

## Lecciones extraídas del pasado: perspectiva histórica de la hidrología forestal y la conservación del suelo al norte y al sur de la cuenca mediterránea

**Pietro Piussi, Yves Birot, Éric Roose y Mohamed Sabir**

Los problemas de conservación del suelo y de la hidrología forestal están íntimamente unidos al proceso de deforestación. En el área mediterránea, la destrucción de la cubierta forestal empezó en tiempos prehistóricos debido, en parte, al resultado de la transformación de bosques en tierras agrícolas – aterrazando el terreno, organizando los flujos de agua y su drenaje e instalando cultivos de herbáceas y de árboles – o por el uso irracional de los bosques para pastoreo o diversos sistemas de cultivo rotativo. Desde el punto de vista hidrológico estas actividades dieron como resultado frecuentes inundaciones que causaron grandes daños a las comunidades que vivían en los valles y llanuras. Las consecuencias negativas de las actividades humanas se exacerbaban a causa de las condiciones medioambientales adversas específicas del área mediterránea: el clima, la topografía y la amplia distribución de la caliza. A nivel local, el descenso ocasional de la población ha conducido, en ciertos casos, al abandono del suelo y a una sucesión secundaria de cubierta forestal de nueva generación; sin embargo, la tendencia que ha prevalecido, por lo menos en algunas partes de la ribera norte del Mediterráneo, hasta mediados del S XIX o del XX es la explotación intensa del suelo. Esta es la situación con la que, actualmente, se encuentran los países de las riberas sur y este, a lo que, tal vez, haya que añadir los aspectos relacionados con la gestión de los recursos hídricos (colmatación de embalses).

---

Los programas de gestión de cuencas, que surgieron como respuesta a importantes catástrofes hidrológicas, se basaron en ingeniería civil y biológica y se han implementado en Europa desde la segunda mitad del siglo XIX; han tenido un gran éxito a pesar del limitado conocimiento en hidrología forestal y la insuficiente consideración de los factores sociales. Hoy, el reto consiste en mantener las funciones protectoras a través de la renovación de las áreas plantadas y su equipamiento en contextos socioeconómicos totalmente diferentes.

---

### Cuadro 23. Desde 1860 al presente: el Programa Francés de Restauración de Terrenos de Montaña (RTM)

Tras las inundaciones catastróficas de mediados de 1800, que afectaron a los tramos bajos de las cuencas de los ríos, debido a la retirada de bosques causada por la excesiva presión del hombre (demografía, sobrepastoreo y cultivo), surgió un activo debate político a nivel nacional. Tuvo como resultado una serie de actos y promulgación de leyes – la más conocida es la de 1882 sobre la “restauración y conservación de los terrenos de montaña”. El marco legal y judicial junto con una substancial financiación pública, permitió el desarrollo de una ambiciosa política estatal que tuvo como resultado la compra de 380.000 ha de suelo, sobre el que se llevaron a cabo trabajos de ingeniería civil y biología para prevenir y controlar la escorrentía y la erosión y limitar su impacto sobre personas e infraestructuras. Esta política tuvo lugar en un contexto general de expansión de la industria y de la promoción de programas nacionales, como el desarrollo ferroviario, la planificación del uso del suelo y su rehabilitación favoreciendo el drenaje y la aforestación (Landes, Sologne y Champagne) en un momento en el que florecía la ideología del progreso basado en la tecnología.

Además de una ideología real que surgía alrededor de los conceptos y objetivos del RTM, la Administración Forestal, encargada de llevar a cabo esta política, pudo organizar un cuerpo de métodos y tecnologías basados en los trabajos pioneros teóricos y aplicados de Surrel y Demontzey. Las operaciones, concentradas en las cabeceras de las cuencas hidrológicas y/o en las áreas vulnerables, se basaron en una combinación de: I) revegetación o potenciación de la vegetación existente plantando árboles (especies locales y *Pinus nigra*) en las pendientes, matorrales y herbáceas a lo largo de los márgenes en los barrancos, completado con algún aterrazamiento y II) ingeniería civil, que consistió en construir presas en escalera en los lechos de los torrentes para reducir la erosión de los márgenes y limitar el transporte de materiales. Echando la vista atrás hacia las condiciones que prevalecían hace 150 años, no cabe duda de que esta política, mantenida década tras década, ha tenido bastante éxito. Esta historia de un éxito, o saga RTM, se presentó como la panacea y se usó como base para un esquema de “copiar/pegar” de los conceptos y principios del RTM en otros países, en Europa y en el Magreb, durante el período colonial. En el último caso, la infravaloración de las diferencias en los contextos ecológicos, socioeconómicos y culturales condujeron, en ocasiones, al fracaso (ver Cuadro 25)

