

## Ampliación de la aplicación de las tecnologías de Salam Med para la gestión sostenible de la tierra y el agua en el Mediterráneo.

### MENSAJES CLAVE

1. La creciente variabilidad climática socava la fiabilidad de los sistemas de captación de agua, el sobrepastoreo persistente sigue degradando las tierras áridas y la acidificación del suelo supone un reto importante para los sistemas forrajeros, aunque las enmiendas del suelo pueden restaurar eficazmente la productividad.
2. En todas las tierras locales, las comunidades y los agricultores muestran una clara preferencia por soluciones de bajo costo, basadas en la naturaleza y el conocimiento indígena, y expresaron un gran interés en las herramientas de monitoreo digital.
3. Las partes interesadas hicieron hincapié en la necesidad de capacitación, apoyo técnico y modelos de prestación de servicios.
4. Todos los líderes locales reconocieron que persistían barreras técnicas, económicas y socioculturales para la adopción de innovaciones, y que el cambio de comportamiento era un proceso a largo plazo.
5. El apoyo financiero es clave para la implementación y el mantenimiento de los sistemas de gestión del agua y de monitoreo basados en sensores.
6. Si bien se centraron en el ámbito local, los proyectos SALAM-MED LL demostraron un potencial significativo para su ampliación regional a sistemas socioecológicos similares, y algunos de los enfoques del proyecto ya se han aplicado a mayor escala.

### RESUMEN

Las zonas áridas mediterráneas están experimentando transformaciones rápidas e interconectadas, impulsadas por la creciente escasez de agua, las sequías recurrentes, el avance de la desertificación, la degradación del suelo y la creciente competencia por los limitados recursos naturales. Estas presiones amenazan no solo la estabilidad ecológica, sino también la productividad agrícola, los medios de subsistencia rurales y la resiliencia a largo plazo del agua. sistemas agroecológicos en toda la región. En respuesta, la iniciativa SALAM-MED introduce un enfoque integral y centrado en la comunidad, movilizándolo Laboratorios Vivos (LV) en todo el Mediterráneo Norte y Sur para codiseñar, probar y perfeccionar soluciones innovadoras, escalables y basadas en la naturaleza y la tecnología. Estos LV reúnen a agricultores, autoridades locales, científicos, ONG y actores del sector privado para garantizar que las intervenciones propuestas se basen en las realidades locales, sean socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles. Sus objetivos incluyen:



Sintetizando los resultados de todas las comunidades locales, identificando desafíos comunes y factores facilitadores, y traduciendo los hallazgos técnicos en recomendaciones prácticas de políticas e inversiones. El proyecto busca armonizar los esfuerzos en todo el Mediterráneo, ofreciendo una estrategia unificada para la próxima década que apoye la adaptación al cambio climático, la gestión sostenible de la tierra y el agua, y la participación equitativa de la comunidad: una metodología de múltiples niveles que incluye la revisión y consolidación de informes de comunidades locales, evaluaciones comparativas del desempeño tecnológico en diversos contextos biofísicos y socioeconómicos, y una participación estructurada con las partes interesadas para capturar el conocimiento, las necesidades y las expectativas locales. El análisis basado en escenarios fortalece aún más la hoja de ruta para la ampliación, ayudando a anticipar el clima, la economía y la gobernanza futuros.

