

MEMORIA TÉCNICA

Convocatoria de ayudas para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación

Referencia del proyecto: FCT-21-16905

Título: SOL-préndete: Didáctica y divulgación de la energía solar térmica de concentración con nuevas tecnologías de realidad aumentada y virtual

Entidad: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

1. Definición de objetivos y descripción del proyecto

Este proyecto tiene la finalidad de acercar al alumnado no universitario de tres niveles educativos (Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato) a la energía solar térmica de concentración en general y a las instalaciones e investigaciones que se llevan a cabo en la Plataforma Solar de Almería (PSA) en particular, con una propuesta científico-educativa entretenida empleando nuevas tecnologías. Se pretende transmitir conocimientos prácticos y teóricos mediante una experiencia viva que despierte en el alumnado la vocación científica e investigadora.

La acción a desarrollar plantea los tres objetivos siguientes:

- **Objetivo 1:** enriquecer la educación y divulgación con herramientas digitales.
 - Para el alumnado de primaria se diseñarán talleres enfocados a entender la energía solar y sus aplicaciones, que serán impartidos en centros docentes y en el que se combinarán actividades de realidad virtual (RV) con manualidades y juegos.
 - En el caso del alumnado de ESO y Bachillerato se fomentará el desarrollo de un proyecto, enfocado a que sean los propios alumnos los que se encarguen de divulgar a la sociedad líneas de investigación o proyectos que se estén desarrollando actualmente en la PSA, mediante la creación de vídeos de muy corta duración.
 - Con el objetivo de facilitar el entendimiento de los procesos de energía solar térmica de concentración que se llevan a cabo en las instalaciones de la PSA, se diseñarán herramientas de realidad aumentada (RA) que podrán ser empleadas en las visitas de los centros docentes.
- **Objetivo 2:** acercar la ciencia a colectivos vulnerables. Se facilitará el acceso a los talleres y visitas en la PSA a aquellos centros que, por localizarse en barrios identificados con alto nivel de vulnerabilidad, no demandan este tipo de actividades debido principalmente al coste económico que suponen.
- **Objetivo 3:** acercar la investigación a estudiantes preuniversitarios. En determinados cursos de ESO y Bachillerato se llevará a cabo una serie de charlas/talleres de divulgación en la temática de energía solar térmica de concentración y aplicaciones en el que personal investigador con formación diversa (física, química, informática, ingenierías electrónica, mecánica, química,...), preferentemente jóvenes estudiantes de doctorado, expliquen de una manera sencilla cómo ha sido su recorrido hasta entrar en la investigación y en qué línea de investigación o proyecto están actualmente trabajando. Para fomentar las vocaciones científicas de las adolescentes se promoverá y facilitará la participación de

investigadoras en esta actividad. A partir de estas charlas de divulgación, los estudiantes llevarán cabo los vídeos incluidos en el objetivo 1 de esta propuesta.

Estos tres objetivos se encuentran directamente relacionados con los objetivos generales de la convocatoria porque contribuyen a 1) incrementar la cultura científica, tecnológica e innovadora del alumnado escolar y preuniversitario a través de talleres y actividades educativas relacionadas con la energía solar térmica, 2) incrementar la difusión de los resultados de investigación de un organismo público de investigación como es el CIEMAT, 3) acercar al alumnado escolar y preuniversitario a un tema de relevancia social como es el de las energías renovables y, en concreto, la energía solar, mediante nuevas herramientas tecnológicas, 4) mejorar la educación científico-técnica del alumnado preuniversitario a través del diseño de actividades educativas con la colaboración entre docentes e investigadores especializados, 5) impulsar la participación activa del alumnado de ESO y Bachillerato en actividades de divulgación mediante la creación de vídeos de corta duración y 6) colaborar en la profesionalización de la divulgación científica impulsando a la participación de investigadores en actividades de divulgación en energía solar. Adicionalmente, los tres objetivos del proyecto están relacionados con la línea de actuación 2 de esta convocatoria ya que contribuyen a: 1) promover el conocimiento e interés por la energía solar a través de talleres entretenidos y educativos, 2) fomentar la identidad científico tecnológica a través de talleres y charlas que den a conocer la diversidad de líneas científicas en torno a la energía solar térmica de concentración y sus aplicaciones, visibilizando la actividad de mujeres jóvenes en los inicios de su carrera científica y 3) favorecer la inclusión de escolares y alumnado preuniversitario con menor acceso a las actividades de divulgación (por su situación de vulnerabilidad social y económica) mediante su participación en visitas guiadas a la PSA.