#### Algunas cifras sobre los logros del RTM

Reforestación > 260.000 ha

Municipios involucrados: 950 en 25 Departamentos en zonas de media o alta montaña; 1.100 torrentes “tratados”; 100.000 pequeñas presas construidas; trabajo en 115 deslizamientos de tierras y 100 corredores de avalanchas.

Sin embargo, visto desde un ángulo social, se debe hacer notar que el RTM ha seguido, básicamente, un proceso vertical (de arriba a abajo) que, en algunos casos, ha dado origen a conflictos con las poblaciones locales rurales (se forzó a los granjeros a vender sus tierras) o aceleró su migración a las ciudades u otras áreas. No hay que perder de vista el contexto histórico del siglo XIX, caracterizado por una marcada centralización y por la convicción de que tales políticas dirigidas al interés público, y al equilibrio de las necesidades de las áreas de cabecera y el tramo bajo (e incluso áreas más amplias) y cuyos objetivos eran a tan largo plazo, debía ser diseñada y ejecutada de un modo centralizado.

La edad de oro de la RTM tuvo lugar entre 1882 y la primera guerra mundial. En 1909, más de dos tercios de las áreas designadas por la RTM ya se estaban tratando. El período entre 1914 y 1940 se caracterizó por el mantenimiento y gestión del trabajo ya echo debido al impacto económico y social de la guerra. El declive vino después de la segunda guerra mundial como resultado de una disminución de los fondos y el aumento del coste del mantenimiento (en particular los costes de mano de obra). En 1980 el RTM sufrió una profunda reforma y se restableció dentro de la Oficina Nacional de Bosques (ONF).

Los principales retos, en un contexto de recursos financieros limitados como el actual, consisten en encontrar compromisos entre el mantenimiento o la renovación de los bosques y su equipamiento, y cómo tratar las necesidades de seguridad (riesgos aceptables y aceptados) en relación con diversos riesgos naturales en las áreas montañosas. Es más, hoy en día resulta primordial la articulación de una política estatal con las autoridades locales. La política RTM del siglo XIX fue una respuesta a hechos catastróficos, a través de una nueva legislación y con considerables medios económicos. ¿Será suficiente con actualizar la RTM, tendrá la suficiente fuerza y eficacia, o tendremos que esperar a la próxima catástrofe ecológica o humana?

### Cuadro 24. Cuenca fluvial, escorrentía, presa, sedimentos: la historia italiana

Durante los últimos 150 años los trabajos de aforestación y de ingeniería hidráulica se han desarrollado en paralelo en las montañas italianas. Montañas y colinas dominan el paisaje italiano, mientras que las planicies ocupan sólo el 20% del país. A finales del siglo XIX, tras muchos siglos de sobreexplotación de las áreas montañosas –que dieron como resultado altas densidades de población y prácticas irracionales de uso del suelo – el territorio italiano se caracterizaba por una cubierta forestal drásticamente reducida y una erosión torrencial extremadamente activa, mientras que las planicies entre las montañas y el mar eran ocupadas con frecuencia por marismas.

Ya a finales del siglo XIX se llevaron a cabo algunos trabajos de aforestación y control de los torrentes. Sin embargo, una nueva política integrada de uso del suelo, lanzada en 1933, dirigía la mejora integral de las cuencas hidrológicas mediante del drenaje, construcción de carreteras y nuevos asentamientos en las planicies junto con trabajos de ingeniería y silvicultura en las montañas. En el mismo período, el desarrollo hidroeléctrico requería medidas de control de la erosión para limitar la acumulación de sedimentos en los embalses artificiales. Entre 1867 y 1950 las áreas plantadas sumaban un total de 194.000 ha. El trabajo de recuperación de marismas prosiguió durante mucho más tiempo.

