

MARJADES I PREVENCIÓ DE RISCS NATURALS

TERRAZAS Y PREVENCIÓN
DE RIESGOS NATURALES

TERRASSES ET PRÉVENTION
DE RISQUES NATURELS

TERRAÇOS E PREVENÇÃO
DE RISCOS NATURAIS

Publicació realitzada en el marc del projecte
TERRISC INTERREG III B SUDOE
Recuperació de paisatges de marjades
i prevenció de riscos naturals



Consell de
Mallorca

MARJADES I PREVENCIÓ DE RISCOS NATURALS

TERRAZAS Y PREVENCIÓN
DE RIESGOS NATURALES

TERRASSES ET PRÉVENTION
DE RISQUES NATURELS

TERRAÇOS E PREVENÇÃO
DE RISCOS NATURAIS



Aquest llibre s'ha realitzat durant els anys 2004-2006 en el marc del projecte TERRISC de la iniciativa comunitària INTERREG III B SUDOE.

Coordinador tècnic: Antoni Reynés Trias

Autors:

Consell de Mallorca. Departament de Medi Ambient

Antoni Reynés Trias
Philippe Alvaro Frotté
Guillem Alomar Canyelles
Jaume Vadell Adrover (Universitat de les Illes Balears)
Gabriel Alomar Garau (Cartografia)

**Centre National de la Recherche Scientifique
UMR 6012 "Espace"**

Claude Martin
Françoise Allignol
Jean-François Didon-Lescot
Jean-Marie Castex (Professor honorari)

Parc National des Cévennes

Didier Lécuyer

**Nucleo de Investigação Científica de Incendios Forestais.
Faculdade de Letras da Universidade do Coimbra**

Luciano Fernandes Lourenço
Adriano Nave Pereira
Nuno Manuel Carvalho Pereira
Mafalda Cardoso da Silva
Ana Patricia Ferreira Carvalho
José Fialho

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Carlos Valdir Bateira
Elsa Maria Teixeira Pacheco
Laura Maria Machado Soares
Susana da Silva Pereira
Ângela Alice Vale da Serra Seixas
Carlos Manuel Fialho Hermenegildo

Fundació El Solà

Xavier Rebés d'Areny-Plandolit
Francesc Xavier Sanahuja Borràs
Neus Borrell Cedó

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Lidia Esther Romero Martín
Purificación Ruiz Flaño (Universidad de Valladolid)
Pablo Máyer Suárez

© De l'edició: Consell de Mallorca
Impressió i maquetació: Gràfiques Loyse, S.L.
ISBN: 978-84-96069-88-6
DL: PM 2817-2007

Departament de Medi Ambient. Consell de Mallorca
General Riera, 111. 07010 Palma de Mallorca
www.conselldemallorca.net/mediambient

ÍNDIX

PRÒLEG	5
INTRODUCCIÓ	9
Introducción	11
Introduction	13
Introdução	15
ESTUDIS REGIONALS	17
CONTRIBUCIÓ DELS CAMPS MARJATS EN LA PREVENCIÓ DE RISCS NATURALS A LA SERRA DE TRAMUNTANA (MALLORCA)	19
INTRODUCCIÓ	19
EL PATRIMONI DE MARJADES	19
RECERCA. METODOLOGIA I RESULTATS	22
Conca del torrent de sa Figuera	
Evolució de l'activitat agrària a sa Figuera	
L'interès patrimonial de les marjades	
Els conreus	
Sistemes de drenatge associats als camps marjats	
Els sòls de les terres marjades de sa Figuera	
L'estat de les marjades	
Gestió agrària i erosió del sòl	
Camp experimental	
Seguiment de l'escolament i l'erosió hídrica a l'àrea pilot	
Els incendis forestals a sa Figuera	
CONSIDERACIONS FINALS	38
BIBLIOGRAFIA	40
HIDROLOGIA DE TERRAÇOS AGRÍCOLAS E INSTABILIDADE DE VERTENTES NO VALE DO DOURO	41
VALE DO DOURO, MARGEM NORTE ENTRE OS RIOS TÂMEGA E CORGO.	41
Morfologia e clima	
Litologia	
Recursos hídricos	
Apresentação histórica	
População e actividades económicas	
As paisagens de terraços e sistemas de armação do terreno no Vale do Douro	
CARACTERIZAÇÃO DOS ESPAÇOS DE TERRAÇOS.	45
Metodologia	
Estado de conservação dos terraços	
Ocupação do solo	
Sistemas de armação de terreno na bacia da Meia Léguas.	
RISCOS NATURAIS NAS ZONAS PILOTO E CAMPOS EXPERIMENTAIS.	50
Metodologia	
Resultados da monitorização dos processos hidrológicos	
Riscos naturais em áreas de terraços	
CONCLUSÕES	60
BIBLIOGRAFIA	62

PAISAGENS DE SOCALCOS DAS SERRAS DO AÇOR E ESTRELA (PORTUGAL)	67
INTRODUÇÃO	67
Introdução histórica	
Introdução geográfica	
Resenha demográfica	
METODOLOGÍA	69
Campos experimentais e áreas piloto	
Estrutura	
Estado de conservação	
Uso agrícola e culturas predominantes	
Fisionomia vegetal e espécies presentes	
Mapas de risco de incêndio florestal	
PROPOSTAS DE GESTÃO E PERSPECTIVAS	78
Roteiro turístico	
Redução do risco de incêndio	
Preservação do património de socalcos	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
BIBLIOGRAFIA	79
LES AMÉNAGEMENTS ANCIENS DE VERSANTS ET DE THALWEGS EN CÉVENNES: HISTOIRE ET RÔLE HYDROLOGIQUE	81
LES TERRASSES CEVENOLES: INTRODUCTION GEOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE	81
RISQUES NATURELS ET AMENAGEMENTS ANCIENS	84
LES RECHERCHES EN CEVENNES DANS LE CADRE DU PROJET TERRISC	87
Les bassins témoins: la Vallée Obscure et le vallon du Rouquet	
Les aménagements anciens dans les secteurs témoins	
Le réseau de mesure	
REFLEXION SUR LE ROLE DES <i>TANCATS</i>	103
LES AMENAGEMENTS ANCIENS ET LA GESTION DU MILIEU	105
REFERENCES	106
LA EROSIÓN EN LAS TERRAZAS DE LA CUENCA DEL GUINIGUADA (GRAN CANARIA. ISLAS CANARIAS): UN EJEMPLO DE PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD DEL PATRIMONIO CULTURAL TRAS EL ABANDONO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA	109
INTRODUCCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA PILOTO	109
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPACIOS ATERRAZADOS	111
EL RIESGO DE EROSIÓN: METODOLOGÍA	113
EL RIESGO DE EROSIÓN: RESULTADOS	114
DECÁLOGO POR LA CONSERVACIÓN DEL PAISAJE DE BANCALES	116
BIBLIOGRAFÍA	117
ESTUDI DELS PROCESSOS DE DETERIORAMENT DE LES MARJADES EN EL CAS DE LA FATARELLA	119
INTRODUCCIÓ	119
DESCRIPCIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI	119
METODOLOGIA	121
INTERPRETACIÓ I CONCLUSIONS	123
BIBLIOGRAFIA	124
CONCLUSIONS	127
Conclusiones	131
Conclusion	135
Conclusões	139

PRÒLEG

El projecte TERRISC, Recuperació de Paisatges de Terrasses i Prevenció de Riscs Naturals, ha possibilitat la col·laboració de quatre regions de tres estats europeus: Espanya, França i Portugal, tots ells interessats per la funció que realitzen els terrenys marjats en la prevenció de riscos naturals, així com la regulació i la gestió dels recursos hídrics, sense perdre de vista els seus notables valors culturals i paisatgístics. Això s'ha pogut dur a terme gràcies al suport de la Unió Europea en el marc del programa INTERREG-III B SUDOE.



És important destacar la diversitat d'entitats participants, sempre enriquidora i que ha permès que una administració pública insular, el Consell de Mallorca, universitats, com la de Porto i Coimbra de Portugal, o Las Palmas de Gran Canària d'Espanya, centres de recerca, com el CNRS de Languedoc-Roussillon o espais naturals protegits, com el Parc Nacional de Cévennes, i una fundació privada com la Fundació el Solà de la Fatarella (Tarragona), treballin conjuntament per intercanviar perspectives, opinions i posar a punt una metodologia contrastada que garanteixi la consecució dels objectius proposats.

Els resultats no poden ser més positius i així ho demostren els treballs efectuats al llarg del projecte: seminaris, publicacions, pàgina Web i sobre tot el contacte continuat entre els tècnics i les institucions implicades, un dels objectius de l'Europa que se'ns presenta com un àmbit territorial comú.

El camí està encetat, i els fonaments consolidats fruit de l'experiència acumulada pels socis al llarg d'anys de gestió, conservació i recerca, aconsellen, seriosament, continuar el treball per millorar el coneixement sobre els espais marjats i d'aquesta manera poder dur a terme, en un futur no gaire llunyà, l'ordenació i la gestió del territori més sostenible.

Catalina Julve Caldenty
*Consellera executiva de Medi Ambient del
Consell de Mallorca*

INTRODUCCIÓ

INTRODUCCIÓN

INTRODUCTION

INTRODUÇÃO

INTRODUCCIÓ

Aquesta publicació és el resultat del projecte TERRISC (Recuperació de Paisatges de Terrasses i Prevenció de Riscs Naturals), enquadrat en la prioritat 2 del programa europeu INTERREG-III B espai SUDOE, l'objectiu principal del qual és valorar els recursos naturals i medioambientals del patrimoni natural i històric. El projecte ha estat cofinançat per la iniciativa comunitària INTERREG del Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) per a la cooperació entre les regions europees del període 2000-2006.

Hi han participat, com a socis, el Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca, amb experiència en l'estudi, la rehabilitació i la protecció del patrimoni de pedra en sec; el Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais de la Facultade de Letras da Universidade de Coimbra, que du a terme investigacions aplicades a l'àrea de la prevenció i els efectes produïts pels incendis forestals; la Facultade de Letras da Universidade do Porto, que disposa de diversos treballs sobre erosió dels sòls i els moviments de vessant; el Centre National pour la Recherche Scientifique – Delegació Languedoc Roussillon, on el UMR 6012 ESPACE treballa sobre fenòmens hidrològics i hidrosedimentaris; i el Parc National des Cévennes, que inclou entre els objectius la conservació dels paisatges i la valoració del patrimoni cultural rural.

Com a associats, hi han intervingut el Departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que ha aportat l'experiència en la investigació dels espais agrícoles marjats i la funcionalitat hidrogeomorfològica, i la Fundació El Solà de la Fatarella (Tarragona), que des de 1999 du a terme accions de catalogació, recuperació i divulgació del patrimoni cultural de la Terra Alta.

Aquestes regions, que ofereixen una gran diversitat de condicions físiques i socioeconòmiques, es caracteritzen per la presència de grans espais marjats, que constitueixen una mostra representativa d'aquests paisatges en l'àmbit europeu. La construcció de murs de pedra en sec, amb la finalitat de crear sòls més profunds i estables, va suposar una intensa modificació d'aquests territoris i, juntament amb les estructures associades a les marjades (parets, refugis per a persones i animals, camins, etc.), configura entorns de gran valor etnològic i constructiu, amb una valuosa càrrega simbòlica i identitària a escala regional.

La singularitat dels paisatges marjats és reconeguda internacionalment, de manera que la UNESCO ha declarat alguna d'aquestes àrees Patrimoni de la Humanitat, com és el cas de les terrasses vitícoles de l'Alto Douro i els vessants marítics de Cinque Terre, mentre que d'altres gaudeixen de protecció estatal, com ara el barranc de Biniraix a Mallorca.

Malgrat l'interès que tenen, els vessants escalonats amb murs de pedra en sec pateixen a Europa els efectes de la decadència del món rural, agreujada per les dificultats de mecanització d'aquests sistemes de conreu. La terciarització de l'economia, el retrocés de l'ús agrícola i la migració de la població cap a les ciutats i el litoral contribueixen negativament en la seva conservació.

El procés d'abandonament té sovint conseqüències irreversibles. La vegetació colonitza les antigues terres de conreu i la falta de manteniment fa que es multipliquin els esbaldrecs en els murs i es col·lapsin els elements de drenatge. El deteriorament afecta també zones d'expansió urbana i regions amb conreus de gran valor afegit, en què els murs de pedra en sec se substitueixen per talussos de terra per tal d'ampliar les marjades i facilitar-hi l'ús de maquinària agrícola. Els efectes derivats d'aquesta dinàmica de transformació són diversos: pèrdua de valor patrimonial i cultural, deteriorament medioambiental i uniformització del paisatge.

Davant la desaparició d'aquest llegat material i immaterial únic, són nombroses les iniciatives de caràcter local i regional que han dut a terme organismes públics i associacions no governamentals, adreçades a la seva conservació i valoració.

En aquesta línia, i des del 1996, s'han desenvolupat diversos projectes europeus de cooperació transnacional, com el PROTERRA, que va treballar en la valoració del conreu sobre marjades del sud d'Europa, o els projectes REPPIS, REPS, CARREFOUR i MEDSTONE, que, tot i que parteixen de punts de vista diversos, tenien com a denominador comú la promoció del desenvolupament local mitjançant el patrimoni de pedra en sec. Amb els projectes citats es generen iniciatives com la creació d'itineraris culturals, tallers per a professionals de la construcció de pedra en sec, i, en general, es va treballar en diversos marcs teòrics per al desenvolupament sostenible de les regions que tenen un patrimoni de pedra en sec important.



El projecte PATTERN (1999-2001), en el qual participaren el Consell de Mallorca, l'Association pour le Développement Infographique (Provence-Alpes-Côte d'Azur) i la Universitat de Gènova (Liguria), va proposar una metodologia de catalogació dels espais marjats, principalment des d'un punt de vista patrimonial, com a etapa prèvia per establir mesures de gestió. A les conclusions ja es destacaven els problemes medioambientals associats al procés d'abandonament, especialment l'augment del risc d'incendi, dels moviments de vessant i de l'erosió.

Aquesta preocupació per la relació entre els espais marjats i els fenòmens naturals s'enquadra en l'interès creixent per prevenir les catàstrofes, que en alguns casos han tingut un fort impacte en la societat, com les inundacions al departament de Gard (França) de setembre de 2002 o els incendis forestals esdevinguts entre 2003 i 2005 a Portugal, que devastaren quasi 900.000 ha.

La sensibilització de la societat actual envers els successos catastròfics es fa palesa amb la incorporació de la prevenció i la gestió en les línies d'acció prioritària a escala mundial, europea i estatal. En aquest sentit, l'estratègia internacional de reducció de desastres (EIRD) de l'ONU presenta, entre d'altres objectius, la promoció de la investigació per millorar els coneixements sobre els desastres naturals i el seu origen. Així mateix, insta perquè s'apliquin aquests coneixements teòrics a les mesures de prevenció i dona suport a la transferència de bones pràctiques, a l'accés a les dades i a l'intercanvi d'informació entre països.

Per altra banda, la resolució A/RES/61/2007 sobre desastres naturals i vulnerabilitat de febrer de 2007, aprovada per l'Assemblea General de l'ONU, recomana incorporar l'avaluació de riscos en l'àmbit estatal i en el local.

A l'entorn europeu, s'ha de destacar l'interès del Parlament Europeu en la prevenció de catàstrofes naturals, reflectit en la Resolució, de setembre de 2005, P6_TA(2005)0334 (incendis, inundacions), en la qual s'insta els estats membres a reforçar les polítiques de prevenció de riscos i a millorar la investigació d'aquests successos, o en la Posició comuna núm. 33/2006, de novembre de 2006, prèvia a l'adopció de la Directiva del Parlament Europeu del Consell, relativa a l'avaluació i la gestió dels riscos d'inundació, que torna a incidir en la importància d'elaborar mapes

de perillositat. Aquestes iniciatives supranacionals tenen continuïtat en els diversos plans de prevenció de risc d'àmbit estatal i regional.

En aquest context, el projecte TERRISC proposa valorar els espais marjats per la funció que tenen en la prevenció de riscos naturals, amb l'objectiu de contribuir a conservar-los, frenar la dinàmica d'abandonament que els afecta i estimular-ne la recuperació. A partir d'una metodologia comuna, adaptada a les particularitats regionals, s'ha aprofundit en la problemàtica d'aquestes àrees, els sistemes d'anàlisi i les propostes de gestió.

Els socis del projecte han centrat la investigació en l'estudi de diverses conques hidrogràfiques pilot, de les quals s'ha fet la caracterització medioambiental, constructiva, socioeconòmica i cultural. Paral·lelament, s'han monitoritzat els processos hidrogeològics i hidrosedimentaris, s'ha analitzat la influència que té l'ús de les marjades en la propagació dels incendis forestals, i s'ha estudiat el funcionament dels murs de pedra en sec i les estructures de drenatge associades, i la contribució en l'estabilitat dels costers.

La instal·lació de parcel·les experimentals ha permès avaluar el comportament hidrològic dels marges, especialment pel que fa a la capacitat d'infiltració i la influència sobre l'escolament i l'erosió hídrica.

Aquesta publicació recull els resultats dels treballs realitzats en el marc del projecte, amb la intenció d'aportar elements d'informació sobre els processos de degradació als quals estan sotmesos els camps marjats, sobre la influència dels factors ambientals i antròpics en la seva evolució i sobre el paper que tenen en la prevenció dels riscos naturals.

INTRODUCCIÓN

Esta publicación es el resultado del proyecto TERRISC (Recuperación de Paisajes de Terrazas y Prevención de Riesgos Naturales), que se encuadra en la prioridad 2 del programa europeo INTERREG-III B espacio SUDOE, cuyo principal objetivo es la valorización de los recursos naturales y medioambientales del patrimonio natural e histórico. El proyecto ha sido cofinanciado por la iniciativa comunitaria INTERREG del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) para la cooperación entre las regiones europeas del período 2000-2006.

Han participado, como socios, el Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca, con experiencia en el estudio, rehabilitación y protección del patrimonio de piedra en seco; el Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais de la Facultade de Letras da Universidade de Coimbra que desarrolla investigaciones aplicadas al área de la prevención y de los efectos producidos por incendios forestales; la Facultade de Letras da Universidade do Porto, que cuenta con diversos trabajos sobre erosión de suelos y movimientos de vertientes; el Centre National pour la Recherche Scientifique – Délégation Languedoc-Roussillon, donde el UMR 6012 ESPACE trabaja notablemente sobre fenómenos hidrológicos e hidrosedimentarios; y el Parc National des Cévennes que tiene como misiones la conservación del paisaje y la valoración del patrimonio cultural.

Como asociados han intervenido el Departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que ha aportado su experiencia en la investigación de los espacios agrícolas en bancales y su funcionalidad hidrogeomorfológica, y la Fundació el Solà de la Fatarella (Tarragona), que desde 1999 lleva a cabo acciones de catalogación, recuperación y divulgación del patrimonio cultural de la Terra Alta.

Estas regiones, que ofrecen una gran diversidad de condiciones físicas y socioeconómicas, se caracterizan por la presencia de superficies abancaladas extensas que constituyen una muestra representativa de estos paisajes en el ámbito europeo. La construcción de muros de piedra en seco para crear suelos más profundos y estables, supuso una intensa modificación de estos territorios y, junto con las estructuras asociadas a las terrazas (paredes, refugios para personas o animales, caminos, etc.) configura entornos de gran valor etnológico y constructi-

vo con una valiosa carga simbólica e identitaria a escala regional.


La singularidad de los paisajes aterrazados es reconocida en el ámbito internacional de manera que algunas de estas áreas han sido declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, como es el caso de las terrazas vitícolas del Alto Douro y las vertientes marítimas de Cinque Terre, mientras que otras gozan de protección de carácter estatal como el Barranc de Biniaraix en Mallorca.

A pesar de este interés, las laderas escalonadas mediante muros de piedra en seco padecen a nivel europeo los efectos de la decadencia del mundo rural, agravada por las dificultades de mecanización en estos sistemas de cultivo. La terciarización de la economía, el retroceso del uso agrícola, la migración de la población hacia las ciudades y el litoral contribuyen negativamente a su conservación.

El proceso de abandono tiene consecuencias en ocasiones irreversibles. La vegetación coloniza las antiguas tierras de cultivo y la falta de mantenimiento hace que se multipliquen los desmoronamientos en los muros y se colapsen los elementos de drenaje. El deterioro afecta también a zonas de expansión urbana y a regiones con cultivos de gran valor añadido en las que los muros de piedra en seco se sustituyen por taludes de tierra para ampliar los bancales y facilitar el uso de la maquinaria agrícola. Las consecuencias derivadas de esta dinámica de transformación son de diversa índole; pérdida de valor patrimonial y cultural, deterioro medioambiental, y uniformización del paisaje.

Frente a la desaparición de este legado material e inmaterial único, son numerosas las iniciativas de ámbito local y regional desarrolladas por asociaciones no gubernamentales y organismos públicos encaminadas a su conservación y revalorización.

En esta línea, y desde 1996, se han desarrollado diversos proyectos europeos de cooperación transnacional, como el PROTERRA que trabajó para la revalorización del cultivo en bancales en el sur de Europa, o los proyectos REPPIIS, REPS, CARREFOUR y MEDSTONE que, aún partiendo de diversos puntos de vista, tenían como denominador común la promoción del desarrollo local a través del patrimonio de piedra en seco. A través de los citados proyectos se generaron iniciativas como la creación de itinerarios culturales, talleres para profesionales de la construc-



ción de piedra en seco y en general se trabajó en diversos marcos teóricos para al desarrollo sostenible de las regiones que poseen un patrimonio de piedra en seco importante.

El proyecto PATTERN (2002), en el que participaron el Consell de Mallorca, la Association pour le Développement Infographique (Provence-Alpes-Côte d'Azur) y la Universidad de Génova (Liguria) propuso una metodología de catalogación de los espacios aterrazados, principalmente desde el punto de vista patrimonial, como etapa previa al establecimiento de medidas de gestión. En las conclusiones ya se destacaban los problemas medioambientales asociados al proceso de abandono, especialmente el aumento del riesgo de incendios, de los movimientos de vertiente y de la erosión.

Esta preocupación por la relación entre los espacios abancaledos y los fenómenos naturales se enmarca en el creciente interés por la prevención de catástrofes, que en algunos casos han tenido un fuerte impacto en la sociedad, como las inundaciones en el departamento del Gard en septiembre de 2002 o los incendios forestales ocurridos entre 2003 y 2005 en Portugal, que asolaron casi 900.000 ha.

La sensibilización de la sociedad actual hacia los eventos catastróficos se pone de manifiesto con la incorporación de la prevención y gestión en las líneas de acción prioritaria a escala mundial, europea, y estatal. En este sentido, la Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (EIRD) de la ONU, presenta entre otros objetivos la promoción de la investigación para mejorar los conocimientos sobre los desastres naturales y comprender su origen. Así mismo, insta para que se apliquen estos conocimientos teóricos en las medidas de prevención, apoyando la transferencia de buenas prácticas, el acceso a los datos, y el intercambio de información entre países.

Por otra parte, la Resolución A/RES/61/2007 sobre desastres naturales y vulnerabilidad aprobada por la Asamblea General de la ONU de febrero de 2007 recomienda incorporar las evaluaciones de riesgos a nivel nacional y local.

En el ámbito europeo, cabe destacar el interés del Parlamento Europeo en la prevención de catástrofes naturales, plasmado en diferentes textos: la Resolución de septiembre de 2005 P6_TA(2005)0334 (incendios, inundaciones), en la que se insta a los estados miembros a reforzar

las políticas de prevención de riesgos y a mejorar la investigación de estos eventos, o en la Posición Común Nº 33/2006 de noviembre de 2006, previa a la adopción de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, que vuelve a incidir en la importancia de la elaboración de mapas de peligrosidad. Estas iniciativas supranacionales tienen su continuidad en los diversos planes de prevención de riesgos establecidos por estados y regiones.

En este contexto, el proyecto TERRISC propone la revalorización de los espacios abancaledos por su función en la prevención de riesgos naturales, con el objetivo de contribuir a su conservación, frenar la dinámica de abandono que los afecta y estimular su recuperación. A partir de una metodología común adaptada a las particularidades regionales, los equipos han profundizado en la problemática de estas áreas, en el desarrollo de sistemas de análisis y las propuestas de gestión.

Los socios del proyecto han centrado la investigación en el estudio de diversas cuencas hidrográficas piloto, en las que se ha realizado su caracterización medioambiental, constructiva, socioeconómica, y cultural. Paralelamente se han monitorizado los procesos hidrogeológicos y hidrosedimentarios, se ha analizado la influencia del uso de las terrazas en la propagación de los incendios forestales y se ha estudiado el funcionamiento de los muros de piedra en seco y las estructuras de drenaje anexas y su contribución en la estabilidad de las laderas.

La instalación de parcelas experimentales ha permitido evaluar el comportamiento hidrológico de los bancales, especialmente en relación con la capacidad de infiltración y la influencia sobre la escorrentía y la erosión hídrica.

La presente publicación recoge los resultados de los trabajos realizados en el marco del proyecto, con la intención de aportar elementos de información sobre los procesos de degradación a que están sometidos los campos de terrazas, sobre la influencia de los factores ambientales y antrópicos en su evolución, así como sobre su papel en la prevención de los riesgos naturales.



INTRODUCTION

Cette publication est le fruit du projet TERRISC (Récupération des Paysages de Terrasses et Prévention des Risques Naturels), mené dans le cadre de la priorité 2 du programme européen INTERREG III-B de l'espace SUDOE, dont le principal objectif est de mettre en valeur les richesses du patrimoine naturel et historique. Ce projet a été cofinancé par l'initiative INTERREG du Fond Européen de Développement Régional (FEDER) pour la coopération entre les régions européennes pour la période 2000-2006.

Comme partenaires, ont participé le Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca, très expérimenté en ce qui concerne l'étude, la réhabilitation et la protection du patrimoine en pierre sèche ; le Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais de la Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, qui développe une recherche sur les feux de forêts appliquée à la prévention ; la Faculdade de Letras da Universidade do Porto, qui a réalisé divers travaux sur l'érosion des sols et les mouvements de versants ; le Centre National de la Recherche Scientifique - Délégation Languedoc-Roussillon, dont l'UMR 6012 "ESPACE" travaille notamment sur les phénomènes hydrologiques et hydrosédimentaires; et le Parc National des Cévennes, qui a pour missions la conservation des paysages et la valorisation du patrimoine culturel.

Comme associés, sont intervenus le Departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, qui a apporté son expérience de recherche sur les espaces agricoles en terrasses et leur fonctionnement hydrogéomorphologique; et la Fundació el Solà de la Fatarella (Tarragona), qui depuis 1999 mène des actions d'inventaire, de récupération et de divulgation du patrimoine culturel de la Terra Alta.

Les régions étudiées, si elles offrent une grande variété de conditions physiques et socio-économiques, se caractérisent toutes par la présence de superficies terrassées étendues qui constituent de bons exemples des paysages en terrasses de l'Europe. La construction de murs en pierre sèche pour rendre les sols plus stables et profonds provoqua une transformation sensible de ces territoires qui, avec l'ensemble des aménagements réalisés en complément des terrasses (habitations, bâtiments agricoles, chemins, etc.), a créé des lieux d'une grande valeur ethnologique et architecturale, avec une charge symbolique et identitaire précieuse au niveau régional.

La singularité des paysages terrassés est reconnue internationalement, à tel point que quelques-uns ont été déclarés Patrimoine de l'Humanité par l'UNESCO, comme les terrasses viticoles de l'Alto Douro et le versant maritime des Cinque Terre, tandis que d'autres, comme le Barranc de Biniraix, bénéficient d'une protection nationale.

Malgré cet intérêt, les versants aménagés en terrasses souffrent dans toute l'Europe des effets du déclin du monde rural, lequel est aggravé par la difficulté de mécaniser les travaux dans ces systèmes de culture. La tertiarisation de l'économie, le recul de l'agriculture et la migration des populations vers les villes et le littoral sont autant de facteurs défavorables à la conservation.

L'abandon de ces milieux a des conséquences parfois irréversibles. La végétation "naturelle" colonise les terres anciennement cultivées. Mais aussi, du fait du manque d'entretien, beaucoup de murs de soutènement s'effondrent et les systèmes de drainage se dégradent. Les zones d'expansion urbaine et les régions de cultures à grande valeur ajoutée ne sont pas épargnées, car les murs en pierre sèche y sont remplacés par des talus de terre lorsque les terrasses sont élargies pour faciliter l'utilisation d'engins agricoles. Les conséquences de ces transformations sont diverses: perte de valeur patrimoniale et culturelle, dégradation environnementale, et uniformisation du paysage.

Face à la disparition de cet héritage matériel et immatériel unique, les initiatives locales et régionales menées par les associations non gouvernementales et les organismes publics sont nombreuses.

Dans cette ligne, plusieurs projets européens de coopération transnationale ont été développés depuis 1996, comme PROTERRA qui a porté sur la mise en valeur des cultures en terrasses au sud de l'Europe, ou les projets REPPIS, CARREFOUR, MEDSTONE ou REPS qui, tout en partant de points de vue différents, avaient en commun le souci de promouvoir le développement local à travers la réutilisation du patrimoine en pierre sèche. C'est à travers ces projets qu'ont démarré des initiatives comme la création d'itinéraires culturels et les ateliers pour professionnels de la construction en pierre sèche. Ces projets ont œuvré en partenariat pour la définition de lignes directrices pour le développement durable des régions possédant un patrimoine en pierre sèche remarquable.



Le projet PATER (2002), auquel participèrent le Consell de Mallorca, l'Association pour le Développement Infographique (Provence-Alpes-Côte d'Azur) et l'Université de Gênes (Ligurie), proposa une méthodologie d'inventaire pour les espaces en terrasses, essentiellement du point de vue patrimonial, comme étape préalable à l'établissement de mesures de gestion. Dans les conclusions, on relevait déjà les problèmes environnementaux liés à l'abandon, notamment les risques d'incendie, les mouvements de versant et l'érosion hydrique.

Cette inquiétude sur les relations entre l'abandon des systèmes de terrasses et les phénomènes naturels s'inscrit dans un souci croissant de la société de prévenir les catastrophes qui la touchent périodiquement, comme les inondations dans le département du Gard en septembre 2002 ou les incendies qui, entre 2003 et 2005, ont parcouru près de 900.000 ha au Portugal.

La sensibilisation de la société aux événements catastrophiques est illustrée par l'incorporation de la prévention et de la gestion dans les lignes d'actions prioritaires aux échelles mondiale, européenne et nationale. Dans ce sens, la Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes (SIPC) de l'ONU présente, entre autres objectifs, la promotion de la recherche pour améliorer les connaissances sur ces désastres naturels et en comprendre les causes. Elle vise en outre à encourager l'application des connaissances théoriques dans les mesures de prévention, en soutenant le transfert des bonnes pratiques, l'accès aux données et l'échange d'informations entre les pays.

Cette orientation de l'ONU a été confirmée depuis par la Résolution A/RES/61/2007 sur les désastres naturels et la vulnérabilité, approuvée par l'Assemblée Générale en février 2007, qui recommande de prendre en compte l'évaluation des risques aux niveaux national et local.

Dans le cadre européen, il faut relever l'intérêt du Parlement Européen pour la prévention des catastrophes naturelles. Il se manifeste à travers différents textes : la Résolution de septembre 2005 P6_TA(2005)0334 (incendies, inondations), dans laquelle les états membres sont encouragés à renforcer les politiques de prévention des risques et à faire progresser les recherches sur ces événements, ou la Position Commune N° 33/2006 de novembre 2006, préalable à l'adoption de la Directive du Parlement Européen

et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, qui insiste à nouveau sur l'importance d'élaborer des cartes de danger. Ces initiatives supranationales ont leur continuité dans les plans de prévention des risques établis par les états ou les régions.

Dans ce contexte, le projet TERRISC aborde le problème de la mise en valeur des espaces en terrasses au regard de leur rôle dans la prévention des risques naturels, avec l'objectif de contribuer à leur conservation, de freiner la dynamique d'abandon et de stimuler leur récupération. À partir d'une méthodologie commune adaptée aux particularités régionales, les équipes ont développé leurs systèmes d'analyse, pour approfondir leurs connaissances sur ces territoires et faire des propositions de gestion.

Les partenaires du projet ont concentré leurs recherches sur des bassins versants pilotes, où ils ont précisé les caractères du milieu, qu'ils soient physiques, socio-économiques ou culturels. Parallèlement, les phénomènes hydrologiques et hydrosédimentaires ont fait l'objet de mesures ; l'influence de l'utilisation des terrasses sur la propagation des feux de forêt a été analysée; le comportement des murs en pierre sèche et des structures de drainage, ainsi que leur contribution à la stabilité des versants, ont été étudiées.

La mise en place de parcelles expérimentales a permis d'évaluer le comportement hydrologique des terrasses, en particulier en relation avec les vitesses d'infiltration, et donc de mieux appréhender leur influence sur les écoulements et l'érosion mécanique.

Cette publication regroupe les résultats des recherches réalisées dans le cadre du projet, avec l'ambition d'apporter des éléments d'information sur les processus de dégradation auxquels sont soumis les champs de terrasses, sur le rôle des facteurs environnementaux et anthropiques dans leur évolution, et sur ce qu'il est possible d'attendre de la préservation des terrasses pour la prévention des risques naturels.

INTRODUÇÃO

Esta publicação resulta do projecto TERRISC (Recuperação de paisagens de socacos e prevenção de riscos naturais), enquadrado na prioridade 2 do programa europeu INTERREG-III B, espaço SUDOE, cujo objectivo principal é a valorização dos recursos naturais e ambientais do património natural e histórico. O projecto foi co-financiado pela iniciativa comunitária INTERREG, do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) para a cooperação entre as regiões europeias, no período 2000-2006.

Participaram, como sócios, o Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca, com experiência no estudo, reabilitação e protecção do património de pedra solta; o Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, que desenvolve investigação aplicada na área da prevenção e dos efeitos produzidos pelos incêndios florestais; a Faculdade de Letras da Universidade do Porto, que tem diversos trabalhos sobre erosão dos solos e movimentos de vertente; o Centre National pour la Recherche Scientifique – Delegation du Languedoc-Roussillon, onde o UMR 6012 ESPACE trabalha notavelmente sobre fenómenos hidrológicos e hidrossedimentares; e o Parc National des Cévennes, que tem como missões a conservação da paisagem e a valorização do património.

Intervieram, como associados, o Departamento de Geografia da Universidade de Las Palmas de Gran Canaria, que contribuiu com a sua experiência na investigação dos espaços agrícolas em socacos e sua funcionalidade hidrogeomorfológica, e, ainda, a Fundação el Solà de la Fatarella (Tarragona), que, desde 1999, desenvolve acções de catalogação, recuperação e divulgação do património cultural da Terra Alta.

Estas regiões, que oferecem uma grande diversidade de condições físicas e socioeconómicas, caracterizam-se pela presença de grandes espaços organizados em socacos, os quais constituem uma amostra representativa destas paisagens no âmbito europeu. A construção de muros de pedra solta com o objectivo de criar solos mais profundos e estáveis, pressupõe uma intensa modificação destes territórios e, juntamente com as estruturas associadas aos socacos (paredes, refúgios para pessoas e animais, caminhos, etc.), configura cenários de grande valor etnográfico e construtivo com uma valiosa carga simbólica e identitária à escala regional.

A singularidade das paisagens organizadas em socacos é reconhecida a nível internacional de tal forma que algumas destas áreas foram declaradas Património da Humanidade pela UNESCO, como é o caso dos socacos vitícolas do Alto Douro e das vertentes marítimas de Cinque Terre, enquanto que outras gozam de protecção de carácter estatal como o Barranc de Biniraix, em Maiorca.

Apesar deste interesse, as vertentes escalonadas com recurso a muros de pedra solta padecem, a nível europeu, dos efeitos da decadência do mundo rural, agravada pelas dificuldades de mecanização nestes sistemas de cultivo. A terciarização da economia, o retrocesso do uso agrícola e a migração da população em direcção às cidades e ao litoral contribuem negativamente para a sua conservação.

O processo de abandono tem consequências, nalguns casos, irreversíveis. A vegetação natural coloniza as antigas terras de cultivo e a falta de manutenção faz com que se multipliquem os desmoronamentos nos muros e com que os sistemas de drenagem entrem em colapso. A deterioração afecta também as zonas de expansão urbana e as regiões com culturas de grande valor acrescentado, onde os muros de pedra solta são substituídos por taludes de terra com o objectivo de ampliar os tabuleiros e facilitar o uso de maquinaria agrícola. As consequências derivadas desta dinâmica são de índole diversa: perda do valor patrimonial e cultural, deterioração ambiental e uniformização da paisagem.

Perante o desaparecimento deste legado material e imaterial único, são numerosas as iniciativas de âmbito local e regional, desenvolvidas por associações não governamentais e organismos públicos, direccionadas para a sua conservação e valorização.

Desde 1996 desenvolveram-se, neste âmbito, diversos projectos europeus de cooperação transnacional, como o PROTERRA que trabalhou para a revalorização do cultivo de socacos no sul da Europa, ou os projectos REPPIS, REPS, CARREFOUR e MEDSTONE que, embora partindo de pontos de vista diversos, tinham como denominador comum a promoção do desenvolvimento local por meio da valorização do património da pedra solta. Através dos citados projectos geraram-se diversas iniciativas, como a criação de itinerários culturais, de ateliers para profissionais da construção em pedra solta e, em



geral, trabalharam-se diversos marcos teóricos para o desenvolvimento sustentável das regiões que possuem um património de pedra solta importante.

O projecto PATER (2002), em que participaram o Consell de Mallorca, a Association pour le Développement Infographique (Provence-Alpes-Côte d'Azur) e a Universidade de Génova (Liguria) propôs uma metodologia de catalogação dos espaços organizados em socalcos, principalmente do ponto de vista patrimonial, como etapa prévia ao estabelecimento de medidas de gestão. Nas conclusões já se destacavam os problemas ambientais associados ao processo de abandono, especialmente o aumento do risco de incêndios, de movimentos de vertentes e de erosão.

Esta preocupação pela relação entre os espaços com socalcos e os fenómenos naturais enquadra-se num crescente interesse pela prevenção das catástrofes que, nalguns casos, têm tido um forte impacto nas sociedades, como as inundações no departamento del Gard, em Setembro de 2002, ou os incêndios florestais ocorridos em Portugal entre 2003 e 2005, que atingiram quase 900.000 ha.

A sensibilização da sociedade actual para eventos catastróficos revela-se com a incorporação da prevenção e gestão nas linhas de acção prioritárias à escala mundial, europeia e estatal. Neste sentido, a Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD) da ONU, apresenta, entre outros objectivos, a promoção da investigação para melhorar os conhecimentos sobre as catástrofes naturais e compreensão das respectivas origens. Além disso, incentiva a que se apliquem estes conhecimentos teóricos às medidas de prevenção, apoiando a transferência de boas práticas, o acesso aos dados e o intercâmbio de informação entre países.

Por outro lado, a Resolução A/RES/61/2007 sobre catástrofes naturais e vulnerabilidade, aprovada pela Assembleia Geral da ONU em Fevereiro de 2007, recomenda a incorporação das avaliações de riscos a nível nacional e local.

No âmbito europeu, importa dar destaque ao interesse do Parlamento Europeu pela prevenção das catástrofes naturais, expresso em diferentes textos: Resolução de Setembro de 2005 P6_TA(2005)0334 (incêndios, inundações), na qual se incentivam os estados membros a reforçar as políticas de prevenção de riscos e a melhorar a investigação destes fenómenos, ou na Posição

Comum n.º 33/2006, de Novembro de 2006, onde se prevê a adopção da Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à avaliação da gestão dos riscos de inundação, que volta a incidir na importância da elaboração de mapas de risco. Estas iniciativas supranacionais têm a sua continuidade nos diversos planos de prevenção de riscos estabelecidos por estados e regiões.

Neste contexto, o projecto TERRISC propõe a revalorização dos espaços organizados em socalcos devido à sua função de prevenção de riscos naturais, com o objectivo de contribuir para a sua conservação, sustentar a dinâmica de abandono que os afecta e estimular a sua recuperação. A partir de uma metodologia comum, adaptada às particularidades regionais, aprofundou-se a problemática destas áreas, os sistemas de análise e as propostas de gestão.

Os sócios do projecto centraram a investigação no estudo de diversas bacias hidrográficas piloto, nas quais realizaram a respectiva caracterização ambiental, construtiva, socioeconómica e cultural. Paralelamente, monitorizaram-se os processos hidrogeológicos e hidrossedimentares, analisou-se a influência do uso dos patamares na propagação dos incêndios florestais e estudou-se o funcionamento da drenagem nos muros de pedra solta e estruturas anexas, em termos do seu contributo para a estabilidade das vertentes.

A instalação de parcelas experimentais permitiu avaliar o comportamento hidrológico dos patamares, especialmente em relação com a capacidade de infiltração e a influência sobre a ocorrência e a erosão hídrica.

A presente publicação recolhe os resultados dos trabalhos realizados no final do projecto, com a intenção de contribuir com elementos informativos sobre os processos de degradação a que estão sujeitos os socalcos agrícolas, sobre a influência dos factores ambientais e antrópicos na sua evolução, bem como sobre o seu papel na prevenção de riscos naturais.

ESTUDIS REGIONALS

ESTUDIOS REGIONALES

ETUDES RÉGIONALES

ESTUDOS REGIONAIS

CONTRIBUCIÓ DELS CAMPS MARJATS EN LA PREVENCIÓ DE RISCS NATURALS A LA SERRA DE TRAMUNTANA (MALLORCA)

INTRODUCCIÓ

La serra de Tramuntana és el sistema muntanyós més important de l'illa de Mallorca. Situat en paral·lel a la franja litoral nord-occidental, segueix una orientació SW-NE i s'hi pot diferenciar el vessant marítim, estret i abrupte, i el vessant interior, de relleu més suau. Un gran nombre de cims superen els 1.000 metres, especialment a la part central, on se situen les principals elevacions: el puig Major de 1.445 m i el puig de Massanella de 1.348 m.

Des del punt de vista litològic, la serralada està constituïda majoritàriament per roques calcàries que donen lloc a interessants morfologies càrstiques, sobretot, en el sector central.

El clima mediterrani de la Serra està caracteritzat per l'elevada pluviometria, amb més de 600 mm anuals a la major part del territori i que superen els 1.200 mm a Lluç (a 490 m d'altitud) i els 1.400 mm a Son Torrella (a 830 m). El període estival està marcat per l'escassetat de precipitacions, que registren el màxim a la tardor i a l'hivern. Els mesos d'octubre i de novembre són els més plujosos. La irregularitat de les pluges és acusada i sovint es concentren en episodis torrencials, sobretot al final de l'estiu i a la tardor, que a vegades poden superar els 300 mm en 24 hores. El 22 d'octubre de 1959 s'enregistraren a Son Torrella un total de 537 mm.

A causa de la irregularitat de les precipitacions i de l'elevada permeabilitat dels materials calcaris, la xarxa hidrogràfica està dominada pels cursos intermitents, caracteritzats pel gran pendent i l'elevada torrencialitat, que revénen amb força durant els episodis de pluges intenses.

La serra de Tramuntana destaca per tenir una gran riquesa florística i naturalística. Les principals comunitats vegetals que cobreixen aquesta serralada són l'alzinar (Ass. *Cyclamini balearici-Quercetum ilicis*), l'ullastrar (Ass. *Cneoro tricocci-Ceratonietum siliquae*), la garriega de muntanya (Al. *Hypericion balearici*), la garriega d'albada i xiprell (Ass. *Anthyllido cytisoidis-Teucrietum majorici*) o els extensos carritxars (Ass. *Smilaco balearicae-Ampelodesmetum mauritanicae*). El pinar cobreix una part d'aquestes comunitats. A causa de les condicions ambientals,

s'hi refugien moltes espècies característiques de la muntanya europea (arbre de visc, pomera borda, rotaboc, teix, etc.) i hi abunden les plantes exclusives, amb 32 de les 57 espècies endèmiques de Mallorca, algunes de les quals són molt rares i localitzades: *Arenaria bolosii*, *Euphorbia fontqueriana*, *Ligusticum huteri*, *Naufraga balearica*, etc.

En conjunt, la serra de Tramuntana és un espai natural d'un gran interès científic i paisatgístic, amb gran diversitat d'ecosistemes i un important patrimoni etnològic.

EL PATRIMONI DE MARJADES

Els marges constitueixen l'element antròpic més característic del paisatge de la serra de Tramuntana. Segons el catàleg provisional d'espais marjats de la serra de Tramuntana elaborat pel Consell de Mallorca, les marjades ocupen un 20% de l'àrea (més de 210 km²), i alguns municipis com Sóller o Alaró tenen més de la meitat de la superfície marjada (Fig. 1).

Al segle XIII trobam les primeres referències documentades de l'existència de marges a la vall de Sóller, amb un creixement continu i lligat a diversos factors entre els quals destaca la importància de l'oli com a producte d'exportació. Al final del segle XVIII, tot i que continuava la rota



Fotografia 1 - Marjades d'olivar a Cas Xorc.

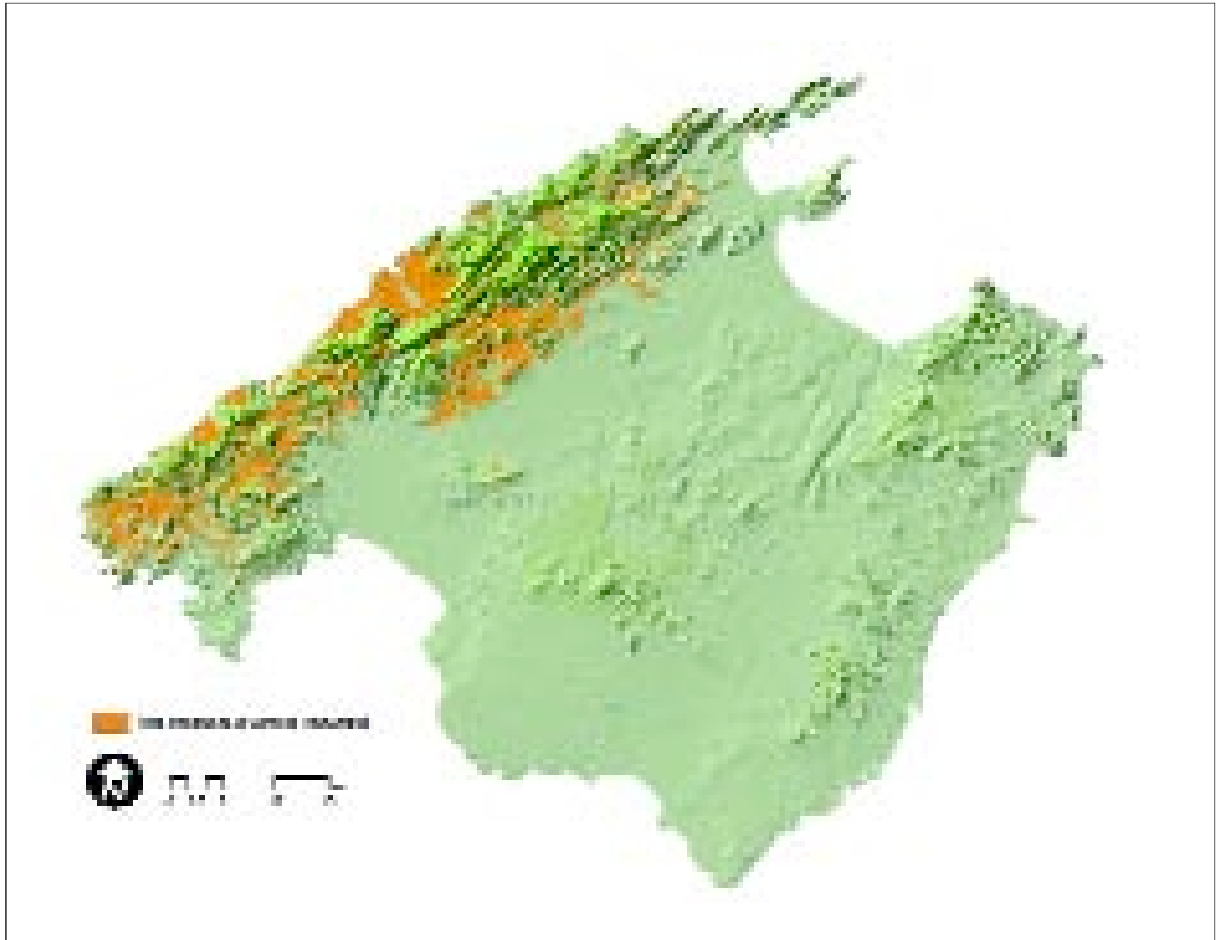


Figura 1 - Superfície marjada a la serra de Tramuntana.

de terres per crear nous olivars i transformar els que ja hi havia, s'inicià la disminució dels rendiments a causa de l'ocupació de terrenys marginals, les dificultats del conreu i l'estancament dels mètodes de cultiu.

L'arranjament dels vessants en espais

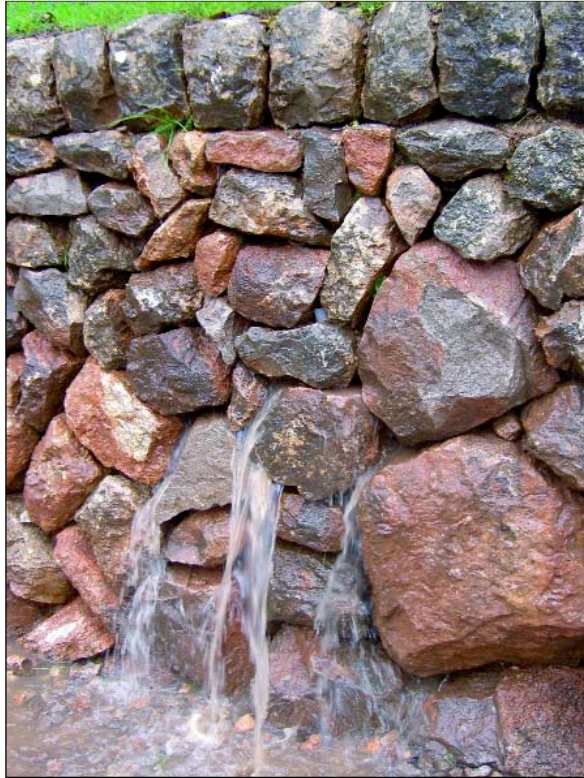
escalonats el determinà, en menor mesura, l'existència d'altres conreus, com el de la vinya, afavorit en algunes èpoques per la política fiscal, o els tarongers, el conreu dels quals suposà una transformació profunda d'espais antigament ocupats per l'olivera.



Fotografia 2 - Marjades a Son Bunyola.



Fotografia 3 - Accés a la marjada amb escala doble a Bàltx d'Amunt.



Fotografia 4 - Un marge drena l'aigua durant una pluja intensa.



Fotografia 5 - Ralla de drenatge d'un camp marjat.

A l'entorn d'aquesta gran transformació sorgí un ofici, el de *marger*, amb característiques i vocabulari propis i amb una tècnica que evolucionà amb el temps fins a assolir un elevat grau de perfeccionament i d'especialització.

A mitjan segle XX, el món rural entrà en decadència i el turisme esdevingué la principal font d'ingressos de l'illa. La manca de rendibilitat dels cultius a causa de les dificultats de mecanització i els elevats costos de manteniment dels marges en provocaren l'abandonament progressiu. En els darrers temps s'observa una transformació d'aquests espais, destinats cada vegada més a usos residencials i en els quals l'explotació agrària és secundària.

Els murs de sosteniment de pedra en sec constitueixen un element patrimonial de primer ordre, tant per la riquesa de les tècniques utilitzades per construir-los com per la gran quantitat d'elements integrats en el mur, ja sigui per reforçar-los (*braó*, *capginya*, etc.) o per facilitar-hi l'accés (*escales*, *rampes*, etc.). També són habituals altres construccions lligades a les activitats agràries, com ara *porxos*, *pous* o *eres*.

Els marges tenen, a més, un interessant valor naturalístic, perquè són l'hàbitat de nombroses espècies vegetals i animals, i contribueixen a conservar la diversitat del medi natural.

Al mateix temps, cal assenyalar l'interès paisatgístic d'aquests conjunts construïts, com és el cas de les *marjades* d'Estellencs, Banyalbufar, Sóller o Caimari.

Les *marjades*, concebudes per permetre l'agricultura als vessants, disposen d'estructures associades amb la finalitat de controlar i minimitzar els efectes de l'escolament i reduir la pèrdua de sòl (Fotografia 4). Torrents canalitzats, parats, ralles o *albellons* conformen un sistema complex en què s'ha cercat la solució més adient en funció de les característiques del coster i on cada element contribueix al funcionament eficaç del conjunt (Fotografia 5).

Per l'extensió i la complexitat del patrimoni de *marjades*, l'estudi de l'estat, l'evolució i el funcionament esdevé essencial per impulsar estratègies de gestió que n'assegurin la conservació i contribueixin a la prevenció dels riscos naturals a la serra de Tramuntana i als espais de característiques similars.

RECERCA. METODOLOGIA I RESULTATS

Els treballs realitzats en el marc del projecte TERRISC s'han dirigit a aprofundir en el coneixement del funcionament i l'evolució dels camps marjats i el paper que tenen en la prevenció d'incendis, la regulació dels fluxos d'aigua i la contribució a la reducció de l'erosió.

Al llarg de l'estudi, s'ha caracteritzat el marjament de la conca pilot del torrent de sa Figuera, àrea representativa dels espais marjats de la Serra, i s'han avaluat els processos naturals i antròpics que l'afecten. A més, se n'ha monitoritzat la conca per tal de realitzar un seguiment de l'escolament hídric i l'erosió. La instal·lació de camps experimentals amb parcel·les a les marjades a la finca de Son Amer (Escorca) ha permès estudiar el comportament hidrològic de la marjada i avaluar-ne l'eficiència com a element esmorteïdor de l'erosió.

Conca del torrent de sa Figuera

L'àrea pilot està situada a la part septentrional del municipi de Sóller, en el sector central de la serra de Tramuntana. Es tracta d'una indret intensament marjat i que pateix problemes derivats de l'abandonament dels cultius. La conca ocupa una àrea de 4,88 km² i el curs d'aigua principal, amb un llit molt pedregós que afavoreix les pèrdues de cabal, té un recorregut d'uns 3 km de longitud. El desnivell és considerable (818 m), amb pendents que superen els 20° a un 45% de l'àrea i amb un pendent mitjà del torrent de 15°.

La geologia està dominada per bretxes, calcàries massives i dolomies del Lies, sobretot a la part central de la conca i les cotes més altes. De manera més localitzada apareixen àrees constituïdes per argiles i roques volcàniques de l'Infralies i del Keuper.

Pel que fa a la vegetació, a sa Figuera hi trobam la majoria de comunitats vegetals característiques de la Serra: ullastrars, carritxars,

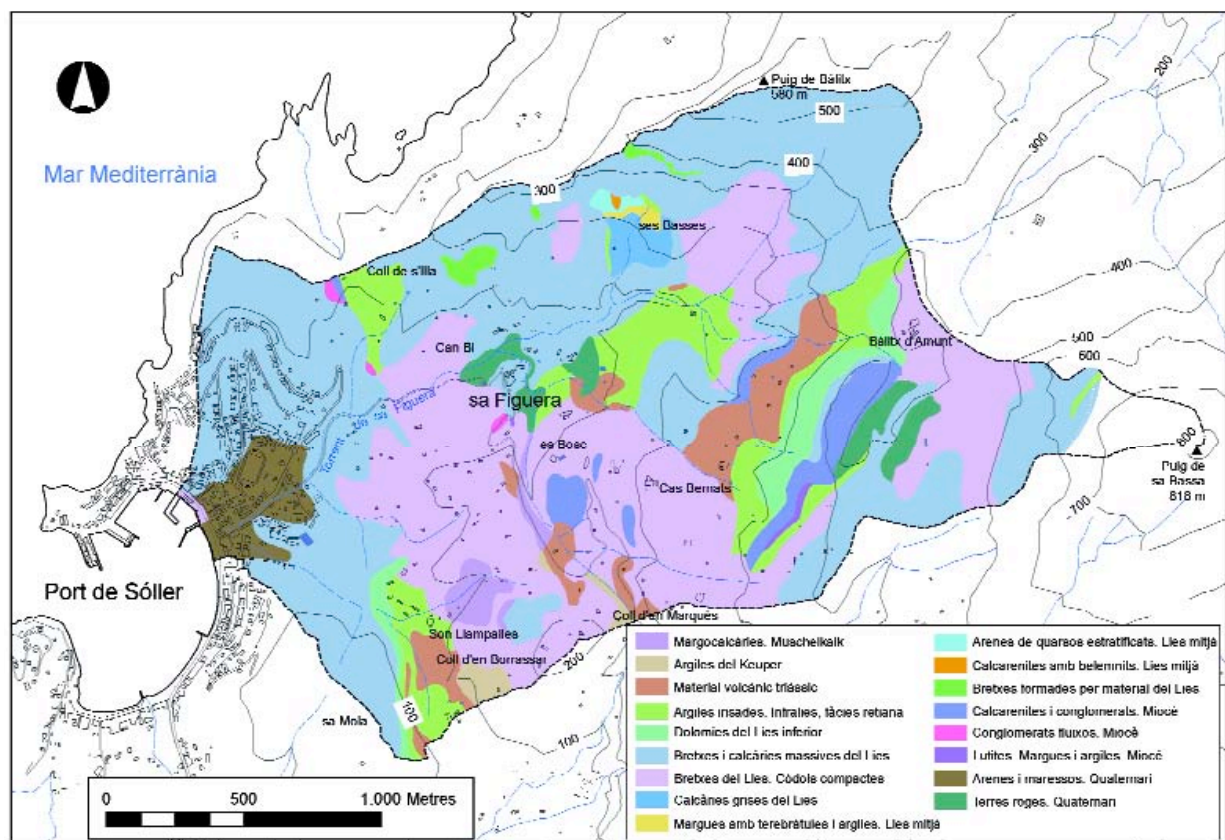


Figura 2 - Geologia de sa Figuera. Font: Joan Arbona (comunicació personal).