Para llevar a cabo las acciones descritas anteriormente se contará con:

- Una empresa con experiencia en el diseño, elaboración y ejecución de talleres de educación con RV, que junto con personal del Centro de Atención de Visitantes (CAV) de la PSA (con experiencia en la elaboración de material didáctico y talleres orientados a la energía solar) e investigadores de la PSA, colaborarán en el diseño de nuevo material didáctico para realizar talleres con escolares.
- Maquetas desarrolladas por jóvenes investigadores de la PSA que serán empleadas para dar a conocer la investigación en energía solar y sus aplicaciones a alumnos preuniversitarios.
- Aplicaciones de RA que serán desarrolladas por una empresa especializada y que serán diseñadas en colaboración con investigadores consolidados de la PSA.
- Docentes de ESO y Bachillerato de distintas materias (Lengua castellana, Lengua extranjera, Tecnología, Física y Química y Cultura científica, entre otras) que colaboren con los investigadores de la PSA en el diseño del proyecto de vídeos para unir la divulgación de la ciencia entre iguales con la docencia de las materias que se imparten en la actualidad.
- Personal de CIEMAT especializado en la edición de vídeos y material apropiado.
- Redes sociales de la PSA, CIEMAT y CAV.

Los resultados y productos esperados tras la ejecución del proyecto son:

- Contenidos de RV para ser empleados en talleres educativos, ferias, exposiciones y actividades de divulgación.
- Impulsar la divulgación de las actividades que se llevan a cabo en la PSA.

- Contribuir a la vocación científica. Implicar a los estudiantes de ESO y Bachillerato a que entiendan qué es la investigación, cómo se puede acceder, dando visibilidad principalmente al papel de las mujeres en este ámbito.
- Aprender del alumnado de ESO y Bachillerato cómo mejorar la divulgación dirigida a las nuevas generaciones. Su papel desarrollando vídeos será fundamental para entender cómo procesan los conocimientos y cómo los difunden con un lenguaje visual y lingüístico, muchas veces ajeno al lenguaje científico. Acercándonos a ellos conseguiremos mejorar nuestra propia divulgación.
- Incluir a colectivos con menos recursos favoreciendo su participación en temas científicos con relevancia en la sociedad. Entender con estas experiencias si es necesario modificar las vías de acceso para estos colectivos.
- Iniciar una nueva era de transformación digital para divulgación en la PSA, incluyendo en las labores divulgativas y educativas, nuevas tecnologías como la RV, RA y vídeo divulgación.

2. Justificación del proyecto

La PSA es el mayor centro de investigación de Europa dedicado a las tecnologías solares de concentración, desalación y fotoquímica y está reconocida como Gran Instalación Científica Europea y como Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS). Uno de los elementos fundamentales de la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027 (EECTI) es el fortalecimiento de las ICTS, siendo uno de los objetivos y principios de la actualización de los Mapas de ICTS el de supervisar el volumen, eficacia y calidad de los retornos a la sociedad de las ICTS, para mejorar el aprovechamiento de resultados y comunicar y divulgar a la sociedad los beneficios que de las ICTS se derivan.

Aunque la PSA participa activamente en diversas actividades de divulgación y existe una empresa externa a CIEMAT (el CAV) que se encarga de gestionar las visitas que la instalación recibe (principal y fundamentalmente de los centros educativos), se ha detectado que es necesaria una participación más activa y que involucre a investigadores con el fin de dar a conocer a la sociedad tanto las instalaciones singulares como las actividades de investigación que se llevan a cabo en este centro. Por ejemplo, si analizamos el impacto de las redes sociales de la PSA en el último año, encontramos que la cuenta de twitter (<https://twitter.com/psaciemat>) ha alcanzado 511 seguidores y el número de visitas (media anual) ha sido 420. En el caso de facebook (<https://www.facebook.com/plataformasolardealmeria>) los seguidores han sido 665 y las personas alcanzadas 7764. Por tanto, actuaciones como la que se proponen dentro de este proyecto, con la implicación activa de personal investigador y personal dedicado a las redes sociales, puede ser una vía para mejorar los datos con los que contamos y así impulsar la divulgación en el seno de la PSA.

A nivel europeo, es importante destacar que, en la encuesta del Eurobarómetro publicada el 23 de septiembre de 2021, se pone de manifiesto que el 86% de los ciudadanos de la Unión Europea (UE) estima que la influencia general de la ciencia y la tecnología es positiva y un 92% señala específicamente que la energía solar tendrá un efecto positivo en nuestro modo de vida en los próximos veinte años. En cuanto a las vías de información, la encuesta muestra que el 63% de los ciudadanos de la UE obtienen información sobre la evolución de la ciencia y la tecnología en la televisión (63%), seguida de las redes sociales y los blogs en línea (29%), y de los periódicos en línea o impresos (24%). Además, un 85% cree que el interés de los jóvenes por la ciencia es esencial para la prosperidad futura. Ante estos datos positivos, un centro de investigación de referencia en energía solar de concentración como es la PSA, tiene que apostar por impulsar el conocimiento entre los jóvenes, incrementar su actividad de difusión social y acercar a la ciudadanía a conocer de primera mano las instalaciones y las investigaciones de referencia que se llevan a cabo en este centro. El nuevo programa de investigación e

innovación de la UE, Horizonte Europa (2021-2027), está promoviendo una mayor interacción entre ciencia y sociedad con el objetivo de que los ciudadanos y la sociedad civil participen directamente en la investigación y la innovación de forma conjunta. Por tanto, el personal investigador tiene que colaborar y participar en este tipo de actividades, siendo este proyecto una vía para cooperar en este refuerzo necesario.

