

INFORME FINAL DEL PROYECTO
“DIAGNÓSTICO DE LOS USOS Y NECESIDADES
ENERGÉTICAS DE LA POBLACIÓN DE LA
CAÑADA REAL GALIANA”

Autores: Jorge Martínez Crespo, Fernando Hernández Jiménez y
Ulpiano Ruiz-Rivas Hernando

Leganés, agosto de 2023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO

1. <i>Introducción</i>	19
2. <i>Contexto</i>	21
3. <i>Materiales y métodos</i>	25
4. <i>Análisis de datos censales: situación socioeconómica en la Cañada Real Galiana</i>	37
5. <i>Análisis de encuestas: condiciones socio-energéticas en la Cañada Real Galiana</i>	43
6. <i>Análisis de medidas: condiciones ambientales y de suministro eléctrico de los hogares de la Cañada Real Galiana</i>	51
7. <i>Propuesta de medidas y ámbitos de acción</i>	81

BIBLIOGRAFÍA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conexiones eléctricas informales en la Cañada Real.....	20
Figura 2. Termohigrómetro Elitech RC-4HC.....	28
Figura 3. Periodos de medida de las condiciones ambientales en el interior de los hogares de la muestra.	29
Figura 4. Porcentaje de medidas ambientales simultáneas durante el periodo de medida. (a) en cada instante; (b) promedio mensual.	30
Figura 5. Porcentaje de medidas ambientales simultáneas durante el periodo de medida.....	30
Figura 6. Histórico de temperaturas y humedades relativas en el interior de un hogar monitorizado entre abril de 2021 y marzo de 2023.	31
Figura 7. Ejemplo de los gráficos de análisis de las condiciones fuera de confort térmico de una vivienda de La Cañada durante un mes de primavera.....	32
Figura 8. Detector de tensión RS PRO-USB-3.....	34
Figura 9. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 5 de la Cañada Real en el periodo 08/01/2021-16/02/2021. Muestra cada 2 minutos.	35
Figura 10. Diagramas de caja de la renta familiar equivalente (€/mes por unidad de consumo) y umbral de riesgo de pobreza (684€/mes por unidad de consumo) para los 6 sectores de Cañada.....	39
Figura 11. Diagramas de caja del índice de hacinamiento para los 6 sectores de Cañada Real.	41
Figura 12. Diagramas de caja de la renta familiar equivalente (€/mes por unidad de consumo) y umbral de riesgo de pobreza (794€/mes por unidad de consumo) para las muestras encuestadas de los sectores 5 y 6 de Cañada Real.	44
Figura 13. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 5 de la Cañada Real en los periodos 20/12/2019-17/01/2020 y 17/01/2020-26/02/2020. Muestra cada 2 minutos.	52
Figura 14. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 6 de la Cañada Real en los periodos 02/12/2019-16/01/2020 y 16/01/2020-27/02/2020. Muestra cada 2 minutos.	52
Figura 15. Disponibilidad de suministro eléctrico en el Sector 5 (fig. izquierda) y Sector 6 (fig. derecha) en el periodo 19/10/2020-01/12/2020. Muestra cada 2 minutos.	54
Figura 16. Disponibilidad de suministro eléctrico en el Sector 6. Ejemplo para el periodo 07/07/2022- 21/08/2022.....	55
Figura 17. Disponibilidad de suministro eléctrico en una de las divisiones zonales del sector 5 de la Cañada Real en el periodo 18/02/2022-31/03/2022. Muestra cada 2 minutos.	56
Figura 18. Disponibilidad de suministro eléctrico en una de las divisiones zonales del sector 5 de la Cañada Real en el periodo 21/12/2022-29/03/2023. Muestra cada 5 minutos.	57
Figura 19. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 5 de la Cañada Real en el periodo 08/09/2022-23/10/2022. Muestra cada 2 minutos.	57
Figura 20. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas en el interior de los hogares y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares de los Sectores 2 y 3 en invierno (enero 2023).	60

<i>Figura 21. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de humedad relativa entre las humedades registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 2 en otoño-invierno (noviembre 2022 y enero 2023).</i>	62
<i>Figura 22. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares de los Sectores 2 y 3 en verano (julio 2022).</i>	63
<i>Figura 23. Serie temporal de la temperatura en diversos hogares de los sectores 2 y 3 entre febrero y mayo de 2022, correspondientes a: (a) tres hogares del Sector 3 normalmente en condiciones de confort térmico que sufrieron una desconexión súbita el 18 de marzo; (b) dos hogares del Sector 2 con condiciones previas similares a los anteriores pero que no sufrieron la desconexión.</i>	65
<i>Figura 24. Serie temporal de la temperatura en un hogar vulnerable (chabola) del Sector 3 entre febrero y mayo de 2022.</i>	66
<i>Figura 25. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares del Sector 5 en invierno (enero 2022 o enero 2023).</i>	68
<i>Figura 26. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de humedad relativa entre las humedades registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 5 en primavera (marzo 2022) y verano (julio 2022).</i>	70
<i>Figura 27. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares del Sector 6 en invierno (enero o febrero 2022).</i>	73
<i>Figura 28. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperaturas entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 6 en verano (agosto 2021 -a-, julio 2022 -b- y agosto 2022 - c-).</i>	74
<i>Figura 29. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort y distribución de las diferencias de humedad relativa entre las humedades registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 5 en primavera (marzo 2022) y verano (julio 2022).</i>	76
<i>Figura 30. Comparativa de los hogares monitorizados en función del porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y la mediana de la distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para los meses de enero, abril, julio y octubre. Los tipos de marcadores identifican Sectores: x-2, +-3, □-5, o-6.</i>	78

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Margen de error para un intervalo de confianza del 95% de los porcentajes obtenidos de la encuesta de energía de 39 hogares (conjunto de datos 2).</i>	27
<i>Tabla 2. Organización de las medidas por sector.</i>	31
<i>Tabla 3. Análisis sociodemográfico de los Sectores 1 a 6 de Cañada Real en 2016 (como porcentaje de la población en cada unidad).</i>	38
<i>Tabla 4. Datos sociodemográficos de Cañada Real, Sectores 5 y 6.</i>	38
<i>Tabla 5. Distribución equivalente de la renta de los hogares (€/mes) y población por debajo del umbral de riesgo de pobreza.</i>	39
<i>Tabla 6. Tipologías de edificios residenciales en los 6 sectores de Cañada Real (% de hogares).</i>	40
<i>Tabla 7. Calidad de los edificios residenciales en los 6 sectores de Cañada Real (% de hogares)</i>	40
<i>Tabla 8. Condiciones de acceso al suministro eléctrico y al alumbrado público por parte de los sectores de Cañada Real en 2015 (en porcentaje de la población de cada sector).</i>	42
<i>Tabla 9. Condiciones de acceso al abastecimiento de agua y saneamiento por parte de los sectores de Cañada Real en 2015 (como porcentaje de la población de cada sector).</i>	42
<i>Tabla 10. Características socioeconómicas de los hogares de la muestra en comparación con los datos censales de cada sector.</i>	43
<i>Tabla 11. Equipos eléctricos para calefacción de espacios en La Cañada (% de hogares encuestados).</i>	46
<i>Tabla 12. Electrodomésticos y otros dispositivos eléctricos (% de los hogares encuestados).</i>	47
<i>Tabla 13. Porcentaje de hogares con equipos no eléctricos antes y después del otoño de 2020.</i>	48
<i>Tabla 14. Número de interrupciones (NIEPI) y su duración total (TIEPI) por mes en los sectores 5 y 6 desde diciembre de 2019 hasta septiembre de 2020.</i>	53
<i>Tabla 15. Número de interrupciones (NIEPI) y su duración total (TIEPI) en los sectores 5 y 6 desde octubre de 2020 hasta agosto de 2021.</i>	55

“Overcoming poverty is not a gesture of charity. It is an act of justice. It is the protection of a fundamental human right, the right to dignity and a decent life. While poverty persists, there is no true freedom.”

“La erradicación de la pobreza no es un gesto de caridad. Es un acto de justicia. Es la protección de un derecho humano fundamental, el derecho a la dignidad y a una vida decente. Mientras persista la pobreza, no habrá verdadera libertad.”

Nelson Mandela

Agradecimientos

Ulpiano Ruiz-Rivas y Jorge Martínez Crespo, investigadores principales en este trabajo, agradecen al Comisionado del Gobierno de la Comunidad de Madrid para la Cañada Real Galiana la colaboración que ha permitido el desarrollo del presente proyecto, así como la valiosa información suministrada del último censo, que ha permitido un análisis detallado sobre la tipología de vivienda y estructura social de la Cañada.

Los autores reconocen la financiación recibida en la XIII Convocatoria de Ayudas para Proyectos de Cooperación de la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) y la financiación del Consejo Social de la UC3M a través de dos ayudas (convocatorias 2020 y 2021 de Ayudas para acciones de compromiso social en el marco del desarrollo sostenible en la Universidad Carlos III de Madrid).

Los autores hemos compartido, durante la realización de este trabajo de investigación, muchas horas de trabajo de campo con vecinos/as, entidades sociales, personal de la administración... Queremos expresar nuestro agradecimiento, muy especialmente, a quienes han colaborado activamente en esta investigación a través de la participación en las encuestas socio-energéticas y/o permitiendo la ubicación de los sensores en sus viviendas, lo que ha supuesto una cierta invasión de su privacidad sin la cual los resultados de este trabajo no habrían sido posibles. También queremos agradecer al personal de las distintas entidades sociales que han posibilitado nuestra labor, ya sea aportando su conocimiento de campo o facilitando los contactos de acceso a los distintos hogares (Fundación Secretariado Gitano, ACCEM, Cáritas, iglesia de Santo Domingo de la Calzada), trabajadores y educadores sociales de las administraciones públicas locales, y personas integrantes de las diversas organizaciones comunitarias y vecinales que actúan en La Cañada Real (Asociación Tabadol, Amal, Asociación de vecinos Al-Shorok, Asociación de vecinos del Sector 5, Asociación de vecinos de los Sectores 2 y 3) y vecinos y vecinas a título individual, por su colaboración y apoyo durante este investigación. Sin ellas, como se ha mencionado, este trabajo no habría sido posible. Gracias sinceras.

También queremos mostrar nuestro agradecimiento a aquellos compañeros y compañeras que nos han ayudado en esta tarea, ya sea participando en la realización de encuestas personales, o en la recogida de los datos de los sensores y su posterior tratamiento (Sergio Tirado, Raúl Castaño, Luis Miguel García, Ernesto García, Carmen Alonso, Silvia Gallart, Mar Arjona, Daniel Sánchez y Mónica Chinchilla), y a aquellos

estudiantes que nos acompañaron en la tarea de recopilación y análisis de datos para la realización de su Trabajo Fin de Estudios.

Queremos dar especialmente las gracias a Sergio Tirado y Raúl Castaño, coautores del artículo *Disconnected, yet in the spotlight: Emergency research on extreme energy poverty in the Cañada Real informal settlement, Spain*, publicado recientemente en la revista de investigación *Energy Research and Social Science*. Las conversaciones, opiniones, discusiones y análisis desarrollados para dicho artículo han servido para mejorar y dar profundidad a lo escrito en este informe.

Por último, queremos manifestar nuestro apoyo, solidaridad y empatía con todas las personas que viven en Cañada Real, en condiciones, en muchas ocasiones, de vulnerabilidad y precariedad insoportables.

Resumen ejecutivo

Este informe presenta los resultados de un diagnóstico de los usos y necesidades energéticas de la población de La Cañada Real Galiana. Para la investigación se ha combinado el análisis de datos censales de la población completa de La Cañada con un análisis más específico de una muestra de hogares a través, por un lado, de entrevistas sobre usos y necesidades energéticas y, por otro, de campañas de medidas de las condiciones del ambiente interior en los hogares, así como la monitorización temporal de la continuidad del suministro eléctrico en los sectores 5 y 6 de la Cañada. Este enfoque ha permitido visualizar y caracterizar una serie de problemas vinculados con el acceso a la energía a los que se enfrenta la población de la Cañada Real Galiana.

1. Situación corriente y situación de emergencia: dos estudios paralelos.

La idea inicial del estudio, plasmada en el Convenio firmado el 29 de septiembre de 2020 entre la Comunidad de Madrid y la Universidad Carlos III de Madrid, se centraba en el análisis de la situación energética del asentamiento partiendo de las características del suministro energético disponible en ese momento: un acceso generalizado a la energía a través de enganches irregulares a la red de distribución de electricidad.

La desconexión del suministro eléctrico de los sectores 5 y 6 en otoño de 2020, apenas unos días después de la firma del Convenio, conllevó un cambio en el enfoque de la investigación y su reestructuración. La emergencia provocada por la falta de acceso a un bien básico como la electricidad se incorporaba de forma inesperada al proceso de estudio, diagnóstico y análisis de los usos y necesidades energéticas de la población de la Cañada Real Galiana.

Estos cortes de suministro eléctrico privaron a los hogares (algo más de 4.000 personas en los sectores 5 y 6, entre las que se encuentran más de 1.800 menores de edad), de un servicio esencial, sin el cual no es posible concebir y desarrollar la vida en unas condiciones adecuadas y dignas. La desconexión se ha extendido en el tiempo y se mantiene en el sector 6, en el momento de redacción de este informe, casi 3 años después. Además, y por distintas causas, estas caídas y su consecuente emergencia se han reproducido, a menor escala o puntualmente, en otros sectores del asentamiento. Esta terrible condición de desconexión del suministro eléctrico ha permitido que en este estudio se evalúe el impacto de la falta de suministro en las condiciones de vida de los hogares afectados.

2. Un estudio multidimensional que incluye análisis del confort térmico, del equipamiento doméstico y la capacidad de respuesta de hogares a la emergencia energética, y un análisis socioeconómico y de la construcción en el asentamiento.

El estudio analiza un conjunto de datos cuantitativos compuesto por datos primarios (obtenidos por los investigadores que realizan este estudio) y datos secundarios (puestos a disposición del estudio, pero obtenidos por otros medios). Los primeros incluyen una encuesta de diagnóstico de los usos de la energía realizada a 39 hogares de los Sectores 5 y 6, así como dos años de mediciones de las condiciones ambientales en el interior de 24 hogares de los Sectores 2, 3, 5 y 6 entre los años 2021 y 2023 y medidas de la continuidad de la conexión eléctrica en los sectores 5 y 6. Los segundos tienen la forma de datos censales (composición del hogar, ingresos económicos, tipología de la edificación), recopilados por la Comunidad de Madrid en los años 2014 a 2016 para el conjunto de la población del asentamiento.

El análisis conjunto de estos datos permite un estudio transversal de la situación en cuanto al uso de la energía y su impacto en los diferentes sectores de la Cañada, así como la respuesta ante la emergencia provocada por los cortes de suministro eléctrico.

3. El análisis de los datos censales confirma un alto grado de precariedad en la mayoría de la población, basado en la situación de irregularidad del asentamiento, elevados niveles de privación material y pobreza monetaria y las condiciones inadecuadas de las viviendas.

La Cañada Real Galiana es un entorno caracterizado por una considerable heterogeneidad social, económica y cultural. Esta diversidad resulta patente entre los distintos sectores, y es también visible en el interior de cada sector. Sin embargo, a pesar de esa heterogeneidad, la población de la Cañada Real Galiana vive, en su mayor parte, en condiciones de elevada precariedad y vulnerabilidad, tanto en el ámbito social como, indiscutiblemente, en el energético, el cual está altamente condicionado por las características socioeconómicas y edificatorias de los hogares, por la deficiente conexión al sistema eléctrico, así como por la inseguridad jurídica causada por la situación de ilegalidad del asentamiento.

Los datos censales, propiedad de la Comunidad de Madrid, arrojan una serie de evidencias sobre la precariedad en la que viven la mayoría de los habitantes del asentamiento, entre ellas:

- la situación de irregularidad y la falta de acceso de calidad a suministros básicos como agua, energía y saneamiento;
- los problemas económicos, con una parte muy relevante de la población por debajo de los umbrales de renta mínima por unidad de consumo que identifican pobreza y pobreza extrema, definidos por el 60 y el 40% de la mediana de la renta por unidad de consumo; o
- la inadecuación del parque de viviendas, con altos índices de autoconstrucción, mal estado de las viviendas y un porcentaje elevado de población residente en infraviviendas y chabolas.

Además, las deficiencias en la movilidad y los accesos a la Cañada limitan y condicionan la integración social de la población e incrementan los gastos asociados al transporte, aumentando la vulnerabilidad energética de los hogares.

4. La desconexión eléctrica supone un agravamiento considerable de una situación de base caracterizada por una alta vulnerabilidad

Como se ha mencionado, durante el periodo de desarrollo del presente estudio, entre octubre de 2020 y abril de 2023, se han producido varias desconexiones del suministro eléctrico que han afectado a distintas zonas del asentamiento con diversa intensidad:

- desconexión completa del Sector 6, el más populoso, en octubre de 2020, sin que desde entonces se haya restablecido la conexión, dejando a la práctica totalidad de la población del sector (salvo una pequeña zona al comienzo del sector que recibe suministro eléctrico a través de una línea de distribución diferente) sin acceso a la energía eléctrica durante todo este periodo;
- desconexión completa del Sector 5, en noviembre de 2020 y durante varios meses, con reconexión posterior de los hogares afectados al sistema, de forma irregular y en condiciones de suministro limitadas, con una capacidad de consumo de energía muy inferior a la existente previamente al corte de suministro;
- desconexión completa de ciertas zonas de los Sectores 2, 3 y 4 en marzo de 2022 y durante aproximadamente un mes, con reconexión posterior de los habitantes afectados al sistema, de forma irregular y en condiciones similares a las previas a la desconexión;
- pequeños cortes de suministro en distintos sectores y posterior restablecimiento del servicio en las condiciones previas al corte.

En la fecha de entrega de este informe, más de 1000 días después del día de inicio del corte de suministro eléctrico de octubre de 2020, este se mantiene en el sector 6, y no parece previsible su próximo restablecimiento. En el sector 5, la capacidad de organización vecinal ha permitido disponer de suministro eléctrico irregular en los hogares, aunque sea de forma intermitente –obliga a la desconexión alternativa y periódica de algunas zonas en épocas de alto consumo, con las implicaciones para el bienestar y seguridad que conllevan– para ajustar la demanda agregada de electricidad del sector a las nuevas limitaciones de capacidad de la red de distribución a la que están conectadas.

Antes de esos grandes y prolongados cortes de suministro, y en un trabajo de preparación previo al realizado durante el periodo de duración del Convenio, el equipo investigador de la UC3M detectó cortes de suministro eléctrico frecuentes pero “breves”, en los sectores 5 y 6, que evidenciaban una deficiente infraestructura eléctrica para garantizar el suministro en las condiciones de calidad y continuidad de

suministro requeribles en entornos de población rural o urbana con un suministro eléctrico de similares características.

Estos problemas de acceso al suministro eléctrico y la vulnerabilidad energética asociada de la población de la Cañada se alejan, por tanto, de los parámetros e indicadores clásicos de medición de la pobreza energética, definidos en la propia Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética a partir de la identificación establecida por el Observatorio de la Pobreza Energética de la UE (EPOV). La realidad energética de un asentamiento periurbano como la Cañada Real no responde a la habitual relación ingresos/gastos en recursos energéticos de los hogares, útil para caracterizar el tipo promedio de hogares en pobreza energética con dificultades para hacer frente a las facturas energéticas de su vivienda, sino que la realidad energética en cuanto a usos y necesidades se caracteriza, principalmente, por la dificultad de acceso y la discontinuidad y precariedad del servicio.

5. El análisis de la encuesta de los usos de la energía y el efecto de la emergencia sobre hogares de los sectores 5 y 6 muestra un equipamiento doméstico deficiente y, a resultas de la emergencia, un aumento de la precariedad y la aparición de casos de pobreza energética extrema difícilmente encontrables en otras zonas de la UE.

Antes de octubre de 2020, los 39 hogares encuestados de los sectores 5 y 6 dependían de la electricidad para satisfacer la mayoría de sus necesidades de servicios energéticos domésticos, lo que los hacía vulnerables a la pérdida de suministro a largo plazo. El 85% disponía de calefacción eléctrica como sistema principal o secundario (más de la mitad de los hogares analizados optaban por radiadores eléctricos de aceite). No obstante, el 46% de los hogares también tenía algún equipo no eléctrico para cocinar o calentar el ambiente (una estufa de butano, una chimenea de leña, una cocina de butano, etc.), que se usaba como sistema principal o secundario, además de como sistema de sustitución durante las interrupciones del suministro.

Las características del consumo energético de las viviendas en estos sectores cambiaron de forma drástica tras los cortes de suministro. Los dispositivos eléctricos existentes (refrigeradores, lavadoras, hornos, radiadores, convectores...) dejaron de tener la utilidad deseada, y el suministro eléctrico de la red de distribución tuvo que ser reemplazado parcialmente por otros sistemas de generación eléctrica (generadores diésel, paneles fotovoltaicos, baterías) u otras fuentes de energía en función del servicio requerido (chimeneas de leña, estufas catalíticas, cocinas de gas butano...), sin llegar en la práctica totalidad de los casos a poder mantener niveles de servicios energéticos como los previos a la desconexión.

Se puede decir que la situación de irregularidad en el suministro energético (sin posibilidad de un contrato de suministro y pagar las facturas correspondientes) generó durante décadas una situación en la que los hogares se hicieron 'dependientes' del suministro eléctrico, lo que les hizo aún más vulnerables en el momento del corte en otoño de 2020.

6. Las medidas del confort térmico en las viviendas revelan condiciones insalubres en un número alto de los hogares, potenciadas por las condiciones socioeconómicas,

la calidad de la construcción y, en su caso, el hecho de verse afectados por las desconexiones.

Las condiciones ambientales en el interior de las viviendas monitorizadas, en el período entre marzo de 2021 y marzo de 2023, muestran un panorama global de alta vulnerabilidad, siendo muy visibles las situaciones extremas de frío en invierno (muy malas en hogares especialmente vulnerables de los sectores 5 y 6 y en viviendas de baja calidad constructiva en otros sectores) y calor en verano (generalizable prácticamente a todas las viviendas sin capacidad de disponer de aire acondicionado independientemente del sector al que pertenezca). Es posible, e incluso habitual en algunos hogares, identificar temperaturas en las habitaciones de más uso inferiores a los 10 °C en invierno o superiores a los 40 °C en verano. Además, se observan niveles críticos de humedad atmosférica interior en algunas viviendas por sus deficiencias constructivas, asociadas al desarrollo de humedades de larga duración en la estructura de las edificaciones (paredes, cubiertas, suelos, etc.) tras los periodos de lluvia.

El impacto de los cortes de suministro es notorio sobre las condiciones de vida en el interior de los hogares. Así, por ejemplo, pudieron detectarse situaciones malas o extremas en los hogares del Sector 3 que sufrieron un corte inesperado del suministro en marzo de 2022.

La conjunción de varios de estos problemas (deficiencias constructivas, mal aislamiento térmico, humedades, cortes de suministro) en un mismo hogar genera efectos más agudos en las condiciones interiores, siendo dichos efectos extremos en casos de especial vulnerabilidad económica y social. Esas condiciones ambientales tienen un ineludible impacto sobre las condiciones de vida y la salud de sus moradores, de especial gravedad para aquellos que tienen afecciones respiratorias o cuando se trata de menores o población mayor y/o dependiente.

Por último, hay que señalar que el trabajo desarrollado viene a cubrir un hueco en los informes existentes sobre la realidad social de la Cañada Real y también, en el ámbito de investigación sobre la pobreza o vulnerabilidad energética. El asentamiento informal –que ha ocupado titulares en los dos últimos años tanto en la prensa nacional como internacional por los cortes de suministro eléctrico– no disponía de ningún estudio que permitiera aproximarse a la realidad energética de la Cañada y su incidencia directa sobre las condiciones de vida en el interior de los hogares. El informe aporta, a través de un trabajo de campo durante dos años, resultados relevantes sobre los usos y necesidades energéticas de la población, así como las condiciones ambientales de una muestra de hogares en varios sectores de la Cañada Real Galiana.

La realidad descrita en este informe impele a una necesaria y urgente actuación para la mejora de las condiciones de vida de la población de la Cañada, independientemente de la condición o no de ilegalidad del asentamiento. La dignidad de la persona, los derechos inviolables que le son inherentes o el libre desarrollo de la personalidad son fundamentos del Estado de derecho, y la situación en La Cañada, agravada por la

ausencia de suministro eléctrico, las pone en cuestión. Las autoridades competentes, entre ellas la Comunidad de Madrid para la que se realiza este informe, deberían implementar soluciones, tanto estructurales como de emergencia, en el plano energético. Esto incluye posibles acciones sobre la construcción y el equipamiento, sobre la situación de pobreza de muchos hogares, y/o sobre el acceso seguro a un bien básico como es el suministro energético acorde a las condiciones de seguridad y calidad establecidas por las propias normativas de regulación del sector. Se trata de un bien esencial cuya privación impacta muy negativamente en las condiciones de vida, el desarrollo personal y la propia salud de la población.

Parte del trabajo realizado en este estudio ha permitido la publicación de un artículo de investigación en una revista internacional de prestigio en el ámbito de los estudios de la interacción entre la energía y la sociedad [1]. Este artículo, publicado tras un proceso de revisión por pares, identifica Cañada Real como un caso de pobreza energética extrema en forma de desconexión colectiva de suministro con una magnitud sin precedentes en el contexto de la UE, tanto por el número de personas afectadas como por su persistencia en el tiempo. La referencia bibliográfica es:

Disconnected, yet in the spotlight: Emergency research on extreme energy poverty in the Cañada Real informal settlement, Spain. Ruiz-Rivas, U., Tirado-Herrero, S., Castaño-Rosa, R., Martínez-Crespo, J. *Energy Research and Social Science*, 2023, 102, 103182. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103182>.

1. Introducción

La investigación cuyos resultados se resumen en el presente trabajo es el resultado de un convenio de colaboración que ha perseguido un doble objetivo: elaborar un estudio detallado de la situación actual (2020 en adelante) respecto al consumo energético en Cañada Real Galiana, mediante la toma de datos in situ y el análisis de la información oportuna; y proponer las medidas necesarias para el tratamiento de los problemas identificados.

Por tanto, en el presente trabajo se realiza un diagnóstico de los usos y necesidades energéticas de la población de la Cañada Real Galiana, uno de los asentamientos informales más grandes de Europa, y se hace un análisis de las condiciones ambientales de confort/disconfort para una muestra de hogares de los distintos sectores territoriales de la Cañada Real. En el capítulo final, se plantean una serie de propuesta de medidas y acciones derivadas de las características de la situación descrita previamente.

El problema del acceso y uso adecuado de servicios energéticos en la zona se enmarca en una situación global definida por:

- a) la falta de propiedad legal de tierras y viviendas;
- b) la ausencia de acceso normalizado a suministros básicos (agua, electricidad, saneamiento) o la alta precariedad e inseguridad de dichos accesos, un aspecto que deriva en primera instancia de esa falta de título de propiedad y la consecuente “inviabilidad” de un acceso legal a los suministros;
- c) las condiciones económicas de los hogares, en muchos casos precarias; y
- d) la existencia de viviendas con condiciones constructivas muy deficientes.

El caso de La Cañada Real es un ejemplo de falta de acceso normalizado a servicios básicos de energía, similar al que se experimenta en otros asentamientos informales de Europa u otras regiones o países desarrollados.

Como investigación, se partía de un previsible escenario inicial de acceso generalizado a la red eléctrica mediante enganches irregulares (ver Figura 1) y un acceso subalterno a otras fuentes de energía alternativa (gas butano, generador diésel, biomasa, paneles fotovoltaicos...) en un entorno socioeconómico y de infravivienda como el señalado.



Figura 1. Conexiones eléctricas informales en la Cañada Real

Aunque este estudio inicial se ha desarrollado en su totalidad, el escenario de actuación sufrió una fuerte modificación frente al inicial. Al comienzo del otoño de 2020, nada más iniciados los trabajos del proyecto, se produjeron una serie de hechos relevantes que modificaron de forma importante la realidad que el proyecto pretendía caracterizar. El 2 de octubre de 2020 tuvo lugar una desconexión repentina del suministro eléctrico en dos de los sectores más populosos del asentamiento (Sectores 5 y 6). Esta situación de desconexión, con intentos de reconexión que resultaron infructuosos, se mantuvo durante meses (Sector 5) o años (Sector 6, hasta el momento de redactar este informe), además de reproducirse, en períodos más breves y con menor dureza, en otros sectores a lo largo de estos tres años. Las familias afectadas dejaron de poder obtener servicios energéticos básicos como cocinar, calentar el hogar, disponer de agua caliente o iluminar la casa a través del suministro eléctrico y tuvieron que buscar, en la medida de sus posibilidades económicas, una urgente alternativa energética (biomasa, butano, paneles fotovoltaicos, baterías, grupos electrógenos) que permitiera suplir los diferentes usos energéticos de la electricidad. La realidad de la Cañada Real se volvió aún más vulnerable, incierta, compleja, y golpeó, de forma inesperada y ostensible, la cotidianidad de la vecindad.

Estos hechos provocaron que el estudio de usos y necesidades energéticas del asentamiento informal debiera incluir también un diagnóstico de la emergencia energética producida. Este caso de desconexión colectiva es único en la UE por sus características y su magnitud, y supone, como veremos a lo largo del informe, un caso extremo de pobreza energética colectiva.

El trabajo realizado intenta, por tanto, conjugar los dos diagnósticos; por un lado, la caracterización de los usos y necesidades energéticas en los diversos sectores así como las condiciones ambientales de “confort” en el interior de los hogares, y por otro lado, la emergencia social provocada por la falta de acceso a un bien básico como la electricidad en los dos sectores más populosos de la Cañada Real Galiana.

2. Contexto

En este apartado se hace un pequeño resumen de las características más reseñables de la Cañada Real Galiana y de la situación de emergencia sufrida en octubre de 2020, para poner en situación al lector que no conozca en detalle el emplazamiento y su situación actual.