Fotografia 2 - Vista panoràmica de la conca des de l'hort de la font des Salt de Bàltx, amb el port de Sóller al fons.

garrigues d'albada i xiprell, sovint cobertes de pinar, i alzinar. La vegetació arbòria (pinar, alzinar i olivar) ocupa el 70% de la conca mentre que l'arbusativa n'ocupa el 29%.

Les precipitacions mitjanes anuals són de 630 mm en el Port de Sóller, mentre que a la part alta se superen els 800 mm. Les precipitacions màximes diàries per un període de retorn de 25 anys a la zona central s'estimen en 150 mm (190 a la part més alta de la conca, al puig de sa Bassa), mentre que per un període de 100 anys arriben a 200 mm (240 a la part més alta) (Taula 1).

Període de retorn (anys)	5	25	50	100
Precipitació (mm)	100	150	190	240

Taula 1 - Precipitacions màximes diàries per a diferents períodes de retorn a sa Figuera. Font: Direcció General de Recursos Hídrics. Govern Balear.

Pel que fa a l'anàlisi de la freqüència de les pluges d'elevada intensitat entre el 1950 y el 2000, a l'observatori meteorològic situat al nucli de Sóller (Estació pluviomètrica B061) comptabilitzam 21 mesos amb al menys un episodi de més de 100 mm en 24 hores. El màxim enregistrat en menys de 24 hores fou de 329 mm l'octubre de 1959.

Evolució de l'activitat agrària a sa Figuera

Tot i que no es disposa de referències precises sobre la construcció de les marjades a sa Figuera, es pot relacionar amb l'evolució i la importància del conreu de l'olivera primer i del taronger després. A la vall de Sóller, el cultiu de

l'olivera adquirí una importància notable des del segle XVI i fou dominant fins al final del segle XVIII. L'oli, que s'exportava cap a la península des del port de Sóller, es combinava amb la producció de vinya, tarongers, moreres i altres fruiters de secà, sobretot per al consum local.

La presència d'aigua abundant i l'aixecament de les limitacions per al comerç i l'exportació des del port de Sóller l'any 1774 impulsaren l'expansió de l'explotació de cítrics al final del segle XVIII, que assolí el màxim esplendor entre 1840 i 1860. La producció era exportada principalment al sud de França i, en quantitats més reduïdes, a Catalunya. Les plagues que afectaren els tarongers al final de segle XIX contribuïren a l'inici de la decadència del cultiu i forçaren l'emigració de la població cap a França i les colònies americanes.

Segons les informacions orals recollides, malgrat el declivi agrícola, es treballà fins ben entrat el segle XX en la construcció de nous marges als costers de ses Basses i na Maniaga, amb recursos econòmics provinents de l'emigració. Així mateix, les característiques dels marges i l'estructura dels camps marjats és prou complexa per considerar que s'ha produït una evolució constant, un perfeccionament de les tècniques constructives i una millora de les estructures de drenatge.

A partir de la dècada dels anys seixanta, s'abandonaren progressivament les activitats agràries i el manteniment de les construccions associades (marjades, ralles, camins...), i s'inicià l'explotació turística del port. La zona de la desembocadura del torrent de sa Figuera és actualment una àrea intensament urbanitzada que representa prop del 10% de la superfície de la conca. La transformació de l'espai agrícola en lloc d'esbarjo i residencial és ben palesa en la reforma de cases i porxos i la construcció de nous habitatges.

L'interès patrimonial de les marjades

Aquestes estructures ocupen actualment el 71% (3,5 km²) de la superfície de la conca. Atès que la zona urbana del Port de Sóller es construí parcialment sobre marjades, només restaven sense marjar les parts menys accessibles de la muntanya de Bàltx i el bosc del puig de sa Bassa.

En aquest espai, de gran diversitat litològica, l'esforç constructiu fou intens i dilatat en el

temps, de manera que avui es poden distingir una gran diversitat de paredats. Hi predominen els treballs acurats, amb la pedra adobada i ben ajustada, fruit de la gran inversió realitzada, relacionada en general amb la rendibilitat elevada dels conreus o la capacitat econòmica dels propietaris.

Pel que fa a la disposició dels marges, hi trobam representades la major part de les tipologies de marjament característiques de la serra de Tramuntana definides en el marc del projecte europeu PATER (Programme Raphaël, DGXCE, 1999-2001). Tot i així, hi prevalen les disposicions paral·leles contínues, quasi sense pendent, que ens parlen també del grau elevat d'antropització dels vessants, especialment a la zona d'horts.

Al voltant de les explotacions agrícoles es varen bastir també un gran nombre de construccions auxiliars, avui de gran interès etnològic i constructiu. S'han localitzat vint-i-set fonts, moltes de les quals conserven encara la mina de pedra en sec, i es poden observar les restes d'una xarxa important de canaletes, de la qual resten uns 6 km.

Cal remarcar també l'extensa xarxa d'antics camins de ferradura o de carro que, tot i que han sofert algunes transformacions recents, conserven una gran part del valor original.

Els conreus

Els olivars ocupen gairebé el 95% de l'àrea marjada i se solen combinar amb garrofers i ametlers. Els tarongers, malgrat la importància econòmica que varen adquirir al segle XIX, avui només ocupen el 3,2%, i se situen a cotes baixes on els sòls són més profunds i fèrtils.

Actualment, l'activitat agropecuària es manté a prop del 47% de les marjades (Fig. 3). Això no obstant, es tracta d'una agricultura residual de rendibilitat escassa, amb una producció destinada més a l'autoconsum que a la comercialització. La majoria de les marjades de fruiters de secà les pasturen ovelles, pràctica habitual a l'illa que contribueix a conservar-les lliures de vegetació.

Pel que fa a les marjades abandonades, s'hi observen diferents etapes de colonització vegetal, amb la presència de carritxar, ullastrar i

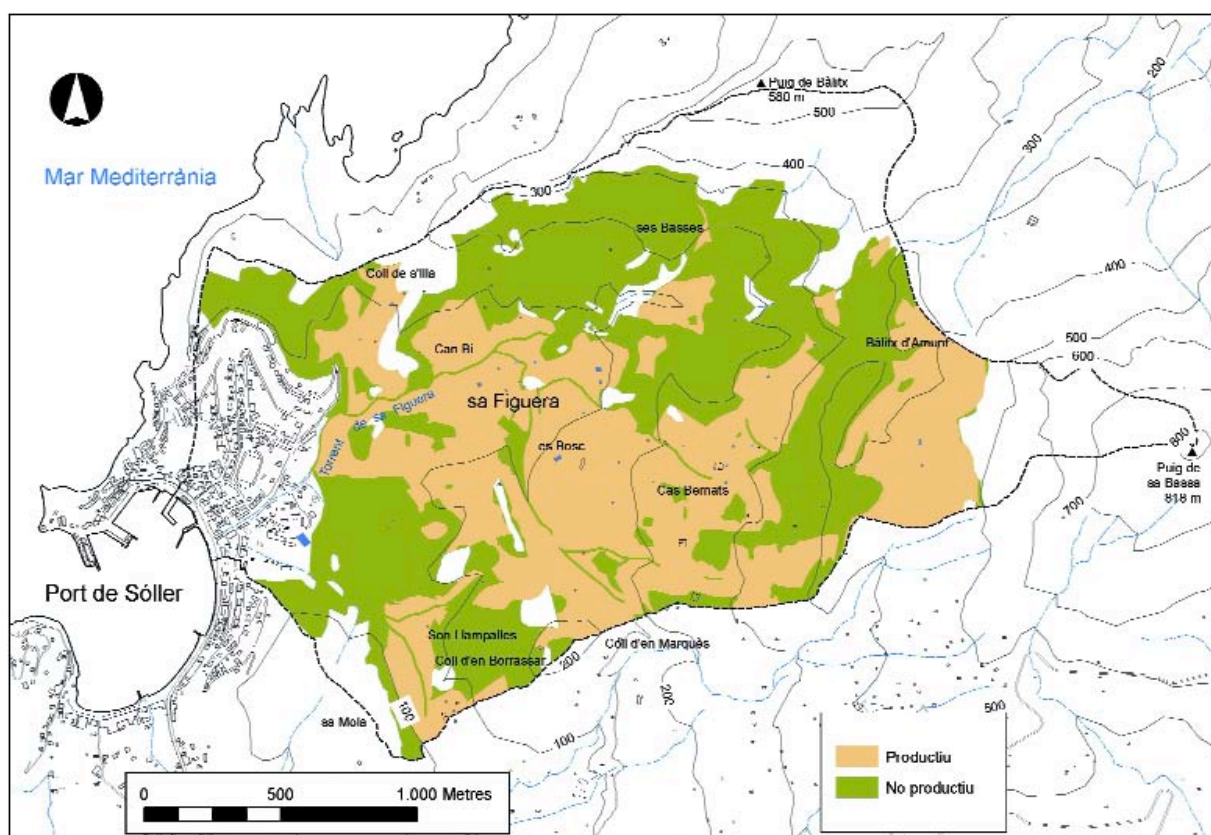


Figura 3 - Ús agrícola actual de les marjades.



Fotografia 7 - Marjades abandonades colonitzades pel pinar.

garriga de xiprell i albada, on creix també el pinar (Fotografia 7).

Sistemes de drenatge associats als camps marjats

La cartografia dels elements de drenatge dels camps marjats evidència una extraordinària intervenció sobre la xarxa hidrogràfica (Fig. 4). L'elevat pendent, les pluges intenses i l'ús intensiu de l'espai agrícola exigiren l'arranjament dels cursos naturals i la creació d'una xarxa de drenatge complexa i extensa,

amb una gran diversitat d'estructures planejades per controlar els efectes negatius de les aigües i facilitar el conreu de les marjades.

Els principals sistemes hidràulics que hi trobam són:

Torrents canalitzats. Gairebé la totalitat dels cursos es canalitzaren amb l'ajut de murs de pedra en sec (7,7 km). A les parts altes de la conca, alguns torrents estan empedrats, i al torrent de sa Figuera, els marges assoleixen fins a 5 m d'alçada (Fotografia 8).

Parats. Es tracta de marges situats perpendicularment al torrent que l'anul·len per aconseguir sòls més profunds i fèrtils. Normalment es complementen amb altres estructures (ralles, albellons) per assegurar-ne l'estabilitat. Els comellars del massís de Bàltx, vessant calcària molt carstificada i molt permeable, i les capçaleres de la majoria dels torrents foren modificats. Es comptabilitzen uns 8 km lineals de cursos naturals anul·lats (Fotografia 9).

Ralles. Una gran part dels camps marjats disposen de canalitzacions de pedra en sec que intercepten l'escolament superficial i l'evacuen fora del camp marjat (Fotografia 10). Les ralles

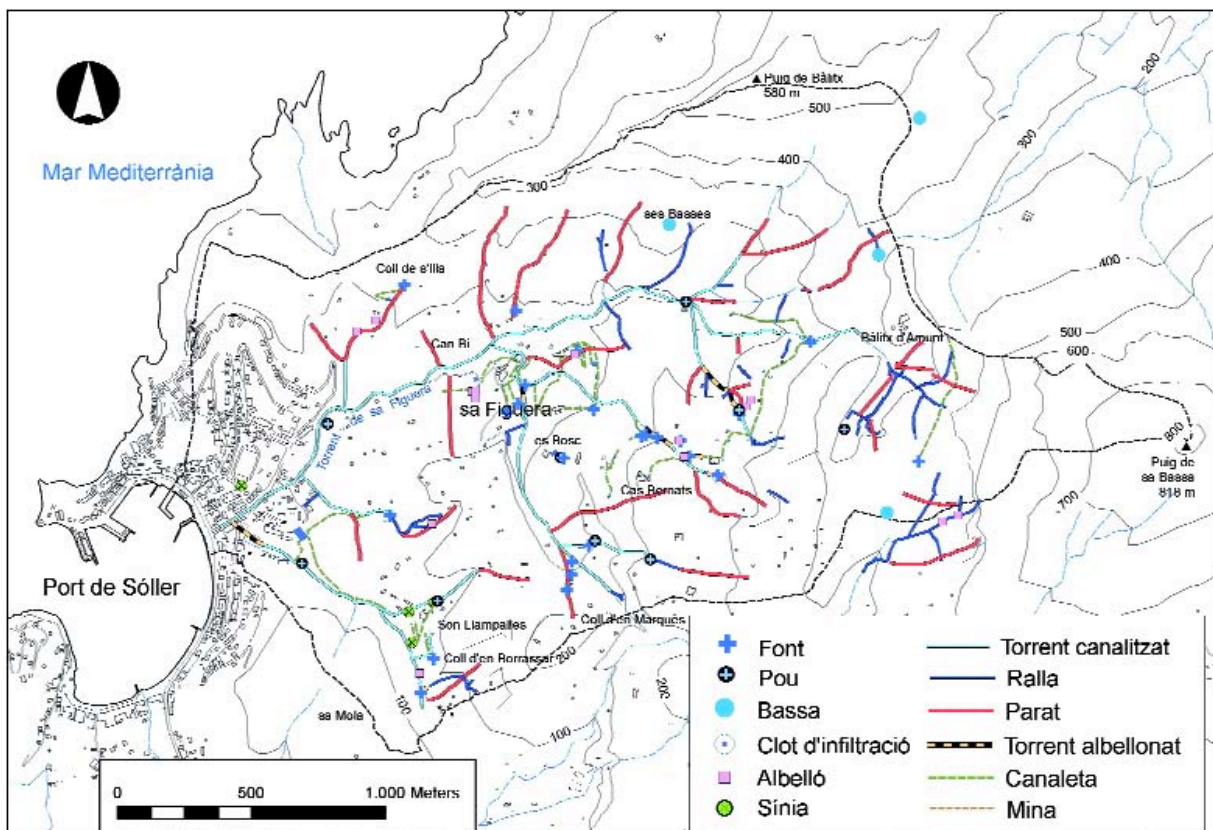


Figura 4 - Xarxa hidrogràfica antròpica.

desvien, de vegades, l'aigua del tàlveg cap a un costat (Can Querol, Cas Bernats o Bàltx d'Amunt) o bé cap a una altra conca, com és el cas de la ralla del torrent des Salt o a la ralla de Ca s'Hereu.

Albellons. Una altra intervenció habitual consisteix a facilitar l'evacuació de l'aigua acumulada a la marjada mitjançant galeries subterrànies i evitar, d'aquesta manera, que es debiliti l'estructura dels marges. La mateixa tècnica s'empra per soterrar alguns torrents, amb la qual cosa es guanya superfície i es facilita el conreu. L'albelló de l'hort de Can Bardí, amb 75 m de llargària, n'és un bon exemple. A sa Figuera, hi trobam més de 700 m de torrents albellonats.



Fotografia 8 - Vista del torrent de sa Figuera.



Fotografia 9 - Parats a la coma de Bàltx.



Fotografia 10 - Ralla a Bàltx d'Amunt.

Els sòls de les terres marjades de sa Figuera

L'aprofitament agrari de sa Figuera, limitat per la geomorfologia, just va ser possible gràcies a una forta intervenció humana que tingué com a fet més representatiu la construcció de les marjades. Aquesta intervenció ha suposat una modificació important de les condicions edàfiques. La rectificació dels pendents ha exigut moviments de terra, que de vegades s'ha duita d'altres indrets. D'aquesta manera, la configuració actual dels sòls de sa Figuera presenta vinculacions tant amb les característiques litològiques i geomorfològiques de cada indret com amb el grau d'intervenció antròpica.

Globalment, els colors dominants de les terres de sa Figuera van del marró vermellós fosc al marró grogós fosc, amb un domini de les estructures granulars amb continguts en matèria orgànica de les terres d'ús agrícola entre el 2 i el 4% i de reacció alcalina (pH) majoritàriament entre 7,9 i 8,5, i amb continguts en carbonats entre el 10 i el 40%, tot i que hi ha alguns sòls gairebé lliures de carbonats.

Sobre les roques calcàries dures dominen restes de sòls vermells molt erosionats. Es tracta de sòls amb unes bones propietats fisicoquímiques, molt limitats pel que fa a profunditat, que ocupen moltes vegades simplement les cavitats i fissures entre les roques (Fotografia 11).

Si el material originari està constituït per roques de poca consistència, com succeeix amb les calcàries margoses, el sòl presenta característiques molt properes a la roca, amb continguts alts de carbonats de calci i permeabilitat baixa, la qual cosa afavoreix els processos erosius.

Quan la roca sobre la qual es desenvolupa el sòl és d'origen volcànic (bàsicament basalts olivínics del Keuper), trobam terres sense carbonats, pobres en minerals d'argila i amb una alta vulnerabilitat davant els agents erosius (Fotografia 12).

Les parts baixes de les valls, on s'acumula la terra procedent de les parts altes i on els sòls tenen més potencial productiu, presenten una intervenció humana més intensa.

Des d'un punt de vista taxonòmic, les tipologies de sòls més freqüents són: leptosòls (sòls superficial de menys de 25 cm de profunditat que ocupen vessants molt erosionades), regosòls (sòls desenvolupats damunt calcàries margoses que es desfan amb facilitat), fluvisòls (sòls que ocupen parts baixes de la conca i són el resultat d'aportacions de materials dels torrents) i antrosòls (sòls molt modificats per l'acció



Fotografia 11 - L'aigua d'escolament arrossega la terra fina, amb la qual cosa afloren els elements més gruixats (graves i pedres).



Fotografia 12 - Sobre les roques basàltiques del Keuper, s'hi desenvolupen sòls descarbonatats, generalment poc fèrtils.

humana, en què s'inclouen els sòls que resulten d'aportacions de terres per omplir o refer les marjades).

L'estat de les marjades

Les marjades en bon estat suposen el 56% del total i se situen principalment a la part central de la conca (Fig. 5), a les zones amb menys pendent, en marjades d'hort d'acurada construcció i als voltants del llogaret de sa Figuera (Fotografia 13).

Les marjades en mal estat, caracteritzades per la presència d'esbaldrecs i bombaments, suposen el 42%. Una gran diversitat de factors influeixen en l'estat de conservació, com la litologia, el pendent del vessant, el tipus de cultiu o la cura que en té la propietat. Així, trobam un major grau de degradació en parts altes, on la dificultat per accedir a les marjades i els pendents més importants en dificulten el manteniment. També són freqüents les marjades esbaldregades en terrenys més inestables situats en el vessant de Cas Bernats i Son Llampaias, encara que en aquests llocs són habituals els marges bastits amb pedreny portat d'altres indrets que

en millora la resistència. La degradació afecta també les zones pròximes al Port de Sóller que pateixen una forta pressió antròpica.

Les marjades destruïdes (2%) es localitzen, sobretot, en zones exposades a desprendiments de blocs i properes a les rossegueres de la part alta del massís de Bàltx (Fotografia 14), camps on s'han desfet els marges per reutilitzar-ne les pedres o indrets afectats per les obertures de nous camins i pistes forestals.

Aquestes dades permeten constatar la celebritat del procés de degradació d'aquestes estructures, sobretot si tenim en compte que l'abandonament dels cultius i del manteniment dels marges s'inicià al final de la dècada dels anys cinquanta.

Un dels factors que més influeix en el mal estat dels marges és la manca d'inversió en manteniment per l'escassa rendibilitat dels cultius. En aquest sentit és significativa la superfície marjada en mal estat (35%), que correspon a camps on encara es manté l'activitat agrícola (Fig. 6).

El procés de degradació dels marges, inevitable amb el pas del temps, s'accelera i s'intensifica quan es deixen de refer els esbaldrecs i de mantenir funcional el sistema de drenatge. En cas d'esbaldrec, quan plou, l'escola-



Fotografia 13 - Marjades d'olivar en bon estat.



Fotografia 14 - Marjades arrasades a causa de l'acció d'una rosseguera.

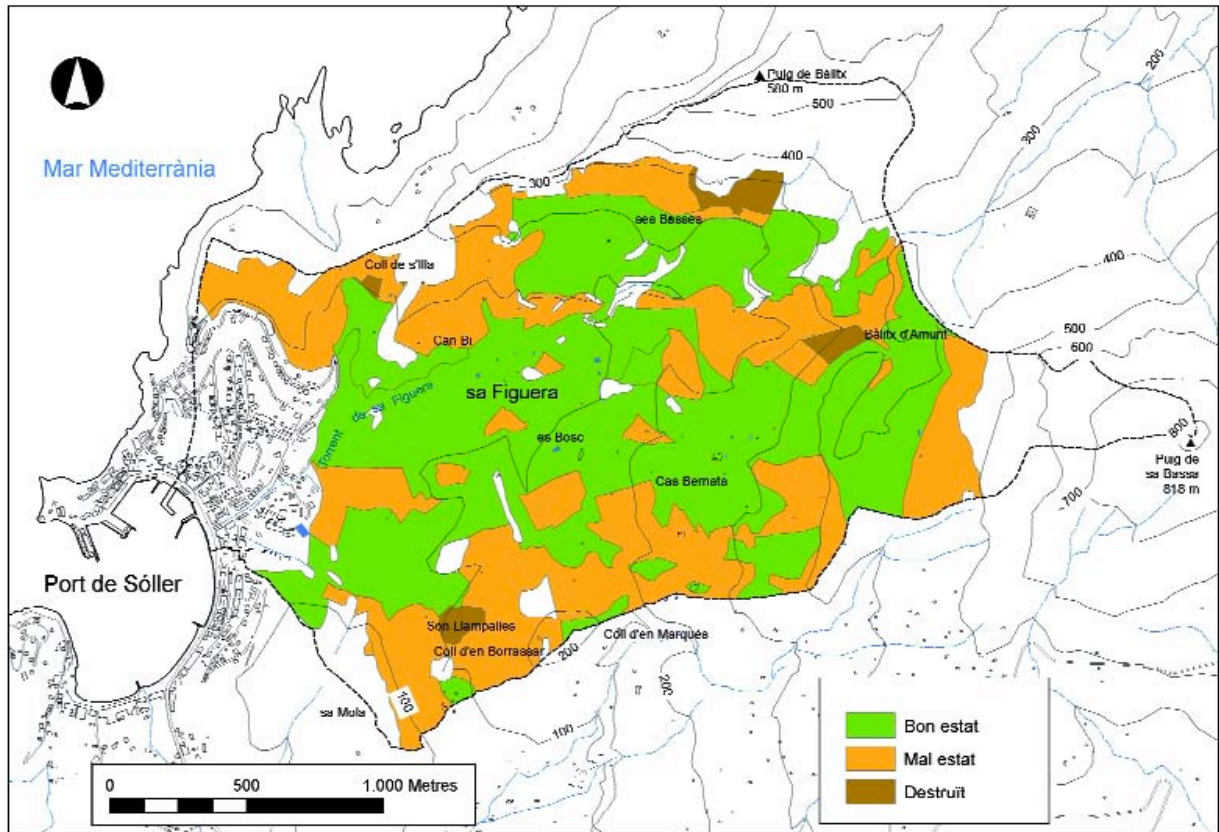


Figura 5 - Estat de conservació de les marjades.

ment laminar convergeix en el punt de ruptura i es crea un xaragall que deteriora les marjades situades aigües avall. L'obstrucció de ralles de drenatge també origina xaragalls i embassaments a les marjades, que accentuen els processos erosius (Fotografies 15, 16 i 17).

Així mateix, en alguns camps marjats, com el coll d'en Borrassar o Cas Bernats els esbaldrecs són freqüents per manca de canalitzacions d'evacuació d'aigua (Fotografies 18 a 21).

D'altra banda, són nombrosos els marges

destruïts a causa d'algunes obres sense preveure mesures de control de la circulació superficial de l'aigua, especialment relacionades amb l'obertura de nous camins (Fotografia 22).

Així mateix, la utilització de ciment, cada vegada més habitual en el bastiment de marges i d'altres estructures, tant per abaratir el cost de rehabilitació com per desconeixement de la tècnica, redueix la permeabilitat del mur, de tal manera que torna més vulnerable davant de les precipitacions intenses (Fotografia 23).

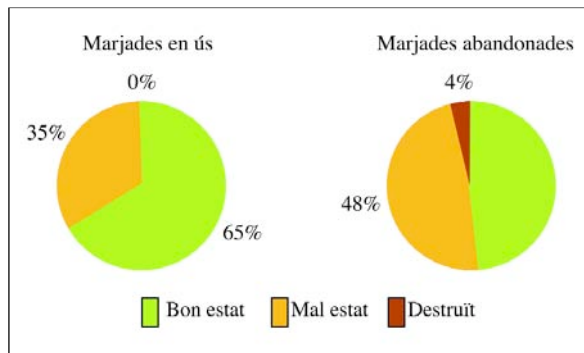
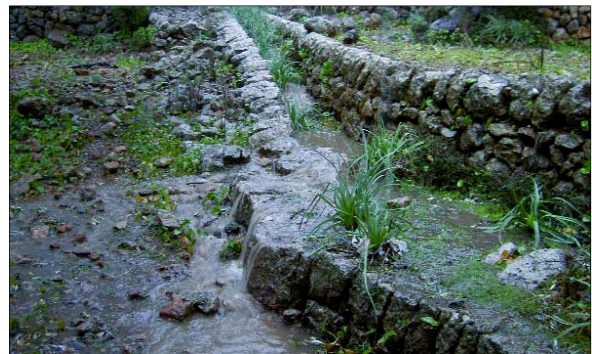


Figura 6 - Estat de conservació de les marjades segons l'ús actual.



Fotografia 15 - Desbordament d'una ralla de drenatge per rebliment.



Fotografia 16 - Embassament de marjades a causa del deteriorament del sistema de drenatge.



Fotografia 20 - Escolament lliure de l'aigua per manca d'estructura de drenatge.



Fotografia 17 - Erosió afavorida per l'esbaldrec.



Fotografia 21 - Esbaldrec a les marjades inferiors.



Fotografia 18 - Degradació del sistema a Cas Bernats.



Fotografia 22 - Problemes d'erosió associats a l'obertura de pistes.



Fotografia 19 - Xaragall a Cas Bernats causat per aigua procedent de la marjada superior.



Fotografia 23 - Caiguda d'un mur de sosteniment de nova construcció, resultat de la utilització de materials i tècniques inadequades.

Gestió agrària i erosió del sòl

El grau d'erosió que es presenta a les marjades a sa Figuera és d'una gran variabilitat, i hi intervenen, a més de l'estat dels marges i les estructures de drenatge, la gestió agrícola realitzada. La reducció dels desnivells i la segmentació del pendent provocats per la construcció dels murs constitueixen factors rellevants per al control de l'erosió hídrica del sòl. Malgrat això, el maneig agrícola modifica la coberta vegetal i orgànica, l'estabilitat estructural i la porositat i, segons la intensitat, pot tenir un efecte multiplicador sobre aquest tipus d'erosió.

L'estació seca, característica del clima mediterrani, dificulta la presència d'un estrat herbaci durant un llarg període i exigeix tasques agrícoles, dirigides a conservar l'aigua del sòl per als cultius perennes, que augmenten la vulnerabilitat de les terres agrícoles.

La remoció de la terra que es produeix quan es llaura deixa el sòl nu i exposat a l'impacte de les gotes de pluja que en desfan els agregats. S'afavoreix, d'aquesta manera, la creació d'una crosta superficial que redueix les taxes d'infiltració de l'aigua de pluja i augmenta l'escolament superficial en zones d'un cert desnivell. Aquest fet és visible sobretot a través de la presència de xaragalls.

La llaurada afecta també al contingut de matèria orgànica, paràmetre determinant en l'estructuració del sòl, que disminueix quan es remou la terra i se n'afavoreix l'oxidació. La conseqüència més immediata és un decreixement de la macroporositat i l'augment de la proporció de microporus, amb efectes negatius sobre la infiltració de l'aigua, ja que se'n retura el flux a través del sòl.

L'agressivitat d'aquests treballs depèn de la profunditat a què arriben. El contingut de matèria orgànica disminueix progressivament amb la fondària. Quan es barreja la terra, se'n redueix el contingut en superfície, la qual cosa provoca una pèrdua d'estructuració del sòl i un augment de la vulnerabilitat davant fenòmens erosius.

Aquest fet queda palès a sa Figuera, on les marjades més amples, en les quals habitualment s'ha emprat maquinària potent, són les més afectades per l'erosió hídrica. En aquests indrets, la pèrdua de sòl és visible a la base dels marges i dels arbres, que queden descoberts per un descens del nivell del sòl (Fotografia 24). La

presència de pedres en superfície o les arrels nues són dues de les conseqüències observables de l'ús de les arades.

Quan les dimensions de les marjades impossibiliten l'entrada de tractors, les tasques agrícoles són més reduïdes o es produeix l'abandonament del cultiu. Sense conreu agressiu, la conservació del sòl és habitualment millor i es detecten menys símptomes d'erosió hídrica. En aquests casos, els esbaldrecs dels marges i el deteriorament o el rebliment dels sistemes de drenatge es converteixen en els principals factors desencadenants.

La coberta vegetal té un efecte protector del sòl, que resulta més efectiu quan més pròxima és a la superfície. D'acord amb aquesta premissa, és recomanable mantenir el sòl protegit amb cultius herbacis o amb vegetació arvense. Als espais marjats mediterranis, on la manca d'aigua limita la producció vegetal, aquest plantejament entra sovint en conflicte amb la gestió que promou l'eliminació de la vegetació herbàcia que suposa una competència per a la disponibilitat hídrica dels cultius. Una proposta de gestió sostenible i propera a les pràctiques tradicionals és la de preservar la reserva hídrica del sòl amb el pasturatge o la llaurada superficial en benefici del cultiu principal (en els camps mar-



Fotografies 24 - La pèrdua de sòl és ben visible en alguns marges i amb les arrels nues dels arbres.

jats de sa Figuera les oliveres i garrovers són els més habituals) durant les èpoques de dèficit i permetre la presència d'un estrat herbaci sembrat o de creixement espontani durant els mesos d'hivern o a la tardor, especialment quan es produeixen les precipitacions més erosives. Aquesta estratègia és factible a marjades amb pendent reduït i amb pocs problemes d'erosió hídrica. Quan aquest és el factor més crític, evitar llaurar a qualsevol època de l'any és la primera mesura que cal implantar.

La presència de ramat oví resulta especialment adient per controlar les plantes herbàcies en aquests sistemes agropequaris, ja que és compatible amb els cultius arboris i no afecta l'estabilitat dels marges, tot i que esdevé important controlar la càrrega ramadera per evitar els problemes erosius similars al del conreu que genera la sobrepastura, amb l'agreuament que, a més, sol afectar els cultius arboris.

En els darrers anys s'ha generalitzat l'ús d'herbicides per controlar la vegetació arvense, amb la qual cosa s'evita la necessitat de llaurar la terra i es redueixen els problemes erosius. L'aplicació de l'herbicida és fàcil de realitzar i, en cultius com l'olivar, facilita la collita de l'oliva ja que manté el terra net (sense herba ni terra remoguda per les llaurades). Malgrat això, l'ús perllongat d'herbicides té repercussions negatives sobre el banc de llavors del sòl, la microflora, la fauna edàfica i les condicions fisicoquímiques del sòl.

Camp experimental

Amb la finalitat d'avaluar el paper de les marjades en la regulació hidrològica i l'atenuació dels processos erosius, es dissenyaren unes parcel·les experimentals per quantificar els fluxos d'aigua corresponents a l'escolament i la contribució dels marges en la infiltració de l'aigua.

Les parcel·les d'estudi s'instal·laren a la finca pública de Son Amer (Escorca), a uns 500 metres d'altitud, en una zona marjada amb oliveres, on la geologia està dominada per materials calcaris margosos poc permeables. El pendent de les marjades és d'uns 3° i les precipitacions anuals se situen al voltant dels 1.200 mm. Es tracta d'una zona representativa dels camps marjats característics de la serra de Tramuntana.

Cada parcel·la, tancada per evitar l'entrada i la sortida d'aigua, té una forma rectangular de 21 m². A la part baixa, hi ha un col·lector Gerlach que recull l'aigua d'escolament (Fig. 7). A les dues parcel·les destinades a mesurar l'escolament superficial, el col·lector està situat just abans de la zona reblida del marge (Fotografia 25). A les parcel·les experimentals destinades a quantificar l'efecte del marge i la reblada en l'escolament final, el col·lector està situat al peu del marge (Fotografia 26).

Des del col·lector, l'aigua arriba a través d'una canonada a un mesurador de balanç (Fotografia 27) connectat a un enregistrator de dades, que ens permet conèixer els fluxos d'aigua generats al llarg del temps. Finalment, una part de l'aigua evacuada es recull en un dipòsit per quantificar els sediments en suspensió.

A més a més, es construí una marjada aïllada, amb la base i els laterals impermeabilitzats, que actua com un lisímetre (Fotografia 28) i que ens permet mesurar l'aigua que percola cap a l'aquífer (excedent hídric del sòl) en condicions d'escolament superficial.

Entre l'1 d'octubre de 2005 i el 18 de juny de 2006, s'enregistraren a Son Amer un total de 436 mm

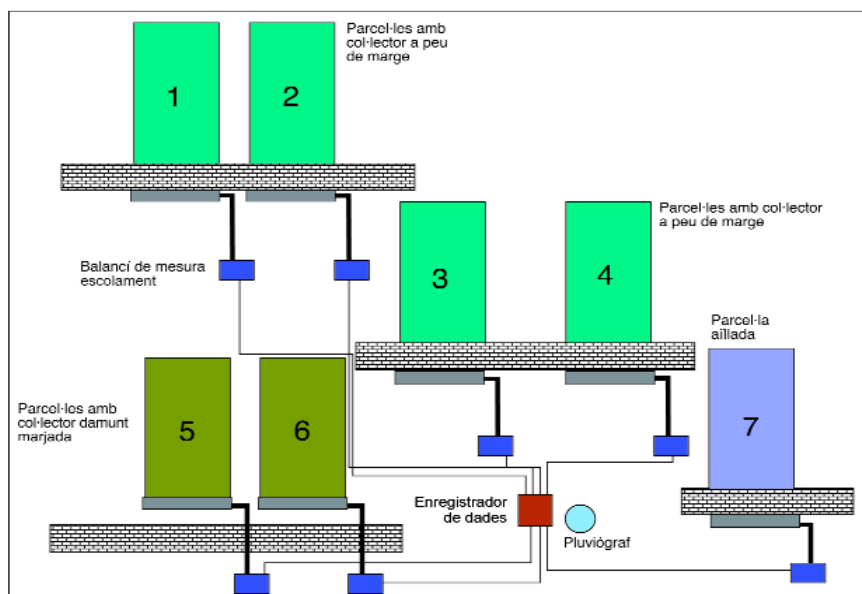


Figura 7 - Esquema en planta de les parcel·les experimentals.



Fotografia 25 - Parcel·la experimental per mesurar l'escolament a la base del marge.



Fotografia 26 - Parcel·la experimental per mesurar l'escolament a la part alta de la marjada.



Fotografia 27 - Balanci de mesura de l'escolament.



Fotografia 28 - Marjada aïllada amb funció de lisímetre.

de pluja. Globalment, les taxes d'infiltració foren molt elevades, tot i que s'observaren diferències de comportament entre parcel·les. Als col·lectors damunt marjada es recollí el 4,6% de l'aigua de pluja caiguda, mentre que als col·lectors a peu de marge la taxa d'escolament fou inferior a l'1% (Taula 2).

a) Escolament a les marjades

	Damunt el marge	Al peu del marge
Escolament (%)	4,6	0,8

b) Excedent hídic (lisímetre)

	Marjada lisímetre
Excedent (%)	5,8

Taula 2 - Taxes globals d'escolament a les marjades i excedent hídic de la marjada lisímetre al camp experimental de Son Amer durant el període de l'1 d'octubre de 2005 al 18 de juny de 2006. P= 436 mm.

A la marjada aïllada amb funcions de lisímetre, s'enregistrà un sobrant hídic del 5,8% durant tot el període, quantitat destinada, teòricament, a la recàrrega de l'aquífer.

A la taula 3 s'indiquen diversos episodis en què s'enregistraren fluxos d'escolament al llarg del període d'estudi. Les taxes d'escolament més elevades corresponen a dos episodis de precipitacions mitjanes (18 i 26 mm), però amb moments d'intensitat alta. Aquest fet fou especialment il·lustratiu en l'episodi de dia 28 d'abril de 2006 (Fig. 8), en què 21 dels 26 mm

a) Escolament de les marjades

Data de l'episodi	Duració (h)	Precipitació (mm)	Escolament damunt el marge (%)	Escolament al peu del marge (%)
23-24/11/05	9	18	3,6	0,5
08-12/12/05	96	51	4,3	1,6
13/12/05	10	22	50	1,0
27-28/12/05	32	32	6,7	3,7
05/03/06	6	18	32,7	12,0
28/04/06	1	26	18,4	5,5

b) Excedent hídic (marjada lisímetre)

Data de l'episodi	Precipitació (mm)	Aigua Drenada (%)
23-24/11/05	18	12,6
08-12/12/05	51	44,8
13/12/05	22	24,3
27-28/12/05	32	7,4
05/03/06	18	7,3
28/04/06	26	4,0

Taula 3 - Taxes d'escolament i d'infiltració a la finca de Son Amer en diferents episodis de pluja.

es recolliren en 20 min, amb una intensitat màxima de 120 mm/h durant 1 min. Tot i així, la taxa d'escolament a la base del marge no superà el 13%.

A la parcel·la aïllada, per les característiques de disseny, només es quantifiquen els excedents que es produeixen quan el sòl està saturat.

A falta d'un registre d'episodis més ampli, els hidrogrames de les parcel·les del camp experimental de Son Amer mostren com les taxes d'escolament estan directament relacionades amb la intensitat. Si s'analitza la distribució de l'escolament al llarg del temps, s'aprecia que el flux d'aigua es desencadena, normalment, a partir d'intensitats superiors a 12 mm/h durant 10 minuts. També s'ha observat, a les parcel·les amb el col·lector a peu de marge, que el final de l'escolament gairebé coincideix en el temps amb el final de la pluja i que es retarda, com a màxim, uns pocs minuts.

L'escolament recollit pels col·lectors és relativament baix, però a la base del marge es redueix fins a cinc vegades. Per les característiques constructives, amb disposició d'abundant reble rere el parament i una superfície amb poc pendent, la marjada és un element que augmenta les taxes d'infiltració, amb la qual cosa es redueixen els efectes erosius de l'aigua i es contribueix a una major recàrrega dels aquífers.

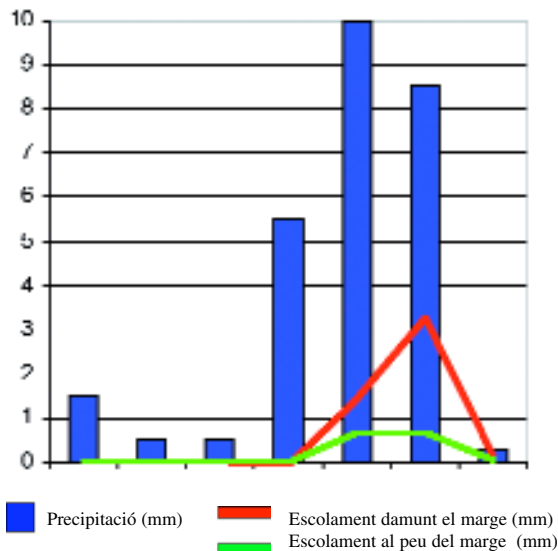


Figura 8 - Hidrograma de l'episodi del 28 d'abril de 2006, amb una precipitació de 26 mm.

Pel que fa a l'erosió hídrica, les pèrdues de sòl quantificades al llarg del seguiment de les parcel·les experimentals es poden qualificar de molt baixes (concentracions de sediment a l'aigua d'escolament iguals o inferiors a 0,65 g/l).

Seguiment de l'escolament i l'erosió hídrica a l'àrea pilot

Amb la finalitat de seguir el comportament hidrològic de la conca del torrent de sa Figuera i d'avaluar-ne els efectes, s'instal·là a la part final una estació d'aforament constituïda per una sonda limnigràfica i un enregistrator de dades (Fotografia 29). En el mateix indret es col·locaren, a diferents punts de la secció del llit del torrent, botelles trampa per quantificar els sediments arrossegats pel corrent d'aigua. Les precipitacions es mesuren amb un pluviògraf situat a la part central de la conca (245 m) i un pluviòmetre totalitzador a l'estació d'aforament.



Fotografia 29 - Vista de l'estació d'aforament a l'inici de la revinguda del 30 de gener de 2006.

Les reduïdes dimensions de la conca, l'elevada permeabilitat dels terrenys i del llit dels torrents a gran part de l'àrea i l'escàs cabal de les surgències fan que només circuli aigua pel torrent uns pocs dies l'any. Així, des del muntatge de l'estació d'aforament, el juny de 2005, fins al setembre de 2006 tan sols s'enregistraren cinc episodis amb circulació d'aigua en el punt de mesura (Taula 4).

Tres de les revingudes es poden relacionar amb episodis tempestuosos característics del final de l'estiu, intensos i d'una durada relativament curta, en què el cabal es generà gairebé íntegrament per escolament superficial directe. En aquests casos, el nivell màxim de crescuda s'assoleix just després de produir-se la revinguda.

Data	P	T _p	I màx.	P 7d	C màx.	T _e
30/01/06-01/02/06	172	36 h	23	70	1,7	30 h
05/03/06	59	11 h	23	19,3	0,9	3 h 40'
12/09/06	102	3 h 30'	90	0	0,8	40'
14/09/06	55	6 h	108	136	0,8	2 h
17/09/05	50	2 h	50	0	1,5	1 h 20'

P: precipitació; T_p: Temps de pluja; I màx.: Precipitació màxima (mm/h) enregistrada en 10 minuts; P 7d: precipitació acumulada els 7 dies anteriors a l'episodi principal; C màx.: cabal màxim del torrent; T_e: temps d'escolament

Taula 4 - Episodis, corresponents al període juny de 2005 - setembre de 2006, amb circulació d'aigua a l'altura de l'estació d'aforament.

D'altra banda, trobam les revingudes associades a pluges menys intenses, però constants i perllongades, en èpoques en què la humitat dels sòls ja és molt elevada i, per tant, els terrenys tenen menys capacitat d'infiltració, i on també són notables les aportacions de surgències com la font del Salt de Bàlitz (Fotografia 30).

A l'episodi més rellevant en termes de cabal mesurat (el del 30-31 de gener de 2006), en què es recolliren 172 mm en 36 hores i amb



Fotografia 30 - La font des Salt de Bàlitz brolla amb força després d'un episodi.

una intensitat punta de 23 mm/h/10min, s'estima que un 27% de l'aigua caiguda s'evacuà en 30 hores directament a la mar i arrossegà una gran quantitat de sediment en suspensió. Tenint en compte que l'aigua del torrent transportà una mitjana de 13 g/l de sediment, es calcula que les pèrdues de sòl de la conca foren d'unes 3.100 tones (8,5 t /ha).

Tot i que durant alguns episodis s'han enregistrat intensitats torrencials, es generaren



Fotografies 31 - El color de l'aigua és un bon indicador de la presència de terra erosionada.

cabals poc significatius. Durant l'episodi del 12 de setembre de 2006, s'assoliren intensitats superiors a 90 mm/h durant 20 min, amb 50 litres acumulats en 50 min (100 mm en 3 hores), però la crescuda no passà dels 0,12 m a l'estació d'aforament. Es tracta, per tant, d'una conca que per les característiques hidrogeològiques necessita episodis molt intensos perquè la crescuda superi el límit del jaç del torrent (1,15 m en el punt de mesura).

Les conseqüències d'aquestes pluges poden ser catastròfiques, com l'esllavissada que destruï les cases de Can Bresca el març de 1832. Tot i així, l'efecte més notori són les revingudes del torrent de sa Figuera. En el darrer segle s'han comptabilitzat, per mitjà de reculls de premsa (Fotografia 32) i de testimonis orals, almanco 8 crescudes del torrent de sa Figuera amb inundacions en el tram final a la zona del port de Sóller per desbordaments del jaç, la majoria de les quals en els darrers 35 anys (Taula 5). Anteriorment, l'àrea del port era una zona poc poblada, fet que pot explicar la manca de referències a desbordaments i inundacions del torrent.

El factor desencadenant dels desbordaments recents documentats són episodis de precipitacions torrencials de tardor i primavera, com ara el de l'octubre de 1994, en què un xàfec descarregà 65 mm en poc més de 20 minuts. L'aigua que caigué provocà la ràpida però breu crescuda del torrent i la inundació dels carrers i edificis en el tram final del torrent.

Cal assenyalar dos factors antròpics que a partir de la dècada dels anys setanta han alterat notablement els episodis de crescudes: d'una banda, el creixement de l'àrea urbana a la zona del port, amb un gran increment de l'escolament superficial generat en aquesta àrea, i d'altra, la construcció d'un pont i el cobriment de la des-



Fotografia 32 - Retall de premsa de l'any 1973 que fa referència al desbordament del torrent.

embocadura que, per la reduïda secció, en cas de grans revingudes s'obstruïa amb la vegetació i les deixalles arrossegades i forçava l'elevació del les aigües. Actualment (any 2006), el tram final del torrent s'ha reformat amb l'eixamplament i el soterrament del jaç, amb la qual cosa es pretén facilitar l'evacuació natural de l'aigua cap a la mar i evitar nous desbordaments.

A manca d'episodis rellevants, les dades obtingudes resulten insuficients per extreure'n conclusions i generalitzar sobre la influència de les marjades en la prevenció de les inundacions. Tot i així, els resultats obtinguts en el camp experimental de Son Amer i el coneixement adquirit mitjançant l'observació directa de la circulació de l'aigua al llarg dels episodis d'intensitat moderada evidencien que l'esglaonament dels vessants afavoreix considerablement els processos d'infiltració, i pot tenir efectes significatius en petites conques intensament marjades com sa Figuera.

Data	Precipitació (mm/24h)	Impactes
19.11.1898		Inundació al Port
18.04.1942		Tall de la carretera del Port i la línia de tramvia
25.09.1971	130	Desbordament per obstrucció del pont
09.11.1971	97,8	Desbordament per obstrucció del pont
01.10.1973	154	Desbordament per obstrucció del pont
18.11.1986	110	Desbordament per obstrucció del pont
04.05.1991	95,2	Desbordament per obstrucció del pont
15.10.1994	74	Es recullen 65 mm en 20 minuts (165 mm/h) Desbordament per obstrucció del pont

Taula 5 - Desbordaments del torrent de sa Figuera documentats al Setmanari de Sóller. Les dades pluviomètriques corresponen per l'estació meteorològica de Sóller. Font: Direcció General de Recursos Hidrics. Govern Balear.

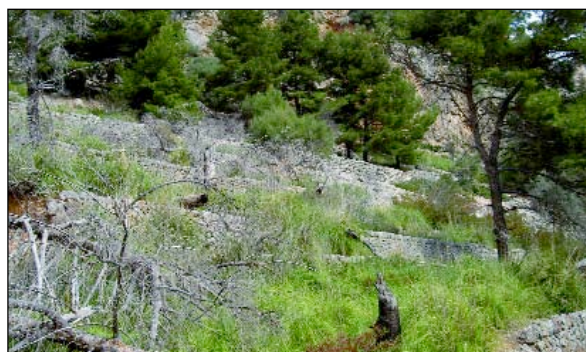
Els incendis forestals a sa Figuera

El conreu de l'olivera s'ha combinat tradicionalment amb la presència de bestiar oví que controla el creixement de la vegetació espontània (Fotografia 33). Aquest maneig, juntament amb l'activitat ramadera, de carboners i de segadors de càrritx a les zones no agrícoles, feia que el perill d'incendi fos molt reduït fins a mitjan segle XX. Amb l'abandonament dels conreus i la manca de gestió del bosc i la garriga, s'inicià la dinàmica de recolonització vegetal, de tal manera que avui el risc d'incendi és un dels principals problemes de la zona.

Els primers incendis forestals a sa Figuera documentats daten de 1975, moment en què ja era constatable la decadència de les activitats agràries. Des d'aleshores se n'han comptabilitzat 15, que han cremat una superfície relativament petita (64 ha) i que han afectat, majoritàriament, marjades abandonades (Fotografia 34). Els incendis més significatius s'han produït en el vessant del massís de Bàltx, on es cremaren 20 ha l'any 1984 a la zona de ses Basses, i 20 ha a sa Coma l'any 1999 (taula 6).



Fotografia 33 - El ramat oví, que sol pasturar a les marjades d'olivera, constitueix un important element de control de la vegetació.



Fotografia 34 - Estat de les marjades de ses Basses de Ca s'Hereu, 22 anys després de l'incendi que cremà 20 hectàrees.

Data	Lloc	Superfície
18.05.1975	Bàltx de Dalt	12'5
25.01.1982	S'Ataleia	0'8
25.09.1982	S'Ataleia	0'8
21.07.1984	Es Port	2
31.07.1984	S'Ataleia	0'2
02.09.1984	Ses Basses	20
05.08.1985	Torrent de sa Figuera	0'1
07.11.1985	Sa Figuera	0'6
03.07.1986	Sa Figuera	0'4
03.08.1988	Ca s'Àngel	4
29.10.1989	Ca s'Hernat	0'1
25.08.1990	Bàltx de Dalt	2
25.04.1992	Bàltx de Dalt	0'3
14.06.1992	Bàltx de Dalt	1
05.03.1999	Sa Coma	20
TOTAL	15	64'5

Taula 6 - Incendis forestals enregistrats els darrers 30 anys a la conca del torrent de sa Figuera.

Font: Conselleria de Medi Ambient. Govern Balear.

El perill d'incendi a l'àrea pilot s'ha avaluat amb l'anàlisi del comportament del foc, en funció de les propietats de la vegetació que trobam a sa Figuera, a partir del model de combustibilitat de Rothermel (1972) i de l'adaptació que en va fer l'ICONA (1980). També s'ha tingut en compte la influència de la topografia. Així, les variables d'estudi del perill d'incendi han estat:

- La **inflamabilitat** o facilitat de la vegetació per entrar en combustió quan es posa en contacte amb una font d'ignició (la matèria morta i les herbàcies són els combustibles més inflamables). Aquesta variable és la que té un pes més gran.
- La **càrrega de combustible**, en la qual es valora la quantitat de massa combustible per hectàrea.
- El **pendent** del vessant, que accelera la propagació del foc quan es desplaça en sentit ascendent i l'alenteix en sentit descendent. Els penya-segats també poden actuar com a obstacles per a l'avançament del foc.
- L'**orientació del vessant**, que afecta el contingut d'humitat dels combustibles, que tendeix a ser més sec en les zones de solana, fet que facilita la propagació de l'incendi.

D'acord amb els resultats, les zones amb menys perill corresponen a les marjades d'olivera en ús, pasturades per ovelles, i les zones d'hort, ambdues caracteritzades per la marcada discontinuïtat horitzontal de la vegetació i per l'absència de substrat herbaci i arbustiu. Els alzinars, tot i que guarden una elevada càrrega de combustible,

tenen un estrat herbaci i arbustiu poc desenvolupat, i conserven, a l'estiu, un cert grau d'humitat, característiques que fan que en cas d'incendi es propagui més lentament.

Per contra, el càrritx (*Ampelodesmos mauritanica*), herbàcia invasora habitual dels camps marjats abandonats, és el màxim responsable de la propagació del foc i torna especialment perillós quan es combina amb la màquia d'ullastre i les masses de pinar.

La integració de les diferents variables mostra dues franges de perill d'incendi diferenciades (Fig. 9). Així, d'acord amb l'alt grau d'abandonament agrícola, més de la meitat de la superfície de la conca (53%) presenta un perill d'incendi alt o molt alt, que esdevé especialment greu per la proximitat al nucli del Port de Sóller i la presència d'habitatges disseminats per la conca. Per contra, el 36% del territori es troba dins una àrea amb perill baix o molt baix d'incendi, que correspon principalment a les marjades d'olivar en ús a la part central de la conca (al voltant del llogaret de sa Figuera) i a les marjades de la part alta (Bàltx d'Amunt).

La protecció d'àrees habitades o d'espais amb un important valor patrimonial, mediam-

biental o paisatgístic passa principalment per recuperar o mantenir l'activitat agrària i ramadera a les marjades. Així, mitjançant la gestió dels olivars o d'altres fruiters de secà es poden establir faixes que actuen com si fossin tallafocs amb espècies poc inflamables i esporgades de vegetació seca. Amb l'aplicació de la normativa en matèria de defensa, aquestes faixes haurien d'assegurar un perímetre d'almanco 25 metres al voltant dels habitatges unifamiliars, urbanitzacions i nuclis urbans. Aquestes actuacions s'han d'adaptar a les característiques de cada espai per evitar problemes d'erosió i garantir l'estabilitat del terreny, i, si és necessari, s'ha de combinar amb la recuperació dels marges.

La conca de sa Figuera compta amb una extensa xarxa de camins (60 km, amb una densitat mitjana de 5,2 km/km² pel que fa a vies d'amplada superior als 2,5 m) encara que la superfície amb major perill d'incendi resulta poc accessible. El manteniment dels camins pot contribuir al control i l'extinció d'incendis i a l'evacuació de les persones, però ha d'anar acompanyat de mesures per evitar els problemes d'erosió derivats de l'alteració de l'escolament i la destrucció de marges i sistemes de drenatge.

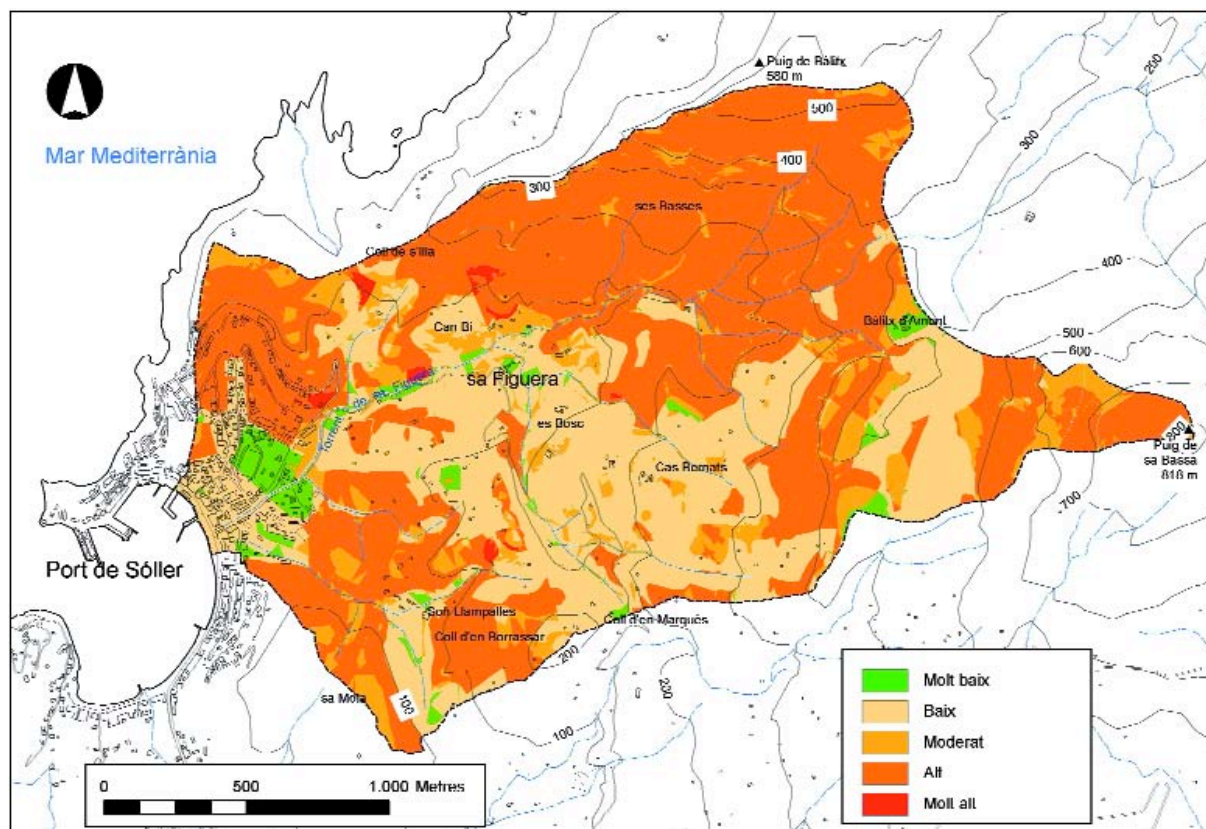


Figura 9 - Perill d'incendi a sa Figuera.