En la década de 1950, se inició una nueva ola de aforestación para mitigar los altos niveles de desempleo de las áreas rurales. Entre 1950 y 1959 se establecieron 159.000 ha de plantaciones, principalmente en la parte sur del país. La técnica más comúnmente empleada en terreno inclinado era el uso de *gradoni* – pequeñas terrazas construidas en líneas topográficas en las que las plantas jóvenes podían tener suficiente suelo y humedad para sobrevivir durante la estación seca. En los Apeninos y en la parte baja de los Alpes, las degradadas condiciones del lugar requerían del uso prácticamente en exclusiva de *Pinus nigra*, incluso si ocasionalmente se sembraba alguna frondosa entre los pinos jóvenes, con bastante poco éxito. Las plantaciones llevadas a cabo desde la década de 1960 se llevaron a cabo en mejores suelos, por lo que se usaba el abeto (*Albies alba*) y el abeto douglas (*Pseudotsuga menziesii*). Un tema diferente era la aforestación– realizada principalmente con pino piñonero (*Pinus pinea*) – sobre los suelos arenosos a lo largo de la costa, dirigidos a frenar la erosión del viento y los movimientos dunares, así como a proteger los cultivos agrícolas, asentamientos e infraestructuras.

Desde un punto de vista social, es cierto que los programas de aforestación en las áreas montañosas crearon muchas oportunidades laborales. Hubo, sin embargo, al menos al principio y especialmente al sur de Italia, una marcada oposición a las plantaciones por parte de los pastores y latifundistas que alquilaban sus tierras a pequeños arrendatarios. Como consecuencia, las jóvenes plantaciones eran a menudo destruidas por el fuego y por pastero ilegal.

La gestión de las cuencas hidrográficas por medio de la ingeniería civil y la aforestación, normalmente llevada a cabo en suelo privado, siempre se acababa dificultada por falta de recursos financieros públicos. Esta falta de fondos no permitió el control del sotobosque ni el aclareo en las plantaciones, ni tampoco los trabajos de mantenimiento en las presas en años más recientes. Durante las últimas décadas, el valor de la madera ha caído en picado mientras que los nuevos bosques se valoran ahora por su valor estético y de ocio; por estas razones, ha crecido la importancia social del mantenimiento de los bosques pero sin ventajas para sus propietarios. Hoy, la mayoría de las plantaciones son excesivamente densas y los períodos secos del verano causan gran mortalidad, lo que aumenta la acumulación de combustible, que supone un elevado riesgo de incendio. La regeneración natural de las especies introducidas suele ser nula, y el establecimiento de otras especies (renaturalización) no es común. Los silvicultores se enfrentan ahora a nuevos problemas económicos, técnicos, sociales y políticos.

Los trabajos de gestión de cuencas se llevaron a cabo por el estado central a mediados del siglo XIX (unas décadas antes en Austria) como respuesta a la necesidad de controlar las inundaciones y reducir la erosión del suelo, lo que causaba frecuentes pérdidas de vidas y daños importantes en los asentamientos e infraestructuras de las partes bajas de los valles y en las planicies (Cuadros 23 y 24). El trabajo llevado a cabo durante el siglo XX también se orientó a la protección de las laderas de las montañas que rodean las reservas artificiales de agua construidas para la industria eléctrica. En la mayoría de

### Cuadro 25. Programas de conservación del suelo en el Magreb con particular atención al programa de Defensa y Restauración de Suelos en Argelia desde 1940 hasta 1980