La Cañada Real Galiana es un emplazamiento singular. Su idiosincrasia, configuración histórica, multiculturalidad, complejidad social, y su reciente “popularidad” y conflictividad de los últimos años, le han llevado a ocupar las páginas de muchos medios de comunicación y ha atraído la atención de un universo variado de “curiosos”. Esa popularidad ha permitido al gran público aproximarse a sus distintas problemáticas, pero no siempre el enfoque ha permitido integrar los diversos matices de su compleja realidad, que se aleja enormemente del estigma social y la imagen negativa transmitida de la Cañada, frecuentemente asociada al mercado de la droga en Madrid. Por eso, es necesario, analizar desde su historia, aunque sea brevemente, las razones de su actual situación de precariedad y marginalidad.

En sus orígenes, los terrenos que hoy ocupa el asentamiento de la Cañada Real Galiana formaban parte de una vía pecuaria –camino o ruta para la explotación de ganado trashumante– en dirección Norte-Sur (de La Rioja a Ciudad Real) y que atravesaba la Comunidad de Madrid. Las vías pecuarias han tenido una consideración legal peculiar a lo largo de la historia, dada su importancia económica. Esto ha propiciado el mantenimiento de una estructura de viviendas como las de la Cañada Real Galiana en un entorno que ha evolucionado de forma muy diferente. Desde la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, la legislación española reconoce estos caminos como bienes de dominio público cuya titularidad se atribuye con carácter general a las Comunidades Autónomas.

El nacimiento del asentamiento cabe remontarlo a mediados del siglo pasado. Las primeras casas de campo, informalmente asentadas en Cañada Real Galiana, datan de las décadas de 1950 y 1960 y fueron construidas por inmigrantes españoles que llegaban a la capital de España desde zonas rurales empobrecidas del centro y sur de España en busca de trabajo y mejores condiciones de vida, o se erigieron como casa de campo de personas ya establecidas en Madrid, que encontraban así la oportunidad de tener sus pequeños huertos en este espacio. A estos primeros habitantes se les unieron décadas más tarde, en distintas oleadas, nuevos “colonos”, incluidos los gitanos españoles, los migrantes marroquíes y rumanos (a menudo también de etnia gitana) y las familias

reubicadas después de la demolición de otros barrios de chabolas existentes en las periferias urbanas de Madrid [2],[3]. En concreto, la migración magrebí llegó a Madrid a finales de la década de los 80 y durante los años 90, a trabajar fundamentalmente en el sector de la construcción, pero los elevados precios de la vivienda en los distritos de la capital, coincidiendo con el “boom inmobiliario”, hicieron que muchos encontraran en la Cañada un lugar en el que alojarse sin apenas coste habitacional.

La Cañada Real Galiana, a diferencia de otras comunidades similares que han sido desmanteladas o integradas en el tejido urbano formal del área metropolitana de Madrid, sigue siendo un asentamiento informal hasta la fecha y, de hecho, probablemente se trate del asentamiento informal más grande de Europa [4]. En su forma actual, la Cañada Real se halla en una franja lineal de entre 14 a 16 km de largo y 75 m de ancho, a unos 14 km al este del centro de Madrid. Comenzando en el municipio de Coslada, se extiende en dirección lineal sur hasta el término municipal de Getafe, a través de los municipios de Madrid y Rivas-Vaciamadrid. Está constituida administrativamente por 6 sectores: el Sector 1 está incrustado en el núcleo urbano de Coslada, los Sectores 2, 3, 4 y 5 se extienden a lo largo del límite administrativo entre el municipio de Rivas-Vaciamadrid y el distrito de Vicálvaro de Madrid, y el Sector 6, el tramo más extenso y poblado, se desarrolla a lo largo del distrito de Villa de Vallecas de Madrid y termina en la periferia de Getafe (Perales del Río).

La necesidad de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de Cañada Real y encontrar la "solución más favorable para el asentamiento irregular" llevaron a la firma del Acuerdo Regional para Cañada Real Galiana [5], el 17 de mayo de 2017. Entre los firmantes de este histórico acuerdo se encuentran el gobierno estatal, a través de la Delegación del Gobierno en la Comunidad de Madrid, el gobierno regional de la Comunidad Autónoma de Madrid, los ayuntamientos de Coslada, Madrid y Rivas Vaciamadrid, y los partidos políticos representados en el parlamento regional de la Comunidad de Madrid. Este acuerdo marcó un hito político para la Cañada Real, por la unanimidad en su firma de representantes de distintos signos políticos y las administraciones interesadas, y definió una hoja de ruta para una "solución definitiva" para Cañada Real.

Los principales objetivos del acuerdo, alguno de los cuales sigue sin materializarse en el momento de redactar este manuscrito, son los siguientes [5]:

- 1) restaurar el entorno natural del territorio de la Cañada Real en zonas no aptas para actividades residenciales o económicas;
- 2) regularizar el estado patrimonial de las viviendas y solares de Cañada Real siguiendo los principios de legalidad, el derecho a la vivienda y el derecho a la ciudad;
- 3) elaborar una estrategia para el realojo de la población del asentamiento que, ya sea por razones territoriales, ambientales, de seguridad o de salud no puede continuar viviendo en sus viviendas de Cañada Real;
- 4) adoptar medidas urgentes para salvaguardar la integridad, la salud, los servicios y la integración de la población más desfavorecida de Cañada Real de acuerdo con la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948), la Carta Mundial por el Derecho a la Ciudad (2004) y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible 'Hábitat III', enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030–Nueva Agenda Urbana (2016).

La población real de la Cañada Real Galiana ha sido objeto constante de discusión. En 2012, un primer censo aproximó la población total a 11.000 habitantes, y luego de nuevo a unas 8.600 personas [6]. El segundo y hasta ahora último censo, realizado entre 2014 y 2016, estimó una población total de unas 7.200 personas. Desde entonces, la población ha ido cambiando, asentándose nuevos pobladores en parcelas anexas a la Cañada Real y, por otro lado, reduciéndose el número de hogares tras el realojo (en nuevos hogares fuera de la Cañada Real) de más de un centenar de familias del Sector 6 y algunas del Sector 5.

Desde la perspectiva energética, la Cañada Real representa un caso singular de falta de acceso seguro y fiable al suministro de energía en un país económicamente avanzado como es España. Durante décadas, la mayoría de los residentes de la Cañada Real ha dependido de conexiones irregulares a la red eléctrica (y a la red de suministro de agua), ya que los proveedores de estos servicios esenciales no han formalizado contratos legales de suministro a la mayoría de los hogares dada la condición “alegal” de la vivienda. La razón administrativa para la imposibilidad de obtener contratos de suministro de servicios (agua y/o energía) se halla en la ausencia de cédula de habitabilidad de las viviendas, lo que formalmente impediría conseguir un suministro legal de agua o electricidad.

Como se ha dicho, el suministro eléctrico en las viviendas de la Cañada Real se ha obtenido, históricamente, a través de enganches irregulares a la red de distribución. Estos enganches son una evidencia de la situación de excepcionalidad y precariedad en la que vive la Cañada Real. La debilidad estructural, no solo de unas “conexiones eléctricas informales”, sino de la propia red de distribución eléctrica en determinados sectores del asentamiento, ha provocado (como se verá posteriormente en el informe, capítulo 6) la pérdida ocasional del suministro en determinados periodos de alta demanda, debido fundamentalmente a la incapacidad de la propia red para soportar la demanda del asentamiento, que era, al inicio del presente trabajo en octubre de 2020, una demanda energética casi exclusivamente eléctrica.

Estas condiciones de acceso relativamente precarias se alteraron drásticamente en los primeros días de octubre de 2020, cuando el Operador del Sistema de distribución (Unión Fenosa Distribución (UFD), del grupo Naturgy) implementó cambios técnicos en la línea de distribución RV-703 consistentes en la instalación de reconectores. Los reconectores son dispositivos de protección de líneas de distribución capaces de detectar una sobrecorriente, interrumpirla y reconectar automáticamente para reenergizar la línea. El valor de corriente de corte del dispositivo es establecido desde el propio centro de control de la compañía. Si el origen de una falta es permanente, el reconector se bloquea después de cierto número de operaciones, aislando la zona con esa falta del resto del circuito eléctrico. Según informó la compañía eléctrica UFD, la instalación de esos reconectores se debió a sus preocupaciones por la seguridad de la red ante un incremento considerado desproporcionado de la demanda durante el verano de 2020, posiblemente achacable al incremento de las plantaciones de marihuana conectadas a la red de distribución de electricidad de los sectores 5 y 6, red

a la que la amplísima mayoría de los residentes en estos sectores están conectados informalmente. La integración de estos reconectores en la red supuso la pérdida de acceso a la electricidad de un porcentaje mayoritario de la población que vive en la Cañada, al centrarse en sus dos barrios más populosos.

Ante la emergencia de la situación, las distintas instituciones implementaron algunas medidas de emergencia. El gobierno español creó un grupo de trabajo interministerial en septiembre de 2021 en respuesta a una investigación específica sobre Cañada Real presentada por el Relator Especial de la ONU sobre la extrema pobreza y los derechos humanos, Oliver De Schutter [7],[8]. El grupo de trabajo se ha reunido en varias ocasiones y ha comprometido una línea presupuestaria nacional de 5 millones de euros para que los ayuntamientos afectados realojen a las familias de Cañada Real "en situaciones de extrema vulnerabilidad social" [9].

Por otro lado, la Comunidad de Madrid, mediante la suscripción de un convenio con la entidad Cáritas Diocesana de Madrid, ha puesto en marcha un programa, dotado con un importe de 300.000 euros, destinado a financiar la adopción de medidas para paliar las situaciones de emergencia social que pudieran derivarse de los problemas de suministro eléctrico en Cañada Real. A través de este proyecto se pretende "garantizar la cobertura de las necesidades básicas de higiene, alojamiento y alimentación, favorecer unas condiciones mínimas de iluminación que permitan la continuidad en los estudios de los jóvenes y menores y contribuir a la mejora de las condiciones higiénico-sanitarias mediante la aportación de recursos (leña, bombonas de butano, gasolina y lavandería)" [10]. En ejecución de este convenio, se han venido desarrollado las siguientes acciones: 1) reparto de 120.000 kg. de leña a unas 200 familias; 2) entrega de más de 5000 bombonas de butano.

Hasta ahora, ninguna de las actuaciones de las administraciones ha tenido como objetivo abordar de forma estructural las desconexiones de suministro eléctrico.

3. Materiales y métodos

La mayoría de los estudios cuantitativos dirigidos a medir la incidencia de la pobreza energética en hogares y a evaluar las condiciones de vida de las poblaciones afectadas se basan en grandes muestras representativas a escala nacional o regional procedentes de conjuntos de datos recopilados anualmente por las oficinas nacionales de estadística, como la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) o la Encuesta de la UE sobre ingresos y condiciones de vida (SILC, por sus siglas en inglés, ECV o Encuesta de Condiciones de Vida, en español). En consecuencia, hay pocos casos de investigación basada en encuestas para evaluar cuantitativamente la pobreza energética a escala de ciudad o distrito. Algunos ejemplos son Oliveras et al. [11] y Tirado-Herrero [12] para Barcelona; Castaño-Rosa et al. [13] para Sevilla; Petrova et al. [14] para Stakhanov, Ucrania; y Bouzarovski y Thomson [15] para ocho distritos en cuatro ciudades de Europa Central y Oriental. Estos estudios, sin embargo, estaban orientados al análisis cuantitativo de situaciones de pobreza energética ‘promedio’ a través de los indicadores prescritos por los observatorios de pobreza energética de la UE (EPOV y EPAH).

Las condiciones de pobreza energética extrema por falta de suministro eléctrico presentes en la Cañada Real y la ausencia de datos sobre este asentamiento en las fuentes de datos normalmente empleadas en estos estudios (como la EPF y la ECV) hacían necesario un enfoque ajustado a las características y escala del caso de estudio. Para ello, recogimos y analizamos un conjunto de datos cuantitativos compuesto por datos primarios (obtenidos por los investigadores que realizan este estudio) y datos secundarios (puestos a disposición de los investigadores, pero obtenidos por otros medios):

- (1) datos secundarios en forma de datos censales de La Cañada Real, recopilados en los años 2014 a 2016 para el conjunto de la población del asentamiento (los seis sectores) y facilitados por el Comisionado del Gobierno de la Comunidad de Madrid para la Cañada Real Galiana;
- (2) datos primarios obtenidos de una encuesta de diagnóstico de los usos de la energía realizada a 39 hogares de los Sectores 5 y 6;
- (3) datos primarios obtenidos por mediciones de a) continuidad de la conexión eléctrica y b) condiciones ambientales en el interior de los hogares; recopiladas por el equipo de investigación en los Sectores 2, 3, 5 y 6 a través de sensores instalados en los hogares y una serie de visitas de campo periódicas que se desarrollaron entre los años 2021 y 2023.

Estas fuentes de datos se describen con un cierto detalle a continuación.

Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1]

Los datos censales del conjunto de La Cañada Real (Sectores 1 a 6) fueron recogidos en el intervalo 2014-2016 por la Agencia de Vivienda Social de la Comunidad de Madrid y el Comisionado del Gobierno de la Comunidad de Madrid para la Cañada Real Galiana. El conjunto de datos, que contiene datos censales de 6.663 personas que viven en 1.911 hogares, fue anonimizado, y puesto a disposición de los autores con fines de investigación, en virtud del convenio de colaboración de 29 de septiembre de 2020, entre la Comunidad de Madrid y la Universidad Carlos III de Madrid, para llevar a cabo el proyecto para el que se realiza este informe final: 'Diagnóstico de los usos y necesidades energéticas de la población de la Cañada Real Galiana'.

El censo proporciona una muestra completa de la población de Cañada Real entre 2014 y 2016, del que se han extraído los hogares que desde esa fecha han sido realojados fuera del asentamiento. Al ser un asentamiento informal con una movilidad relativamente alta de residentes, los datos sociodemográficos de Cañada Real que son accesibles difieren según la fuente y el año de obtención. Asimismo, los sucesos de los últimos años y el realojo de grupos de población fuera de La Cañada (por ejemplo, los de la parte sur del sector 6, denominada internamente como zona sin asfaltar) ha supuesto un cambio importante. De cualquier modo, el censo de Cañada Real que utilizamos es, hoy en día, la fuente más actualizada y precisa en este sentido.

Encuesta sobre la energía de los hogares [conjunto de datos 2]

Sobre la base de una muestra de conveniencia no probabilística de los Sectores 5 y 6 de Cañada Real, se recopilaron datos sobre usos, necesidades y problemas de energía doméstica de 39 hogares entre el Sector 5 (18 hogares encuestados) y el Sector 6 (21 hogares encuestados) durante el período los primeros meses de 2021. Los hogares de la muestra fueron seleccionados entre contactos proporcionados por entidades sociales y vecinales que operan en el asentamiento (por ejemplo, educadores y trabajadores sociales del ayuntamiento de Madrid, el sacerdote de la iglesia de Santo Domingo de la Calzada, asociaciones de vecinos, entidades locales, etc.). La tasa de respuesta fue alta y más del 90% de los hogares contactados fueron entrevistados. Las encuestas se realizaron entre marzo y julio de 2021. El cuestionario fue respondido por un adulto del hogar, generalmente el jefe de familia. Se centró el estudio en los sectores afectados por la desconexión colectiva en otoño de 2020, que son además los más populosos y los que tienen una tasa de vulnerabilidad mayor.

Estos datos se han utilizado para analizar, con estadística descriptiva, el impacto de las desconexiones en el metabolismo energético de los hogares. Aunque la muestra de 39 hogares no puede considerarse representativa de la población total en estos dos sectores, las cifras y porcentajes obtenidos (presentados en la sección de resultados) se consideran una indicación justa del uso de energía doméstica en esta parte del asentamiento afectada por las desconexiones posteriores a octubre de 2020. El margen de error para un intervalo de confianza del 95% para los resultados obtenidos de esta muestra (utilizando una aproximación que considera muestreo aleatorio) se presenta en la Tabla 1 a continuación. Nótese que el margen de error varía en función del

porcentaje que se obtenga como resultado del análisis descriptivo, siendo mínimo para resultados que arrojen porcentajes límites, cercanos al 0% o al 100%, y máximo para resultados que arrojen porcentajes en el entorno del 50%. Esto significa que situaciones unánimes (por ejemplo, que todos los hogares declarasen disponer de televisión o declarasen no poder mantener temperaturas adecuadas en sus hogares) se pueden generalizar al total del sector con poco error, mientras que situaciones intermedias (por ejemplo que la mitad de la población encuestada disponga de microondas) no se pueden generalizar salvo asumiendo un error grande (que indicaría, en este caso hipotético, que se puede suponer que el porcentaje de hogares con microondas en el sector se halle entre el 30 y el 70%, sin mayor precisión).

Tabla 1. Margen de error para un intervalo de confianza del 95% de los porcentajes obtenidos de la encuesta de energía de 39 hogares (conjunto de datos 2).

Fuente: Elaboración propia.

Resultados	Sector 5	Sector 6	Ambos sectores
0%	2%	2%	1%
1%	5%	4%	3%
10%	14%	13%	9%
25%	20%	19%	14%
50%	23%	21%	16%
75%	20%	19%	14%
90%	14%	13%	9%
99%	5%	4%	3%
100%	2%	2%	1%

Condiciones ambientales en el interior de los hogares [conjunto de datos 3]

A lo largo de los dos años de medidas (marzo de 2021 a marzo de 2023) se produjeron una variedad de problemas logísticos relacionados con los sensores utilizados para la recopilación de datos de temperatura y humedad en los hogares, detectándose y corrigiéndose esos incidentes. La propia situación de vulnerabilidad de los hogares, la inestabilidad asociada al emplazamiento, o la complejidad y precariedad social incidieron, por diversas causas, en el proceso de muestreo y recogida de datos de los sensores. Hay que tener en cuenta que no se ofrecieron incentivos para participar en la encuesta de energía de los hogares o en el monitoreo de las condiciones de vida en interiores, aunque sí se ofreció asesoramiento y un informe individual sobre las condiciones ambientales de los hogares a quienes aceptaron participar en el monitoreo.

Como se ha mencionado, la continuidad de las mediciones en algún hogar se vio interrumpida por distintas causas: pérdida o desconexión del sensor; desgaste inesperado de baterías y pérdida de su registro de datos por la existencia de temperaturas extremas en los hogares; cambio o abandono de vivienda, lo que dio lugar a que varios hogares se retiraran de la muestra y fueran, en parte, sustituidos por

familias nuevamente reclutadas; derribo de casas y consecuente pérdida del sensor tras el realojo de los moradores, etc.

Los datos ambientales en el interior de los hogares se adquirieron con un termohigrómetro Elitech RC-4HC (ver Figura 2) con precisiones de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $\pm 5\text{ \%HR}$.



Figura 2. Termohigrómetro Elitech RC-4HC

Estos datos de temperatura y humedad, de una muestra de conveniencia no probabilística de los Sectores 2, 3, 5 y 6 de Cañada Real, se recogieron en una serie de visitas de campo desarrolladas entre 2021 y 2023. Los hogares monitorizados fueron seleccionados, en los sectores 5 y 6, entre aquellos que respondieron al cuestionario de la encuesta de energía de los hogares [conjunto de datos 2] y en los sectores 2 y 3, entre la población en general, tratando en ambos casos de reflejar la variedad de tipos de hogares, condiciones de la vivienda y presupuestos y características familiares. La tasa de respuesta fue de alrededor del 70% en los sectores 5 y 6, ya que algunos hogares aceptaron la encuesta, pero rechazaron el monitoreo, y superior al 90% en los sectores 2 y 3. Por el contrario, cabe destacar que no se realizaron medidas en el sector 4 debido a la falta de colaboración de la asociación de vecinos de la zona, contactada repetidamente por los investigadores y posteriormente por el propio Comisionado de la Comunidad de Madrid. El sector 1, muy asentado como barrio en el municipio de Coslada y con características diferentes al resto, no ha sido analizado en este estudio.

Este conjunto de datos primarios contiene registros de temperatura y humedad de las condiciones de la habitación principal en 24 hogares (6 en el Sector 2, 4 en el Sector 3, 7 en el Sector 5 y 7 en el Sector 6), adquiridos en intervalos de 10/15 minutos en campañas de medidas desarrolladas entre marzo de 2021 y marzo de 2023. El despliegue se realizó inicialmente en los sectores 5 y 6 (a partir de marzo de 2021) y posteriormente se extendió a los sectores 2 y 3 (a partir de enero de 2022). Como se ha mencionado, la realización de mediciones basadas en sensores en un asentamiento informal representa un serio desafío y se detectaron e intentaron corregir una gran variedad de incidencias, lo que afectó a la continuidad de las mediciones. De un despliegue total de 26 sensores en 26 hogares, 2 hogares nunca dieron datos (1 sensor nunca fue devuelto y 1 se perdió) y prácticamente la totalidad tuvieron problemas de uno u otro tipo a lo largo del amplio periodo citado, al producir mediciones inexactas, intermitentes o parciales. Para hacer frente a esos problemas, se desplegaron algunos

sensores nuevos en hogares de reemplazo de los que se retiraron, que quedan incluidos en el número final de 24 hogares monitorizados en algún intervalo de tiempo dentro del intervalo de medida (marzo de 2021 y marzo de 2023). Finalmente, se pudo extraer un conjunto de mediciones confiables de las condiciones térmicas interiores de 24 hogares en diferentes intervalos de tiempo.

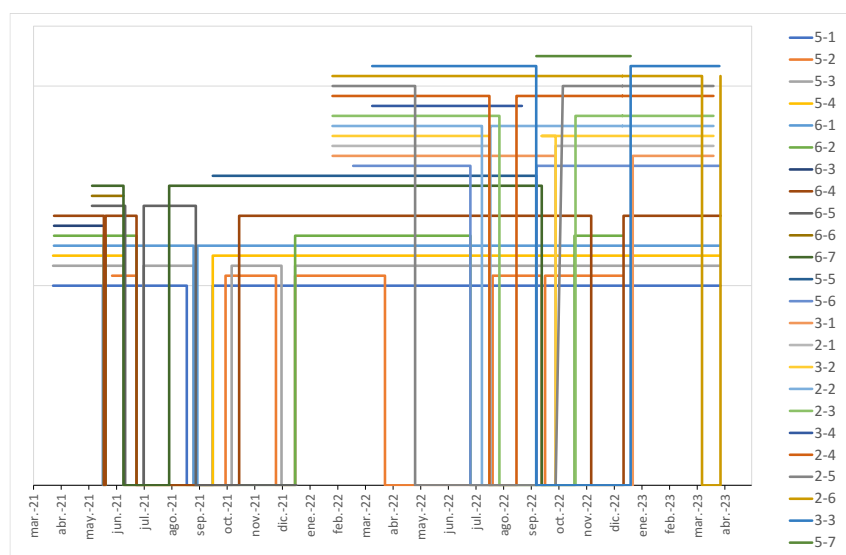


Figura 3. Periodos de medida de las condiciones ambientales en el interior de los hogares de la muestra.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3]

La Figura 3 muestra los periodos de medida en los diferentes hogares, identificados por un primer dígito que indica el sector (el hogar 5-2 sería el hogar nº 2 del sector 5). La Figura 4 muestra el porcentaje de medidas simultáneas en el asentamiento a lo largo del período de medida, discretizadas de forma horaria o mensual. Esto no es de ninguna manera un conjunto de datos representativo, que identifique las condiciones del ambiente interior en todos los hogares de La Cañada, pero proporciona evidencia sobre condiciones existentes para un problema complejo en un entorno difícil. Nótese que los porcentajes bajos durante el primer año deben interpretarse atendiendo al hecho de que los sensores en los sectores 2 y 3 solo se desplegaron en el segundo año. Un 100% de datos significaría que todos los sensores en la totalidad de los 24 hogares donde estaban instalados estaban recogiendo datos de forma efectiva.

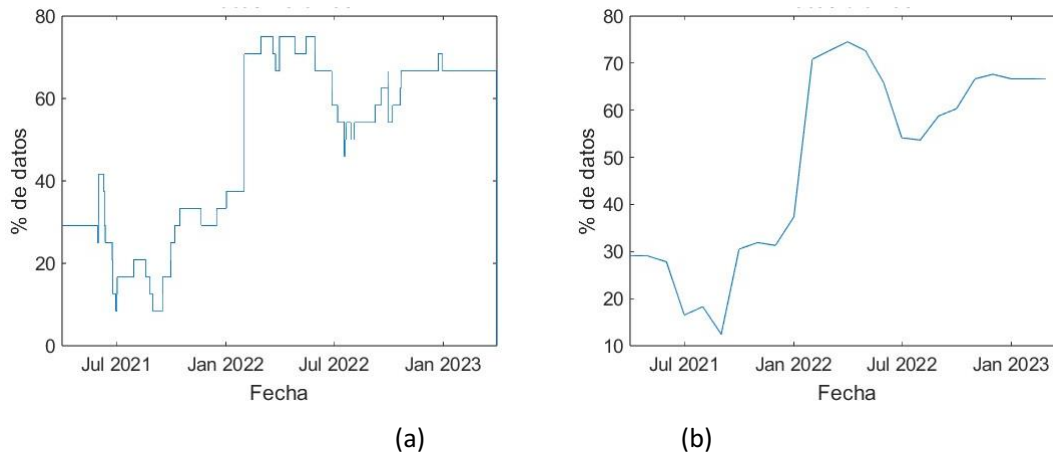


Figura 4. Porcentaje de medidas ambientales simultáneas durante el periodo de medida. (a) en cada instante; (b) promedio mensual.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3]

La organización de los datos por meses y estaciones se muestra en la Figura 5. Como se acaba de indicar, los sectores 2 y 3 se monitorizaron a principios de 2022, por lo que aportan medidas de un año completo, frente a los demás sensores que monitorizan desde principios o mediados de 2021. Por eso, el porcentaje de medidas frente al número total de hogares monitorizados y el tiempo total de monitorización, de dos años, aparece tan bajo. Para ver la incidencia de la pérdida de datos (no del inicio tardío de las medidas en los sectores 2 y 3, consecuencia de la desconexión de los sectores 5 y 6 que centró el trabajo durante el primer año) se incluye un porcentaje frente a hogares monitorizados en cada momento. Los meses de verano son los que están peor identificados por la mayor dificultad de acceso a las viviendas en estos meses. Sin embargo, el haber realizado las medidas durante dos años en un número importante de hogares permite una adecuada visualización de los comportamientos.

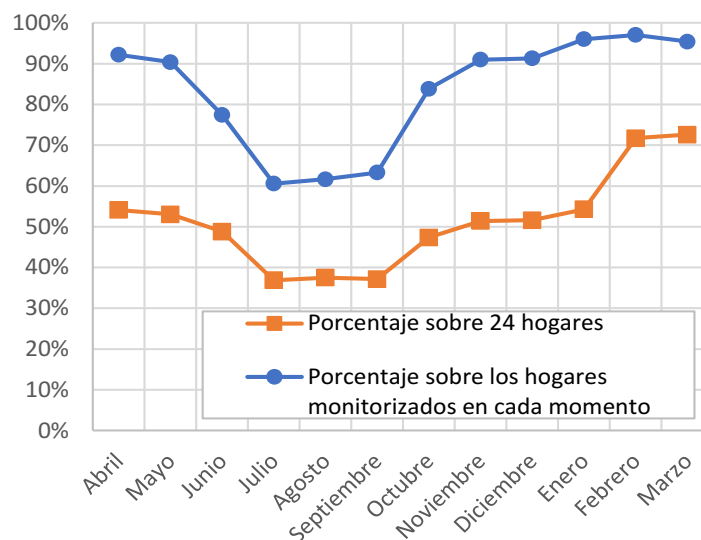


Figura 5. Porcentaje de medidas ambientales simultáneas durante el periodo de medida.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3]

Por último, la Tabla 2 muestra la distribución de las medidas por sectores, identificando el número de hogares monitorizados por sector, el número de meses-hogar (sumatorio del número de meses medidos en todos los hogares del sector). A partir de esos dos

datos se obtiene un promedio de meses medidos por hogar en cada sector y se identifica el porcentaje de medidas válidas durante dichos meses. Por último, se incluye el número de horas monitorizadas (con entre 4 y 6 datos de temperatura y humedad cada hora). Nótese que el número total de medidas puntuales de temperatura y humedad realizadas para este estudio está en el entorno de las 150.000 medidas.

Tabla 2. Organización de las medidas por sector.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3]

Sector	Número de hogares	Meses-hogar	Promedio meses por hogar	Porcentaje de medidas válidas	Número de horas medidas
2	6	84	14	86%	8.813
3	4	42	11	89%	6.841
5	7	119	17	83%	10.329
6	7	94	13	80%	7.864

Un ejemplo de los datos recogidos para una vivienda, en un caso con un porcentaje de medidas válidas cercano al 100%, se recoge en la Figura 6.