CONSIDERACIONS FINALS

Els resultats de la investigació duita a terme durant el projecte TERRISC permeten fer una sèrie de valoracions sobre el paper dels espais marjats i la problemàtica que avui dia els afecta:

- La construcció dels marges per sostenir les terres de conreu suposà una modificació intensa del territori per crear sòls més profunds i estables. Amb l'ús de la pedra col·locada en sec, es generaren conjunts d'alt valor etnològic i paisatgístic, reflex d'una societat, d'una cultura i d'uns coneixements transmesos al llarg de generacions. Per això mateix, els marges tenen una forta càrrega simbòlica i identitària.
- Més enllà dels indubtables valors estètics o culturals, els marges tenen un important paper en la regulació del cicle hidrològic i el control de l'erosió. La tècnica constructiva dels murs amb la disposició d'abundant reble rere el parament augmenta la capacitat d'infiltració de l'aigua de pluja, redueix l'escolament superficial i els processos erosius. Així mateix, el gran nombre de sistemes de drenatge associats als camps marjats ajuden decisivament a millorar-ne l'estabilitat.
- L'abandonament de la pràctica agrícola i els canvis d'usos han incrementat el risc d'incendi, i la manca de manteniment dels marges i les estructures annexes, relacionada amb l'elevat cost i l'escassa rendibilitat dels conreus, n'ha accelerat el procés de degradació. Aquest procés, condicionat també per factors litològics i geomorfològics, posa en perill, a mitjà termini, la conservació d'aquest patrimoni.
- La necessitat d'emprendre accions per conservar-lo és més rellevant si es valora l'esforç econòmic que en suposaria la reposició en cas de pèrdua.
- Les particularitats constructives adreçades a assolir la màxima funcionalitat dels sistemes de marjades necessiten un coneixement acurat de les interrelacions entre els elements constructius i les exigències de gestió per assegurar-ne la perdurabilitat en el temps.

D'aquesta manera, la gestió dels espais marjats s'ha de dur a terme amb les consideracions següents:

- El manteniment de l'activitat agrària i/o ramadera com a premissa ineludible per a la seva conservació, que, a més de criteris estrictament productivistes, ha de tenir en compte la multifuncionalitat.
- La recerca d'alternatives als conreus o la potenciació dels valors afegits als que ja hi ha, amb criteris de sostenibilitat i pràctiques agrícoles respectuoses amb el medi ambient, que minimitzin els processos erosius i contribueixin a preservar la biodiversitat.
- La identificació de les àrees de major interès sobre les quals s'han de prioritzar les actuacions a partir de les qualitats ambientals, paisatgístiques i constructives, i pel paper en la prevenció dels riscos naturals.
- L'establiment de criteris i tècniques d'ús i gestió que tinguin en compte els valors ecològics, històrics, culturals, estètics i simbòlics, i la complexitat d'aquests sistemes i la interrelació entre els seus elements, especialment pel que fa als sistemes de drenatge.
- La sensibilització de la població local, tant respecte dels valors i el funcionament dels camps marjats, com les tècniques agrícoles i constructives adients.



Agraïments:

A Alfredo Barón Pérez, Concha González Casasnovas, Gabriel Oliver Codina, Miguel Martínez Ledesma, Bartolomé Garau Pujol, Gabriel Bardi Figini, Alicia Medrano, Rosa Maria Mateos Ruiz, Joan Arbona Mas i José María Mayor Pérez.

I a tots els propietaris i els pagesos de la conca de sa Figuera per la col·laboració desinteressada al llarg del període d'estudi.

BIBLIOGRAFIA

- Barón, A.; Torcal, R. (1992) Estado actual del estudio geológico. Trazado del túnel de sa Costera-Sóller. *Informaciones y estudios*. DGOH-MOPT [Madrid], núm. 54 (octubre de 1992).
- CEDEX-DGOH-MOPT (1991) *Estudio de alternativas para el aprovechamiento de sa Costera y del torrente Major de Sóller*. Informe elaborat per CEDEX-DGOH-MOPT, Madrid.
- DGRH-YACU (2002) *Estudio de caracterización del régimen extremo de precipitaciones en la isla de Mallorca*. Informe final elaborat per la Direcció General de Recursos Hídrics del Govern de les Illes Balears y YACU, Palma.
- Gran Enciclopèdia de Mallorca*. (1991-1998). Inca: Promomallorca Edicions, SL, vol. XVI-XVII.
- Gual, M; Alberti, J. (2000) *Les fonts de Sóller i Fornalutx. Un esforç humà per fer de l'aigua un mitjà de subsistència*. Sóller: El Gall.
- Hudson, N. W. (1997) *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía*. Boletín de suelos de la FAO, 68. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: FAO.
- FAO (2000) *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Boletín de tierras y aguas de la FAO, 8. Roma: FAO.
- Pérez, P. (1995) *La cooperativa agrícola Sant Bartomeu de Sóller i l'oli verge de la serra de Tramuntana*. Palma: Cooperativa Agrícola Sant Bartomeu.
- Patrimoni de marjades a la mediterrània occidental: una proposta de catalogació* (2002). [Palma (Mallorca)]: Consell de Mallorca. Departament de Promoció i Ocupació. FODES-MA.
- Reynés, A.; Alomar, G.; Ferrer, I.; Grimalt, M.; Rodríguez, R. (2000) The PATTER project, an innovative European initiative for cataloguing and preservation of the terrace cultivation in the Mediterranean area. A: Rubio, J. [et al.]. *Man and Soil at the Third Millenium: Museu de las Ciencias Príncipe Felipe Ciudad de las Artes y las Ciencias Valencia (Spain)*, 28 March – 1 April. Logroño: Geoforma. Centro de Investigaciones sobre Desertificación, 2002.
- Rodríguez, R.; Alomar, G.; Ferrer, I.; Grimalt, M.; Reynés, A. (2000) Typologies of disposition of dry stone contention walls on the terrace cultivation area of Majorca Island. A: RUBIO, J. [et al.]. *Man and Soil at the Third Millenium: Museu de las Ciencias Príncipe Felipe Ciudad de las Artes y las Ciencias Valencia (Spain)*, 28 March – 1 April. Logroño: Geoforma. Centro de Investigaciones sobre Desertificación, 2002.
- Vélez, R. (coord.) (2000) *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. Madrid, McGraw-Hill./Interamericana de España S. A. U. Ed. García Brage, A.

HIDROLOGIA DE TERRAÇOS AGRÍCOLAS E INSTABILIDADE DE VERTENTES NO VALE DO DOURO

VALE DO DOURO, MARGEM NORTE ENTRE OS RIOS TÂMEGA E CORGO

Morfologia e clima

As vertentes do vale do Douro são marcadas por uma história de séculos de agricultura em terraços, fruto da produção agrícola dedicada à produção de vinho do Porto.

O vale do rio Douro, depois de atravessar a região da Meseta Ibérica, apresenta-se extremamente encaixado (Fig. 1 e fotografia 1) ao longo de uma grande parte do percurso em Portugal. Indiferente à diversidade litológica e aproveitando a densa rede de fracturação, apresenta um direcção geral E-W, atravessando as montanhas que separam a Meseta Ibérica do litoral junto ao Atlântico. Esta situação dá ao Vale do Douro, no sector português, características climáticas e geomorfológicas muito específicas.

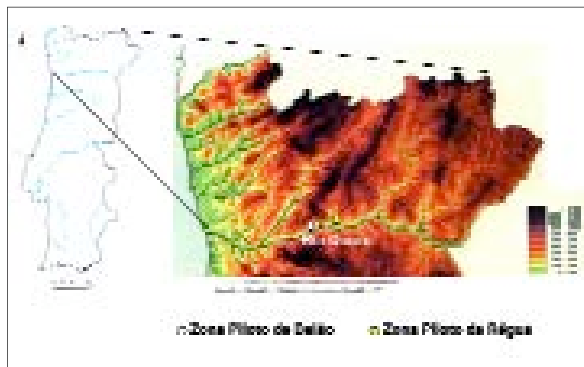


Figura 1 - Mapa hipsométrico do Norte de Portugal.

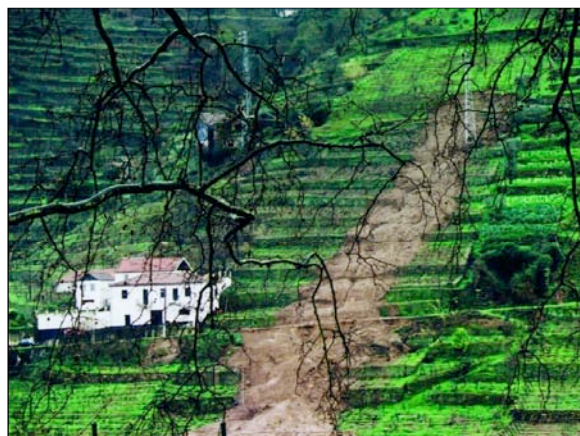


Fotografia 1 - Vale do Douro, visto de Valença do Douro (Tabuaço).

Os declives são extremamente fortes, muitas vezes superiores a 30°, condicionando o aproveitamento agrícola que é feito com base na construção de pequenos terraços de difícil acesso.

O forte encaixe da rede hidrográfica e os alinhamentos montanhosos a Oeste permitem a existência de um microclima onde a influência do Atlântico é atenuada. Os Invernos são menos húmidos que a ocidente e os Verões são quentes e secos. A temperatura média anual é de 17,5°C e a precipitação total anual varia, de este para oeste, entre os 400 mm e os 1.000 mm. As montanhas ocidentais exercem um efeito de barreira de condensação, impondo ao vale uma fraca humidade e características de um clima mediterrâneo, propícia ao desenvolvimento da produção vinícola.

O encaixe do Vale do Douro protege a produção agrícola dos ventos quentes e secos de Este durante o Verão. Além disso, a área também é afectada por episódios chuvosos esporádicos que por vezes têm uma forte intensidade. Quando associados a períodos mais prolongados de precipitação, promove uma forte dinâmica de vertentes provocando importantes perdas materiais e humanas. Ao longo da história do vale do Douro, registaram-se vários Invernos extremamente húmidos, durante os quais ocorreram inúmeros movimentos de vertente (Fotografia 2).



Fotografia 2 - Fluxo de lama em Lamego, na margem esquerda do Douro (Janeiro 2001).

Não se pode, ainda, afirmar que haja uma relação de causa/efeito entre o tipo de arranjo das vertentes e a frequência de ocorrência de fenóme-

nos de instabilidade. Porém, os movimentos de maior dimensão parecem estar directamente relacionados com os novos métodos de cultivo ou com a dificuldade de manutenção das estruturas tradicionais de drenagem das vertentes.

Litologia

A litologia do Vale do Douro caracteriza-se de uma forma simplificada pela alternância de rochas metassedimentares e pequenos núcleos de rochas granitóides.

Os solos pobres e esqueléticos, resultantes da meteorização dos metassedimentos ou da acção humana são propícios à produção do vinho do Porto. Por esse motivo, os limites dos contactos entre xistos e granitos, coincidem, de forma geral, com o limite da região demarcada do Douro.

Esta diversidade litológica marca uma importante diferença no tipo de agricultura praticada, no arranjo das vertentes e na utilização dos recursos naturais, em especial dos hídricos, com consequências inevitáveis ao nível da paisagem e da dinâmica do meio físico.

Recursos hídricos

Na área de granitos, a existência de mantos de alteração permite o armazenamento e a libertação progressiva de grandes quantidades de água. Nestas áreas é muito comum encontrarem-se “minas”²¹ escavadas na rocha ou construídas sob os terraços agrícolas, tanques ou “poças”²² onde se armazena a água das chuvas e das nascentes para a rega e, ainda, canais de rega que transportam a água por gravidade até aos campos.

Ao longo dos cursos de água também se encontram pequenas “levadas”²³, a partir das quais a água é conduzida para canais de rega. Hoje em dia, já se observam formas modernas de elevação da água para as partes mais altas das vertentes com o recurso a bombas de água.

A abundância de água permite o desenvolvimento de uma policultura intensiva de regadio, mesmo durante a estação seca. As áreas de xisto têm menores disponibilidades hídricas, em resultado de se registar menos precipitação. Aqui, encontram-se principalmente infra-estruturas de drenagem. Essas infra-estruturas são normalmente canalizações antigas construídas em xisto ou recentemente com manilhas de

cimento, que apenas funcionam quando há fortes precipitações.

A escassez de água no solo apenas permite a monocultura da vinha, cuja espécie arbustiva se adapta facilmente a solos esqueléticos, além de oliveiras e árvores de fruto que se localizam nos limites das explorações agrícolas.

O cultivo da vinha faz-se utilizando algumas técnicas tradicionais de drenagem, extremamente eficazes na manutenção da estabilidade dos terrenos. Em geral, escavam-se pequenos sulcos com uma disposição próxima da das curvas de nível, evitando que o escoamento superficial se concentre ou atinja os muros de suporte.

Em simultâneo, retira-se todo o coberto herbáceo, fomentando o escoamento superficial para reduzir ao mínimo o processo de infiltração. Esta água é canalizada para sulcos, por vezes construídos em pedra, que orientam todo o escoamento superficial para uma linha de água.

Apresentação histórica

O território do Norte de Portugal apresenta paisagens marcadas por factores naturais e pelo seu percurso de consolidação histórico-cultural, económico, social e ambiental. Distinguem-se áreas de forte concentração de população e actividades a Oeste, em oposição aos espaços cada vez mais rarefeitos em direcção ao interior, pontuados por cidades, de pequena e média dimensão, mobilizadoras da vida local.

Nestes últimos, a prática agrícola permanece em destaque no contexto das actividades económicas, mas não sem revelar alterações, por vezes problemáticas, resultantes do abandono ou, simplesmente, da mudança das técnicas utilizadas no arranjo dos espaços de cultivo. Esta é uma questão particularmente relevante quando daí advêm consequências quer no plano social e económico das regiões, quer do equilíbrio físico das paisagens em causa.

Esta paisagem sofreu diversas mutações, sobretudo a partir da Idade Média quando se multiplicaram os arroteamentos, substituindo a densa cobertura arbórea por espaços agrícolas onde se implantava uma policultura de baixa produtividade. Por outro lado, para ultrapassar os elevados declives, sucediam-se os terraços técnica privilegiada para a sustentação dos solos agrícolas num espaço onde a sobrevi-

vência dos agregados familiares decorria do rendimento do minúsculo património fundiário que possuíam associado às jornas efectuadas nas quintas.

Trata-se de um património que se subdividiu geracionalmente, multiplicando as explorações agrícolas de área insignificante, sempre associadas a uma paisagem em terraços, com muros construídos em granito aparelhado, cuja manutenção exigia o trabalho de toda a família. O aumento da produtividade para assegurar os aumentos demográficos verificados até meados do século XX, era conseguido, nas proximidades de linhas de água, através da construção de “poças” e canais de irrigação adstritos.

A partir da segunda metade da década de setenta do século XX registou-se uma expansão e diversificação económica regional associada à melhoria das acessibilidades. Pelo contrário, os fluxos migratórios deram origem a abandonos dos espaços agrícolas, sobretudo dos que dos que se encontravam mais afastados da sede da exploração agrícola. Assim se reduziu a manutenção dos terraços tradicionais, enquanto a vegetação infestante proliferava diminuindo a coalescência dos muros, o que facilita o seu desmoronamento.

A Região Demarcada do Douro (RDD) delimitada em 1756, sobreviveu a diversas vicissitudes de âmbito social, cultural e económico. O sector vitivinícola mercantilista, com forte incidência empresarial e vertente exportadora indelével, motivaram a transformação radical de um espaço com carências hídricas e condições de acessibilidade muito precárias. Assim, surgiu uma paisagem em terraços de xisto, onde a acção antrópica criou o solo, aproveitou os blocos provenientes da desagregação do xisto para a construção dos muros de suporte e construiu canais de escoamento das águas pluviais.

Estas características técnicas evoluíram ao longo dos tempos, sobretudo na sequência de crises profundas, como a filoxera, mas também em quadros expansionistas como sucedeu desde a década de 70 do século passado. O cenário era apelativo, dando lugar ao um aumento da vinha - nos núcleos de maior historial esta já ocupa mais de 70% da área total e, nas freguesias menos atractivas, ultrapassa os 30%.

Em síntese, a multiplicação dos terraços no Vale do Douro ter-se-á processado em paisagens distintas com dinâmicas diferenciadas – no Noroeste, as apostas empresariais são exíguas,

generalizando-se o abandono das explorações agrícolas e a degradação da paisagem e, no Alto Douro vinhateiro, dada a rentabilidade vínica e a forte aposta empresarial, prossegue uma paisagem de terraços em mutação mas com especificidades que proporcionaram a classificação de uma parte como Património da Humanidade.

População e actividades económicas

Em virtude da pluralidade paisagística e funcional existente em Portugal, identificamos, na região Norte, múltiplos conjuntos territoriais. Distinguem-se, todavia, pelas suas dinâmicas demográficas e económicas, duas unidades territoriais:

O Noroeste, com maior densidade de ocupação, polarizado pelo Grande Porto (1.537 hab/km², INE 2001), quadro que se complementa com um conjunto de núcleos urbanos de grande dimensão, designadamente Braga, Guimarães e Viana do Castelo (Fig. 2).

Este espaço é dotado de elevado dinamismo, promovido com a difusão de itinerários de grande capacidade e com a aposta em dife-

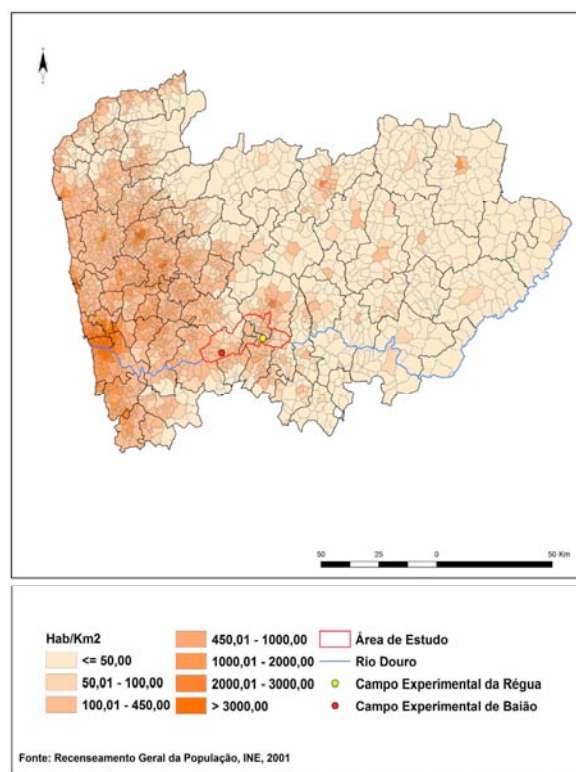


Figura 2 - Densidade populacional nas freguesias da Região Norte, em 2001.

rentes fileiras económicas fundamentadas, nomeadamente nos sectores têxtil, calçado e construção civil.

Apesar da crescente terciarização dos principais núcleos populacionais, subsiste ainda a importância das actividades agro-florestais, particularmente em espaços mais afastados da faixa litoral e dos referidos núcleos.

Trás-os-Montes e Alto Douro, com densidade de ocupação bastante inferior (27 hab/km², INE 2001), constitui uma unidade territorial onde sobressaem perdas demográficas sucessivas mais incisivas nas décadas de cinquenta a setenta do século XX. Apesar desta tendência recessiva prosseguir, desde então tem-se verificado um abrandamento, mais relevante com a crescente concentração demográfica e económica nas sedes concelhias e freguesias contíguas, entretanto dotadas de melhores condições de acessibilidade (Fig. 3). Naquelas onde persiste uma forte ruralidade, reforça-se a perda de efectivos.

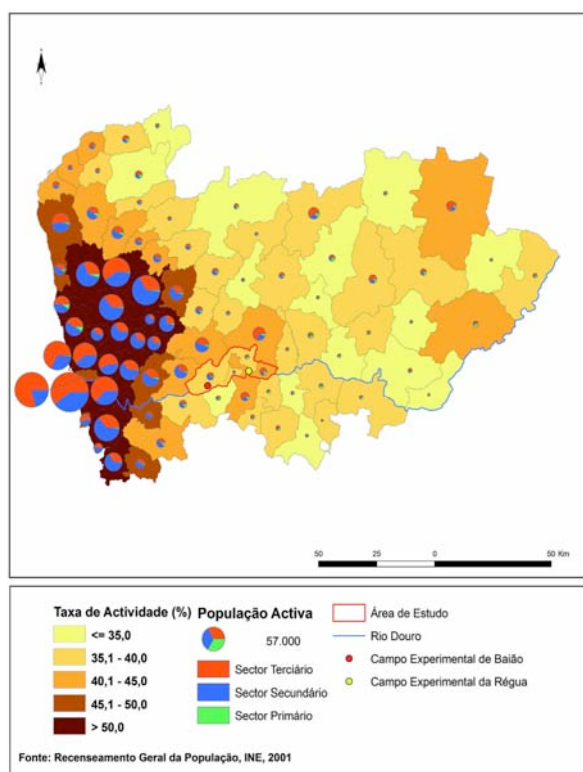


Figura 3 - Taxa de actividade e população activa por sectores de actividade nos concelhos da Região Norte, em 2001.

As paisagens de terraços e sistemas de armação do terreno no Vale do Douro

Os terraços no Vale do Douro são uma marca da paisagem, tradicionalmente caracterizada por muros de pedra em seco. A pedra utilizada na construção dos muros era a que se encontrava no próprio local aquando da construção do terraço (xisto ou granito).

A história permite perceber a evolução dos diferentes sistemas de armação do terreno que actualmente se observam na paisagem (Fig. 4). Pode-se identificar dois momentos marcantes na diversidade actual da paisagem de terraços do Vale do Douro. O primeiro momento ocorreu por volta de 1860 devido à praga da filoxera⁴. Nesta altura, a vinha era plantada em terraços sustidos por muros de pedra, mais ou menos distanciados em função do declive da encosta.

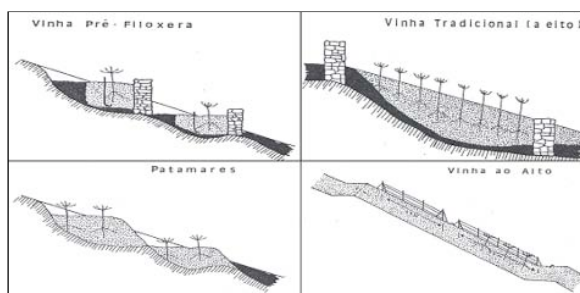


Figura 4 - Sistemas de armação do terreno (Adaptado de Almeida, 1990).

Os terraços eram rasgados nas encostas, de baixo para cima e estreitos possuíam uma largura pequena com uma ou duas fiadas de vinha. Os muros eram construídos com as pedras tiradas do terreno (Fotografia 3).

Após a filoxera, foram feitos novos terraços, mais largos e inclinados, suportados por muros sólidos mais altos e mais rectilíneos do que os muros pré-filoxéricos (Fotografia 3).

Num segundo momento, a partir dos anos 60 do século XX, o aumento do custo da mão-de-obra, a par da consequente necessidade de mecanizar as propriedades, foram responsáveis por um novo marco forma de armação do terreno. De igual forma, os materiais necessários à reconstrução dos muros são cada vez mais dispendiosos e provêm de locais mais afastados.

O primeiro novo sistema de armação a surgir foi o dos terraços com taludes em terra.



Fotografia 3 - *Vinha pré-filoxera (à esquerda) e pós-filoxera (à direita).*

Trata-se de patamares horizontais com taludes em terra, sem muros de pedra em seco, com alturas variáveis de acordo com a inclinação do terreno, com 1 ou 2 linhas de videiras. Os terraços acompanham as curvas de nível e a fisiografia do terreno. A ligação entre eles é feita por estradas rasgadas na diagonal, por onde circulam máquinas agrícolas (Fotografia 4).



Fotografia 4 - *Terraços com taludes de terra na margem esquerda do Rio Douro (Mesão Frio).*



Fotografia 5 - *Vinha ao alto em Santa Cruz do Douro (Baião).*

A partir dos anos 80 começa-se a fazer a plantação segundo as linhas de maior declive pelo sistema da vinha ao alto (Fotografia 5). São construídas plataformas inclinadas para o seu bordo interior para recolher as águas pluviais e encaminhá-las para fora da parcela ou para canais de drenagem. As plantações dispõem-se segundo linhas perpendiculares às curvas de nível, separadas por estradas de trabalho.

Estes factores determinam, as importantes alterações no arranjo e armação dos terrenos para a produção agrícola que se verifica nas zonas piloto do projecto.

Situadas na área de transição da Região Demarcada do Douro e da região dos Vinhos Verdes as Zonas Piloto são constituídas pelas bacias hidrográficas da Meia Légua e da Carriça, respectivamente.

Na zona piloto de Baião (Bacia Hidrográfica da Carriça) a percentagem de área ocupada por vinha é muito reduzida, predominando a ocupação de culturas anuais (batata, couve, milho, feijão) nos terraços com muros em granito. Observa-se um elevado número de terraços abandonados ou semi-abandonados com vegetação arbustiva e herbácea. Hoje em dia, o cultivo dos terraços constitui mais um complemento do rendimento, baseado na policultura com recurso ao regadio.

Pelo contrário, na bacia hidrográfica da Meia Légua, 81% da sua área é ocupada por vinha, factor que se relaciona com a importância histórica da vinha nesta região, com a rentabilidade económica das explorações agrícolas e, ainda, reforçada com a classificação da UNESCO, do Alto Douro Vinhateiro como património da Humanidade. Ao longo dos séculos criaram-se e aperfeiçoaram-se técnicas para a monocultura da vinha nas encostas secas e declivosas da região, através da construção de terraços suportados por muros de xisto.

CARACTERIZAÇÃO DOS ESPAÇOS DE TERRAÇOS

Metodologia

No sentido de aprofundar o conhecimento relativo ao funcionamento hidrológico das vertentes em áreas de terraços agrícolas no Vale do Douro, foram instalados dois campos

experimentais em bacias hidrográficas de pequena dimensão (Bacias Hidrográficas da Meia Légua no Peso da Régua e Bacia Hidrográfica da Carriça em Baião).

Nestas áreas tentou-se estabelecer uma análise comparativa entre terraços agrícolas de substrato granítico (Baião) e metassedimentar (Peso da Régua), para avaliar o efeito da litologia sobre o comportamento hidrológico das vertentes e as suas condições instabilidade. Neste locais monitorizaram-se um conjunto de variáveis hidro-geomorfológicas com o objectivo de caracterizar o funcionamento hidrodinâmico deste tipo de vertentes.

A metodologia utilizada tentou compreender os processos hidrológicos a três escalas: a nível da bacia hidrográfica, a nível da vertente e a nível dos terraços agrícolas. À escala da bacia hidrográfica tentou-se estudar os factores que afectam o comportamento hidrológico (morfologia, litologia, formações superficiais, solo e cobertura vegetal) e, recorrendo à caracterização de diferentes episódios de precipitação, procurou-se compreender a resposta do escoamento superficial nas vertentes e na bacia hidrográfica.

Na bacia hidrográfica da Carriça, de forma alongada e área de 5,47 km², predominam as altitudes entre os 200 e 500 metros, os declives entre os 15° e os 20° e as vertentes expostas a Este e a Sul. Caracteriza-se pela presença de uma litologia granítica (granito porfiróide de grão grosseiro, de duas micas) e espessos mantos de alteração. As vertentes são complexas, com um forte encaixe da rede hidrográfica e o relevo apresenta-se escalonado em vários patamares com pequenas rechãs (Fig. 5).

Nesta bacia hidrográfica 70% da sua área é ocupada por terraços agrícolas, que apresentam uma menor densidade a partir dos 500 metros de altitude e que apenas se prolongam para maiores altitudes ao longo das linhas de água. Nesta área predominam as estruturas com muro de suporte de pedra de granito em seco e raramente se encontram terraços agrícolas com taludes de terra.

Na bacia hidrográfica da Meia Légua, de forma alargada e área de 18,31 km², predominam as altitudes entre os 100 e os 400 metros, os declives de 14° a 18° e as exposições das vertentes a Este e Oeste. Possui uma litologia constituída essencialmente por xistos e depósitos de

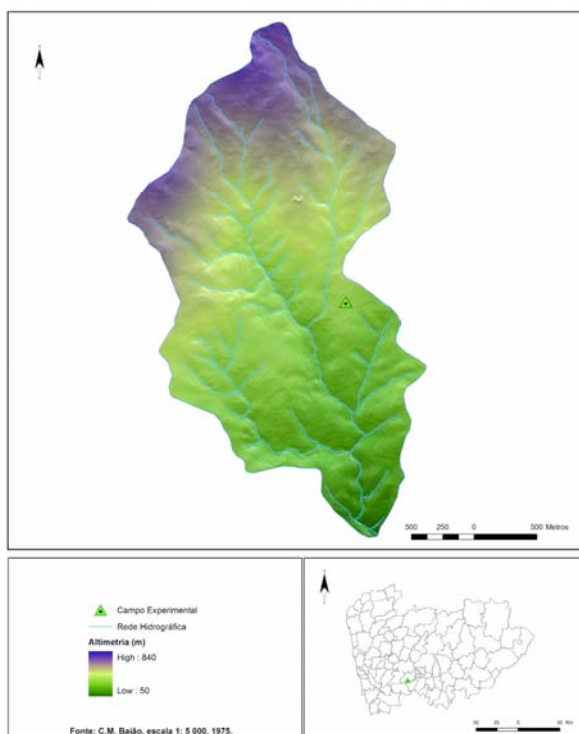


Figura 5 - *Modelo digital de elevação da Bacia Hidrográfica da Carriça (Baião).*

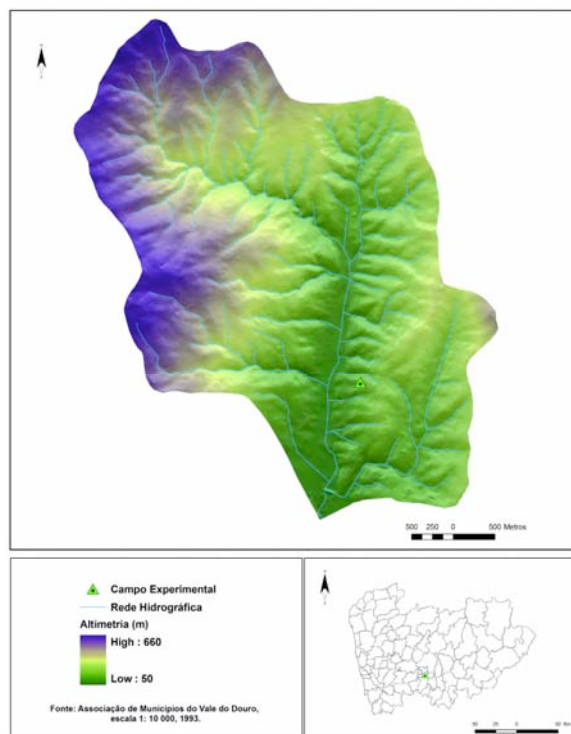


Figura 6 - *Modelo digital de elevação da Bacia Hidrográfica da Meia Légua (Peso da Régua).*

textura fina, conferindo ao fundo de vale um ligeiro alargamento e forma plana, sobretudo na secção jusante da bacia hidrográfica. No sector NW a rede hidrográfica é mais encaixada e os topos das vertentes são aplanados. Nesta bacia hidrográfica o uso agrícola possui 81% da sua área ocupada com vinha. Ao contrário, em Baião, 48% da área da bacia hidrográfica possui culturas anuais, 34% floresta (pinheiro bravo e outras folhosas) e o cultivo da vinha tem uma reduzida expressão (4,3%) (Fig. 6).

Na Bacia Hidrográfica da Meia Légua 85,2% da sua área é ocupada por terraços agrícolas, sendo que desta área, 56% é ocupada por muros de pedra em seco em xisto. As estruturas sem muro de suporte (taludes em terra), em Maio de 2005 correspondiam a 44% da área de terraços agrícolas.

Estado de conservação dos terraços

O estado de conservação dos muros de suporte nas zonas piloto foi dividido em três classes: bem conservado, mal conservado e destruído. As áreas com muros bem conservados apresentam boas condições de estabilidade e de manutenção, enquanto que as áreas de muros mal conservados possuem pequenos indícios de instabilidade (muros encurvados, pequenos desabamentos e vestígios de reconstrução recente (Fotografia 6). As áreas de muros destruídos correspondem na maioria dos casos a situações de abandono ou falta de conservação (Fotografia 7).

Na Bacia da Meia Légua, a área de terraços com muros de suporte de pedra em seco apresenta 57,6% dos muros bem conservados. Os muros em mau estado de con-

servação correspondem a 33,9% e os destruídos a 8,6% (Fig. 7).

Em Baião, não existem casos de áreas de terraços completamente destruídos, registando-se apenas situações de terraços agrícolas bem conservados (55%) e mal conservados (45%) (Fig. 8), constituindo um bom indicador sobre a menor susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente.



Fotografia 6 - Muro de pedra em seco reconstruído.



Fotografia 7 - Muro de pedra em seco destruído.

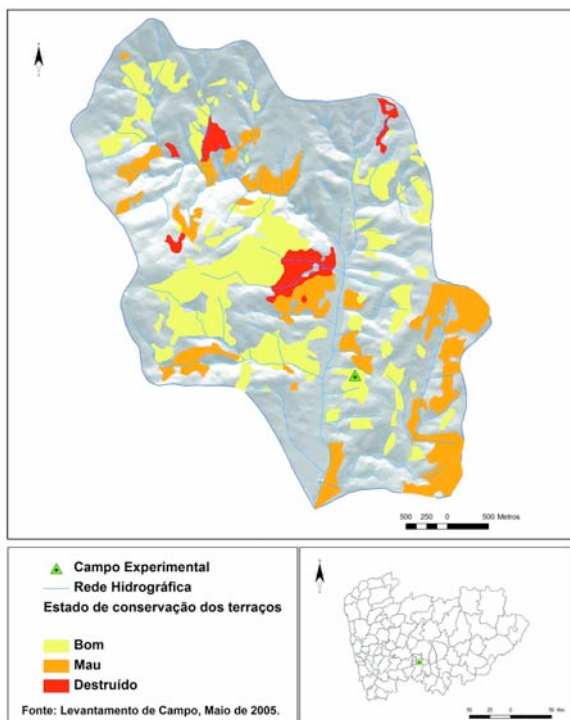


Figura 7 - Estado de conservação dos terraços com muro de suporte na Bacia Hidrográfica da Meia Lóguia (Peso da Régua), com relevo sombreado.

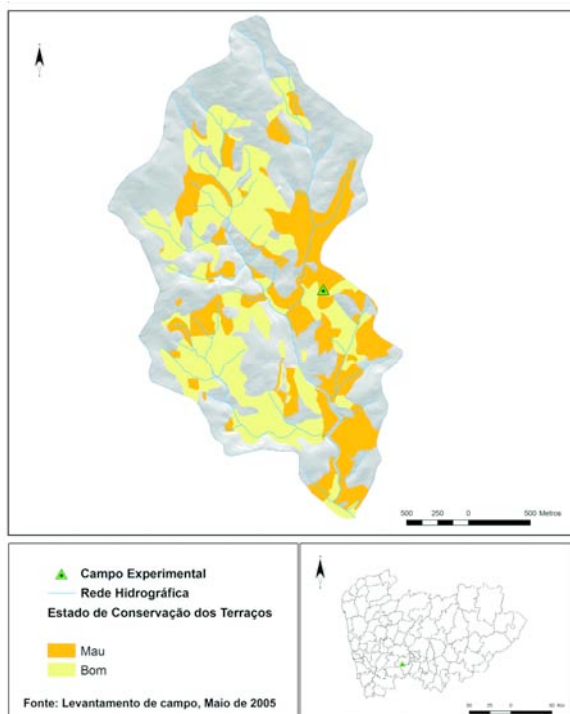


Figura 8 - Estado de conservação dos terraços agrícolas com muro de suporte na Bacia Hidrográfica da Carrizá (Baião) com relevo sombreado.

Ocupação do solo

Na zona piloto de Baião, as diferenças morfológicas condicionam a ocupação do solo e a sua valorização social. Acima dos 400 metros dominam solos pouco espessos, onde persiste a policultura tradicional associada à pastorícia de pequena escala (Fig. 9).

Na secção média das vertentes os solos férteis dão lugar a formas de ocupação mais densas, onde se instalaram quintas vitivinícolas de tipologia empresarial que apostaram nos vinhos verdes especializados. Estas explorações são, aliás, exemplos típicos de um aproveitamento moderno e multifuncional que conjugam a cultura e produção de vinhos com a sua comercialização e o agroturismo. Refere-se o exemplo da Fundação Eça de Queirós, localizada em Santa Cruz do Douro, onde se localiza uma área experimental.

Nas vertentes úmbrias, em locais com declives fortes e de afloramentos graníticos, situadas a maiores altitudes, dominam as espécies florestais associadas as culturas arbustivas e herbáceas.

Os terraços agrícolas permitiram o aproveitamento dos solos em áreas com maiores declives, num espaço onde a sobrevivência dos agregados familiares decorria do rendimento oriundo do pequeno património fundiário, associado às jornas efectuadas nas quintas. Dada a baixa produtividade do sector agrícola tradicional, de cariz familiar, apoiado numa estrutura fundiária deficiente, colocam-se grandes problemas na continuidade dos elementos patrimoniais, dado o desapego dos mais jovens por esta actividade cada vez mais desvalorizada socialmente.

A zona piloto da Régua, localizada no Alto Douro, em pleno Baixo Corgo, sub-região mais ocidental da Região Demarcada do Douro, possui uma história marcada pelo sector vitivinícola empresarial de forte vertente exportadora (Fig. 10), que motivaram a transformação radical deste espaço numa paisagem de terraços agrícolas produtivos.

O seu enquadramento e características técnicas evoluíram ao longo dos tempos, na sequência de crises profundas e da necessidade de adoptar técnicas de armação do terreno que permitem uma maior taxa de mecanização das explorações agrícolas para aumentar a produtividade e superar a falta de mão-de-obra.

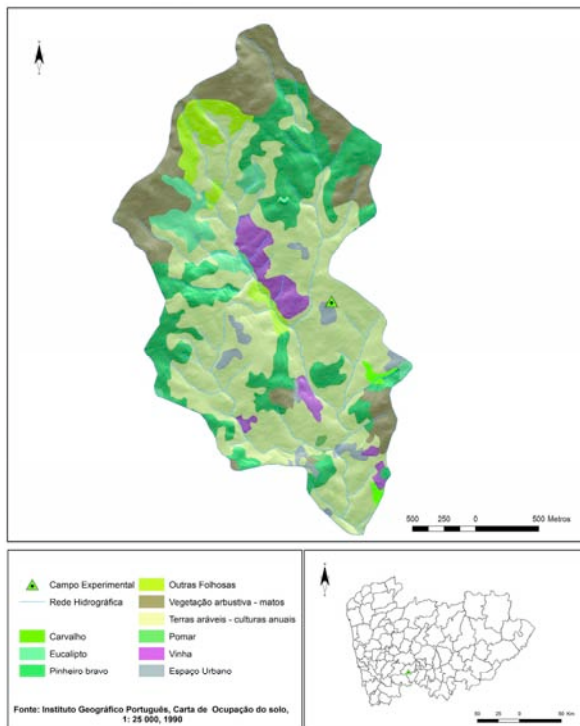


Figura 9 - Ocupação do solo na Bacia Hidrográfica da Carrizga (Baião).

Sistemas de armação de terreno na bacia da Meia Légua

A área do Douro dedicada à produção do vinho do Porto revelou, ao longo dos séculos um grande dinamismo quanto ao tipo de arranjo das vertentes o que se traduziu em importantes alterações nas formas de armação do terreno. Por isso, decidiu-se efectuar um levantamento de campo dos principais sistemas de armação do terreno existentes actualmente na bacia hidrográfica da Meia Légua (Fig. 11).

A partir da análise do mapa, constatou-se que 46% da área da bacia hidrográfica não tem sistemas de armação do terreno. Os terraços com muro de suporte correspondem a 27% e os taludes em terra a 23% da área da bacia hidrográfica. O sistema da vinha ao alto tem uma reduzida representatividade (4%).

Estes dados são preocupantes, uma vez que a área de taludes em terra está em permanente evolução, conquistando o espaço ocupado com muros de suporte.

Na área sem armação de terreno e com vinha, cerca de 75% está instalada em áreas com declives inferiores a 25°. No que diz respeito à área de taludes, 20% encontra-se em

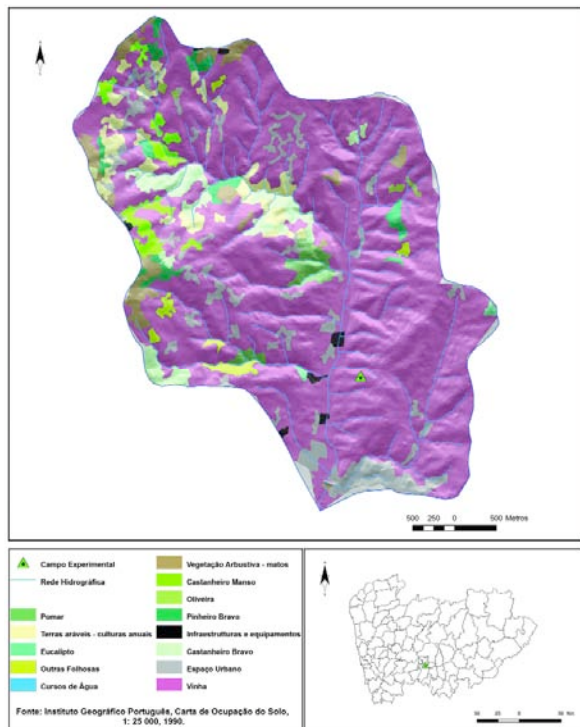


Figura 10 - Ocupação do solo da Bacia Hidrográfica da Meia Légua (Peso da Régua).

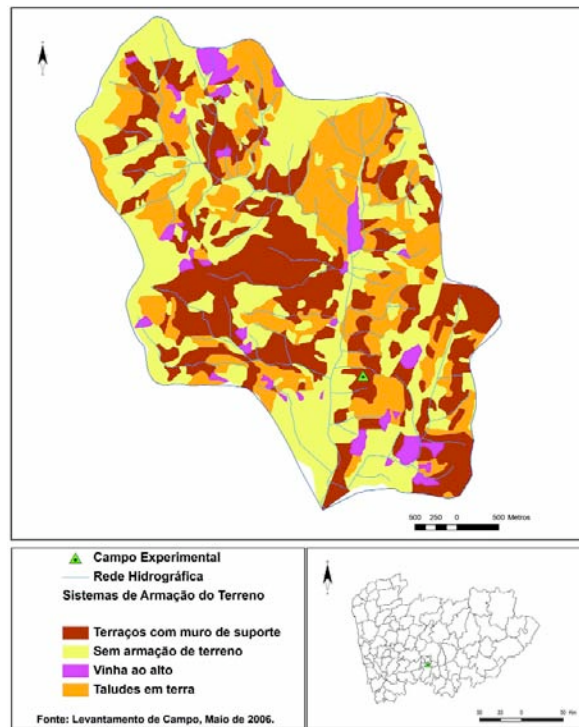


Figura 11 - Sistemas de armação de terreno na Bacia Hidrográfica da Meia Légua.



Fotografia 8 - Construção de taludes em terra.

áreas com declives superiores a 35°, o que aumenta consideravelmente a probabilidade de ocorrência de movimento de vertentes, correspondendo, portanto, a áreas de maior susceptibilidade geomorfológica.

Na bacia hidrográfica da Carriça, a paisagem de terraços demonstra uma realidade pouco dinâmica, uma vez que desde os anos 70 não se têm criado novos espaços de terraços e são raros os exemplos de introdução de novas formas de armação do terreno. O principal sistema de armação de terreno é semelhante ao que foi desenvolvido para a região demarcada do Douro após a praga da filoxera⁵, em que a largura dos patamares varia em função do declive. Apenas se encontram alguns taludes em terra numa única exploração agrícola.

Apesar destas zonas piloto estarem próximas, retratam distintos enquadramentos geomorfológicos, hidrológicos, litológicos que condicionam a disponibilidade de água no solo e consequentemente o tipo de produções agrícolas e uso do solo.

RISCOS NATURAIS NAS ZONAS PILOTE E CAMPOS EXPERIMENTAIS

Metodologia

Os campos experimentais são constituídos por uma estação meteorológica, parcelas de monitorização destinadas essencialmente à quantificação do escoamento em linhas de água de primeira ordem e ainda por um medidor de níveis de escoamento da bacia hidrográfica (Fig. 12). Todas as parcelas possuem limnígrafos de balança, associados a um datalogger que registam a quantidade de água resultante do escoamento superficial da parcela.

A principal vantagem desta metodologia consiste na disponibilização de dados com um intervalo de tempo curto (10 minutos), que permite comparar com grande pormenor o comportamento do escoamento nas vertentes (terraços agrícolas) e dos níveis de escoamento nas bacias hidrográficas, tendo em conta as características dos episódios de precipitação e da bacia hidrográfica.

O desenho experimental construído parte do pressuposto que os processos hidrológicos apresentam comportamentos distintos conforme a escala do sistema (Mendiondo *et al.*, 1997). Por esse motivo, os dados deste trabalho foram recolhidos a várias escalas de análise, na

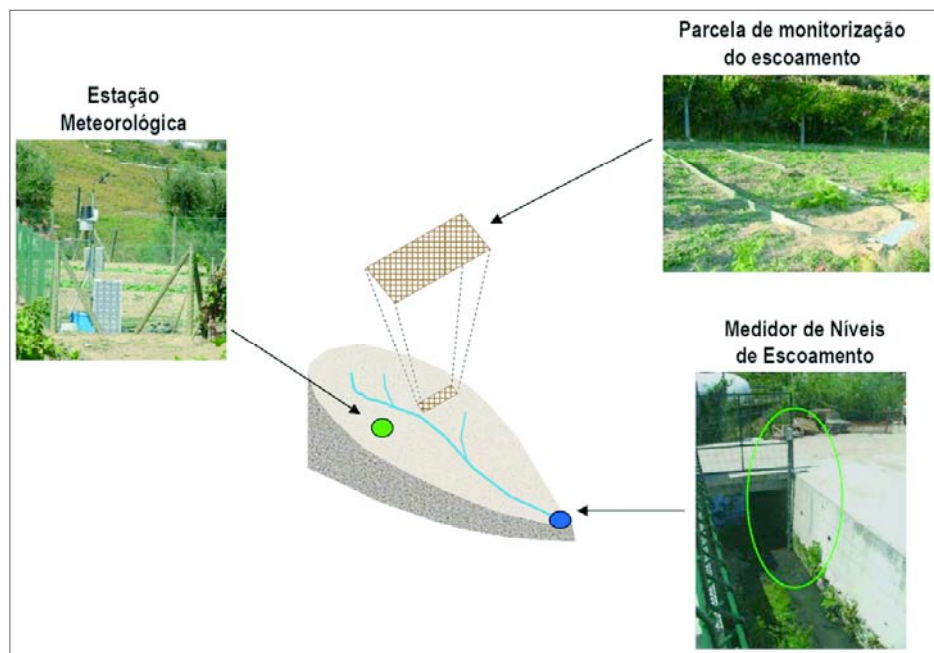


Figura 12 - Esquema síntese dos campos experimentais.

bacia hidrográfica e nos terraços agrícolas. Este procedimento de integração dos dados pretende relacionar todos os factores essenciais à compreensão dos processos hidrológicos na forma como se correlacionam as várias escalas, na bacia hidrográfica. Ao nível da vertente fizeram-se leituras em vários segmentos: topo da vertente, secção intermédia e base.

Uma vez definidas as condições de ocorrência e o comportamento dos processos hidrológicos nos terraços agrícolas (vertentes), tentou-se construir um modelo interpretativo da circulação interna da água e dos limiares de instabilidade, para utilizar na definição de critérios da susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente.

Na elaboração desse modelo, à escala da vertente, partiu-se do princípio que a paisagem no seu conjunto pode ser dividida em pequenas unidades no interior das quais ocorrem processos hidrológicos, pedológicos e geomorfológicos semelhantes, que as individualizam (Park *et al.*, 2004). Com base em trabalhos desenvolvidos em áreas onde se observaram movimentos de vertente, definiram-se factores de ocorrência e identificaram-se características do terreno que são propícios ao desenvolvimento de movimentos de vertente, o que permitiu decidir sobre a localização das parcelas de erosão.

Ao nível dos terraços agrícolas, monitorizaram-se as variáveis que afectam a capacidade de infiltração, circulação e armazenamento de água nas parcelas de monitorização, como por exemplo a textura dos materiais constituintes dos terraços agrícolas, através da análise granulométrica das amostras recolhidas de 10 em 10 centímetros de profundidade.

A nível geral, constata-se que as amostras do campo experimental da Régua se situam na área dos limos e argilas (lodo arenoso com raros seixos e lodo arenoso) e as do campo experimental de Baião na área das areias (areia lodosa e areia lodosa com raros seixos), segundo Folk (1954) (Fig. 13).

A resistência do solo, registada nas parcelas com o penetrómetro de mão até um metro de profundidade, indicou algumas características do solo que condicionam a capacidade de infiltração e a condutividade hidráulica.

Nos metassedimentos (Régua) foi mais difícil realizar estes testes a profundidades superiores a 40 cm, uma vez que o solo é pedre-

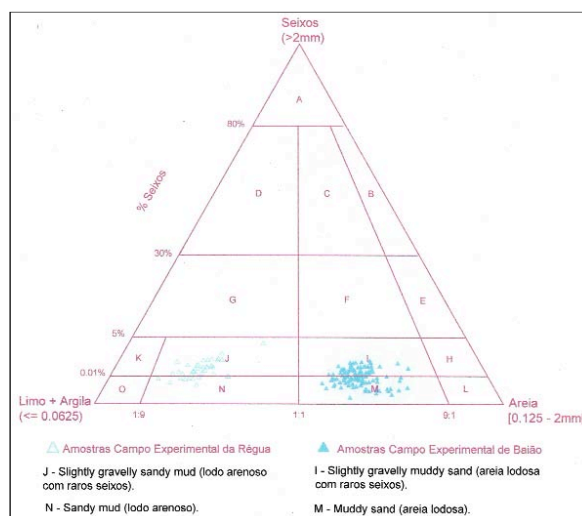


Figura 13 - Classificação textural das amostras de solo dos campos experimentais, segundo os limites e metodologia proposta por Folk (1954).

goso e possui materiais muito compactados (Fig. 14). Em Baião, obtiveram-se registos até 1 metro de profundidade em locais com maior espessura do manto de alteração granítico (Fig. 15).

Os perfis de resistência do solo realizados para todas as parcelas de erosão, indicam que nas parcelas do campo experimental de Baião há uma grande variação lateral da rocha, típica de áreas de manto de alteração granítico. De uma forma geral, o perfil de resistência apresenta condições mais favoráveis à infiltração em Baião do que na Régua. Neste último caso, o solo tem uma espessura pelicular que facilita o escoamento superficial. A resistência máxima do solo atinge valores mais elevados a menores profundidades e o solo é mais compacto do que em Baião.

A capacidade de infiltração de água na superfície do solo foi medida através do Infiltrómetro de duplo anel. No conjunto das leituras, verificou-se que as parcelas de erosão do campo experimental de Baião possuem as mais elevadas taxas de infiltração de água no solo e uma maior duração dos períodos de leitura de cada experiência realizada (Fig. 16).

A condutividade hidráulica foi medida nas camadas superficiais do solo, com o recurso a um permeâmetro de Guelph, e determinados os parâmetros que indicam velocidades de circulação interna da água: matriz do fluxo potencial⁶, parâmetro alfa⁷ e saturação da condutividade hidráulica⁸.

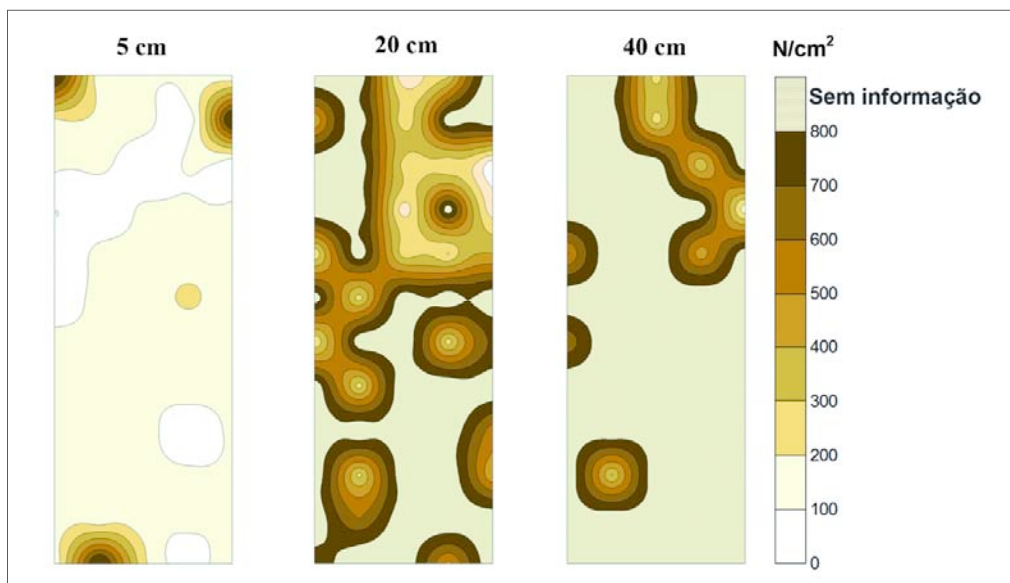


Figura 14 - Mapa da resistência do solo às profundidades de 5, 20, 40 cm na parcela RA (Régua).

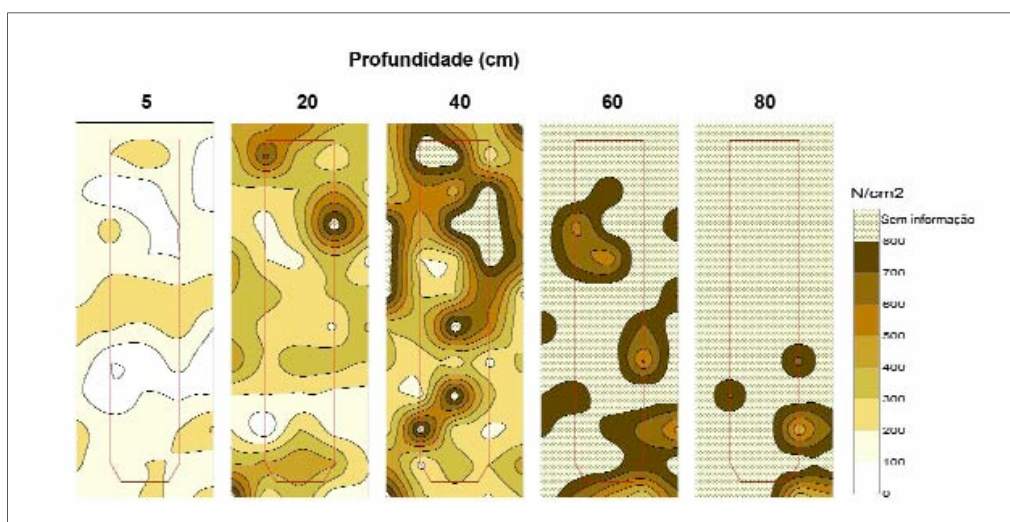


Figura 15 - Mapa da resistência do solo às profundidades de 5, 20, 40, 60 e 80 cm na parcela TB (Baião).