Tras de la colmatación del puerto de Orán y de varios fenómenos espectaculares relacionados con la erosión en la cordillera del norte de Argelia, la administración forestal francesa consultó con un especialista americano en conservación del suelo, W.C. Lowdermilk, e inició entonces un ambicioso programa de conservación de suelo y agua denominado DRS: este programa se basaba en aterrazamientos llevados a cabo siguiendo las curvas de nivel en las zonas cultivadas, (denominados “terrazas” de absorción), complementado por trabajos del tipo RTM (ver Cuadro 23) de control torrencial en barrancos, y aforestación de suelos degradados y sobrepastoreados principalmente en las cabeceras de las cuencas. Estos trabajos se basaron en el conocimiento empírico, sin prácticamente investigación que los validase. Entre 1940 y 1980, aproximadamente, en la región del Magreb el servicio especializado del DRS, bajo los auspicios de varios ministerios, trató un millón de hectáreas. La administración colonial, y el estado, aportaron fondos y medios considerables con objeto de contrarrestar el espectacular fenómeno de la erosión mediante extensas áreas de aterrazamientos en las cuencas, incluidas las presas, reforestando las partes altas de las cuencas (más de 800.000 ha sólo en Argelia), corrigiendo los barrancos y estableciendo cursos temporales de agua (oueds), al objeto de proteger las grandes construcciones, como las presas, que se veían amenazadas.

A partir de los años 80 se han llevado a cabo evaluaciones de estos programas de conservación de agua y suelo en Argelia así como en Túnez y Marruecos. Muestran, en general, un impacto positivo limitado de las ingentes inversiones. Aún hoy prevalecen inundaciones, colmatación de las presas y baja producción de madera y de los cultivos. En Argelia una investigación ha mostrado que en las 350.000 hectáreas tratadas, el 20% de las terrazas se han destruido intencionadamente para implantar cultivos, el 60% padecen abarrancamiento –nunca han tenido mantenimiento y ya no son operativas– mientras que sólo el 20% están en buen estado pero se localizan en áreas no proclives a la erosión. En Marruecos, los estudios muestran que la mayoría de las terrazas construidas en suelos con cierto tipo de material (argilitas, esquistos blandos, margas) o en pendientes pronunciados (25%) han contribuido a los deslizamientos de tierra y abarrancamientos, que son peores que la erosión superficial que trataban de corregir.

Desde 1985 se aplica en Argelia un nuevo método basado en un enfoque participativo de desarrollo rural integrado que se propone, se discute y se experimenta. Este enfoque incorpora nuevos resultados de investigaciones (control de la erosión superficial, efectos de la preparación del suelo de algunas prácticas agrícolas) y nuevos criterios para una mejor explotación del territorio a la hora de producir cultivos para los habitantes locales y forraje para los animales domésticos, al tiempo que se reduce el riesgo de erosión. Estudios recientes llevados a cabo en Marruecos, sobre las técnicas tradicionales de gestión del agua superficial y la fertilidad del suelo, muestran el uso de un amplio abanico de técnicas en relación con las condiciones sociales y agroecológicas locales. Se proponen mejoras para incrementar su efectividad-coste y su eficacia para controlar la pérdida de suelos, secuestro de carbono y biodiversidad.

los casos este trabajo – la construcción de presas y la reforestación– era también un preciado apoyo para el empleo en las regiones montañosas en las que el despoblamiento ya era un fenómeno ampliamente extendido. Las plantaciones se llevaban a cabo con especies de árboles pioneras. Las técnicas de ingeniería civil aplicadas en los torrentes de montaña así como las técnicas de reforestación se discutían ampliamente y se convertían en cursos universitarios; además, las experiencias locales estimulaban contactos y visitas internacionales.

Sin embargo, algunos de los factores (agricultura y pastoreo) que provocaron la deforestación y erosión del suelo, también actuaron, por lo menos localmente, como barreras para la formación de una nueva cubierta forestal, puesto que las plantaciones redujeron las áreas de pastoreo y limitaron los usos tradicionales del suelo, profundamente

arraigados en las áreas rurales remotas. La reforestación, no siempre estrictamente ligada al trabajo de gestión de las cuencas, no era sólo un problema técnico que tenía que ver con la ecología y la ingeniería civil. La gestión de las cuencas pretendía mejorar las condiciones de vida de sectores importantes de la población y la economía, agricultura moderna en las llanuras, ciudades, industrias, carreteras y ferrocarriles, etc. En algunos casos suponían también una oportunidad para dejar huella de la actividad del poder político: el “nuevo” paisaje era una firma permanente del poder gobernante. Sin duda, también era un alivio para el desempleo –al menos temporalmente. Se ha dicho muy poco sobre las sociedades tradicionales locales que viven en los territorios de montaña; la tierra erosionada y una vegetación pobre mantenían una economía rural. La aforestación, especialmente cuando se reforestaban suelos comunales (como los baldíos en Portugal) o grandes propiedades privadas alquiladas a pequeños campesinos fue agudizando las dificultades económicas preexistentes y estimulando el malestar social. El pastoreo ilegal y los incendios fueron las respuestas obvias.