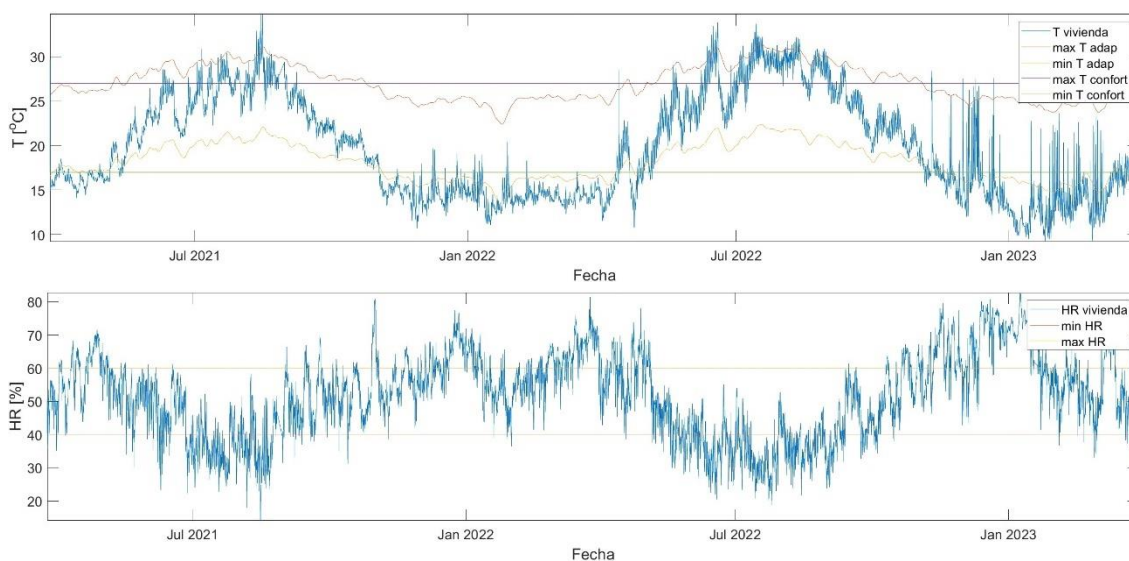


Figura 6. Histórico de temperaturas y humedades relativas en el interior de un hogar monitorizado entre abril de 2021 y marzo de 2023.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3]

Para identificar si las medidas obtenidas suponen un mayor o menor confort térmico, en los gráficos de temperaturas y humedades relativas se han incluido diversos límites junto a las medidas en la vivienda (en azul). En el caso de las temperaturas, se muestran dos tipos de límites de confort: fijos y adaptativos. Los límites fijos, en morado y verde, identifican las condiciones límite de confort térmico en 17 y 27 °C. Estos límites aparecen en diversa bibliografía internacional y desde el punto de vista de la normativa española, son consignados en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril al identificar las condiciones ambientales adecuadas en el lugar de trabajo. Cabe señalar que el reciente Real Decreto 14/2022, de 1 de agosto, ponía límites temporales a la puesta en funcionamiento de

equipos de calefacción y refrigeración en centros de trabajo, identificando dichos límites en 19 y 27 °C, respectivamente. Así mismo, debe notarse que el rango 17-27 °C supone un criterio menos estricto que las directrices de la OMS, que prescriben 18 °C como temperatura interior mínima de confort. El modelo adaptativo, muy utilizado en los últimos tiempos, tiene en cuenta las temperaturas exteriores en los últimos días e identifican así un rango de confort que considera la capacidad para adaptarse a cambios de temperatura del cuerpo humano. Se ha utilizado el rango de confort IEQIII de la norma UNE EN 16798-1:2019 [16] que establecen un confort moderado dentro del cual las temperaturas interiores no representan ningún riesgo para la salud pero pueden no garantizar el confort. De acuerdo con esta norma, las temperaturas del aire interior deben estar en el rango de:

$$0,33 \cdot T_{o,rm} + 18,8 - 5 \leq T \leq 0,33 \cdot T_{o,rm} + 18,8 + 4,1$$

donde $T_{o,rm}$ es la temperatura exterior media de funcionamiento de la temperatura media diaria del aire exterior en un lugar determinado. Para el cálculo de este rango se han obtenido datos de temperatura exterior de Cañada Real de la base de datos abierta de estaciones meteorológicas de la Comunidad de Madrid. En el gráfico estos límites de confort aparecen en naranja y amarillo. Finalmente, en el gráfico de las humedades relativas, los límites de confort utilizados son límites fijos, de 40 y 60% de humedad relativa, que aparecen como límites en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE, Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio).

El análisis que se presentará en el capítulo 6 se centra en la identificación de situaciones fuera de la zona de confort térmico, definida por los modelos de temperaturas fijas o temperaturas adaptativas. Partiendo de los datos de la serie temporal de temperaturas en el hogar, se identifican aquellas que exceden los rangos de confort definidos. Sobre ese conjunto de datos se presenta por un lado el porcentaje del tiempo total de medida en el que el sensor ha evidenciado situaciones fuera del rango de confort y por otro la información de la distribución de temperaturas en exceso o en defecto de los límites de dicho conjunto. Un ejemplo real para un mes de primavera puede verse en la Figura 7.

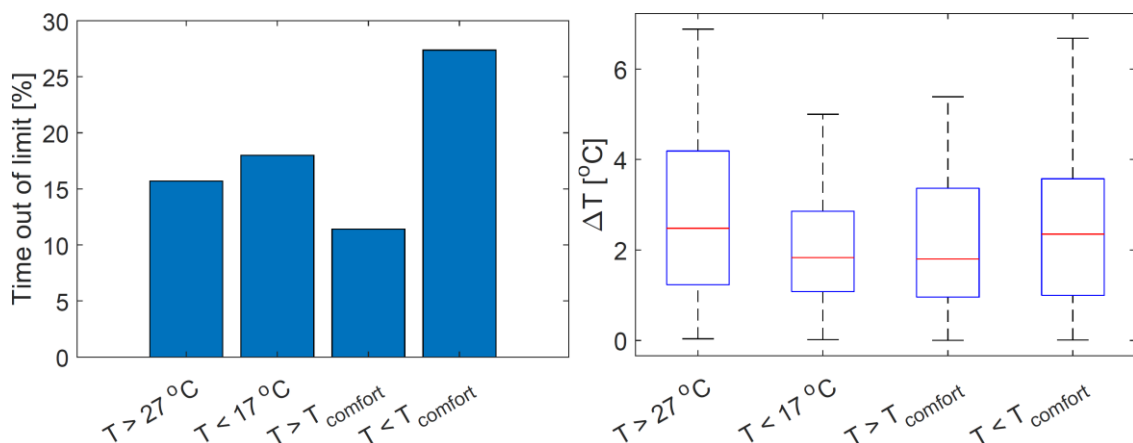


Figura 7. Ejemplo de los gráficos de análisis de las condiciones fuera de confort térmico de una vivienda de La Cañada durante un mes de primavera.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3]

El gráfico de la izquierda muestra la incidencia de las situaciones fuera de confort térmico como porcentaje del tiempo en que se está fuera de confort. Utilizando los

límites de rango fijos, se obtiene que el hogar experimenta temperaturas interiores superiores a 27 °C durante un 15% del tiempo total de medida, mientras que experimenta temperaturas interiores inferiores a 17 °C durante un 18% del tiempo total de medida. El tiempo restante ($100-15-18 = 67\%$) el hogar se encuentra dentro del rango de confort térmico utilizado. Si se utiliza el criterio adaptativo, el hogar experimenta temperaturas interiores más altas que la temperatura máxima de confort durante un 11% del tiempo total de medida, mientras que experimenta temperaturas interiores más bajas que la temperatura mínima de confort durante un 27% del tiempo total de medida, según los datos del ejemplo de la Figura 7.

El gráfico de la derecha presenta la distribución de las temperaturas en exceso (por demasiado cálidas) o en defecto (por demasiado frías) que ocurren en los porcentajes citados en el párrafo anterior. Para presentar la distribución se utiliza un diagrama de caja. En este diagrama se describe la distribución de forma reducida: se presentan las posiciones del 25% inferior de datos, el 50% (la mediana) y el 75% inferior de los datos (o 25% superior) a través de los límites inferior y superior de la caja y de su línea intermedia. El gráfico identifica también dos intervalos de confianza en ambas direcciones y, si existen, valores atípicos fuera de dichos intervalos, identificados generalmente de forma individual y con cruces. Para esta visualización se han eliminado los valores atípicos, pero se describe porque se utilizan en otros gráficos del documento.

Los resultados de los diagramas de caja muestran medianas en el entorno de los dos grados en las cuatro distribuciones. Eso significa que durante la mitad de los porcentajes de tiempo vistos en el gráfico izquierdo, las temperaturas internas del hogar son, para cada caso, 2 grados menores que los límites inferiores o dos grados superiores que los límites superiores. Es decir, en el caso de los límites fijos, el 7,5% del tiempo total se está por encima de 29°C y el 9% del tiempo por debajo de 15 °C. Los intervalos de confianza muestran que las temperaturas pueden alcanzar los 34 °C de máxima o los 12 °C de mínima en el intervalo de tiempo de la medida. Esto identifica una situación intermedia, con una parte importante del tiempo en situación de confort, pero con temperaturas máximas y mínimas bastante extremas, más aún tratándose en el ejemplo, como se dijo antes, de un mes de clima suave en primavera.

En el ejemplo ambos rangos, fijo y adaptativo, dan resultados diferentes pero con una tendencia similar, tanto en los porcentajes como en los estadísticos de la distribución.

En el capítulo 6 se presentará información en este formato para los hogares monitorizados, en función de su sector y para meses típicos de primavera, verano, otoño e invierno. Dado que los resultados muestran que las diferencias entre los análisis utilizando los rangos fijos y los de confort adaptativo arrojan resultados similares, se presentarán, por simplicidad, solo los análisis basados en los rangos fijos.

Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

Los datos primarios sobre la continuidad del suministro eléctrico fueron recogidos por los investigadores con medidores de tensión instalados en dos hogares de Cañada Real

(uno en el Sector 5 y otro en el Sector 6) con el objetivo de detectar la presencia de tensión (alimentación eléctrica) en los dos puntos de suministro investigados. Este conjunto de datos contiene valores binarios (1/0), adquiridos en intervalos de dos minutos en diferentes periodos entre diciembre de 2019 y marzo de 2023, y que representan la disponibilidad o no de suministro eléctrico. Los medidores utilizados para detectar interrupciones fueron diseñados y construidos por el equipo de investigación de la UC3M para los fines de este estudio. Están constituidos por un detector de voltaje RS PRO-USB-3 (Figura 8), que recopila datos de tensión de la red cuando se conecta a una toma de corriente del hogar.



Figura 8. Detector de tensión RS PRO-USB-3

Cabe destacar que, a pesar de tratarse de dos medidas en dos puntos muy concretos, los dos dispositivos mencionados se consideran representativos de las condiciones globales de cada sector, dada la homogeneidad interna de las desconexiones de suministro en cada sector y la estructura de la red local de suministro eléctrico (cada sector es alimentado por una única rama de suministro eléctrico de la línea de distribución RV-703 de 15 kV). Por ello, se considera que las medidas aportadas son representativas de las condiciones de suministro a largo plazo experimentadas por cualquier residente en ambos sectores durante el período investigado (salvo un pequeño sector del sector 6 que es alimentado por otra línea de distribución diferente).

El detector de tensión RS PRO-USB-3 va registrando los valores indicativos de disponibilidad de tensión de alimentación ON/OFF (5,0/0,0) que representan la existencia o no de suministro eléctrico en dicha línea. Estos se pueden visualizar en gráficas como la representada en la Figura 9 para un periodo de muestreo concreto, en este caso, entre el 8 de enero y el 16 de febrero de 2021 (sector 5). La frecuencia de muestreo habitual ha sido de dos minutos, con el objeto de poder detectar microcortes de suministro inferiores a los tres minutos. Como se puede observar en la figura, para el caso visualizado, la mayor parte del tiempo el sensor registra valores de 0,0 (OFF) (línea roja continua) que indican ausencia de suministro eléctrico.

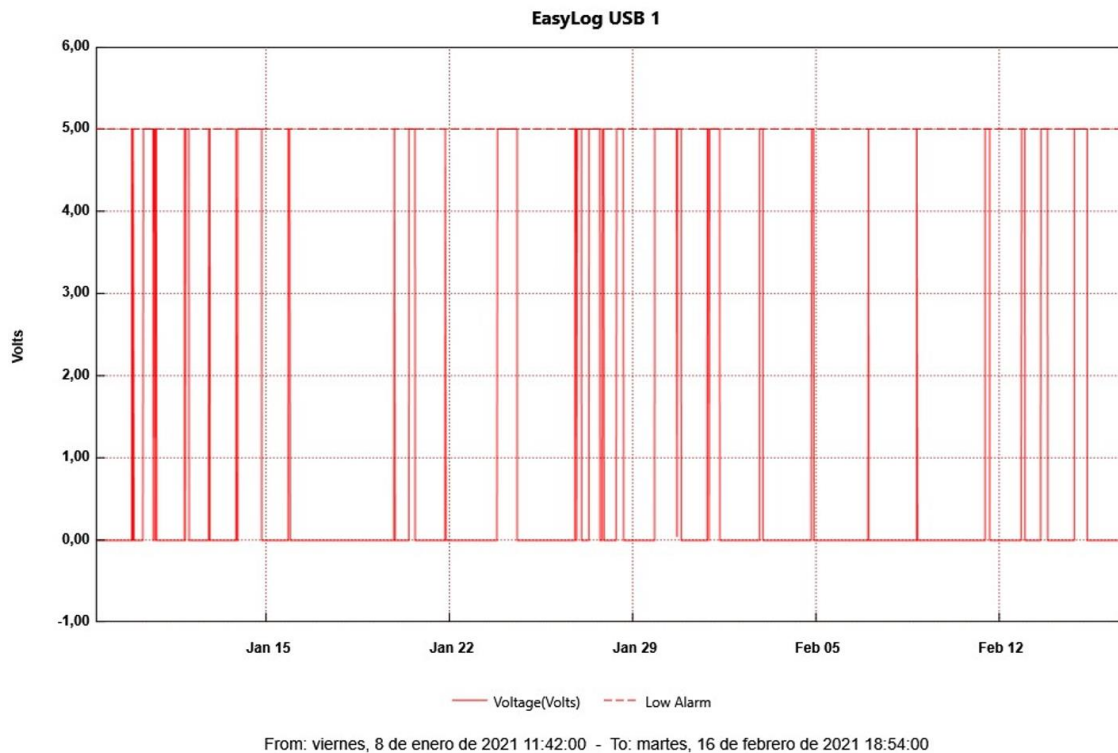


Figura 9. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 5 de la Cañada Real en el periodo 08/01/2021-16/02/2021. Muestra cada 2 minutos.

A partir de estos datos de muestreo de los detectores de tensión se han podido calcular los índices de continuidad de suministro eléctrico (ver sección 6 del informe) en cada uno de los sectores analizados (Sector 5 y Sector 6).

4. Análisis de datos censales: situación socioeconómica en la Cañada Real Galiana

En esta sección se analizan los datos censales sobre la Cañada Real puestos a disposición del estudio por el Comisionado del Gobierno de la Comunidad de Madrid para la Cañada Real Galiana. Como se ha mencionado en el capítulo anterior, los datos fueron recogidos en el periodo entre 2014 y 2016. Por lo tanto, a falta de un nuevo censo que desde hace un cierto tiempo se viene anunciando, en esta sección se describen, con los datos globales disponibles más recientes, las condiciones de vida en Cañada Real antes de las interrupciones del suministro iniciadas en octubre de 2020 en dos de sus sectores. Analizaremos primero los datos socioeconómicos, luego las características de la vivienda y, por último, las conexiones a servicios.

4.1 Características socioeconómicas

El censo de la Cañada Real [conjunto de datos 1] incluyó a 6.663 residentes, lo que representa el 0,12% de la población total de la Comunidad de Madrid en 2015. Como se muestra en las Tabla 3 (datos sociodemográficos del asentamiento, por sectores) y Tabla 4 (detalle de datos sociodemográficos en los sectores 5 y 6, los más populosos), la población de la Cañada Real es marcadamente diferente del resto de la región, con más menores, menos ancianos y más ciudadanía no española, especialmente de etnia gitana y migrantes de procedencia norteafricana. Estas cifras hablan de los orígenes y el desarrollo de Cañada Real como un asentamiento informal que tradicionalmente ha atraído a residentes que no pueden acceder a una vivienda legal en el área metropolitana de Madrid, y que a menudo pertenecen a minorías étnicas. Dentro del asentamiento, los sectores 1 y 2 están habitados predominantemente por españoles de mediana edad y ancianos, con baja presencia de menores, población gitana y población de origen extranjero. En cambio, los sectores 4, 5 y 6 muestran un mayor porcentaje de menores, población inmigrante (en su mayoría marroquíes) y población gitana.

Las interrupciones del suministro eléctrico desde octubre de 2020 han afectado principalmente a los sectores 5 y 6, la sección más poblada de la Cañada Real, que albergaba según estos datos a más del 60% de los residentes del asentamiento. Sin embargo, esta sección de la Cañada Real tiene dinámicas de población complejas, que han podido modificar fuertemente la población en los últimos años. Aparte, como desarrollo del Pacto Regional por la Cañada Real Galiana de 2017, los servicios sociales

de la comunidad han realojado a más de 130 familias (especialmente del Sector 6) desde 2018, un proceso que se ha acelerado en el último año.

Tabla 3. Análisis sociodemográfico de los Sectores 1 a 6 de Cañada Real en 2016 (como porcentaje de la población en cada unidad).

Fuente: Datos sociodemográficos de los sectores 1 a 6 extraídos del censo de Cañada Real [conjunto de datos 1]; Datos sociodemográficos de población total y extranjera (2015) extraídos del portal estadístico de la Comunidad Autónoma de Madrid [17]; Datos de población gitana de 2015 extraídos del 'Plan de Inclusión Social de la Población Gitana de la Comunidad de Madrid 2017-2021' [18]; Datos sobre personas con discapacidad (2015) extraídos del portal de la Comunidad de Madrid [19].

Notas: ¹ El porcentaje de población gitana incluye tanto la población extranjera como la española.

Población (personas)	Grupos de edad			Población con discapacidad	Ciudadanía y origen étnico			
	Infancia (< 18)	Adultos	Ancianos (> 65)		Población española	Inmigrantes	Población gitana ¹	
Sector 1	499	11%	70%	19%	5%	93%	7%	1%
Sector 2	577	11%	66%	24%	7%	94%	6%	6%
Sector 3	385	25%	63%	12%	6%	86%	14%	43%
Sector 4	1.268	32%	61%	7%	3%	67%	33%	39%
Sector 5	1.601	32%	63%	5%	3%	45%	55%	7%
Sector 6	2.333	34%	62%	4%	3%	66%	34%	50%
Cañada Real	6.663	29%	63%	8%	4%	67%	33%	30%
CAM	6.436.996	18%	66%	16%	5%	87%	13%	1,1–1,4%

Tabla 4. Datos sociodemográficos de Cañada Real, Sectores 5 y 6.

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1]

		Sector 5	Sector 6
Hogares		393	616
Tamaño promedio del hogar (miembros por hogar)		4,07	3,79
País o región de nacimiento	España	47,2%	68,5%
	Marruecos y otros países del norte de África	46,0%	25,0%
	Rumanía y Bulgaria	4,0%	5,4%
	Latinoamérica	2,2%	0,5%
	Portugal y otros países europeos	0,2%	0,6%
Otro		0,4%	-
Proporción de género (M/F)		1,02	1,01

En cuanto a la situación económica de los/as residentes del asentamiento, la Figura 10 y la Tabla 5 indican que el ingreso medio de los hogares en todos los sectores estaba por debajo del umbral de riesgo de pobreza¹, con 89% de la población en riesgo de pobreza monetaria en 2015. Los sectores 3, 4, 5 y 6 tenían las tasas de pobreza más altas, y casi toda la población de estos sectores estaba por debajo del umbral de riesgo de pobreza. A modo de comparación, Eurostat reporta un 22,1% de la población en riesgo de pobreza para el conjunto de España y un 15,1% para la Comunidad de Madrid en 2015 [20]. Estas cifras describen a la Cañada Real como un asentamiento informal habitado principalmente por una población sujeta a una precaria situación de falta de ingresos junto con otras formas de exclusión social. Nótese que, aunque esta situación es

¹ Población en riesgo de pobreza monetaria (tasa de riesgo de pobreza): el porcentaje de personas que viven en hogares cuya renta total equivalente anual está por debajo del umbral de pobreza, fijado este en el 60% de la mediana de los ingresos (€) por unidad de consumo de los hogares a nivel nacional.

especialmente grave en los sectores 3 a 6, también arroja porcentajes mayoritarios de población en riesgo de pobreza en los sectores 1 y 2.

Tabla 5. Distribución equivalente de la renta de los hogares (€/mes) y población por debajo del umbral de riesgo de pobreza.

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1].

Sector	Percentiles (€/mes por unidad de consumo)			En riesgo de pobreza	
	25	50	75	Población (%)	Hogares (%)
1	308	667	970	54%	51%
2	300	567	900	63%	62%
3	235	340	600	85%	81%
4	110	250	400	94%	91%
5	118	253	444	94%	91%
6	0	213	308	98%	97%

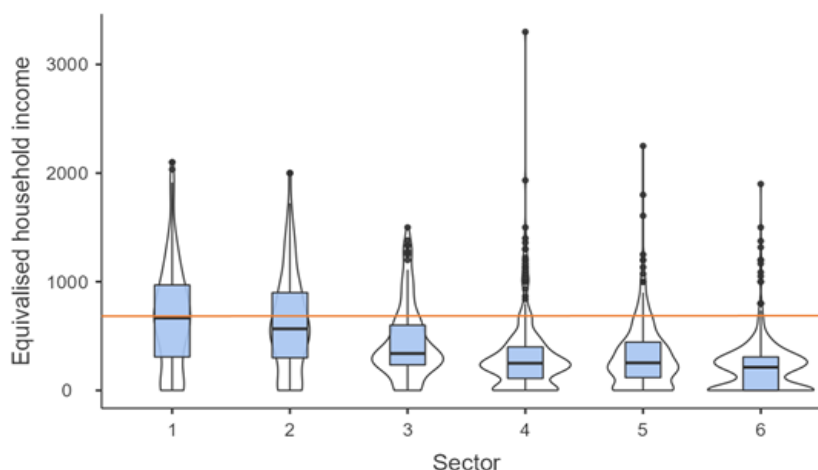


Figura 10. Diagramas de caja de la renta familiar equivalente (€/mes por unidad de consumo) y umbral de riesgo de pobreza (684€/mes por unidad de consumo) para los 6 sectores de Cañada.

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1]

4.2 Tipologías de edificios, calidad de la vivienda y hacinamiento

Más de la mitad de los residentes de la Cañada Real (56%) viven en hogares unifamiliares estándar (lo que en general significa viviendas construidas por técnicos profesionales utilizando materiales de construcción adecuados), como se muestra en la Tabla 6. No obstante, un número impreciso pero significativo de estas viviendas fueron autoconstruidas por sus moradores, muchos de ellos con conocimientos de albañilería. Los edificios plurifamiliares albergan el 21,3% de los hogares, mientras que las infraviviendas (viviendas precarias construidas con materiales de construcción) suponen el 10,6% de los hogares, y el número de chabolas (infraviviendas construidas con materiales de desecho) asciende al 8,6%. Caravanas y almacenes habitados arrojan números mucho menores. Las diferencias entre sectores son notables. El porcentaje conjunto de chabolas e infraviviendas es residual en los sectores 1 y 2 pero relevante en el resto. La mayor incidencia de chabolas se da en los sectores 3 y 4 y la mayor incidencia de infraviviendas en los sectores 4 y 6. Solo el sector 1 muestra una preeminencia de los

edificios plurifamiliares sobre las viviendas unifamiliares de uno y otro tipo. Las viviendas prefabricadas o el uso de caravanas o almacenes como vivienda arrojan números bajos en general, aunque cabe señalar el 5,2% de hogares en caravanas en el sector 3. En todos los sectores son mayoritarios los hogares establecidos en edificaciones estándar, sean estos edificios plurifamiliares o viviendas unifamiliares, aunque la calidad de estas edificaciones no siempre está garantizada, como se verá a continuación.

Tabla 6. Tipologías de edificios residenciales en los 6 sectores de Cañada Real (% de hogares).

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1].

	Almacén	Chabola	Caravana	Infravivienda	Viviendas prefabricadas	Edificio plurifamiliar	Vivienda unifamiliar estándar
Sector 1		0,5%		1,1%	2,1%	51,9%	43,9%
Sector 2	0,5%			0,9%	4,1%	23,1%	71,5%
Sector 3	0,7%	17,9%	5,2%	5,2%	2,2%	15,7%	53,0%
Sector 4	0,8%	16,5%		14,8%	0,6%	5,3%	62,0%
Sector 5		3,6%		5,3%	0,5%	28,2%	62,3%
Sector 6	0,3%	10,7%	1,8%	19,0%	3,6%	17,4%	47,2%
Total	0,4%	8,6%	0,9%	10,6%	2,2%	21,3%	56,0%

La calidad de las viviendas fue evaluada por un arquitecto como parte del censo 2014-2016. Los resultados agrupados se muestran en la Tabla 7. Prácticamente todas las chabolas, el 81% de las infraviviendas e incluso un 5% de las viviendas estándar se consideraron en muy malas condiciones. La mayoría de los hogares de los sectores 3 a 5 viven en viviendas de mala o muy mala calidad, lo que confirma el gradiente decreciente de las condiciones de vida al comparar los Sectores 1 y 2 frente a los Sectores 3 a 6, como también se ha podido observar en los ingresos de los hogares (Figura 10 y Tabla 5). No obstante, aun siendo minoritarios, los porcentajes de viviendas de mala o muy mala calidad identificados en los sectores 1 y 2 no pueden desdeñarse.

Tabla 7. Calidad de los edificios residenciales en los 6 sectores de Cañada Real (% de hogares)

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1].

Nota: no hay datos disponibles para el Sector 6.

	Muy mala	Mala	Media	Buena	Sin datos
Sector 1		20,6%	55,0%	6,3%	18,0%
Sector 2	1,4%	25,8%	41,6%	29,0%	2,3%
Sector 3	35,1%	33,6%	23,1%	3,0%	5,2%
Sector 4	33,5%	49,4%	12,0%	3,9%	1,1%
Sector 5	10,9%	65,6%	16,5%	5,6%	1,3%
Sector 6					100,0%
Total (sectores 1 a 5)	16,4%	44,5%	25,9%	9,0%	4,2%

El hacinamiento en las viviendas (definido por el índice de hacinamiento, que identifica el número de personas por dormitorio) no arroja cifras especialmente graves (en comparación con resultados previos) para el conjunto del asentamiento, aunque el índice de hacinamiento aumenta del Sector 1 al 6. El hacinamiento ($2,5 \leq OI < 5$) ocurre en el 24% de los hogares en el Sector 4, en el 19% de los hogares en el Sector 5 y en el 30% en el Sector 6, con un hacinamiento crítico ($OI > 5$, más de 5 personas compartiendo

cada dormitorio en el hogar) que afecta al 5,8% de los hogares en el Sector 6. El hacinamiento, tanto en el Sector 5 como en el Sector 6, se debe a la escasez de dormitorios independientes más que a la presencia de hogares de familias numerosas. Los resultados de las distribuciones para cada sector pueden verse en la Figura 11.

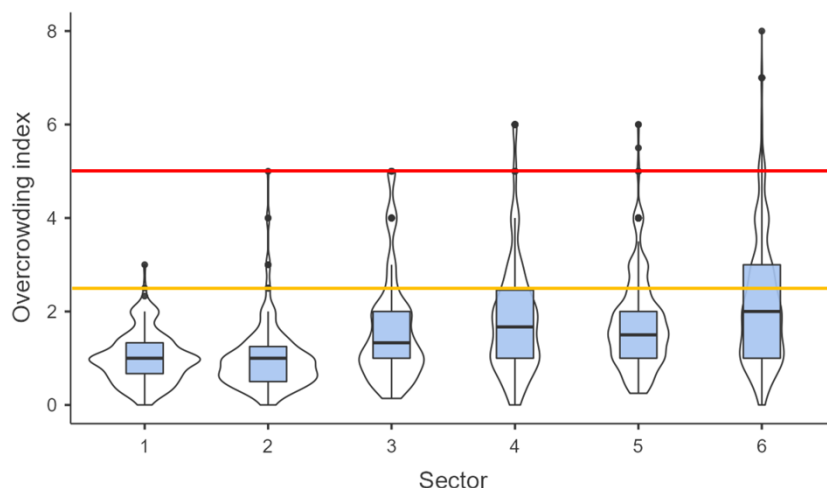


Figura 11. Diagramas de caja del índice de hacinamiento para los 6 sectores de Cañada Real.

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto 1].

Nota: El umbral de hacinamiento es de 2,5 (línea naranja) y el hacinamiento crítico (línea roja) ocurre cuando el índice está por encima de 5.

4.3 Acceso a suministros básicos

La Tabla 8 y la Tabla 9 muestran las condiciones de los residentes de Cañada Real en cuanto a suministros básicos como agua, luz y alcantarillado. En 2016, el 93% de los hogares dependía de conexiones eléctricas irregulares, el 91% obtenía su agua mediante accesos irregulares, el 48% descargaba aguas residuales a pozos negros y el 95% no tenía alumbrado público. Las estadísticas evidencian una precariedad generalizada en el acceso a servicios básicos y servicios públicos, en marcado contraste con las condiciones de acceso total de las zonas aledañas (tejido urbano formal en municipios como Coslada o Rivas-Vaciamadrid). Al observar las diferencias entre sectores, solo un porcentaje relativamente mayor de hogares que viven en el Sector 1, más consolidado e integrado en su municipio, tenían contratos legales con proveedores de agua, y electricidad, acceso al alcantarillado y alumbrado público. Con todo, la mayoría de los hogares de Cañada Real dependían de conexiones inseguras e irregulares al suministro de electricidad y agua en 2016. Los contratos legales eran, y continúan siendo, nulos o puramente anecdóticos en los sectores 2 a 6, salvo un pequeño grupo de viviendas al comienzo del sector 2.

Tabla 8. Condiciones de acceso al suministro eléctrico y al alumbrado público por parte de los sectores de Cañada Real en 2015 (en porcentaje de la población de cada sector).

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1].

	Población (personas)	Suministro eléctrico				Alumbrado público	
		Contrato legal	Conexión irregular	Panel solar	Sin suministro	Disponible	No disponible
Sector 1	499	68%	29%			68%	32%
Sector 2	577	11%	87%		0,3%	1%	99%
Sector 3	385		99%		0,8%	1%	99%
Sector 4	1.268		97%		0,2%		100%
Sector 5	1.601	0,1%	100%			0,2%	100%
Sector 6	2.333	0,04%	99%	0,2%	0,1%	0,2%	100%
Total	6.663	6%	93%	0,1%	0,1%	5%	95%

Tabla 9. Condiciones de acceso al abastecimiento de agua y saneamiento por parte de los sectores de Cañada Real en 2015 (como porcentaje de la población de cada sector).

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1].