Por vezes, ocorrem resultados negativos na matriz do fluxo potencial relacionados com o facto do solo apresentar descontinuidades hidrológicas na sua estrutura, estratificação em camadas ou canais que alteram a circulação da água no solo.

De uma forma geral, as parcelas do campo experimental de Baião apresentam uma saturação da condutividade hidráulica média mais elevada do que no campo experimental da Régua, o que corresponde a uma maior capacidade do solo conduzir água no seu interior. O mesmo comportamento repete-se relativamente

aos valores médios da matriz de fluxo potencial, o que significa que em Baião se regista uma maior capacidade de absorção de água no solo, por efeito de capilaridade.

O parâmetro alfa apresenta valores médios mais variáveis em Baião, com valores mais extremos, o que significa que a velocidade de circulação de água no solo é mais variável em função da localização das parcelas de monitorização nas vertentes, reflexo da grande variedade lateral das características dos mantos de alteração.

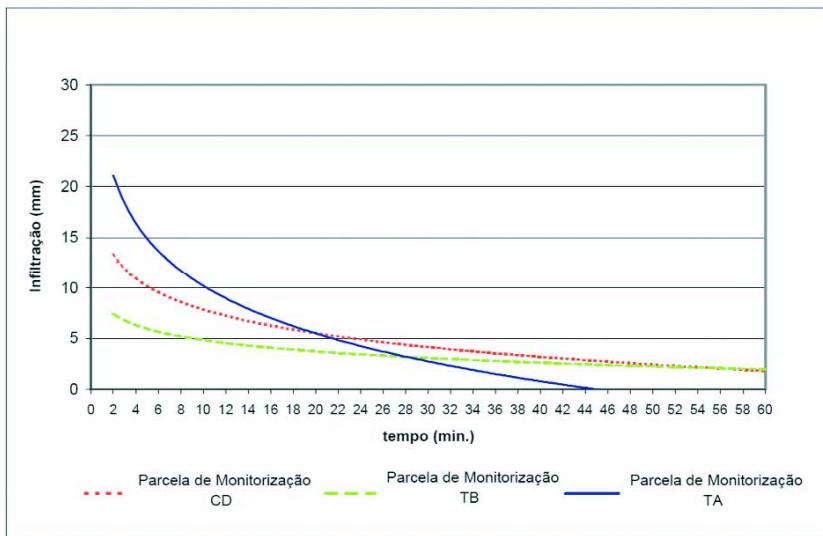


Figura 16 - Capacidade de infiltração nos campos experimentais da Régua e de Baião.

Resultados da monitorização dos processos hídricos

A análise dos dados da precipitação e escoamento nas vertentes e na bacia hidrográfica situa-se entre os meses de Outubro de 2005 e Abril de 2006, a partir do momento em que se iniciam as chuvas de Outono.

Enquanto que na Régua, com os mesmos totais de precipitação, a resposta do escoamento nas vertentes é muito baixa, quando medida na superfície dos terraços agrícolas. Ao contrário, na base dos muros é possível registar valores bem superiores. De notar que o efeito da lavra potencia a infiltração apesar da textura fina das formações superficiais.

O ano hídrico de 2005 foi extremamente seco, tal como testemunham as precipitações entre Janeiro e Setembro (Fig. 17), pelo que o início das leituras dos dados ocorreu após uma estação seca prolongada com uma duração de 4 meses (Junho a Setembro).

No campo experimental da Régua registou-se menos precipitação e escoamento superficial nas vertentes do que no Campo experimental de Baião.

Em Baião, sempre que há precipitação, todas as parcelas respondem com valores elevados de escoamento,

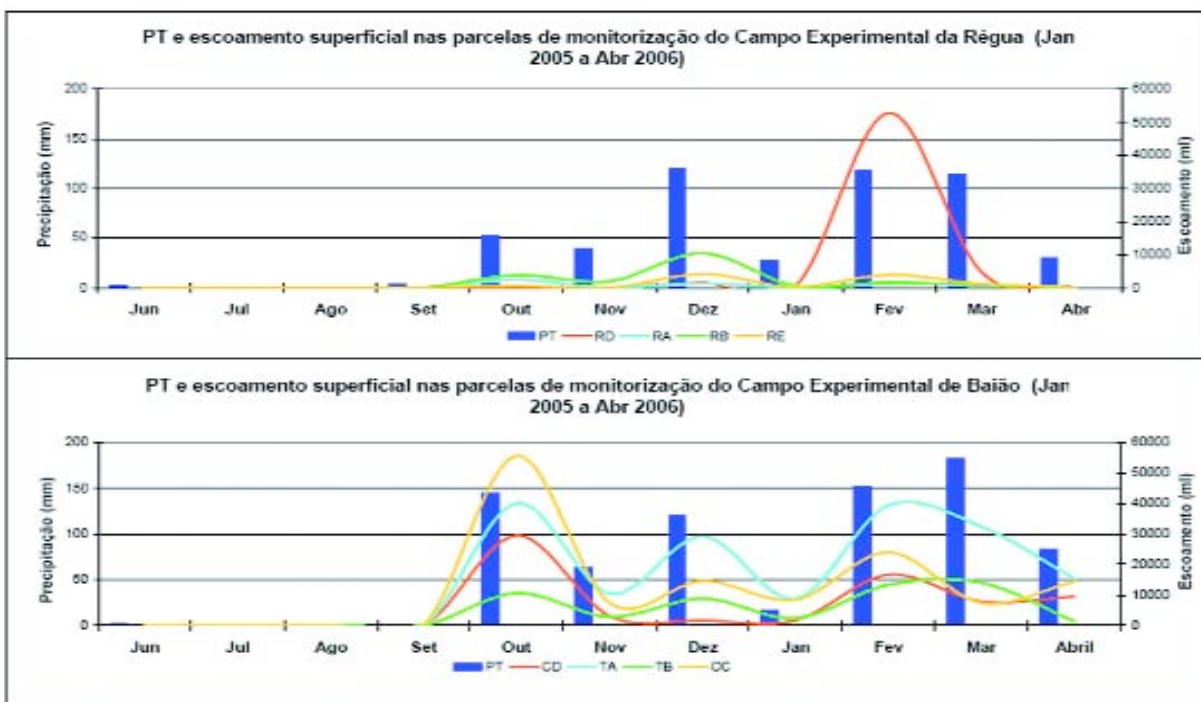


Figura 17 - Análise comparativa dos totais mensais de precipitação e escoamento superficial nos terraços dos campos experimentais da Régua e de Baião.

Para os episódios de precipitação em estudo predominam os períodos secos inferiores a 24 horas. Em Baião, 77% dos episódios registaram uma precipitação total inferior a 20 mm. Neste campo experimental observam-se os valores mais elevados de intensidade de precipitação (3,45 mm/h).

Os episódios de precipitação foram classificados em função da sua duração e intensidade. A partir da leitura da figura 18, no campo experimental de Baião identificamos episódios de tipo 1 (curta duração e muito fraca intensidade), 2 (longa duração e muito fraca intensidade) e 3 (curta duração e fraca intensidade). Constatamos que 60% dos episódios em estudo são do tipo 2, 30% do tipo 1 e apenas 10% do tipo 3.

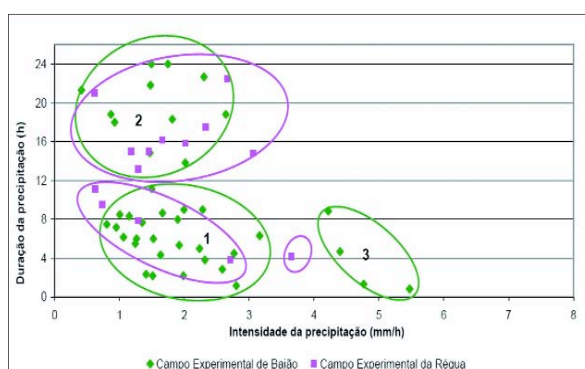


Figura 18 - Relação entre a duração e a intensidade da precipitação. Tipologia de Episódios de precipitação: 1 – curta duração e muito fraca intensidade; 2.– longa duração e muito fraca intensidade; 3 - curta duração e fraca intensidade.

No campo experimental da Régua, possuímos menos episódios em análise e verificamos que até ao momento predominam os episódios do tipo 2 (50%), seguidos pelos episódios do tipo 3 (40%).

Quando analisamos o desenvolvimento do escoamento nos terraços agrícolas, observamos que este tem uma maior duração média em Baião, onde, sempre que há uma precipitação média de 2,6 mm, ocorre o escoamento superficial.

Na Régua, o conjunto dos episódios analisados revelam que é necessária mais precipitação inicial⁹ (7,6 mm) para o desenvolvimento de escoamento superficial ao nível das parcelas (vertentes). Naquele campo experimental (Régua) nem sempre se regista escoamento nos terraços agrícolas.

Em Baião, o tempo necessário à ocorrência de escoamento nas vertentes tem uma forte correlação com a duração da precipitação (0,87) e quanto maior for a duração da precipitação, maior é a duração do escoamento. Pelo contrário, na Régua, a mesma duração da precipitação pode resultar em diferentes durações da resposta do escoamento.

A precipitação mínima necessária para o desenvolvimento de escoamento nas vertentes apresenta uma boa correlação com a intensidade da precipitação (0,81) no campo experimental de Baião, enquanto que na Régua não existe uma correlação entre estes dois indicadores. Estes resultados devem-se principalmente ao facto do número de episódios de precipitação observados na Régua não serem suficientes para proceder a este tipo de análise estatística. Esta situação explica-se pela menor ocorrência de precipitações na área da Régua (Fig. 19).

Os dados deste trabalho dizem respeito apenas a episódios de precipitação de fraca ou muito fraca intensidade. As precipitações que antecedem os episódios de muito fraca intensidade têm uma maior influência no processo de infiltração, enquanto que as de fraca intensidade e curta duração desenvolvem preferencialmente mais escoamento superficial. O escoamento superficial não pode ser explicado apenas pela variável da precipitação, mas pela interacção com outras variáveis como a intensidade e as precipitações antecedentes (De Alencar, Da Silva & Oliveira, 2006).

Quanto maior for a intensidade e a quantidade de precipitação do episódio, maior é a intensidade do escoamento (Fig. 20). Nos episódios do tipo 3, mesmo com precipitações

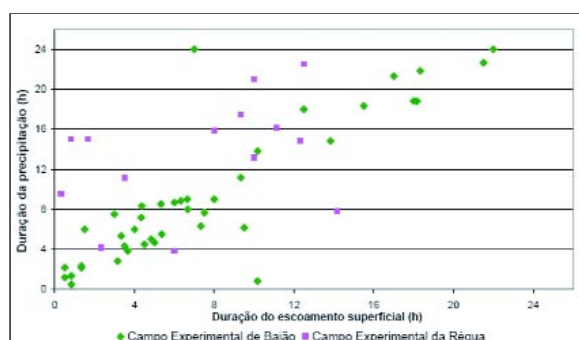


Figura 19 - Relação entre a duração da precipitação e a duração do escoamento nas vertentes nos campos experimentais de Baião e da Régua.

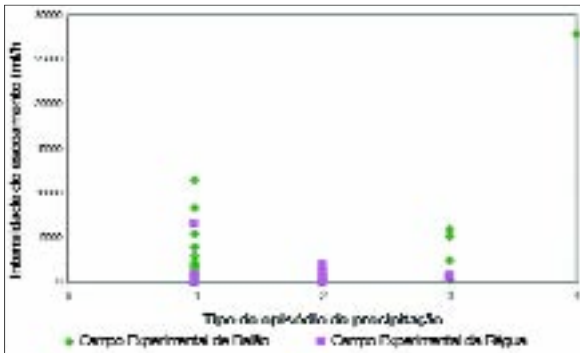


Figura 20 - Intensidade de escoamento por tipologia de episódio de precipitação.

totais próximo os 20 mm regista-se uma intensidade de escoamento maior do que nos outros tipos de episódios (sobretudo em Baião) mesmo que se registem, para os dez dias antecedentes, precipitação acumuladas inferior a 10 mm.

Perante episódios de fraca intensidade, com as mesmas características e sequências de precipitações anteriores, a área de granito desenvolveu mais escoamento superficial do que nos metassedimentos. Esta situação é contraditória, dado que as formações superficiais de Baião têm uma maior capacidade de infiltração e circulação da água do que na Régua, conforme as medições efectuadas com o infiltrómetro e permeâmetro.

As formações superficiais dos metassedimentos têm uma textura com forte componente limo-argilosa, apresentando uma reduzida capacidade de infiltração, que aumenta em função da frequência com que se efectua a lavra. Por esse motivo, compreendem-se os bons valores de infiltração nas parcelas de monitorização na área de metassedimentos.

Contudo, deve-se continuar com a recolha de dados no sentido de analisar o escoamento superficial desenvolvido em episódios de precipitação com maiores intensidades. A partir do momento em que estas formações superficiais formam uma camada impermeável (muitas vezes provocada pela compactação dos solos), o escoamento superficial poderá ter uma maior importância, comparativamente com os granitóides.

Apesar do reduzido número de episódios de precipitação em estudo nos metassedimentos, constatou-se que o escoamento superficial tem maior importância junto à base dos muros a partir da meia vertente. Nesta situação deduz-se que se está perante um caso de condu-

ção do escoamento superficial para caminhos preferenciais de drenagem no interior das formações superficiais, que conduzem a água rapidamente para locais a jusante da vertente. Se assim for, esta situação justifica a menor duração média do escoamento superficial nos metassedimentos, em episódios de tipologia e características muito próximas das registadas nos granitóides. Assim, os metassedimentos não têm uma grande capacidade de retenção de água ao longo do tempo e os processos hidrológicos não dependem tanto das precipitações acumuladas.

Nos granitóides, quanto maiores forem as precipitações acumuladas antes do episódio de precipitação, maior será a resposta do escoamento superficial, comparativamente com os metassedimentos, devido à interacção de vários processos hidrológicos em simultâneo (fluxo interno saturado, fluxo translativo, escoamento superficial).

Mas como se podem explicar, em simultâneo, os bons valores de infiltração e escoamento superficial que ocorrem nos granitóides? Os mantos de alteração graníticos têm boas condições de infiltração e de circulação da água no solo, que vai aumentar a pressão sobre o fluxo interno nas áreas a montante de rupturas de declive, determinando o afluxo da água à superfície (fluxo interno translativo). Este afluxo de “águas velhas” à superfície é observável nas parcelas de monitorização próximas da base da vertente, onde há a libertação progressiva da água infiltrada para a superfície.

Nas parcelas fechadas o efeito da transferência do escoamento superficial de fora área da parcela à partida é anulado. Excepto no caso das parcelas instaladas na base do muro, onde o fluxo interno translativo emerge. Nos metassedimentos não se encontram evidências desse processo de transferência. Nessa área há uma relação directa entre o escoamento superficial desenvolvido na área da parcela e a maior resistência do solo e a divergência de drenagem.

As parcelas localizadas em situação de convergência de drenagem possuem valores mais elevados de infiltração e perdas de água, enquanto que as que estão em situação de divergência de drenagem têm mais escoamento superficial. Estes resultados explicam-se pela localização das parcelas nas vertentes e pela distinta litologia.

Por outro lado, pelo facto dos dados se referirem a terraços agrícolas, os elevados valo-

res de infiltração em granitos e metassedimentos podem também justificar-se por se tratarem de parcelas sujeitas a lavra, com cobertura herbácea. Para comprovar esta afirmação seria necessário comparar os resultados obtidos em parcelas de monitorização do escoamento superficial em áreas sem terraços agrícolas, o que se situa fora do âmbito do projecto.

O quociente de escoamento aumenta perante intensidades de precipitação superiores a 5 mm. Quando existem sequências de episódios de fraca ou muito fraca intensidade são mais importantes as características de resistência e infiltração do solo em cada parcela para explicar diferenças entre as respostas nos granitos e nos xistos. O funcionamento hidrológico dos terraços agrícolas em granitóides com espessos mantos de alteração sugere o desenvolvimento de vários processos de escoamento (superficial, interno lento e interno rápido), resultante da boa capacidade de infiltração e de circulação de água no interior dos materiais.

Ao nível de estabilidade de vertentes em granitóides devem-se ter em atenção situações de obstruções da drenagem interna dos materiais (caixas de falha argilizadas, filões, muros e canalizações deficientes, caminhos que desviam a drenagem e terraços construídos), porque possuem condições para concentrar a drenagem e aumentar a pressão interna dos materiais. Por isso, os limiares críticos de precipitações acumuladas para o desenvolvimento de movimentos de vertente serão maiores do que nos metassedimentos. Desta forma, os granitóides com espessos mantos de alteração possuem melhores condições para o desenvolvimento de movimentos de vertente profundos (movimentos complexos e deslizamentos) ao passo que fluxos de detritos ocorrem em situações de obstrução de drenagem em mantos de alteração pouco espessos. Isso é particularmente verdadeiro nas áreas de convergência de drenagem, onde a infiltração é maior e, logo, maior é a pressão de água no solo.

Os terraços agrícolas em áreas de metassedimentos, com uma espessura pelicular e textura mais argilosa, não têm tanta capacidade de armazenamento de água no solo, pelo que tendem a desenvolver com mais frequência escoamento superficial e escoamento interno rápido ao longo de caminhos preferenciais. Desta forma, se o escoamento interno rápido for observado, originam-se com maior frequência movi-

mentos de vertentes superficiais (fluxos de lama e fluxos de detritos).

Em relação à resposta das bacias hidrográficas aos episódios de precipitação, verificou-se que na Régua, a duração média da reacção da bacia hidrográfica ao episódio de precipitação é maior do que em Baião. Nesta área, o total de precipitação mínimo para desenvolver resposta da bacia hidrográfica é em média superior ao da Régua sendo maior o período em que se observa o escoamento resultante do episódio de precipitação. Os níveis de escoamento na bacia hidrográfica após episódio chuvoso permanece sempre superior ao que se media anteriormente.

No campo experimental da Régua, o nível de escoamento da bacia hidrográfica aumenta bruscamente, mas quando termina a precipitação este atinge progressivamente o nível registado antes da precipitação. A variação do nível de escoamento da bacia está directamente relacionada com a intensidade da precipitação (Fig. 21). O tempo de concentração da bacia é curto, variando entre 30 minutos e 3,5 horas.

No campo experimental de Baião, o nível de escoamento da bacia hidrográfica partiu de um nível muito próximo de zero no início da estação húmida, mantendo-se elevado mesmo durante largos períodos secos (aproximadamente 1 mês) (Fig. 22). O tempo de concentração da bacia varia entre 30 minutos e 6 horas.

Na Régua, a resposta da bacia hidrográfica é mais rápida do que em Baião, directamente relacionada com a intensidade da precipitação e com o desenvolvimento do escoamento superficial e do fluxo interno rápido, fruto das condições morfo-estruturais características dos metassedimentos

Enquanto que em Baião o escoamento na bacia se mantém elevado, mesmo após a precipitação e em períodos secos prolongados. Na Régua, o escoamento na bacia desce rapidamente para níveis semelhantes aos registados antes do episódio chuvoso. Esta análise comprova o domínio de diferentes processos de escoamento nas bacias hidrográficas de litologia distinta. Na Régua, a concentração da drenagem no conjunto da bacia hidrográfica é mais rápida, o que demonstra a existência de caminhos preferenciais e do fluxo interno rápido na condução da água, justificada ainda pela fraca capacidade de infiltração nos solos e a reduzida condutividade hidráulica.

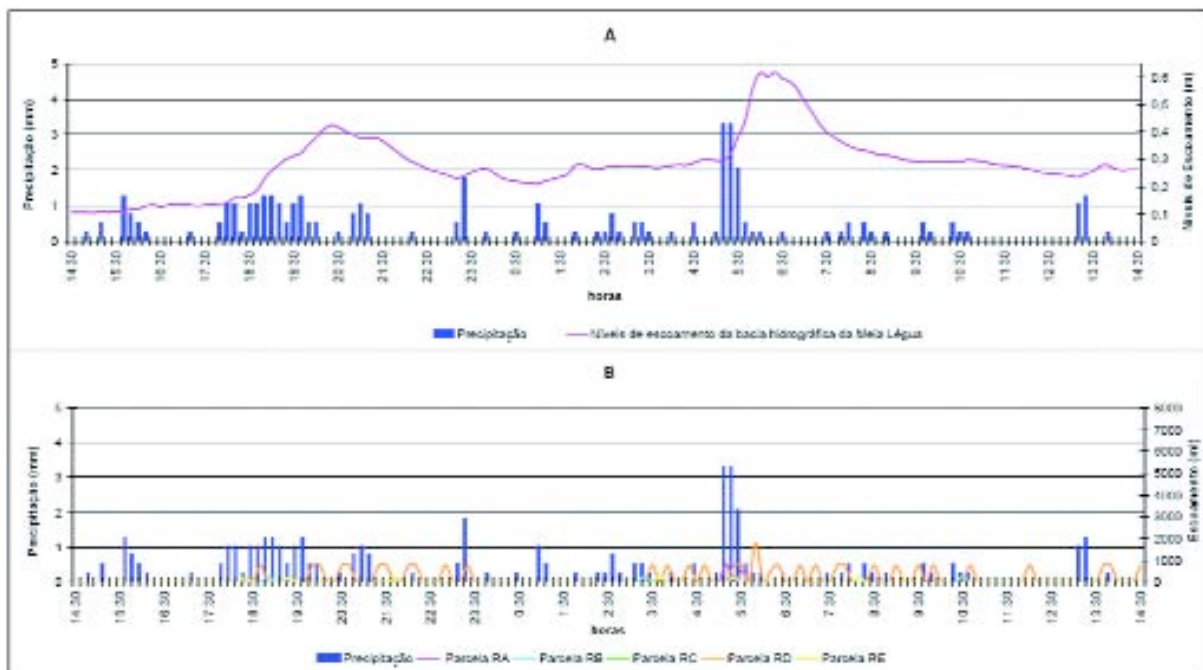


Figura 21 - Episódio de precipitação no dia 19 de Fevereiro de 2006 no campo experimental da Régua. A – Precipitação (mm) e níveis de escoamento (m); B – Precipitação (mm) e escoamento nas parcelas (ml).

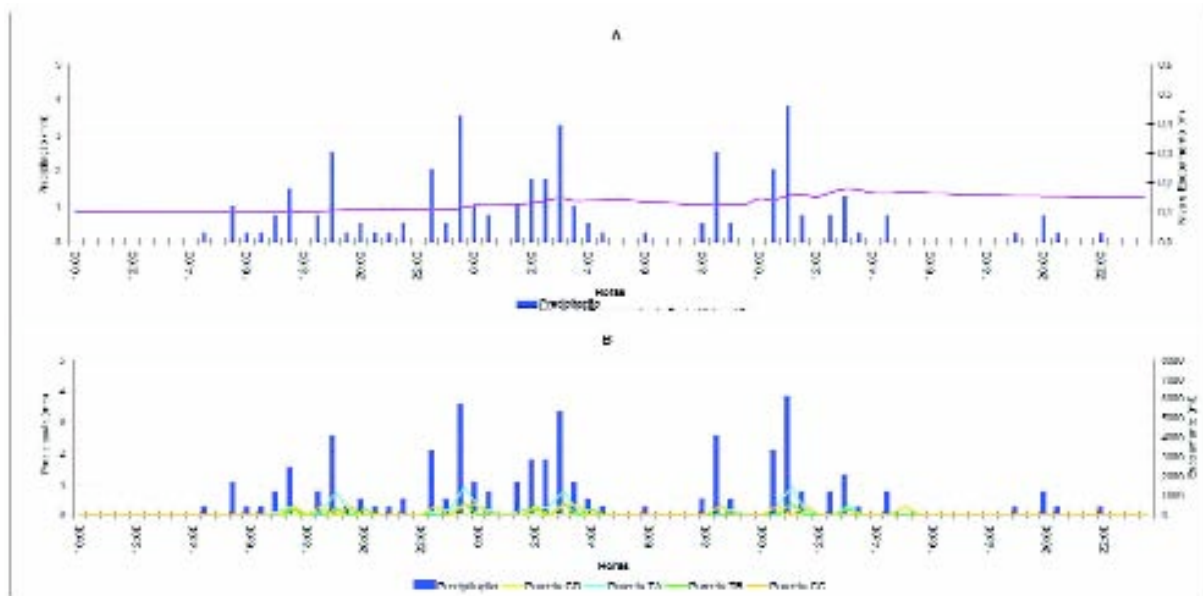


Figura 22 - Episódio de precipitação nos dias 26 e 27 de Dezembro de 2005 no campo experimental de Baião. A – Precipitação (mm) e níveis de escoamento (m); B – Precipitação (mm) e escoamento nas parcelas (ml).

Constatou-se ainda que a precipitação total do episódio chuvoso tem uma boa correlação com a diferença de nível de escoamento da bacia hidrográfica, registada entre o início e o fim da precipitação. Isto significa que quanto maior é a precipitação total maior é o nível de escoamento da bacia hidrográfica. Em Baião, a

bacia hidrográfica tem reacções diferentes consoante a sequência dos episódios chuvosos anteriores, a intensidade de precipitação e o processo hidrológico dominante. Esta ideia observa-se no gráfico que relaciona a precipitação total e a duração da resposta da bacia hidrográfica. Para os mesmos totais de precipitação podem obser-

var-se durações do escoamento na bacia hidrográfica diversas. Isso deve à importância dos diferentes processos hidrológicos desencadeados consoante as características do episódio chuvoso.

A resposta da bacia hidrográfica da Carriça está menos dependente da intensidade de precipitação, reagindo mais às precipitações persistentes. A análise do comportamento desta bacia hidrográfica numa área granítica sugere uma permanência da alimentação do escoamento, por fluxo interno lento. Desta forma, compreende-se o ligeiro decréscimo dos níveis de escoamento, mesmo durante períodos secos prolongados. Neste contexto, a análise das sequências chuvosas é essencial para a interpretação da capacidade de retenção da água nas formações superficiais. As formações que apresentam textura fina (Régua) não retêm grande quantidade de água resultado da fraca capacidade de infiltração e potenciando escoamentos superficiais rápidos e abundantes. Ao contrário, em mantos de alteração granítica, de textura arenosa, o fluxo hídrico lento é importante e determina o essencial das forças tangenciais ao nível dos terraços agrícolas. Neste caso, a análise das sequências chuvosas é determinante para o entendimento das situações de instabilidade dos muros de pedra em seco.

Riscos Naturais em áreas de terraços

A nível de riscos naturais, as áreas de terraços são afectadas principalmente por movimentos de vertente (fluxos de detritos, de lama e desabamentos). São vários os registos históricos de jornalistas, populares e escritores de quedas de muros e “enxurradas” após precipitações intensas abundantes, causadoras de grandes prejuízos materiais (Bateira *et al*, 2004).

A área do Vale do Douro é afectada por episódios chuvosos que, embora esporádicos, se caracterizam por uma intensidade bastante forte. Estes episódios, associados a períodos mais prolongados de precipitação, são responsáveis por uma forte dinâmica de vertentes, como a que se observou no Inverno de 2000/2001, altura em que, em resultado de um período excepcionalmente pluvioso, ocorreram numerosos movimentos de vertente (Fotografia 9).

Através do levantamento de campo nas zonas piloto, registaram-se vestígios de instabilidade em vertentes (quedas de muros, muros reconstruídos, alinhamentos de quedas de



Fotografia 9 - Fluxo de lama de Sta. Marinha do Zêzere, numa área de granitos (2002).

muros e cicatrizes de fluxos), testemunhos de episódios de instabilidade anterior. Para além disso, as formações superficiais existentes são também um importante indício dessa instabilidade. Apesar da menor frequência de ocorrência, estes processos marcam de forma indelével a paisagem do vale do Douro.

Na elaboração de cartografia da susceptibilidade a movimentos de vertente ponderaram-se os seguintes critérios: formações superficiais, declive, rede hidrográfica, registos de instabilidade, fracturação e presença de muros de suporte, tendo em conta a litologia e processos geomorfológicos dominantes (Fig. 23 e 24).

Na área de metassedimentos (Bacia Hidrográfica da Meia Légua) se registaram cerca de 400 situações de instabilidade em terraços agrícolas com muro de suporte (principalmente desabamentos). Enquanto que na área de granitóides o número de ocorrências é muito menor, encontrando-se pequenos desabamentos, deslizamentos, cicatrizes e depósitos de vertente resultantes de antigos fluxos. Verificámos que na Bacia Hidrográfica da Meia Légua, os valores mais elevados de concentração do fluxo, de declive e vertentes côncavas apresentam uma elevada coincidência com as áreas onde se observaram maiores indícios de instabilidade nos muros de suporte. Por isso, concluir-se que estes factores contribuem de forma determinante para a instabilidade das vertentes organizadas em terraços agrícolas.

A análise da distribuição da área dos diferentes sistemas de armação segundo a classe de susceptibilidade, permite observar que os sistemas de muros e de taludes em terra com sensivelmente os mesmos valores, cerca de 40%

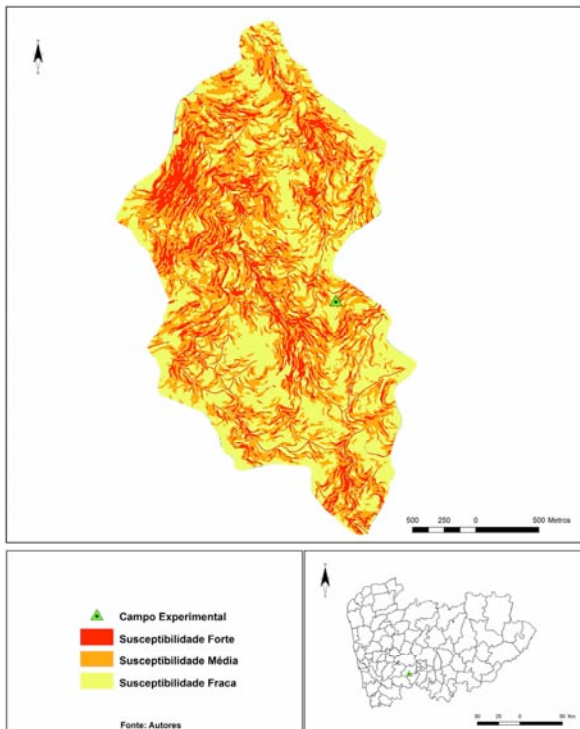


Figura 23 - *Susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente na Bacia Hidrográfica da Carriça.*

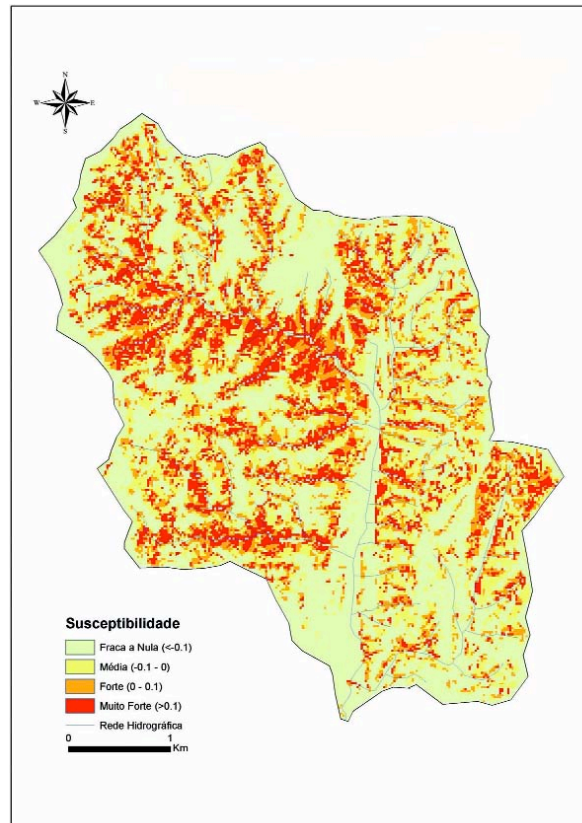


Figura 24 - *Susceptibilidade geomorfológica a movimentos de vertente na Bacia Hidrográfica da Meia Lêgua.*

da sua área encontra-se em áreas de susceptibilidade forte e muito forte.

Estes, são valores expectáveis uma vez que a grande maioria das áreas de taludes em terra resultou da reconversão de vinhas e não da criação de novos vinhedos. Ou seja, a generalidade das áreas com taludes, têm as mesmas características, do ponto de vista dos factores condicionantes da instabilidade considerados que as áreas com muros de pedra. A questão que subsiste é a de saber se vertentes organizadas com taludes em terra têm o mesmo comportamento de vertentes organizadas em terraços com muros de pedra, ou seja, se em termos de funcionamento hídrico se verificam respostas semelhantes às dos terraços com muros de pedra.

Uma vez que a precipitação é o principal factor desencadeante destes movimentos de vertente, partiu-se das conclusões do trabalho para elaborar um esquema interpretativo da estabilidade de vertentes. Nos granitos, o factor de esta-

bilidade das vertentes vai diminuindo progressivamente quando há períodos secos curtos entre os episódios de precipitação e este factor diminui quando as precipitações têm maior intensidade e intervalos mais reduzidos. Se o período seco aumentar, para além dos 15 dias, o factor de estabilidade aumenta (Fig. 25 A).

Nos metassedimentos, o factor de estabilidade das vertentes nas fases de precipitação, diminui em função da sua intensidade, mas depois do episódio o factor de estabilidade regressa a níveis próximos aos que existiam anteriormente (Fig. 25 B).

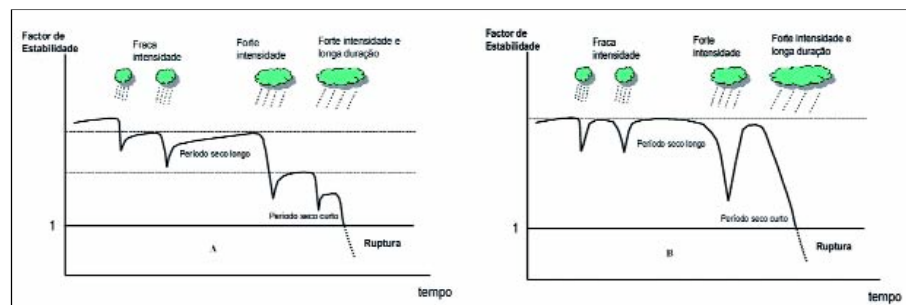


Figura 25 - *Esquema interpretativo da estabilidade de vertentes em granitos (A) e metassedimentos (B).*

CONCLUSÕES

Actualmente, a paisagem de terraços do Vale do Douro enfrenta cinco grandes desafios, que devem ser equacionados simultaneamente, para se atingir o desenvolvimento sustentável da região:

- 1- A necessidade de preservação da paisagem de terraços com muros de pedra em seco.
- 2- A necessidade de prevenção dos riscos naturais, principalmente a movimentos de vertente.
- 3- A manutenção da viabilidade económica da actividade vitivinícola e conseqüente diminuição dos custos de produção dos quais depende a manutenção das estruturas de pedra em seco.
- 4- O envelhecimento da população e conseqüente diminuição da capacidade de manutenção das estruturas construídas para a produção agrícola.
- 5- O recurso ao turismo cultural sustentável como actividade económica complementar,

como um potencial contributo para a manutenção da paisagem de terraços.

Na Régua encontramos uma estrutura produtiva mais dinâmica, relacionada com a produção do vinho do Porto, enquanto que em Baião, assiste-se a um progressivo abandono agrícola.

Em relação às duas unidades territoriais em análise é nítida a diferenciação, destacando-se o espaço integrado na Região Demarcada do Douro, mais dinâmico. O seu sector agrícola, apesar de incisivo, envolve-se porém em múltiplas problemáticas que se avolumam em Baião onde persiste uma policultura tradicional. Neste contexto, é evidente a vulnerabilidade destas paisagens de terraços mas evidenciando diversos níveis (Fig. 26):

- 1- Espaços menos vulneráveis (nível 1): freguesias vitivinícolas do Peso da Régua, de forte aposta empresarial, prolongando-se para o núcleo histórico de Santa Marta de Penaguião onde persistem vinhedos antigos conjugados com os reestruturados.

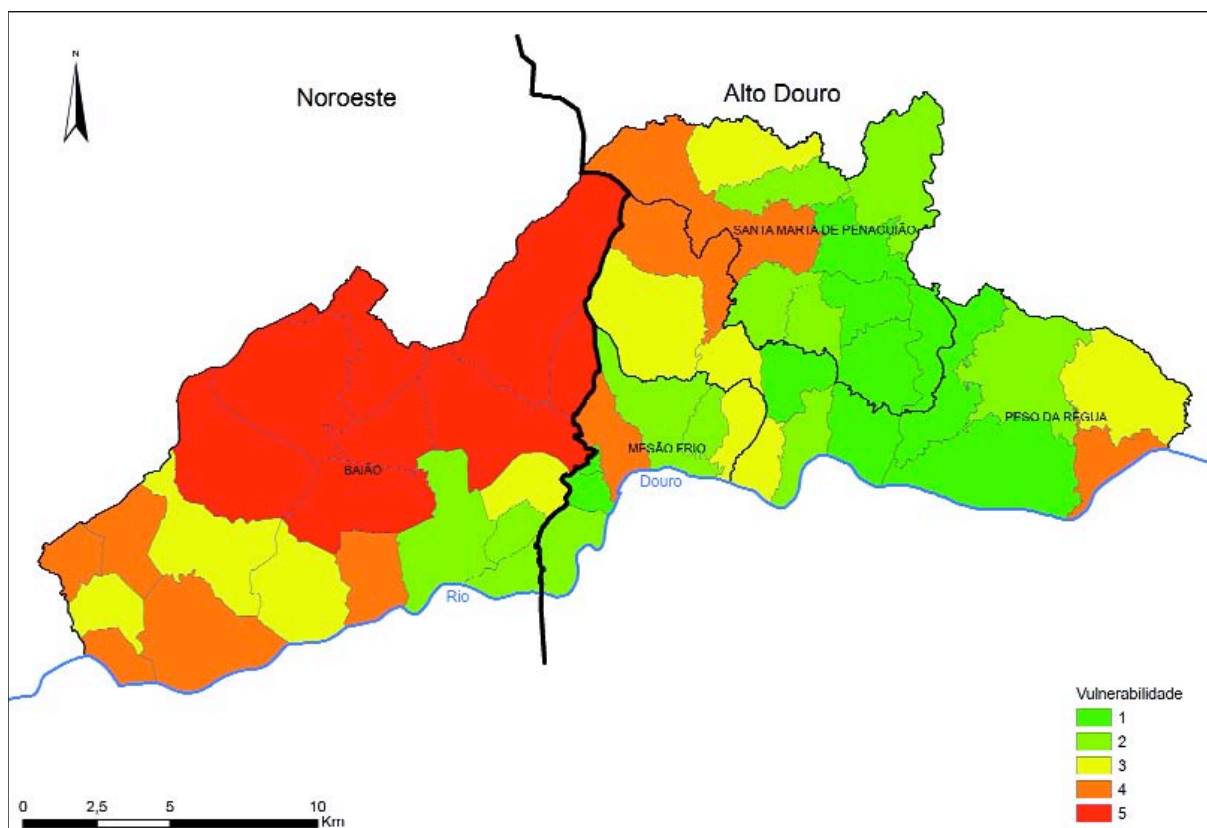


Figura 26 - Vulnerabilidade das explorações agrícolas nas freguesias das áreas de estudo em 1999.



- 2- Envolve o núcleo anterior, ascendendo em altitude e prolongando-se para Oeste; inclui ainda as freguesias de Baião onde surgiram apostas empresariais vitícolas recentes.
- 3- Freguesias de forte expansão urbana ou com uma geomorfologia particularmente adversa no espaço duriense a que se anexam algumas freguesias ribeirinhas de Baião.
- 4- O espaço mais preocupante (níveis 4 e 5): abrange sobretudo o concelho de Baião (cerca de 3/4), com particular incidência nas freguesias implantadas a maiores altitudes onde os abandonos ultrapassam já os 50% de SAU.

Nestas duas áreas, a manutenção dos espaços de terraços vai depender sempre da sua rentabilidade económica, quer esteja ligada à actividade agrícola e/ou turística, embora os espaços de terraços devam ser valorizados sob o ponto de vista cultural e histórico, possuindo condições para a criação de postos de trabalho nas áreas do turismo, formação profissional na construção de muros e manutenção das técnicas de drenagem das vertentes.

Em termos de valor patrimonial, os investimentos na reconstrução e manutenção dos terraços devem ser realizados de forma sustentada, em áreas amostra, onde se deve apostar na sua conservação total com técnicas tradicionais com vista à sua inclusão em rotas turísticas sobre a pedra em seco no Vale do Douro. A reconstrução dos muros deve ser avaliada em função da sua susceptibilidade a movimentos de vertente e, em alguns casos de maior frequência de instabilidade, a reconstrução deverá ser abandonada em nome da rentabilidade económica.

Neste contexto, torna-se importante a cartografia dos riscos a movimentos de vertente e a compreensão do funcionamento hídrico das vertentes organizadas em terraços para desenvolver práticas que facilitem o escoamento.

O trabalho de manutenção e recuperação dos terraços agrícolas com estruturas de suporte de pedra em seco deverá ser feito considerando:

- a) A identificação das áreas de maior instabilidade, com o objectivo de concentrar os esforços na prevenção dos riscos naturais. Neste sentido, adquire importância a definição de critérios geomorfológicos capazes de

- orientar a cartografia dos riscos naturais nas áreas de terraços agrícolas. A cartografia agora apresentada pretende assimilar vários dos critérios definidos a partir da monitorização do escoamento nos terraços agrícolas.
- b) Definir critérios e técnicas de intervenção nas áreas de maior instabilidade, tal como a conservação e o reforço das drenagens tradicionais ou propor estruturas melhor ajustadas às novas formas de armação do terreno. Isto impõe a análise das propostas de modelos de escoamento ajustados às estruturas de pedra em seco. Desta forma, a avaliação das técnicas tradicionais de drenagem revela-se tarefa importante.
- c) Monitorizar e modelar, em laboratório, ou sobre o terreno, o comportamento das estruturas de pedra em seco perante entradas no sistema de diversas quantidades e tipos de contributos hídricos pré-definidos.
- d) Adaptar as antigas técnicas de drenagem ou definir técnicas alternativas para as novas formas de armação de terreno. Desenvolver métodos de monitorização do escoamento superficial e interno para os terraços com taludes de terra.

¹ Aberturas estreitas escavadas em pleno manto de alteração usadas para concentrar água e conduzi-la para o exterior.

² Reservatório para armazenamento de água que tanto pode ser escavado na rocha a céu aberto ou construído com alvenaria.

³ Canais utilizados para conduzir água dos rios por gravidade para a rega.

⁴ O vocábulo *filoxera* é usado indistintamente para designar o insecto e a doença dos vinhedos que é causada pela infestação com aquele. A partir do último quartel do século XIX, a filoxera constituiu-se como a praga mais devastadora da viticultura mundial, alterando profundamente a distribuição geográfica da produção vinícola e provocando uma crise global na produção e comércio dos vinhos que duraria quase meio século (adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Filoxera>).

⁵ Apesar da crise da Filoxera não ter afectado a Região dos Vinhos Verdes. Consultar capítulo 3.

⁶ A Matriz do fluxo potencial é um indicador da capacidade de absorção de água no solo por efeito de capilaridade representada na forma de área /unidade de tempo (cm²/seg).

⁷ O Parâmetro Alfa é uma constante que está dependente da porosidade do solo. Os valores são expressos em cm e quanto mais elevados forem maior será a velocidade de circulação da água no interior do solo.

⁸ A condutividade hidráulica é um indicador da capacidade do solo de conduzir água no seu interior dentro de um determinado gradiente. A saturação de condutividade hidráulica refere-se à condutividade hidráulica saturada do solo que contém ar no seu interior. Os valores são expressos em cm/s e o valor obtido corresponde à velocidade média constante percorrida pela água por unidade de tempo nessa determinada secção do solo por troca com o ar presente entre as partículas.

⁹ O valor da precipitação inicial necessária para o desenvolvimento de escoamento foi medido desde o início da precipitação até ao início do registo do escoamento.

BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, F. B.; Andresen, T.; Dias, J.; Silva, P. S. - *Plano Intermunicipal de Ordenamento do Território do Alto Douro Vinhateiro - Diagnóstico da Situação*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, pp. 1-143.
- Allison, R. J. (1991) Slopes and slopes processes. *Progress in Physical Geography*, vol. 15, nº 4, Arnold London, pp. 423-437.
- Almeida, J. N.; Bianchi-De-Aguiar, F.; Magalhães, N. (1982) *Mecanização das vinhas de encosta: contribuição para o estudo da vinha ao alto*. Peso da Régua: ADVID.
- Arnáez, J.; Ruiz, P.; Lasanta, T. (1996) Comportamiento hidromorfológico de los microambientes de campos abandonados con lluvias intensas, experiencias en el valle de Aisa (Pirineo aragonés). *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, 4. Reunión Nacional de Geomorfología, nº 21, Coruña, pp. 659-669.
- Bateira, C. (1991) Contributo para o estudo da dinâmica actual e riscos naturais na depressão de Ota e nas colinas de Alenquer - Merceana. *Revista da Faculdade de Letras - Geografia*, I Série, Vol. VII, Porto, pp. 57-138.
- Bateira, C. (2001) *Movimentos de vertente no NW de Portugal, susceptibilidade geomorfológica e sistemas de informação geográfica*. Dissertação de doutoramento em Geografia Física, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade do Porto; Porto, 447 p.
- Bateira, C.; Resende, J.; Rebelo, F. (1998) Escoamento torrencial e processos geomorfológicos na Bacia da Povoação (S. Miguel Açores). As cheias de 14 de Dezembro de 1996, *Territorium*, nº 5, Lisboa, pp. 5-24.
- Bateira, C.; Soares, L. (1995) O fluxo de detritos Cavez. Um exemplo de movimento de massa na evolução actual das vertentes. *Actas do VI Colóquio Ibérico de Geografia*, Vol. II, Publicações da Universidade do Porto, pp. 985-998.
- Bateira, C.; Soares, L. (1997) Movimentos em massa no Norte de Portugal: factores da sua ocorrência. *Territorium*, nº 4, Coimbra, pp. 63-77.
- Bateira, C.; Soares, L.; Garcia, J. (1997) O terramoto de S. João: um percurso pela geomorfologia histórica. *III Congresso da Geografia Portuguesa. A Interdisciplinaridade na Geografia Portuguesa: novos e velhos desafios*, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 15 p.
- Beuselinck, L. (et al) (1998) Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. In *Catena - an interdisciplinary journal of Soil Science. Geomorphology*, vol. 32 (3-4), Elsevier, Amsterdam, pp. 193-208.
- Bianchi-De-Aguiar, F. (1987) *Cultura da vinha em terrenos de encosta: alternativas para a sua implantação*. Vila Real: UTAD.
- Biron, P. M.; Richer, A.; Kirkbride, A. D.; Roy, A. G.; Han, S. (2002) Spatial patterns of water surface topography at a river confluence. *Earth Surf. Process Landforms*, 27, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 913-928.
- Blaschke, P. M.; Trustrum, N. A.; Hicks, D. L. (2000) Impact of mass movement erosion on land productivity: a review. *Progress in Physical Geography*, vol. 24, nº 1, Arnold, Londres, pp. 21-52.
- Bogaard, T. A.; Van Asch, T. W. J. (2002) The role of soil moisture balance in the unsaturated zone on movement and stability of the Beline landslide, France. *Earth surface processes and landforms*, vol. 27, Wiley Chichester, pp. 1177-1188.
- Boix, C.; Calvo, A.; Schoorl, J. M.; Soriano-Soto, M. D. (1996) Algunos ejemplos de relación entre agregación, capacidad de infiltración y erosión en suelos mediterráneos. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 21, Coruña, pp. 573-585.
- Boix-Fayos, C. (et al) - Spatial and short term temporal variations in runoff, soil aggregation and other soil properties along a mediterranean climatological gradient. In *Catena - an interdisciplinary journal of Soil Science. Geomorphology*, vol. 33 (2).
- Butterworth, R.; Wilson, C. J.; Herron, N. F.; Greene, R. S. B.; Cunningham, R. B. (2002) Geo-

morphic Controls on the physical and hydrologic properties of soils in a valley floor. *Earth surface processes and landforms*, vol. 25, Wiley Chichester, pp. 1161-1179.

Cacheiro, M.; Valcarcel, M.; Vieira, S. R., Taboada, M. T. (1998) Elaboración de modelos de elevación digital empleando técnicas geoestadísticas y sistemas de información geográfica. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 23, Coruña, pp. 137-150.

Campy, M.; Macaire, J. J. Masson (1989) *Géologie des formations superficielles - géodynamique - faciès - utilisation*. Paris, 433 p.

Castro, A. G. (1999) *História da Viticultura Duriense e do vinho do Porto*. Douro e Vinho do Porto: Uma Bibliografia. GEHVID, Março 1999.

Ceballos, A; Schnabel, S.; Cerda, A. (1996) El efecto de la escala sobre los procesos de escorrentía superficial. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 21, Coruña, pp. 91-102.

Coke, C.; Dias, R.; Ribeiro, A. (2000) Evolução geodinâmica da bacia do Douro durante o Câmbrio e Ordovícico inferior: um exemplo de sedimentação controlada pela tectónica. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, pp. 5-12.

Diamond, J.; Shanley, T. (2003) Infiltration rate assessment of some major soils. *Irish Geography*, vol. 63, nº 1, pp. 32-46.

European Society For Soil Conservation (E.S.S.C.) (1990) *Proceedings of the Seminar on Interaction between agricultural systems and soil conservation in the mediterranean belt*. European Society for soil conservation (E.S.S.C.), Oeiras.

Evans, R. (1995) Some methods of directly assessing water erosion of cultivated land a comparison of measurements made on plots and fields. *Progress in Physical Geography*, vol. 19, nº 1, Arnold London, pp. 115-129.

Fernandes, L. A. De Sá (1944) *Esboço litológico da região duriense*. Porto: [s.n.].

Fernandéz, M.^a J.; Paz, A. (1998) Influencia del contenido em materia orgánica sobre as propieda-

des físicas del suelo. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 23, Coruña, pp. 101-119.

Ferreira, A. B.; Zêzere, J. L. (1996) Geodynamic Hazards in Portugal. In A.B. Ferreira; G. Vieira (eds.), *Fifth European Intensive Course on Applied Geomorphology - Mediterranean and Urban Areas*. Universidade de Lisboa, Lisboa, pp. 35-43.

Fonseca, A. M. Da (1993) Práticas culturais nos vinhedos durienses antes e depois da invasão filoxérica. *Anais do Instituto do Vinho do Porto*, Instituto do Vinho do Porto, Porto, pp. 5-38.

Fundação Rei Afonso Henriques (2001) *Candidatura Nacional do Douro Vinhateiro a Património da Humanidade*, Fundação Rei Afonso Henriques.

Govers, G. (*et al*) (1996) The relative contribution of soil tillage and overland flow erosion to soil redistribution on agricultural land. *Earth, surface processes and landforms*, vol. 21, nº10, Wiley Chichester, pp. 929-946.

Graham, D.J.; Midgley, N. G. (2002) Graphical representation of particle shape using triangular diagrams: an excel spreadsheet method. *Earth, surface processes and landforms*, vol. 25, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 1473-1477.

Haimés, Y.Y.; Stakliv, E. Z. (1987) *Risk analysis and management of natural and man made hazards*. ASCE, California, 355 p.

Huggett, R. J. (1998) Soil chronosequences, soil development, and soil evolution: a critical review. In *Catena - an interdisciplinary journal of Soil Science. Geomorphology*, vol. 32 (3-4), Elsevier, Amesterdão, pp. 155-172.

Joly, F. (1998) *Glossaire de géomorphologie: base de données sémiologiques pour la cartographie*. Armand Colin, Paris, 325 p.

Kalvoda, J; Rosenfeld, L. (1998) *Geomorphological Hazards in High Mountain Areas*. Kluwer Academic Publishers, Holanda, 314 p.

Kirby, M.; Bracken, L.; Reaney, S. (2002) The influence of land use, soils and topography on the delivery of hillslope runoff to channels in SE Spain. *Earth surface processes and landforms*,

vol. 27, Wiley Chischester, pp. 1459-1473.

Lawler, D.M. (1992) Design installation of a novel automatic erosion monitoring system. *Earth, surface processes and landforms*, vol.17, nº5, Wiley Chischester, pp. 455-463.

Lencastre, A.; Franco, F.M. (1984) *Lições de hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 451 p.

Leonard, J.; Andrieux, P. (1998) Infiltration characteristics of soils in Mediterranean vineyards in Southern France. In *Catena - an interdisciplinary journal of Soil Science; Geomorphology*, vol. 32 (3-4), Elsevier, Amsterdão, pp. 209-223.

Loureiro, J. M.(2000) Efemérides hidrológicas cheias e secas históricas em Portugal (1100-1900). *Sociedade de Geografia de Lisboa*, Lisboa, pp. 165-179.

Magaldi, D.; Giammatteo, M.; Smart, P. (2002) Soil micromorphology of clayey hill slopes, central Italy. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, nº 61, pp. 357-362.

Marco, J. A.; Olcina, J.; Padilla, A.; Rico, A. M. (1996) Abandono de terrazas de cultivo; recolonización vegetal y erosión en el sureste peninsular. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, 4. Reunión Nacional de Geomorfología, nº 21, Coruña, pp. 133-146.

Martín, L. R.; Flaño, P. R.; Calvento, H. (2003) El espacio de bancales en el tramo inferior de la cuenca del Guiniguada: características ecoantropicas y estado actual. *Vegueta*, nº 7, pp. 211-227.

Martín, L. R.; Flaño, P. R.; Espino C. H. (2004) Diagnósticos de calidad para la conservación en espacios agrícolas en terrazas. Propuesta metodológica para la cuenca del guiniguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *Revista Geographicalia*, Universidad de Zaragoza, nº 45, Zaragoza, pp. 113-128.

Martín, L. R.; Flaño, P. R.; Espino, E. P. (1994) Consecuencias geomorfológicas del abandono de los cultivos en bancales: La cuenca del Guiniguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *Efectos geo-*

morfológicos del abandono de tierras : Zaragoza 12-13 de septiembre de 1994, Sociedad Española de Geomorfología, J. M. García Ruiz & Lasanta, Eds., Zaragoza, pp. 149-160.

Martín, L. R.; Flaño, P. R.; Espino, E. P. (1994) Procesos erosivos asociados a bancales con muro en la cuenca del Guiniguada (Gran Canaria. Islas Canarias). *La pedra en sec. Obra paisatge i patrimoni*. Consell Insular de Mallorca, Mallorca, pp. 335-350.

Monné, J. L. P.; Tena, M^a. V. L.; Fabre, M. S.; Cía, J. C.; Andrès, A. J.; Corellano, F. P.; Porta, J. C.; Jiménez, J. M.; Matias, M. H.; Arnedo, M^a. T. E.; Marcén, C. S. (1997) *Cartografía Geomorfológica básica e aplicada*, José Luis Peña Monné (ed), Logroño, 226 p.

Pallares, J.; Girona, J. V. (1996) Erosión en bancales: la trayectoria de la escorrentía y su relación con el deterioro del ribazo (Norte comunidad valenciana). *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 21, Coruña, pp. 815-828.

Parise, M.; Wasowski, J. (1999) Landslide Activity Maps for Landslide Hazard Evaluation: Three Case Studies from Southern Italy. *Natural Hazards*, 20, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 159-183.

Pedrosa, A.; Bateira, C.; Pedrosa, F.; Soares, L.; Silvério, M. (2000) *Processos erosivos no Norte de Portugal: definição de áreas de risco*. Porto, 168 p.

Pedrosa, A.; Bateira, C.; Soares, L. (1996) Covelo do Gerês: contributo para o estudo dos movimentos de massa no Norte de Portugal. *Territorium*, Lisboa, pp. 21-32.

Pereira, G. M. (1991) *O Douro e o vinho do Porto*, de Pombal a João Franco. Edições Afrontamento, 176 p..