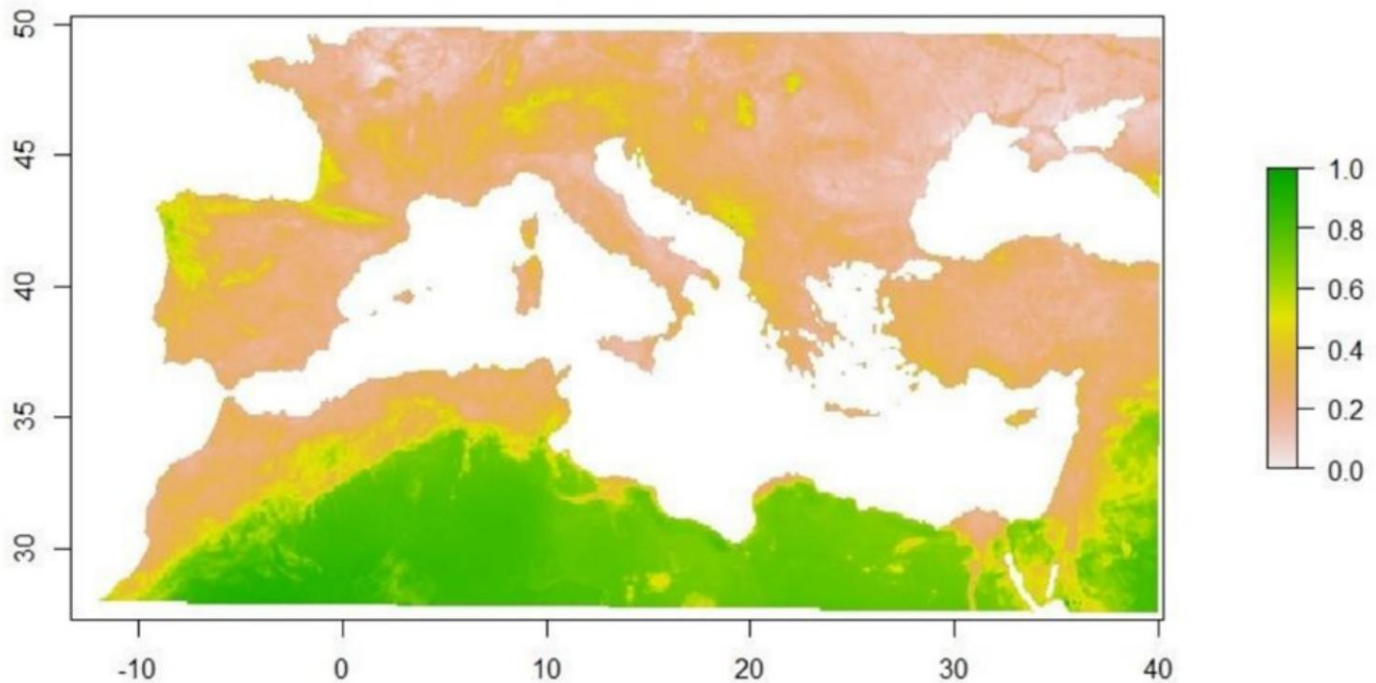
condiciones y adaptando las recomendaciones en consecuencia.

## INVESTIGACIÓN Y RESULTADOS

SALAM-MED aplicó un enfoque formativo e iterativo basado en criterios de eficacia, eficiencia y efectividad, integrando datos cualitativos y cuantitativos para evaluar los procesos, resultados e impactos de LL a lo largo del tiempo. La evaluación tuvo como objetivo valorar la contribución de las comunidades locales a la hora de abordar los complejos desafíos socioecológicos relacionados con la sostenibilidad de la tierra y el agua en las zonas áridas del Mediterráneo. Los LL funcionaron como sistemas de aprendizaje social de innovación abierta, combinando el conocimiento científico y local para cocrear soluciones basadas en la naturaleza (SBN) sensibles al contexto que abordaran la degradación de la tierra, la escasez de agua y la resiliencia socioecológica. Cada LL se centró en innovaciones específicas del sitio, con diversas herramientas de modelado y monitoreo aplicadas para guiar la gestión sostenible de la tierra y el agua: Túnez realizó simulaciones del rendimiento de la recarga gestionada de acuíferos (RAM) y escenarios futuros de clima e agua; la herramienta de apoyo a la toma de decisiones CAFE (Carbono, Agua, Fuego y Resiliencia Ecológica) de España aplicó la optimización multiobjetivo al raleo forestal para equilibrar el suministro de agua, el almacenamiento de carbono y el riesgo de incendios. El mismo enfoque se probó en los LL de Italia y Marruecos.

