



## RESULTADOS

### TALLER 2. BOMBAS DE CALOR

#### Información general

Según lo programado, el taller se celebró el día 14 de noviembre de 2023, entre las 10:00 y las 11:43 h de la mañana. Se siguió la agenda prevista, que se incluye en el anexo I de este documento.

En total, se conectaron 17 personas, que se relacionan en el anexo II de este documento.

#### Introducción

Los bombas de calor que emplean ciclos frigoríficos se están convirtiendo en las más prometedoras para desfosilizar la producción de calor y frío para climatización de edificios, ya que, en su mayor parte, emplean electricidad (que puede ser de origen renovable), y fuentes de calor renovable y residual.

El desarrollo de las diferentes tecnologías y aplicaciones de ciclo frigorífico están permitiendo introducirse en ámbitos y niveles de temperatura suficientes para desplazar en gran medida a los combustibles (en su mayoría fósiles) que se vienen empleando en los edificios e instalaciones de las ciudades.

Por tanto, las bombas de calor en todas su variantes (tanto de accionamiento mecánico como térmico, y ciclos híbridos, y en cascada, entre otras) son equipos de alto interés en la evolución necesaria de nuestras ciudades, barrios y edificios, en el camino hacia 2050.

Con la celebración de taller se pretende el papel de las bombas de calor se pretende analizar la contribución a las ciudades en el año 2050, y a los objetivos del resto de los talleres programados dentro del Proyecto Prospectiva de Ciudades.

- oriente a las Administraciones Públicas en materia de legislación y gobernanza.
- cree elementos que permitan a las entidades de investigación y desarrollo definir mejor sus agendas estratégicas.

- las empresas fabricantes comercializadoras y distribuidoras de equipos y servicios relativos a la energía en las ciudades, se puedan hacer una idea de lo que va a ser necesario a partir de hoy y hasta 2050, de forma que puedan prepararse para competir en un mercado aún no muy bien definido.

### Puntos de vista

**AFEC** informa de que se acaba de presentar la guía titulada “La bomba de calor en la rehabilitación de edificios”, guía que esta asociación ha realizado para IDAE<sup>1</sup> y que desea sea un documento de consulta de gran ayuda para entender en qué consiste la bomba de calor de accionamiento eléctrico y su principio tecnológico de emisiones prácticamente nulas en el año 2030<sup>2</sup>, incluso las mismas bombas de calor que puedan llevar instaladas muchos años y sigan en funcionamiento. En esta guía también se incluye un análisis de los sistemas híbridos, puesto que cada edificio debe estudiarse individualmente para determinar la mejor solución para la descarbonización de la calefacción, el ACS, la refrigeración y la ventilación<sup>3</sup>, mejor opción entendida como la que hace estar en equilibrio el binomio presupuesto y prestaciones y España no parte de cero en la descarbonización, puesto que dispone de casi 4 millones de Splits<sup>4</sup> y 750.000 unidades en el sector terciario<sup>5</sup>. En cuanto al efecto de “isla de calor” en verano, este tiene únicamente su origen en el propio edificio, puesto que el calor que expulsan las bombas de calor no es otro que el que se está extrayendo de él, por lo que todas las actuaciones que permitan reducir la demanda de energía térmica, sin olvidar de nuevo el garantizar una ventilación suficiente, serán la solución a este problema.

Sobre la disponibilidad de equipos en el mercado, esta está garantizada por los fabricantes de gran experiencia y capacidad de producción presentes en nuestro país desde hace años, tanto nacionales, como europeos, como internacionales. No obstante, las bombas de calor se venden “sin terminar” puesto que quien las completa es el instalador, la ingeniería, la arquitectura, las empresas de mantenimiento, etc. Son necesarios por tanto múltiples agentes para llegar al éxito en la instalación y conservación de estos equipos.

Es necesario detener el calentamiento global<sup>6</sup> y no superar los 1.5 °C de temperatura media a nivel global<sup>7</sup>, para evitar las consecuencias que se derivarían, también para Europa, y en tan solo 100 años<sup>8</sup>.