Pereira, G. M. (1996) *Douro - Uma demarcação Pioneira*. Estudos e Documentos, 1, GEHVID Grupo de Estudos de História da Viticultura Duriense e do Vinho do Porto, Porto, pp. 178-195.

Quatenaire Portugal (1996) *Estudo estratégico para o desenvolvimento de Trás-os-Montes e Alto Douro*. 2 vol. Porto, Quatenaire.

- Queiroz, E. (1901) *A cidade e as serras*. Edição Livros do Brasil, Lisboa, pp. 69-70.
- Rebelo, F. (1977) *Os processos erosivos actuais no litoral Norte e Centro de Portugal, a acção humana como causa de desabamentos e deslizamentos*. Estudos 2, 24 p.
- Sala, M.; Gallart, F. (1988) *Métodos y técnicas para la medición en el campo de procesos geomorfológicos*. Sociedad Española de geomorfología (Monografía nº 1), Zaragoza, 103 p.
- Santos, F. A.; Azevedo, J. A. (2004) Mecanização das Vinhas na Região Demarcada do Douro - Situação actual e contributos para o futuro. *Agri-cultura Transmontana*, DRATM - Direcção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes, pp. 10-11.
- Santos, F. - *Contribuição para a mecanização das vinhas tradicionais do Douro*. UTAD.
- Santos, F. (1996) *Mecanização da cultura da vinha*. UTAD.
- Santos, J. G. (2002) Cartografia automática do risco de movimentos de vertente. Estudo aplicado à área de Peso da Régua Bacia do Douro - Norte de Portugal. *Xeográfica*, Revista de Xeografia, Território e Medio Ambiente, n.º 2, Lisboa, pp. 33-57.
- Santos, J. Gomes (2002) Movimentos de vertente na área do Peso da Régua: análise e avaliação multicritério para o zonamento de hazards em ambiente SIG". *Territorium*, Revista de Geografia Física aplicada ao Ordenamento do Território e Gestão de Riscos Naturais, nº 9, Coimbra, pp. 53-73.
- Sauer, T.; Johannes, B. (2001) The water balance of different soils on abandoned fields along a transect from high Pyrenees to the Central Ebro Bassin. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, nº 27, Universidad de La Rioja, pp. 95-105.
- Selley, R. C. (2000) *Applied Sedimentology*. Academic Press, San Diego, 523 p.
- Sidle, R. C.; Onda, Y. (2004) Hydrogeomorphology: overview of an emerging science. *Hydrological Processes*, 18, pp. 597-602.
- Sidle, R. C.; Pearce, A.J.; O'loughlin (1985) *Hill - slope stability and land use*. Colin Water Resources, Monograph, nº11, American Geophysical Union, Washington D.C., 140 p.
- Silva, A. A. da (1996) *Caracterização hidro-geo-morfológica de pequenas bacias hidrográficas: ensaios em SIG realizados na bacia do Rio Arnoia*. Dissertação apresentada de acesso à categoria de Assistente de Investigação, sob a orientação do Eng.º Rui Gonçalves Henriques (CNIG), e Prof. Denise de Brum Ferreira (FLUL); CNIG, Lisboa, pp. 104-132.
- Silvério, M. A. R. (2000) *Erosão Hídrica em solos na Serra da Aboboreira*. Porto. 220 p.
- Smith, K. (1992) *Environmental Hazards Assessing risk and reducing disaster*. Routledge, London, 324 p.
- Soeiro, T.; Pires C. C.; Cortes, R.; Ribeiro, J. A.; Marques, H. T.; Pereira, G. M.; Fauvrelle, N.; Rebanda, N. C.; Roseira, J. A. (2003) *Viver e saber fazer - Tecnologias tradicionais na Região do Douro*, Museu do Douro, Peso da Régua.
- Ulloa, M.; Taboada, M.T.; Dafonte, J. (1999) Cartografía de las propiedades generales del suelo a escala de cuenca. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 24, Coruña, pp. 45-55.
- Verstappen, H. Th. (1983) *Applied geomorphology*. Elsevier, Amsterdão, 1983, 433 p.
- Vidal, E.; Taboada, Mª. M. (1999) Índices de rugosidad y estimación del almacenamiento temporal de agua en un terreno de cultivo. *Cuadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe*, nº 24, Coruña, pp. 89-98.
- Zêzere, J. L. (1997) *Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na região a norte de Lisboa*. Dissertação de doutoramento em Geografia Física, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Lisboa, 575 p.

JORNAIS NACIONAIS E REGIONAIS

“Notícias do Douro” (1934 a 2004);
“O Independente Regoense” (1912 a 1914);
“1º de Dezembro” (1955/57 a 1960/64);
“O Marão” (Janeiro de 1930 a 1 de Junho de 1931);
“O Mezão Friense” (1891 a 1932);
“O Pinhão” (Julho de 1943);
“O Combatente da Grande Guerra” (Abril de 1936);
“A Arte” (2 de Outubro de 1887);
“O Correio do Douro” (1 de Dezembro de 1931 a 28 de Fevereiro de 1932);
“O Douro” (Julho de 1961 a Abril de 1964);
“O Independente Regoense” (13 de Junho de 1882 a Outubro de 1887);

“Orfeão Regoense” (1 de Dezembro de 1936);
“O Observador” (17 de Março de 1967 a 25 de Junho de 1967);
“ABC” (1 de Dezembro de 1947 a Abril de 1953);
“O Académico” (1 de Dezembro de 1924 a Março de 1934);
“Alma Nova” (Maio 1933 a Janeiro de 1934);
“Aqui Vila Real” (Junho de 1984 a Junho de 1949);
“O Caixeiro” (26 de Abril de 1936);
“A Centella” (1 de Dezembro de 1946 a 13 de Junho de 1947);
“O Convívio” (Março de 1959 a Abril de 1959);
“1.º de Dezembro” (1956 a 1961).

Consecuencias geomorfológicas del abandono de los cultivos en bancales: La cuenca del Guiniguada

Efectos geomorfológicos del abandono de tierras : Zaragoza 12-13 de septiembre de 1994

PAISAGENS DE SOCALCOS DAS SERRAS DO AÇOR E ESTRELA (PORTUGAL)

INTRODUÇÃO

Introdução histórica

Em Portugal as formas de erosão provocam, com grande frequência fenómenos de desgaste do solo, que se devem sobretudo à acção não controlada da água sobre a terra. Os movimentos de massa aparecem, habitualmente, depois de chuvas mais abundantes, e se o solo carece de vegetação, a sua coesão fica comprometida e uma massa de terra é susceptível de se transformar num verdadeiro fluido viscoso.

A topografia do terreno tem sido ao longo dos séculos um entrave para as demais práticas humanas, nomeadamente, as agrícolas. A construção de socalcos surgiu a partir da necessidade do homem aproveitar o melhor possível as terras férteis (Fotografia 1). Estas estruturas constituem uma forma de aproveitamento única do terreno que garante a conservação dos recursos edáficos em territórios de hostil morfologia.



Fotografia 1 - Paisagem de socalcos.

A partir da diminuição do declive da vertente, os socalcos, contribuem, para favorecer a infiltração da água, limitando a escorrência superficial, prevenindo a erosão hídrica e outros riscos inerentes.

No entanto, as transformações socio-económicas que se foram desenvolvendo no nosso país, sobretudo a partir da segunda metade do século XX, manifestaram-se num progressivo

abandono agrícola, levando a uma deterioração dos socalcos. Aumentaram os processos erosivos com a desarticulação dos sistemas hidrológicos que regularizavam a escorrência. Na paisagem actual de socalcos são frequentes os fenómenos de deslizamentos e desmoronamentos.

A degradação das paisagens de socalcos está bem patente nas regiões serranas de Portugal. Foi a partir desta realidade que nos comprometemos a estudar estas áreas e a avaliar o seu grau de degradação, para que cada município da área de estudo possa actuar no sentido de revitalizar essas regiões.

Introdução geográfica

As bacias hidrográficas do rio Alvoco e da ribeira de Pomares estão integradas entre as Serras do Açor e da Estrela, que se encontram no conjunto montanhoso mais notável de Portugal, a Cordilheira Central (Fig. 1). Com altitudes superiores a 1.000 m, estamos perante um ambiente agro-florestal mais ou menos homogéneo, mas que em termos litológicos comportam duas unidades distintas. A Serra do Açor é essencialmente xistosa e a Serra da Estrela granítica, o que constitui um quadro morfo-estrutural diversificado numa área que, do ponto de vista morfológico, é relativamente movimentada.

Sob o ponto de vista climático estas serras desempenham um papel de barreira para as massas de ar provenientes de Oeste, quer pela sua elevada altitude, quer pelo seu posicionamento geográfico, registando, assim, quantitativos de precipitação elevados, principalmente nas vertentes expostas a ocidente e a noroeste.

A vulnerabilidade destas áreas verifica-se, também, se atendermos à baixa permeabilidade das rochas magmáticas presentes, que juntamente com os xistos e os grauvaques, contribuem para baixas taxas de infiltração e coeficientes de escoamento superficial elevados. Estas características vão desencadear o aparecimento de ravinamentos e de outros movimentos em massa, tais como desabamentos, desmoronamentos e deslizamentos. São áreas fragilizadas que devem ser defendidas dos efeitos erosivos, em particular após a destruição da vegetação pelos incêndios florestais.

Por forma a estender o estudo das áreas amostradas pelo projecto, estabeleceram-se acordos com três municípios no sentido de alargar a investigação ao longo de três concelhos: Oliveira do Hospital, Arganil e Seia.

Resenha demográfica

Numa análise espacial à escala concelhia, o quadro demográfico reflecte um cenário actual de regressão e de desequilíbrio etário nestas zonas de montanha. Os agentes que contribuíram para tal são de origem diversa, mas entre estes destaca-se claramente o êxodo rural, que levou consequentemente à falta de manutenção dos socalcos e à deterioração geral das paisagens (Fig. 2).

Embora o êxodo rural seja naturalmente justificado pela procura legítima de melhores condições de vida nas cidades, acabou por acarretar profundas modificações nas estruturas socio-

económica, etária e profissional dos residentes nas áreas serranas, as quais, se fizeram repercutir negativamente no binómio agricultura – floresta (Lourenço, 1996, p.385).

O abandono dos campos, quer se tenha verificado por êxodo rural, emigração ou envelhecimento populacional, é uma realidade significativa. Nos últimos 50 anos a população teve uma evolução regressiva. Se em 1950 a população total nos três concelhos era de 24.464 habitantes, já em 2001 a realidade é de um acentuado decréscimo para 11.894 habitantes.

Ao analisarmos o último período de recenseamento, entre 1991 e 2001, verificou-se um desgaste significativo ao nível dos jovens (0-14 anos). Por outro lado, existe um tímido aumento no escalão dos potencialmente activos (15-24 e 25-64) com o reforço da população idosa (65 anos), acompanhando a tendência de envelhecimento populacional, que se verifica em todo o país.

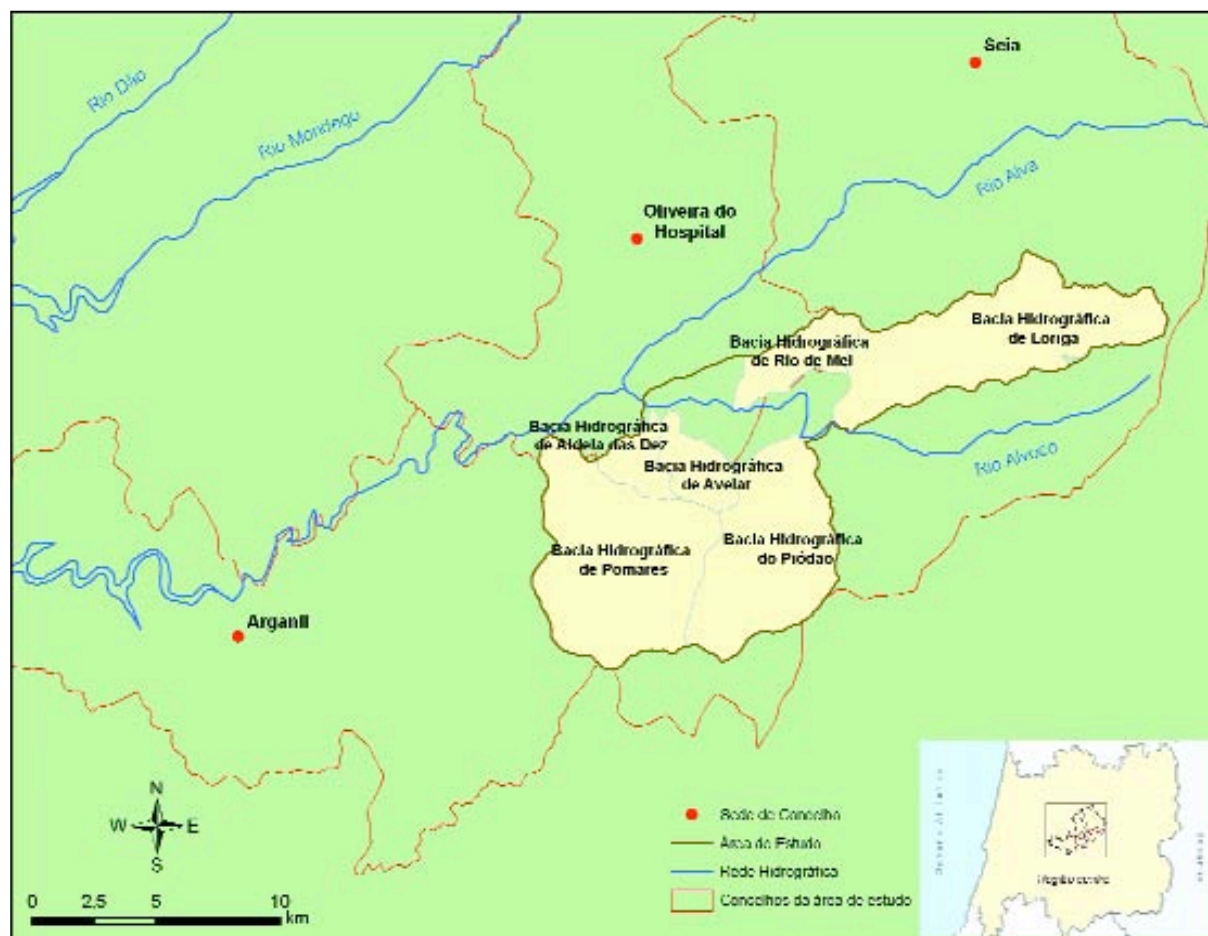


Figura 1 - Enquadramento da área de estudo.

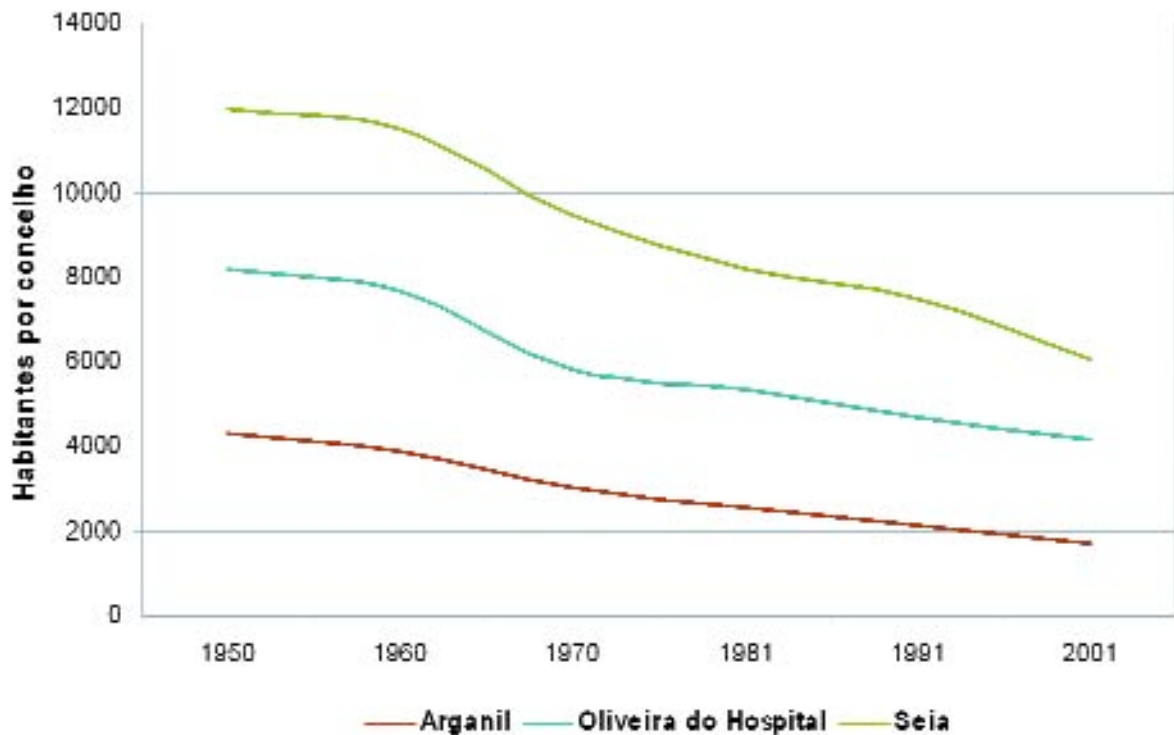


Figura 2 - Evolução da população residente.

Efectivamente até 2001 a tendência geral foi para uma diminuição significativa da população empregada no sector primário, sendo que, na generalidade, a população que ainda se ocupa neste sector, apresenta uma média de idades já bastante elevada, o que de certa forma reflecte o cenário dos concelhos do interior do país.

METODOLOGIA

A primeira fase estabelecida pelo TERRISC correspondeu à cartografia, experimentação e inventariação da área em estudo, integrada num conjunto de unidades geomorfológicas, num total de seis bacias hidrográficas, repartidas em termos administrativos pelos concelhos de Oliveira do Hospital, Arganil e Seia. Pela extensão da área de estudo foram delimitadas sete áreas-amostra escolhidas em função da sua localização, nomeadamente, de forma a representar as características geomorfológicas, litológicas e climáticas da área total.

Partindo da definição desta unidade geográfica, passamos ao estudo dos impactos do escoamento

fluvial, que correlacionado com as características físicas da área, nomeadamente os acentuados declives das vertentes, fomentam consequências significativas ao nível das torrentes que funcionam nas linhas de água provocando, por sua vez, grandes efeitos erosivos.

O trabalho de gabinete encontrou a sua expressão na cartografia da área ocupada por socalcos, já que a presença dos socalcos cumpre um conjunto de finalidades específicas, baseadas no aumento da espessura do solo, que por sua vez, decorrente da diminuição do declive da vertente e no favorecimento da infiltração da água, limita a escorrência superficial e, conseqüentemente, a erosão hídrica. Os objectivos deste parâmetro assentam na análise da estrutura dos socalcos, no estado de conservação dos muros que os suportam e numa análise mais específica do uso agrícola e fisionomia vegetal.

A inventariação dos socalcos foi realizada a partir da análise integrada de cartas militares do Serviço Cartográfico do Exército, fotografias aéreas de 1958 e ortofotomapas de 2004. A partir da análise destas fontes de informação geográfica, procedeu-se à vectorização dos socalcos através das ferramentas contidas no software ArcGis 9.1.



Fotografia 2 e 3 - Parcela de erosão e estação meteorológica.

Um dos objectivos do TERRISC foi o de se proceder à quantificação de diferentes aspectos que, directa ou indirectamente, se relacionam com a erosão do solo e que permitem um acompanhamento e controlo sistemático da movimentação de materiais. Para esse efeito instalaram-se parcelas experimentais, onde periodicamente se recolheram amostras, sendo essas, objecto de tratamento laboratorial (Fotografia 2).

Para a quantificação de um conjunto de variáveis meteorológicas indispensáveis à caracterização do clima local, instalaram-se estações meteorológicas em cada município. O principal objectivo desta instalação foi o de se obter um registo de informações relativas à pluviosidade, temperatura, humidade relativa, pressão atmosférica, vento e, também, monitorizar episódios de precipitações concentradas (Fotografia 3).

Campos experimentais e áreas piloto

O estudo permitiu a delimitação da área dos socalcos a partir da fotointerpretação das fotogra-

fias aéreas correspondentes aos anos de 1958 e 2004. Esta análise permitiu identificar os socalcos da área e comparar os anos em questão, de modo a determinar, em termos de evolução, o estado de conservação destas estruturas ancestrais.

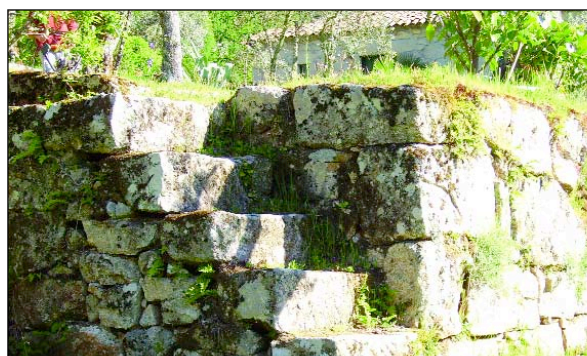
A área de socalcos dentro dos três concelhos perfaz um total de 18,5 km². A sua distribuição é o resultado de uma conjugação de características físicas e humanas.

As áreas de meandros são particularmente favoráveis a essas construções e, desde cedo, foram alvo de uma intensa exploração agrícola, a qual contribuiu para a manutenção das formas aplanadas e para o aparecimento das aldeias (Lourenço, 1996). São áreas facilmente transformadas em solos agrícolas e facilmente irrigáveis.

A superfície actualmente ocupada por socalcos traduz, desde logo, uma disposição linear, acompanhando o percurso das linhas de água e, sobretudo, concentra-se em volta dos aglomerados populacionais (Fig. 3).



Fotografia 4 - *Disposição paralela contínua em Loriga.*



Fotografia 5 - *Muro com escadaria em Aldeia das Dez.*



Fotografia 6 - *Levada perene em Aldeia das Dez.*

locais de armazenamento dos produtos agrícolas. As palheiras para acondicionar palha e guardar os animais constituem um elemento determinante na paisagem agrícola dos socalcos. Salientam-se ainda as pontes e os pontões.

Considerados foram ainda outros elementos construtivos como saliências de grandes blocos inseridos nos muros de socalcos, suportes para vinha, estruturas semicirculares para plantação de árvores, muros de separação de propriedade, e suporte em laje de pedra para cancela / porteira.

Estado de Conservação

O estado de conservação do património de socalcos foi definido tendo em conta os socalcos em bom estado, mau estado e destruídos.

Os socalcos implicam, tanto para a sua construção como, depois, na sua manutenção, avultados investimentos. Como eles estão muito expostos à erosão, nomeadamente hídrica, resultante da escorrência da água das chuvas, a sua conservação depende de muitos factores, e de



Fotografia 7 - *Socalcos queimados no Colcurinho.*



Fotografia 8- *Socalcos queimados em Porto Silvado.*

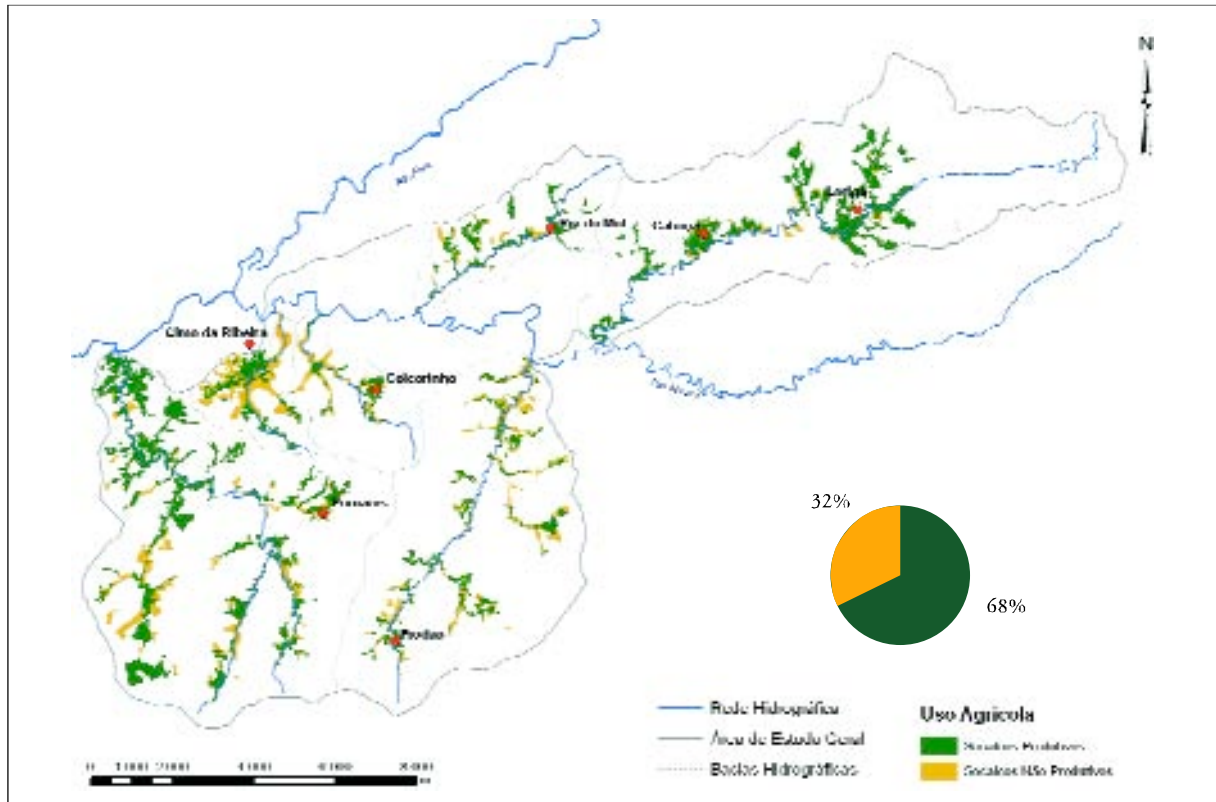


Figura 5 - Uso agrícola vegetal dos socacos nas bacias hidrográficas da área de estudo.

Principais Culturas Agrícolas	
Árvores de Fruto	Castanheiro (<i>Castanea sativa</i>)
	Cerejeira (<i>Prunus avium</i>)
	Figueira (<i>Ficus carica</i>)
	Laranjeira (<i>Citrus sinensis</i>)
	Macieira (<i>Malus doméstica</i>)
	Medronheiri (<i>Arbutus unedo</i>)
	Nespereira (<i>Eriob otrya japonica</i> L.)
	Oliveira (<i>Olea europaea</i>)
	Pessegueiro (<i>Prunus persica</i>)
	Romãzeira (<i>Punica granatum</i> L.)
Culturas Hortícolas em regadio	Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.)
	Alho (<i>Allium sativum</i>)
	Batata (<i>Solanum tubersum</i> L.)
	Cebola (<i>Allium cepa</i>)
	Couve (<i>Brassica oleracea</i> L.)
	Evrilha (<i>Pisum sativum</i> L.)
	Feijão (<i>Phaesolus vulgaris</i>)
	Milho (<i>Zea mays</i>)
	Salsa (<i>Petroselinum sativum</i>)
(<i>Vitis vinifera</i> L.)	

Quadro 1 - Principais culturas agrícolas da área de estudo.

to de factores, dos quais se destacam o despovoamento humano e o abandono das terras.

O uso agrícola foi definido tendo em conta socalcos produtivos e socalcos não produtivos. Em função da caracterização dos factores sociais e físicos, que influenciam a presente configuração da paisagem de socalcos nesta área, pode concluir-se que a área produtiva ainda é superior à área não produtiva (Fig. 5).

Com efeito, os socalcos não produtivos encontram-se, em grande parte, em altitudes mais elevadas ou mais distantes dos aglomerados populacionais. De um modo geral, estas áreas estão, muitas vezes, em sobreposição com os socalcos destruídos ou em mau estado de conservação.

Nos dias de hoje, a agricultura já não determina a actividade principal dos meios rurais. A actividade agrícola apenas constitui o modo de vida dos mais idosos, sendo praticada a tempo parcial, reflectindo apenas uma ocupação.

O abandono agrícola é um facto consumado e esta conjuntura socio-económica que caracteriza o sistema agrário actual causou alterações significativas no mosaico agrícola das áreas

rurais, com consequências ao nível da redução da superfície agrícola utilizada, no aumento das áreas florestais, com graves consequências ao nível da erosão dos solos.

O espaço agrário nas áreas de socalcos caracteriza-se pela fragmentação em pequenas parcelas, dedicadas na sua maioria, a uma policultura de subsistência com escassa orientação comercial. A maior parte destas estruturas estão dedicadas ao cultivo de produtos hortícolas, árvores de fruto ou vinha em corrimão, havendo cada vez mais parcelas abandonadas, sem qualquer tipo de aproveitamento agrícola (Quadro 1).

Fisionomia vegetal e espécies presentes

A Fisionomia Vegetal foi definida tendo em conta a ocupação dos socalcos com formações arbóreas, arbustivas ou herbáceas. A Fisionomia Vegetal encontrase directamente relacionada com o estado de conservação dos socalcos, bem como com o seu uso agrícola, sendo condicionada, ainda, pelas características geomorfológicas e litológicas da área, predominando as formações arbóreas (Fig. 6).

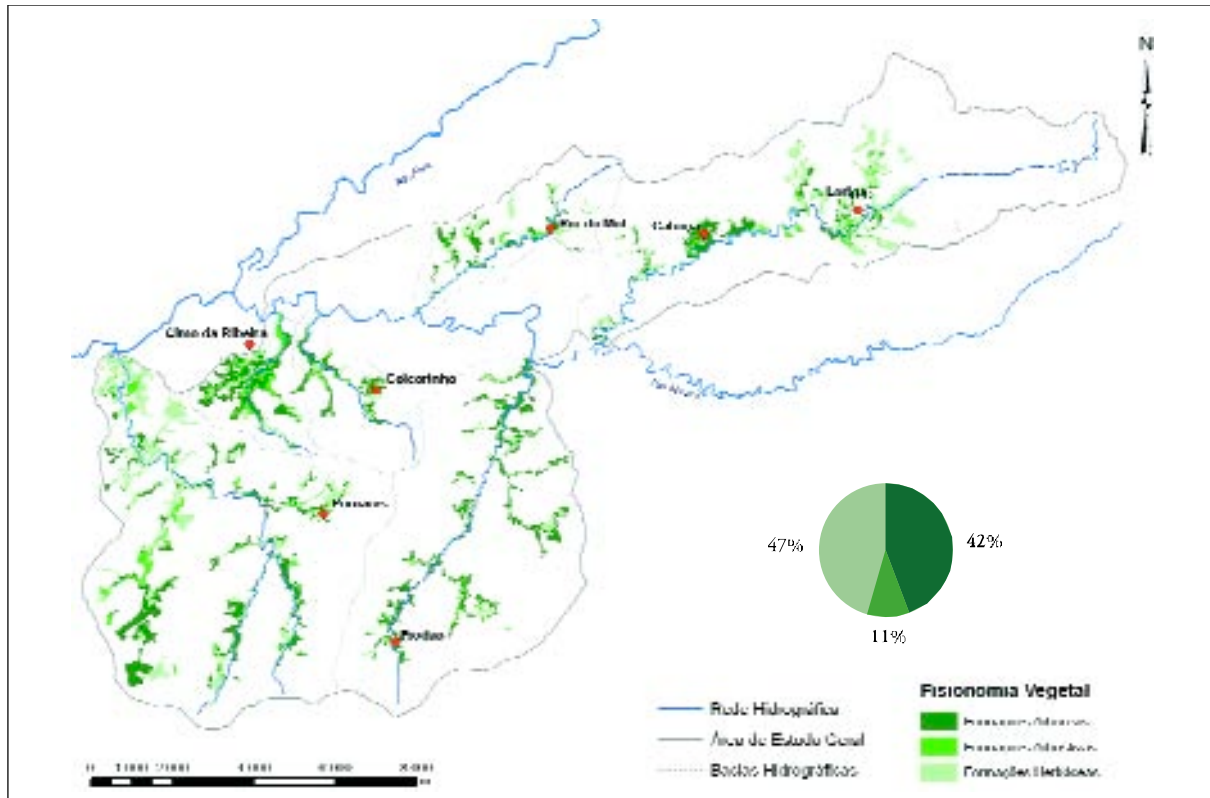


Figura 6 - Fisionomia vegetal dos socalcos nas bacias hidrográficas da área de estudo.

A área de socacos encontra-se ainda ocupada por muitas culturas agrícolas, muito embora com avançado estado de degradação, e por outro lado, é utilizada também para usufruto do gado que vai mantendo esse estrato. As formações arbóreas ocupam o segundo lugar nesta contagem, e relacionam-se, sobretudo, com extensas áreas de mato abandonado e áreas que têm sido alvo de reflorestações, pelo que existe uma grande variedade de espécies vegetais (Quadro 2).

Arbóreas	
Nome Vernáculo	Espécie
Pinheiro - bravo	<i>Pinus pinaster</i>
Oliveira	<i>Olea europaea</i>
Castanheiro	<i>Castanea sativa</i>
Árvores de Fruto	<i>Prunus, Citrus, Malus, etc.</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>
Carvalho - alvarinho	<i>Quercus robur</i>
Arbustivas	
Nome Vernáculo	Espécie
Giesta	<i>Cytisus sp.</i>
Urze	<i>Erica sp.</i>
Medronheiro	<i>Arbutus unedo</i>
Tojo	<i>Ulex sp.</i>
Carqueja	<i>Chamaespartium tridentatum</i>
Esteva	<i>Cistus ladanifer</i>
Rosmaninho	<i>Lavandula stoechas</i>
Herbáceas	
Nome Vernáculo	Espécie
Feto	<i>Pteridium aquilinum</i>
Fumária	<i>Fumaria officinalis</i>
Dedaleira	<i>Digitalis purpurea</i>
Ervilhaca	<i>Vicia sp.</i>
Campainhas	<i>Campanula lusitanica</i>

Quadro 2 - Espécies vegetais predominantes.



Fotografia 9 - *Pinus pinaster*.



Fotografia 10 - *Cytisus sp.*



Fotografia 11 - *Vicia sp.*

Mapas de risco de incêndio florestal

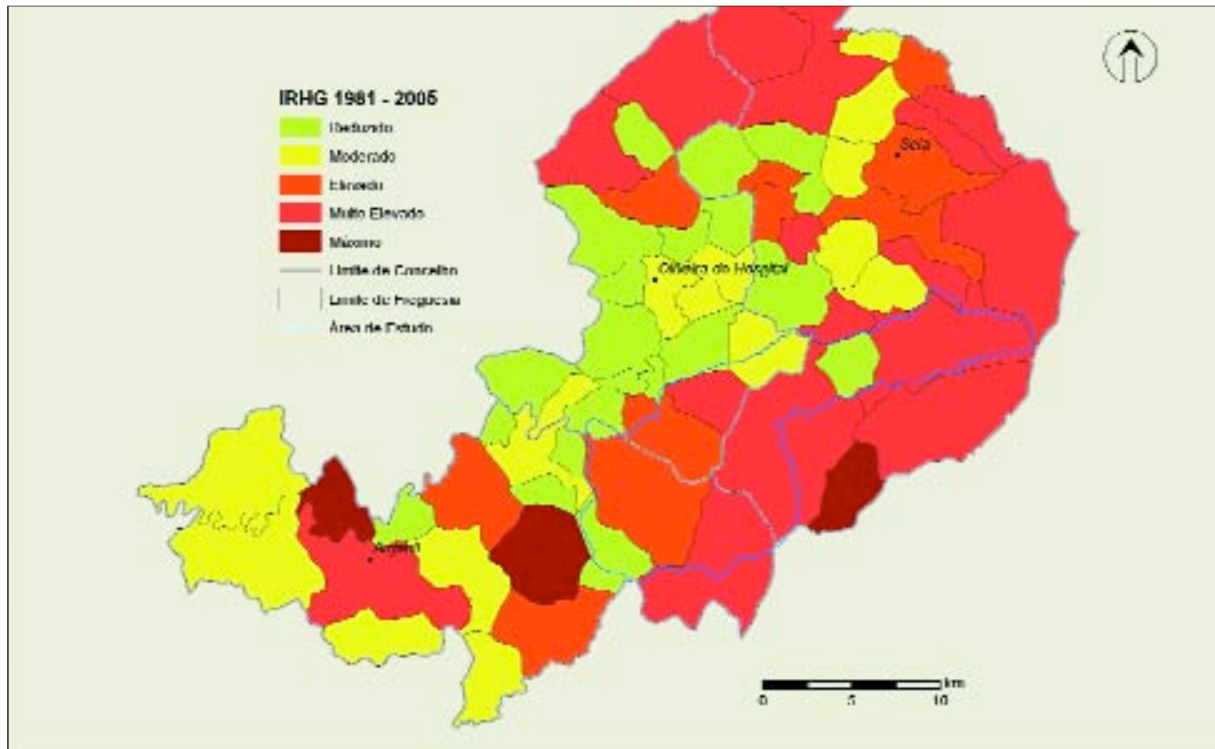


Figura 7 - Índice de risco histórico-geográfico de 1981 - 2005 nas bacias hidrográficas da área de estudo.

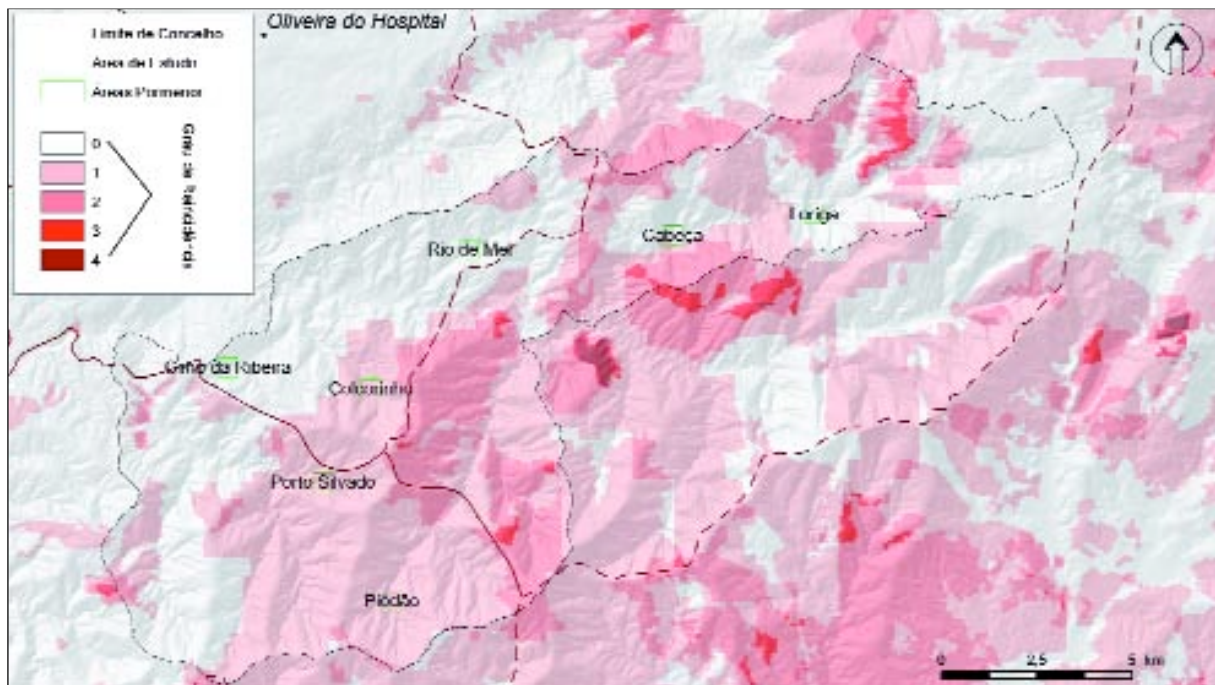


Figura 8 - Grau de reincidência de incêndios florestais nas bacias hidrográficas da área de estudo.

PROPOSTAS DE GESTÃO E PERSPECTIVAS

Roteiro Turístico

No seio deste projecto, tem sido desenvolvida uma proposta de um conjunto de percursos turísticos que compreendem a Paisagem Protegida da Serra do Açor e do Parque Natural da Serra da Estrela. Com este roteiro pretende-se a valorização destas áreas de socalcos, que se encontram nos últimos anos, muito distantes da realidade urbana, votados cada vez mais, ao despovoamento e esquecimento.

A partir deste objectivo, foi perspectivado um percurso geral que liga Arganil, Oliveira do Hospital e Seia. Entre as sedes de concelho ligam-se uma série de locais no meio de vilas e aldeias, encontrando potencialidades patrimoniais, arquitectónicas, físicas, etnográficas, gastronómicas, entre muitas outras. Assim, pretende-se divulgar estas regiões serranas, incentivando o turista a percorrer estes caminhos e contribuindo assim para revitalizar estas regiões e dinamizar a economia local.

Redução do risco de incêndio

- Imediata rearborização de perímetros sob administração pública, privilegiando espécies autóctones ou edafoclimaticamente adaptadas.
- Compartimentação do espaço através da introdução de ordenamento florestal (infra-estruturas DFCI) em toda a área.
- Incentivo aos proprietários privados no sentido da reorganização e limpeza das suas matas, nomeadamente, os espaços circundantes às habitações, e/ou regulamentação de leis punitivas aos infractores.

Preservação do património de socalcos

- Criação de uma escola profissional de alvenaria, de forma a especializar técnicos em recuperação de muros e criando postos de trabalho.
- Restauração do património construído: casas de habitação, palheiros, moinhos, lagares, etc.
- Desenvolvimento de rotas de interesse etnográfico:

Rotas do azeite com a recuperação dos lagares.

Rotas da gastronomia serrana: valorização dos produtos regionais: mel, queijo, enchidos.

Rotas da transumância: identificação dos principais trilhos percorridos no passado pelos pastores com os seus gados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da investigação realizada nas bacias hidrográficas do rio Alvoco e da ribeira de Pomares foi possível analisar um conjunto de parâmetros que se encontram relacionados com a actual utilização dos socalcos agrícolas. O estudo realizado nos concelhos da área de estudo, quer através da análise cartográfica em gabinete, quer na confrontação do terreno, revelou um panorama em que a degradação avança, ao mesmo tempo que se perde a população e as actividades agrícolas. Como se constatou, fenómenos como a terciarização e o êxodo rural contribuíram grandemente para grandes mudanças na ocupação do solo. Com esta realidade o estrato arbóreo avança sobre os campos agrícolas e estende-se a área de matos descuidados mais susceptíveis a incêndios florestais.

De facto, os incêndios têm constituído o agente mais agressivo na destruição das áreas de socalcos. Os impactes ambientais são elevados e a evolução das vertentes é condicionada. Não só os efeitos directos do fogo são prejudiciais, mas também aqueles que lhes são subsequentes fazem-se sentir por longos períodos de tempo. As áreas serranas do centro de Portugal têm sido particularmente afectadas por estes fenómenos, alterando por completo a paisagem, em grande parte agora preenchida por matos e espécies vegetais mais rentáveis economicamente.

Aos socalcos pouca atenção tem sido dada. Ano após ano a mancha de socalcos vai diminuindo e estas estruturas ancestrais vão sofrendo o abandono e a degradação que os poucos e envelhecidos habitantes serranos não conseguem inverter. Perante estas constatações, urge a sua preservação, que aqui sublinhamos, pela representatividade do património natural e cultural que estas estruturas constituem. A revitalização e preservação de algumas delas poderiam impelir o desenvolvimento turístico destas regiões, que assim se alheariam do anonimato a que têm sido votadas.

BIBLIOGRAFIA

- Bennet, H. (1965) *Elementos de conservación del suelo*. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires, México.
- Fournier, F. (1975) *Conservación de suelos*. Consejo de Europa, Ediciones Mundi-Prensa.
- Forey, P.; Fitzsimons, C. (1995) *Flores Silvestres*. Colección “Pequenos Guias da Natureza”, Plátano, Lisboa.
- Forey, P.; Fitzsimons, C. (1997) *Flora e Fauna Mediterrânicas*. Colección “Pequenos Guias da Natureza”, Plátano, Lisboa.
- Forey, P.; Lindsay, R. (1997) *Plantas Mediciniais*. Colección “Pequenos Guias da Natureza”, Plátano, Lisboa.
- González, G. (2004) *Guía de los árboles y arbores de la Península Ibérica y Baleares (Especies silvestres y las cultivadas más comunes)*. 2ª edición corregida, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Humphries, C. J.; Press, J. R.; Sutton, D. A. (1996) *Árbores de Portugal e Europa*. Guias “Fapas”, Clássica Artes Gráficas, Porto.
- Lourenço, L. (1989) *O Rio Alva. Hidrologia, Geomorfologia, Climatologia e Hidrologia*. Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra, 162 p.
- Lourenço, L. (1996) *Serras de Xisto do Centro de Portugal – Contribuição para o seu conhecimento geomorfológico e geo-ecológico*. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, p. 757. (inédito)
- Lourenço, L. (2004) Efeitos erosivos observados em campos agrícolas das áreas montanhosas do Centro de Portugal na sequência de incêndios florestais. *A Península Ibérica – O espaço em mutação, Actas*, VI Colóquio Ibérico de Geografia, Porto, pp. 999-1009.
- Mileu, R. (2002) *Agricultura e desenvolvimento rural*. Confederação Nacional da Agricultura, Coimbra.
- Romero, L.; Ruiz, P.; Hernández, L. (2003) *El Espacio de Bancales en el tramo inferior de la cuenca del Guinguada: características ecoantropicas y estado actual*. VEGUETA, Número 7.
- Romero, L.; Ruiz, P.; Pérez-Chacón E. (1994) *Consecuencias geomorfológicas del abandono de los cultivos en bancales: la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias)*. Sección de Geografía, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Diversos Autores (2001) *Patrimoni de Marjades a la Mediterrània Occidental, una proposta de catalogació*. Projecto PATTERN do Programa Europeu RAPAHEL, FODESMA.



LES AMÉNAGEMENTS ANCIENS DE VERSANTS ET DE THALWEGS EN CÉVENNES : HISTOIRE ET RÔLE HYDROLOGIQUE

LES TERRASSES CÉVENOLES : INTRODUCTION GÉOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE

Ligne de partage des eaux entre l'Atlantique et la Méditerranée, les Cévennes proprement dites (ou "la Cévenne") forment la bordure sud-orientale du Massif Central français, entre la vallée de l'Arre au sud et celle du Chassezac au nord (Fig. 1 – cf. Joutard, 1979, ou Rivière-Honneger, 1995). Toutefois le sud des Cévennes vivaraises,

immédiatement au nord du Chassezac, présente des caractères très voisins.

Constituées de roches cristallines, métamorphiques et granitiques, les Cévennes culminent à 1.700 m d'altitude au Mont-Lozère. Le relief est extrêmement disséqué, l'enfoncement du réseau hydrographique ayant façonné une multitude de crêtes allongées, ou serres. Sur des pentes très fortes, qui ont subi une intense érosion, les formations superficielles sont généralement peu épaisses et les affleurements rocheux sont fréquents.

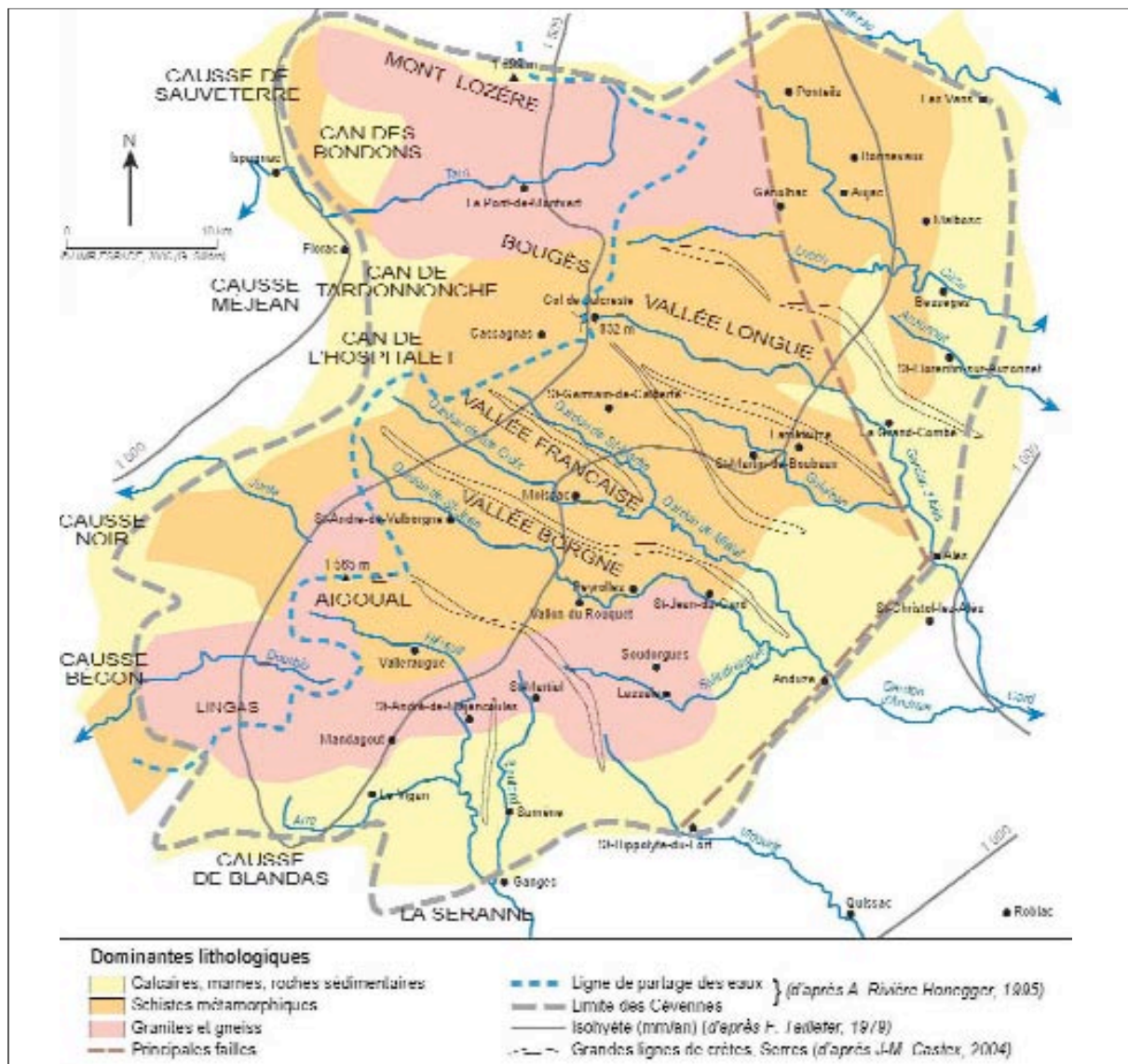


Figure 1 - Présentation des Cévennes. [Sillère].

Les précipitations annuelles moyennes sont partout supérieures à 1.000 mm, et même le plus souvent à 1.500 mm, ce qui confère au climat un caractère méditerranéen très humide. Dans les secteurs les plus élevés (Mont-Lozère, Mont-Aigoual), les influences montagnardes se traduisent notamment par des précipitations plus fortes (2.000 mm/an en moyenne), dont une partie se produisent sous forme neigeuse. Mais l'un des traits essentiels du climat cévenol réside dans la concentration de précipitations très abondantes en quelques jours, en particulier en automne. Lors de ces épisodes, qualifiés de "cévenols", il arrive que les pluies journalières dépassent 400 mm.

Milieu difficile, les Cévennes n'en ont pas moins été occupées par l'homme dès la Préhistoire. De premiers grands déboisements ont été réalisés au IX^{ème} siècle. À côté de l'élevage, essentiellement ovin, qui a donné lieu à de grandes transhumances jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, l'économie a longtemps été dominée par la culture du châtaignier. Au XVIII^{ème} siècle, la culture du mûrier a pris une place importante comme support de l'industrie de la soie. L'exploitation des mines de charbon (Alès, la Grand-Combe), complétée par des emplois industriels, a donné une nouveau visage à l'économie au XIX^{ème} siècle.

Ces évolutions successives ne se sont pas réalisées sans de graves crises. La plus dramatique fut celle de la révocation de l'Édit de Nantes et la guerre des Camisards dont l'empreinte sur les esprits est encore sensible. Mais la déprise rurale à la fin du XIX^{ème} siècle, comme l'arrêt des activités minières à la fin du XX^{ème} siècle, constituent aussi des événements majeurs de l'histoire des Cévennes.

Selon Blanchemanche (1986), les Cévennes n'ont été exploitées à grande échelle qu'après le Moyen-Âge. Le XVI^{ème} siècle aurait connu les premiers aménagements systématiques des versants en terrasses. Une forte croissance démographique oblige alors à défricher et à gagner des terres cultivables. C'est l'époque de la grande expansion de la châtaigneraie. La construction de terrasses et de systèmes hydrauliques s'est ensuite poursuivie sans discontinuer jusque dans la première moitié du XIX^{ème} siècle, avec une seconde période d'intense activité au XVIII^{ème} siècle, lors du développement de la culture du mûrier.

Toutefois la plupart des terrasses actuellement visibles en Cévennes dateraient des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles, du moins pour leurs derniers remaniements. Ces aménagements corres-

pondraient à la fin des plantations de mûriers (Blanchemanche, 1986).

Les systèmes de terrasses sont étroitement associés à l'habitat. Même s'il existe des villages importants, l'habitat cévenol apparaît essentiellement dispersé, sous forme de hameaux (Photo 1) ou de fermes isolées, les mas (Photo 2).

Les belles terrasses (Photo 3), pour les cultures, les jardins et les prairies, sont proches des habitations. Sous les châtaigneraies, les murets pour protéger les sols sont généralement plus sommaires (Photo 4).

Au milieu du XIX^{ème} siècle, l'exode rural est déjà important, mais il ne s'est pas encore traduit par une diminution de population (Lamorisse, 1975). La déprise rurale s'amorce ensuite véritablement, en liaison avec le déclin de l'activité séricicole. D'abord menacée par la maladie de la pébrine, qui s'attaque aux vers à soie, et à laquelle Pasteur et Dumas apporteront finalement une solution, elle sera condamnée par l'ouverture du canal de Suez en 1869, le marché français étant livré à la concurrence des soieries orientales.



Photo 1. Hameau de l'Abriç, près de l'Estréchure (Gard).



Photo 2 - Mas et terrasses à Saint-Martial (Gard).



Photo 3. Terrasses à Saint-Martial (Gard).



Photo 5 - Terrasses colonisées par des chênes verts et des pins maritimes près de Soustelle (Gard).



Photo 4 - Châtaigneraie sur traversiers près de Soudorgues (Gard).



Photo 6 - Paysage de châtaigneraie envahie par le pin maritime près de Peyrolles (Gard).

Dans le même temps, la maladie de l'encre ravage les châtaigneraies.

La déprise rurale s'est accompagnée d'une fermeture du couvert végétal. Sur le Mont-Aigoual et sur le Mont-Lozère, les plantations de résineux pour la restauration des terrains de montagne (RTM) ont favorisé une rapide progression de la forêt. Ailleurs, la fermeture du milieu s'est effectuée surtout par revégétalisation naturelle (Photo 5). Elle laisse malheureusement une large place à des essences très combustibles, qu'il s'agisse des plantes du maquis ou qu'il s'agisse du pin maritime (Photo 6), lequel s'est étendu à partir des plantations réalisées au XIX^{ème} siècle pour les besoins des mines de charbon.

L'entretien des aménagements (murs des terrasses, fossés d'écoulement, rigoles d'irrigation) n'étant plus assuré, les ouvrages subissent une forte dégradation. La reforestation nuit beaucoup à leur conservation, dans un premier temps du fait de l'action des racines, plus tard à cause des travaux d'exploitation ou de la chute des arbres. La faune sauvage, et tout particulièrement les san-

gliers qui retournent les pierres de faitage pour chercher de la nourriture, participe également à la destruction des murettes.

Lorsque les terrasses sont à la fois solidement ancrées sur la roche en place et bien construites, les évolutions se révèlent encore limitées (Photo 7). En revanche, dans les conditions les plus fréquentes, on observe des effondrements de murs (Photo 8).

De gros efforts ont été récemment déployés pour une remise en valeur partielle des terrasses. De nombreuses productions sont concernées: châtaignes (Photo 9), vin (surtout dans le sud des Cévennes vivaraises), pommes (reinette du Vigan), huile d'olive (Saint-Jean-du-Gard, Saint-Florent-sur-Auzonnet, Saint-Jean-de-Valériscle, Photo 10), fromage de chèvre Pélarçon, oignons doux des Cévennes (Photo 11), plantes médicinales...