Población (personas)	Abastecimiento de agua					Saneamiento			
	Contrato legal	Tanque	Conexión irregular	Pozo propio	Sin suministro	Alcantarillado sanitario	Pozo negro	Sin saneamiento	
Sector 1	499	70%		27%		0,4%	80%	16%	0,4%
Sector 2	577	10%		88%	1%	0,2%	91%	7%	1%
Sector 3	385			99%	1%	0,3%		92%	4%
Sector 4	1.268		0%	97%	0,2%		3%	66%	4%
Sector 5	1.601		1%	98%	0,4%	0,4%	78%	17%	0,5%
Sector 6	2.333		0%						4%
Total	6.663	6%	0,3%	91%	0,3%	1%	33%	48%	3%

5. Análisis de encuestas: condiciones socio-energéticas en la Cañada Real Galiana

La encuesta de diagnóstico de los usos de la energía se realizó sobre una muestra de 39 hogares de los Sectores 5 y 6 (18 hogares en el Sector 5 y 21 en el Sector 6) [conjunto de datos 2], entre marzo y julio de 2021.

En primer lugar, se pondrá la muestra seleccionada en contexto con los datos del capítulo anterior. La Tabla 10 muestra una comparativa entre los datos de las dos muestras para cada sector y los del sector completo a partir de los datos censales. La Figura 12 muestra la distribución de las rentas familiares equivalentes por unidad de consumo, siguiendo la metodología de los análisis de riesgo de pobreza.

Tabla 10. Características socioeconómicas de los hogares de la muestra en comparación con los datos censales de cada sector.

Fuente: Censo de Cañada Real [conjunto de datos 1]. Encuesta sobre la energía de los hogares [conjunto de datos 2].

		Sector 5	Muestra S5	Sector 6	Muestra S6
Hogares		393	18	616	21
Población		1601	87	2333	85
Tamaño promedio del hogar (miembros)		4,07	4,83	3,79	4,04
Grupos de edad	Infancia (< 18)	32%	53%	34%	40%
	Adultos	63%	47%	62%	58%
	Ancianos (> 65)	5%	-	4%	2,3%
Población con discapacidad		3%	10,3%	3%	13%
País o región de nacimiento	España	47,2%	37%	68,5%	38%
	Marruecos y norte de África	46,0%	50%	25,0%	48%
	Rumanía y Bulgaria	4,0%	11%	5,4%	9%
	Latinoamérica	2,2%	2%	0,5%	-
	Portugal y otros europeos	0,2%	-	0,6%	5%
	Otros	0,4%	-	-	-
Población gitana (española o extranjera)		7%	22%	50%	48%
Percentiles (€/mes por unidad de consumo)	25%	118	254	-	205
	50% (mediana)	253	355	213	288
	75%	444	433	308	389
Población en riesgo de pobreza (%)		94%	89%	98%	95%

La Tabla 10 muestra discrepancias asumibles entre la muestra y su sector. Algunas de estas diferencias pueden deberse al intervalo de 5 años entre las dos fuentes de datos

y otras al diferente ámbito y ambiente de la encuesta. Por ejemplo, las rentas son coherentes, pero ligeramente superiores a las que indica el censo o la asunción de discapacidades en la familia es mayor. Por otro lado, el número de menores aumenta al tiempo que disminuye el de mayores. También hay un cambio relevante en el porcentaje de población con discapacidad en el sector 5, quizá derivado de una definición más laxa en la encuesta propia. Por último, la discrepancia en el porcentaje de inmigrantes marroquíes en el Sector 6 se debe a un claro cambio demográfico en el sector en los últimos años.

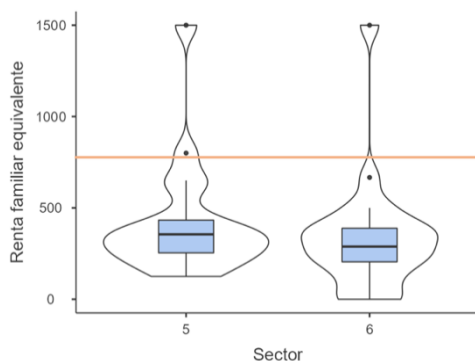


Figura 12. Diagramas de caja de la renta familiar equivalente (€/mes por unidad de consumo) y umbral de riesgo de pobreza (794€/mes por unidad de consumo) para las muestras encuestadas de los sectores 5 y 6 de Cañada Real.

Fuente: Encuesta sobre la energía de los hogares [conjunto de datos 2].

La Figura 12 muestra los diagramas de caja de las distribuciones de las rentas familiares equivalentes. Se observa un comportamiento similar al global de los sectores que mostraba el censo, como ya se ha identificado en los percentiles fundamentales en la Tabla 5 con unas rentas asumidas ligeramente superiores. Nótese que las encuestas son de 2014-16 (censo) y 2021 (encuesta propia). En ese periodo, el umbral de pobreza identificado por el INE varió de 684€/mes por unidad de consumo a 794 €/mes por unidad de consumo, un crecimiento del 16% que, en parte, podría explicar las diferencias.

En relación con este punto, se preguntó por las ayudas sociales que recibían las familias encuestadas. El 22% de los hogares declaró no recibir ninguna ayuda, el 46% la renta mínima de inserción o el ingreso mínimo vital, el 14% prestaciones de desempleo o de fomento del empleo y formación profesional, el 16% otras prestaciones o ayudas menores (como bonos de comedor) y menos del 3% recibían pensión de jubilación u otras ayudas de la vejez, un número bajo, pero en consonancia con la escasa proporción de mayores en la zona.

Los tipos de viviendas de la población encuestada y sus condiciones de vida eran las siguientes. El 31% vive en infraviviendas, el 14% en chabolas y el 23% en viviendas de construcción que se encuentran en malas condiciones. Por el contrario, un 14% vive en viviendas de construcción en condiciones medias, otro 14% en viviendas en buenas o muy buenas condiciones, y un 3% en un piso en un bloque de viviendas. Este último caso aparece claramente subrepresentado en la muestra, pero en esta investigación ha sido imposible acceder a más inquilinos de pisos. En cuanto a la tenencia y las cargas de la vivienda, el 84% de los hogares encuestados asumían que la casa era de su propiedad

(aunque se trate de una vivienda en un asentamiento informal), de los que el 69% declaraba que la vivienda no tenía cargas y el otro 15% identificaba cargas aún por pagar (es interesante destacar que un número no despreciable de habitantes de la Cañada declaran haber comprado su hogar a un antiguo residente). Del 16% de no propietarios, la mitad expresan que viven de alquiler y la otra mitad que lo hacen en casa de parientes o amigos, de forma temporal y sin exigencia de alquiler.

En cuanto a los abastecimientos básicos, los hogares de la muestra confirman una dependencia de conexiones informales. 38 de los 39 hogares (97%) tenían energía eléctrica a través de conexiones informales, y el hogar restante, del sector 6 y en condiciones de alta vulnerabilidad, declaraba no tener conexión alguna.

La persona encuestada en cada hogar resultó, en el 23% de los casos, un hombre y en el 77% restante una mujer. En el 52% de los casos se trataba del sustentador principal y solo en el 8% de los casos se trataba de un adulto que no era el padre o la madre. Un 20% de los casos se trataba de una familia monomarental. En cuanto a la edad del entrevistado, un 13% estaba entre los 18 y los 24 años, un 23% entre los 25 y los 34, un 36% entre 35 y 49 y, por último, un 28% entre 50 y 64 años.

Estos datos permiten centrar, desde el prisma sociológico, una serie de características de la población entrevistada que ya se han visto en el análisis de datos censales, o que permiten ampliarlo, al tocar temas paralelos, evidentemente sin la representatividad de los datos censales obtenidos para todo el asentamiento. De cualquier forma, el motivo principal de la encuesta era el diagnóstico de usos energéticos, que se comenta a continuación.

5.1 Equipamiento energético de los hogares

La encuesta preguntaba por los usos y equipamientos energéticos. Los datos recopilados a través de la encuesta dan una idea de cómo era el uso doméstico de energía en ambos sectores antes de octubre de 2020. Los datos recogidos indican una clara preferencia por los equipos eléctricos de calefacción. Recordemos que, antes del corte de suministro de otoño de 2020, las conexiones informales les permitían tener electricidad con una cierta continuidad, y obtenerla además de forma gratuita. Aun así, cerca del 15% de los hogares (17% en el Sector 5 y 14% en el Sector 6) afirmaban no tener calefacción eléctrica, frente al 85% restante que sí opta por la calefacción eléctrica como sistema principal o secundario. La Tabla 11 muestra los equipos eléctricos utilizados por los hogares antes de los cortes de suministro: más de la mitad de los 39 hogares encuestados (67% en el Sector 5 y 48% en el Sector 6) optaban por radiadores eléctricos de aceite. El resto se divide entre diversos equipos eléctricos de bajo precio, como estufas y convectores eléctricos, para un total de equipos, en promedio, de entre 2 o 3 por hogar, generalmente todos del mismo tipo. El uso de bombas de calor, de mayor precio, pero mejor rendimiento, y que posibilitan conjuntamente la refrigeración en los meses de verano, se mostró poco relevante en el sector 5, pero no desdeñable en el sector 6.

La mayoría de los hogares que no disponían de calefacción eléctrica (el 15% del total, como se indica en el párrafo anterior) dependían de chimeneas, estufas de leña o estufas catalíticas de butano. Esto ocurría también en un 23% de los hogares que sí tenían sistemas eléctricos. Estos hogares disponían también de equipos no eléctricos, como sistemas principales (el caso habitual de las chimeneas) o como respaldo para posibles períodos en los que la red eléctrica de distribución fallara y se produjera una desconexión del suministro eléctrico. Sin embargo, la mayoría de los hogares encuestados (el 62% restante) no contaba con ningún medio alternativo a los dispositivos de calefacción eléctricos y, por lo tanto, no podía hacer frente a las intermitencias de suministro, que eran comunes mucho antes de octubre de 2020. El detalle sobre los equipos no eléctricos se dará en el siguiente apartado, al tratar de la situación después de la desconexión de otoño de 2020, momento en el que los equipos no eléctricos adquirieron un papel relevante.

Tabla 11. Equipos eléctricos para calefacción de espacios en La Cañada (% de hogares encuestados).

Fuente: Encuesta sobre la energía de los hogares [conjunto de datos 2].

Nota: La suma de porcentajes supera el 100% porque los hogares a menudo tenían diversos tipos de equipos de calefacción eléctrica, como se establece en las dos últimas filas de la tabla.

Nota: La nomenclatura utilizada para identificar los diferentes equipos es la habitual en los comercios.

	Sector 5	Sector 6
Bombas de calor	6%	24%
Estufas eléctricas	11%	10%
Emisores térmicos	6%	-
Radiadores de aceite	67%	48%
Calentadores de aire (ventilador con resistencia)	17%	38%
Convectores	-	5%
Otros (brasero eléctrico)	6%	5%
Ninguno	17%	14%
Número de tipos diferentes de calentadores por hogar	1,3	1,5
Número total de unidades de calefacción por hogar	2,3	2,2

La Tabla 12 muestra la disponibilidad de diferentes aparatos eléctricos para la comunicación, el entretenimiento, la higiene personal, el aire acondicionado y el almacenamiento y procesamiento de alimentos en los hogares encuestados. Todos los hogares tenían televisión y nevera, y la gran mayoría tenía una lavadora y, al menos, un teléfono móvil disponible en el hogar. Una proporción menor de hogares, en una horquilla entre el 30 y el 70%, podía disponer de conexión Wi-Fi, aire acondicionado o pequeños electrodomésticos de cocina, mientras que los lavavajillas y congeladores solo se registraron en una minoría de hogares. Las secadoras de ropa prácticamente no se usan. En cuanto a las instalaciones para cocinar, la mayoría de los hogares dependían de cocinas y hornos eléctricos, aunque una minoría disponía de una cocina de butano/GLP.

Estos datos confirman que, antes de octubre de 2020, los hogares de los sectores 5 y 6 dependían de la electricidad para satisfacer la mayoría de sus necesidades de servicios energéticos domésticos, lo que los hacía especialmente vulnerables a la pérdida de suministro a largo plazo que se produjo más tarde. Aun así, el 46% de los hogares también tenía algunos equipos no eléctricos para cocinar o calentar el ambiente (una estufa de butano, una chimenea de leña, una cocina de butano, etc.), que se usaba en

unos casos como sistema principal y en otros como sistema secundario, además de como sistema de sustitución durante las interrupciones del suministro.

Tabla 12. Electrodomésticos y otros dispositivos eléctricos (% de los hogares encuestados).

Fuente: Encuesta sobre la energía de los hogares [conjunto de datos 2].

	Sector 5	Sector 6
Televisión	100%	100%
Teléfono móvil	94%	95%
Ordenador, ordenador portátil o tablet	72%	38%
Conexión a Internet	44%	29%
Nevera	100%	100%
Lavadora	100%	90%
Climatización	56%	67%
Lavavajillas	33%	19%
Congelador	28%	14%
Secadora	6%	5%
Robot de cocina – pequeño electrodoméstico	44%	52%
Otro	11%	0%
Horno eléctrico	67%	67%
Horno de microondas	61%	52%
Cocina eléctrica de vitrocerámica	67%	33%
Cocina de GLP/butano	33%	14%

5.2 Cambios en el equipamiento energético de los hogares

Las condiciones de emergencia posteriores a octubre de 2020 obligaron a los residentes de los sectores 5 y 6 a reaccionar con rapidez ante la llegada del invierno y la bajada de las temperaturas. Las temperaturas medias al aire libre en Rivas-Vaciamadrid durante el otoño de 2020 cayeron de 21 °C de media en septiembre a 15 °C en octubre, 10 °C en noviembre y 6 °C en diciembre. Además, octubre es históricamente el mes del año con mayor índice de precipitación en la zona, lo que afecta especialmente a los hogares con humedades. Los principales desafíos y dilemas que enfrentó la población afectada fueron: (1) decidir si esperar una posible reconexión de la red de distribución local; (2) decidir si optar por una generación eléctrica alternativa, seleccionarla e instalarla (Diésel, FV, etc.); (3) seleccionar los equipos alternativos (no eléctricos) de calentamiento del ambiente y agua a los que cambiarse; (4) seleccionar los equipos de cocina alternativos (no eléctricos) a los que evolucionar; (5) obtener medios para iluminar el interior de la vivienda; y (6) buscar alternativas a otros servicios proporcionados por aparatos eléctricos, como la conservación de alimentos.

En los primeros meses después de octubre de 2020, una gran parte de la población de los sectores 5 y 6 optó por cambios menores mediante la adquisición de equipos alternativos básicos y baratos (por ejemplo, estufas de butano) mientras esperaba una resolución rápida a las interrupciones del suministro. Como se comentó previamente y se muestra en la Tabla 13, algunos hogares ya tenían electrodomésticos no eléctricos como respaldo para afrontar los cortes eléctricos temporales anteriores. Pero a medida

que pasaba el tiempo y las temperaturas bajaban, la búsqueda de soluciones más duraderas se hizo necesaria. Dependiendo de los recursos económicos del hogar, algunos pudieron optar por generadores diésel y/o baterías para mantener el equipamiento eléctrico en funcionamiento (en la mayor parte de los casos se trataba de funcionamiento ocasional, en ciertas horas del día, a causa del coste del consumo del generador). Las baterías podían ir conectadas al generador o ser sistemas independientes, que cargaban durante los periodos de suministro eléctrico (solo en el sector 5), permitiendo una cierta autonomía. Algunos hogares optaron por estufas portátiles de butano/GLP para calefacción del ambiente y por calentadores de agua de butano. Finalmente, otros optaron por sistemas de leña. En este último caso, hay que establecer una gran diferencia entre los hogares “más acomodados”, que ya disponían previamente de una chimenea tradicional o de alta eficiencia, y los hogares más pobres, que optaron por estufas de leña tradicional de hierro fundido como la forma más económica de calefacción.

Tabla 13. Porcentaje de hogares con equipos no eléctricos antes y después del otoño de 2020.

Fuente: Encuesta sobre la energía de los hogares [conjunto de datos 2].

Equipo	Comprado antes de octubre de 2020	Comprado después de octubre de 2020	Situación en la primavera de 2021
Cocina de GLP/butano	26%	41%	62%
Generador Diesel	18%	38%	56%
Estufas de butano o propano	15%	36%	46%
Estufa de leña	10%	21%	31%
Calentador de agua de butano	3%	15%	18%
Chimenea abierta tradicional	8%	5%	13%
Chimenea cerrada	5%	5%	10%

Los datos recopilados por la encuesta [conjunto de datos 2] permiten rastrear la disponibilidad de equipos de energía doméstica no eléctricos en los sectores 5 y 6 antes de la interrupción del suministro en octubre de 2020 (cuando dichos dispositivos se utilizaban fundamentalmente, como hemos dicho, como prevención frente a interrupciones temporales breves o para aportar una flexibilidad deseada de equipos y fuentes de energía) y de equipos comprados en respuesta a la emergencia energética causada por la desconexión eléctrica global. Los resultados se muestran en la Tabla 13. Las cifras identifican el porcentaje de hogares con cada tipo de equipo, separando aquellos que fueron comprados antes de la desconexión de otoño de 2020 de los que se compraron después y a resultados de la situación de emergencia. En una tercera columna se identifica la situación de los hogares en cuanto a disponibilidad de equipamiento no eléctrico en el momento en que se recopilaban los datos de la encuesta, que fue tras finalizar el invierno (marzo-junio de 2021). Especialmente pronunciado fue el aumento de los hogares que contaban con generadores diésel (una de las pocas fuentes alternativas confiables de electricidad) y sistemas a butano (estufas, calentadores de agua y cocinas). La evolución de la situación desde el otoño de 2020 hasta la primavera de 2021 fue la siguiente:

- En el Sector 5, 7 hogares (39%) no tenían ningún equipo no eléctrico antes de octubre de 2020, mientras que el 61% restante tenía una media de 2,3 aparatos no eléctricos (con un máximo de 3 por hogar). Debido a las interrupciones del suministro, en la primavera de 2021 todos los hogares disponían ya de equipos no

eléctricos, en la mayor parte equipos de nueva adquisición (3 hogares no compraron nada nuevo, sino que mantuvieron el uso de equipos no eléctricos adquiridos anteriormente). El número medio de equipos no eléctricos por hogar en la primavera de 2021 había subido de 2,3 a 3,6, con un máximo en ese momento de 9 aparatos por hogar.

- En el Sector 6, en cambio, una mayoría de 14 hogares (67%) no disponían de ningún equipo no eléctrico antes de octubre de 2020, mientras que el 33% restante disponía de una media de 1,4 aparatos no eléctricos por hogar (de nuevo con un máximo de 3 unidades por hogar). Al igual que en el Sector 5, en la primavera de 2021 todos los hogares de la muestra poseían ya equipos no eléctricos, en la mayor parte equipos de nueva adquisición (en este caso 4 hogares no adquirieron nuevo equipamiento, sino que mantuvieron el uso de equipos no eléctricos adquiridos con anterioridad). El número medio de equipos no eléctricos por hogar en la primavera de 2021 había subido de 1,4 a 2,8, con un máximo en ese momento de 8 aparatos por hogar. En promedio, los datos para los hogares del Sector 6 reflejan un menor número de dispositivos no eléctricos disponibles que en el Sector 5, incluso cuando las interrupciones han sido históricamente más frecuentes en el Sector 6 (como se verá en el capítulo siguiente) y, por lo tanto, los hogares tenían una mayor necesidad y dependencia de equipos no eléctricos.

Sin embargo, estos cambios no permitieron a las personas mantenerse alejadas del frío durante el invierno 2020-2021. Las respuestas a la pregunta sobre la capacidad de las personas "para mantener su hogar adecuadamente caliente" (que es uno de los principales indicadores del Observatorio de la Pobreza Energética de la UE-EPOV), muestran que el 97% de los hogares entrevistados (38 de 39) declararon no poder mantener una temperatura adecuada en el hogar. Este resultado probablemente esté influenciado por un período de temperaturas inusualmente bajas durante la tormenta de nieve Filomena, que golpeó la Cañada Real en los peores momentos de interrupción del suministro (enero de 2021) cuando los residentes del Sector 5 y 6 apenas habían tenido tiempo de adaptarse a las nuevas condiciones.

6. Análisis de medidas: condiciones ambientales y de suministro eléctrico de los hogares de la Cañada Real Galiana

6.1. Continuidad del suministro eléctrico

Típicamente, la calidad del servicio eléctrico se define como la adecuación del servicio de acuerdo con ciertas características que deben ser garantizadas por la compañía distribuidora como una característica principal de la calidad de la red [21]. A menudo se evalúa a través de índices de continuidad de suministro que no consideran, sin embargo, aspectos relacionados con la calidad de la onda (es decir, armónicos, flicker o parpadeo, sobretensiones y subtensiones, etc.) [22].

Desde la perspectiva de los usuarios, la calidad del servicio se evalúa principalmente por la interrupción o corte de suministro, lo que se traduce en una ausencia de energía en los dispositivos eléctricos conectados a la red. Más allá de operaciones programadas de mantenimiento de la infraestructura eléctrica de una zona, los problemas en la red eléctrica pueden conducir a una falta de continuidad del suministro eléctrico, ya sea en forma de interrupciones cortas (menos de 3 minutos) o largas (mayor de 3 minutos). Las métricas de continuidad del suministro eléctrico ayudan a evaluar su fiabilidad en función del número y la duración de las interrupciones. En España, estos índices se denominan NIEPI (número de interrupciones equivalentes por potencia instalada) y TIEPI (tiempo de interrupción equivalente por potencia instalada) [23]. NIEPI y TIEPI son utilizados para evaluar, respectivamente, el número total de interrupciones y el tiempo total de interrupción de una línea o determinado sistema eléctrico. Se calculan considerando interrupciones largas (>3 minutos) y permiten definir índices individuales y zonales de calidad de suministro. NIEPI y TIEPI son indicadores equivalentes al Índice de Frecuencia Media de Interrupción del Sistema (SAIFI) y al Índice de Duración Media de Interrupción del Sistema (SAIDI) utilizados en la UE [23],[24]. A los efectos de esta investigación, los valores de NIEPI y TIEPI de los sectores 5 y 6 de la Cañada Real se evalúan con respecto a los parámetros establecidos por la normativa española: un tope de 12 interrupciones y/o 9 horas acumuladas por año, definidos como el máximo legal en España para una red de distribución rural dispersa, que es menos estricto que los que se aplican a una red urbana. Datos superiores a esos valores de referencia conllevan penalizaciones a la compañía distribuidora, que se ve obligada a la mejora de su red eléctrica para obtener los niveles de calidad requeridos.

6.1.1. Continuidad del suministro eléctrico antes de octubre de 2020

Aunque se trata de un período previo al comienzo del convenio que dio cobertura a este proyecto, los datos recogidos a través de dispositivos detectores de tensión instalados en dos hogares de Cañada Real [conjunto de datos 4] permitieron evaluar la continuidad del suministro eléctrico en los Sectores 5 y 6 antes de la emergencia de octubre de 2020. Se ha considerado necesario y esclarecedor incluirlo en este estudio, ya que nos permite tener una visión de la situación en cuanto al suministro eléctrico de los sectores 5 y 6 antes de los cortes de otoño de 2020.

Como se mencionó en el capítulo 3, la continuidad eléctrica se ha evaluado en el proyecto a través del detector de tensión RS PRO-USB-3, el cual va registrando, cada 2 minutos, los valores de disponibilidad de tensión de alimentación ON/OFF (5,0/0,0), que representan la existencia o no de suministro eléctrico en el punto de conexión. Esta continuidad del servicio eléctrico se puede visualizar en gráficas como las representadas en la Figura 13 y la Figura 14, para dos periodos de muestreo concretos, en este caso, entre el 20 de diciembre de 2019 y el 17 de febrero de 2020 (vivienda en sector 5) y entre el 2 de diciembre de 2019 y el 16 de febrero de 2020 (vivienda en sector 6). Se trata de un período de alta demanda (invierno) y, como se puede observar en la figura, existe un número de cortes de suministro considerable y ese número de cortes –0,0 (OFF) línea roja continua) – es mucho mayor en el sector 6 que en el sector 5.

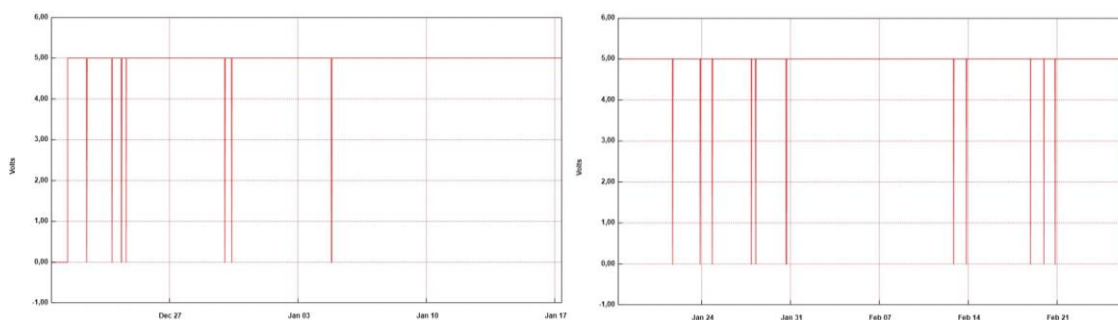


Figura 13. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 5 de la Cañada Real en los periodos 20/12/2019-17/01/2020 y 17/01/2020-26/02/2020. Muestra cada 2 minutos.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

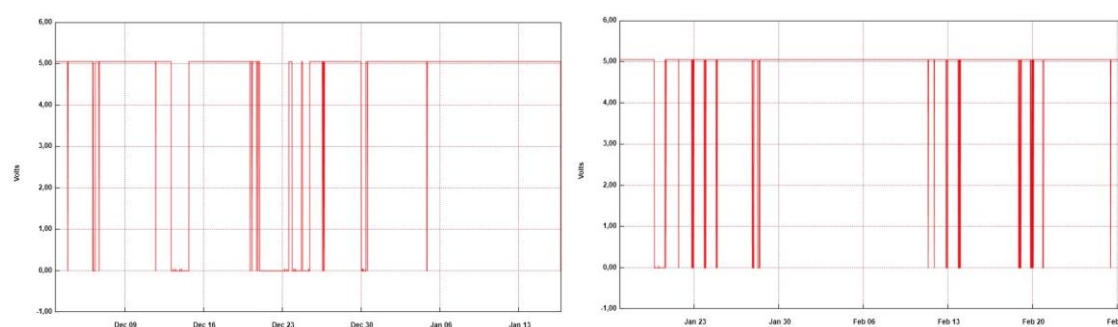


Figura 14. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 6 de la Cañada Real en los periodos 02/12/2019-16/01/2020 y 16/01/2020-27/02/2020. Muestra cada 2 minutos.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

La agregación mensual de estos cortes nos permite obtener los valores de los índices de continuidad de suministro utilizados en España. La Tabla 14 muestra los valores mensuales de los índices NIEPI y TIEPI obtenidos por los medidores de tensión eléctrica instalados en dos hogares del Sector 5 y del Sector 6 entre diciembre de 2019 y

septiembre de 2020 [conjunto de datos 4]. Téngase en cuenta que las celdas de color indican valores por encima de los límites normativos; un tono más claro que muestra una situación de calidad inadecuada del servicio donde se superan los indicadores de referencia de 12 interrupciones / 9 horas por año (considerando que la tendencia establecida para cada mes se mantuviese todo el año) y un tono más oscuro para meses con valores de continuidad de suministro mucho más pobres (cuando los valores de referencia del año se superan en menos de un mes).

Tabla 14. Número de interrupciones (NIEPI) y su duración total (TIEPI) por mes en los sectores 5 y 6 desde diciembre de 2019 hasta septiembre de 2020.

Fuente: Datos sobre la continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4].

Notas: 1) la recopilación de datos se detuvo durante los cierres de COVID-19 en la primavera de 2020 debido a la imposibilidad de acceder a los hogares de la Cañada Real donde se instalaron medidores de tensión; 2) Las celdas coloreadas representan valores por encima de los límites establecidos por la normativa española; 3) A modo de comparación, las medias de NIEPI y TIEPI para la Comunidad de Madrid son 1,219 interrupciones/año y 0,922 horas/año; 4) La columna % tiempo identifica el porcentaje del tiempo total medido que se interrumpe el suministro. En algunos casos, el tiempo total de medición no corresponde a todo el mes, en cuyo caso el porcentaje del tiempo total del mes en el que las mediciones están disponibles se indica entre paréntesis.

Mes	Sector 5			Sector 6		
	NIEPI	TIEPI		NIEPI	TIEPI	
	Nº Interrupciones	horas	% tiempo (% tiempo total)	Nº Interrupciones	horas	% tiempo (% tiempo total)
Diciembre 2019	2	0,3	0,1% (34%)	14	150,9	21,5% (94%)
Enero 2020	2	1,7	0,2%	20	38,3	5,2%
Febrero 2020	0	0	0,0%	19	20,9	3,2% (92%)
Marzo 2020	5	1,3	0,2%	Cierre de COVID-19 de primavera de 2020 (no hay datos disponibles)		
Abril 2020	2	2,5	1,0% (36%)			
Mayo - junio 2020						
Julio 2020	3	3,2	2,9% (15%)	--	--	--
Agosto 2020	4	40,1	9,3% (58%)	--	--	--
Septiembre 2020	8	52,4	7,3%	7	20,9	3,0% (97%)

En el Sector 5, tanto los valores NIEPI como TIEPI estaban por encima de los límites establecidos por la normativa española la mayor parte del tiempo, aunque con métricas más reducidas hasta julio de 2020. Luego, tanto el número de interrupciones (4 a 8 veces) como su duración total (50 a 60 veces) superaron con creces los valores de referencia. En el Sector 6, los valores de NIEPI y TIEPI estaban significativamente por encima de las cifras de referencia. Los datos de diciembre de 2019 muestran una duración mucho mayor de las interrupciones en el Sector 6, que está vinculada con un período de alta demanda de electricidad (período navideño) que resultaba en interrupciones más largas y más numerosas, un problema identificado por los residentes de Cañada Real como recurrente también antes de octubre de 2020. En el hogar monitorizado del Sector 6, los resultados indican que estuvo sin servicio eléctrico el 71% del periodo navideño (21 de diciembre al 6 de enero).