Por otra parte, a nivel local y provincial, un análisis de las visitas y talleres llevados a cabo durante los últimos cinco años, muestra la gran desigualdad que hay entre centros educativos a la hora de solicitar visitas y talleres que oferta el CAV. En concreto, a partir de la información proporcionada por el portal del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, se han identificado los barrios de Almería en función de los niveles de vulnerabilidad, y claramente se ha comprobado la baja demanda de centros educativos adscritos a los barrios con mayor nivel de vulnerabilidad, en relación a la demanda total. En el caso del año 2018, por ejemplo, el porcentaje de alumnos procedentes de centros localizados en barrios con alto o muy alto nivel de vulnerabilidad fue del 15% respecto al total. Este proyecto es una oportunidad para acercar las visitas y talleres a estos centros.

Con todo lo anteriormente descrito, este proyecto puede ser la base sobre la que se empiece a construir una metodología de divulgación y cultura científica en la PSA, con el fin de eliminar la barrera entre la sociedad y la investigación más relevante que se está llevando a cabo en el ámbito de la energía solar térmica y sus aplicaciones. Unir los avances tecnológicos en comunicación con la calidad de investigación que se lleva a cabo en CIEMAT y, en concreto en la PSA, ha de ser una línea importante a explorar y mantener para que los jóvenes y la sociedad en general entienda la importancia y la repercusión social que hay detrás de cada uno de los trabajos de investigación que se llevan a cabo. Este cambio de paradigma es difícil de alcanzar en poco tiempo, pero es importante mantener la estrategia para lograrlo a largo plazo. Este proyecto es el motor de motivación para iniciarlo.

3. Formatos y grado de innovación

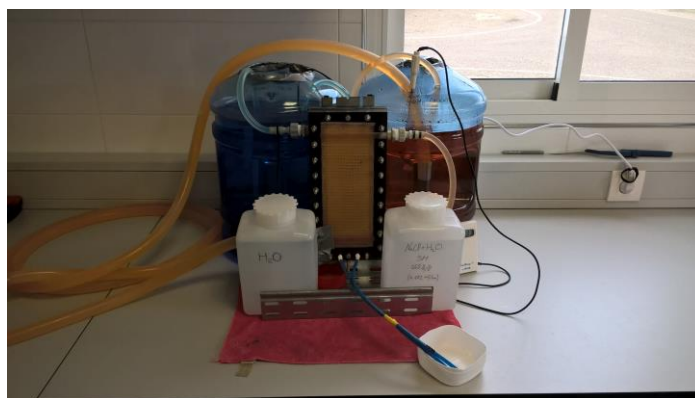
Esta propuesta engloba el uso de diversos formatos con el fin de adaptar las actividades al público objetivo.

- En el caso de los talleres enfocados al colectivo de primaria, se proponen actividades de gamificación, aprender jugando, para que los escolares vivan una experiencia motivadora y divertida, que serán combinados con el uso de nuevas tecnologías como la RV para una experiencia de inmersión que contribuya a un aprendizaje real, motivador y difícil de olvidar.
En la primera fase del proyecto se elaborará un taller didáctico y creativo para alumnos de primaria. El objetivo es que un equipo multidisciplinar formado por comunicadores de talleres, expertos en pedagogía con RV y personal investigador en sistemas de energía solar térmica, diseñen unos contenidos formativos atractivos. La estimación inicial del taller será de dos horas y se llevará a cabo en varias jornadas y en distintos centros educativos. En este taller se darán a conocer conceptos como las características del Sol, qué es la energía solar, entender la diferencia entre energía solar térmica de concentración y fotovoltaica, y cómo se puede aprovechar la energía solar térmica. Para fomentar el interés entre el alumnado, se plantea el uso de herramientas de RV para conocer en detalle el Sol y la energía solar, el uso de espejos y lupas para entender cómo se refleja y concentra la luz y, a través de un divertido juego, pondremos de manifiesto cómo funciona una instalación de receptor central empleando una lámpara, espejos y un medidor de radiación solar.
- Las charlas/talleres de divulgación de jóvenes investigadores en energía solar térmica se llevarán a cabo en centros de ESO y Bachillerato. Se emplearán medios digitales y maquetas elaboradas por personal CIEMAT, como por ejemplo, una maqueta de una torre de concentración solar (ver Figura 1a) construida con una impresora 3D en la que el heliostato puede ser controlado mediante una pantalla táctil, o una maqueta de un sistema de destilación por membranas (ver Figura 1b) que permite ser

alimentado con energía solar térmica. En estos casos se promoverá, colaborando con el profesorado de dichos centros, la elaboración por parte del alumnado de vídeos de muy corta duración en los que los alumnos explicarán a la sociedad los trabajos de investigación que han conocido en estas charlas. Estos vídeos serán editados por la Unidad de Comunicación y Relaciones Públicas del CIEMAT, con la idea de crear una serie que divulgaremos en las páginas webs de la PSA, CIEMAT y CAV, así como en las redes sociales asociadas. Se decidirá junto con el profesorado asociado la posibilidad de realizar los vídeos tanto en español como en inglés.