**ECODES** envía su contribución por escrito, dados los problemas de comunicación que se sufrieron durante el taller:

*Consideramos que esta tecnología desempeña un papel fundamental en el proceso de descarbonización de la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS). Sin embargo, reconocemos que*

<sup>1</sup> <https://www.idae.es/publicaciones/la-bomba-de-calor-en-la-rehabilitacion-energetica-de-edificios>

<sup>2</sup> Si se cumplen las previsiones del plan PNIEC 2023-2030, donde asignan al uso de la electricidad un coeficiente de emisiones de CO<sub>2</sub> de 0,030 kg/kWh. Punto 3. Indicadores relativos a las emisiones y la absorción de GEI, Tabla A.43. Parámetros, variables y balances del Escenario PNIEC 2023-2030. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/energia/files-1/layouts/15/Borrador%20para%20la%20actualizaci%C3%B3n%20del%20PNIEC%202023-2030-64347.pdf>

<sup>3</sup> Desde AFEC observamos con preocupación el frecuente olvido de la necesidad de ventilación de espacios ocupados cuando se ejecutan rehabilitaciones de edificios centradas sólo en la estanqueidad térmica o en la mejora de los cerramientos. A este respecto el Consejo General de la Arquitectura de España emitió un informe en 2022 donde se analizaba, entre otros, la contaminación del aire en viviendas. <https://www.cgate.es/pdf/wLibro-Interiores-CalidadAire.pdf>

<sup>4</sup> Bombas de calor de expansión directa, del tipo aire-aire. <https://estadisticas-bombasdecalor.idae.es/>

<sup>5</sup> Bombas de calor que ofrecen rendimientos estacionales similares a bombas de calor (aire-agua) y que refrigeran, deshumidifican, e incluso son capaces de tratar el aire interior eliminando contaminantes en suspensión (PM). En algunos casos, pueden incluso eliminar compuestos orgánicos volátiles, olores, y otros contaminantes gaseosos en el interior.

<sup>6</sup> Figure 31. “Global warming in the pipeline.” 02 November 2023. James Hansen Et. al. <https://doi.org/10.1093/oxfclm/kgad008>

<sup>7</sup> ICCI, 2023. State of the Cryosphere 2023 – Two Degrees is Too High. International Cryosphere Climate Initiative (ICCI), Stockholm, Sweden. 62 pp. Published: 16 November 2023. <https://drive.google.com/file/d/1QQqYH10ezrmMCUrmCDV03rF-1aIYE6VB/view?usp=sharing>

<sup>8</sup> [2308.01688v1] [New Physics-Based Early Warning Signal shows AMOC is on Tipping Course \(arxiv.org\)](https://arxiv.org/abs/2308.01688). René M. van Westen, Michael Kliphuis, Henk A. Dijkstra.

---

*no es la única alternativa viable, ya que existen otras fuentes eficientes, renovables, y con una trayectoria probada, como la solar térmica, entre otras.*

*Abogamos por la centralización de sistemas de calefacción mediante el uso de bombas de calor en bloques de viviendas y en redes de frío y calor, evitando así la instalación masiva de equipos individuales, lo que podría resultar en problemas de sobredimensionamiento y en un aumento en el consumo de energía y materiales, con sus impactos asociados, por ejemplo, de sobrecarga de la red eléctrica. En otras palabras, los sistemas centralizados permiten una mejor optimización y mantenimiento.*

*Además, reconocemos la significativa inversión inicial requerida por esta tecnología, y la necesidad de garantizar su accesibilidad general, sin dejar atrás a ninguna familia, y en particular a aquellas que se encuentran en situación de vulnerabilidad energética. Por lo tanto, abogamos por la simplificación de los programas de ayuda, evitando agravar este problema, y proponemos incentivos que promuevan la adopción de esta tecnología, con prioridad para los vulnerables. Es una condición necesaria para evitar reacciones contrarias a la transición hacia sistemas de calefacción renovable.*

El **Ayuntamiento de Madrid** tiene una preocupación (económica y social) respecto al edificio existente, y cómo incorporar la electrificación en la rehabilitación, sobre todo desde la perspectiva de no dejar a nadie atrás. Madrid es una ciudad que tiene muchas calderas murales individuales a gas natural (alta potencia de generación de calor, pero sin acumulación) que hay que ir sustituyendo, una situación social acostumbrada a la producción instantánea de agua caliente, que no está acostumbrada a la acumulación, y una situación económica de capacidad de inversión limitada.