En general, estos resultados indican que, incluso antes de octubre de 2020, las viviendas de la Cañada Real sufrían una bajísima fiabilidad de suministro eléctrico con valores de NIEPI y TIEPI muy por encima de las referencias establecidas en la normativa española y las estadísticas medias de la Comunidad de Madrid (1,219 interrupciones/año y 0,922 horas/año). Esos valores reflejan claramente que la infraestructura eléctrica existente era ya insuficiente para garantizar los mínimos establecidos por la propia legislación y normativa eléctrica, e incidían en la precariedad y vulnerabilidad energética de la población de ambos sectores de la Cañada Real Galiana.

6.1.2. Continuidad del suministro después de los incidentes de octubre de 2020

El 2 de octubre de 2020, las intervenciones en la red local de distribución implementadas por la compañía distribuidora provocaron una interrupción repentina y no previamente anunciada del suministro en la mayoría del Sector 6², que luego se extendió al Sector 5 en noviembre de 2020 (ver Figura 15). Estas intervenciones consistieron en la desconexión de una línea eléctrica principal (RV-703), a la que ambos sectores están conectados, para la instalación de reconectores automáticos de circuito con los objetivos de proteger la propia infraestructura eléctrica de la línea RV-703 que alimenta a los sectores 5 y 6, y a los clientes legales de la compañía, como una gasolinera próxima ubicada en el margen derecho de la A-3 (dirección Valencia), así como el suministro de un sistema de alumbrado de la carretera. Mientras que las interrupciones temporales registradas en meses anteriores representaron del 3 al 7% del tiempo total (20-50 horas por mes – ver Tabla 14), durante los primeros meses de la emergencia (octubre-noviembre de 2020 en el sector 6, noviembre de 2020 en el sector 5), las interrupciones del suministro aumentaron al 50-70% del tiempo total (consultar Tabla 15). La Figura 15 es representativa del nivel y duración de los cortes en ambos sectores durante octubre y noviembre de 2020, interrupciones que, como se puede ver, eran mucho más duraderas (línea roja continua en el 0) en el Sector 6. La instalación de los reconectores estaba justificada, según la compañía UFD, por el incremento desproporcionado del consumo eléctrico producido durante el verano de 2020.

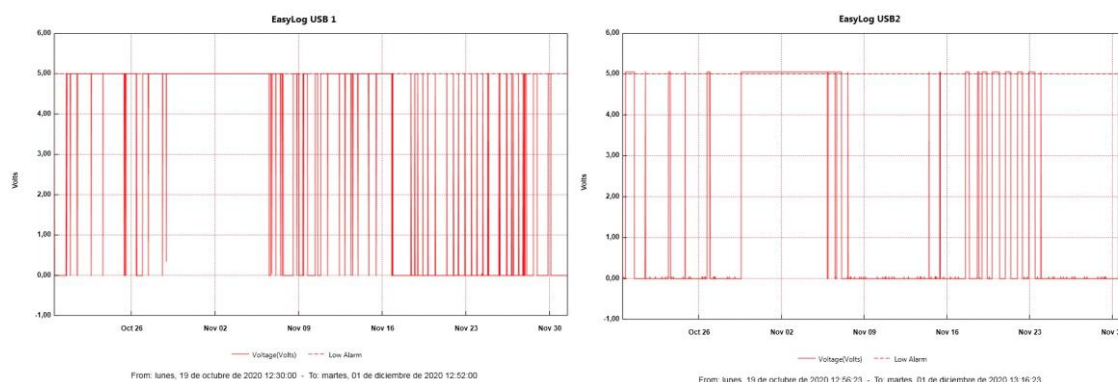


Figura 15. Disponibilidad de suministro eléctrico en el Sector 5 (fig. izquierda) y Sector 6 (fig. derecha) en el periodo 19/10/2020-01/12/2020. Muestra cada 2 minutos.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

A partir de diciembre de 2020, el Sector 6 entró en apagón total, sin que ningún hogar pudiera reconectar el suministro durante el período de tiempo que se extiende hasta

² Una parte pequeña del sector 6 (zonas más próximas a la A-3 y a la parroquia Sto. Domingo de la Calzada) nunca se vio afectada por este corte de suministro. Recibe su energía a través de otra línea alternativa.

agosto de 2021 (Tabla 15). Al comienzo de este período y hasta el 5 de marzo de 2022 [10], la compañía eléctrica UFD afirmaba que realizaba intentos diarios de reconexión de la red, pero, cuando los hubo, el suministro permaneció durante segundos, y volvía el corte de suministro. A pesar de que la sistemática de medición presentada en este informe se detuvo en el Sector 6 en abril de 2021, se han venido realizando mediciones de refuerzo para verificar lo expresado por los vecinos: la situación en el Sector 6 se ha mantenido sin cambios, es decir, con ausencia total de suministro hasta la fecha en la que se estaba realizando este informe (ver Tabla 15 y Figura 16).

Tabla 15. Número de interrupciones (NIEPI) y su duración total (TIEPI) en los sectores 5 y 6 desde octubre de 2020 hasta agosto de 2021.

Fuente: Datos sobre la continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4].

Notas: 1) Las celdas coloreadas representan valores por encima de los límites establecidos por la normativa española; 2) A modo de comparación, las medias NIEPI y TIEPI para la Comunidad de Madrid son 1,219 interrupciones/año y 0,922 horas/año; 3) La columna % tiempo identifica el porcentaje del tiempo total medido que se interrumpe el suministro. En algunos casos, el tiempo total de medición no correspondía a todo el mes, y luego el porcentaje del tiempo total del mes cuando las mediciones estaban disponibles se indica entre paréntesis.

Mes	Sector 5			Sector 6		
	NIEPI	TIEPI		NIEPI	TIEPI	
	Nº Interrupciones	horas	% tiempo (% tiempo total)	Nº Interrupciones	horas	% tiempo (% tiempo total)
Octubre 2020	13	48,6	6,5%	55	430,0	63,3% (91%)
Noviembre 2020	38	372,2	51,7%	16	506,4	70,3%
Diciembre 2020	10	399,6	98,0% (55%)	1	744	100%
Enero 2021	22	628,0	84,4%	1	744	100% (80%)
Febrero 2021	15	554,6	82,5%	1	672	100%
Marzo 2021	12	252,9	34,0%	1	744	100%
Abril 2021	0	0	0,0% (55%)	1	432	100% (60%)
Mayo 2021	0	0	0,0% (60%)			

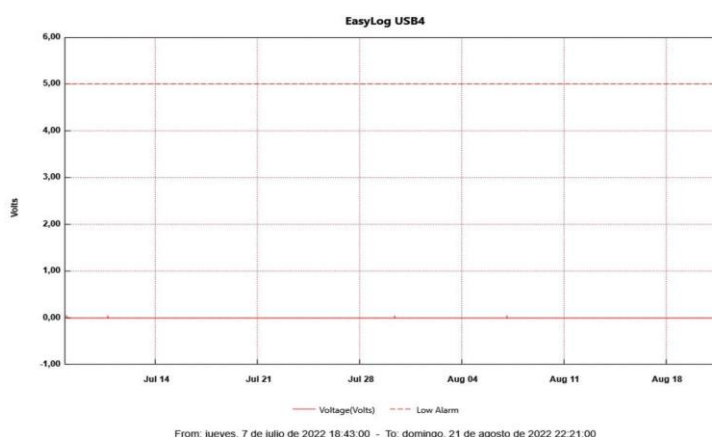


Figura 16. Disponibilidad de suministro eléctrico en el Sector 6. Ejemplo para el periodo 07/07/2022-21/08/2022.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

A diferencia del Sector 6, en el Sector 5 se produjeron reconexiones y se mantuvo el suministro durante períodos cortos a lo largo de enero y febrero de 2021, pero los hogares solo pudieron depender de la electricidad durante un 16-18% del tiempo total. A lo largo de este periodo los hogares del sector comenzaron a organizarse para encontrar una solución que minimizara los daños. El barrio autoorganizó la gestión de su red de distribución local, disminuyendo la demanda global de electricidad siempre que fuera posible y, cuando fue necesario, repartiendo el suministro de energía entre 3 o 4 secciones (autodespacho), dejando una de ellas sin suministro, y rotando de una a otra después de unas horas, evitando así apagones de todo el sector al distribuir la carga eléctrica en el tiempo. Esto ha permitido a los residentes del Sector 5 vivir con acceso intermitente a la electricidad durante los períodos de alta demanda (invierno) y con acceso prácticamente completo (aunque todavía en condiciones de autogestión de carga) en períodos de demanda media y baja (ver Figura 17 y Figura 18, periodos de alta demanda, y Figura 19, periodo de demanda baja).

Como se puede observar en las gráficas, los periodos de conexión/desconexión conservan una alta periodicidad, ya que no se trata de desconexiones accidentales del servicio sino de bajadas programadas. Por ello, es habitual encontrarse con ciclos programados de conexión de 3 días y desconexión de un día (ver, por ejemplo, en la Figura 17 el período 03/02/2023-11/03/2023). Los tiempos de corte/conexión establecidos en la programación vecindad pueden variar según la climatología (a mayor frío, mayor demanda) o eventos singulares de la comunidad.

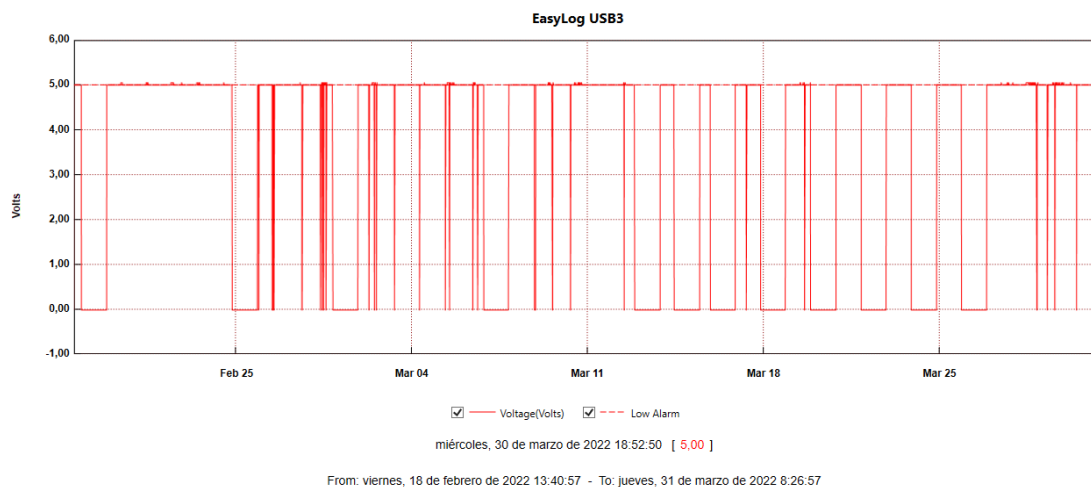


Figura 17. Disponibilidad de suministro eléctrico en una de las divisiones zonales del sector 5 de la Cañada Real en el periodo 18/02/2022-31/03/2022. Muestra cada 2 minutos.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

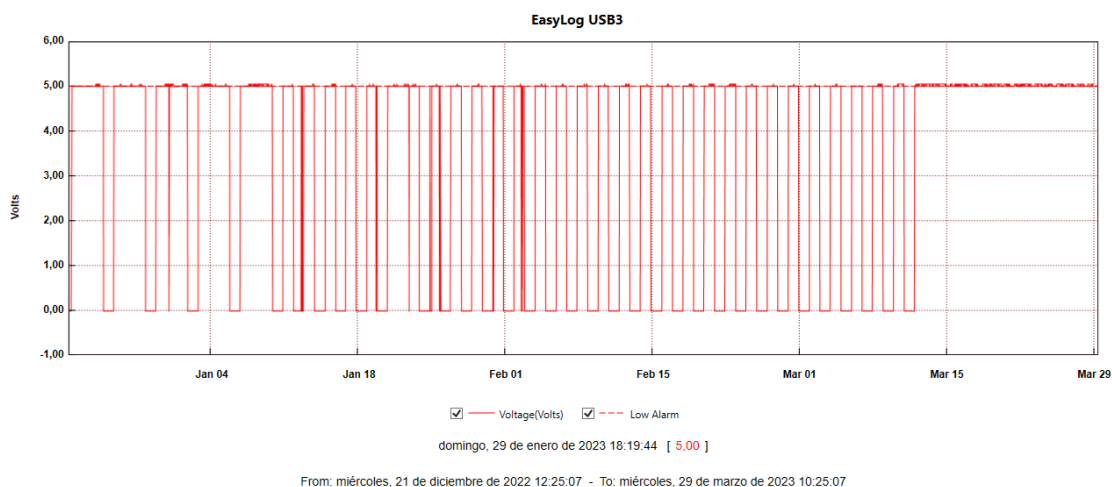


Figura 18. Disponibilidad de suministro eléctrico en una de las divisiones zonales del sector 5 de la Cañada Real en el periodo 21/12/2022-29/03/2023. Muestra cada 5 minutos.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

Los datos presentados en la Tabla 15 para el Sector 5 también muestran una reducción del tiempo sin suministro, de más del 80% antes de marzo de 2021 a menos del 40% después, lo que lleva a un período sin cortes en agosto de 2021. Desde entonces, como se ha citado, la autogestión comunitaria ha logrado evitar los cortes casi por completo. Los residentes del Sector 5 atribuyen este logro a la reducción natural y estacional de la demanda de electricidad en primavera y verano (no suele ser necesario establecer restricciones por tramos) y a la mayor conciencia del vecindario para evitar nuevos cortes de energía después de los cuales la reconexión sería incierta, dada la poca confianza generada en la actuación rápida de la compañía eléctrica. Aun así, los datos de sensores de 2021-2022 (no incluidos en la Tabla 15) indican que el Sector 5 reportó del 25 al 33% del tiempo sin energía durante los períodos de alta demanda (principalmente en invierno), aunque consisten en interrupciones planificadas bajo un cronograma controlado y previamente acordado (ver Figura 17 y Figura 18).

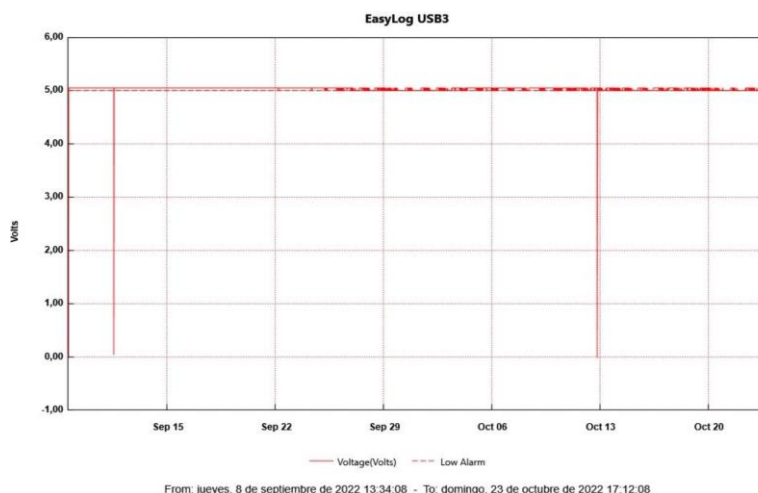


Figura 19. Disponibilidad de suministro eléctrico en el sector 5 de la Cañada Real en el periodo 08/09/2022-23/10/2022. Muestra cada 2 minutos.

Fuente: Continuidad del suministro eléctrico [conjunto de datos 4]

Es importante subrayar que la adaptación del Sector 5 al nuevo contexto de corte de suministro y limitación de capacidad de línea tras octubre de 2020 ha sido posible gracias al potente tejido social y asociativo de este tramo del asentamiento. Los residentes del Sector 5 se han “autodisciplinado” con éxito para reducir su consumo de electricidad a los límites estrictamente necesarios permitidos por el reconectador tras su nuevo valor de tarado. También fue necesaria la confianza en el grupo de coordinación del vecindario del sector 5 encargado de ejecutar los cierres intermitentes planificados de subsecciones o partes del Sector 5. Esta estrategia de afrontamiento fue además posible por la estructura de la red de distribución en forma de una simple red radial alimentada por un pequeño número de transformadores de propiedad comunitaria (3 transformadores). La transparencia en la planificación y ejecución de recortes parciales del Sector 5 a través de un grupo de chat telefónico compartido ha sido fundamental para mantener la coordinación y el apoyo. Sin embargo, esa concurrencia de circunstancias y condiciones no podía reproducirse en el Sector 6, con un tejido social más débil y complejo, la probable incidencia del mercado de la droga en el exceso de consumo y un mayor número de transformadores (muchos de ellos de propiedad privada) sobre los que era imposible actuar de forma coordinada y planificada.

Por último, cabe señalar que un dictamen pericial presentado por un inspector eléctrico designado por un tribunal que se ocupa del caso Cañada Real identificó los reconectadores que fueron instalados por la compañía distribuidora en otoño de 2020 en la línea de media tensión (15 kV) que alimenta Cañada Real como la razón probable de las interrupciones del suministro en curso desde octubre de 2020. En opinión del experto, estos reconectadores ubicados en los ramales de entrada a los Sectores 5 y 6 actuaron como limitadores, estableciendo un umbral máximo de corriente inferior a la capacidad de la línea. Dado que la demanda total de electricidad de cada sector (5 y 6) estaba por encima de los umbrales de capacidad establecidos por los reconectadores, los residentes sufrieron caídas continuas, lo que llevó a la desconexión efectiva de ambos sectores del suministro [25], [26]. El dictamen del perito evidencia que las condiciones de acceso al suministro eléctrico para cada sector son homogéneas, ya que los cortes afectaron a toda la población de cada sector (5 y 6) conectado a cada una de las dos ramas de suministro de la línea RV-703.

Resumiendo, podríamos hablar de dos escenarios diferentes: uno primero antes del corte de suministro de octubre/noviembre de 2020, en el que las interrupciones son fruto de la “debilidad estructural” y limitada capacidad de la red de distribución eléctrica RV-703 para atender la demanda eléctrica requerida por los sectores 5 y 6; uno segundo, después del otoño de 2020, en el que el sector 6 permanece con una total ausencia de suministro eléctrico y el sector 5 dispone de un suministro eléctrico limitado a la capacidad definida por el reconectador y donde la mayoría de los cortes de suministro en el sector 5 son cortes parciales (una determinada zona del sector) que se deben a la programación rotativa establecida por la vecindad. Esta programación se puede visualizar claramente en la Figura 17 y Figura 18. No obstante, en cualquiera de los dos escenarios contemplados, los datos de tensión basados en mediciones aportan evidencia empírica indicativa de las condiciones de vida soportadas por los residentes de los Sectores 5 y 6, con acceso nulo o precario al suministro eléctrico después de octubre de 2020.

6.2. Condiciones ambientales en el interior de los hogares: temperatura y humedad relativa

El análisis de los datos ambientales se inició en los sectores 5 y 6 con el fin de evaluar cómo las interrupciones del suministro afectaron las condiciones térmicas interiores en Cañada Real. Posteriormente, se ampliaron las medidas a los sectores 2 y 3. En los siguientes apartados haremos un análisis de los datos por sector y luego analizaremos las posibles diferencias entre sectores.

6.2.1. Sectores 2 y 3

Los sensores en los sectores 2 y 3 se desplegaron en 10 viviendas (6 en el sector 2 y 4 en el sector 3) en febrero de 2022, por lo que se presentan en este estudio resultados obtenidos para un año y dos meses de medida en 10 hogares diferentes (un año para dos de los sensores del sector 3, que se montaron en abril de 2022).

El análisis de los resultados muestra que los hogares se dividen en dos grupos, uno, más numeroso, de 5 ó 6 hogares que consigue mantener las temperaturas interiores controladas en invierno y otro de 3 hogares que muestra importantes desviaciones de la zona de confort en invierno. 1 ó 2 hogares se encuentran en un terreno intermedio, con afecciones menores en comparación. Evidentemente, la muestra no se considera representativa, pero identifica situaciones presentes en dichos sectores. La Figura 20 muestra gráficos del porcentaje de tiempo fuera de condiciones de bienestar y diagramas de caja con las desviaciones de temperatura frente a las condiciones de confort para algunos ejemplos de estos casos. En los dos casos con desviaciones importantes de la zona de confort, se incluyen también gráficos de humedad relativa (Figura 21) para identificar diferencias entre estos dos casos, vinculadas con la existencia de humedades en uno de los hogares. Los datos son de enero de 2023, que es el mes del pasado invierno que muestra peores resultados en todos los casos. Todos los hogares de los sectores 2 y 3 disponían de conexión irregular estable a la electricidad durante el periodo de invierno 22-23 que se analiza en este estudio.

La gráfica a) de la Figura 20 muestra un hogar en el que las temperaturas están fuera de las condiciones de confort casi un 7% del tiempo (fundamentalmente por la noche) con una mediana de las desviaciones de menos de medio grado y un máximo de 2°C, es decir, la temperatura mínima interior durante el mes fue de 15 °C y un 3-3,5% del tiempo el hogar se mantuvo por debajo de 16,5 °C. Estas condiciones, que son representativas de las peores condiciones en una mayoría de los hogares monitorizados en estos sectores, se consideran razonablemente adecuadas. En este caso en especial, los estadísticos se reducen si aplicásemos los límites adaptativos en vez de los fijos. En el resto de los meses fríos, entre noviembre y marzo, la incidencia de temperaturas fuera de confort en estos hogares es residual o nula. Como se comentó anteriormente, este es el caso de 5 hogares de la muestra, más uno que se sitúa en una posición intermedia entre el ejemplo elegido para este caso y el elegido para el caso b).

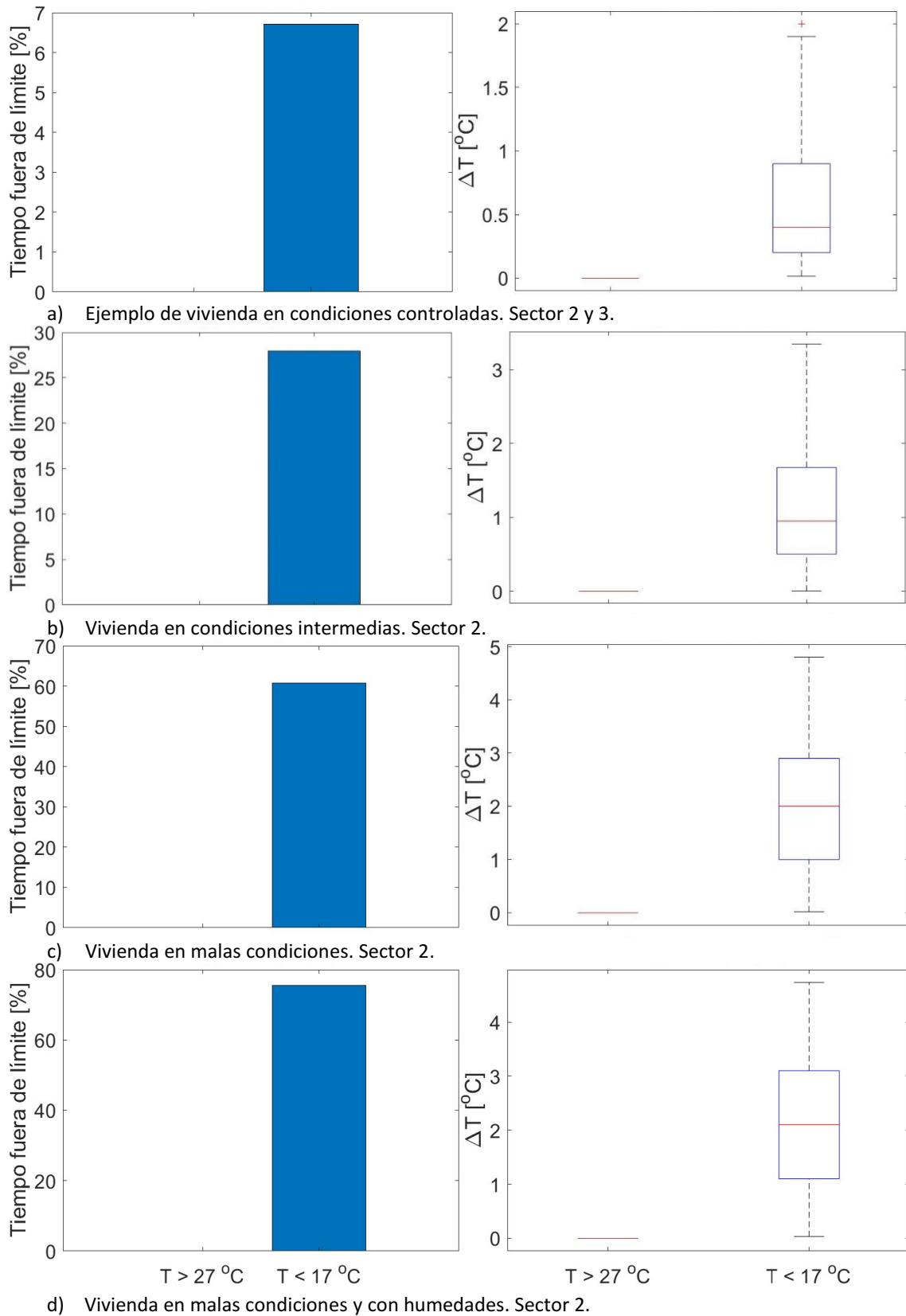


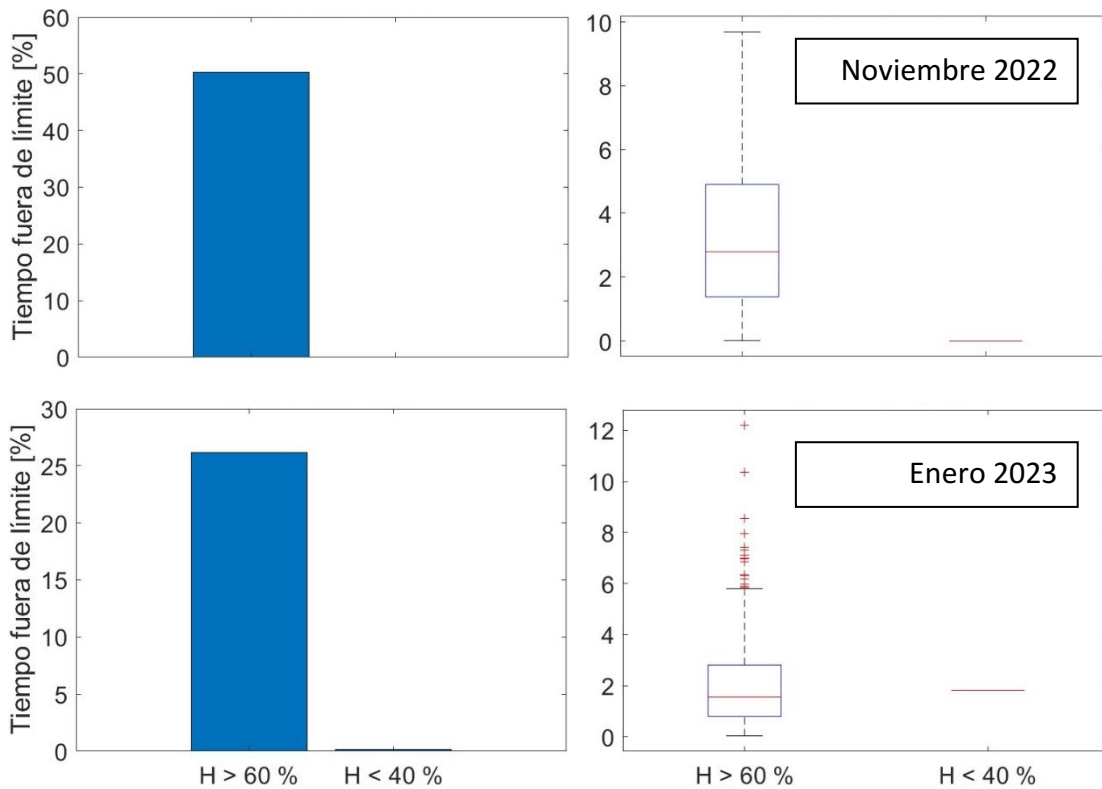
Figura 20. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas en el interior de los hogares y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares de los Sectores 2 y 3 en invierno (enero 2023).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

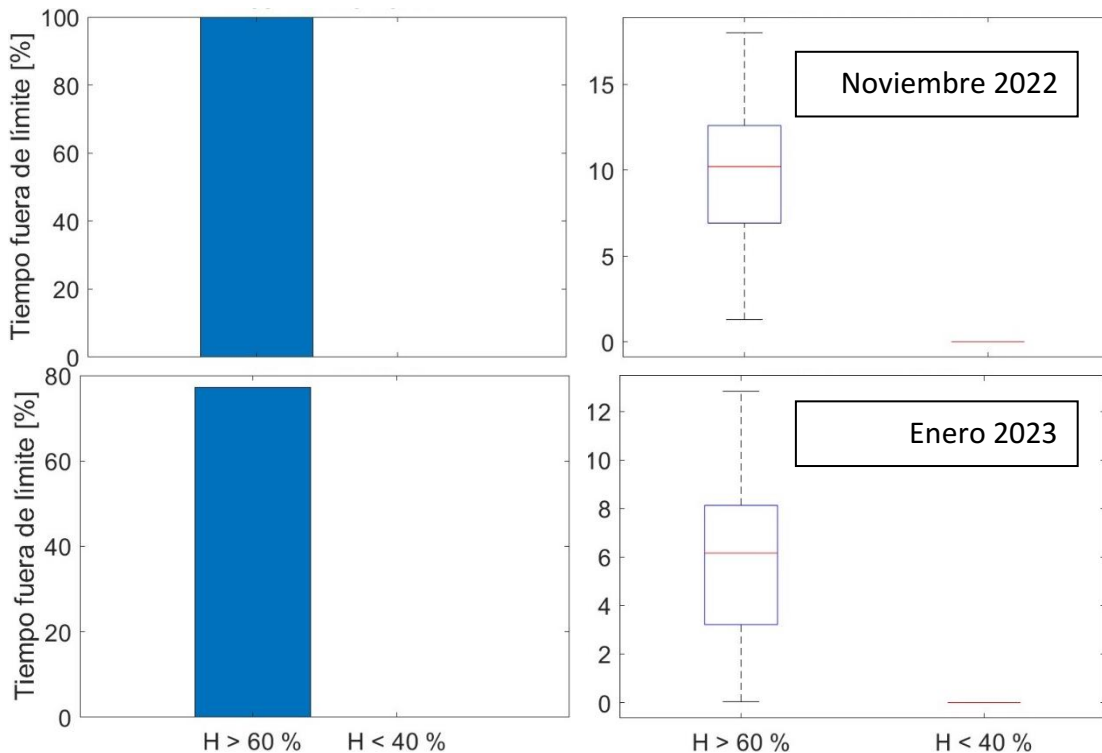
La gráfica b) muestra un hogar en peores condiciones de confort térmico. Las temperaturas están fuera de las condiciones de confort casi un 28% del tiempo (fundamentalmente por la noche) con una mediana de las desviaciones de 1°C y un máximo de algo más de 3°C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 14 °C y un 15% del tiempo por debajo de 16 °C. Las gráficas c) y d) amplifican esta situación. Las temperaturas en estos hogares están fuera de las condiciones de confort casi un 60-75% del tiempo (noche y día) con una mediana de las desviaciones de 2 °C y un máximo de casi 5 °C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 12 °C y entre un 30 y un 40% del tiempo por debajo de 15 °C. En estas viviendas se identifican situaciones similares en otros meses fríos, como noviembre, diciembre o febrero. Estas son condiciones duras que pueden tener un efecto sobre la salud, en unos sectores donde tradicionalmente se piensa que la situación es más halagüeña.