(a) Maqueta de sistema de concentración solar de receptor central



(b) Maqueta de sistema de aplicación solar térmica, destilación por membranas

Figura 1. Maquetas de CIEMAT para su uso en educación y divulgación

- Para las visitas y talleres a realizar en la PSA por alumnado en fase escolar y preuniversitaria, se propone el uso de herramientas de RA, con la intención de combinar el entorno real con una capa de elementos visuales adicionales, empleando un dispositivo electrónico como un teléfono inteligente o una tableta. Con este tipo de herramientas se añadirá información (texto, imágenes, animaciones, audios...) a la realidad que el visitante está viviendo en ese momento. Por ejemplo, el visitante podrá observar cómo se calienta el fluido dentro de un sistema de concentración solar o cómo y dónde se produce vapor en un sistema de desalación térmica.

Para el desarrollo de estos medios de interacción se contactará con una empresa especialista en RA que, junto a expertos en energía solar térmica y sus aplicaciones, diseñarán estas herramientas que facilitarán la comprensión de los procesos de energía solar térmica de concentración de la PSA, de una manera fácil y divertida. Estas herramientas se emplearán en las visitas educativas a la PSA.

4. Público objetivo

El público al cual va dirigido este proyecto, varía en función de la actividad:

- El taller a realizar en los centros educativos va dirigido a alumnado de primaria de la localidad de Almería y su provincia.
- Las charlas de divulgación por parte de investigadores de la PSA, van dirigidas a alumnado de ESO y Bachillerato.

- Las visitas a la PSA van dirigidas a alumnado de Primaria, ESO y Bachillerato, cuyos centros educativos se encuentren en barrios con mayor nivel de vulnerabilidad.
- Las herramientas de visión artificial se diseñarán con el objetivo de que puedan ser empleadas como elemento adicional de aprendizaje, para el alumnado de primaria, ESO y Bachillerato, tanto nacional como internacional.

5. Presupuesto, cofinanciación y sostenibilidad futura del proyecto

Para la elaboración de este proyecto, se contemplan los siguientes gastos de ejecución con fondos propios de CIEMAT:

- Costes de personal: 12.998,24 €
- Servicio de asesoramiento, diseño y desarrollo de herramientas de realidad aumentada: 12.000 €

Además, se contemplan los siguientes gastos de ejecución financiados con la presente convocatoria:

- Servicio de diseño, elaboración de material de RV, asesoramiento y realización de talleres con RV en centros educativos: 8.900 €. Es importante destacar que CIEMAT no puede llevar a cabo por sí solo esta actividad dado que requiere conocimientos técnicos específicos, así como material especializado (cámara para grabar vídeos de RV y al menos 20 gafas de RV para realizar los talleres).
- Fungibles para la elaboración y ejecución de talleres y charlas de divulgación: 5.000 €
- Visitas y talleres para centros educativos en barrios con mayor índice de vulnerabilidad: 2.625 €
- Costes de movilidad (viajes, dietas, alojamiento) para atraer a jóvenes científicas en la actividad de divulgación en energía solar y costes de desplazamiento en la provincia de Almería para realizar los talleres de divulgación: 1.600 €.

La viabilidad, sostenibilidad y autonomía financiera del proyecto quedarían parcialmente garantizada dado que un 58% de los costes se financian con fondos propios. Se planteará la posible continuidad de la actividad de talleres empleando herramientas de RV, promoviendo la colaboración entre el CAV y empresas especializadas en didáctica con RV. Es importante destacar en esta actividad de talleres con RV, que una partida económica presupuestada es para el asesoramiento, diseño y preparación del material, que no sería necesario incluir en futuros años, por lo que el coste de los talleres se reduciría en el futuro, más de un 20%. Por otra parte, las visitas y talleres para centros educativos en barrios con mayor índice de vulnerabilidad no tienen garantizada su continuidad sin las ayudas económicas solicitadas.

6. Planificación

El equipo de trabajo está compuesto por las personas reflejadas en la Tabla 1. Los acrónimos definidos son empleados tanto en el cronograma (Tabla 2) como en la Sección 9 de esta propuesta.

Nombre	Acrónimo
Lidia Roca Sobrino (responsable del proyecto)	LR
Diego César Alarcón Padilla	DA
Juan Antonio Andrés Mañas	JA
Javier Bonilla Cruz	JB
Jose Antonio Carballo López	JC
Enrique De la Fuente	EF

Samar Fayad Herreras	SF
Bartolomé Ortega Delgado	BO
Patricia Palenzuela Ardila	PP
Isabel María Requena Requena	IR
Marta Ruiz McEwan	MR
Juan Miguel Serrano Rodríguez	JS
Moirá Zabaleta Bernotti	MZ
Guillermo Zaragoza del Águila	GZ

Tabla 1. Equipo de trabajo

El porcentaje de mujeres y hombres participantes es de 43% y 57%, respectivamente, obteniéndose una presencia equilibrada de mujeres y hombres.