La bomba de calor es eficiente, pero supone una inversión importante (7.000-8.000€ por vivienda), por lo que se teme que se vuelva hacia el efecto Joule como tecnología de producción de calefacción y ACS. Sin embargo, se es consciente de que el uso del efecto Joule permite reducir los costes de inversión, pero incrementa mucho los costes de operación (energía y potencia contratada), lo que puede ser inasumible para familias desfavorecidas económicamente.

Es decir, el problema no es tanto tecnológico, como económico. Quizá haya una vía en las instalaciones mixtas que pueden reducir esa dificultad económica.

La transición habrá de tener en cuenta los objetivos de cada localidad, y no aplicar criterios generales de transición: Por ejemplo, en tema de emisiones, de cambio climático y de mejora de la calidad del aire, preocupa más en la ciudad que en otros lugares.

Desde **ECOFORREST**, se intenta pensar en el producto a nivel técnico, pero también en la complejidad de todo el ecosistema, por lo que coincide en la visión del Ayuntamiento de Madrid.

Además de desarrollo de equipos más eficientes (con refrigerantes como el propano), el reto está también a nivel de la forma de uso, el espacio disponible para los equipos, el almacenamiento, la inversión inicial, y el cambio de hábitos en los usuarios.

**IREC** indica que sus líneas de trabajo en este campo son los refrigerantes naturales CO<sub>2</sub> y C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, y la detección de pequeñas fugas que, por agregación, pueden suponer grandes cantidades de refrigerante liberado a la atmósfera. Además, están trabajando en la detección de otros fallos, y en control combinando predicción de demanda de energía térmica y de disponibilidad de energía barata o de origen renovable: empleando predicciones meteorológicas, de producción fotovoltaica y precio eléctrico para ver cuál es el momento más efectivo para almacenar la capacidad térmica y obtener reducciones en emisiones de otras fuentes de energía.

Desde **MADRID SUBTERRA** considera que la bomba de calor es esencial en la recuperación y aprovechamiento de las energías residuales de las distintas infraestructuras de las ciudades.

La **UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI** anuncia que España se ha adherido al Programa de Tecnología de Bombas de Calor de la Agencia Internacional de la Energía, y que se mantendrá la primera reunión el 16 de noviembre en la sede de IDAE, con grupos de investigación y con empresas. La incorporación a esa dinámica internacional será provechosa.

La bomba de calor ha mejorado tecnológicamente y muchos de sus problemas tradicionales se han ido solucionando: es una tecnología eficiente de producción de calor probada y con grandes posibilidades. Incluso las BC ya se incorporan a secadoras, lavavajillas y otros sistemas domésticos.

La I+D se orienta a los ciclos híbridos absorción + compresión para altos saltos de temperatura.

La producción simultánea de frío/calor pasa por un desarrollo de los sistemas de acumulación que permitan almacenar el calor de condensación para un aprovechamiento útil.

Ellos siguen trabajando en la absorción. Después boom del “solar cooling system”, estos equipos de refrigeración por absorción han mejorado.

Un objetivo de I+D es la reversibilidad de las bombas de calor de absorción, aunque éstas presentan el problema de que precisan de una torre de condensación húmeda, que es una fuente de problemas y de consumo de agua. Son equipos pocos conocidos que se pueden utilizar en redes de calor tanto para la calefacción en invierno y para la refrigeración en verano. Eso es interesante porque han permitido algunos fabricantes mejorar sus tecnologías.

Con respecto al tema de isla de calor, hay que pensar que en algún momento el calor disipado habrá que evacuarlo fuera del entorno edificado, y se requerirán sistemas de reutilización y almacenamiento, o bien con bombas de calor que puedan incrementar la temperatura, para posible inyección a redes o reutilización.

Además, se hace necesaria la formación en bomba de calor a todos los niveles: desde la universidad a la formación profesional.

**CARTIF** indica que se están produciendo desarrollos tecnológicos que permiten aumentar continuamente el nivel de temperatura, llegando ya a 150°C, lo que permite la recuperación de mucho calor residual en el ámbito industrial.

Otra línea de trabajo es la compactación de los equipos para facilitar la sustitución de los radiadores por aerotermia, en particular en emplazamientos con inviernos no muy fríos.