Los ambiciosos programas de conservación de suelo y agua llevados a cabo en la ribera sur del Mediterráneo, con un enfoque más integrado orientado al pastoreo, la agricultura y la silvicultura conjuntamente, han producido resultados muy diferentes que, de alguna manera, quedan muy por debajo de las expectativas. Esto se debe al insuficiente conocimiento científico y a un planteamiento demasiado vertical (de arriba a abajo).



Figura 57. Operaciones de reforestación en Italia en 1895.



**Figura 58.** Equipos de control de torrentes en Marruecos. Fotos de Mohamed Sabir.

La hidrología forestal y las medidas de conservación del suelo se desarrollaron mucho más tarde en la ribera sur (Marruecos, Argelia y Túnez) del Mediterráneo. Estas medidas se han llevado a cabo a muy gran escala por parte de la administración colonial francesa desde 1940 a través de ambiciosos programas de gestión de cuencas restaurando el suelo degradado por medio de la aforestación, de la construcción de terrazas y de la gestión agroforestal. El modelo RTM (ver Cuadro 23) inspiró toda la empresa pero en un contexto diferente, en particular porque se llevó a cabo en áreas densamente pobladas y con un planteamiento más integrador de las actividades y el desarrollo rurales a nivel del paisaje. Hasta cierto punto, también combinaba la ingeniería biológica y la ingeniería civil – para esta última, los desarrollos tecnológicos hicieron posible el uso de maquinaria pesada (tractores, bulldozers, etc /

Este trabajo, llevado a cabo a lo largo de más de un millón de hectáreas en Argelia, Túnez y Marruecos, pretendía crear una cubierta forestal, reforzando los taludes y protegiendo los grandes asentamientos, desarrollando prácticas de pastoreo y agricultura sostenibles así como protegiendo las infraestructuras humanas. Estos programas se aplicaron una vez que los países hubieron recuperado su independencia, pero con diferentes niveles de inversión (Figura 57). El Cuadro 25 ofrece una visión global de estos programas y sus resultados, que se aplicaron con un conocimiento limitado de los procesos de erosión, y una política marcadamente diseñada y aplicada de arriba a abajo y de manera centralizada (el enfoque participativo no estaba “de moda” en esos tiempos). (sic).

Las principal razón del fallo general de estos programas hay que buscarlas en problemas técnicos y sociales que se pueden resumir de la siguiente manera: I) conocimiento pobre de la geología y la dinámica del suelo locales, II) sobreestimación de la erosión laminar, III) en general, la sobreestimación de la escorrentía media, incluso si puede ser importante en caso de lluvias fuertes e intensas; IV) material de plantación de árboles de escasa calidad y tendencia a la plantación monoespecífica a gran escala, V) la reticencia de la población local a cambiar prácticas como técnicas de cultivo y de pastoreo y V) los aspectos legales relativos a la propiedad del suelo, etc.



---

Se debería reconsiderar la puesta al día y el ajuste de las políticas de conservación de agua y suelo en relación a bosques y árboles en el contexto actual. Esta renovación se debería emprender lo antes posible sin esperar a que ocurran nuevas catástrofes, usando los conocimientos más modernos e integrando todos los aspectos relacionados con el desarrollo sostenible.