Créé en 1970, le Parc national des Cévennes accompagne et soutient ce mouvement (Lécuyer, 1999). Il joue un rôle actif dans la préservation des savoir-faire (Photo 12), dans la relance du marché de la pierre sèche, et dans les



Photo 7 - Mur de terrasse en bon état près de Peyrolles (Gard).

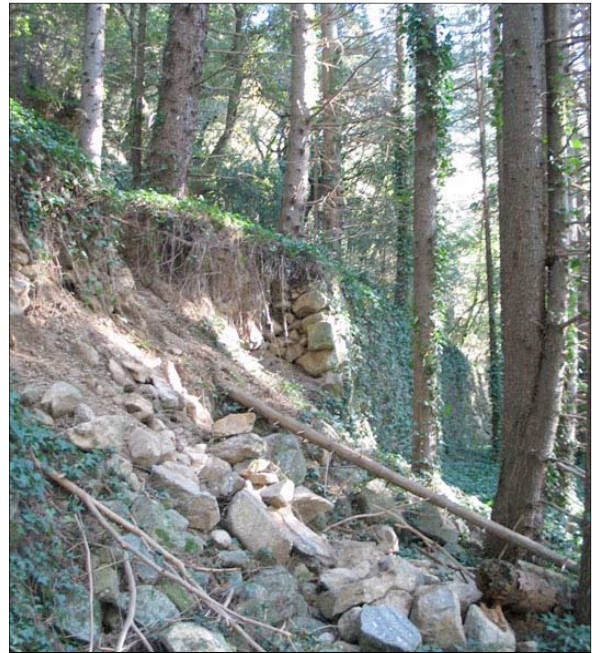


Photo 8 - Mur effondré près de Peyrolles (Gard).

opérations de restauration (Photo 13). Un guide pratique pour l'édification ou la reconstruction des murs en pierre sèche (Rouvière, 2002) a été élaboré à partir des connaissances collectées par le Centre d'étude et de recherche sur l'architecture vernaculaire (CERAV).

RISQUES NATURELS ET AMÉNAGEMENTS ANCIENS

Appeler à la restauration des terrasses de culture cévenoles au nom de la protection contre des risques naturels ne serait sans doute pas très pertinent sur le plan économique, au stade d'évolution actuel. Le développement des terrasses de culture a résulté d'une forte pression démographique qui a contraint les hommes à utiliser des palliatifs pour tirer le meilleur parti de leur environnement. Mais les conditions d'exploitation étaient trop difficiles pour que les aménagements ne soient pas un jour abandonnés.

La déprise rurale qui a touché les Cévennes dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle a conduit à l'abandon quasi total des terrasses de culture et des aménagements hydrauliques qui leur étaient associés. Envahies par la forêt, les anciennes terrasses de culture n'ont plus de rôle à tenir pour maîtriser les eaux et maintenir les sols.

On doit toutefois s'interroger sur les services que rendaient les aménagements, et sur ceux qu'il peuvent encore rendre malgré leur dégradation. Le rôle premier des terrasses est d'offrir des surfaces de culture planes sur des versants en pente forte. Cela facilite le travail du sol tout en aidant à limiter l'érosion. Associées à des ouvrages hydrauliques (rigoles pour l'évacuation des eaux de ruissellement, barrages, canaux pour l'irrigation), elles participaient non seulement à la protection des sols, mais aussi à la gestion des eaux. L'infiltration des eaux de pluie est favorisée, mais le dispositif assure une évacuation rapide des eaux en excès dans les sols lors des précipitations violentes.

Toutefois la conséquence la plus visible de la déprise rurale est la revégétalisation du milieu, que ce soit sur les terrasses anciennement cultivées, qui couvraient des superficies relativement limitées, ou sur des secteurs non aménagés qui étaient voués à l'élevage ovin. L'extension des broussailles et du pin maritime constitue un facteur très favorable au déclenchement et à la propagation des incendies de forêt. On notera cependant que si les dépôts de feu sont nombreux, les superficies ravagées restent le plus souvent modestes. Certes, le "grand incendie des Cévennes", a parcouru 4.100 ha au Chambon le 9 septembre 1976. Mais, depuis 1973, un seul autre incendie a ravagé plus de 1.000 ha en

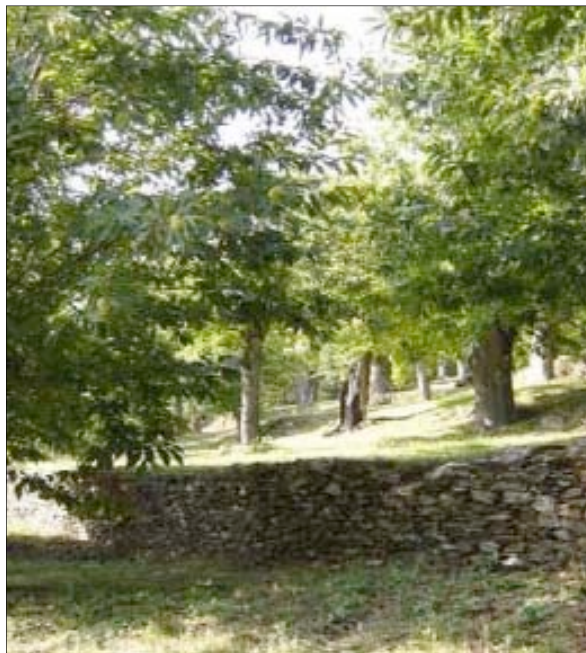


Photo 9 - *Châtaigneraie sur terrasses à Saint-Martin-de-Boubaux (Lozère).*



Photo 11 - *Terrasses d'oignons doux à Saint-André-de-Majencoules (Gard).*



Photo 12 - *Démonstration de montage d'un mur en pierre sèche.*



Photo 10 - *Oliveraie sur terrasses en cours de réhabilitation à Saint-Jean-de-Valériscle (Gard).*



Photo 13 - *Murs de terrasses réhabilités sur le site des Calquières à Saint-Germain-de-Calberte (Lozère).*

Cévennes, à Saint-Jean-de-Calberte le 3 août 1976 (1.295 ha).

La sensibilité assez faible des forêts cévenoles aux incendies résulte, d'une part, de la forte pluviosité annuelle et de la fréquence des pluies estivales, d'autre part, de vents modérément violents (Boudon *et al.*, 2004), enfin, du compartimentage du couvert végétal. Les espaces faciles à protéger sont nombreux : zones vouées au pâturage, hêtraies, châtaigneraies (Photo 14). Les plantations de résineux réalisées par les Eaux et forêts puis par l'Office national des forêts, pas plus que les yeuses, ne sont des formations particulièrement sensibles au feu. Le maquis et les pins maritimes le sont en revanche beaucoup, et l'on regrettera donc qu'ils prennent de l'extension et envahissent souvent les yeuses et les châtaigneraies abandonnées (Photo 15).

Les forêts assurant aux sols une bonne protection contre l'érosion par les eaux de ruissellement et les mouvements de terrain étant limités à quelques éboulements sur les routes, le risque principal, pour les personnes comme pour les biens, résulte des crues violentes provoquées par les épisodes pluviométriques cévenols. Valleraugue, dans la vallée de l'Hérault, détient à cet égard un sinistre record : 950 mm de pluie le 29 septembre 1900, en 10 heures. À Saint-Christol-lez-Alès, sur 55 années climatiques, de septembre 1950 à août 2005, vingt ont reçu au moins une pluie supérieure à 100 mm en 24 heures. Les précipitations en 24 heures ont dépassé 200 mm à quatre reprises, la valeur maximale atteignant 543 mm le 8 septembre 2002 (du 8 à 9h00 au 9 à 9h00, en heures légales).

Des précipitations aussi abondantes et intenses s'accompagnent de crues d'une extrême violence, caractérisées par des montées de crue



Photo 14 - Terrasses défrichées pour l'élevage ovin et châtaigneraies sur la commune de Bonnevaux.



Photo 15 - Vieux taillis de châtaigniers non entretenus envahis par des semis de douglas et des pins maritimes âgés près de Peyrolles (Gard).

très rapides et par des débits de pointe considérables (Pardé, 1919 ; Davy, 1956). De telles crues, qualifiées de "gardonnades", se produisent fréquemment sur toutes les rivières cévenoles. En dépit des aménagements réalisés, elles continuent de causer des inondations, parfois catastrophiques, dans les villes qu'elles traversent, à Alès, Anduze, Sommières... (Photo 16).

Lors du dernier épisode en date, celui des 8 et 9 septembre 2002, 635 mm de pluie sont tombés à Saint-Christol-lez-Alès et 687 mm à Anduze (Neppel, 2003). Dans le secteur d'Anduze, le débit spécifique en pointe de crue de certains affluents du Gardon avoisinait certainement $20 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ (Gaume *et al.*, 2003).

En dépit de l'abondance des précipitations annuelles, un autre risque hydrologique doit être pris en compte : la sévérité des étiages estivaux. Particulièrement marquée au cours des dernières années, elle pourrait nuire à l'at-



Photo 16 - Le Grabieu, affluent de rive gauche du Gardon d'Alès, le 9 septembre 2002 à Saint-Martin-de-Valgagues.

trait touristique des rivières, et plus encore poser des problèmes pour l'alimentation en eau des populations.

LES RECHERCHES EN CÉVENNES DANS LE CADRE DU PROJET TERRISC

L'organisation des travaux a fait l'objet d'une concertation entre l'UMR "ESPACE" et le Parc national des Cévennes. Deux objectifs ont été assignés aux recherches : d'une part, décrire les aménagements anciens (terrasses sur les versants, seuils sur les thalwegs) et, d'autre part, définir les impacts qu'ils ont eus ou qu'ils exercent encore sur le milieu, que ces aménagements soient encore utilisés pour des cultures ou qu'ils aient été colonisés par la forêt.

La poursuite de ces objectifs nécessite d'appréhender les problèmes à deux échelles spatiales :

- L'organisation et l'état de conservation des systèmes de terrasses doivent être considérés sur un espace géographique large, afin de prendre en compte la diversité des conditions de mise en place et d'évolution, tant sur le plan physique (relief et lithologie notamment) que sur celui du facteur humain. Les observations réalisées par J.M. Castex sur différents sites références (Bonnevaux, sur gneiss ; Les Appens, dans la commune de Lamelouze, sur schistes ; Soudorgues, sur granite ; La Vielle, dans la commune de Saint-André-de-Majencoules, sur granite) sont encore, pour partie, en cours de traitement.
- L'étude des fonctionnements actuels (impacts des aménagements sur l'hydrologie et les sols) exige, pour sa part, de travailler de manière très fine, en quantifiant les phénomènes à l'échelle de la parcelle et du petit bassin versant. Les investigations ont été concentrées sur deux bassins versants témoins.

Les bassins témoins: la Vallée Obscure et le vallon du Rouquet

Au démarrage du projet TERRISC, notre choix s'est porté sur deux bassins versants déjà en partie équipés pour le projet "Ressource en eau" soutenu par le Syndicat mixte pour l'aménagement

et la gestion équilibrée (SMAGE) des Gardons. Ce projet (Gomez *et al.*, site internet) est articulé autour de la réhabilitation des seuils (*tancats* ou *rascasses*) qui barrent les thalwegs (Photo 17).



Photo 17 - Tancat sur le ruisseau de Valescure immédiatement en amont de sa confluence avec le Gardon de Saint-Jean.

Ces deux petits bassins versants (3,95 km² pour la Vallée Obscure et 1,00 km² pour le vallon du Rouquet) sont situés dans le bassin du Gardon de Saint-Jean, en amont de Saint-Jean-du-Gard (Fig. 2). Le premier est riche en *tancats* (certainement plus de 1000), le second en est quasiment dépourvu.

Ces bassins sont constitués de roches cristallines : granite porphyroïde, partout dominant, orthogneiss, qui affleure largement dans la Vallée Obscure (Fig. 3), et schistes métamorphiques. Ils présentent un relief accusé : altitudes de 815 m (au Mont-Brion) à 230 m pour la Vallée Obscure, et de 938 m (au sommet de Mortière) à 390 m pour le bassin du Rouquet. Les figures 4 et 5, ainsi que les photos 18 et 19, donnent une idée du relief de la Vallée Obscure et du Vallon du Rouquet.

L'histoire du site de Valescure a pu être en grande partie reconstituée à partir du XIV^{ème} siècle (Ponce, 2006). Parmi les points importants, soulignons les indications relatives aux aménagements hydrauliques pour l'arrosage ou le drainage: de tels aménagements sont cités au début du XIV^{ème} siècle, et ils semblent très communs au milieu du XVI^{ème} siècle. Nous ne disposons cependant d'aucune indication sur la construction systématique de *tancats* dans la Vallée Obscure.

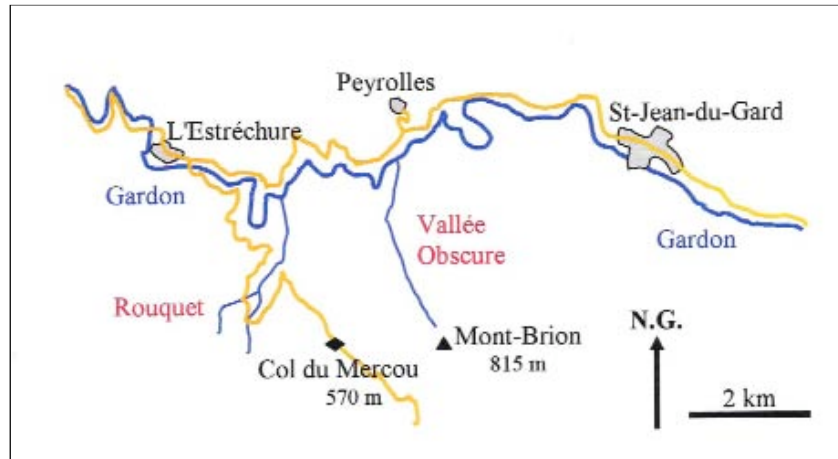


Figure 2 - Localisation de la Vallée Obscure et du vallon du Rouquet dans le bassin du Gardon de Saint-Jean.

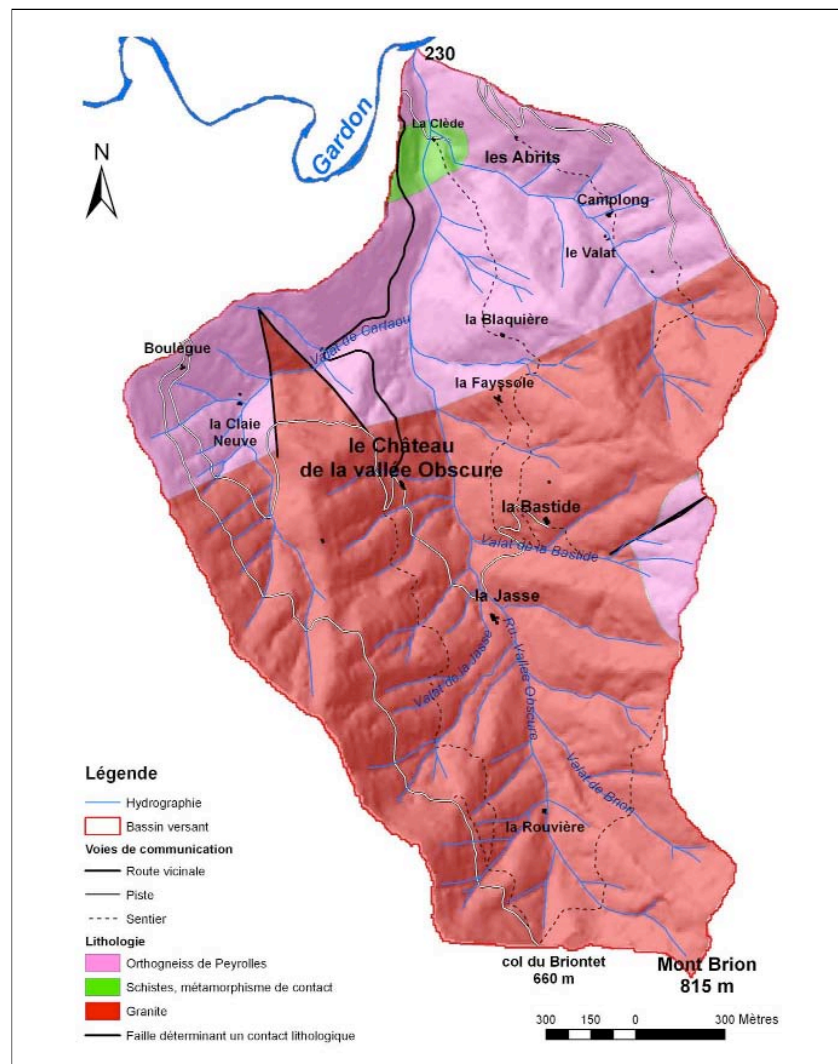


Figure 3 - Géologie de la Vallée Obscure. [d'après Lapadu-Hargues et al. (1967), Alabouvette et al. (2003), et Martin].

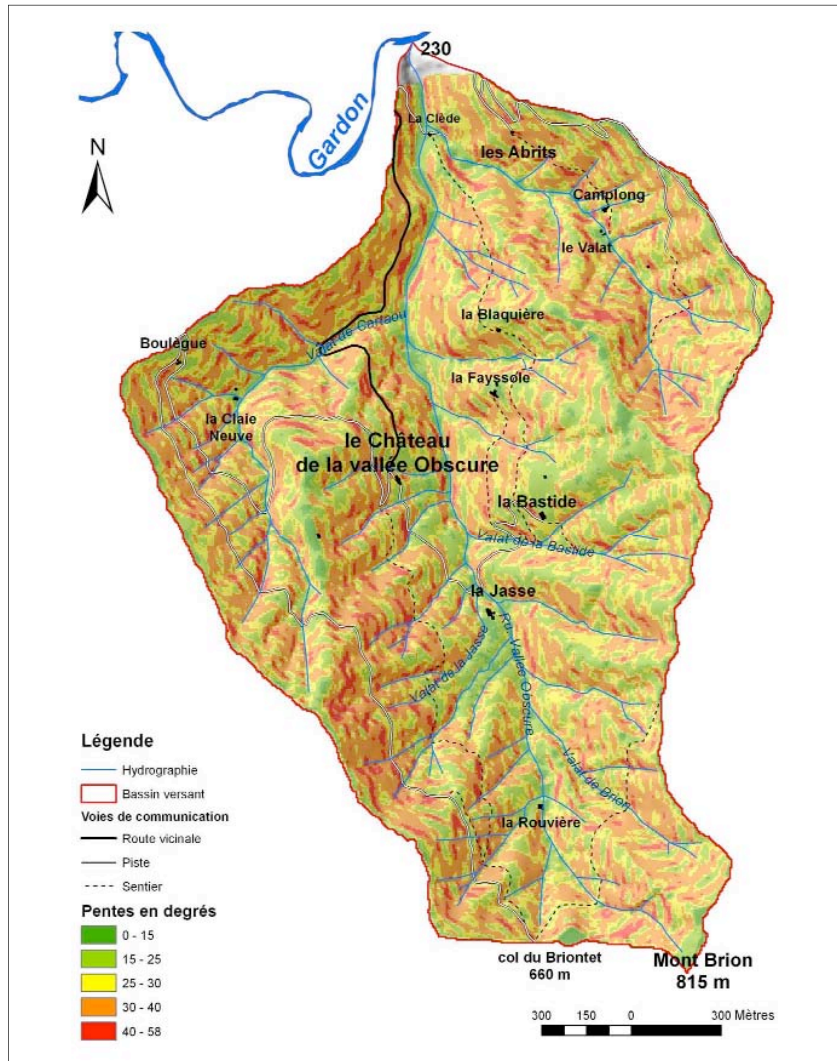


Figure 4 - Pentes des versants dans la Vallée Obscure. [Allignol ; source : IGN Scann 25].



Figure 5 - Vue de la Vallée Obscure, regardant vers le sud, obtenue à partir d'un MNT. [Allignol].

Un document de 1621 fait état de *bancels* ruinés, ce qui est intéressant, mais bien sûr insuffisant pour se faire une idée de l'extension de ces aménagements. Enfin, il s'avère que la greffe des châtaigniers est introduite (ou réintroduite) au XVI^{ème} siècle, alors que le mûrier prend déjà de l'importance au XVII^{ème} siècle. Ces deux cultures ne cesseront ensuite de se développer, du moins jusqu'à l'établissement du cadastre napoléonien. En 1843, dans la Vallée Obscure, les châtaigneraies couvraient 209 ha et les mûriers, 8,5 ha (superficiés par projection sur un plan), soit respectivement 52,9 et 2,2% du bassin versant.



Photo 18 - Les vallons du Valescure et du Cartaou, vus depuis les hauteurs au-dessus du mas de la Bastide.

Entre 1841 et 2001, la superficie considérée comme boisée a sensiblement augmenté dans le secteur du Rouquet, passant de 62,9 à 93,2%, et cela en raison de la disparition des pâtures, qui avaient jadis ici une grande extension. Dans la Vallée Obscure, au contraire, entre 1843 et 2001, la superficie occupée par les bois a pratiquement stagné (Figs. 6 et 7). En effet, la Vallée Obscure présentait déjà un fort pourcentage de boisement, au sens large, en 1843. Cette constatation est cependant trompeuse, des réalités très différentes se cachant sous les termes de "bois" et de "châtaigneraie" à ces deux dates.

En 1843, la Vallée Obscure était exploitée avec grand soin par une population plus nombreuse qu'aujourd'hui (la Vallée Obscure comptait alors 11 mas habités). Elle était alors presque entièrement anthropisée et entretenue, bien que les premiers signes, ponctuels, de la déprise agricole se fussent déjà manifestés, certaines terrasses ayant été abandonnées à une recolonisation par le chêne vert.

L'élevage ovin, bien qu'ayant sans doute marqué depuis longtemps le paysage, n'est devenu la source majeure de revenu qu'à la fin du

XIX^{ème} siècle, lorsque l'élevage lucratif du ver à soie et l'exploitation de la châtaigneraie périclitèrent. Mais il lui était impossible d'assurer le maintien sur place des habitants.

Aujourd'hui, l'espace boisé n'est pas beaucoup plus étendu qu'aux alentours de 1840. Le changement majeur tient dans la composition et dans l'état du couvert forestier. Le chêne vert a très largement progressé. Les châtaigneraies subsistent surtout sous forme de taillis constitués à partir de rejets au niveau des souches. Les reboisements ont fait une place aux conifères, essentiellement dans le bassin versant du Rouquet, mais aussi dans la Vallée Obscure (Photo 20).

Mais derrière ces modifications qui pourraient être considérées comme mineures, s'est nouée une transformation radicale du paysage. Les arbres ne sont plus abattus. Les châtaigneraies ne font plus l'objet d'aucun entretien (voir Photos 6 et 15). Les "bois" de chênes verts ne constituent plus des espaces pâturés. Une réelle fermeture du couvert végétal s'est donc opérée dans un milieu déjà considéré comme boisé, par multiplication et croissance des arbres, mais aussi par envahissement de l'espace par les essences du maquis et le pin maritime. Autre élément important de l'évolution du paysage, l'extension de la forêt et sa densification ont masqué la plupart des éléments du paysage "construit" (*tancats*, terrasses, *traversiers*, et même beaucoup de mas), qui étaient voués désormais à une dégradation plus ou moins rapide.

Les aménagements anciens dans les secteurs témoins

Les terrasses, les *traversiers* et les *tancats* ont fait l'objet d'une cartographie, qui a été étendue à leur état de conservation. Les figs. 8 et 9 présentent les observations effectuées dans la Vallée Obscure.

31,6% de la superficie de la Vallée Obscure, beaucoup moins dans le vallon du Rouquet, portent les traces d'aménagements en terrasses et *traversiers*. Les terrasses abandonnées ont été généralement colonisées par le chêne vert, alors que les secteurs à *traversiers* sont encore largement couverts de châtaigneraies, même si celles-ci ne sont plus exploitées.

Les terrasses ont eu une faible extension (43,1 ha dans la Vallée Obscure ; 8,4 ha dans le vallon du Rouquet), limitée à quelques secteurs à la topographie favorable, sur des replats coupant



Photo 19 - Le bassin versant du Rouquet, vu depuis la D39.



Photo 20 - Conifères sur terrasses, à la Fayssole, dans la Vallée Obscure.

les versants ou très localement en fond de vallon. Quelques secteurs conservent des terrasses en bon état, mais celles-ci couvrent des superficies très réduites (6,0 ha dans la Vallée Obscure, 1,3 ha dans le vallon du Rouquet).

Les *traversiers*, qui protégeaient les châtaigneraies de l'érosion, ont souffert encore plus que les terrasses de l'absence d'entretien au cours des dernières décennies. Construits de manière sommaire sur des versants en pente forte, la plupart sont détruits ou pour le moins en très mauvais état.

Les ouvrages barrant les thalwegs, essentiellement des *tancats*, mais aussi quelques *paissières* (ouvrages destinés à la dérivation de l'eau pour l'arrosage) dans le vallon des Abrits, forment un ensemble remarquable. Du fait de l'encaissement des fonds de vallée, ces ouvrages n'ont pas permis la création de surfaces planes très étendues. Cet objectif était du reste certainement secondaire, sinon des ouvrages auraient été systématiquement construits dans les secteurs où les fonds de vallon sont évasés, alors qu'ils sont concentrés dans ceux où les versants arrivent jusqu'au thalweg avec une pente forte. Les *tancats* étaient étroitement intégrés à l'aménagement des versants. Les dépôts accumulés derrière les murs empêchaient la déstabilisation, par appel au vide, des premières terrasses au-dessus des cours d'eau, phénomène qui était tout particulièrement susceptible de se produire lors des épisodes de crue. Enfin, ces ouvrages servaient, comme les *paissières*, à dériver de l'eau pour l'arrosage des terrasses situées plus bas.

Construits généralement avec beaucoup de soin, et en utilisant des blocs de grande taille, les *tancats* sont pour une large partie d'entre eux

assez bien conservés, ce qui a rendu possible la réhabilitation récemment entreprise sur plusieurs thalwegs de la Vallée Obscure (Photos 21 et 22).

La Vallée Obscure conserve d'autres aménagements intéressants dans le domaine de l'eau, en particulier :

- Un grand réservoir (*gourgue* ; Photo 23), situé en amont du Château de La Vallée Obscure. À partir de ce réservoir, un canal (*béal* ; Photo 24) servait à l'arrosage de terrasses de culture qui portaient des prés, et au fonctionnement d'un moulin aujourd'hui en ruine (Photo 25).
- Un bassin-source sous voûte destiné à recueillir les eaux de sous-écoulement d'un affluent de rive droite (V2) du ruisseau de Valescure (Photo 26).
- Des "mines d'eau" (Salesse, 1992), galeries horizontales, longues parfois de plus de 10 m, permettant de capter efficacement les circulations d'eau se faisant le long de fractures. Les eaux fournies par ces dispositifs ont une bonne qualité biologique, car elles ont effectué un parcours souterrain profond. On en connaît à la Bastide et à la Fayssole.

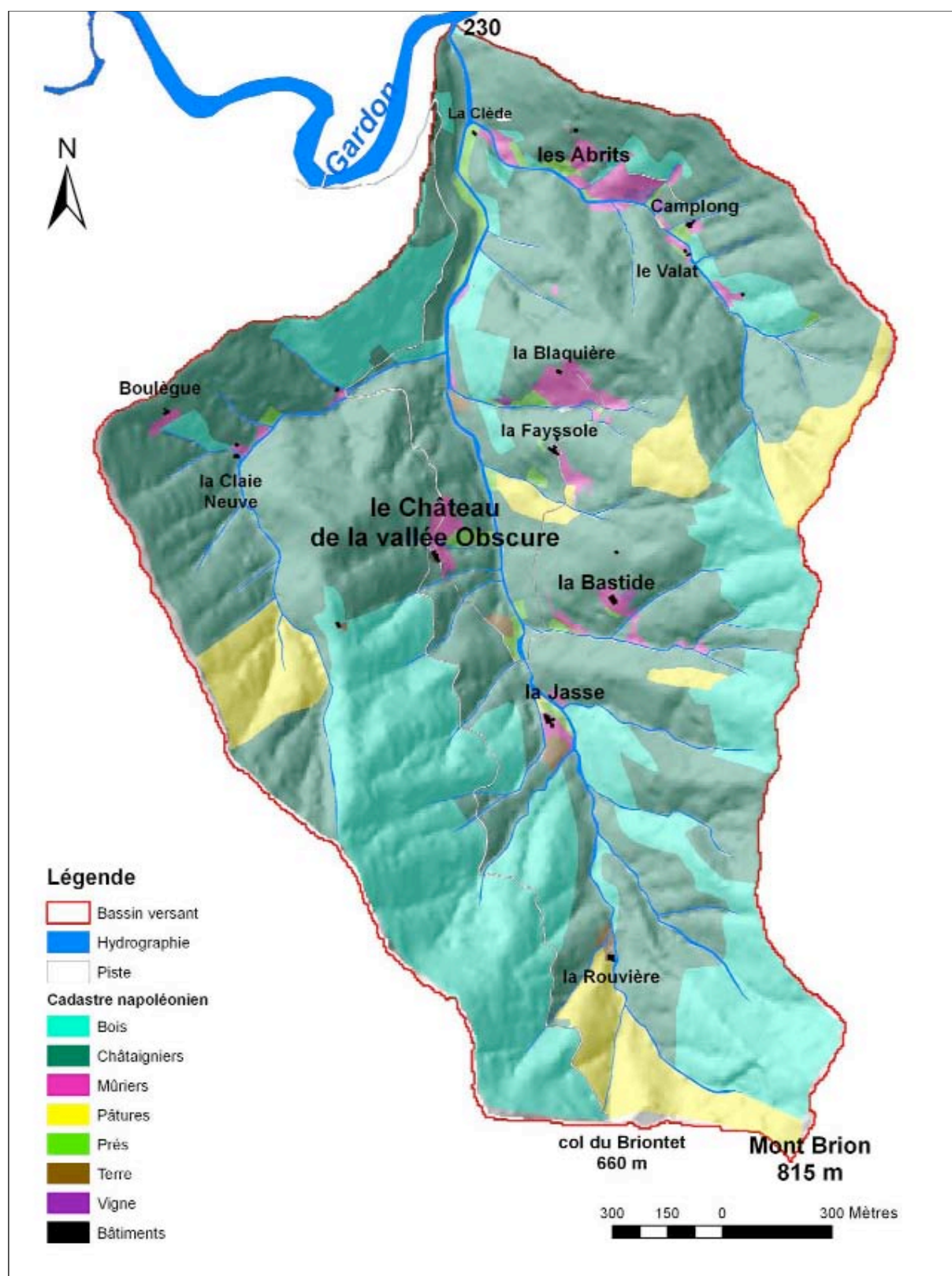


Figure 6 - Occupation du sol en 1843 dans la Vallée Obscure. [Allignol, d'après Ponce et Castex].

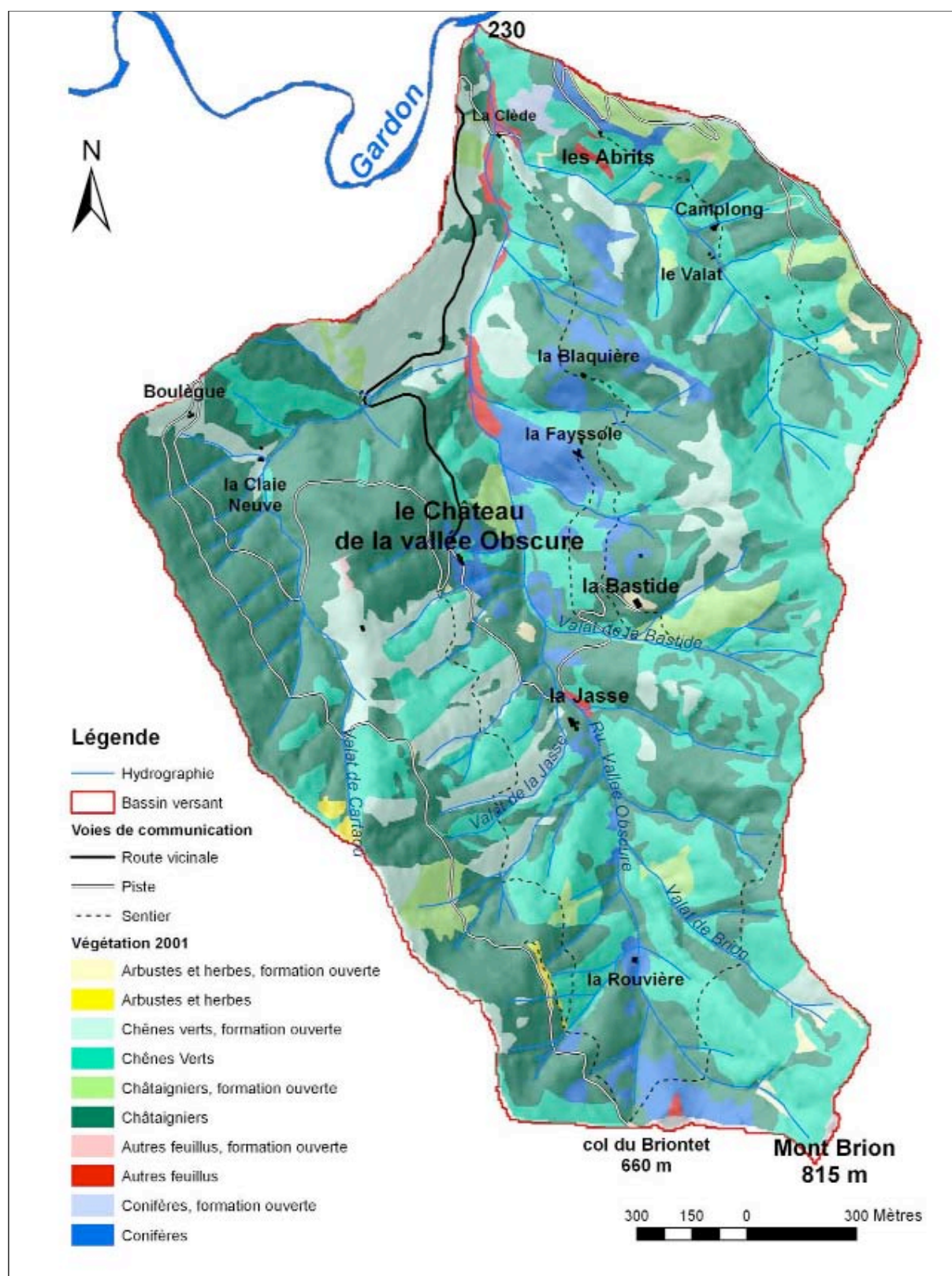


Figure 7 - Couvert végétal en 2001 dans la Vallée Obscure. [Allignol, d'après Castex].

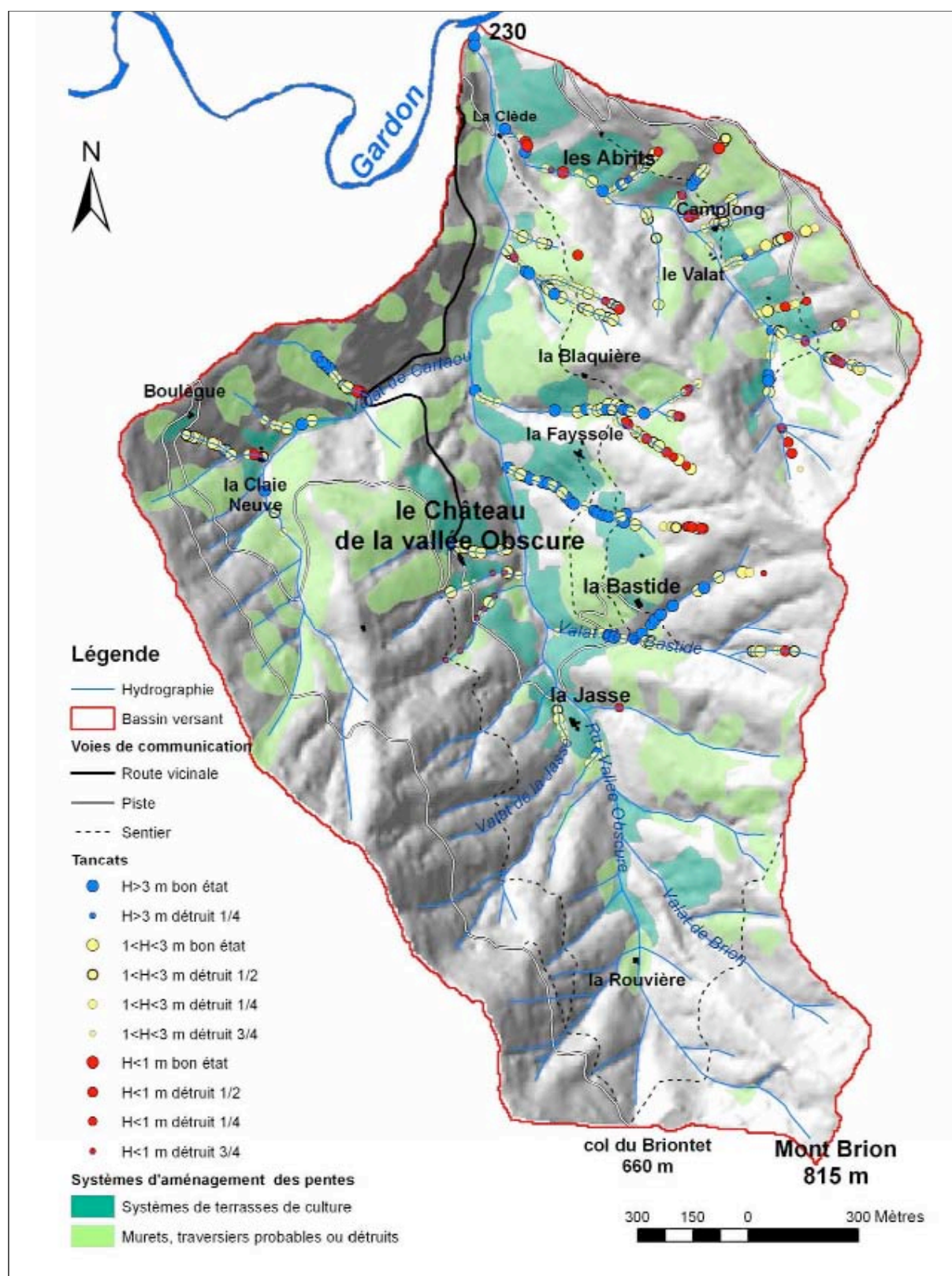


Figure 8 - Aménagements anciens dans la Vallée Obscure. [Allignol, d'après Gomez et Maudrich, in BCEOM 2000, et Castex].

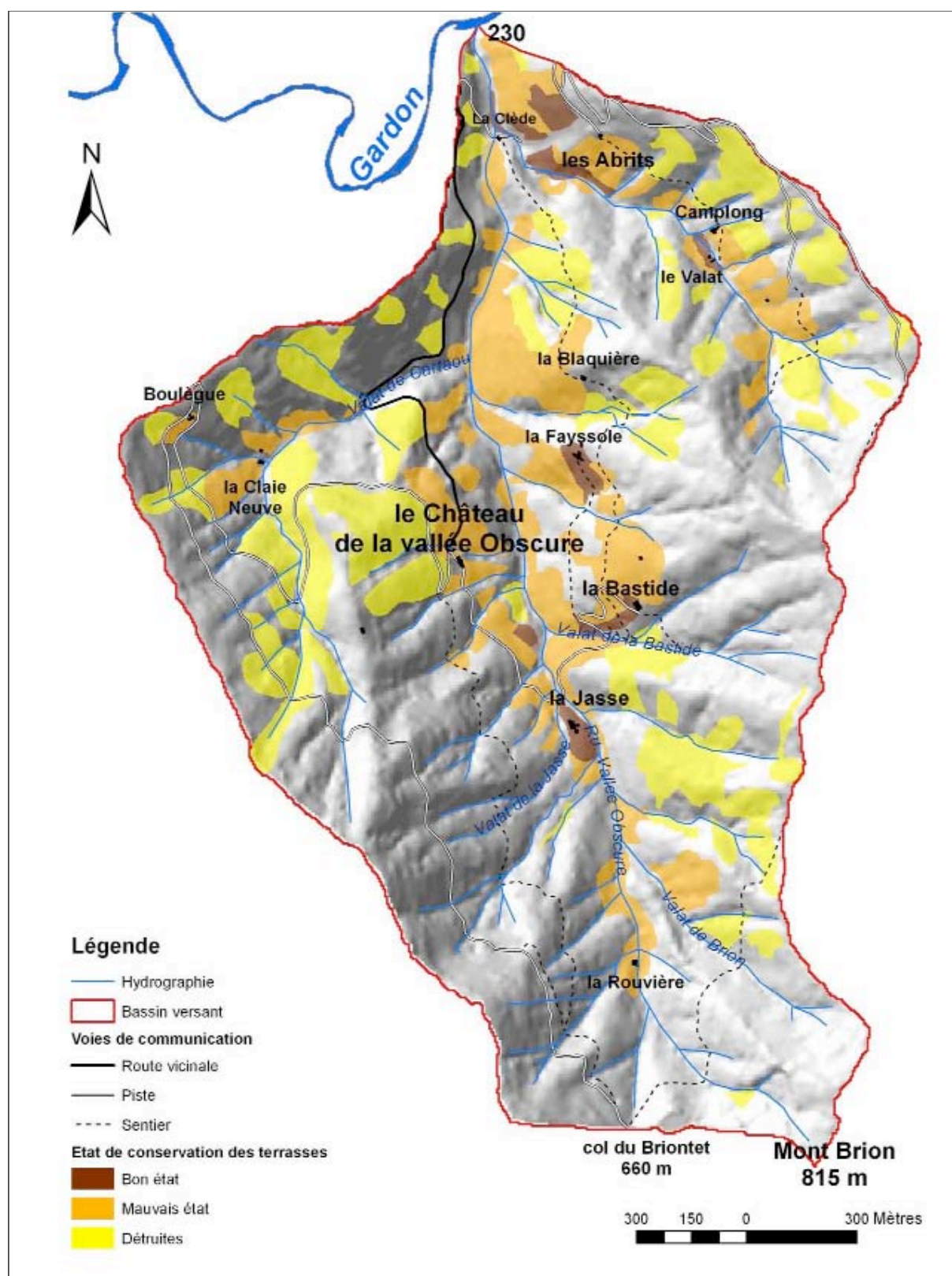


Figure 9 - État de conservation des terrasses dans la Vallée Obscure. [Allignol, d'après Castex].



Photos 21 - Réhabilitations de tancats sur un affluent (V2) du ruisseau de Valescure : état des travaux en mars (à gauche) et en août (à droite) 2005.



Photo 22 - Système de tancats sur le Valescure (à gauche – 6,5 m de haut) et sur un valat affluent à proximité de la Jasse.



Photo 23 - Grande gourgue de la Vallée Obscure.



Photo 24 - Béal en aval de la grande gourgue de la Vallée Obscure.

Le réseau de mesure

Le dispositif installé dans la Vallée Obscure pour l'étude des phénomènes hydrologiques et de l'érosion mécanique est représenté sur la figure 10. On compte en outre une station hydrométrique, un pluviographe et un collecteur d'eau de ruisseau sur le bassin du Rouquet.

Au total, le réseau hydrométrique comprend actuellement six stations (Tab. 1).

Trois d'entre elles ont une section naturelle: Valescure aval (Photo 27), Valescure amont, et Rouquet (Photo 28). La station de la Bastide a immédiatement bénéficié d'une section artificielle. Celle des Abrits a été réaménagée en juillet 2004, et celle du Cartaou (Photo 29) en août 2005. Les trois seuils bâtis ont été réalisés par l'équipe chargée de la réhabilitation des *tancats*.

La station située près de l'exutoire du ruisseau de Valescure aval est doublée par une station appartenant au Conseil général du Gard. Les stations hydrométriques de l'UMR "ESPACE" comportent au moins une échelle limnimétrique et une centrale d'acquisition des données associée à une sonde de pression. De nombreux jaugeages ont été réalisés (par empotement, en étiage ; par injection de chlorure de sodium et suivi de la conductivité des eaux ; plus rarement, au micro-moulinet). Mais les courbes de tarage permettant de calculer les débits à partir des hauteurs d'eau enregistrées restent encore provisoires.

Les précipitations sont mesurées par des pluviographes à double auget reliés à une centrale d'acquisition. La surface réceptrice est de 400 cm² à tous les postes (Château de la Vallée Obscure, Valescure aval, Perjurade). Le Service hydraulique du Conseil général du Gard exploite également un pluviographe au niveau de la station du Valescure aval.

Même si les précipitations ont été relativement faibles au cours des automnes 2004 et 2005 (Fig. 11), les données recueillies montrent combien les cours d'eau répondent rapidement et fortement aux précipitations (Figs. 11 et 12).

Depuis la mise en place de la station de

l'UMR "ESPACE", le ruisseau de Valescure dans sa partie aval, a écoulé un débit instantané maximal de 7,0 m³/s (soit 1,78 m³/s/km²), le 3 décembre 2003. La photo 30 montre le ruisseau en décrue le 4 décembre.

Les écoulements ont été beaucoup plus violents le 9 septembre 2002. À la station du Conseil général, qui venait d'être installée, le niveau de l'eau en pointe de crue a atteint 1,70 m, contre seulement 1,15 m le 3 décembre 2003. Par extrapolation de la courbe de tarage actuellement disponible, il apparaît que le 9 septembre 2002, le débit instantané maximal a dépassé, et peut-être très largement, 15 m³/s (soit 3,8 m³/s/km²).

Deux piézographes, appareils destinés à enregistrer le niveau de l'eau dans le sol, ont été implantés en mars 2005 dans la partie inférieure d'un versant de rive droite du ruisseau de Valescure (voir figure 10), un peu en amont de la station hydrométrique du Valescure amont. Un troisième appareil a été mis en place en mai 2006. Les tubes sont enfoncés jusqu'à la roche cohérente, à des profondeurs allant de 64 à 88 cm.

Avec ce dispositif, nous cherchons à mettre en évidence les relations entre l'engorgement des sols et le déclenchement des montées de crue. En effet, les sols étant très filtrants, aucun ruissellement à la surface des versants n'est possible avant qu'ils ne soient saturés en eau. Seuls quelques secteurs particuliers (route, pistes, sentiers, roches à nu) échappent à cette règle.

Les vitesses de filtration des sols (vitesses d'infiltration en milieu saturé) que nous avons mesurées dans la Vallée Obscure au double anneau (Photo 31), sont comprises entre 480 et 2.760 mm/h (médiane : 1.067 mm/h pour 8 essais). Elles dépassent donc largement les intensités maximales des précipitations. Cela s'est vérifié sur une parcelle de ruissellement implantée par la DDE du Gard dans le bassin du Cartaou (voir figure 10), où aucun écoulement superficiel significatif ne s'est produit pour des pluies artificielles d'une intensité allant jusqu'à 300 mm/h (Ayrat *et al.*, 2005).

Station	Valescure aval	Abrits	Cartaou	Bastide	Valescure amont	Rouquet
Mise en service	août 2003	février 2003	février 2003	mars 2004	mars 2005	mars 2003
S (km ²)	3,93	0,62	0,52	0,27	0,93	0,58

Tableau 1. - Stations hydrométriques de la Vallée Obscure et du bassin du Rouquet: date de mise en service et superficie contrôlée (S).



Photo 25 - Arrivées d'eau au fond du moulin de la Vallée Obscure.



Photo 26 - Bassin-source sous voûte dans la partie inférieure du valat V2.

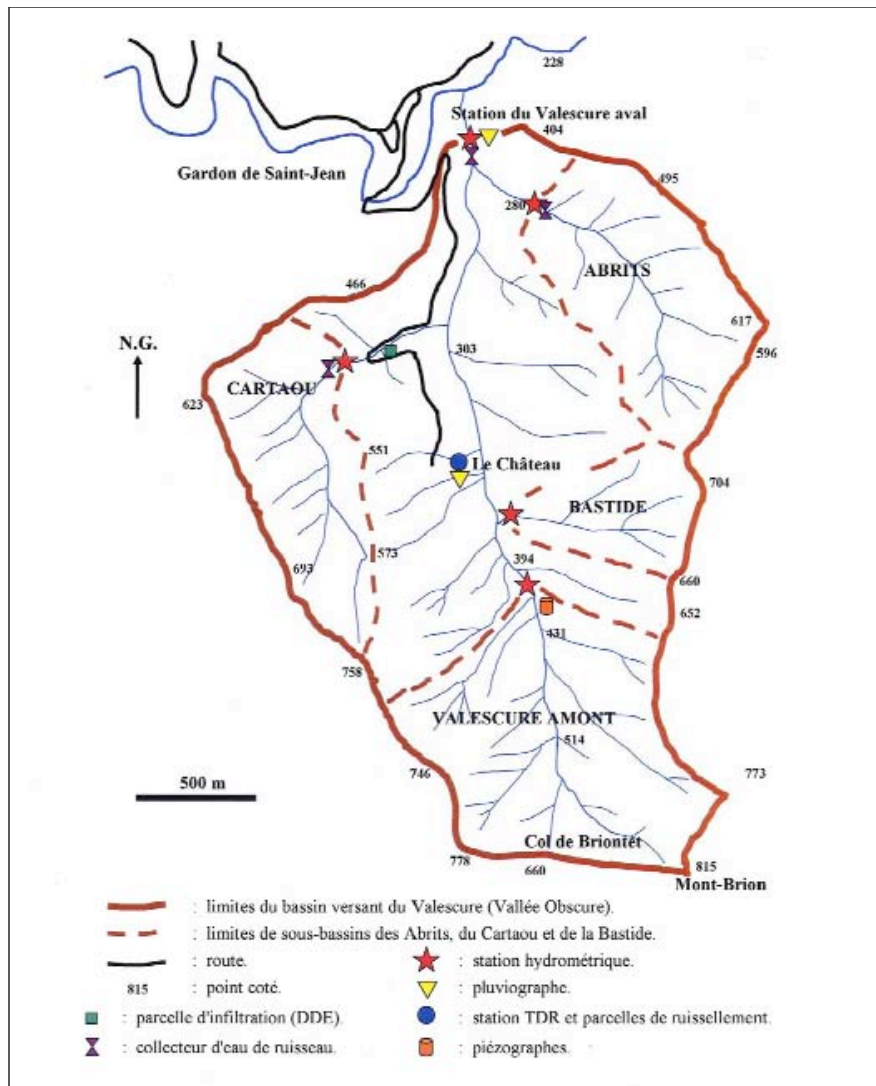


Figure 10 - Le dispositif de mesure de la Vallée Obscure.



Photo 27 - La station hydrométrique du Valescure aval en basses eaux.



Photo 29 - Station hydrométrique sur le ruisseau de la Bastide.



Photo 28 - Station hydrométrique du Rouquet.



Photo 30 - Le ruisseau de Valescure en décrue près de la station hydrométrique aval.

La figure 13 reproduit, à titre d'exemple, les données enregistrées lors des épisodes des 6 et 9 septembre 2005 par l'un des piézographes (Piézo 1, enfoncé de 76 cm) et par le limnigraphe du Valescure amont.

Les premières pluies de l'épisode ont provoqué un engorgement à la base du profil dans lequel se trouve le piézographe, alors que le ruisseau de Valescure amont n'a pratiquement pas réagi. Il n'y a donc pas de relation directe entre les informations fournies par les piézographes (à signification très locale) et les débits à l'exutoire d'un bassin versant de près d'un km². La concordance entre les variations du niveau de l'eau dans le piézographe et celles du débit du Valescure amont a ensuite été beaucoup plus nette. Les pics de débit suivent souvent de très près, parfois de quelques minutes seulement, les hauteurs d'eau maximales dans le piézographe. On note cependant que les hauteurs d'eau maximales dans le piézographe ne correspondent pas aux pics de crue les plus forts. L'état initial des stocks d'eau

dans le bassin versant constitue un facteur important. Le Piézo 1 apparaît représentatif des parties du bassin les plus réactives.

Début 2005, l'équipement de la Vallée Obscure a été complété par des parcelles de ruissellement (Fig. 14 ; Photo 32) et une station de mesure de l'humidité des sols par sondes TDR (Time Domain Reflectometry) avec enregistrement en continu. Les dispositifs sont implantés à proximité du Château de la Vallée Obscure (voir figure 10), sur d'anciennes terrasses de culture, encore jardinées en 2003-2004 et aujourd'hui enherbées.

Trois sondes TDR sont directement associées aux parcelles de ruissellement ; les autres ont été placées sur trois profils situés à une vingtaine de mètres des parcelles (Fig. 15). Complété par une centrale d'acquisition des données, cet équipement permet de suivre l'évolution de l'humidité des sols, aussi bien pendant les périodes pluvieuses que lors des phases de ressuyage et de dessiccation (Fig. 16).

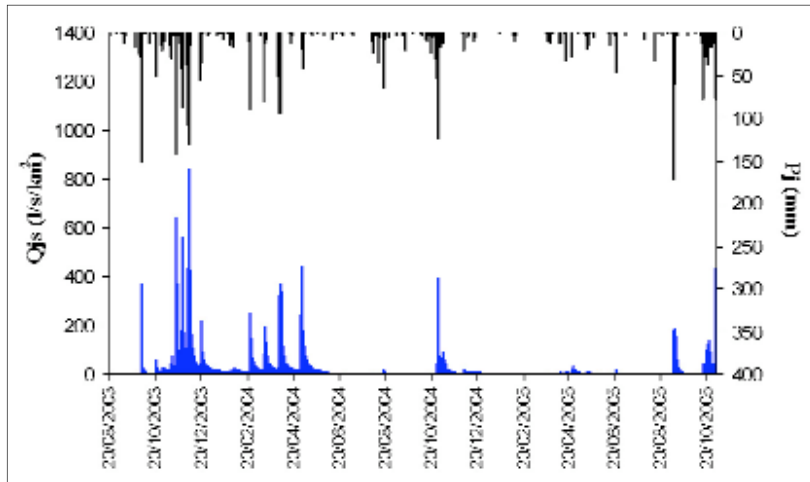


Figure 11 - Débits journaliers spécifiques (Q_{js}) du ruisseau de Valescure aval et précipitations journalières (P_j) sur le bassin versant du 20 août 2003 au 1er novembre 2005.

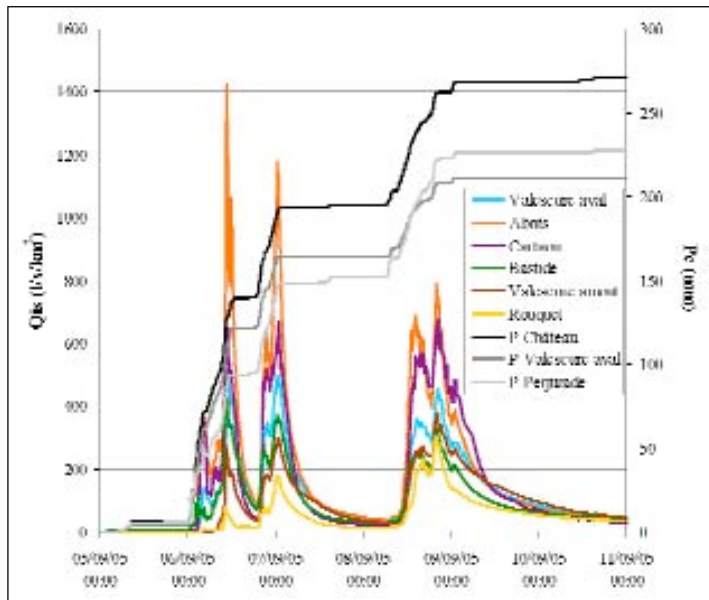
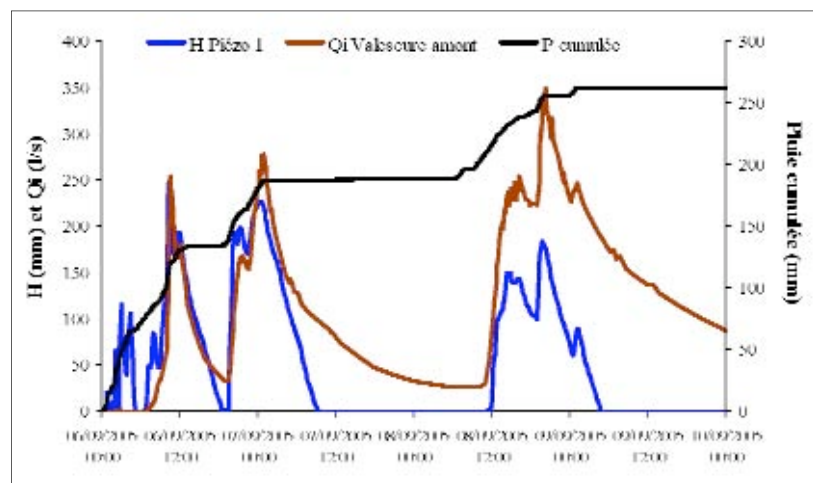


Figure 12 - Hydrogrammes pour l'épisode du 6 au 9 septembre 2005 (Q_{js}) et précipitations cumulées (P_c). (heures d'hiver).