En la Figura 2 se muestra el organigrama propuesto. La responsable del proyecto coordinará las actividades de los distintos grupos y se encargará de garantizar que todas las actividades del proyecto se lleven a cabo de manera satisfactoria y en los plazos previstos. El bloque de talleres educativos en este organigrama incluye, tanto los talleres en centros de primaria, como las visitas educativas a la PSA. El personal asociado estará en contacto directo con las labores de comunicación para darle difusión a estas actividades, y trabajarán en conjunto con el grupo dedicado a herramientas de RA para PSA con el fin de incluir los productos obtenidos en las visitas. Por otra parte, el bloque de divulgación de jóvenes investigadores tiene una actividad bien definida, pero será necesario colaborar con el bloque designado a comunicación para la actividad de los vídeos de corta duración elaborados por el colectivo de alumnado.

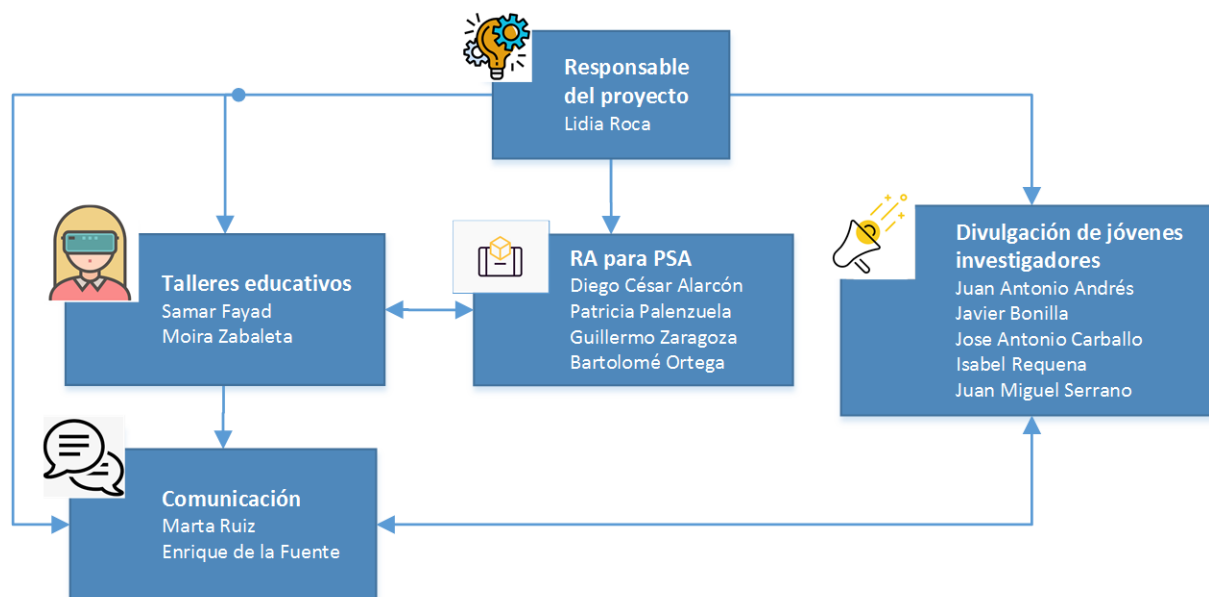


Figura 2. Organigrama de las actividades

Tareas	Responsables	2022											
		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
T1. Talleres de energía solar en centros educativos de primaria con RV													
T1.1. Diseño y elaboración de actividad de RV para talleres	SF, LR												
T1.2. Diseño de taller	SF, LR												
T1.3. Contacto con centros educativos para elaboración del taller	SF, LR												
T1.4. Elaboración del taller en centros educativos	SF, LR												
T1.5. Valoración de resultados	SF, LR												
T2. Actividades de divulgación en centros educativos de ESO y Bachillerato													
T2.1. Contacto con centros educativos y diseño de la actividad	JA, JB, JC, IR, LR, JS												
T2.2. Preparación de las charlas de investigadores adaptadas al diseño de la actividad	JA, JB, JC, IR, JS												
T2.3. Elaboración del taller en centros educativos de secundaria y bachiller	JA, JB, JC, IR, JS												
T2.4. Montaje de vídeo, elaboración y publicación de la serie de vídeos de corta duración	EF												
T2.5. Valoración de resultados	JA, JB, JC, IR, LR, JS												
T3. Herramientas de RA para visitas educativas													
T3.1. Diseño de herramienta de RA adaptadas a los requisitos de las instalaciones de la PSA	DA, SF, BO, PP, LR, GZ												
T3.2. Diseño de visitas educativas incluyendo actividades de RA	DA, SF, BO, PP, LR, GZ												
T3.5. Valoración de resultados	DA, SF, BO, PP, LR, GZ												
T4. Visitas de centros educativos en barrios con alto índice de vulnerabilidad													
T4.1. Contacto con centros educativos en barrios con alto índice de vulnerabilidad	SF, MZ												
T4.2. Ejecución de las visitas de centros educativos en barrios con alto índice de vulnerabilidad	SF, MZ												
T4.3. Valoración de resultados	SF, MZ, LR												
T5. Difusión de actividades	SF, MR												