En relación con las islas de calor, los anillos de baja temperatura, al tener flujos de agua con temperatura semejante a la del ambiente, y con combinación de fotovoltaica, puede permitir resolver esa necesidad refrigeración.

También aboga por el empleo del control predictivo de demanda, la gestión de ésta, y el almacenamiento como prácticas que potencian las ventajas de las bombas de calor.

**SEDIGAS** apunta que sí hay personas que tiene conocimiento en toda la cadena de valor. También recuerda que existen en el mercado bombas de calor que funcionan con gas, especialmente aptas para zonas más frías, en las que puede haber problemas de desescarche, que también se pueden soslayar mediante la hibridación con otras tecnologías. Los sistemas híbridos con bomba de calor a gas son muy aptos en la rehabilitación de edificios.

### Debate y apuntes finales

La **PTE-ee** apunta que la barrera financiera que afrontan las familias desfavorecidas, debida al elevado coste de transformación de caldera de gas natural a bomba de calor, se podría solucionar a través de empresas de servicios energéticos que realizaran la inversión inicial y fuesen cobrando a

dichas familias en función de los ahorros producidos por la transformación de los sistemas de producción de calor.

El **Ayuntamiento de Madrid** pone en duda este planteamiento sobre la base de que el diferencial entre el precio del gas y el de la electricidad no da margen para la recuperación de la inversión. Además, resume alguno de los problemas que afronta el consistorio:

Las ayudas para la sustitución de calderas a gas natural por bombas de calor (aprox. 600 €) parecen insuficientes para para que el usuario considere que va a recuperar en un periodo razonable la inversión inicial, que puede rondar entre 3000 y 5000 €.

Falta de suficiente concienciación social para que, el que se pueda permitir esa inversión, tenga la sensación de que es necesaria, ni que vaya a ahorrar. Por tanto, hay que insistir sobre este tema para que la gente adopte la tecnología de la bomba de calor.

Al hilo del punto anterior, la **PTE-ee** informa de que, en el marco de este proyecto, hay previsto celebrar un taller sobre Concienciación e información para una toma de decisión consciente, y se invita a los presentes a participar en él.

**SEDIGAS** añade a los barreras indicadas por el Ayuntamiento de Madrid, el hecho de que el parque inmobiliario tiene una mayoría de la viviendas con menos de 100 m<sup>2</sup>. Eso implica un problema de rehabilitación por falta de espacio para integrar bomba de calor. Habrá que tenerlo en cuenta a la hora de identificar las mejores soluciones de rehabilitación en cada localidad. En los edificios existentes debemos aprovechar las instalaciones existentes y utilizar las calderas de condensación y los gases renovables(biometano) como una solución eficiente para descarbonizar los hogares

**AFEC**, con base en el documento mencionado al inicio del taller,<sup>9</sup> y otros documentos<sup>10</sup> que auguran que las temperaturas en España cada vez serán más extremas en verano y más suaves en invierno, con veranos cada vez más largos e inviernos cada vez más cortos, solicita que los programas de cálculo de instalaciones térmicas para edificios tengan en cuenta esta circunstancia y hagan uso de las condiciones de diseño climáticas a futuro (2050) en lugar de basarse en la de años pasados, cuyas condiciones climáticas ya no existen, para poder, no solo obtener los datos de ahorro de energía correctos, sino poder seleccionar la tecnología que pueda aportar los servicios que son necesarios en las condiciones previstas. Considera también necesario invertir en sistemas de refrigeración que puedan operar con temperaturas exteriores superiores a 46°C, que es el límite de operación de la mayor parte de las bombas de calor que hay instaladas actualmente, y la necesidad de invertir en redes de calor y en sistemas híbridos, sin olvidar el resto de las tipologías de bombas de calor.

El **Ayuntamiento de Madrid** resalta la tendencia al alza en la demanda de instalaciones individuales de climatización en las viviendas, y que los promotores así lo ofrecen, cuando debería ser hacia las instalaciones centralizadas, que permiten resolver muchos de los problemas que afronta la desfosilización de las ciudades. Además, la normativa de uso del dominio público no es suficiente para nueva actuación urbanística, lo que complica la promoción instalaciones centralizadas, como las redes de calor.