---

Las lecciones a aprender de estas empresas del pasado para controlar los problemas hídricos y de pérdida de suelo son múltiples:

- a) Resulta evidente que los problemas medioambientales y sus soluciones no son sólo técnicos sino también socioeconómicos y culturales. Para que un programa resulte efectivo y duradero se debería desarrollar sin que la población local se involucre en exceso. (sic). Las administraciones locales deberían responsabilizarse más tanto del nuevo desarrollo urbano como de las actividades rurales tradicionales.
- b) Los problemas medioambientales son complejos y tienen que ver, entre otros, con el balance hidrológico, la pérdida de fertilidad del suelo por la erosión, y el desarrollo rural y económico. La solución debe, por lo tanto, integrar todos los aspectos del desarrollo sostenible.
- c) Resulta crucial definir los riesgos aceptables y el balance de ventajas y desventajas entre riesgos diferentes y/o interrelacionados.

Mirando el contexto actual resulta obvio que es necesario un planteamiento holístico de la gestión y la planificación de los paisajes y los territorios. Los recientes hechos del sur de Italia han demostrado que los problemas de conservación no solo implican la gestión tradicional de cuencas y la aforestación, sino también el uso inapropiado del suelo para construir edificios e infraestructuras sobre un suelo geológicamente frágil. La erosión laminar ha disminuido en las últimas décadas debido al aumento de la superficie forestal (principalmente debido a la sucesión secundaria) y a la protección del suelo; sin embargo, los incendios forestales pueden causar un daño importante, en cualquier momento, a las capas superficiales del suelo. Los corrimientos de tierras y la erosión en cárcavas son los mecanismos que más contribuyen al transporte de materiales. El clima y sus caprichos – como la sequía del verano de 2003 y las intensas precipitaciones del invierno de 2010– nos recuerdan que los fenómenos naturales no se pueden infravalorar. Desde el inicio de las políticas de gestión de las cuencas han tenido lugar muchos cambios y han surgido nuevos problemas: la regeneración de las plantaciones más antiguas, la falta de aclareo, y el aumento del riesgo de incendio, el impacto de la fauna silvestre (ungulados), el nuevo papel de los bosques para el ocio, la fijación de CO<sub>2</sub> y la biodiversidad. Estos temas se deben abordar conjuntamente.

### Lecturas recomendadas

- Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze 1961. Atti del congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati. AISF Firenze.
- Arabi, M. , Kedaïd, O.E., Bourougaa, L., Asla, T. and Roose, E., 2004. Bilan de l'enquête sur la défense et la restauration des sols (DRS) en Algérie. Sécheresse (Paris) 15(1): 87-95.
- Brugnot G. and Cassayre Y. 2003. De la politique française de restauration des terrains en montagne à la prévention des risques naturels XII World Forestry Congress. Québec, Canada. [www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0034-C3.HTM](http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0034-C3.HTM)
- Lilin, Ch. 1986. Histoire de la restauration des terrains en montagne. Cah. ORSTOM sér Pédol., 22: 139-146.
- Puglisi, S. 1996. Le scienze forestali contro le alluvioni. In: La difesa dalle alluvioni (M. Falcia e F. Preti eds.) Consiglio Nazionale delle Ricerche. Pp. 485-499.
- Roose, E. 2004. Evolution historique des stratégies de lutte antiérosive: vers la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Sécheresse (Paris)15:1: 9-18.
- Roose, E., Laouina, A. and Sabir, M., 2010. Adaptation des stratégies paysannes de la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols(GCES) aux conditions écologiques du Maroc. IRD + ENFI, éditeurs, Montpellier. 380 p.





What Science  
Can Tell Us

# Agua para los Bosques y la Sociedad en el Mediterráneo

– Un difícil equilibrio

Yves Birot, Carlos Gracia y Marc Palahí (editores)



# What Science Can Tell Us

Marc Palahí, Editor-In-Chief  
Minna Korhonen, Managing Editor  
The editorial office can be contacted at [publications@efi.int](mailto:publications@efi.int)

Layout: Kopijyvä Oy / Janne Kuivalainen  
Printing: Kopijyvä Oy

Disclaimer: This volume has been developed with the support of the SylvaMED Project “Mediterranean forests for all”, with the financial contribution of the European Union through its European Regional Development Fund and the Programme MED. The views expressed are those of the authors and do not necessarily represent those of the European Forest Institute or the European Union.

ISBN 978-952-5453-87-4 (printed)  
ISBN 978-952-5453-88-1 (pdf)



EUROPEAN FOREST INSTITUTE