Figure 13 - Hauteurs d'eau dans le Piézo 1 lors des épisodes du 6 au 9 septembre 2005 ; comparaisons avec le débit du Valescure amont et avec les précipitations au Château de la Vallée Obscure. (heures d'hiver).



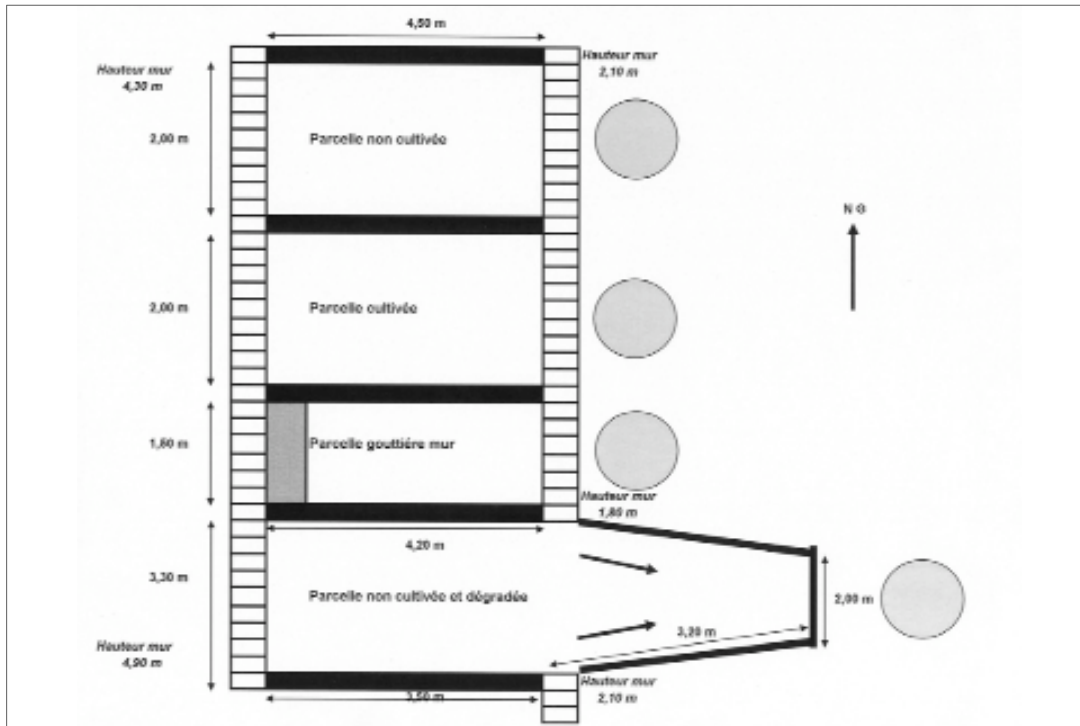


Figure 14 - Les parcelles de la station du Château de la Vallée Obscure.

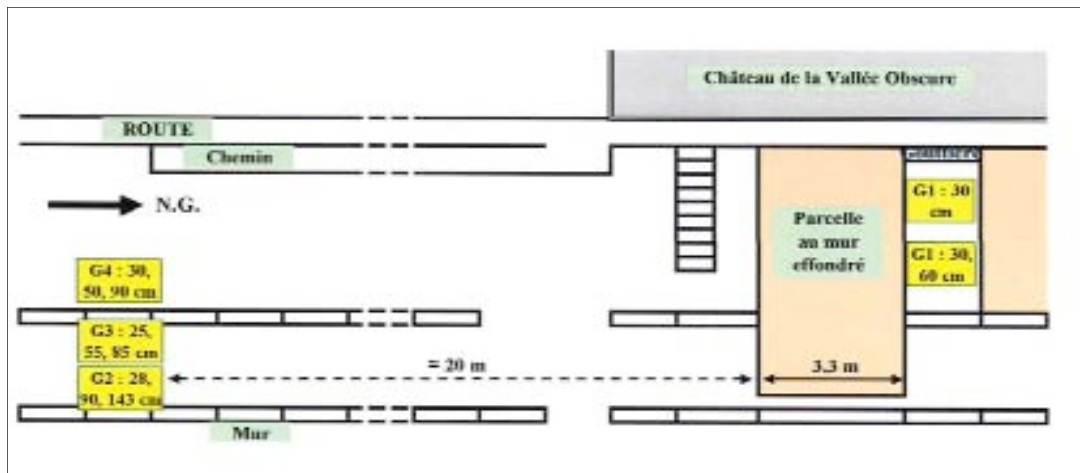


Figure 15 - Points de mesure de l'humidité des sols, et profondeur des sondes, au Château de la Vallée Obscure.

À l'été 2006, aucun ruissellement ne s'est produit à l'exutoire des parcelles enherbées. En revanche, la parcelle travaillée a connu quelques épisodes efficaces, toujours pour des précipitations très intenses. Le 21 juin 2005, pour une pluie de 52,9 mm ayant présenté une intensité de 97 mm/h sur 30 minutes, le coefficient de ruissellement s'est élevé à 30,6% et le taux d'érosion du sol, à 140 kg/ha. Sur un sol nu, même régulièrement biné, l'impact des gouttes de pluie provoque, lors des événements violents, la destruction

des agrégats du sol en surface et le colmatage des pores (phénomène de glaçage), ce qui ralentit l'infiltration des eaux.

En dépit de la très forte perméabilité des sols et de la protection que leur assure presque partout un couvert végétal dense, les phénomènes d'érosion sont loin d'être négligeables à l'échelle des bassins versants. Pour étudier les transports en suspension, des collecteurs d'eau ont été mis en place sur les ruisseaux de Valescure (aval), des Abrits, de Cartaou et de Rouquet. Ils sont constitués

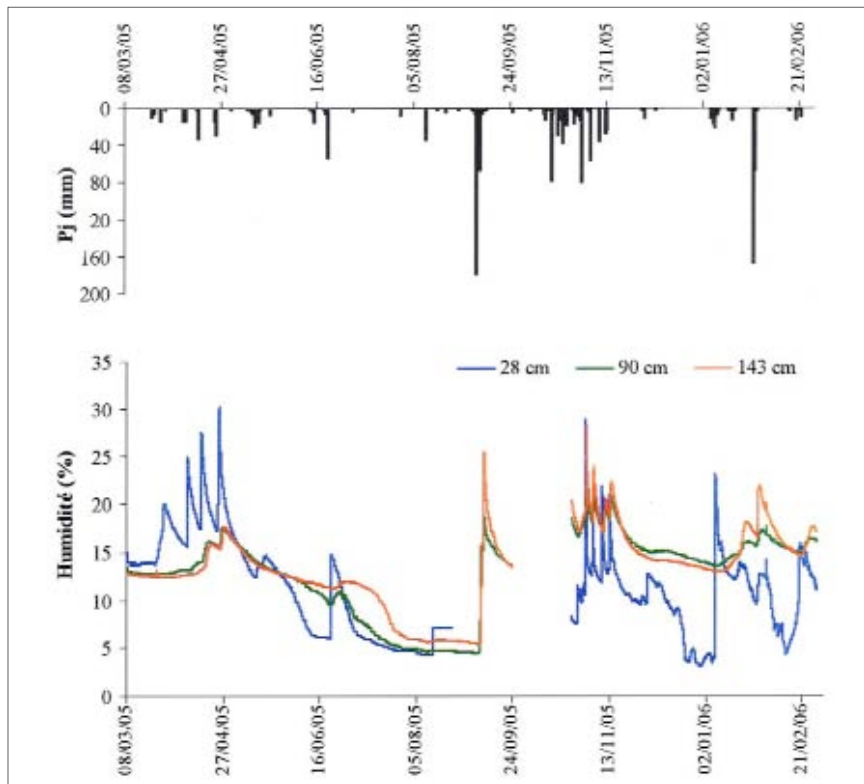


Figure 16 - Taux d'humidité volumique enregistrés sur le profil G2, et précipitations journalières, au Château de la Vallée Obscure du 8 mars 2005 au 15 mars 2006. Le dispositif a connu quelques problèmes à l'automne 2005.



Photo 31 - Essai au double anneau à proximité des piézographes de la Vallée Obscure.

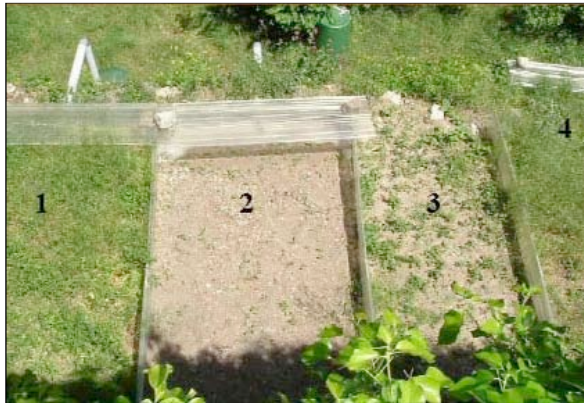
de bidons d'un litre superposés, qui sont bouchés, mais dont le goulot est percé de trous de 5 mm de diamètre perpendiculairement au sens du courant. Ces collecteurs prélèvent de l'eau uniquement en montée de crue. Des prélèvements manuels sont donc nécessaires pour compléter l'information.

Les teneurs en suspensions les plus fortes ont été observées lors de l'épisode du 21 au 24 novembre 2003 : 35,4 g/l (dont 31,2 g/l de matière

minérale) sur le ruisseau de Valescure. Lors de cet épisode, les pluies n'ont pas été violentes, mais elles ont été abondantes (177 mm sur le bassin du Valescure) et sont tombées après plusieurs autres épisodes très pluvieux (631 mm depuis le 1^{er} septembre). On notera en outre que les teneurs maximales se produisent en montée de crue, et non en pointe de crue, et que les teneurs sont très faibles dès le début des décrues.

Après avoir établi, pour chaque crue, les relations entre les teneurs et les débits, nous avons calculé les exportations en suspension du Valescure aval. Elles ont atteint 1082 t/km² en 2003-04 (P : 2068 mm) et 22,6 t/km² en 2004-05 (P : 800 mm), dont 73% environ de matière minérale. Pour ces deux années, l'épisode du 21 novembre au 3 décembre 2003 a concentré 79,4% des exportations et la période du 21 au 24 novembre 2003, 59,4%.

Les suspensions ne représentent bien sûr qu'une partie des flux de produits solides, même si elle est vraisemblablement la plus importante. Les dépôts localisés dans des secteurs favorables aux atterrissements, comme les matériaux bloqués à chaque crue importante derrière les buses



1 : parcelle couverte de végétation. 2 : parcelle binée périodiquement. 3 : secteur en amont duquel sont mesurés les écoulements à la base d'un mur de terrasse. 4 : grande parcelle s'étendant sur deux terrasses avec mur intermédiaire effondré. Les caniveaux cimentés servant à réceptionner les eaux à l'aval des parcelles sont protégés de la pluie. Les tuyaux d'évacuation conduisent les eaux dans des bidons de 200 litres.

Photo 32 - Parcelles de ruissellement du Château de la Vallée Obscure.

d'un gué sur le Valescure aval, attestent d'un charriage actif. Les matériaux charriés sont surtout de la taille des sables et des graviers. Du reste, les pièges à sédiments en grillage que nous avons disposés au fond du lit des ruisseaux des Abrits et du Cartaou n'ont pour le moment arrêté aucun caillou (éléments > 2 cm).

RÉFLEXION SUR LE RÔLE DES TANCATS

Les *tancats*, ces barrages édifés en chapelet le long des petits ruisseaux, étaient destinés à lutter contre l'érosion mécanique : stabilisation des versants, protection des terrasses de culture proches des thalwegs, récupération de limons de débordement sur les berges des surfaces planes créées en amont. Ils participaient en outre à la dérivation des eaux pour l'arrosage. Les effets directs sur l'hydrologie sont, eux, à l'état d'hypothèse.

Le remodelage du profil en long des ruisseaux en une série de sections planes, provoque évidemment l'allongement des montées de crue. Toutefois les aménagements étant concentrés dans la partie sommitale des petits bassins versants, sur des sections longues de moins de deux kilomètres, les répercussions sur les écoulements du Gardon ne peuvent être que limitées.

En été, les cours d'eau ont des débits

très faibles. La sécheresse a été particulièrement prononcée en 2003 et en 2005. Sur le Valescure aval (bassin de 3,93 km²), les hydrogrammes situent le débit journalier minimal le 18 septembre (0,29 l/s) en 2003 et le 27 août (0,24 l/s) en 2005. Les débits d'étiage ont été plus élevés en 2004 : minimum journalier de 1,74 l/s le 9 septembre. Les écoulements varient, au cours de la journée. On notera du reste qu'en fonction de l'évaporation, des prélèvements d'eau par la ripisylve, des sous-écoulements et d'éventuelles infiltrations profondes, les débits d'étiage n'augmentent pas toujours de l'amont vers l'aval. À l'échelle du bassin versant du Gardon de Saint-Jean, la Vallée Obscure semble relativement sensible à la sécheresse : le 26 août 2005, des jaugeages immédiatement en amont de la confluence ont donné des débits spécifiques de 0,32 l/s/km² sur le ruisseau de Valescure et de 1,0 l/s/km² sur le Gardon.

Les sédiments accumulés derrière les *tancats*, ont un volume de l'ordre de 20.000 m³ (en partant d'une estimation préliminaire réalisée par le BCEOM, 2000). En tenant compte des densités apparente et réelle des matériaux, la quantité d'eau contenue dans ces sédiments lorsqu'ils sont saturés, avoisinerait donc tout au plus 11.000 m³. Rapportée à la superficie du bassin versant, cette valeur représente une lame d'eau inférieure à 3 mm.

L'influence des *tancats* sur les débits d'étiage a néanmoins fait l'objet d'un examen attentif : interprétation des hydrogrammes, traçages au chlorure de sodium (avec injection en amont des dépôts de sédiments et suivi au conductimètre des sorties de sel à l'aval des barrages), campagnes de jaugeages.

Des indices témoignent en faveur d'une régulation des débits par ces ouvrages :

- Lors des étiages sévères, l'augmentation du débit du ruisseau de Valescure aval reste sensible pendant une dizaine de jours après chaque petite pluie (Fig. 17).
- Sur le Valescure amont, l'épisode du 11 août 2005 (Fig. 18), montre d'abord une réponse modeste, mais rapide, liée à des écoulements provenant de secteurs proches de la station. L'augmentation de débit qui se produit ensuite, s'explique par des écoulements retardés, certainement contrôlés par le grand *tancat* situé un peu en amont de la station. Le rôle des *tancats* était certainement jadis plus efficace en étiage estival : les fonds de vallon étant régulièrement défrichés, les eaux transitant dans les dépôts se trouvaient protégées de l'évapotranspiration.

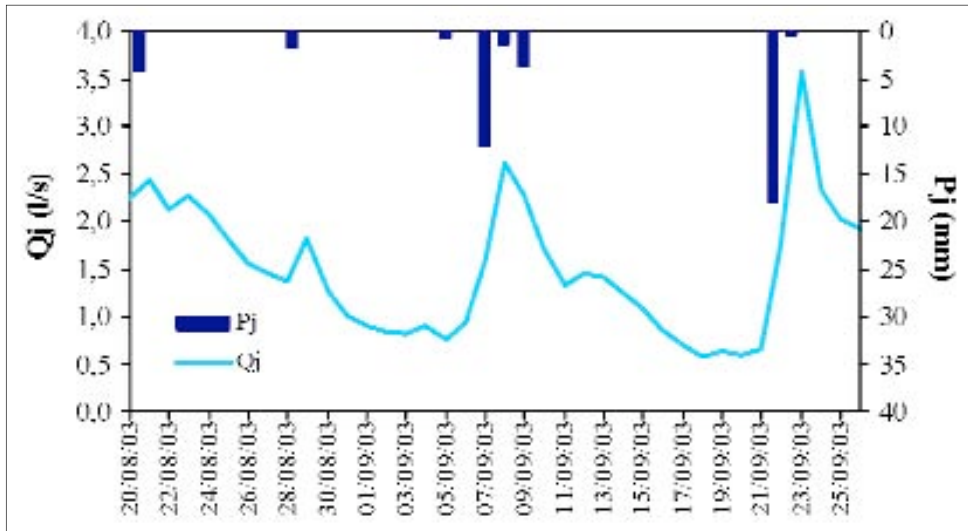


Figure 17 - Valescure aval : débits moyens journaliers (Q_j) et précipitations journalières (P_j) sur le bassin du 20 août 2003 au 26 septembre 2003. (heures d'hiver).

Pour autant, il ne faut pas conclure, comme nous l'avons fait dans un premier temps (Martin, 2006), que les *tancats* ont une influence réellement positive en étiage.

Certes, le 26 août 2005, en début de matinée, à la suite d'une baisse brutale des écoulements, le débit jaugé en amont des dépôts retenus par le grand *tancat* qui domine la station hydrométrique du Valescure aval (0,30 l/s), était légèrement inférieur à celui mesuré à la station (0,34 l/s); et l'écart s'est accentué dans l'après-midi (0,19 l/s en amont et 0,30 l/s en aval), alors qu'augmentaient l'évaporation et les prélèvements par la ripisylve. Mais, dans la plupart des cas, les débits

en période d'étiage, hors influence de précipitations récentes, décroissent entre l'amont et l'aval de ce *tancat*. Le 23 août 2005, en début de matinée, les débits aux points de jaugeages atteignaient respectivement 0,68 et 0,46 l/s. De même, le 12 août 2006, en milieu d'après-midi, le débit passait de 0,56 à 0,31 l/s.

Le rôle régulateur des *tancats* doit donc être relativisé. Cela tient au fait que les eaux qui circulent lentement dans les sédiments, subissent de fortes pertes par évapotranspiration. En dépit de la présence du *tancat*, la station hydrométrique du Valescure aval enregistre des fluctuations journalières liées aux prélèvements effectués par la végéta-

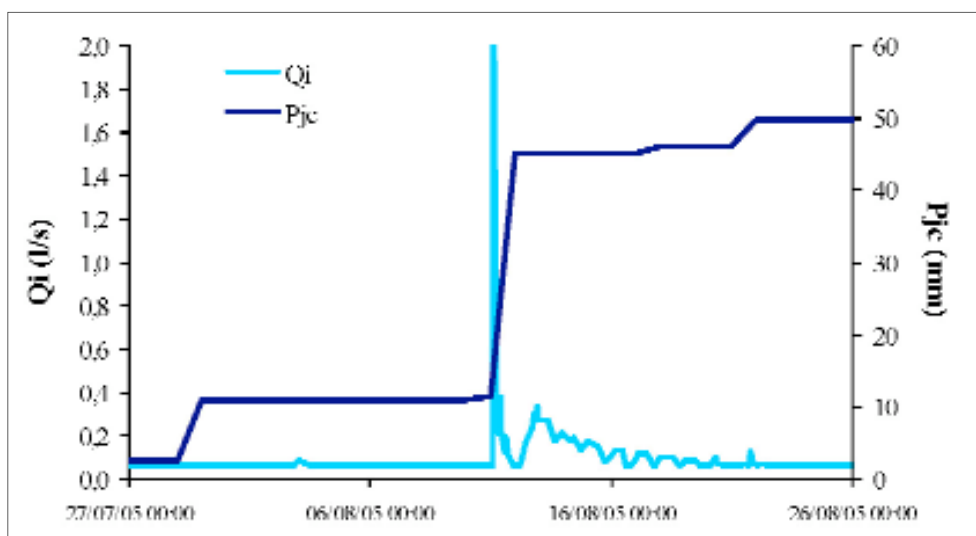


Figure 18 - Épisode du 11 août 2005 sur le Valescure amont: débits instantanés (Q_i) et précipitations journalières sur le bassin cumulées depuis le 1er juillet (P_{jc}). (heures d'hiver).

tion très dense qui s'est développée sur les dépôts.

En définitive, si les *tancats* sont susceptibles d'exercer une certaine régulation des débits, ils peuvent aussi provoquer une diminution sensible des écoulements lorsque les eaux en arrière des ouvrages ne sont pas protégées de l'évapotranspiration. Il n'est donc pas surprenant que les opérations de forestage réalisées en 2003 et 2004 pour la restauration des ouvrages du vallon des Abrits, aient entraîné le maintien d'un mince filet d'eau lors des étiages très sévères, sur un ruisseau connu auparavant pour s'assécher totalement presque chaque année.

LES AMÉNAGEMENTS ANCIENS ET LA GESTION DU MILIEU

Suite à un exode rural massif, les aménagements anciens se sont trouvés dans un état de total abandon dès le début du XX^{ème} siècle. Le problème de la sauvegarde du patrimoine de pierre sèche ne se pose donc pas en terme de maintien d'activités existantes, mais en celui de création, ou de récréation, d'activités.

Dans ce contexte, le Parc national des Cévennes joue un rôle de premier plan pour favoriser les initiatives permettant à la fois une relance économique et la réhabilitation d'une partie des systèmes de terrasses. Les associations de producteurs ont permis un certain renouveau : viticulture, en particulier dans le sud des Cévennes vivaraises, oignons doux, élevage caprin pour la production de fromage Pélardon, châtaigneraie... Dans le même temps, les bâtisseurs en pierre sèche ont été soutenus, afin que les savoir-faire anciens puissent être utilisés pour la restauration des terrasses remises en culture.

Les conditions socio-économiques sont évidemment très différentes de ce qu'elles étaient au milieu du XIX^{ème} siècle. Pour obtenir un niveau de vie décent dans un milieu difficile, le choix doit se porter sur des productions à haute valeur ajoutée. La population impliquée étant peu nombreuse, les superficies en terrasses réhabilitées restent modestes.

La réhabilitation des aménagements anciens présente un intérêt patrimonial très fort, mais elle exige des moyens importants qui nécessitent de développer un projet économique viable. Cela est d'autant plus vrai que l'impact positif des aménagements anciens sur les risques naturels doit être relativisé, les effets bénéfiques portant essentiellement sur les risques induits par la mise à nu des sols mis en exploitation (écoulement superficiel, érosion mécanique). Après abandon du milieu par l'homme, la forêt favorise l'infiltration des eaux et assure aux sols une protection efficace (Lavabre *et al.*, 2000). La destruction des terrasses abandonnées résulte de phénomènes d'ampleur limitée (mouvements de masse, ouverture de brèches) dont la somme finira par estomper les discontinuités créées par l'homme. Même les *tancats*, dont l'influence sur les écoulements d'étiage est encore actuellement discernable, avaient certainement des effets plus marqués lorsque le milieu était exploité. Ils constituent encore des protections localement efficaces contre l'érosion régressive et les sapements de berge.

La protection du territoire contre les incendies de forêt peut compter avec la remise en exploitation de terrasses à proximité des villages. À cet égard, la châtaigneraie, même laissée longtemps à l'abandon, joue un rôle majeur (*in* Chasany et Crosnier, 2006). Mais la relance de la châtaigneraie cévenole n'appellera pas la restauration de tous les anciens murets.

Remerciements :

Nous sommes reconnaissants à Jean-Pierre Courtillot, à Jean-Pierre Rolley, à Michèle Sabatier et à la Chambre de métiers et d'artisanat de la Lozère de leur contribution à l'illustration photographique. Nous devons aussi souligner l'importance du soutien que le SMAGE des Gardons et ses partenaires nous ont accordé pour les recherches sur la Vallée Obscure et le vallon du Rouquet. Nous remercions la Mairie de Peyrolles (François Abbou et Jacqueline Gomez) pour la qualité de l'accueil qui nous a toujours été réservé.

RÉFÉRENCES

- Alabouvette, B.; coordinateur (2003) *Carte géologique Le Vigan à 1/50000*. Édit. BRGM, Orléans, n° 937, 2^{ème} édition, avec notice explicative, 68 p.
- Ayral, P.A.; Sauvagnargues-Lesage, S.; Bressand, F. (2005) Contribution à la spatialisation du modèle opérationnel de prévision des crues éclair ALTHAÏR. *Ét. Géogr. Phys.*, n. XXXII, pp. 75-97.
- BCEOM (2000) *Patrimoine hydraulique du bassin de la Vallée Obscure. Maîtrise traditionnelle des eaux dans les Cévennes*. Rapport BCEOM, 71 p + annexes.
- Blanchemanche, P. (1986) *Les terrasses de culture des régions méditerranéennes – Terrasse - ment, épierrément et dérivation des eaux en agriculture – XVII^{ème}-XIX^{ème} siècles – étude ethnographique*. Doctorat de 3^{ème} Cycle, École des hautes études en sciences sociales, Paris, 275 p.
- Boudon, P.; Bouquet-Bianchi, A.; Coste, A. (2004) *Modélisation de la gravité d'un feu à partir d'un réseau de neurones*. Mémoire de mini mission de mathématiques, sous la direction de A. Johannet et S. Sauvagnargues-Lesage, École des Mines d'Alès, 48 p.
- Castex, J.M. (2004) Carte "Terrasses et érosion en Cévennes". In : *Les terrasses de culture en Cévennes : paysages construits et risques naturels*, Castex J.M., Martin C., Dagherne A. et Bailly É. Site internet : http://www.conselldemallorca.net/mediambient/errisc/riscos_cevennes.htm
- Chassany, J.P.; Crosnier, C.; sous la direction de (2006) *Le renouveau de la châtaigneraie cévenole*. Édit. Parc national des Cévennes, Florac, 304 p.
- Davy, L. (1956) Les Gardons. Étude hydrologique. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, n. 2, pp. 99-233.
- Gaume, É.; Payraste, O.; Rosa Da Silva, B. (2003) *Analyse hydrologique des crues des 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard*. Rapport au Ministère de l'écologie et du développement durable, Édit. Cereve, 95 p. Voir le site internet de l'OHM-CV.
- Gomez, N.; Abbou, F., Barré, R.; Schuller, F. - *Site internet du projet "Ressource en eau en Cévennes métamorphiques"*. Mairie de Peyrolles, Syndicat mixte pour l'aménagement et la gestion équilibrée des Gardons et Office national des forêts, gestionnaire du site : société Armoise. <http://www.eau-cevennes.org>
- Joutard, P.; sous la direction de (1999) *Les Cévennes – de la montagne à l'homme*. Édit. Privat, Toulouse, 510 p.
- Lamorisse, R. (1975) *La population de la Cévenne languedocienne*. Imprimerie Paysan du Midi, Montpellier, 435 p.
- Lapadu-Hargues, P.; coordinateur (1967) *Carte géologique de la France 1/80000 – Alès*. Édit. Service de la carte géologique, Paris, n° 209, 3^{ème} édition, avec notice explicative, 22 p.
- Lavabre, J.; Andréassian, V.; avec la collaboration de Laroussinie, O. (2000) *Eaux et forêts – La forêt. Un outil de gestion des eaux ?* Cemagref Éditions, collection Écosystèmes forestiers, n. 1, 116 p.
- Lécuyer, D.; coordinateur (1999) *La remise en valeur des terrasses de culture cévenoles*. Actes des rencontres d'Alès (1997), Édit. Parc national des Cévennes, Florac, 136 p.
- Martin, C.; sous la direction de (2006) *Espaces en terrasses et prévention de risques naturels en Cévennes*. Projet INTERREG III-B SUDOE "TERRISC", édit. UMR 6012 "ESPACE", Montpellier, 32 p.
- Neppel, L. (2003) *Analyse de l'épisode pluvieux des 08 et 09 septembre 2002*. Rapport au Ministère de l'écologie et du développement durable, Édit. Hydrosociences Montpellier, 27 p. Voir le site internet de l'OHM-CV.

Pardé, M. (1919) Les phénomènes torrentiels sur le rebord oriental du Massif Central français. *Revue de Géographie Alpine*, vol. VII, pp. 1-199.

Ponce, J.L. (2006) Éléments historiques sur l'occupation du site de Valescure du XIV^{ème} siècle au milieu du XIX^{ème} siècle. *Ét. Géogr. Phys.*, supplément au n. XXXIII, Projet TERRISC, pp. 83-91.

Rivière-Honegger, A.; sous la direction de (1995) *Paysage des Cévennes*. Édit. Privat, Toulouse, 160 p.

Rouvière, M. (2002) *La restauration des murs de soutènement de terrasses*. Édit. Parc national des Cévennes, Florac, D. Lécuyer coordinateur, Florac, 40 p.

Salesse, E. (1992) Irrigation par l'eau souterraine en Cévennes. Mines et sources de la commune de Mandagout (Gard). Mémoire de DIAT, CNEARC/ESAT/GSE Montpellier, 200 p.

LE GROUPE DE TRAVAIL

Ce texte s'appuie sur les investigations d'un groupe de travail associant :

- L'UMR "ESPACE" :

Personnels statutaires : Claude Martin (responsable scientifique et rédacteur de cette synthèse), Françoise Allignol, Pierre Usselman, Jean-François Didon-Lescot, Joël Jolivet, Guérino Sillère, Dominique Ray.

Membres associés : Jean-Marie Castex, Jean-Louis Ponce, Mirabelle Fiandino.

- Le Parc national des Cévennes : Didier Lécuyer.

- Et des collaborateurs extérieurs :

- Syndicat mixte pour l'aménagement et la gestion équilibrée (SMAGE) des Gardons : Lionel Georges, Guillaume Roques.

- Office national des forêts : Frédéric Schuller, Romuald Barré.

- Conseil général du génie rural des eaux et des forêts : Jacques Grellu.

- Mairie de Peyrolles : Norbert Gomez.

L'UMR 6012 "ESPACE" publiera l'ensemble des résultats des recherches menées en Cévennes dans deux suppléments aux numéros annuels des *Études de Géographie Physique*.

Le premier de ces numéros est paru :

Martin, C. ; sous la direction de (2006) *Les systèmes de terrasses cévenols. Exemples de la Vallée Obscure et du vallon du Rouquet*. Ouvrage de rendu du projet INTERREG III-B SUDOE "TERRISC", Supplément au n° XXXIII des *Études de Géographie Physique*, 153 p.

Ce numéro fait la synthèse des connaissances sur les systèmes de terrasses cévenols et présente les deux secteurs témoins sur lesquels ont été effectuées des recherches en hydrologie et sur les phénomènes d'érosion, la Vallée Obscure et le vallon du Rouquet. Le second numéro, qui sortira ultérieurement, sera consacré à l'exposé exhaustif des résultats fournis par ces recherches.

PHOTOGRAPHIES

Jean-Marie Castex : 1, 4, 5, 7, 8, 14, 18, 20, 23.

Chambre des Métiers et d'Artisanat de la Lozère, ABPS : 13.

Jean-Pierre Courtillot : 9.

Jean-François Didon-Lescot : 17, 19, 24, 25, 29, 30, 31.

Jacques Grellu : 6, 15.

Joël Jolivet : 22, 32.

Didier Lécuyer : 2, 3, 10, 12.

Claude Martin : 27, 28.

Jean-Pierre Rolley : 16.

Guillaume Roques : 21, 26.

Michèle Sabatier : 11.



LA EROSIÓN EN LAS TERRAZAS DE LA CUENCA DEL GUINIGUADA (GRAN CANARIA. ISLAS CANARIAS): UN EJEMPLO DE PÉRDIDA DE LA DIVERSIDAD DEL PATRIMONIO CULTURAL TRAS EL ABANDONO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

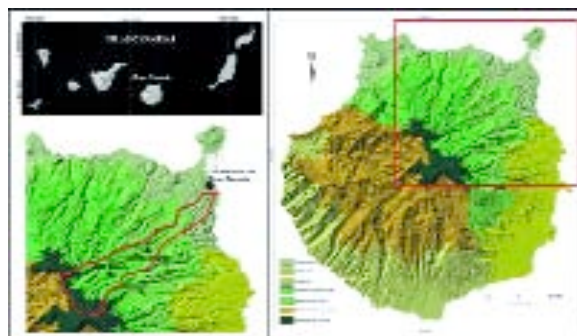
INTRODUCCIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA PILOTO

La isla de Gran Canaria forma parte del conjunto de islas mayores del archipiélago canario. Se localiza en el centro del Archipiélago y presenta una forma casi redonda, con 256 km de perímetro costero. Su superficie es de 1.560 km² y su altitud máxima (1.949 metros) se localiza en el centro de la isla, en el Pico de las Nieves. Su origen volcánico y la antigüedad (14 millones de años) han generado un relieve de carácter masivo y abrupto, en el que se alternan espacialmente interfluvios con barrancos que parten de una meseta elevada en su centro, y siguen una disposición radial hacia la costa. Dicha morfología ha supuesto un importante condicionante para el proceso del poblamiento insular y para el aprovechamiento económico de la misma. En Gran Canaria reside el 42,7% de la población del archipiélago, siendo la segunda según sus habitantes, con 807.049 habitantes tras Tenerife (censo de 2006). Es a su vez la de mayor densidad de población del archipiélago (523,67 hab/km²) y de todo el estado español y en ella, casi la mitad de su población, el 47% de la misma, vive en su capital insular, Las Palmas de Gran Canaria.

La irrupción del turismo de masas en la década de los años sesenta del siglo XX supone un cambio radical en el modelo económico de aprovechamiento de los recursos que deja de ser agrario a urbano-turístico. La principal consecuencia de ese cambio es el abandono de la actividad agrícola y sus consecuentes modificaciones en la dinámica de los paisajes tradicionales, entre los que destacamos, por su variedad y por la amplia superficie que ocupan, los paisajes de bancales.

La zona piloto escogida para estudiar el patrimonio de terrazas de cultivo y su interacción con la dinámica de vertientes, es la cuenca hidrográfica del Guinguada. Se encuentra en el noreste de Gran Canaria. Presenta una orientación NE-SO, una superficie de 65 km² y en ella se salva un desnivel máximo de 1.866 metros en apenas 22 km, que es la distancia más corta y en línea recta entre la costa y su cumbre.

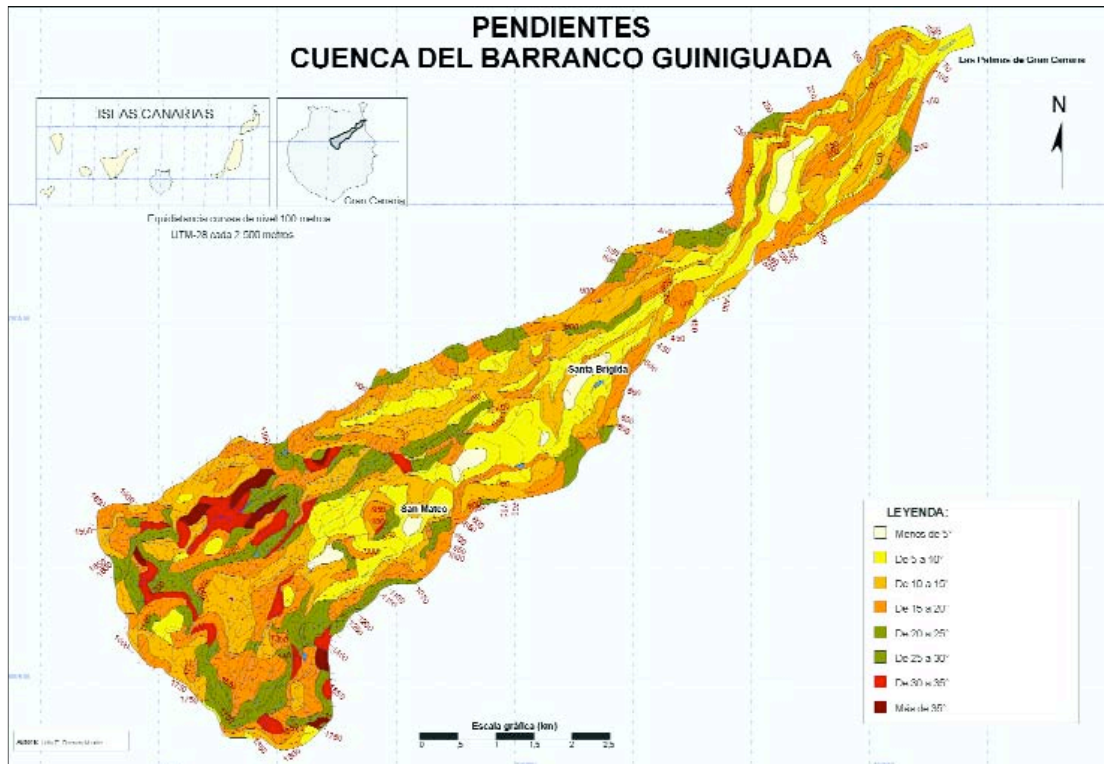
En cuanto a sus características litológicas, predominan los materiales volcánicos recientes



Mapa de localización de Gran Canaria y de la zona piloto, la cuenca hidrográfica del Guinguada.

(piroclastos y coladas basálticas), aunque también existen materiales de origen sedimentario (formación detrítica de Las Palmas) y volcánicos antiguos (fonolitas e ignimbritas del primer ciclo magmático). El relieve se caracteriza por la alternancia de barrancos encajados e interfluvios alomados, a los que se superponen edificios volcánicos recientes. La red de drenaje se dispone siguiendo una dirección NE-SO, con la presencia de meandros en su tramo final. Presenta una cabecera polilobulada, es decir, compartida entre cinco subcuencas, cuyos barrancos confluyen en el tramo medio para conformar el colector principal que da nombre a la cuenca, el barranco de Guinguada.

La escasez de superficies llanas y el predominio de las vertientes de más de 15° (47% de la superficie de la cuenca) explican la rápida e intensa colonización agrícola de sus vertientes. Sus características climáticas son las propias de las vertientes septentrionales de las Islas Canarias, en donde se hace patente la interferencia de los vientos alisios con el relieve (inversión térmica y manto de estratocúmulos) con una amplia gama de microclimas, que permiten distinguir cuatro geoambientes. El de *costa* (<400 metros de altitud) tiene un clima desértico (<150 mm de precipitación anual) y cálido (20° C de temperatura media anual). Las *medianías bajas* (400-800 m de altitud) un clima subhúmedo con temperatura media anual de 16,8°C en Madroñal y lluvias que oscilan entre 413,6 mm en Santa Brígida y los 533,2 mm en Draguillo- San Mateo. Las *medianías altas* (800-1.500 m de altitud) están ampliamente representadas en esta cuenca y presentan un clima de



carácter húmedo. Los mayores registros de lluvia se localizan en ellas, con 829,7 mm anuales en Hoya del Gamonal. Las medianías tienen en común la elevada humedad ambiental que les proporciona el manto de estratocúmulos de los alisios. Por último, la *cumbre* se caracteriza por sus condiciones climáticas extremas, con precipitaciones elevadas (entre 754,3 mm de Cruz de Tejada y los 769,3 mm en Mesas de Ana López de media anual) y las temperaturas más bajas de toda la cuenca (15°C de temperatura media anual).

Abarca un espacio compartimentado en tres municipios, todos de ellos de gran tradición agrícola que son, de cumbre a costa: Vega de San Mateo, Santa Brígida y Las Palmas de Gran Canaria. En este último se localiza la capital insular.

La importante riqueza en recursos naturales de esta cuenca, junto con el escalonamiento natural de los mismos, ha generado la existencia de una serie de niveles altitudinales de aprovechamiento tradicional que se están viendo sometidos, en la actualidad, a diferentes ritmos de cambios de uso generados por el nuevo modelo económico.

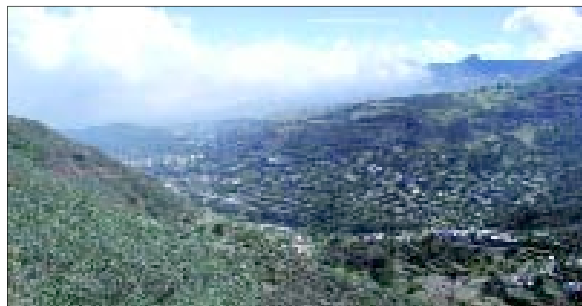
Los cultivos de regadío y exportación, principalmente el plátano, implantado desde finales del siglo XIX, cede terreno al proceso urbanizador que tiene lugar en la costa, en donde se ubica la capital insular.



La presión urbana es máxima en el sector de costa (primer plano) y decrece hacia la cumbre (al fondo).

En las medianías, el paisaje tradicional de cultivos de patatas, maíz, hortalizas y frutales subtropicales y templados, se solapa con los fenó-

menos de rururbanización y de la dedicación agrícola a tiempo parcial. Y, por último, en el espacio de cumbre, las actividades tradicionales (aprovechamiento forestal, ganadería extensiva y cultivos de forrajeras) experimentan un notable receso como consecuencia de la aplicación, en esta zona, de las políticas regeneracionistas (repoblaciones forestales) y proteccionistas (ley de espacios naturales de Canarias, 1987) de las instituciones públicas insulares y autonómicas.



Panorámica de Las Lagunetas (medianías altas).

La presión humana en esta cuenca es muy elevada (> 37.517 habitantes en 2002) con un gradiente de presión que se incrementa notablemente de cumbre a costa. El grueso de la población que reside en esta cuenca no vive de la actividad agrícola, lo cual pone de manifiesto la desagrarización de este espacio de amplia tradición agrícola.

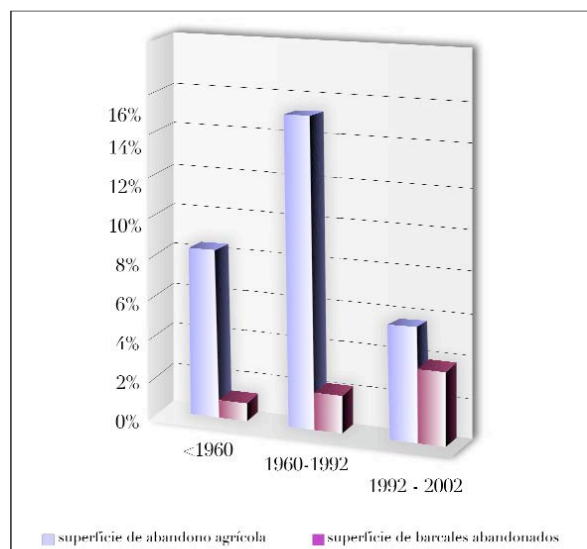
CARACTERÍSTICAS DE LOS ESPACIOS ATERRAZADOS

En Canarias los bancales se construyen cuando, en el proceso colonizador del espacio, se ha producido la colmatación de las escasas superficies llanas existentes (las vegas) y la necesidad de ampliar la superficie cultivada se hace imperiosa dado el aumento de la población y sus demandas de alimentos. Por lo tanto, estos se construyen para aumentar la superficie agrícola y para captar otro recurso igualmente escaso, el agua.

Como resultado del proceso descrito, se generan paisajes de bancales muy variados, y lo son por sus tipologías constructivas, por las condiciones ambientales en las que se construyen (litológia, pendientes, condiciones climáticas, etc.), por el tipo de cultivo, por la presión económica a la que se someten (intensidad de su uso), por la tipología de procesos erosivos, el desigual grado de regeneración natural de la vegetación y los distintos usos a los que se ven sometidos cuando cesa el aprovecha-

miento agrícola para el que fueron diseñados. La cuenca del Guinguada es un espacio de amplia tradición agrícola, donde el proceso de ampliación de la superficie cultivada, que se acelera desde la conquista castellana, toca su techo en la primera mitad del siglo XX, con una superficie máxima del 58% del mismo. En ella, los bancales ocupan un papel muy destacado, pues representan el 81% de esa superficie agrícola. Esa amplia superficie abancalada es escenario de los procesos que derivan del cambio de modelo económico y que tienen su fiel reflejo en el paisaje, con procesos tan generalizados como el abandono agrícola, la rururbanización, la recolonización vegetal natural y la repoblación forestal. Los cambios de ocupación del suelo en la cuenca del barranco Guinguada que tienen lugar entre 1960 y 2002 ponen de manifiesto la desagrarización de este espacio (abandono agrícola frente a incremento de la superficie residencial).

El proceso de abandono agrícola, que no marca una línea ascendente en cuanto a la superficie afectada, también muestra diferentes pautas espaciales y responde a causas diversas.

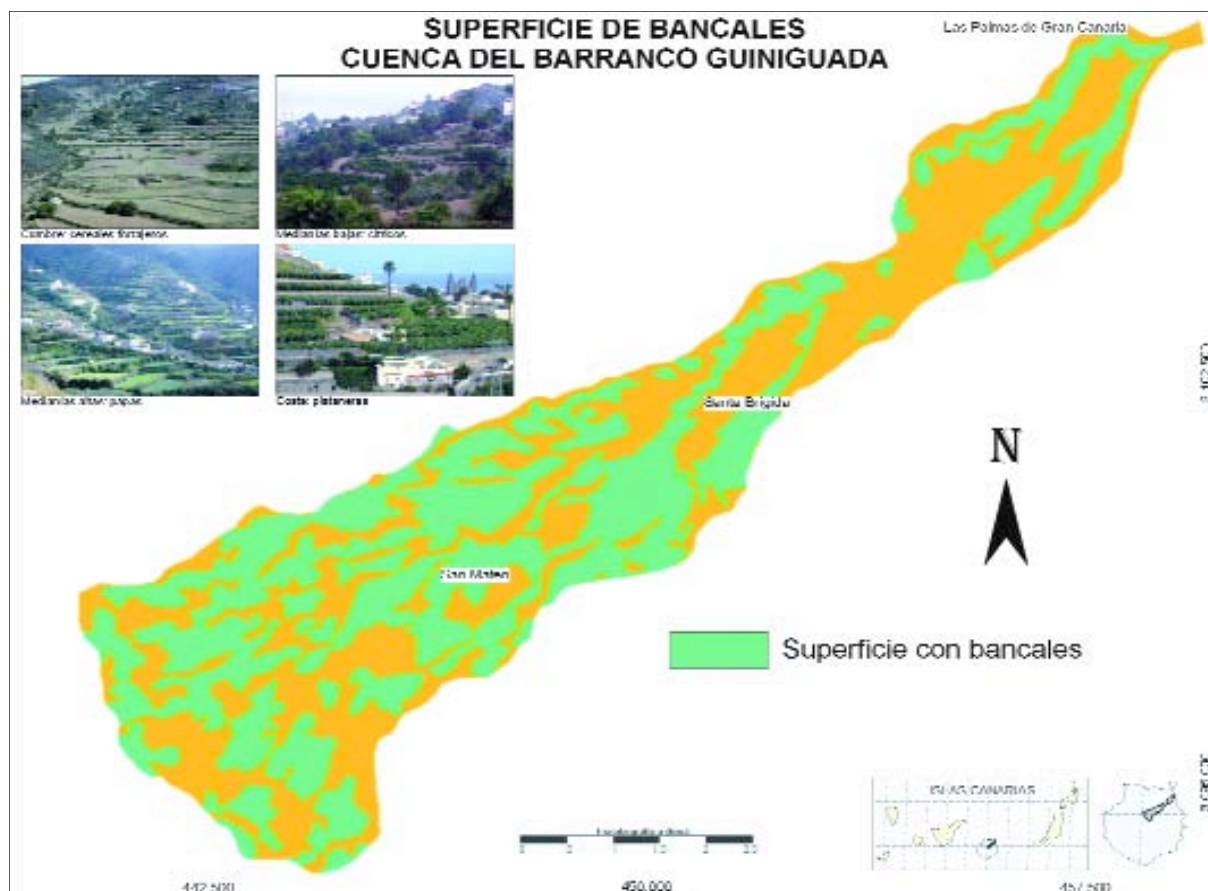


Evolución de la superficie agrícola abandonada en la cuenca del barranco Guinguada (1960 - 2002).

Se constata que la cifra de hectáreas de cultivo abandonadas es mayor en el período 1960-1992 que en el siguiente. En cambio el abandono de la superficie de bancales se duplica consecutivamente en los tres períodos analizados. El abandono agrícola más antiguo (antes de 1960) es el de la marginalidad y el de la presión urbanística de la capital insular, es decir, de aquellos

espacios de peor calidad agrológica localizados principalmente en la cumbre unos, y en la costa, los otros. Por el contrario, conforme pasa el tiempo se van incorporando espacios de mejor calidad en zonas de las medianías, y las razones que pueden explicar su abandono son la carestía y escasez del agua y la pérdida de renta del sector agrícola. En cambio, los abandonos agrícolas más recientes se localizan en medianías bajas principalmente, sobre suelos de buena calidad, no siempre en bancales y en lugares muy próximos a las zonas de crecimiento urbano. Destaca el dato de que el abandono de la actividad agrícola afecta a más de la mitad de las vertientes abancaladas (57,4%) de esta cuenca hidrográfica en la actualidad.

Los bancales presentes en ella responden a dos tipologías diferentes: bancales con rellano plano y bancales con rellano en pendiente. Los primeros son los más frecuentes y en este grupo se pueden distinguir dos subtipos: los bancales de costa y los de medianías. Los primeros, también llamados popularmente *bancales ingleses*, presentan unas infraestructuras más desarrolladas que el resto, debido al mayor grado de capitalización de las explotaciones, pues se destinaban al cultivo del plátano para la exportación. En el contexto de la isla, y durante la primera mitad del siglo XX, ocuparon las vertientes más fértiles y próximas al litoral, donde la pendiente general (entre 21° y 26°) exigía el establecimiento de bancales. Los muros de estos bancales son elevados (promedio de 4 metros) y constituyen auténticas obras de ingeniería. Otra peculiaridad de este tipo de bancales es que los suelos usados son alóctonos (llamados sorribas en Canarias), es decir, transportados desde las medianías, por ser de mayor calidad para el cultivo de la platanera que los propios de la costa. Son bancales para cultivos de regadío, por lo que, asociados a estos, aparece una variada infraestructura de riego (acequias, cantoneras, etc.) que añade mayor valor patrimonial a estos espacios. En el área de estudio constituyen el tipo de parcela menos abundante. Por el contrario, los bancales de medianías son los más abundantes. Predominan entre los 400 y los 1.500 metros de altitud. Presentan un muro de piedra seca, que posee entre 1 y 3 metros de altura y la longitud del rellano depende de la pendiente general de la vertiente en la que se instalan: los que se localizan sobre terrazas aluviales, o en los sectores inferiores de las laderas donde la pendiente se atenúa, son de mayores dimensiones que los que se sitúan en los tramos medios o superio-



res de las laderas. Tradicionalmente se destinaron a cultivos de secano (papas, maíz, frutales) orientados al consumo familiar o al abastecimiento de mercados locales.

Por último, los bancales con rellano en pendiente se localizan en los sectores superiores de las medianías y en algunas zonas de cumbre. La acusada pendiente y el reducido espesor de suelo existente explican el hecho de que la pendiente del rellano sea considerable (entre 8° y 21°) y la altura del muro sea inferior a 1,50 metros. Se usaron tradicionalmente como terreno de pasto o cultivo de plantas forrajeras, combinándose en las áreas más productivas con el cultivo de cereales y leguminosas para consumo humano. A partir de la década de los sesenta, muchas de estas zonas se han reconvertido en áreas de repoblación forestal.

El paisaje de bancales de esta cuenca gana en riqueza cromática y constructiva si atendemos al tipo de piedra y de obra empleados en la construcción de sus muros. Tradicionalmente se hacían con piedra seca y las rocas más empleadas son el basalto y la fonolita aunque también exis-

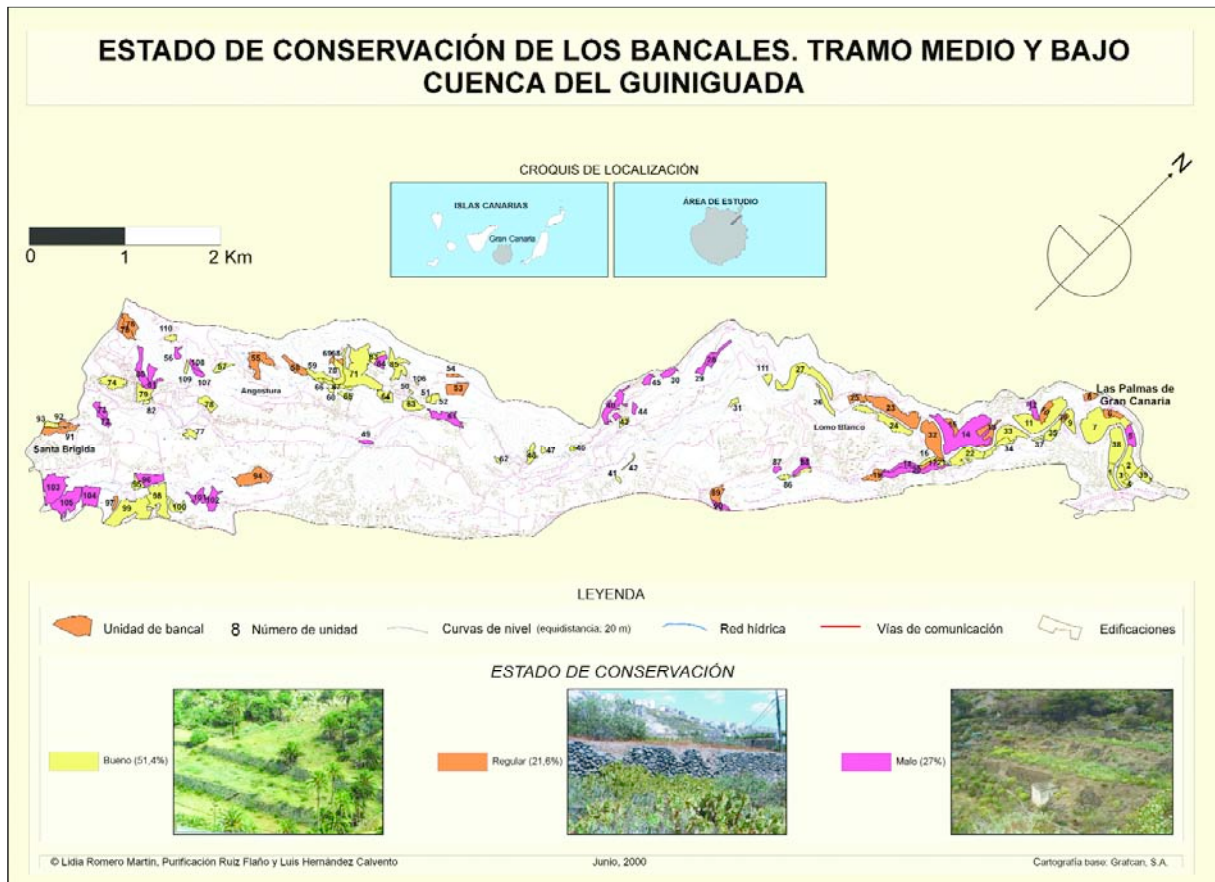
ten ejemplos de obras de mejor factura en los que la piedra, la toba volcánica compactada y la ignimbrita, se trabaja hasta convertirla en sillares.

En la actualidad, cada vez con mayor frecuencia, se están reemplazando por muros de hormigón, cuando no se realiza el desmonte con palas mecánicas tipo buldózer y se deja el desmonte a cara vista. Esto supone, obviamente, la pérdida, con carácter irreversible, de un patrimonio cultural de incalculable valor económico y de muchas veces ignorado valor ambiental.

EL RIESGO DE EROSIÓN: METODOLOGÍA

El agricultor de la cuenca del Guinguada ha utilizado tradicionalmente los campos en bancales para suplir las dificultades ambientales a las que se enfrentaba (fuertes pendientes, deficiencias edáficas y problemas hídricos). Pero la fragilidad de estas estructuras se pone de manifiesto cuando se produce el abandono agrícola.

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS BANCALES. TRAMO MEDIO Y BAJO CUENCA DEL GUINIGUADA



Se diversifican los procesos de erosión, las pérdidas de suelo se aceleran y se producen irreparables pérdidas de productividad.