Tabla 2. Cronograma de las actividades propuestas

7. Plan de contingencia

Identificación del riesgo	Probabilidad	Impacto	Medidas correctivas
Imposibilidad de llevar a cabo las actividades de forma presencial por motivos de pandemia	media	medio	En función de la actividad a desarrollar, se adaptará para poder llevarla a cabo de forma remota o se aplazará la fecha.
Imposibilidad de poder contar con la presencia de jóvenes científicas para la divulgación a alumnado de secundaria y Bachillerato	baja	alto	Se ha elaborado un listado inicial de posibles candidatas con formación científica diversa y que actualmente se encuentran desarrollando su investigación en la PSA y en CIESOL. Si no fuera posible su participación presencial en la actividad, se propone videoconferencias o vídeos explicativos.
Falta de participación por parte de los centros educativos de la provincia de Almería	baja	alto	Se extenderá el radio de acción a otras provincias y se promocionarán los talleres fuera de los centros educativos.

8. Estrategia y plan de comunicación

El plan de comunicación en este proyecto tiene como objetivo dar a conocer, tanto las actividades educativas como los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo en el ámbito de la energía solar térmica de concentración en la PSA. Nuestro público objetivo prioritario son escolares y jóvenes preuniversitarios, pero la intención es llegar, a través de ellos, a profesorado, familias y a la ciudadanía en general.

Los mensajes o conceptos que queremos transmitir a través de este plan de comunicación son fundamentalmente dos:

- es posible divertirse a través del aprendizaje de la energía solar térmica de concentración,
- qué se está investigando en la PSA y para qué sirve.

Para ello contaremos con diversos medios de comunicación:

- Medios tradicionales: prensa y televisiones locales, con el fin de dar a conocer el proyecto y sus objetivos
- Redes sociales. Se emplearán redes sociales como Twitter, Facebook o Instagram como herramientas de comunicación y divulgación de las actividades llevadas a cabo en el marco de este proyecto. Nuestro público objetivo será el alumnado de ESO y Bachillerato, por lo que será necesaria una planificación de los contenidos, de forma que los mensajes sean atractivos. Para ello se incluirán diversos elementos de interés como hashtags, citas a otros usuarios, fotos, vídeos, animaciones... La PSA y el CAV cuentan con sus propias redes sociales (<https://twitter.com/psaciemat>, <https://www.facebook.com/plataformasolardealmeria>, https://twitter.com/CAV_PSA, https://www.instagram.com/cav_psa/, <https://www.facebook.com/centrovisitantesPSA>). Una de las primeras decisiones que será necesario tomar será la continuidad de estas redes para labores de divulgación o la creación de nuevas cuentas asociadas (como por ejemplo "PSA_divulga") para estos fines.
- Páginas web. Es importante disponer de un soporte digital para que todas aquellas personas que hayamos conseguido interesar (alumnado, profesorado, familias,...) dispongan de toda la información relacionada con este proyecto, explicaciones más amplias y permanentes. En nuestro caso, emplearemos para este fin la página web de la PSA (<http://www.psa.es>).

- Web de vídeos. Uno de los puntos más importantes de este plan de comunicación es la creación de un canal de Youtube para crear una comunidad alrededor de la actividad científica que se desarrolla en la PSA. Los contenidos serán diseñados y creados por estudiantes de ESO y Bachillerato, con la ayuda de profesorado y personal investigador de la PSA. En este caso, hay que tener especial cuidado con los detalles de imagen y sonido, por lo que contamos en este proyecto con personal de CIEMAT especializado en la edición de vídeos.
- Comunicaciones a través de la Universidad de Almería. Se contactará con la Dirección General de Comunicación de la Universidad de Almería que recientemente ha publicado su *I Plan de Divulgación Científica* y se seguirá colaborando con la actividad “*La Noche Europea de los Investigadores*”.
- La participación en este proyecto de personal investigador CIEMAT de reconocido prestigio en el ámbito de las aplicaciones solares térmicas, permitirá divulgar internacionalmente las innovaciones llevadas a cabo con el uso de herramientas de RA en las instalaciones de la PSA. Es importante destacar, por ejemplo, el proyecto europeo WATER-MINING en el que el uso de herramientas de RA se propone como un complemento más para contribuir al desarrollo de living-labs (o laboratorios vivos).