La Figura 21 muestra las desviaciones respecto a condiciones fijas de confort térmico en cuanto a humedad. Todos los hogares monitorizados en los sectores 2 y 3 tienen una cierta incidencia de valores de humedad fuera de rango de confort, pero en general eso se circunscribe a humedades relativas ligeramente superiores en los meses húmedos (primavera y otoño) y relativamente inferiores en los meses secos (verano). Estos valores fuera de confort suelen estar circunscritos al rango (más laxo que el definido por el RITE) entre el 30% y 70%, definido por el Real Decreto 486/97. Sin embargo, hay excepciones, con algún hogar que presenta condiciones de excesiva sequedad del ambiente (humedades relativas bajas todo el año y muy bajas en verano) y, de especial relevancia, hogares con incidencia de humedades en paredes, suelo o techos, que muestran rangos de humedades relativas altas, en intervalos de tiempo largos tras periodos de lluvia. En este último caso es importante señalar que sus efectos, aparte de incidir directamente en la salud, están ligados tanto a temperaturas bajas como a consumos elevados, ya que el secado de las humedades requiere gran aporte energético.

Los distintos gráficos en la Figura 21 muestran las diferencias de las dos viviendas que figuraban en la Figura 20 como representativas de malas condiciones de confort térmico (gráficos c y d). Se representan los porcentajes de tiempo fuera de las condiciones de humedad para confort térmico y la distribución de las diferencias de humedad relativa frente a los límites fijos impuestos (40% y 60%). Se incluyen datos para un mes muy húmedo (noviembre 2022) y para el mes más frío (enero 2023), que es el que se muestra en la Figura 20. Los datos muestran una lógica disminución de la humedad excesiva entre noviembre y enero, pero con valores globales mucho más altos, y una permanencia mayor de los mismos en el caso d), lo que permite suponer la existencia de humedades.



c) Vivienda en malas condiciones térmicas pero sin humedades importantes. Sector 2



d) Vivienda en malas condiciones y con humedades. Sector 2.

Figura 21. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de humedad relativa entre las humedades registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 2 en otoño-invierno (noviembre 2022 y enero 2023).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

Respecto a la situación en los meses cálidos, ninguno (o, en parte, uno) de los hogares monitorizados en verano muestra un control de las altas temperaturas en el interior de

la vivienda. La Figura 22 ilustra dos ejemplos. El caso a) identifica a la única vivienda que consigue un cierto control de las temperaturas altas, al menos en relación con el resto de los hogares. Se trata de un hogar en el que, durante el mes de julio, las temperaturas están fuera de las condiciones de confort (por encima de 27 °C) más de la mitad del tiempo, con una mediana de las desviaciones de casi un grado y un máximo de algo más de 3 °C, es decir, temperatura máxima interior durante el mes de 30 °C y un 25% del tiempo por encima de 28 °C. Estas son condiciones de calor excesivo, fuera de ámbito de confort, pero se considera un “cierto control” en comparación con la situación descrita por el hogar (b), que representa un caso intermedio de todo el resto de los hogares monitorizados en los sectores 2 y 3. El ejemplo presentado identifica un hogar en el que las temperaturas están fuera de las condiciones de confort (por encima de 27 °C) casi la totalidad del tiempo (>95%), con una mediana de las desviaciones de casi 4 °C y un máximo de algo más de 8 °C, es decir, temperatura máxima interior durante el mes de 35 °C y casi un 50% del tiempo por encima de 31 °C. Estas son unas condiciones de calor extremas en el interior de las viviendas, que puede tener consecuencias en la salud de los habitantes.

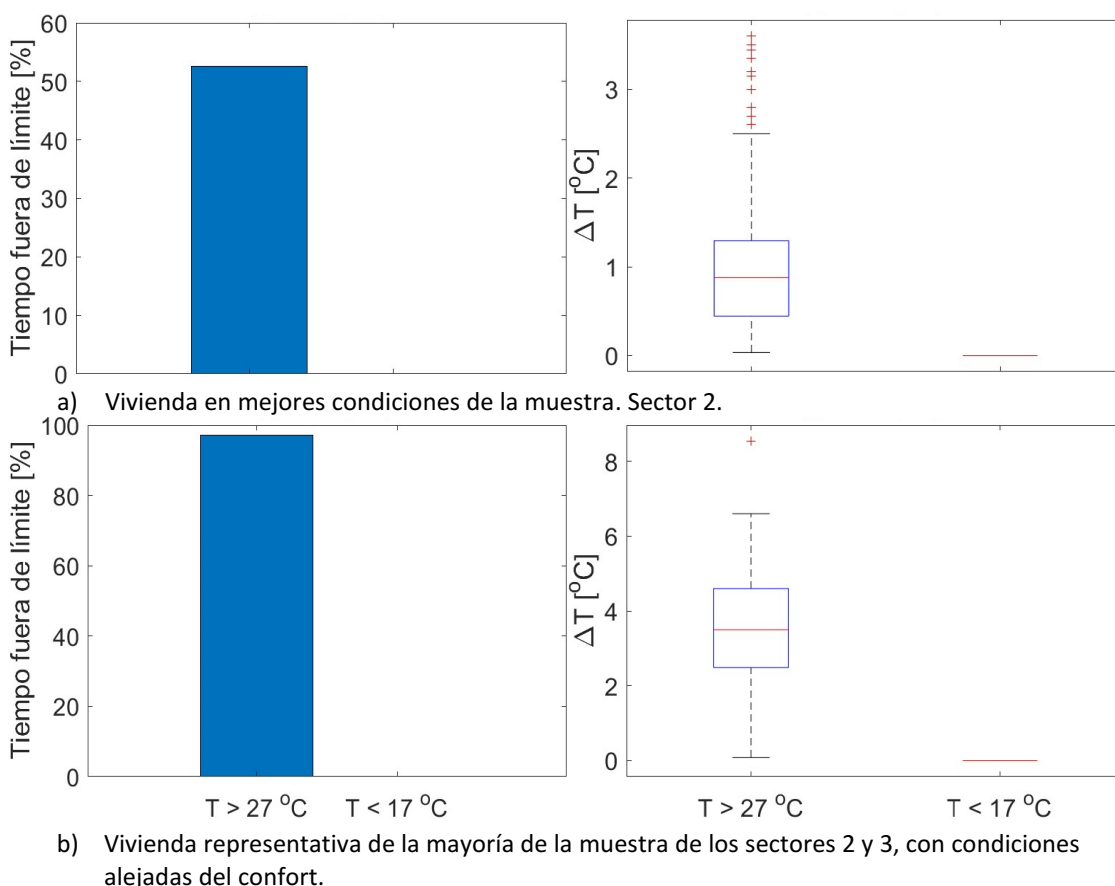


Figura 22. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares de los Sectores 2 y 3 en verano (julio 2022).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

Las condiciones identificadas en julio se reproducen en menor medida en el resto de los meses de verano, junio, agosto y septiembre. En algún caso los resultados pueden deberse a que la vivienda no esté habitada en ese momento (motivo de elección de julio frente a agosto, con menos hogares desocupados) pero esta cautela no parece ampliable a los cuatro meses.

Los hogares sensorizados en este sector son en su gran mayoría viviendas de construcción de calidades estándar. Solo en uno de los 10 casos se intentó la monitorización de una chabola de los pequeños núcleos chabolistas del sector 3. Los datos muestran un alejamiento de las zonas de confort, pero son muy parciales porque, dada la precariedad de la vivienda y del hogar (y las dificultades asociadas para mantener los sensores por esta razón), sólo se obtuvieron medidas durante dos meses en primavera. La comparación con los casos c) y d) de la Figura 20 para las mismas fechas sitúa al hogar en una situación incluso peor en cuanto a confort térmico, pero los pocos datos no permiten desarrollar conclusiones sólidas.

Durante el año y dos meses de medida en los sectores se produjo un incidente que es necesario analizar de forma separada. El 18 de marzo de 2022, en el curso de una acción policial contra productores de droga, se dismantelaron instalaciones eléctricas irregulares vinculadas con la operación y otras anexas sufrieron daños, quedando desconectada del servicio una parte importante de los sectores 2 y 3. Esto afectó directamente a los 4 hogares monitorizados en el Sector 3. La desconexión fue inesperada y los sistemas irregulares fueron siendo restablecidos por los usuarios a lo largo de diversas etapas, con conexiones y cortes extendiéndose algo más de un mes hasta el restablecimiento de la situación previa.

La Figura 23 muestra el comportamiento de tres hogares del sector 3 que sufrieron el corte, comparados con otros dos del sector 2 que no lo sufrieron y cuyas condiciones a lo largo del año eran similares a las de los tres anteriores. Los cinco hogares pertenecen al grupo de viviendas en condiciones controladas de confort térmico mostrado en la Figura 14-a. Se puede observar que antes de los sucesos del 18 de marzo, los cinco hogares se mantienen en condiciones de confort. Para ello, se incluyen en la gráfica los límites fijos y los límites adaptativos utilizados en este estudio. Salvo por una cierta tendencia a las temperaturas altas en el hogar 1 del sector 3 (línea naranja), ocupado por personas dependientes, las tendencias de las series son similares antes de la desconexión. Esto cambia de forma evidente al producirse la desconexión. Los dos hogares del Sector 2 que no sufren la desconexión mantienen sus condiciones internas en un tiempo que, a vista de los límites adaptativos (que representan a la temperatura media de los últimos días \pm una cantidad fija) se mantiene estable salvo por una bajada relevante de las temperaturas alrededor del 7 de abril. Los hogares que sufren la desconexión no pueden mantener temperaturas de confort y se comportan de formas diferentes. Los hogares denominados 3.3 y 3.2 disponen de algún sistema de calefacción (la variación de la temperatura intradía lo evidencia), más efectivo en el hogar 3.3 que en el 3.2. Eso no evita que sufran temperaturas de unos 15 °C y en el periodo de frío del 7 de abril, de hasta 12 °C. El efecto es más acusado en el hogar denominado 3.1. Este hogar estaba equipado con un generador diésel que en el momento de la desconexión estaba averiado. Se trataba de un hogar con personas dependientes que no pudieron reaccionar ante el cambio, por lo que lo que muestra el gráfico es la evolución de la

temperatura en un hogar con un aislamiento térmico razonable que deja de tener calefacción en un mes relativamente frío como marzo. Como se observa, las temperaturas permanecen por debajo de los límites de confort más de tres semanas, con temperaturas mínimas de alrededor de 9 °C y escasas variaciones al no disponer de calefacción. Es interesante observar un proceso similar de desconexión de toda calefacción, tanto del hogar 2.2 como de los hogares 3.1 y 3.2 de la Figura 23, en este caso en la semana del 10 al 17 de abril. Esos días coinciden con la Semana Santa y ambas familias debieron abandonar el hogar en esas fechas. El efecto es menos pronunciado porque se produce, como muestra la evolución de los límites adaptativos, en una semana en la que las temperaturas medias aumentaron hasta 5 °C frente a las previas.

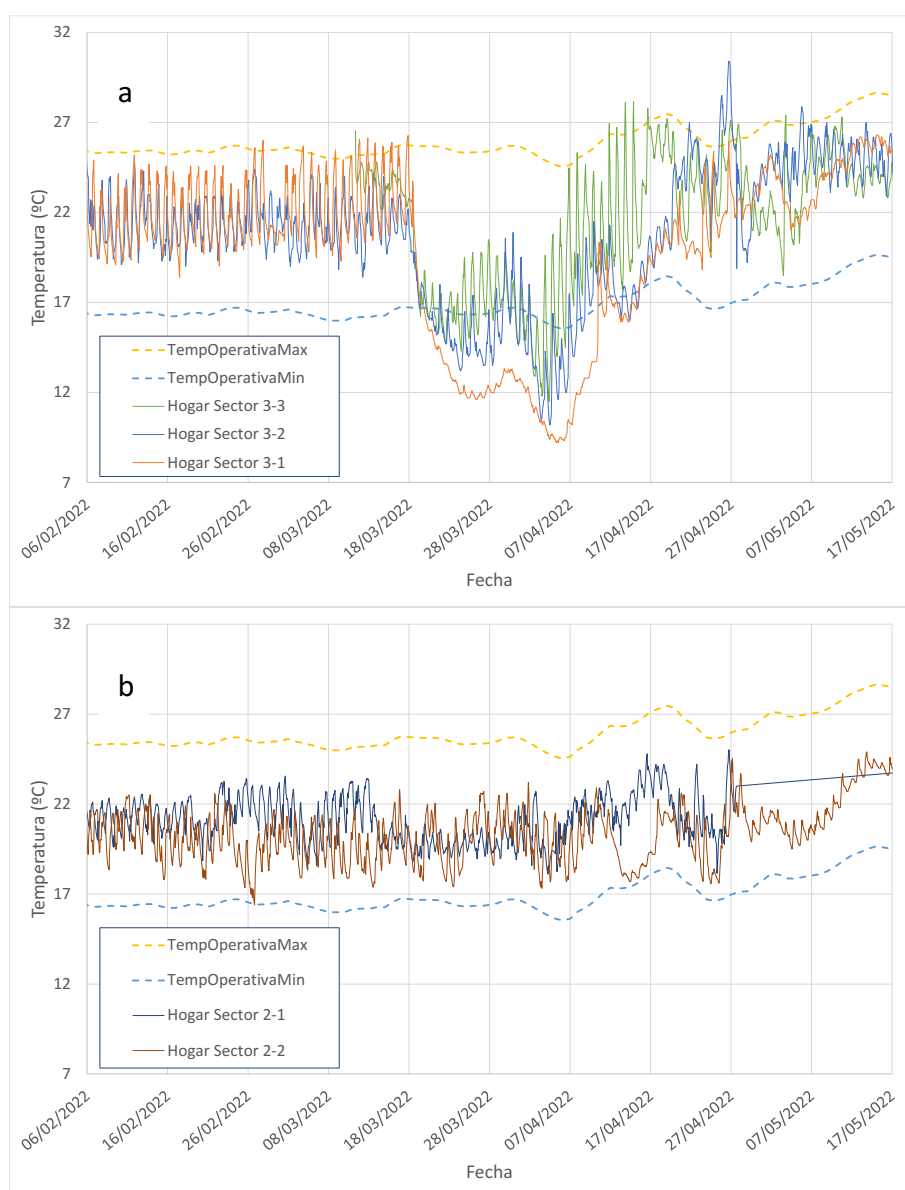


Figura 23. Serie temporal de la temperatura en diversos hogares de los sectores 2 y 3 entre febrero y mayo de 2022, correspondientes a: (a) tres hogares del Sector 3 normalmente en condiciones de confort térmico que sufrieron una desconexión súbita el 18 de marzo; (b) dos hogares del Sector 2 con condiciones previas similares a los anteriores pero que no sufrieron la desconexión.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

El cuarto hogar del sector 3 que sufrió la desconexión repentina se muestra en la Figura 24. Se trata en este caso de una chabola que, al contrario que los hogares previos, no puede asegurar condiciones de confort en condiciones normales. La Figura 24 muestra cómo el efecto de la desconexión, aunque visible sobre todo durante los días de mayor frío, no es tan marcado como en los casos anteriores. Esto se debe a que este hogar carecía de sistemas eléctricos adecuados de calefacción, obteniéndola mínimamente con una estufa de leña. Este hogar especialmente vulnerable, aunque sufre temperaturas bajísimas dado su mal aislamiento y escasa calefacción, se comporta ante la desconexión de forma muy diferente a los hogares anteriores.

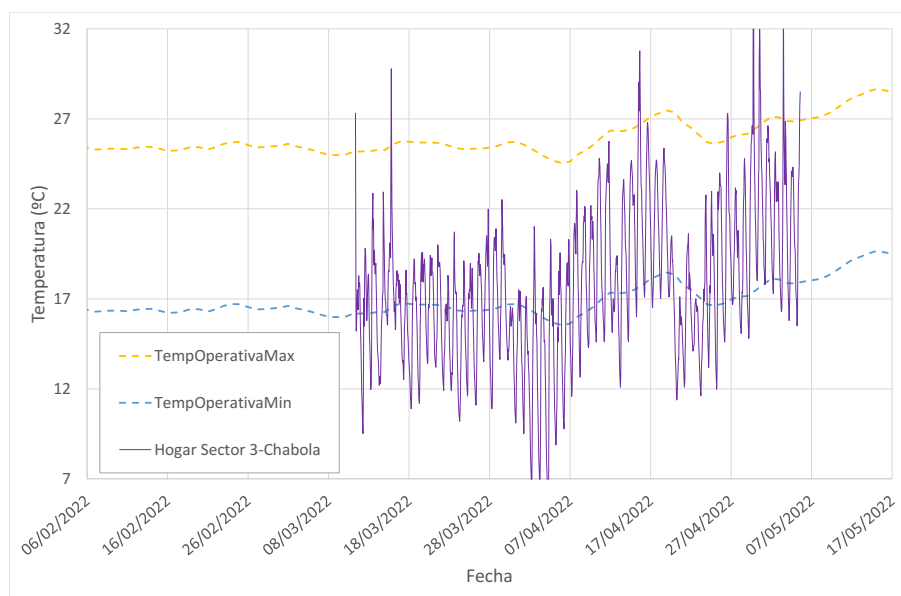


Figura 24. Serie temporal de la temperatura en un hogar vulnerable (chabola) del Sector 3 entre febrero y mayo de 2022.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

Como conclusiones del análisis de los datos de sensores presentados para los Sectores 2 y 3 se puede resumir lo siguiente:

- Se evidencia una situación de cierto confort térmico en invierno en la mayoría de los hogares monitorizados (aunque la monitorización no es escalable al conjunto de los dos sectores). Este confort está, en gran medida, asociado a la continuidad del suministro eléctrico, en contraste con las situaciones de los hogares de los sectores 5 y 6 que se analizarán en próximos apartados.
- Por el contrario, en verano las altas temperaturas en el interior de los hogares son generalizadas, mostrando que el equipamiento de refrigeración, de existir, es mucho menos eficiente que el de calefacción.
- Un número menor de viviendas, pero relevante en la muestra (~30%), se alejan de las condiciones de confort en invierno, algunas de forma muy grave. En un caso, se analiza el impacto de la generación de humedades en época de lluvias, que crea un efecto duradero al disminuir la eficiencia de los sistemas de calefacción (gran cantidad de energía dedicada al secado parcial y paulatino de las humedades).
- Se analiza un caso de pérdida de suministro eléctrico en primavera y los efectos sobre 3 hogares que tenían controlada la condición de confort interior en invierno y uno que no. En todos los casos los hogares se alejan dramáticamente de las condiciones de confort, siendo el efecto mayor (temperaturas todo el día fuera de

confort y temperaturas mínimas por debajo de 10 °C) o menor (temperaturas mínimas de 11 °C y máximas en zona de confort) en función de los equipos alternativos disponibles (calefactores de butano, generadores eléctricos, etc.).

Estos aspectos complementan y amplían el análisis socioeconómico de los sectores basado en los datos del Censo, trasladando una imagen de precariedad en un porcentaje relevante de hogares en invierno y generalizada en verano.

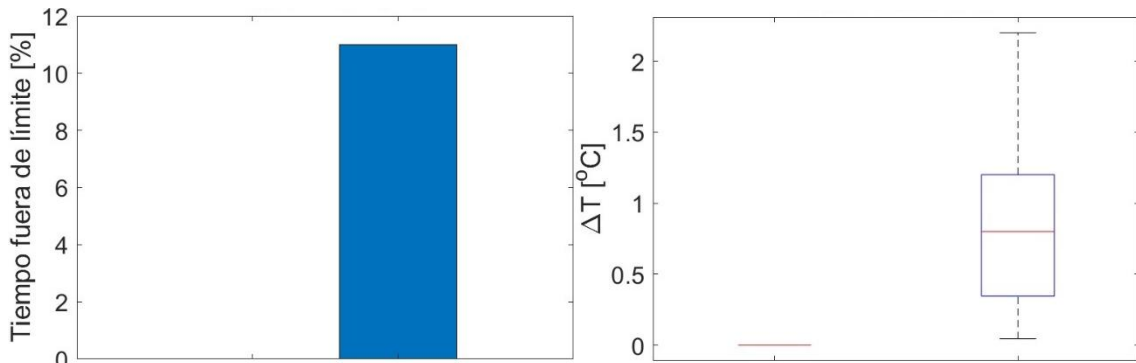
6.2.2. Sector 5

Las condiciones de los hogares en el Sector 5 deben ser, en principio, peores a las de los Sectores 2 y 3 mostradas previamente. Resumiendo algunos datos del estudio socioeconómico, el sector 5, en conjunto y frente a los sectores 2 y 3, muestra una menor renta familiar y una mayor proporción de la población en riesgo de pobreza económica (ver Tabla 5 y Figura 10), una peor calidad de la edificación (ver Tabla 7) y un mayor índice de hacinamiento. Además, el Sector 5 sufrió la desconexión total de suministro en noviembre de 2020 y actualmente tiene una limitación de potencia en su red que le obliga a autorregular el consumo, como se ha visto en la sección anterior. La Figura 25 muestra cuatro ejemplos que resumen las medidas en 7 hogares de la zona en invierno, realizadas en periodos de entre uno y dos años.

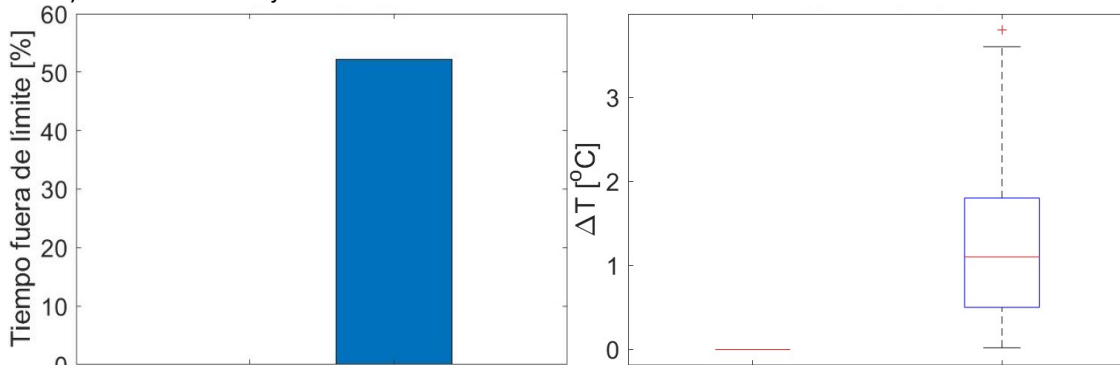
El caso a) identifica la vivienda que muestra las mejores condiciones de confort térmico de la muestra. Las medidas son de enero 2023. Las temperaturas en el interior del hogar están fuera de las condiciones de confort algo más de un 10% del tiempo (fundamentalmente por la noche) con una mediana de las desviaciones de 0,8 °C y un máximo de un poco más de 2 °C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 15 °C y un 5% del tiempo por debajo de 16 °C. Estas son condiciones ligeramente peores que las identificadas en la Figura 20-a que recogía las condiciones en invierno de un grupo mayoritario de hogares en los Sectores 2 y 3, pero no son condiciones duras en invierno. Este hogar, en enero de 2022, mostraba condiciones similares a las del siguiente caso (caso b), pero ha mejorado sus resultados como consecuencia de una serie de obras de acondicionamiento y la compra de equipos energéticos auxiliares.

El caso b) de la Figura 25 muestra un hogar representativo de las condiciones de tres hogares de la muestra (de siete). Contando con que era también la situación del hogar en el caso a) en 2022, estas condiciones representan algo más del 50% de la muestra. La situación es intermedia a los casos de la Figura 20-b y Figura 20-c. Las temperaturas en el interior del hogar están fuera de las condiciones de confort un 50% del tiempo (fundamentalmente por la noche) con una mediana de las desviaciones de 1 °C y un máximo de casi 4 °C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 13°C y un 25% del tiempo por debajo de 16 °C. El caso elegido corresponde a medidas de 2023 y es, de los tres hogares similares con medidas entre marzo de 2021 y marzo de 2023, el que presenta unos mejores resultados. La variación interna, sin embargo, no es importante y supone, fundamentalmente, variaciones de la mediana de las desviaciones entre 1 y 2 °C, lo que hace que el 25% del tiempo las temperaturas bajen de los 16 o de

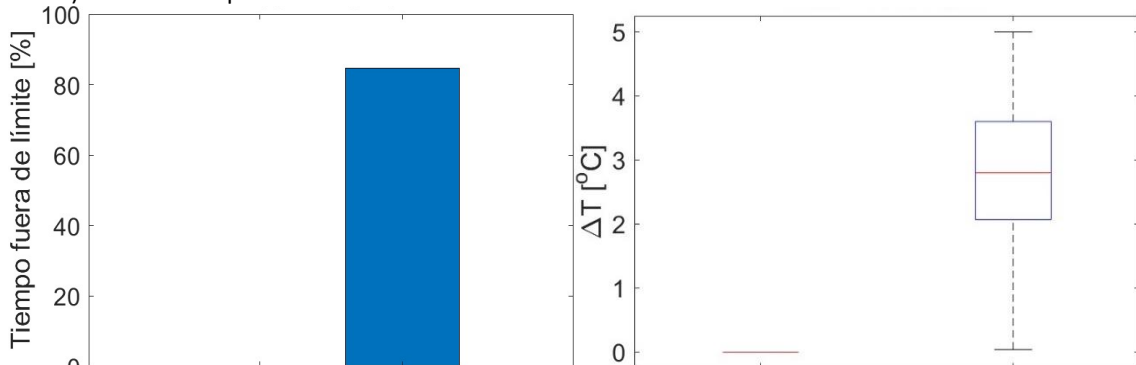
los 15 °C según el caso. Aquí nos encontramos en una situación intermedia, incómoda, ya cercana a unas condiciones claramente adversas en el hogar.



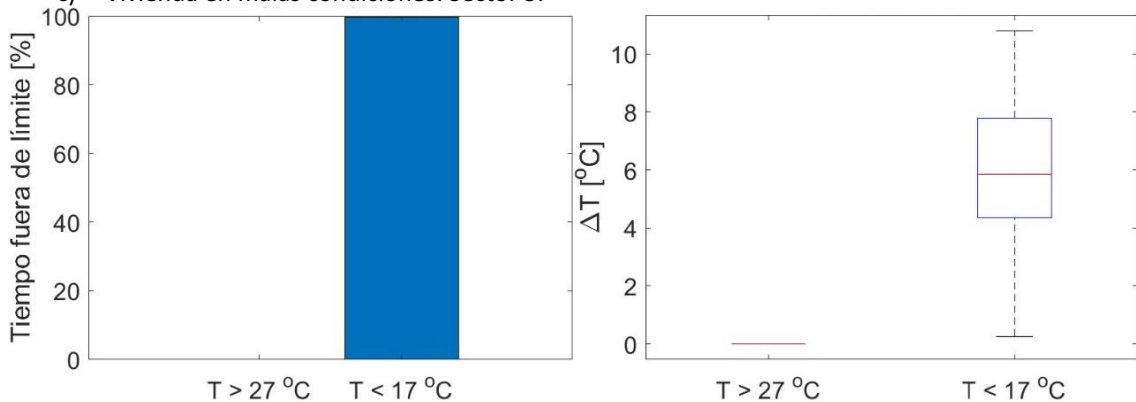
a) Vivienda en mejores condiciones de la muestra. Sector 5.



b) Vivienda representativa de viviendas en condiciones intermedias. Sector 5.



c) Vivienda en malas condiciones. Sector 5.



d) Vivienda en muy malas condiciones. Sector 5.

Figura 25. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares del Sector 5 en invierno (enero 2022 o enero 2023).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

Los siguientes dos casos, c) y d), muestran hogares individuales en las que las condiciones de confort son ya malas o muy malas y, en cualquier caso, peores que las encontradas en los hogares monitorizados de los sectores 2 y 3 en invierno.

La Figura 25-c) muestra un hogar cuyas temperaturas interiores están fuera de las condiciones de confort un 80% del tiempo con una mediana de las desviaciones de 3 °C y un máximo de 5 °C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 12 °C y un 40% del tiempo por debajo de 14 C. El caso d) muestra condiciones aún peores: las temperaturas en el interior del hogar están fuera de las condiciones de confort prácticamente en todo momento, con una mediana de las desviaciones de 6 °C y un máximo de más de 10 °C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 7 °C y un 50% del tiempo por debajo de 11 °C. Estas son condiciones terriblemente duras que evidencian una falta real de refugio frente a las inclemencias del tiempo. En estos casos c) y d) se hayan representados tres hogares de la muestra, de los que hemos elegido el mejor y el peor para su representación en el gráfico.