El marco FLOWS-KWV de Egipto optimizó el número, el espaciamiento y la ubicación de las terrazas, al tiempo que permitió la elaboración de mapas de distribución de agua y la creación de escenarios de protección contra inundaciones. Marruecos e Italia aprovecharon datos avanzados de monitoreo digital hiperespectral, térmico, de reflectancia del dosel y LiDAR para evaluar el estrés de la vegetación, monitorear sistemas silvopastoriles y detectar rasgos adaptativos en especies forrajeras. Greece Living Lab integró datos de campo con teledetección para realizar un seguimiento de la humedad del suelo, el NDVI, la erosión, la fenología y la salud de los árboles. Los resultados demuestran que los enfoques integrados que combinan estructuras de captación de agua, recarga gestionada de acuíferos, gestión adaptativa de la vegetación, enmiendas del suelo, herramientas de monitoreo microbiano y digital,





Mapa de idoneidad para la ampliación de la tecnología de retención de agua subterránea (SWRT) en la zona mediterránea.

El riego inteligente y la modelización ecohidrológica pueden mejorar sustancialmente la productividad del agua, la salud del suelo, la resiliencia de los ecosistemas y la adaptación al cambio climático en diversas zonas áridas mediterráneas. El análisis comparativo entre los distintos niveles de vida destaca que la eficacia técnica debe complementarse con una sólida participación de las partes interesadas, marcos normativos favorables, incentivos socioeconómicos y un seguimiento continuo para garantizar su adopción sostenida.

## RECOMENDACIONES

- Apoyar mecanismos de incentivo como la PAC de la UE y las subvenciones nacionales para fomentar la adopción de las tecnologías propuestas y garantizar el mantenimiento de los sistemas creados. Además, sin mecanismos financieros o incentivos vinculados a los servicios ecosistémicos, la sostenibilidad operativa podría verse comprometida.
- Persisten las deficiencias en la disponibilidad y la resolución de datos locales, especialmente en lo que respecta a suelos, vegetación y gestión histórica. La extrapolación espacial requiere estrategias de modelado distribuido y calibración cruzada con teledetección o bases de datos abiertas: aspectos técnicos y financieros.

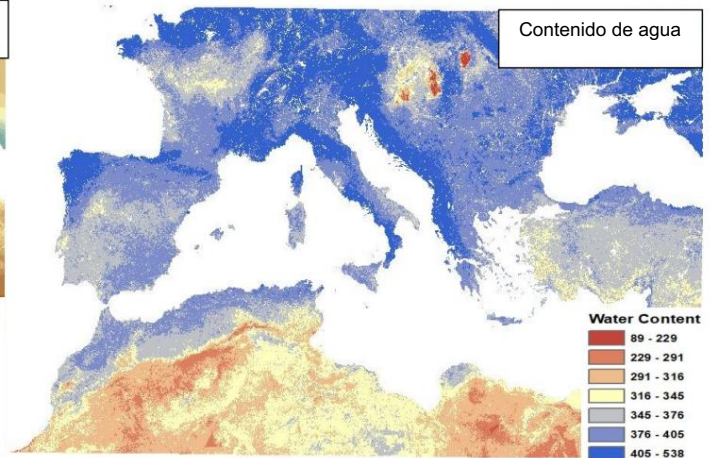
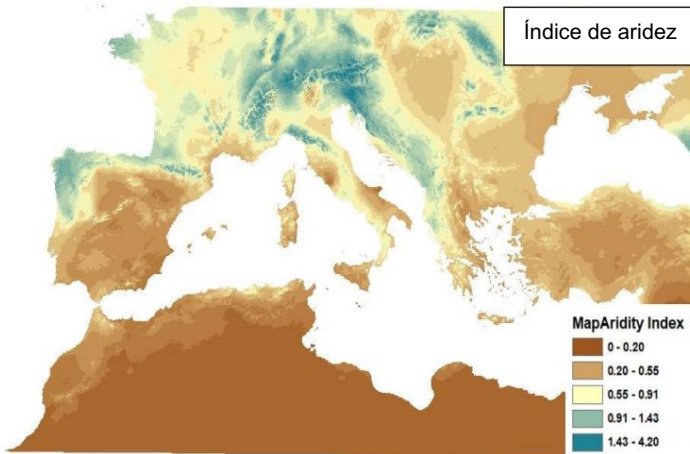
El apoyo social puede ayudar a superar estas