**AFEC** plantea que es una labor conjunta de todos los actores el poder sacar adelante proyectos de instalación de sistemas de calefacción/refrigeración y ACS centralizados.

, bien para todos los servicios o para únicamente algunos de ellos, cuando estas soluciones sean las mejores, de nuevo, entendidas como las que equilibran prestaciones y presupuesto, y sean viables técnicamente. Por ejemplo, el coste por el uso de la calefacción mediante bomba de calor es

<sup>9</sup> [AFEC A GLIMPSE OF AIR QUALITY GCPE 20231111.pdf](#)

<sup>10</sup> [https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio\\_climat/result\\_graficos](https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/result_graficos)

prácticamente el mismo para el usuario, independientemente de si la bomba de calor es aire-agua, aire-aire, etc. Es decir, desde el punto de vista de consumo, el cambio de modernas bombas de calor aire-aire por bomba de calor aire-agua, o viceversa, puesto que ambas pueden tener rendimientos estacionales muy similares, no tendría ningún efecto en la factura ni tampoco en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a su uso, que ya serían prácticamente nulas en ambos casos.

En resumen, no se trata de poner una bomba de calor aire-agua en cada vivienda, o cada cuarto. Baste recordar que el ciudadano precisa únicamente confort e insistimos, los ciudadanos tienen derecho a tener servicios “descarbonizados” como ACS y calefacción, pero también refrigeración y calidad de aire, todos ellos servicios imprescindibles en viviendas y lugares de trabajo.

Todo eso puede hacerse con inversiones inteligentes y de bajo coste si se planifican las actuaciones de manera ordenada en el edificio, aprovechando, por ejemplo, mejoras que tengan que hacerse como cambio de bajantes para realizar preinstalaciones, y por supuesto, haciendo uso de la tecnología de bomba de calor más adecuada para cada caso, así como equipos de ventilación, con y sin recuperación de energía, y por supuesto de técnicas de regulación y control correctas.

Por último, no podemos olvidar que el uso de bomba de calor, sistemas de ventilación mecánica controlada, con o sin recuperación de energía, y sistemas de regulación y control, protegen a las personas más vulnerables contra cualquier subida y posible escasez de los combustibles, sean o no fósiles.

**ECOFORST**, que dispone de soluciones tanto individuales como centralizadas, concuerda con que los promotores insisten en montar instalaciones individuales (porque es lo que más se vende). No obstante, aparece una nueva orientación de promotores que empiezan a plantearse en construir para alquilar y no para vender, sobre todo en Madrid, y esto puede permitir un giro hacia las instalaciones centralizadas.

La **PTE-ee** pregunta a la **UNIVERSIDAD ROVIRA I VIRGILI** si las bombas de calor híbridas absorción-compresión tienen los dos sistemas en serie o en paralelo, y la respuesta es que *el término de absorción viene del hecho de que el refrigerante es una mezcla de amoníaco-agua*. Así, se puede liberar calor hasta 180 °C. Al existir agua, se produce la evaporación parcial (el líquido restante se bombea). Es una tecnología que usa compresor de amoníaco convencional de una, dos o tres etapas y, dependiendo de la cantidad de agua añadida, aumenta la temperatura del calor liberado en el condensador. Eso solventa el hecho de que las bombas de calor, cuyo refrigerante es amoníaco (punto crítico a 130 °C), no se pueda producir calor a más de 95 °C.

### Algunos puntos coincidentes

Algunos de los comentarios más repetidos fueron los siguientes:

- Las bombas de calor son una opción probada y de alto potencial para la desfosilización de las ciudades, puesto que son capaces de emplear fuentes residuales y renovables de energía térmica, y electricidad, dando por hecho que el mix de generación eléctrico evolucionará hacia la no emisión de GEI.
- Existen soluciones comerciales y otras en desarrollo que hibridan la bomba de calor con otras tecnologías, que pueden vencer barreras propias de la bomba de calor por compresión de vapor en climas con inviernos fríos.
- Sin embargo, se debe avanzar en el desarrollo de bombas de calor más compactas que reduzcan los problemas de espacio en las rehabilitaciones, más económicas para que sean accesibles a familias menos pudientes, o acudir a instalaciones centralizadas para ciertos servicios, como ACS, más capaces de operar a temperaturas superiores a las actuales, y de

---

entregar el calor útil a mayor temperatura que el estado del arte. Estos objetivos hacen necesario un esfuerzo en I+D y en diseño industrial y en proyectos de demostración.