La incidencia de humedades fuera del rango de confort térmico en los hogares monitorizados en el sector 5 es alta. En la mayoría de los hogares se detectan humedades que generan medidas de humedad relativa altas y persistentes durante los meses de otoño, invierno y primavera. En general, en verano las condiciones cambian y los hogares experimentan humedades bajas, normales en la época seca. La Figura 26 muestra las condiciones fuera de confort de dos hogares monitorizados del Sector 5 en marzo y julio de 2022.

Los gráficos (a) representan un hogar con condiciones algo controladas en cuanto a la humedad. No se mantiene en condiciones de confort, sino que, en los meses peores, la mayor parte del tiempo (~80%) está fuera de ellas, pero con desviaciones del entorno del 5%. Esto significa que, excepto en momentos puntuales, el hogar se encuentra en el rango menos restrictivo de 30-70% aceptado por el RITE. La situación aquí mostrada solo se da en este grado en los meses más húmedos (noviembre y marzo) y secos (julio) del año. Dos hogares de los monitorizados en el Sector 5 se encuentran en estas condiciones, que son intermedias entre las condiciones razonablemente dentro de los límites de la mayoría de los hogares de los Sectores 2 y 3 y las del hogar con humedades del Sector 3 mostrado en la Figura 20-d.

Los otros 5 hogares monitorizados en el Sector 5 muestran situaciones más graves que la del hogar de la Figura 20-d. Sus resultados para un hogar intermedio se pueden ver en los gráficos (b) de la Figura 26 en meses húmedos y secos. En ambos casos, la práctica totalidad del tiempo se encuentra en condiciones fuera de rango, con la mediana de la desviación en torno al 15% en los meses húmedos y al 5% en los secos. El efecto en verano es similar al de los hogares del párrafo anterior, pero el efecto en los meses húmedos es mucho mayor, por encima de los resultados del hogar con humedades del Sector 3 mostrado en la Figura 21-d. Estos hogares tienen humedades relativas en el entorno del 75-90% un porcentaje elevado del tiempo y no solo en los meses más húmedos como mayo y noviembre, sino en general a lo largo del otoño, el invierno y la primavera. Entre los cinco hogares hay ligeras diferencias, con casos más graves en

cuanto a la duración (en meses) del fenómeno y la intensidad (en desviaciones en % de humedad relativa), pero todo dentro de las malas condiciones generales, que identifican humedades estables en los hogares, con los riesgos a la salud que esto supone.

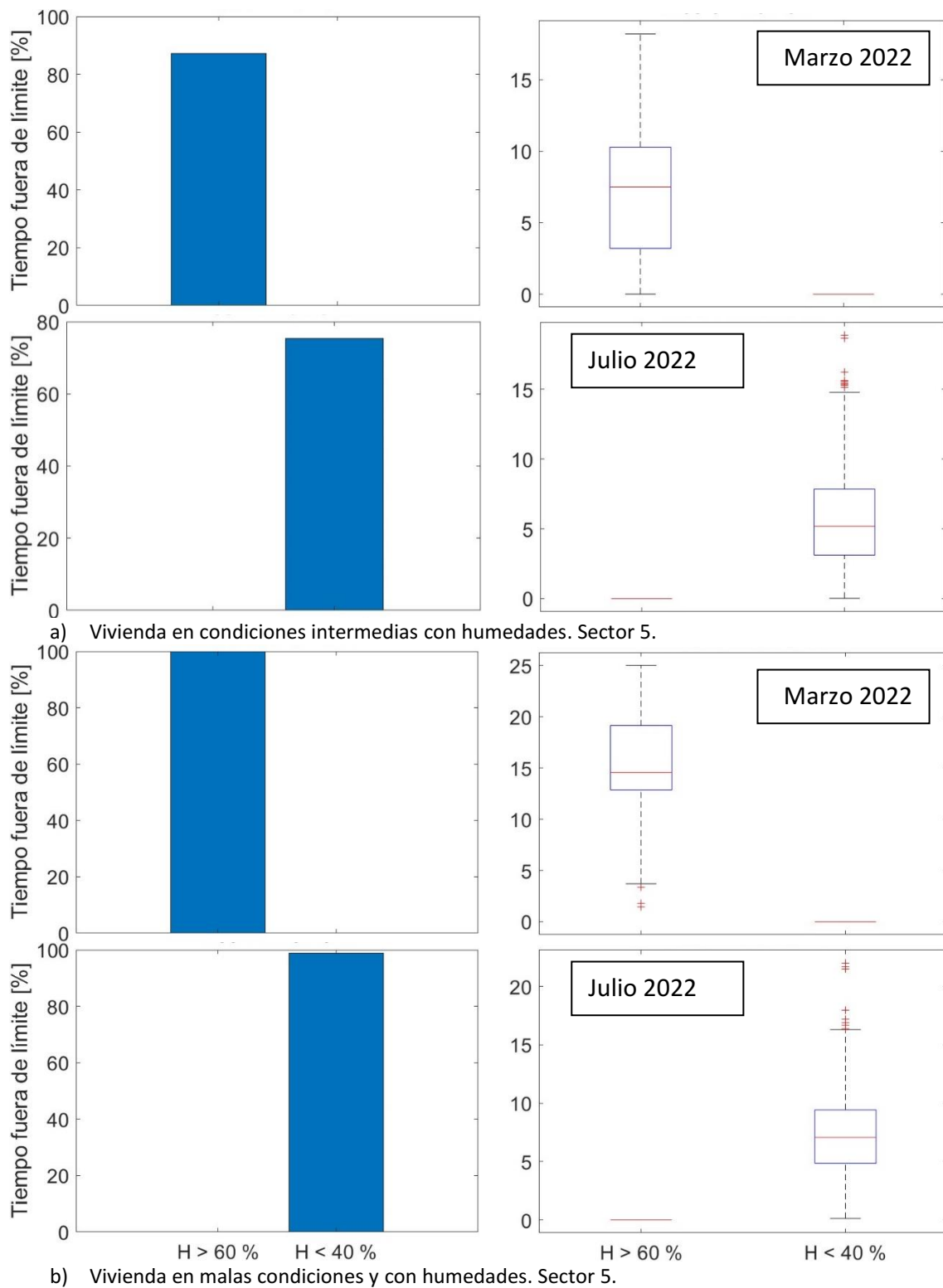


Figura 26. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de humedad relativa entre las humedades registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 5 en primavera (marzo 2022) y verano (julio 2022).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

Por otro lado, el análisis de las temperaturas fuera de rango de confort en los meses cálidos muestra una situación muy similar a la de los sectores 2 y 3. Aunque uno de los hogares monitorizados, provisto de Aire acondicionado, muestra registros fuera del rango de confort de escasa magnitud, que pueden despreciarse, el resto de los hogares muestra temperaturas elevadas por encima del rango de confort durante la práctica totalidad del tiempo (en todos los casos por encima del 80%) con medianas de desviación de entre 2 y 5 °C, es decir, los hogares sufren el 50% del tiempo temperaturas por encima de 29 °C o incluso de 32 °C, lo que identifica situaciones de calor extremo con consecuencias relevantes para las actividades ordinarias y el descanso.

En conclusión, el análisis de los datos de los sensores muestra una situación variable en el Sector 5, aunque claramente peor que en los sectores 2 y 3, con hogares que mantienen un confort relativo en invierno (algunos) y en verano (muy pocos) y otros, la mayoría, que no lo consiguen en absoluto, unido a una incidencia bastante generalizada de humedades. Se cuenta en todos los casos con una conexión irregular efectiva a la red eléctrica, aunque topada y que exige control de consumo, pero similar para todos los hogares. Por tanto, las diferencias entre hogares del sector 5 hay que buscarlas en el tipo de edificación (y su capacidad de aislamiento térmico) y en el presupuesto familiar disponible para equipos de calefacción o aire acondicionado y su consumo. Recuérdese que la muestra no puede considerarse en modo alguno representativa en cuanto a porcentajes de la realidad conjunta del Sector 5, pero sí identifica realidades existentes en la zona que deben ser tenidas en cuenta.

6.2.3. Sector 6

Las condiciones de confort térmico de los hogares en el Sector 6 deben ser, en principio, las peores en comparación con el resto de los sectores de La Cañada. No solo por ser el sector, como muestra el estudio socioeconómico, con menor renta familiar y mayor porcentaje de población en riesgo de pobreza (ver Tabla 5 y Figura 10), mayor porcentaje de infraviviendas o chabolas (ver Tabla 7) y mayor índice de hacinamiento, sino, y especialmente, por la desconexión del suministro eléctrico que sufrió en octubre de 2020 y que hoy en día no ha sido restablecida. La Figura 27 muestra tres ejemplos que aglutinan las casuísticas encontradas en 7 hogares de la zona. En este sector, por razones vinculadas con la alta movilidad y con la vulnerabilidad de los hogares, se han producido muchos más problemas durante la campaña de medida. Se instalaron sensores en 8 hogares, de los cuales uno no volvió a permitir la entrada, por lo que no se pudo recuperar medida alguna, mientras que 3 hogares solo pudieron ser monitorizados unos meses. Los cuatro restantes han sido monitorizados entre año y medio y dos años. Entre estos cuatro, uno se encuentra localizado en una zona en la que, debido a su conexión a otra línea diferente de suministro eléctrico, no se ha producido la desconexión de la luz, por lo que representa unas condiciones diferentes a los demás.

Los gráficos del caso (a) de la Figura 27 muestran la incidencia de situaciones fuera del confort térmico en invierno en el caso más benigno de los medidos. Se trata de un hogar

establecido en una chabola de escasas dimensiones en la que habita una familia en situación de pobreza y exclusión, pero es el hogar en el que no se ha producido desconexión del suministro eléctrico irregular, por lo que consigue mantener la temperatura en el interior de la vivienda razonablemente controlada. Dadas las pequeñas dimensiones y el mal aislamiento, se da el caso, peculiar, de que existen temperaturas interiores fuera de rango tanto por encima como por debajo del mismo. Esto se debe a una cierta dificultad de regular el calefactor eléctrico disponible en el hogar. De cualquier modo, como muestran las figuras, las temperaturas interiores están fuera de las condiciones de confort un 4% del tiempo con una mediana de las desviaciones de algo más de 1 °C y un máximo de 6 °C, es decir, temperatura mínima interior durante el mes de 11°C pero como situación puntual, con solo un 2% del tiempo por debajo de 16°C. Unido a ello, se muestran temperaturas interiores por encima de las condiciones de confort un 0,8% del tiempo con una mediana de las desviaciones de 1 °C y un máximo de 2 °C, es decir, temperatura máxima interior durante el mes de 29 °C, pero de nuevo como situación puntual, con solo un 0,4% del tiempo por encima de 28 °C. Estas condiciones hablan de un hogar que se mantiene el 95% del tiempo en condiciones de confort pero que sufre esporádicas bajadas o subidas de temperatura fuera de límites por (aparentemente) un control inadecuado de la fuente de calor, que en un espacio muy reducido y mal aislado genera variaciones rápidas de la temperatura. Por tanto, pese a las malas características constructivas de la vivienda, se consiguen mantener condiciones de confort en invierno.

Los gráficos del caso (b) de la Figura 27 muestra la incidencia de situaciones fuera del confort térmico en invierno en un hogar en malas condiciones. Las temperaturas interiores en este hogar durante el invierno se encuentran fuera de las condiciones de confort casi la totalidad del tiempo, con una mediana de las desviaciones de 3 °C (similar en todos los meses de invierno, de diciembre a marzo) y un máximo de 6°C. Es decir, la temperatura mínima interior es de 11 °C y la mitad del tiempo se está por debajo de los 14 °C. Esta situación es similar a la identificada en la Figura 25-c en el Sector 5. Solo en los Sectores 5 y 6 se han identificado condiciones tan adversas de desconfort térmico, aunque éstas no suponen el caso más grave que se ha encontrado y descrito. Probablemente tres de las viviendas monitorizadas en el Sector 6 se encuentran en esta situación, aunque para una de ellas el margen de error es alto al disponer de pocos datos de medida.

Los gráficos del caso (c) de la Figura 27 muestra la incidencia de situaciones fuera del confort térmico en invierno en un hogar en muy malas condiciones, las peores identificadas en las monitorizaciones realizadas. Las temperaturas interiores en este hogar durante el invierno se encuentran fuera de las condiciones de confort la totalidad del tiempo, con una mediana de las desviaciones de casi 10 °C (del orden de 6 °C en el resto de los meses de frío) y un máximo de 15°C. Es decir, la temperatura mínima interior es de 2 °C y la mitad del tiempo se está por debajo de los 7 °C. Estas son las condiciones de la habitación de uso más frecuente en el hogar, que en este caso no es el dormitorio, lo que permite la esperanza de que la temperatura en el dormitorio por la noche sea mayor. Esta situación excede todas las identificadas hasta ahora y muestran una completa ausencia de cobijo frente a las inclemencias del tiempo. Probablemente tres de las viviendas monitorizadas en el Sector 6, tres chabolas, se encuentren en esta situación, aunque para dos de ellas el margen de error es alto al disponer de pocos datos

de medida. La situación es especialmente grave porque estas viviendas son ocupadas por parejas jóvenes con descendientes de muy corta edad.

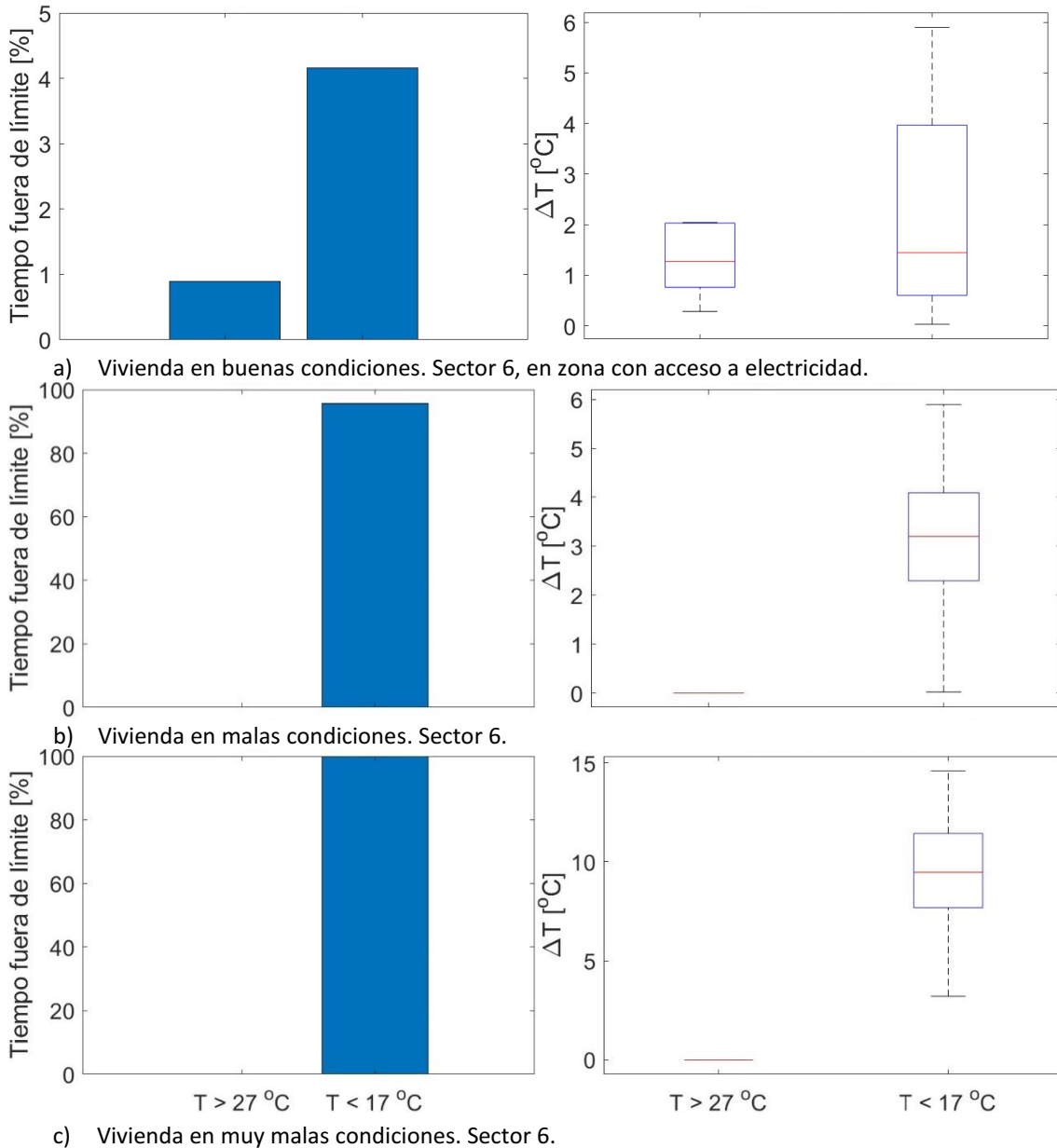


Figura 27. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para diferentes hogares del Sector 6 en invierno (enero o febrero 2022).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

En este sector en especial y dada la amplia variedad de equipamientos energéticos (generadores diésel, baterías, sistemas fotovoltaicos, estufas eléctricas, estufas de butano, estufas o chimeneas de leña, etc.) que, con motivo de la desconexión eléctrica, han sido utilizados en los hogares para intentar conseguir y mantener un confort térmico en la vivienda, cada caso no es realmente representativo (aparte de las afinidades

resaltadas) más que de sí mismo y, por tanto, solo identifican las condiciones propias como situaciones existentes en el Sector.

La Figura 28 muestra las condiciones de estos hogares en los meses cálidos. En este caso, las condiciones en verano y en invierno se distribuyen de forma similar para los hogares, correspondiendo los casos a, b y c con los respectivos en la Figura 27.

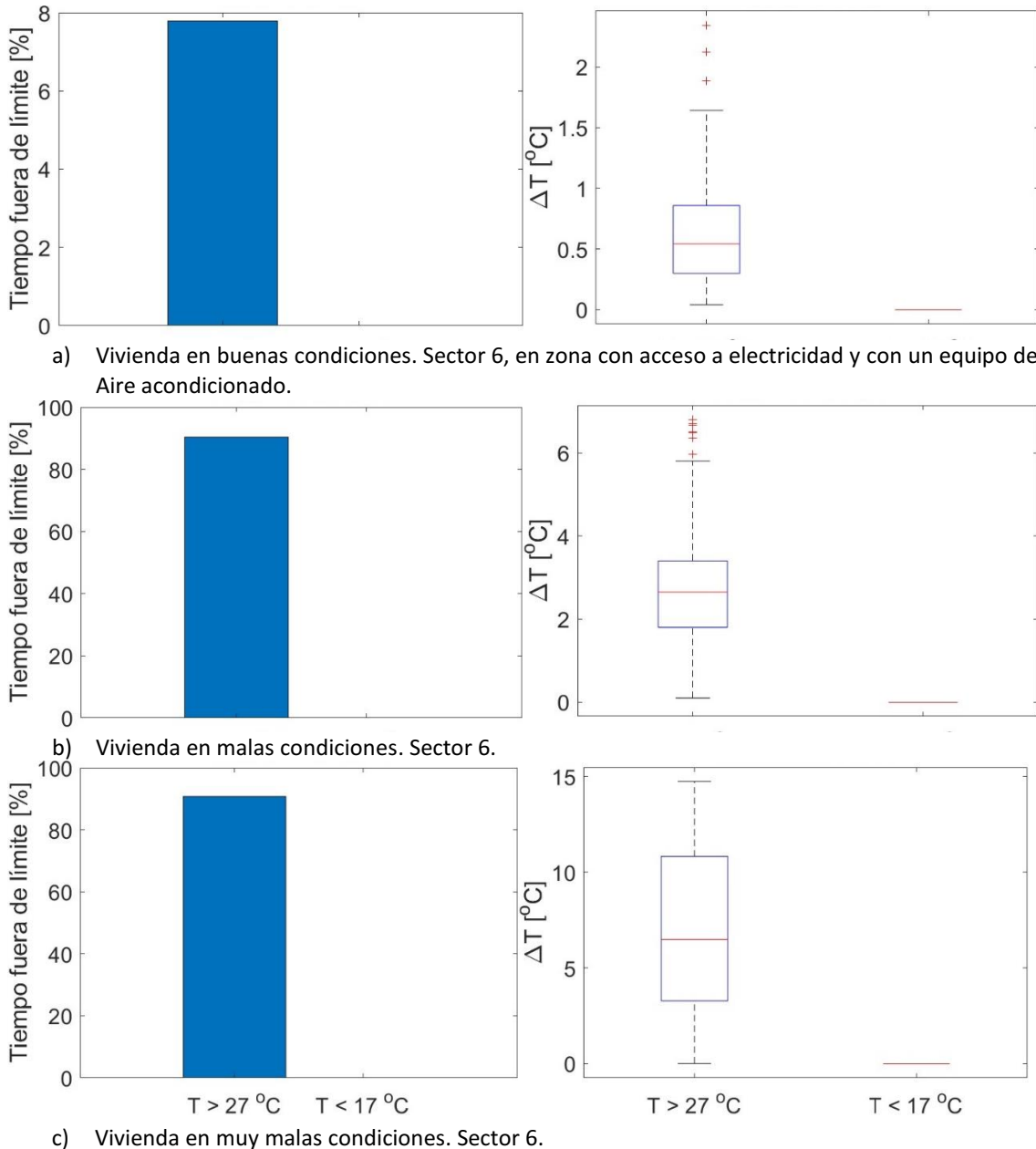


Figura 28. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y distribución de las diferencias de temperaturas entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 6 en verano (agosto 2021 -a-, julio 2022 -b- y agosto 2022 -c-). Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

La Figura 28-a representa, por tanto, al mismo hogar que la Figura 27-a. Se trata del único hogar monitorizado en el Sector 6 que mantiene acceso a suministro eléctrico mediante una conexión irregular. En agosto de 2021, las temperaturas interiores en este hogar se encuentran fuera de las condiciones de confort algo menos de un 8% del

tiempo, con una mediana de las desviaciones de poco más de medio grado y un máximo de 2 °C. Es decir, la temperatura máxima interior es de 29 °C y solo un 4% del tiempo se superan los 27,5 °C. La situación es pues de control razonable de las altas temperaturas y un relativo confort térmico. Este hogar disponía de suministro eléctrico y un viejo aparato de aire acondicionado que funcionaba. El sistema de aire acondicionado dejó de funcionar posteriormente y las condiciones en el verano de 2022 pasaron a ser las del caso (c) recogido en esta Figura 28 y que se comenta más abajo.

Frente a este único caso, con condiciones peculiares, el resto de los hogares monitorizados en el Sector 6 muestran profundas desviaciones del confort térmico en verano. Los gráficos (b) muestran las condiciones inadecuadas de un hogar del sector que representa aproximadamente el comportamiento de otros dos hogares monitorizados. En julio de 2022, las temperaturas interiores en este hogar se encuentran fuera de las condiciones de confort un 90% del tiempo, con una mediana de las desviaciones de 2,5 °C y un máximo de casi 7 °C. Es decir, la temperatura máxima interior es de 34 °C y casi la mitad del tiempo se superan los 29,5 °C. Esta situación de malas condiciones de confort térmico en el interior de la vivienda es similar a las experimentadas en la mayoría de los hogares monitorizados de los sectores 2, 3 y 5 y comentadas previamente.

El caso (c) muestra unas condiciones aún más extremas de calor en el hogar. En agosto de 2022, las temperaturas interiores en este hogar se encuentran fuera de las condiciones de confort un 92% del tiempo, con una mediana de las desviaciones de 6 °C y un máximo de casi 15 °C. Es decir, la temperatura máxima interior es de 42 °C y casi la mitad del tiempo se superan los 33 °C. Otros dos hogares, ambas chabolas del sector 6 como esta, muestran situaciones similares o aún más extremas. En estos hogares se superan los 40 °C medidos y en uno de ellos se llegan a alcanzar temperaturas estables (no afectadas por radiación directa) de 47 °C, las más altas que han sido monitorizadas en nuestro estudio. Se trata por tanto de condiciones muy alejadas del confort térmico, que suponen el peor caso de disconfort térmico en verano de todos los observados en este estudio.

Para terminar este análisis, se estudian las condiciones de humedad en las viviendas monitorizadas en el Sector 6. Se observan situaciones fuera del rango de confort en humedades en todos los hogares. En la mayoría, se producen humedades altas en los meses húmedos de otoño, invierno y primavera. En varios hogares dichas humedades altas están en el intervalo entre los casos mostrados para el Sector 5 y los sectores 2 y 3 con altas o muy altas humedades. Pero en al menos 2 casos monitorizados en el Sector 6 se obtienen resultados peores que los anteriores. La Figura 29-a muestra esta situación. Las humedades relativas en el interior de estos hogares se encuentran fuera de las condiciones de confort durante prácticamente todo el tiempo que dura el clima húmedo, con una mediana de las desviaciones del 25% y un máximo de casi 35%, ambos datos para el mes de enero de 2022. En otros meses húmedos, las medianas varían entre 15 y 25, siempre por encima del peor caso identificado para el Sector 5. Es decir, la humedad relativa en el interior de las viviendas alcanza el 95% y la mitad del tiempo se

superan humedades del 85%. Estas son condiciones de humedad extremas que evidencian la existencia de filtraciones muy importantes en los hogares, probablemente vinculadas a la inexistencia de ninguna protección en los suelos, en zonas situadas junto a importantes acuíferos.

En la práctica totalidad de los hogares nos encontramos también, en algunos casos, con bajísimas humedades en los meses secos de verano. Algunos hogares reproducen las condiciones de sequedad mostradas en la Figura 20-b, mientras otros muestran una situación más extrema. La Figura 29-b muestra esta situación, con datos de julio 2021, pero condiciones similares se han monitorizado en otros hogares de la zona. Las humedades relativas en el interior de estos hogares se encuentran fuera de las condiciones de confort durante el 80% del tiempo, con una mediana de las desviaciones del 15% y un máximo de más del 25%. Es decir, la humedad relativa en el interior de las viviendas baja hasta el 15% y durante un 40% del tiempo se está por debajo de humedades del 25%. Estas son condiciones de excesiva sequedad ambiental.

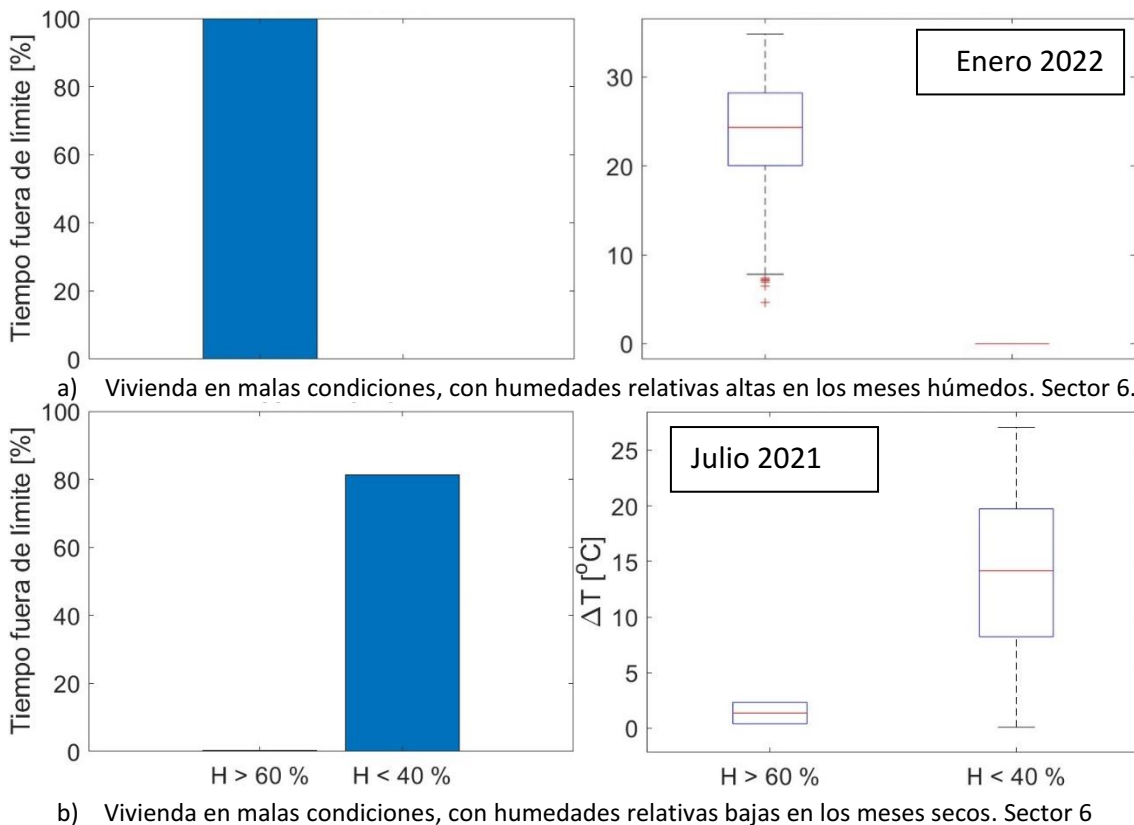


Figura 29. Porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort y distribución de las diferencias de humedad relativa entre las humedades registradas y los puntos de referencia de confort para dos hogares del Sector 5 en primavera (marzo 2022) y verano (julio 2022).

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

En conjunto, los hogares monitorizados en el Sector 6 muestran condiciones alejadas de la zona de confort térmico en un grado similar o superior a lo visto en el Sector 5, con casos extremos tanto en cuanto a bajas temperaturas en invierno, altas temperaturas en verano o extrema humedad o sequedad. Como conclusión, se observan hogares en condiciones inadecuadas pero similares a algunos casos anteriores de especial gravedad y otros de aún mayor gravedad. Solo un hogar consigue mantener condiciones

razonablemente adecuadas en invierno y dicho hogar no ha sufrido la desconexión del suministro eléctrico irregular.