9. Experiencia del equipo y de la entidad

En los últimos tres años, la responsable del proyecto ha recibido formación en divulgación (*Divulgación de la ciencia y la tecnología*, 2021), ha participado en el vídeo promocional de la PSA (2020) para dar a conocer las instalaciones e investigaciones que se llevan a cabo en la PSA, ha recibido y explicado a alumnos de la Universidad de Almería las instalaciones de la PSA, es co-autora de una publicación de divulgación, ha impartido dos seminarios de carácter formativo no específico para estudiantes universitarios o de doctorado, ha colaborado en dos ocasiones con la Unidad de Comunicación de CIEMAT para dar a conocer su trabajo de investigación mediante noticias publicadas en la web de CIEMAT y ha participado en la actividad [La Mujer y la Niña en la Ciencia 2019](#) organizada por la PSA.

La experiencia del equipo de trabajo en actividades relacionadas con la cultura y educación científica durante los tres últimos años se pueden clasificar en tres tipos: formación, actividades y comunicación a través de eventos, seminarios, redes sociales, vídeos y otros medios de comunicación.

Respecto a la formación recibida, JA y BO han recibido el curso (*Divulgación de la ciencia y la tecnología*, 2021), SF 2 cursos (*Curso de Divulgación y Comunicación Científica. Hacia la Sociedad del Conocimiento*, 2019, y *Recursos para construir el futuro a través de la Divulgación y la Comunicación Científica*, 2020) y MZ está cursando el grado de FP en Técnico Superior de Integración social.

En cuanto a las actividades, JB, JC, JS, MS y SF han participado en la [Noche Europea de los Investigadores](#), JS ha participado en la [Semana europea de la ciencia](#) (2019) y en la [First Lego League](#) (2021), actividades organizadas por la Universidad de Almería. SF durante 2019-2020 trabajó como creadora de contenidos educativos y divulgativos y como divulgadora científica en la Empresa Clisol Agro y trabaja actualmente como gerente del CAV en la PSA impartiendo talleres sobre energía solar de concentración y llevando a cabo visitas para dar a conocer las instalaciones de la PSA.

Respecto a la comunicación es importante destacar los eventos abiertos al público, llevados a cabo para divulgar las actividades de investigación y resultados de proyectos europeos, como la *Conferencia Final del proyecto europeo WASCOP* con la participación de PP (2019), los sistemas de desalación con energías renovables (6 seminarios impartidos por GZ entre 2019 y 2021, organizados por agentes diversos como *Cluster Marítimo Marino de Andalucía*, *EU-GCC Clean Energy Technology Network*, *MIT*, *COEXPHAL-Universidad de Almería*, *G-STIC* y *Solar Energy Research Center Chile*), la participación de JB en la *Feria Internacional de Energía y Medioambiente (GENERA 2020)* y un evento organizado por GZ, SF, PP y DA para dar a conocer a empresas interesadas las posibilidades de los sistemas de desalación alimentados con energía solar

para la agricultura (2021). El equipo de trabajo ha colaborado en la elaboración de 2 artículos de divulgación, 10 noticias publicadas en la web de CIEMAT, vídeos promocionales como el de la PSA (2020), vídeos divulgativos relacionados con proyectos europeos como [WASCOP](#) y [EERES4WATER](#) con la participación de PP (2019) y DA (2021), respectivamente, o explicativos como el elaborado por GZ (2021) sobre [tecnologías de desalación solar](#). En la comunicación mediante redes sociales es importante destacar que MR mantiene actualmente las redes sociales de la PSA ([twitter](#), [facebook](#)) y SF las del CAV ([twitter](#), [facebook](#), [instagram](#)).

10. Colaboración, interdisciplinariedad

La PSA es el mayor centro europeo de investigación y desarrollo en tecnologías de concentración solar y tiene acuerdos de colaboración, tanto con organismos nacionales como internacionales, entre los que se incluyen universidades, y proyectos de investigación y educacionales.

La PSA es miembro fundador de “Alliance of European Laboratories on Solar Thermal Concentrating Systems” (SolLab), abierto a nuevas posibilidades de desarrollo científico de investigadores en formación en la PSA. Además de esto, la PSA está permanentemente abierta a estudiantes de todo el mundo, lo cual permite que unos cuarenta estudiantes de diferentes nacionalidades se formen anualmente en el conocimiento de la tecnología solar térmica y fotoquímica solar.

La colaboración de forma continuada con la UAL se consolidó con la creación del 'Centro Mixto CIEMAT-UAL para la Investigación en Energía Solar', denominado 'CIESOL'. Aparte de los proyectos que se vienen desarrollando conjuntamente en varios campos de la ciencia, cada año se viene impartiendo el 'Máster en Energía Solar' de CIESOL, máster oficial con una duración de un curso académico. Tanto la responsable del proyecto, como la mayoría de los integrantes del equipo de trabajo son miembros de CIESOL, lo que permitirá tener un contacto directo con personal investigador en formación en el ámbito de la energía solar, para así enriquecer las actividades de divulgación y fomento de las carreras científicas en centros de educación de ESO y Bachillerato, dando prioridad a fomentar la visibilidad de las mujeres en este ámbito.