- También se identifican barreras de índole económica y de espacio en las viviendas, cuando se trata de sustituir directamente calderas de gas natural individuales en viviendas tipo bloque por bombas de calor individuales aire agua, por el elevado coste inicial (estimado entre 3.000 y 5.000 €/vivienda) y la falta de percepción del ahorro que se puede producir, y de índole sociológica, por la tendencia en los últimos años a la instalación de sistemas de generación de calor individuales en detrimento de los colectivos, aunque estos últimos permiten soluciones más eficientes.

## ANEXO I. Agenda e invitación

### Virtual (gotomeeting)

AGENDA	
10:00 – 10:20	<b>Bienvenida y marco de la jornada.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bienvenida e introducción general del tema del día, indicando retos principales. PTE-ee</li> <li>• Actualización del calendario previstos de los Talleres, agenda del día, y normas de participación. Guillermo J. Escobar. Coordinador Técnico de la PTE-ee.</li> </ul>
10:20 – 10:30	<b>Presentación de los asistentes</b>
10:30 – 11:30	<b>Puntos de vista de los asistentes:</b> intervenciones individuales de los asistentes en cuánto a qué aporta la temática del día al reto global de descarbonización de las ciudades en 2050, y como debería implementarse para ser factible y asumible por los ciudadanos, siguiendo la metodología PESTEL propuesta. <b>Moderador: Guillermo J Escobar.</b>
11:30 – 11:45	<b>Preguntas y aclaraciones formuladas por los propios asistentes y el moderador.</b>
11:45 – 11:55	<b>Conclusiones preliminares</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de puntos coincidentes.</li> <li>• Si procede: Decisión de profundizar y selección de temas a tratar.</li> </ul>
11:55	<b>Cierre</b>

### Metodología

En los sucesivos talleres que se van a ir celebrando durante 2023 y 2024, seguiremos la metodología PESTEL para realizar el ejercicio de prospectiva. Es decir, pediremos a los asistentes que nos expresen sus ideas en relación al tema de del taller con vistas a la descarbonización de las ciudades españolas en 2050, agrupadas en los seis aspectos o enfoques siguientes: políticos, económicos, sociales, tecnológicos, medioambientales y legales/normativos.

### Modalidades de reunión

Los dos primeros talleres serán en modalidad virtual dada la urgencia de iniciar las actividades y establecer una dinámica, si bien tenemos como objetivo la presencialidad, con acceso remoto para aquellas personas interesadas en asistir que no puedan desplazarse.

Se grabará el sonido de la reunión solo al efecto de construir un resumen de la sesión.

### Temas que tratar en este taller

De forma no limitativa, se sugieren los siguientes aspectos o facetas del concepto de redes de calor de baja y muy baja temperatura:

- Bombas de calor de compresión mecánica. a nivel centralizado, nivel subestación de edificio y a nivel de vivienda. Prospectiva y necesidad de I+D.
- Papel de la bombas de calor de absorción y de adsorción. Prospectiva y necesidad de I+D.
- Impacto de la generalización sobre el efecto e isla de calor.
- Actividad horizontal: Normativa, Códigos y estándares de los aspectos verticales indicados.

Otras barreras identificadas en la [ITP-02-22](#), publicada por la PTE-ee.

### Informe

La PTE-ee preparará un borrador de los asuntos tratados y las ideas expresadas en el taller, para su circulación y revisión entre los asistentes.



---

## ANEXO II. Registro de asistentes

### Fecha de la reunión

14 de nov. de 2023 a las 9:50 CET

### Nombre

+34695224166

Armando Uriarte

Asociación de Empresas de Eficiencia Energética (A3E)

CARTIF-Luis Angel Bujedo Nieto

GUILLERMO HERRERA

Guillermo José Escobar López

I. Bellanco (IREC)

Iago Bastos - Ecoforest

Isabela Leon ECODES

Ousmane Wane

Pedro Ruiz

Pedro Seco Sánchez

Raquel (A3E)

Samuel

Alberto Coronas

Irene Lázaro UPM / PTE-ee