incidir en la temperatura de sensación. Además, es evidente que no es suficiente para reducir la elevada HR. En este sentido, hay que resaltar la función que cumple el pasillo, ya que el aire tiende a ser conducido a través de él desde el**

sur hacia todas las habitaciones, aunque en algunos momentos el aire llega directamente desde las ventanas.

En cuanto a la iluminación natural, podemos sostener que, a pesar de que los niveles lumínicos del interior y el exterior son muy distintos, en algunos espacios como la cocina, el baño1 y la hab1, durante la mayor parte del día en verano, se alcanzan niveles superiores a los recomendados y, en invierno, se registran rangos lumínicos entre los mínimos y los óptimos. Sin embargo, hay que destacar los fuertes contrastes que se producen entre los diferentes espacios a una misma hora, ya que este hecho hace que el usuario, al pasar de un punto a otro de la vivienda, perciba unos recintos como oscuros y otros como deslumbrantes.

Quizás uno de los problemas más graves identificados en esta vivienda es el comportamiento acústico, ya que los niveles sonoros medidos en la mayor parte de los registros son superiores a los establecidos en las normativas como máximos de inmisión y que, además de resultar molestos para los habitantes, pueden producir dolores de cabeza, fatiga mental y física. En este sentido, hay que señalar que resultan preocupantes tanto los niveles acústicos registrados en el interior como en el exterior, los que en general mantienen aproximadamente 10dBA por encima del NSi. Asimismo, hay que destacar que no se observan marcadas diferencias entre los niveles acústicos de la primavera con los del verano, a pesar de que las principales fuentes sonoras se encuentran en el exterior. Algunas de estas fuentes de ruido son los coches y buses que pasan por el paseo marítimo y por la calle Juan de Austria, así como los que aparcan en cualquiera de estas dos vías y las personas que pasan muy frecuentemente. Por consiguiente, es fundamental mejorar las condiciones acústicas tanto de la vivienda como de la parcela, necesidad que se reafirma cuando vemos que es casi nula la presencia de elementos de control en este sentido.

Finalmente, podemos sostener que, al igual que en las otras dos viviendas evaluadas, el entorno inmediato a la vivienda influye de manera significativa en el comportamiento de la misma. Asimismo, que la casa 3 requiere de un mejoramiento de sus condiciones térmicas, lumínicas y acústicas.



Foto 114. Casa Ribes Roges a las 21:00h en primavera