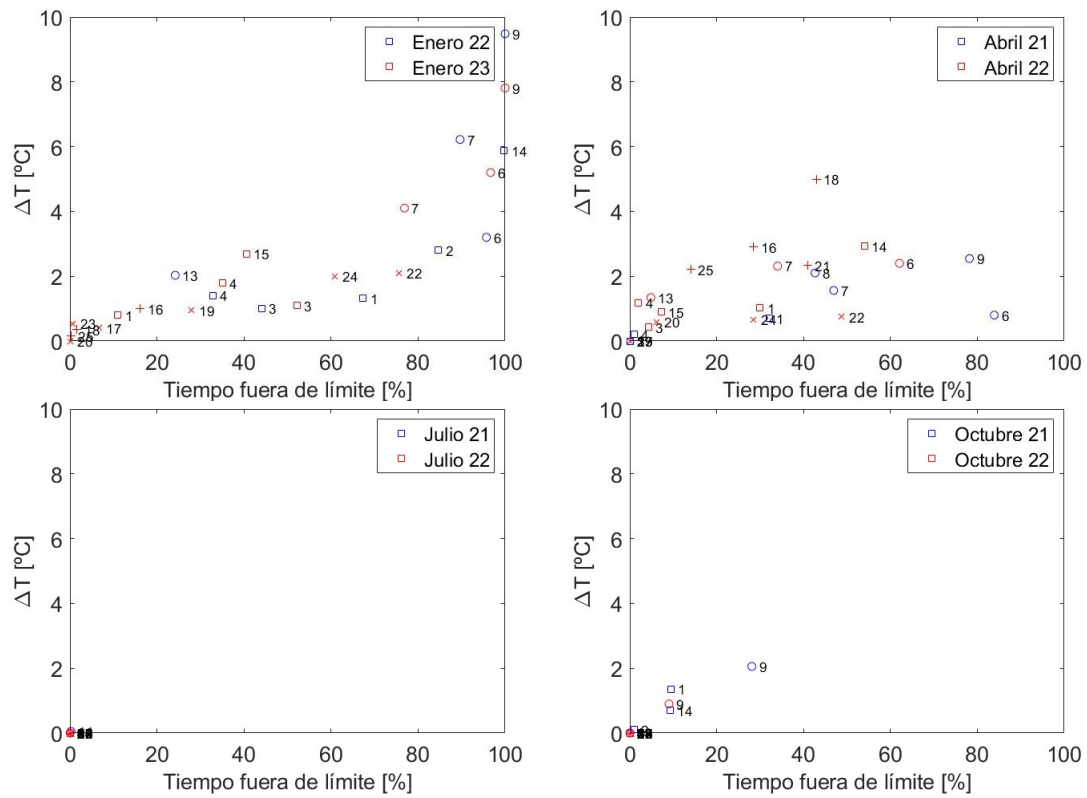
6.2.4. Comparativa entre los hogares monitorizados de los diferentes sectores.

Los resultados del análisis de las temperaturas fuera de rango de confort, para meses característicos de primavera, verano, otoño e invierno y para todos los hogares monitorizados, se presentan conjuntamente en la Figura 30 para facilitar la comparación.

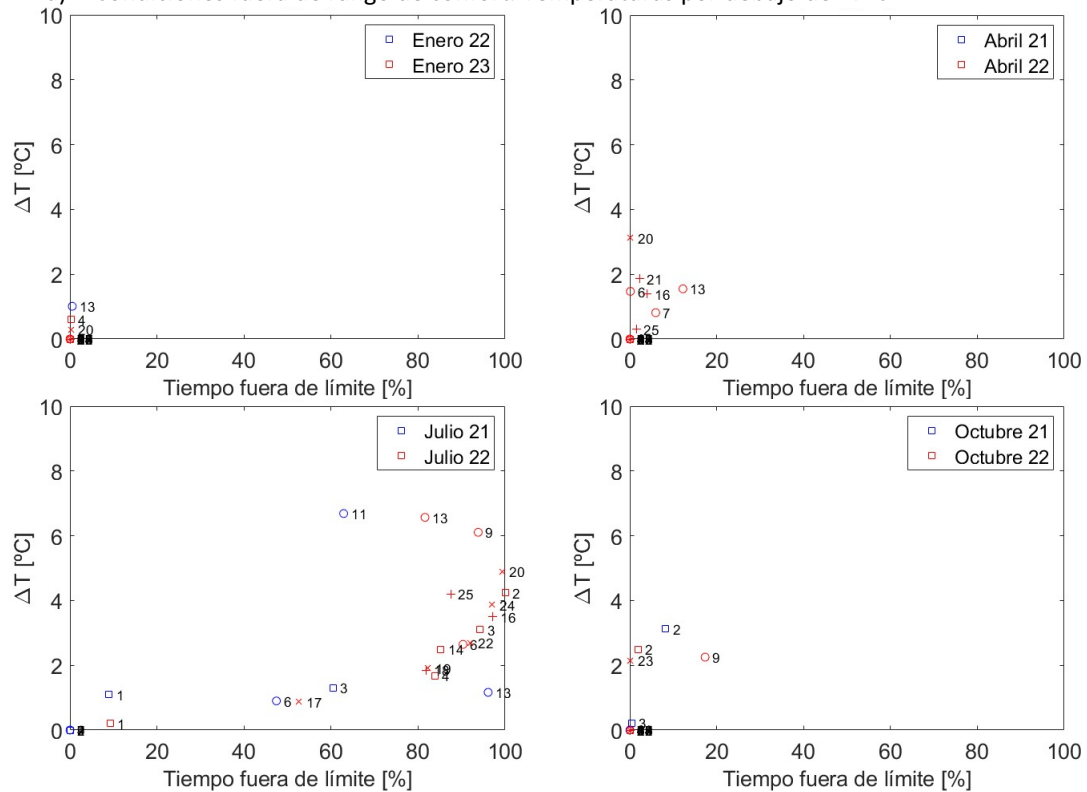
Los gráficos de la Figura 30 muestran, de forma resumida, las diferentes casuísticas descritas en detalle a lo largo del presente capítulo. Nótese que puede haber algún caso referenciado previamente que no se muestra aquí al elegirse previamente las condiciones más claras para los gráficos en detalle. Esas condiciones pueden tener lugar, por ejemplo, en diciembre o febrero en lugar de enero, o en agosto en lugar de en julio. El gráfico solo se incluye para comparar las diferentes casuísticas explicadas y visualizadas con más detalle previamente. No se han incluido datos para todos los meses de cada estación para no complejizar innecesariamente la figura.

Como resumen, cabe hacer las siguientes indicaciones:

- Frio en invierno:
 - Condiciones muy malas o extremas en los hogares del Sector 6 sin acceso a electricidad (casos 6, 7 y 9 en el gráfico de enero) y en una chabola del Sector 5 (caso 14)
 - Condiciones malas en algunos hogares de los Sectores 2 (casos 22 y 24) y 5 (caso 1 en 2022 y caso 2).
 - Condiciones intermedias en otros hogares de los Sectores 2 (caso 19), Sector 5 (casos 3, 4 y 15) y en un hogar del Sector 6 con acceso a suministro eléctrico (13 en 2022).
 - Condiciones de razonable confort térmico en algunos hogares de los Sectores 2 (casos 17, 20, 23), 3 (casos 16, 18, 25) y 5 (caso 1 en 2023, tras arreglos).
- Frío en primavera y otoño:
 - Situación mitigada pero similar a la de invierno en cada uno de los hogares ante la incidencia de temperaturas bajas en primavera y otoño.
 - Situaciones malas o extremas en los hogares del Sector 3 que sufrieron un corte inesperado del suministro en marzo de 2022. Nótese que los altos o muy altos valores de las medianas de las distribuciones se suavizan aparentemente con porcentajes de tiempo fuera de confort menores del 50%. Sin embargo, esto se debe a que la luz volvió progresivamente a lo largo del mes de abril de 2022, recuperándose la situación previa las últimas dos semanas del mes.
- Calor en verano
 - Temperaturas altas o extremas en la mayoría de los hogares monitorizados de todos los Sectores.



a) Condiciones fuera de rango de confort. Temperaturas por debajo de 17°C



b) Condiciones fuera de rango de confort. Temperaturas por encima de 27°C

Figura 30. Comparativa de los hogares monitorizados en función del porcentaje de tiempo fuera de las condiciones de confort térmico y la mediana de la distribución de las diferencias de temperatura entre las temperaturas registradas y los puntos de referencia de confort para los meses de enero, abril, julio y octubre. Los tipos de marcadores identifican Sectores: x-2, +3, □-5, o-6.

Fuente: Datos sobre las condiciones de vida en interiores [conjunto de datos 3].

Nota: Se muestran los resultados de los hogares monitorizados entre abril de 2021 y marzo de 2023 siempre y cuando la monitorización haya sido efectiva durante al menos el 50% del mes.

Las causas de todas estas disfunciones, con efectos relevantes en el confort y en la salud de los habitantes de los hogares reseñados, pueden buscarse en una serie de características de los hogares identificadas en los capítulos previos:

- La falta de acceso a un suministro eléctrico seguro y suficiente.
- El uso de equipamiento energético inadecuado o incompleto, tanto por el recurso energético utilizado, la potencia de los equipos, su eficiencia, su diversidad y su número.
- Las inadecuadas características constructivas, en cuanto a aislamiento térmico, infiltraciones, humedades, etc.
- La falta de recursos de los hogares para hacer frente a situaciones estables o sobrevenidas.

La concatenación de varios de estos problemas en un mismo hogar genera efectos más agudos en las condiciones interiores, siendo dichos efectos extremos, como se ha podido ver, en casos de especial vulnerabilidad ante los problemas identificados.

7. Propuesta de medidas y ámbitos de acción

La alta vulnerabilidad energética que, como se ha podido constatar en este trabajo, sufre un porcentaje muy elevado de los hogares de la Cañada Real Galiana, obliga a los diferentes actores políticos a arbitrar acciones urgentes y duraderas en el tiempo, ante un problema enquistado sin fecha clara de resolución.

Aunque se está a la espera de una solución habitacional definitiva, dicha solución no va a ser inminente y oscilará, según el sector, entre una estabilización y legalización de hogares y un realojo de las familias, que hoy en día viven en un asentamiento de unas ocho mil personas, y en las que un amplio porcentaje de estas carece de suministro eléctrico regular. En cualquier caso, incluso si se optara por un realojo global, los plazos necesarios para dicha operación obligan a actuar sobre las estructuras existentes para no dejar desprotegidas durante un periodo indeterminado y sin duda largo a las personas residentes, que ven vulnerados sus derechos a techo, cobijo y acceso a formas de energía compatibles con las necesidades de la vida actual.

La vulnerabilidad energética de la población de La Cañada, descrita y dimensionada en este informe, tiene varios aspectos fundamentales.

- Incapacidad de los hogares para mantener el ambiente interior de la vivienda en condiciones adecuadas, es decir, a temperaturas adecuadas tanto en los meses fríos como en los cálidos y en condiciones de humedad adecuadas tanto en los meses húmedos como en los secos. En muchos casos, las desviaciones son extremas.
- Incapacidad de los hogares para dotarse de servicios energéticos básicos como iluminación, agua caliente sanitaria, opciones de cocinado de alimentos, electrodomésticos básicos (refrigeración y conserva de alimentos o lavado de ropa, por ejemplo) sistemas educativos y de comunicación, etc.

En este trabajo se han analizado en detalle los problemas vinculados con la falta de un ambiente confortable en la vivienda, se han identificado los problemas de acceso a servicios básicos, vinculados fundamentalmente con la desconexión eléctrica de más de la mitad de la población del asentamiento, residente en los Sectores 5 y 6.

Las situaciones de falta de confort térmico, leves, relevantes, graves y extremas, que han sido identificadas en el informe y son sufridas cotidianamente por un número

importante de viviendas están relacionadas con diferentes aspectos que han sido puestos en evidencia durante el estudio:

- La precariedad económica del hogar, aspecto sustantivo en La Cañada en su conjunto y en especial en algunos de sus sectores, con tasas de población en riesgo de pobreza económica por encima del 90% según documentación oficial.
- Las bajas calidades constructivas del parque de viviendas existente en el asentamiento, con un 20% de infraviviendas o chabolas según datos oficiales y un número importante de viviendas de construcción en condiciones precarias. El Censo de 2016 realizado por la Agencia de Vivienda Social de la Comunidad de Madrid y el Comisionado del Gobierno de la Comunidad de Madrid para la Cañada Real Galiana identificaba un 61% de las viviendas existentes en 2016 como de mala o muy mala calidad.
- El equipamiento energético inadecuado del que se dispone, en función de aquel que puede adquirir y mantener el hogar, y en especial la capacidad de modificación de este equipamiento ante un cambio drástico de las condiciones.
- La ausencia de un suministro eléctrico fiable, estable, asequible y suficiente, como reza la meta 7.1 del objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Todo ello agravado de forma exponencial por la desconexión de la red eléctrica sufrida de forma continuada e ininterrumpida por la población del Sector 6 desde octubre de 2020; por la población del Sector 5 entre noviembre de 2020 y marzo de 2021, seguida de una situación de conexión tasada con una fuerte limitación del consumo; y por último, por una parte de la población de los Sectores 2 y 3 durante un mes en la primavera de 2022.

Las políticas de realojo han supuesto en los últimos años el traslado de unas 230 familias a viviendas de protección oficial fuera de La Cañada, lo que sin duda habrá supuesto una mejora de sus condiciones de pobreza energética. Estas políticas se van ampliando y pueden acelerarse en el futuro cercano. Pero mientras la posibilidad de un realojo no sea una realidad inminente (y una opción segura y deseada por las familias) son imprescindibles acciones directas que permitan un cambio de las condiciones de precariedad observadas en este estudio.

Para estos hogares, las acciones para solventar o aminorar los diversos problemas identificados en este informe no requieren de una innovación extrema sino que están definidas en los diferentes protocolos de actuación de los servicios sociales de los estados democráticos europeos:

- Aseguramiento del acceso a la electricidad en condiciones adecuadas para toda la población.
- Ayudas económicas o materiales para garantizar un suministro energético alternativo (gas, leña...) que permita el acceso al consumo energético indispensable para garantizar unos servicios mínimos
- Ayudas para la renovación de equipamiento energético en mal estado, defectuoso, inadecuado o ineficiente.
- Ayudas para la rehabilitación de viviendas en mal estado: aislamiento, control de humedades e infiltraciones, ventilación y refrigeración.

Es evidente que estas medidas, normales para cualquier población que mayoritariamente se encuentre en condiciones precarias o muy precarias como las analizadas en este informe, chocan con la calificación legal del asentamiento, con la falta de registro de la propiedad de las viviendas y con determinados entramados legislativos y la existencia de un conglomerado de instituciones y organismos involucrados.

Los habitantes de la Cañada Real no tienen difícil el acceso a las ayudas de los tipos antes identificados, o en el caso extremo del Sector 6, se les impide colectivamente el acceso a la electricidad por su supuesta condición de clientes incumplidores. No se trata de que no puedan o no quieran pagar las facturas de energía a tiempo, no están endeudados con los proveedores, que es, en general, el caso habitual de estudio y análisis en la pobreza energética en Europa. En su caso, el aspecto fundamental es la falta de una propiedad efectiva del hogar, la condición irregular de la vivienda en la que habitan. Eso ha hecho que históricamente hayan dependido de conexiones "irregulares" a las diversas redes de distribución (electricidad, agua, saneamiento). Esta condición de irregularidad permite a la compañía distribuidora el desenganche en cualquier momento y sin previo aviso, como sucedió en octubre de 2020. La legislación vigente invisibiliza a los habitantes de la Cañada Real; ya que no son consumidores vinculados con ninguna compañía, por lo que no tienen ningún derecho de reconexión o de protección al consumidor vulnerable, a diferencia de lo que sucede con los consumidores "legales" regulares desconectados debido al retraso en el pago o la falta de pago de las facturas de servicios esenciales. Quedan, por tanto, por fuera de los mecanismos de protección previstos en la legislación del bono social eléctrico, que impide la desconexión del suministro de ciertos tipos de consumidores vulnerables severos y establece la figura del suministro mínimo vital, y de la ley 24/2013, del sector eléctrico, que en su artículo 52.4 identifica como suministro esencial, que no puede ser suspendido, los "suministros de ámbito doméstico en los que exista constancia documental formalizada por personal médico de que el suministro de energía eléctrica es imprescindible para la alimentación de un equipo médico que resulte indispensable para mantener con vida a una persona". En estas circunstancias, la única posibilidad para que la población de Cañada Real acceda a niveles de acceso seguros y adecuados (que, como se muestra en este informe, tampoco se cumplían antes de octubre de 2020) sería una decisión política referida al conjunto del asentamiento informal y que involucre a todas las administraciones competentes.

La resolución de este problema legal escapa a los objetivos de este informe, pero se harán unos breves comentarios identificativos. Desde una perspectiva política, el caso de la Cañada Real tiene varias aristas y actores involucrados. No es fácil enmarcar las responsabilidades de cada uno de los actores implicados, pero es evidente la necesidad de acción.

La "emergencia energética" de la Cañada Real debe situarse en el marco de la lucha contra la pobreza energética en Europa, la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en concreto, el 7.1 para, de aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos) y de la "emergencia climática"

global. Varios ministerios estatales (p. ej. el Ministerio de Derechos Sociales y la Agenda 2030; el Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana; Ministerio para la Transición Ecológica), la Comunidad de Madrid, así como los municipios en los que se encuentra administrativamente el asentamiento de Cañada Real (Madrid y Rivas-Vaciamadrid, fundamentalmente) tienen diferentes responsabilidades en la regulación del sector eléctrico, la política de vivienda o la prestación de asistencia social. Desde este trabajo, hacemos un llamamiento a dichas instituciones para que establezcan una real “garantía de suministro” eléctrico, como establece la legislación, arbitrando medidas legales que obliguen a garantizar un suministro mínimo vital familiar, o prioricen medidas habitacionales y/o ayudas a reformas para garantizar unas mejores condiciones de vida en los hogares de la Cañada.

En el aspecto sustantivo de la desconexión activa de un número enorme de hogares al suministro eléctrico (parece con bastante verosimilitud que se trata del caso de desconexión global más amplio registrado en Europa en décadas) se requieren acciones inmediatas por parte de las administraciones y empresas competentes. Dichas acciones parecen urgentes y necesarias a partir de principios generales y derechos humanos, pero también a tenor del compromiso establecido en el Acuerdo Regional para Cañada Real Galiana, el 17 de mayo de 2017, para garantizar los servicios básicos a sus habitantes. En este sentido:

- Se debería trabajar para poner fin de forma inmediata a la desconexión del suministro de un amplio porcentaje de la población de La Cañada, restaurando el acceso al suministro al menos en las condiciones anteriores a octubre de 2020, para restituir unas condiciones de vida mínimamente aceptables.
- Si el problema de la sobrecarga de la línea es el motivo de la desconexión, como se indica en diversos foros y sostiene la compañía eléctrica UFD, no parece justificable que dos años y medio después del corte brusco de suministro en los sectores 5 y 6 no se haya implementado ninguna medida estructural que hubiera permitido devolver el suministro eléctrico en condiciones adecuadas de calidad y fiabilidad del servicio.
- En entornos, como el sector 6, donde el suministro eléctrico se puede dar desde distintas líneas de distribución existentes en la zona (y que en algunos casos proveen de servicio a ciertas áreas del mismo Sector, de forma igualmente irregular), se podrían haber diseñado alternativas de resolución quizá no inmediatas, pero sí paulatinas, para la recuperación del suministro en un plazo razonable.
- Se desconoce la existencia de licitación alguna para acometer una diversificación del suministro, mucho menos obra en curso, dada la existencia de otras líneas de alimentación de media tensión que suministran energía eléctrica a otros hogares del sector y distintas infraestructuras alternativas existentes. Esto hubiera permitido restablecer en un plazo muy inferior a los dos años y medio transcurridos el suministro eléctrico a la mayoría del sector 6 y recuperar casi la totalidad de la demanda agregada del sector 5.
- Tampoco se ha desarrollado ningún estudio o ejecutado la instalación pertinente para que, haciendo uso de dotaciones públicas próximas a la Cañada, pudiera desarrollarse una instalación de autoconsumo colectivo que pudiera suministrar energía fotovoltaica al sector 5 de la Cañada, de forma que pudiera superar las

limitaciones de consumo impuestas por el reconectador. Para ello, sería necesario solicitar a la compañía eléctrica un punto de acceso para el suministro de esa energía.

El trabajo realizado pone de manifiesto de forma palmaria cómo incluso tener acceso seguro/fiable al suministro de energía no es garantía de confort térmico en el hogar, que está altamente condicionado por el tipo constructivo de la vivienda y su capacidad de mantener un aislamiento térmico respecto al ambiente exterior. Las temperaturas extremas medidas en la mayoría de los hogares ponen el foco en las inadecuadas características constructivas de muchas viviendas, que generan condiciones de insalubridad incluso en el caso de contar con un suministro energético garantizado. Obviamente, las inversiones en la mejora del aislamiento térmico de esas viviendas sería una medida efectiva para reducir las condiciones de pobreza energética. La imposibilidad o dificultad para acceder a ayudas gubernamentales a la rehabilitación de la vivienda y el nivel de ingresos del hogar, que como se ha indicado en la sección 4, es globalmente de una alta vulnerabilidad, condicionan enormemente las posibilidades de la población de desarrollar este tipo de medidas sin ayuda externa.

Cabe, por último, añadir una reflexión final sobre las dimensiones éticas del caso de Cañada Real. Si bien las condiciones materiales de vida en el asentamiento son una preocupación cardinal de este estudio, los autores somos también conscientes de que la situación de pobreza energética extrema a la que están expuestas miles de personas que viven en la Cañada Real (y sus consecuencias en forma de una mayor segregación y estigmatización como residentes del asentamiento) suponen un daño efectivo a su dignidad como seres humanos, en la línea de lo que plantea el artículo de Grossman y Trubina [27]. Esta perspectiva de dignidad humana, que a menudo está presente en las declaraciones públicas de los residentes de Cañada Real, destaca los impactos emocionales y la carga moral y de tener a miles de personas viviendo sin electricidad en una de las regiones más ricas de Europa en el año 2023.

Esperamos sinceramente que el diagnóstico detallado sobre la situación de pobreza extrema que vive actualmente la Cañada Real Galiana y que se ha desarrollado en el presente estudio, sea una herramienta útil para avanzar con rapidez en la adopción de medidas específicas que reconduzcan la situación de todas las familias en condiciones precarias que hemos podido analizar.

Bibliografía

- [1] Ruiz-Rivas, U., Tirado-Herrero, S., Castaño-Rosa, R., Martínez-Crespo, J. Disconnected, yet in the spotlight: Emergency research on extreme energy poverty in the Cañada Real informal settlement, Spain. *Energy Research and Social Science*, 2023, 102, 103182. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103182>.
- [2] ACCEM, Fundación Secretariado Gitano, Informe-Diagnóstico de Situación en la Cañada Real Galiana, 2010. https://www.accem.es/wp-content/uploads/2017/07/Canada_Real_Informe.pdf
- [3] Fundación Secretariado Gitano, Proyecto de Intervención Comunitaria Intercultural, Infancia, familia y convivencia en Cañada Real Galiana. Monografía comunitaria, Obra Social de “la Caixa”; Comunidad de Madrid; Ayuntamiento de Madrid; ACCEM; Fundación Secretariado Gitano, Madrid, 2016. <https://www.gitanos.org/upload/98/32/Monografia-2016-imprimible.pdf>
- [4] J. Sam, No power, no water, no hope: inside Europe's largest shanty town, *The Guardian*. (2021). <https://www.theguardian.com/world/2021/jan/15/canada-real-europe-filomena-settlement-madrid-covid-snow> (consultado el 7 de enero de 2021).
- [5] Pacto Regional por la Cañada Real Galiana, (2018). <https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/pacto-regional-canada-real-galiana>
- [6] B. Gracia Gallo, Cañada Real, censo definitivo: 8.628 personas, *El PAÍS*. (2012). https://elpais.com/ccaa/2012/03/12/madrid/1331558208_596879.html (consultado el 7 de enero de 2022).
- [7] Respuesta de España al llamamiento urgente conjunto de varios procedimientos especiales en relación a los presuntos cortes eléctricos en la Cañada Real, (2021) <https://spcommreports.ohchr.org/TMResultsBase/DownloadFile?gld=36158>
- [8] Comienzan los trabajos del grupo impulsado por el Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030 para solucionar los problemas que sufre la población de la Cañada Real de Madrid, (2022). <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/comunicacion/noticias/derechos-sociales/20210928-canadareal.htm>
- [9] El Gobierno aprobará el martes una partida de 5 millones de euros para la Cañada Real Galiana, procedentes de la Agenda 2030, (2022). https://mpt.gob.es/portal/delegaciones_gobierno/delegaciones/madrid/actualidad/notas_de_prensa/notas/2021/11/2021-11-26-1.html
- [10] Ministerio de Justicia, Al Comité Europeo de Derechos Sociales – Información sobre las medidas inmediatas solicitadas” (2022). <https://rm.coe.int/cc206-casedoc3-es/1680a9c92d>
- [11] L. Oliveras, L. Artazcoz, C. Borrell, L. Palència, M.J. López, M. Gotsens, A. Peralta, M. Marí-Dell'Olmo, The association of energy poverty with health, health care utilisation

- and medication use in southern Europe. *SSM Popul. Health*, 12 (2020) 100665. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2020.100665>
- [12] S. Tirado-Herrero, Measuring Energy Poverty at the Urban Scale: A Barcelona Case Study, en: C. Rubio-Bellido, J. Solís-Guzmán (Eds.), *Energy Poverty Alleviation*, Springer International Publishing, Cham, 2022: pp. 267–284. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91084-6_13
- [13] R. Castaño-Rosa, J. Solís-Guzmán, M. Marrero, Energy poverty goes south? Understanding the costs of energy poverty with the index of vulnerable homes in Spain, *Energy Research & Social Science*, 60 (2020) 1-13, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101325>
- [14] S. Petrova, M. Gentile, I.H. Mäkinen, S. Bouzarovski, Perceptions of thermal comfort and housing quality: exploring the microgeographies of energy poverty in Stakhanov, Ukraine. *Environ Plan A*. 45 (2013) 1240-1257. <https://doi.org/10.1068/a45132>
- [15] S. Bouzarovski, H. Thomson, Energy Vulnerability in the Grain of the City: Toward Neighborhood Typologies of Material Deprivation, *Ann. Am. Assoc. Geogr.*, 108 (2018), pp. 695-717, <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1373624>
- [16] UNE EN 16798-1:2019 Energy Performance of Buildings - Ventilation for Buildings - Part 1: Indoor Environmental Input Parameters for Design and assessment of Energy Performance of Buildings Addressing Indoor Air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics - Module M1-6 (2019), p. 79 <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/b4f68755-2204-4796-854a-56643dfcfe89/en-16798-1-2019>
- [17] Poblaciones de referencia de la Comunidad de Madrid. Interpolaciones trimestrales. Series homogéneas 1996-2021, (n.d.). http://gestiona.madrid.org/iestadis/fijas/estructu/demograficas/censos/ipob_ref_1.htm (consultado el 9 de mayo de 2022).
- [18] Comunidad de Madrid, Plan de Inclusión Social de la Población Gitana de la Comunidad de Madrid, 2017-2021, Dirección General de Servicios Sociales e Integración Social, n.d. https://www.comunidad.madrid/transparencia/sites/default/files/plan/document/balance_plan_de_inclusion_poblacion_gitana.pdf (consultado el 9 de julio de 2022).
- [19] Comunidad de Madrid, Información estadística de las personas con discapacidad en la Comunidad de Madrid, n.d. <https://www.comunidad.madrid/servicios/asuntos-sociales/informacion-estadistica-personas-discapacidad-comunidad-madrid> (consultado el 15 de septiembre de 2022).
- [20] Eurostat, At-risk-of-poverty rate by NUTS regions. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ILC_LI41_custom_2654212/default/table?lang=en (consultado el 15 de septiembre de 2022).
- [21] A. Sumper, A. Sudrià, R. Ramírez, R. Villafáfila, M. Chindris. Índices de continuidad en redes de distribución y su mejora. 9o Congreso Hispano-Luso de Ingeniería Eléctrica (9CHLIE). <http://www.aedie.org/9CHLIE-paper-send/377-SUMPER.pdf>

- [22] G.T. Heydt. Electric power quality: a tutorial introduction IEEE Comput. Appl. Power, 11 (1998), pp. 15-19, <https://doi.org/10.1109/67.648490>
- [23] Energy Community Distribution System Operators (ECDSO-E) Quality of supply. Position Paper (2019). https://energy-community.org/dam/jcr:9833dda9-a72e-488a-9480-a0b82c919671/ECDSO-E_PP_QoS_062020.pdf
- [24] European Commission. Joint Research Centre Distribution System Operators Observatory 2020: An in Depth Look on Distribution Grids in Europe Publications Office, LU (2021), <https://doi.org/110.2760/311966> (consultado el 9 de marzo de 2023).
- [25] Europa Press, El juez pide a un perito que informe sobre el nivel de limitación de la luz que aplicó la eléctrica en la Cañada, Europa Press Madrid, (2022). <https://www.europapress.es/madrid/noticia-juez-pide-perito-informe-nivel-limitacion-luz-aplico-electrica-canada-20220519125609.html> (consultado el 7 de enero de 2022).
- [26] E. Jiménez, El informe pericial de un juzgado concluye que Naturgy tiene limitadores eléctricos que provocan los cortes de luz en la Cañada Real, Cadena Ser. (2022). <https://cadenaser.com/2022/03/18/el-informe-pericial-de-un-juzgado-concluye-que-naturgy-tiene-limitadores-electricos-que-provocan-los-cortes-de-luz-en-la-canada-real> (consultado el 7 de julio de 2022).
- [27] K. Grossmann, E. Trubina, How the concept of dignity is relevant to the study of energy poverty and energy justice Front. Sustain. Cities, 3 (2021), 644231. <https://doi.org/10.3389/frsc.2021.644231>