brechas . Una prioridad clave es aumentar la inversión en investigación aplicada y transnacional capaz de responder directamente a las necesidades de los agricultores y pastores. El objetivo es desarrollar aplicaciones de agricultura de precisión que se adapten a las condiciones agrícolas y forestales locales y sean accesibles a diferentes tipos de capital e inversores, incluidos los pequeños agricultores y los propietarios forestales.

- La tecnología de vegetación adaptativa

La gestión de modelos adaptativos (AVM) ha demostrado su capacidad para traducir los objetivos ecológicos (carbono, agua, fuego, resiliencia) en opciones de gestión cuantificables, lo que permite tomar decisiones basadas en múltiples servicios ecosistémicos. Si bien la AVM, respaldada por el sistema de apoyo a la toma de decisiones CAFE (Carbono, Agua, Fuego y Resiliencia Ecológica), reduce la brecha entre el modelado científico y la toma de decisiones, su funcionamiento aún requiere capacitación técnica en modelado ecohidrológico, interpretación de resultados y manejo de interfaces.

Esto puede limitar su adopción por parte de los gestores forestales o técnicos no especializados. Se sugiere que los responsables políticos se involucren.



personal técnico/de investigación para integrar adecuadamente los resultados científicos y la retroalimentación en las políticas.

La implementación de la gestión adaptativa de la vegetación ( GAV) depende de su alineación con las políticas y los marcos administrativos existentes. Las diferencias entre las competencias forestales, hídricas y de conservación generan fragmentación en la toma de decisiones; por lo tanto, se recomienda la coordinación entre expertos e instituciones para la implementación eficiente de prácticas de gestión adaptativa.

A corto plazo (1-2 años), las acciones para ampliar la implementación de todas las tecnologías validadas deberían centrarse en desplegar nuevas parcelas de demostración en regiones con limitaciones climáticas y de gestión similares, capacitar a agricultores y técnicos en riego inteligente, tecnología de retención de agua subterránea (SWRT), diseño de terrazas y AVM, establecer sistemas de monitoreo y preparar manuales técnicos fáciles de usar.

A medio plazo (3-5 años), los esfuerzos deberían orientarse hacia la integración de modelos de optimización de terrazas en la planificación nacional, la ampliación del riego basado en la fenología, la expansión de las aplicaciones SWRT y AVM+CAFE, el fortalecimiento de las instituciones MAR, el desarrollo de cadenas de valor locales de biocarbón y la promoción de servicios de vehículos aéreos no tripulados (UAV) gestionados de forma cooperativa. Con respecto a estos últimos sistemas de monitoreo, se están reestructurando los marcos regulatorios que los permiten.

preguntó.

Las acciones a largo plazo (5-10 años) deberían tener como objetivo integrar plenamente las soluciones de Salam-MED en las estrategias nacionales de adaptación, mejorar la cooperación en materia de resiliencia ante la sequía en todo el Mediterráneo, incorporar plataformas de sistemas de apoyo a la decisión en los servicios de asesoramiento y establecer sistemas de monitoreo silvopastoril a largo plazo mediante vehículos aéreos no tripulados e inteligencia artificial.



**SALAM-MED**  
sustainable  
approaches  
to land and water  
management  
in mediterranean  
drylands



[www.salam-med.org](http://www.salam-med.org)

**Nucleo Ricerca Desertificazione NRD**  
**Università degli Studi di Sassari**  
V.le Italia 39a - 07100 Sassari - Italia  
Tel.: +39 079 213102/3 / Fax: +39 079 219394  
E-mail: [salam\\_med@uniss.it](mailto:salam_med@uniss.it) / [nrd@uniss.it](mailto:nrd@uniss.it)

**SALAM-MED Website [www.salam-med.org](http://www.salam-med.org)**