De la misma forma, tanto la responsable del proyecto como algunos de los integrantes del equipo de trabajo, son miembros del grupo de investigación Automática, Robótica y Mecatrónica ([ARM](#)) de la UAL, grupo multidisciplinar, con líneas de investigación relacionadas con la energía solar (Modelado y control de plantas termosolares, Inteligencia Artificial en aplicaciones de energía solar) y la educación (Educación en ingeniería) y con participación activa en diversas actividades de divulgación como la [Noche Europea de los Investigadores](#), la [Semana Europea de la ciencia](#) o la [First Lego League](#).

La PSA, así como su Centro de Visitantes, son miembros de la Plataforma de divulgación científica [Almería ConCiencia](#), en la que están asociados la Universidad de Almería, empresas de divulgación científica y la mayoría de centros de Investigación científica de la provincia llevando a cabo numerosas actividades conjuntas de divulgación. Se pretende aprovechar la presencia en esta, con el fin de colaborar y obtener nuevas inspiraciones que ayuden a visibilizar las actividades que se organicen. Asimismo, el CAV está en continua comunicación y colaboración con otros centros de investigación locales, como es el Centro Astronómico Hispano-Alemán del Calar Alto ofreciendo propuestas conjuntas de divulgación de los proyectos científicos que se desarrollan en ambos espacios, apostando por la interdisciplinariedad en los proyectos educativos. Por otra parte, se pretende aprovechar la presencia del CAV en la Plataforma para la Divulgación Científica en Almería, [Almería ConCiencia](#), con el fin de colaborar y obtener nuevas inspiraciones que ayuden a la visibilidad de las actividades que se organicen.

La colaboración con personal docente es otra vía fundamental para idear nuevas actividades y favorecer la participación del alumnado. En el caso de centros de educación de ESO y Bachillerato es importante que esta colaboración sea con la participación de profesorado especializado en todas las materias que se imparten en los centros. De esta forma no solo se fomentará la vocación científica, sino que además se puede lograr una

implicación mayor de los centros, creando proyectos transversales en los que el alumnado multidisciplinar ponga en práctica conocimientos adquiridos que ayuden a la divulgación.

11. Impacto cualitativo y cuantitativo y Mecanismos de evaluación del impacto

En la Tabla 3 se realiza una descripción de los niveles de impacto esperado y los mecanismos de evaluación por tipo y actividad.

Actividad	Tipo	Impacto		Mecanismo de evaluación
		Nivel	Descripción	
Talleres de energía solar en centros educativos de Primaria con RV	Presencial	2	El alumnado alcanzará conocimiento sobre contenidos científico-técnicos relevantes relacionados con la energía solar de concentración.	Al ser alumnado de Primaria se evaluará mediante la observación y conversaciones informales.
		3	Se espera que, tras participar en el proyecto, el profesorado tome iniciativas de continuar con actividades similares.	Conversación informal con el profesorado implicado.
	Virtual y audiencia audiovisual	1	La sociedad conocerá los talleres a través de redes sociales y noticias emitidas en la televisión local.	Métricas de audiencia
Actividades de divulgación en centros educativos de Secundaria y Bachillerato	Presencial	2	El alumnado alcanzará conocimiento sobre las labores de investigación en energía solar de concentración y aplicaciones.	Cuestionarios antes y después de realizar la actividad. Los cuestionarios incluirán preguntas cerradas y abiertas. Producciones de los participantes (vídeos).
		3	Se espera que, tras participar en el proyecto, el profesorado tome iniciativas de continuar con actividades similares.	Grupo focal que englobe al colectivo de profesorado implicado y representantes del alumnado. Se realizará una entrevista con grupo focal en cada uno de los centros donde se haya desarrollado la actividad.
		2	El colectivo investigador alcanzará conocimientos para mejorar la divulgación.	Grupo focal con el colectivo investigador participante
		3	Se espera que el colectivo de estudiantes de doctorado en energía solar se implique en más actividades de este tipo.	Grupo focal con los estudiantes de doctorado.
	Virtual	2	Se espera que la difusión de los vídeos elaborados den a conocer las investigaciones que se llevan a cabo relacionadas con la energía solar.	Métricas de redes sociales.

Herramientas de RA para visitas educativas	Presencial	2	Los visitantes comprenderán los procesos que se llevan a cabo en las instalaciones de la PSA	Conversación informal con los visitantes
		3	Extender el uso de este tipo de herramientas en las instalaciones de la PSA.	Conversación informal con el personal de la PSA.
Visitas de centros educativos en barrios con alto índice de vulnerabilidad	Presencial	2	El alumnado alcanzará conocimiento sobre contenidos científico-técnicos relevantes relacionados con la energía solar de concentración.	Cuestionarios después de realizar la actividad. Los cuestionarios incluirán preguntas cerradas y abiertas.
	Audiencia audiovisual	1	La sociedad local conocerá los talleres a través de noticias emitidas en la televisión.	Métricas de audiencia

Tabla 3. Descripción del impacto para cada tipo y actividad

C/ Pintor Murillo, 15 - Edificio Museo Nacional de Ciencia y Tecnología – 28100 Alcobendas. Telf. 914250909 Fax. 915712172.
www.fecyt.es