Los efectos del abandono se hacen patentes en las laderas abancaladas que, a partir de ese momento, se enfrentan a graves problemas de conservación que amenazan su capacidad productiva y su enorme potencial cultural y paisajístico. El riesgo de erosión en los espacios abancalados se ha estudiado a escala de vertiente agrícola y de campo de cultivo. En la primera, con una muestra de 1.547 campos de cultivo distribuidos por los cuatro geoambientes y seleccionados al azar, se analizaron las características ecoantrópicas de las vertientes cultivadas y se realizó una clasificación de los banales atendiendo al tipo de proceso de erosión que les afecta y a su estado de conservación, de la cual derivan cuatro tipos geomorfológicos. Posteriormente se procedió al análisis de sus relaciones con las características antrópicas de los espacios en que se ubican, así como de los procesos que los definen. En la segunda, con una muestra de 65 banales obtenida a través de un muestreo geométrico que tuvo en cuenta la tipo-

logía geomorfológica, el geoambiente y el uso de cada bancal, se recogió información sobre 75 variables geocológicas, prestando especial atención a aquellas que permitían realizar una estimación sobre los volúmenes de suelo desalojado y la frecuencia de los procesos de erosión en los distintos sectores de los campos.

El objetivo final de estos trabajos es la selección de unos indicadores, tanto ambientales como antrópicos, que puedan facilitar la identificación de las áreas abancaladas más vulnerables a la erosión y hacerla extensible al resto del espacio no muestreado.

EL RIESGO DE EROSIÓN: RESULTADOS

Las vertientes cultivadas en la cuenca del Guiniguada se caracterizan por el predominio de sustratos jóvenes y fuertes pendientes. Su desarrollo es más importante en medianías altas y en el tramo inferior de las vertientes y los volúmenes

pluviométricos anuales son moderados, aunque se producen máximas en 24 horas con alto poder erosivo. A ello hay que añadir que el predominio de los campos en bancales determina la abundancia de los movimientos en masa entre los procesos de erosión y en el que la dinámica erosiva y el estado de conservación de los campos de cultivo aportan un amplio abanico de situaciones ambientales. Por lo que al estado de conservación se refiere, el 41,9% de campos muestran grados de deterioro considerados entre moderados y muy altos, frente al 26,7% de los campos que no registran procesos de erosión.

En cuanto a las características topográficas de las vertientes no parece existir una dominante. Las laderas cóncavas, convexas y rectilíneas han sido roturadas casi en la misma proporción. Además, dominan los campos situados en pendientes catalogadas de fuertes (15°-20°) a escarpadas (>25°) en el 72,8% de los campos. Los campos más numerosos son los bancales con rellano plano y muro de piedra seca (77,2%). El resto de modelos de campos presentan las siguientes frecuencias: bancales con rellano en pendiente y muro (12,7%), bancales tipo bulldózer (6,9%) y cultivos en pendiente (3,3%).

Los campos de cultivo en vertiente se clasificaron en cuatro categorías, de las cuales el tipo 2 queda excluido de este trabajo por tratarse de campos en pendiente. Las características de los tres restantes son las siguientes:

- El tipo 1 lo componen campos con presencia de movimientos en masa (deslizamientos y desprendimientos) y con deterioros de bajos a nulos.
- El tipo 3 lo componen campos de cultivo en los que dominan los movimientos en masa (deslizamientos y desprendimientos) con deterioros altos y muy altos.
- El tipo 4 se caracteriza por la importante presencia de terracillas de ganado en sus rellanos y por caídas de piedras y desprendimientos en sus muros, además de presentar las peores condiciones de conservación.

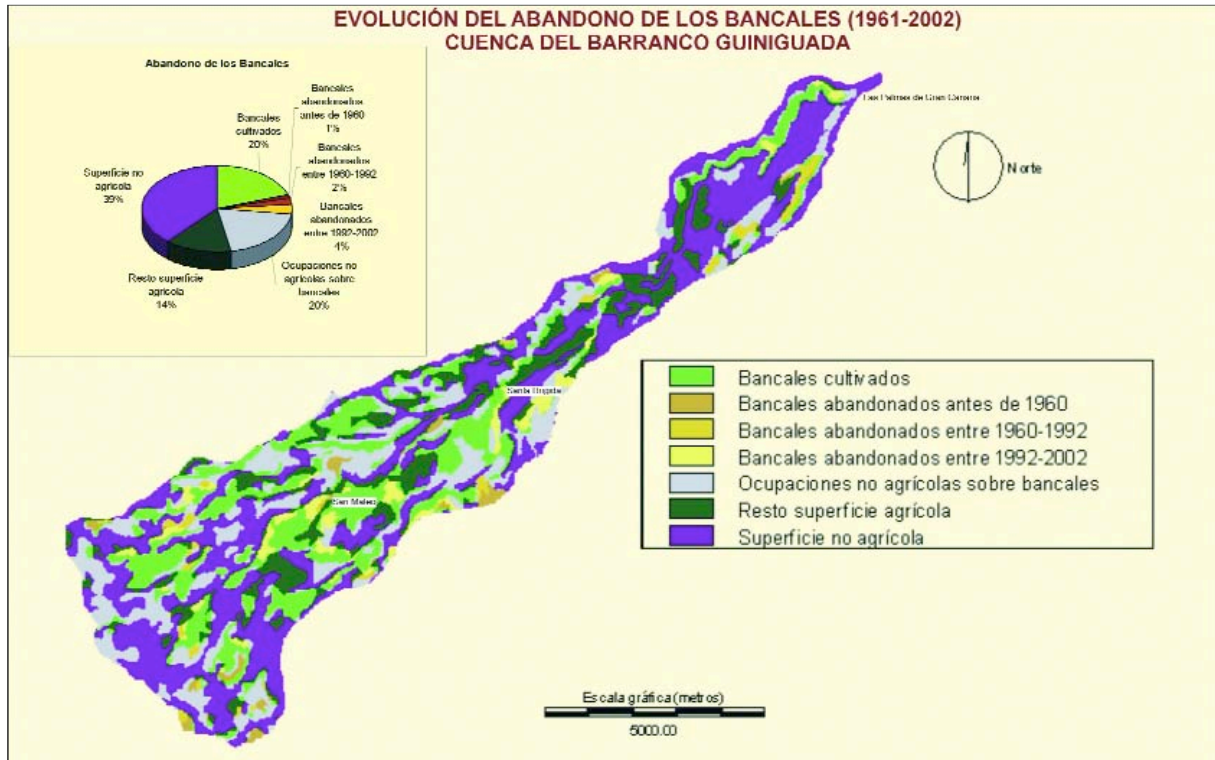
Se constata que existe una estrecha relación entre el grado de explotación de los bancales y los tipos geomorfológicos, pues el 93% de los campos que presentan el máximo deterioro se encuentran totalmente abandonados y lo mismo sucede con una parte importante de los

campos con deterioros medios y altos. Por el contrario, el 53,64% de los campos que presentan un óptimo estado de conservación se mantienen en explotación. Finalmente, un hecho que viene a poner de manifiesto el reciente divorcio entre explotación y conservación de los bancales es que en torno al 25% de los campos de los tipos geomorfológicos 2 y 3 (deterioros medios y altos) se mantienen en explotación.

También existe asociación entre los tipos geomorfológicos y los tipos de campo. Así, el 85% y el 76% de los campos en los que los procesos de erosión habituales son los movimientos en masa corresponden a bancales con rellano plano y muro. Por el contrario, los mayores deterioros y la mayor variedad de procesos de erosión son característicos del tipo 4 y se asocian a bancales con rellano en pendiente y muro.

El resultado del análisis de los volúmenes de suelo desalojado y la frecuencia de los procesos de erosión en los distintos sectores de los campos para cada uno de los tipos geomorfológicos es el siguiente:

- En el tipo 1, sus muros presentan una longitud media de 54,5 metros y en ellos, sólo el 8% de su longitud está afectado por procesos de erosión, lo que supone el desalojo de un volumen moderado de suelo y piedras (12,7 m³ aproximadamente). Los procesos más frecuentes son los desprendimientos y la caída de piedras desde los muros
- En el tipo 3, los muros son de mayores dimensiones, con longitudes medias de 62,4 metros, en los que algo más de la mitad se ven afectados por los procesos de erosión señalados.
- El volumen medio de material desalojado (piedras y suelo) en este caso asciende a 167,24 m³ y los procesos de erosión más frecuentes son los desprendimientos.
- Los bancales del tipo geomorfológico 4 presentan dimensiones más moderadas que en los casos anteriores. La longitud media de sus muros es de 61,6 metros, con una altura de 1,9 metros. El 82,94% de los muros se encuentran afectados por la mayor variedad de procesos de erosión detectada en este estudio. Son los desprendimientos (43%) y los taludes de derrubios que se activan tras la caída de las piedras y del primer panel de suelo de los bancales (33%) los que más activamente contribuyen al estado ruinoso de este tipo de bancales.



DECÁLOGO POR LA CONSERVACIÓN DEL PAISAJE DE BANCALES

El patrimonio de banales del Guiniguada se enfrenta actualmente a grandes desafíos. Entre otros, son los siguientes:

1. Preservar frente al riesgo de erosión que se incrementa tras el abandono de la actividad agrícola.
2. Proteger de la grave amenaza que supone la presión inmobiliaria (expansión urbana y rurbanización).
3. Tomar medidas de prevención ante los riesgos naturales, dado el débil equilibrio hidromorfológico de estas vertientes.
4. Potenciar la viabilidad económica de su explotación agrícola.
5. Adaptar estos espacios a las nuevas demandas socioeconómicas como el turismo cultural, deportivo y de la naturaleza.

Por otro lado, las tareas de recuperación y de conservación de estos paisajes deben abordarse desde varios frentes:

Desde las distintas disciplinas científicas

1. Profundizar en el conocimiento hidromorfológico de los banales con el fin de elaborar mapas de vulnerabilidad de utilidad en su gestión futura.
2. Definir áreas de intervención prioritaria centradas en estudios sobre riesgos naturales y análisis de diagnósticos de calidad para la conservación y de potencialidades.

Desde las instituciones públicas

1. Considerar este tipo de paisaje, con su justa valoración, en sus herramientas de ordenación del territorio.
2. Realizar un Inventario de banales considerándolos como bienes culturales a proteger y conservar.

Es obvio que resulta económicamente inviable la restauración de todos y cada uno de los muros de los abundantes banales que existen en esta cuenca. Por otro lado partimos de la idea de que todos los banales no presentan la misma calidad para la conservación (Romero *et al.*, 2004) y que el objetivo a cubrir desde la óptica de

la conservación del patrimonio de bancales es de recuperar y conservar los mejores. La mejor garantía de conservación es su introducción en los canales económicos de explotación, es decir, la continuidad de su uso es lo que va a garantizar su pervivencia en el futuro.

En lo que respecta al futuro aprovechamiento de los bancales de esta zona, nuestras propuestas tratan de adaptarse al escalonamiento ecoantrópico de la cuenca hidrográfica del Guiniguada. Algunas de ellas son:

- En los entornos urbanos, la creación de áreas de ocio (parques, miradores, etc.) y de huertos urbanos en viviendas de protección oficial o en centros escolares, a modo de granjas escuelas.
- En medianías bajas, la incorporación en rutas didácticas monográficas de piedra en seco o en las que se combine la oferta de patrimonio natural y cultural.
- En medianías altas y cumbre la delimitación como áreas de captación de agua para los acuíferos, como superficies de implantación de nuevas repoblaciones, como espacios de esparcimiento y como áreas destinadas a la prevención y lucha contra los incendios forestales.

BIBLIOGRAFÍA

Arnáez, J.; E. Pérez-Chacón (1986) Aproximación a la tipología y evolución geomorfológica de campos abandonados en Gran Canaria (Islas Canarias). *V Reunión del Grupo de Trabajo de la U.G.I., Síntesis del Paisaje*, pp. 87-94.

Chisci, G. (1986) Influence of change in land-use management in the acceleration of degradation phenomena in Apennines hilly areas. In *Soil erosion in the European Community. Impact of changing agriculture* (Chisci & Morgan, eds.), pp. 3-16.

Gallart, F.; Llorens, P. (1994) Papel de los cultivos de montaña y su abandono en la economía del agua. En: García-Ruiz, J.M., Lasanta, T. (eds.) *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. Sociedad Española de Geomorfología, Logroño, pp. 43-55.

García, J.M.; Lasanta, T.; Sobrón, I. (1988) Problemas de evolución geomorfológica en campos abandonados: el valle del Jubera (Sistema Ibérico). *Zubía*, 6, pp. 99-114.

García, J.M.; Lasanta, T. (eds.) (1994) *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*. Sociedad Española de Geomorfología, Instituto Pirenaico de Ecología e Institución Fernando el Católico, Zaragoza, p. 171.

Jiménez, Y. (1992) Cambios medioambientales que suceden al abandono de los campos de cultivo en terrazas: la acequia de Cachariche. *Cuader -*

nos Geográficos de la Universidad de Granada, 18-19, pp. 5-45.

Lasanta, T. (1988) The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, n.132, pp. 15-36.

Lasanta, T. (1990) L'agriculture en terrasses dans les Pyrénées centrales espagnoles. *Méditerranée*, 71 (3-4), pp. 37-42.

Lasanta, T.; Arnáez, J.; Ruiz, P.; Ortigosa, L. (1990) Evolución superficial del espacio cultivado en Cameros Viejo (Sistema Ibérico) y su relación con algunos factores geoecológicos. *Estudios Geográficos*, 197, pp. 553-573.

Lasanta, T.; Arnáez, J.; Oserín, M.; Ortigosa, L. (2001) Marginal lands and erosion in terraced fields in the Mediterranean Mountains. A case study in the Camero Viejo (Northwestern Iberian System, Spain). *Mountain Research and Development*, 21 (1), pp. 69-76.

Llorens, P.; Latron, J.; Gallart, F. (1992) Analysis of the role of agricultural abandoned terraces of the hydrology and sediment dynamics in a small mountainous basin (High Llobregat, Eastern Pyrenees). *Pirineos*, 139, pp. 27-46.

Mallet, M. (1978) Agriculture et tourisme dans un milieu haute-alpin: un exemple Briançonnais. *Études Rurales*, 71-72, pp. 111-154.

Parreño, J. M.; Martín, C. (1994) La destrucción de espacios agrarios de alta calidad medioambiental en los nuevos ámbitos periurbanos de Las Palmas de Gran Canaria. *Actas del VII Coloquio de Geografía Rural*. Asociación de Geógrafos Españoles, Córdoba, pp. 261-267.

Reparaz, A.G. De (1982) Déprise et dégradation du milieu rural. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 59 (485-486), pp. 125-130.

Reynés, A. (1994) *La construcció de pedra en sec a Mallorca*. Consell Insular de Mallorca-FODESMA, 55 p.

Rodríguez, J. (1990) Evolució i situació actual dels bancals abandonats en el Parc natural del Montgó. *Aiguait*, 5, pp.19-54.

Rodríguez, J.; Pérez, R.; Cerdá, A. (1991) Colonización vegetal y producción de escorrentía en bancales abandonados: Val de Gallinera, Alacant. *Cuaternario y Geomorfología*, 5, pp. 119-130.

Rodríguez A, J.; Lasanta, T. (1992) Los bancales en la agricultura de la montaña mediterránea: una revisión bibliográfica. *Pirineos*, 139, pp. 105-123.

Romero, L.; P. Ruiz.; E. Pérez-Chacón (1994) Consecuencias geomorfológicas del abandono de los cultivos en bancales: la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). En García, J.M. y Lasanta, T., eds. *Efectos geomorfológicos del abandono de tierras*, pp. 149-160, Zaragoza.

Romero, L.; Hernández, L. (1996) Características pluviométricas de la cuenca del Guinguada (1950-1994). Gran Canaria, Islas Canarias. En: Marzol, V., Valladares, P. (eds.) *Clima y agua: la gestión de un recurso climático*. La Laguna, pp. 155-169.

Romero, L.; P. Ruiz.; E. Pérez-Chacón (1997) Procesos erosivos asociados a bancales con muro en la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias), en *La Pedra en sec. Obra, paisatge i patrimoni*, Ed. Consell Insular de Mallorca-FODESMA, pp. 335-350, Palma de Mallorca.

Romero, L.; Ruiz, P.; Hernández, L. (2000) Estudio y proposición de actuaciones para la conservación y restauración de las terrazas agrícolas en el ámbito del Proyecto Guinguada. Estudio para el Proyecto Piloto Urbano Guinguada encargado por el cabildo de Gran Canaria.

Romero, L.; Ruiz, P.; Hernández, L.; Pérez-Chacón, E. (2003) La unidad de paisaje: una herramienta para el análisis y diagnóstico del patrimonio de bancales en la Cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *Actas del IV Congreso de Ciencia del Paisaje* (CD), Gerona.

Romero, L.; Ruiz, P.; Hernández, L. (2004) Diagnósticos de calidad para la conservación de espacios agrícolas abancalados. Propuesta metodológica para la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). *Geographicalia*, 45, pp. 113-127.

Romero, L.; Ruiz, P.; Máyer, P. Pérez-Chacón, E.; Hernández, L. (2006) Recuperación de bancales: un ensayo metodológico en la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias). En Pérez, A.; López, J. eds. *Geomorfología y Territorio*, pp. 933-943, Santiago de Compostela.

Romero, L.; Ruiz, P.; Máyer, P.; Pérez-Chacón, E.; Hernández, L. (2006) Clasificación y caracterización geocológica de los bancales de la cuenca del Guinguada (Gran Canaria, Islas Canarias, España). *Actas de las Jornadas sobre terrazas y prevención de riesgos naturales* celebradas en Mallorca en septiembre de 2006. En prensa.

Sánchez, J.; Ríos, C.; Pérez-Chacón, E.; Suárez, C. (1995) *Cartografía del potencial del medio natural de Gran Canaria*. Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, 165 p. y 7 mapas.

Silió, F.; Rodríguez, F.; García, J.C. (2001) El abandono de Andenes. Elaboración de un modelo de accesibilidad y cartografía en un entorno SIG: el valle del Colca (Arequipa, Perú). *Estudios Geográficos*, 62, pp. 360-396.

ESTUDI DELS PROCESSOS DE DETERIORAMENT DE LES MARJADES EN EL CAS DE LA FATARELLA

INTRODUCCIÓ

La Fatarella se situa a l'extrem nord-est de la comarca de la Terra Alta, allà on aquesta limita amb la Ribera d'Ebre. Els 56,23 km² del seu terme presenten un relleu costerut, clivellat per les valls dels torrents que el solquen del sud-est cap al nord-est, tot cercant el nivell de base del riu Ebre.



Figura 1 - Situació Catalunya a Europa (adalt esquerra).

Figura 2 - Situació de la Terra Alta a Catalunya (adalt dreta).

Figura 3 - Situació del terme de la Fatarella a la Terra Alta (esquerra).

El paisatge de la Fatarella ens mostra un territori fortament humanitzat. Els seus vessants esglaonats per infinitats de marges que sostenen feixes i bancals parlen abastament d'una gran empresa realitzada per la pagesia, dia rere dia, any rere any, fins arribar a transformar uns vessants abruptes, erms i pedregosos en camps aptes per l'agricultura.

El clima és de tipus mediterrani de transició al continental: hiverns no gaire rigorosos, humits i llargs, i estius calorosos i secs. La pluviositat mitjana se situa entre els 400 i els 450 litres per m². L'altitud màxima és de 560 m i la mínima de 200 m, i la formació geològica ha estat per la sedimentació i la carbonatació de materials calcaris durant l'era Catiània. Finalitzats els moviments tectònics que van originar l'alineació actual de la costa catalana a l'inici del Miocè, van començar els processos erosius que van crear les valls i clotades que han configurat la morfologia actual. Els

materials sedimentaris de la zona estan constituïts per calcàries, conglomerats, lutites, gresos i guixos. Les roques calcàries són les que s'utilitzen en les construccions de pedra seca, tant per la seva resistència com per les seves característiques morfològiques.

El relleu més important és la Serra de la Fatarella que, amb unes alçades màximes de 551,7 m a la Punta de l'Home i de 564,9 m a les Paumeres, representa el límit orogràfic entre la Terra Alta i la Ribera d'Ebre.

El perfil d'aquesta serra mostra que tot el terme té un pendent suaument inclinat cap al nord-oest, mentre que cap a la Ribera d'Ebre i cap a la zona de les Camposines els vessants són molt més pronunciats.

DESCRIPCIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

La Terra Alta, com el seu nom ens indica és un altiplà amb més o menys relleu, l'àrea que estem començant a estudiar és troba a la Serra de la Fatarella, d'una banda hem estudiat la part de la Serra cap a l'Ebre amb fortes pendents i d'altra, la zona de l'esquerra amb uns pendents més suaus. Hem escollit aquesta zona pels forts contrastos en poc espai.



Figura 4 - Situació zona d'estudi al terme de la Fatarella.

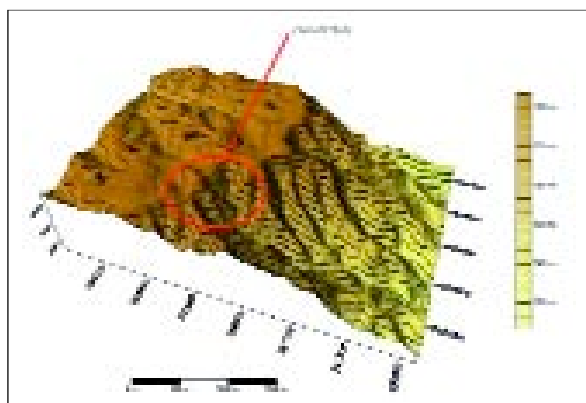


Figura 5 - Model digital de terreny situant l'àrea d'estudi.



Fotografia 3 - Exemple marjades banda de l'Ebre.



Fotografia 1 - Exemple marjades banda de l'Ebre.



Fotografia 4 - Exemple marjades banda oest.



Fotografia 2 - Exemple marjades banda de l'Ebre.

L'àrea de treball té una superfície de 114 ha aproximadament, de les quals, 54 es troben en la vessant de l'Ebre, on els pendents són molt pronunciats i les 60 restants a la vessant de l'oest de la Terra Alta.

A la zona de la Serra que delimita amb la Ribera d'Ebre, on totes les escorrenties o barranquets

arriben a l'Ebre trobem unes marjades amb pendents més forts i per tant més erosió allà on han començat a caure els marges.

A la part de l'oest on les finques són més planes, tot i que totes estan marjades hem detectat que encara es cultiven i per tant els marges també estan en més bon estat i no hi ha tanta erosió.

Podem deduir que evidentment la part en més pendent és la que té els marges en més mal estat, pel fet de que s'ha deixat de treballar. A la part treballada, els marges, més petits estan en bon estat, i en aquest moment s'hi troben cultius de secà, amb oliveres, vinya, fruits secs i algun bancal de cereals.

Les terres en pendent són difícils de cultivar ja que estan sotmeses a una gran erosió a causa de les aigües, a vegades torrencials, molt freqüents en el nostre clima; a més la ràpida escorrentia dificulta l'assaonament del sòl. Per aquesta raó s'aixecaven les parets de pedra perpendiculars al pendent que creaven unes terrasses anivellades, perfectament aptes per treballar.



Fotografia 5 - Exemple d'abandonament.



Fotografia 6 - Obres de restauració.

El que hem pogut observar en la finca que hem estudiat més profundament i en la que estem duent a terme treballs de restauració, de marjades i d'elements en pedra en sec és que els marges que cauen són els que estan més a prop de la barrancada, per raons evidents, l'aigua hi circula amb més fúria i se'ls endú, si aquests marges no es refan, la terra que aguanten s'escola, i es produeix una mica l'efecte domino. Si la terra s'abandona i el pagès no refà els marges van caient.

Aquesta foto dels Canyerets és l'exemple (Fotografia 5), aquesta imatge és a dalt de tot, a la part superior de la divisió del vessant de la serra de la Fatarella, des de la cresta cap a l'Ebre s'ha produït un procés reiteratiu d'abandonament que ha provocat que poc a poc els marges anessin desapareixent. Per començar la restauració i que aquesta fos a llarg termini, el primer fou refer el marge que marquem per tal de que aguantés la terra i el conjunt no tingués tanta pressió.

METODOLOGIA

El que hem fet des de la Fundació per presentar en aquest projecte que estudia les terrasses i els riscos naturals, ha estat buscar l'àrea que creiem més adequada, per això hem agafat zones marjades, on trobem fortes pendents i de pendents més suaus.

Amb la cartografia de la zona escollida hem recorregut el territori i hem marcat als mapes el que hem anat veient. Llavors, més que parlar de metodologia parlarem d'un primer inventari del terreny: si són àrees marjades, estat de conservació, tipus de cultius i si estan o no en producció.

El primer mapa que mostrem és la cartografia bàsica de la zona escollida amb l'ortofotomapa de fons. La zona que hem escollit té un 13% de terreny no aterrat, la resta el configuren marges de pedra seca. On hem delimitat amb una línia de color carabassa l'àrea d'estudi. En aquest mapa ja es veu sense haver fet cap més estudi en profunditat l'àrea més conreada i la que ja fa més temps que està abandonada.

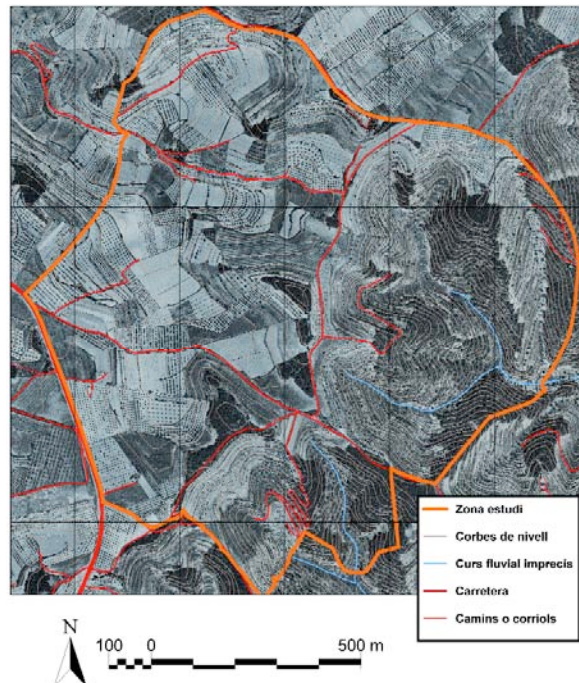


Figura 6 - Zona d'estudi.

Però un cop fet el treball de camp, vam introduir les dades obtingudes al Sistema d'Informació Geogràfica MIRAMON, vam poder anar aportant noves conclusions sobre l'estat actual del terreny i s'han preparat tres mapes per poder fer l'estudi de la zona:

Els marges que es troben en més bon estat de conservació són els situats a les zones amb menys pendent. La zona on els marges han sofert més erosió és on hi ha marcat un curs fluvial imprecís, lo qual vol dir que quan fa forts aiguats es forma un rierol que s'emporta les marjades, mentre aquestes es van treballar els marges s'anaven mantenint.

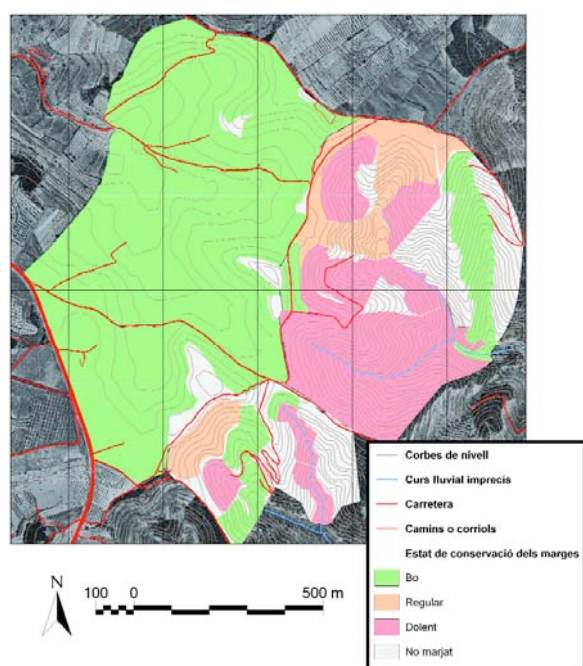


Figura 7 - Estat de conservació dels marges.

En quant al tipus de conreus, s'observa que el 100% són conreus de secà, amb un gran predomini de la fruita seca, que ocupa quasi 60 ha de la zona estudi, superfície que augmentaria si hi afegíssim les combinacions de la fruita seca amb olivers o amb vinya, tal com s'indica en el mapa. Altres monocultius que apareixen en menor mesura són els olivers, el cereal, la vinya i els fruiters. Finalment, la zona boscosa ocupa unes 34 ha, quasi totes concentrades a la vessant amb més relleu. Podem comentar que en els propers anys la zona boscosa augmentarà ja que hi ha conreus que s'han abandonat recentment.

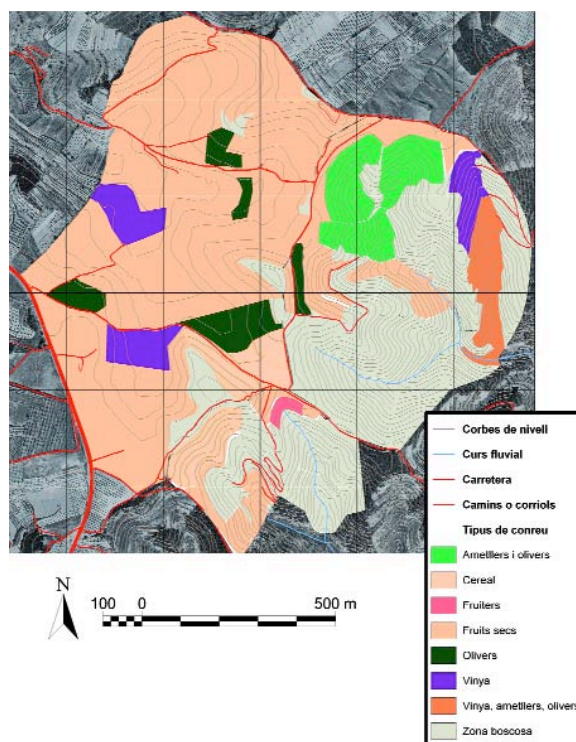


Figura 8 - Tipus de conreus.

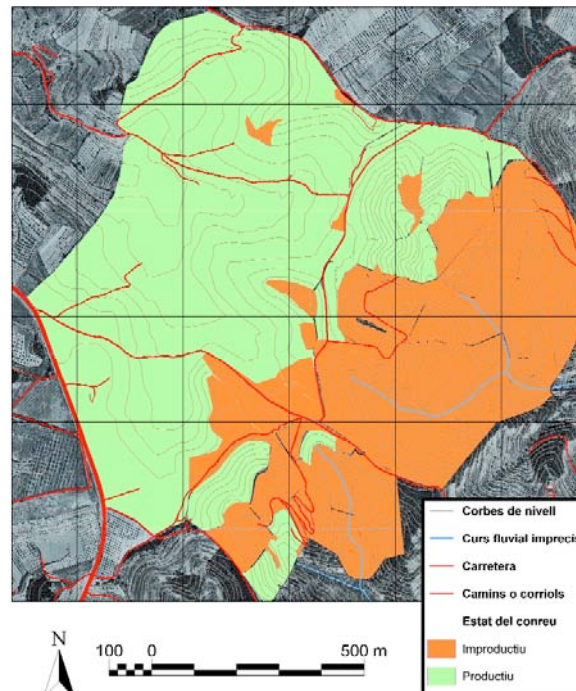


Figura 9 - Estat dels conreus.

En el mapa de l'estat de conreus s'indiquen quins es troben en estat productiu i quins resten abandonats. Al mapa s'observa clarament que la major part dels conreus productius es troben situats a la part amb pendents més suaus de la zona d'estudi i ocupen aproximadament unes 70 ha, mentre que els conreus improductius es troben a la vessant de l'Ebre on hi ha els pendents més pronunciats.

INTERPRETACIÓ I CONCLUSIONS

Sense fer un estudi aprofundit, podem constatar que les causes principals del deteriorament dels marges a la nostra zona són les següents:

Abandonament: L'abandonament de l'activitat agrícola incideix molt negativament en l'estat dels marges, essent-ne les causes més comunes:

- La falta de manteniment.
- L'enduriment de la terra, amb la qual cosa les aigües de la pluja s'escolen més de pressa i causen greus danys d'erosió.
- La mort d'alguns arbres o plantes que fixaven la terra. En deixar de fer aquesta funció, debiliten l'estabilitat dels bancals o feixes.
- La colonització de zones marjades per noves espècies herbàcies, arbustives o arbòries.

Causas atmosfèriques: Els abancalaments i les marjades conformen un sistema de regulació hídrica realment efectiu i que podem dir que funciona a la perfecció quan el ritme d'èpoques seques i èpoques plujoses és regular i equilibrat. Grans sequeres o grans avingudes d'aigua són els principals enemics de l'estabilitat dels marges. Les pluges torrencials són relativament freqüents i l'expressió «baixar les valls» fa referència al fet que el sistema de drenatge i de retenció d'aigües és insuficient i les aigües desborden per sobre els marges dels bancals i converteixen les vallades en veritables rius.

Incendis: Els incendis han afectat molt negativament l'estat dels marges i nosaltres ho hem constatat en el gran incendi que es va declarar l'any 1994 a Nonasp i que va afectar els termes de Nonasp, la Pobla de Massalua, Vilalba dels Arcs, la Fatarella i Riba-roja d'Ebre, amb

prop de 6.000 ha. Els terrenys abancalats a banda onats, on havia crescut la garriga, queden molt malmesos en cremar-se per dues raons principals:

- El mateix foc fa malbé les pedres.
- La terra, en quedar desproveïda de la protecció de les plantes, és molt vulnerable a l'erosió provocada per les aigües. Aquestes, en no trobar cap resistència, arrossegueu el sòl més lleuger i agafen més velocitat. Els terrenys cultivats, si no tenen cap cultiu herbaci, actuen de tallafocs amb la qual cosa no queden danyats, però en molts vorals a tocar de la garriga el foc arriba als arbres propers. Les oliveres, molt abundants a les nostres contrades i que tradicionalment es plantaven al damunt o a la mateixa cara del marge, queden greument malmeses quan es cremen.

Riscos humans: Encara que aquí sols hem de parlar dels riscos naturals, no volem deixar escapar l'oportunitat de parlar també dels riscos humans derivats de la mala gestió del patrimoni de la pedra seca, que ha portat a la seva destrucció, força perillosa en dos vessants:

- La construcció d'infraestructures públiques de gran impacte ambiental. A la nostra zona estan en projecte un grapat de parcs eòlics en què la implantació de molins en llocs estratègics fa que s'hagin d'obrir pistes de dimensions considerables que malmeten molts marges i d'altres construccions de pedra en sec. Els projectes de preservació de l'impacte ambiental no recullen ni la conservació ni la restauració d'aquestes construccions. Altres obres similars són les instal·lacions de recs o el pas de gasoductes.
- La demanda de pedra envellida per a la construcció de xalets i la poca rendibilitat de la terra ha portat algun pagès a vendre's els marges. L'absència de normativa de protecció d'aquest patrimoni paisatgístic en aquest sentit fa que en cap d'aquests dos casos no se'n pugui defensar la conservació.

Per acabar només volem comentar que la pèrdua dels marges porta també la destrucció de tots aquells elements que hi estan encabits, com sitis, escales, aixoplucs, cisternes i, en el nostre cas, fins i tot les cabanes de volta, que són part del marge.

Agraïments:

En primer lloc agrair al Departament de Medi Ambient i Natura del Consell de Mallorca, haver-nos deixat assistir a les reunions del projecte TERRISC, per poder estar informats d'un estudi que valorem com a molt interessant i en segon lloc agrair-los també el deixar-nos participar més activament aportant aquest article per la publicació d'aquest llibre.

En particular volem agrair la paciència i l'ajut a l'Antoni Reynés i al Philippe Alvaro, al Francesc Sanahuja per l'elaboració dels mapes i al Jordi Blay per les indicacions.

BIBLIOGRAFIA

Rebés d'Areny-Plandolit, X. (2003) *La pedra en sec a la Fatarella*, Fundació el Solà.

Colombo, F., Vilarrasa, A. i Franch, M. (2004) *La pedra de calar de la Fatarella, una aproximació a la geologia*. Fundació el Solà.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONES

CONCLUSIONS

CONCLUSÕES

CONCLUSIONS

Els espais marjats, per les característiques i l'extensió que tenen, s'han d'estudiar des d'un punt de vista multidisciplinar i considerant-ne els valors principals:

Agrari: malgrat que les condicions socioeconòmiques actuals afavoreixen l'abandonament dels conreus marginals i les produccions de menor rendibilitat, els espais marjats conserven gran part de l'interès agrícola, sobretot en indrets on es conreen productes regionals específics i de qualitat.

Constructiu: les marjades i els elements annexos conformen un important llegat constructiu, amb una varietat de tipologies i de funcions molt elevada, i amb elements singulars de gran valor artesanal, entre els quals s'inclouen edificis i construccions associades a les explotacions rurals, elements de captació i distribució d'aigua, xarxes viàries, etc.

Cultural i etnològic: la transformació del medi amb l'aplicació de tècniques tradicionals ha donat lloc a un conjunt de coneixements, pràctiques i tècniques de gran valor etnològic. Aquests elements constitueixen una part essencial de la identitat de moltes zones i una mostra de la diversitat cultural europea que s'ha de salvaguardar.

Paisatgístic: els espais que generen la combinació de factors naturals i humans adquireixen característiques úniques i irrepetibles, i, en alguns casos, gaudeixen ja de reconeixement i protecció per part de la societat.

Turístic: el potencial per a usos alternatius que tenen aquests espais pot constituir directament o indirectament una font de riquesa. La valoració dels aspectes ambientals, visuals, culturals i històrics té un paper important en el desenvolupament de propostes com el senderisme o el turisme cultural.

De reposició: el valor de les marjades es pot avaluar també en funció del cost que en termes actuals representaria la construcció dels murs i les estructures associades i de la limitació que per a possibles usos futurs suposa la degradació d'aquests elements.

Ambiental: la integració d'hàbitats naturals amb d'altres que ha creat l'home dona lloc a ambients d'elevada biodiversitat i permet la conservació d'espècies i comunitats vegetals variades i, de vegades, d'interès considerable.

Les implicacions medioambientals són especialment remarcables en matèria de regulació

hídrica i afecten els processos d'escolament superficial, infiltració de l'aigua i recàrrega d'aqüífers i erosió del sòl. L'escalonament dels costers mitjançant els marges contribueix a atenuar els problemes d'erosió hídrica associats a l'escassa coberta vegetal i orgànica que presenten els sòls agrícoles situats a zones amb pendent moderat o fort.

Les marjades de pedra en sec, a més de reduir o anul·lar el pendent, presenten en general una disposició de petites pedres rere el parament que facilita el drenatge. D'aquesta manera, es millora la capacitat d'infiltració del terreny i es redueix l'escolament superficial i les pèrdues de sòl propis dels costers agrícoles durant les precipitacions moderades.

Al mateix temps, els camps marjats s'han de considerar com un sistema en què els murs i les estructures hidràuliques estan interrelacionats per garantir l'estabilitat del conjunt.

Per altra part, s'ha de valorar l'efecte positiu dels marges i parats en la infiltració de l'aigua de pluja, principalment a les regions mediterrànies en què l'aigua és un bé escàs durant els prolongats períodes de sequera. Les marjades asseguren una gestió millor de l'aigua dels vessants, mentre que els parats ajuden a conservar la humitat del sòl i a millorar els estiatges, sobretot en absència de coberta vegetal.

Les esllavissades del terreny en forma de fluxos o colades de fang són l'origen de molts dels problemes d'àrees marjades situades en zones amb materials plàstics i impermeables, especialment en vessants còncaus i de fort pendent. Aquests fenòmens poden mobilitzar i desplaçar grans volums de terra i roques i arrasar marges i conreus, i, segons la velocitat de desplaçament, poden posar en perill vides humanes. En aquestes àrees, la presència d'elements de drenatge característics d'aquest tipus d'enginyeria popular afavoreixen l'escolament controlat i redueixen la infiltració de l'aigua en profunditat, amb la qual cosa s'evita la saturació hídrica dels materials, principal factor desencadenant d'aquests processos.

A conques de petites dimensions ocupades en gran part de la superfície, la influència dels marges sobre els processos d'infiltració té un efecte regulador sobre els cabals d'avinguda dels torrents en el cas de pluges moderades. Durant els episodis violents, es modera aquest efecte ja que el sistema està previst per evacuar ràpidament l'aigua. Al mateix temps, la remodelació del perfil dels

torrents mitjançant parats allarga el temps de crescuda, però difícilment pot reduir els cabals punta.

El paper de les terrasses durant els episodis de precipitacions torrencials requereix un estudi més ampli, amb un major nombre de casos i en diferents condicions de terreny i d'usos del sòl.

Els incendis forestals, afavorits per les condicions hídriques d'estiu, representen una de les majors amenaces per als camps marjats, especialment al sud d'Europa. L'abandonament de les marjades i la colonització vegetal posterior duen associats un augment de la massa combustible i el desenvolupament d'un estrat vegetal continu, primer arbustiu i després arbori. Aquest fet provoca un increment del risc, tant d'ignició com de propagació del foc.

Els incendis afecten greument l'estructura dels espais marjats: la combustió de les arrels i la caiguda dels arbres debiliten l'estabilitat dels murs, i durant un temps, el sòl desproveït de la vegetació és extremadament vulnerable a les precipitacions intenses. L'escolament i l'erosió es multipliquen a les àrees afectades i provoquen esbaldreges als marges i la degradació de les estructures associades. No obstant això, en aquestes condicions difícils, la funció antierosiva dels marges pot ser un element clau per conservar el sòl.

L'ús agrícola de les marjades configura àrees d'escassa vegetació i amb una marcada discontinuïtat horitzontal del combustible, sobretot durant l'època estival, fet que disminueix el risc d'incendi i redueix la propagació del foc. Aquest aspecte resulta especialment significatiu a l'hora d'establir perímetres de seguretat en el límit amb zones boscoses o de vegetació arbustiva molt inflamable i, sobretot, a les proximitats de zones habitades. Tot i que no és suficient per impedir que el foc avanci, en disminueix el risc de propagació i facilita les tasques d'extinció. Al mateix temps, el conreu d'àrees marjades properes a les zones habitades, on s'originen una part important dels incendis, redueix el risc d'ignició i l'expansió a zones forestals properes.

D'acord amb aquestes consideracions, i si tenim en compte la gran superfície marjada que hi ha a Europa, i la fragilitat d'aquestes estructures, garantir la conservació de la totalitat d'aquests espais comporta un cost econòmic considerable. En aquest context, és important identificar les zones de major interès sobre les quals s'han de prioritzar les actuacions de manteniment

i recuperació, intervencions que han de ser, en tot cas, compatibles amb els valors ambientals, culturals i paisatgístics.

La cartografia i la caracterització de les marjades i les estructures associades constitueix una primera etapa per establir plans de gestió. És especialment útil recollir dades sobre l'estat de conservació dels murs, l'ús agrícola, l'ocupació del sòl, així com analitzar les qualitats ambientals, paisatgístiques i constructives, d'acord amb la realitat cultural i socioeconòmica de cada regió.

Per altra part, i si tenim en compte el paper tan important que pot exercir la presència i els usos de les marjades en la prevenció dels riscos naturals, les accions de planificació i gestió han d'anar acompanyades de la cartografia de les àrees de risc de moviments de vessant, inundació, incendis forestals i erosió, sense deixar de banda les característiques del sistema. L'estudi hidrogeomorfològic dels vessants marjats mitjançant la monitorització i la modelització de les estructures de pedra en sec i les conques hidrogràfiques pot ser de gran utilitat per elaborar els mapes de risc i corregir les possibles disfuncions. D'aquesta manera, comprendre el funcionament dels elements tradicionals de drenatge esdevé un factor clau a l'hora d'adoptar mesures que garanteixin l'estabilitat de tot el sistema.

La recuperació de les marjades abandonades suposa una alteració de les propietats físiques del terreny i de l'equilibri medioambiental i, per tant, necessita una avaluació prèvia dels impactes. En el cas d'àrees amb terrenys inestables, s'hauria de valorar la possibilitat d'aquests moviments i establir plans especials de recuperació o, fins i tot, retornar a la situació inicial i prescindir del marjament en terrenys d'alt risc.

El manteniment d'una activitat agrícola i/o ramadera constitueix la millor garantia per salvaguardar aquests paisatges antròpics. Al mateix temps, la concentració dels esforços de rehabilitació paisatgística i agrària de les marjades situades a indrets d'alt risc d'incendi i a espais propers a àrees habitades, pot –i ha de ser– de gran utilitat com a eina de prevenció.

La perennització d'aquestes accions requereix iniciatives de dinamització i renovació de les explotacions agrícoles mitjançant el cultiu i la promoció de productes que reivindicuin la qualitat i la singularitat regional (denominació d'origen, agricultura ecològica, etc.). Malgrat això, qualsevol intervenció s'hauria de realitzar



amb criteris de sostenibilitat i, per tant, utilitzant pràctiques agrícoles i ramaderes respectuoses amb el medi i la biodiversitat. Aquestes pràctiques haurien de minimitzar els processos erosius i contribuir a la regulació del cicle hidrològic.

L'agricultura sobre marjades, per l'extensió i la multifuncionalitat que tenen, no es pot considerar un problema marginal i s'ha d'integrar en les polítiques agràries europees i estatals.

El foment del turisme cultural, esportiu i de natura, amb la creació d'itineraris que aprofiten el valor paisatgístic, històric i etnològic dels espais marjats, pot suposar una font d'ingressos alternativa que compensi la inversió necessària per mantenir-los.

La conservació del valor patrimonial dels indrets amb parets de pedra en sec requereix utilitzar les tècniques constructives tradicionals i mantenir les construccions lligades a les explotacions (cabanes, pous, eres, etc.). La formació d'especialistes i el foment dels oficis lligats a aquestes tècniques poden actuar, a més, com a

dinamitzadors de les economies rurals.

La protecció d'aquests paisatges en l'àmbit legislatiu és una estratègia eficaç per preservar-los d'accions indiscriminades de transformació o de la pressió urbanística. Aquesta consideració adquireix una rellevància especial a les regions en què els murs de pedra en sec se substitueixen per talussos de terra, i en àrees periurbanes on la planificació urbanística hauria d'incloure els conjunts d'interès en les noves àrees urbanitzables, a través de la reconversió en àrees d'oci o en tot cas en la integració a la trama urbana.

El consens necessari entre propietaris, l'Administració local i la regional ha d'anar acompanyat de la implicació dels altres actors socials. Les accions de sensibilització i formació dutes a terme per les diferents administracions tenen un paper ben important a l'hora de justificar les accions de preservació dels espais marjats, tant pel que fa a la funció que exerceixen en la prevenció dels riscos naturals com per defensar la diversificació ambiental del territori.

CONCLUSIONES

Los espacios abancalados, por sus características y la extensión que ocupan, deben ser estudiados desde un punto de vista multidisciplinar y atendiendo a sus principales valores:

Agrario: a pesar de las actuales condiciones socioeconómicas que favorecen el abandono de las zonas cultivos marginales y las producciones de menor rentabilidad, los espacios abancalados conservan una parte de su interés agrícola, sobretodo en enclaves donde se cultivan productos regionales específicos y de calidad

Constructivo: las terrazas y las construcciones asociadas constituyen un importante legado constructivo, con una elevada variedad de tipologías y de funciones, y con elementos singulares de gran valor artesanal, en el que se combinan edificios y construcciones asociadas a las explotaciones rurales, elementos de captación y distribución de agua, vías de comunicación, etc.

Cultural y etnológico: la transformación del medio con la aplicación de técnicas tradicionales ha originado a un conjunto de conocimientos, prácticas y técnicas de gran valor etnológico. Estas aportaciones forman parte de la identidad de muchas regiones y suponen una muestra de la diversidad cultural europea que debe ser salvaguardada.

Paisajístico: los espacios generados por la combinación de factores naturales y humanos adquieren un carácter singular, que les vale, en algunos casos, de reconocimiento y protección por parte de la sociedad.

Turístico: el potencial para usos alternativos que guardan estos espacios puede constituir directamente o indirectamente una fuente de riqueza. La valorización de los aspectos ambientales, paisajísticos, culturales y históricos juega ya un importante papel en el desarrollo de propuestas como el senderismo o el turismo cultural.

De reposición: el valor de los bancales puede ser evaluado también en función del coste que en términos actuales representaría la construcción de estos muros y las estructuras asociadas y de la limitación para posibles usos futuros que supone su degradación.

Ambiental: la integración de medios naturales con otros creados por el hombre enriquece la biodiversidad y permite la conservación de especies y comunidades vegetales variadas y a veces de considerable interés.

Las implicaciones medioambientales son especialmente significativas en materia de

regulación hídrica, incidiendo en los procesos de escorrentía superficial, infiltración del agua, recarga de los acuíferos y erosión del suelo. El escalonamiento de la ladera mediante terrazas contribuye a atenuar los problemas de erosión hídrica asociados a la escasa densidad de la cubierta vegetal y orgánica que presentan los suelos agrícolas situados en pendiente moderada o fuerte.

Los bancales de piedra en seco, además de reducir o anular la pendiente, presentan en general una disposición de pequeñas piedras detrás del paramento que favorece el drenaje. De esta manera, aumentan la capacidad de infiltración del terreno y reducen la escorrentía superficial y las pérdidas de suelo propias de las laderas agrícolas durante precipitaciones moderadas.

Al mismo tiempo cabe considerar los campos abancalados como un sistema en el que todos los muros y obras hidráulicas están interrelacionados con el fin de garantizar a la estabilidad del conjunto.

Por otro lado, debe remarcar el efecto positivo de bancales y de los muros perpendiculares al tálveg en la infiltración del agua de lluvia, principalmente en las regiones mediterráneas donde el agua es un bien escaso durante los períodos de sequía prolongados. Las terrazas aseguran una gestión más eficaz del agua en las vertientes, mientras que las albarradas ayudan a conservar la humedad del suelo y mejorar los estiajes, sobre todo en ausencia de cubierta vegetal.

Los deslizamientos del terreno en forma de flujos o coladas de barro son el origen de muchos de los problemas en áreas aterradas situadas en zonas con materiales blandos e impermeables, especialmente en vertientes cóncavas y de fuerte pendiente. Estos fenómenos pueden desplazar grandes volúmenes de tierra y de rocas, arrasar bancales y cultivos, y, dependiendo de la velocidad de desplazamiento, incluso poner en peligro vidas humanas. En estas áreas, la presencia de elementos de drenaje característicos de este tipo de ingeniería popular favorece la escorrentía superficial controlada y reduce la infiltración del agua en profundidad, evitando así la saturación hídrica de los materiales, principal factor desencadenante de estos procesos.

En cuencas de pequeñas dimensiones ocupadas en gran parte por terrazas, la influencia del bancal sobre los procesos de infiltración tiene un efecto regulador sobre los caudales de avenida de los torrentes en caso de lluvias moderadas. Durante episodios violentos, este efecto se mode-

ra ya que el sistema previsto para evacuar rápidamente el agua. Al mismo tiempo, la remodelación del perfil del torrente en secciones planas mediante albarradas alarga el tiempo de crecida, pero difícilmente puede reducir los caudales punta.

El papel de las terrazas durante los episodios de precipitaciones torrenciales debe ser estudiado más ampliamente, considerando un mayor número de casos y en diferentes condiciones de terreno y uso del suelo.

Los incendios forestales, favorecidos por las condiciones hídricas estivales, representan una de las mayores amenazas para los campos abancalados, especialmente en el sur de Europa. El abandono de los espacios aterrizados y la posterior colonización vegetal conlleva un aumento de la masa combustible y el desarrollo de un estrato vegetal continuo, primero arbustivo y luego arbóreo. Esto provoca un incremento del riesgo, tanto de ignición como de propagación del fuego.

Los incendios afectan gravemente la estructura de las terrazas; la combustión de las raíces y la caída de árboles debilitan la estabilidad de los muros, y durante un tiempo el suelo desprovisto de vegetación es extremadamente vulnerable a las precipitaciones intensas. Escorrentía y erosión se multiplican en las áreas quemadas provocando derrumbes en los muros y la degradación de estructuras asociadas. No obstante, en estas condiciones especialmente difíciles, la función antierosiva del bancal puede ser clave para la preservación del suelo.

El uso agrícola de las terrazas configura áreas con escasa vegetación y con una marcada discontinuidad horizontal del combustible, sobre todo durante la época estival, hecho que disminuye el riesgo de incendio y ayuda a reducir la propagación del fuego. Este aspecto resulta especialmente significativo a la hora de establecer perímetros de seguridad en el límite con zonas boscosas o de vegetación arbustiva altamente inflamable, y sobre todo en las proximidades de zonas habitadas. Aunque no sea siempre suficiente para impedir el avance del fuego, disminuye el riesgo de propagación y facilita las labores de extinción. De igual modo, el cultivo de las áreas aterrizadas cercanas a las zonas habitadas, donde se originan gran parte de los incendios, reduce el riesgo de ignición y la expansión hacia zonas boscosas cercanas.

De acuerdo con estas consideraciones y atendiendo a la gran superficie abancalada existente en Europa y la fragilidad de estas estructuras, garantizar la conservación de la totalidad de

estos espacios conlleva un coste económico considerable. En este contexto es importante identificar las zonas de mayor interés sobre las cuales deben priorizarse las actuaciones de mantenimiento y recuperación, teniendo en cuenta sus valores ambientales, culturales y paisajísticos.


La cartografía y la caracterización de los bancales y estructuras asociadas constituyen una primera etapa para poder establecer planes de gestión. Resulta especialmente útil recoger datos sobre el estado de conservación de los muros y sus características constructivas, el uso agrícola, la ocupación del suelo así como analizar las cualidades ambientales, paisajísticas y constructivas de acuerdo con la realidad cultural y socio-económica de cada región.

Por otra parte, y atendiendo al importante papel que puede ejercer la presencia y el uso de las terrazas en la prevención de riesgos naturales, las acciones de planificación y gestión de estos conjuntos deben ir acompañadas de la cartografía de áreas de riesgo de movimientos de vertiente, inundación, incendios forestales y erosión, teniendo en cuenta las características del sistema. El estudio hidrogeomorfológico de las vertientes abancaladas, a través de la monitorización y modelización de las estructuras de piedra en seco y de las cuencas hidrográficas, puede ser útil para elaborar los mapas de riesgo y corregir posibles disfunciones. Comprender el funcionamiento de los elementos tradicionales de drenaje es por tanto un factor clave en la adopción de medidas que garanticen la estabilidad de todo el sistema.

La recuperación de terrazas abandonadas supone una alteración de las propiedades físicas del terreno y del equilibrio ambiental, y por tanto precisa de una evaluación previa de los impactos. En el caso de áreas con terrenos inestables, se debería valorar la susceptibilidad de estos movimientos, estableciendo planes especiales de recuperación, o incluso renunciando al abancalamiento en terrenos de alto riesgo y previendo un retorno a la situación inicial.

El mantenimiento de una actividad agrícola y/o ganadera constituye la mejor garantía para la salvaguarda de estos paisajes antrópicos. Al mismo tiempo la concentración de los esfuerzos de rehabilitación paisajística y agraria de los bancales en zonas con elevado riesgo de incendio y en espacios limítrofes con áreas habitadas puede, y debe ser utilizada como herramienta de prevención.

La perenización de estas acciones requiere iniciativas de dinamización y de renova-



ción de las explotaciones agrícolas mediante el cultivo y promoción de productos que reivindiquen calidad y singularidad regional (denominación de origen, agricultura ecológica, etc.). Cualquier intervención debería sin embargo realizarse con criterios de sostenibilidad y utilizar por tanto prácticas agrícolas y ganaderas respetuosas con el medioambiente y la biodiversidad, que minimicen los procesos erosivos y contribuyan a la regulación de ciclo hidrológico.

La agricultura en terrazas, por su extensión y multifuncionalidad, no puede ser considerada un problema marginal y ha de ser integrada en las políticas agrarias europeas y estatales.

Por otra parte el fomento del turismo cultural, deportivo y de naturaleza, aprovechando el valor paisajístico, histórico y cultural de los espacios abancalados, puede suponer una fuente de ingresos alternativa que compense la inversión necesaria para su mantenimiento.

La conservación de su valor patrimonial requiere el uso de técnicas constructivas tradicionales y el mantenimiento de las construcciones ligadas a la explotación tradicional (cabañas, pozos, eras, etc.). La formación de especialistas y el apoyo a los oficios ligados a esas técnicas pue-

den además ayudar a dinamizar las economías rurales.

La protección de estos paisajes a nivel legislativo es una estrategia eficaz para preservarlos de acciones que puedan transformarlos o de la presión urbanística. Estas consideraciones adquieren especial relevancia en las regiones donde los muros de piedra en seco son sustituidos por taludes de tierra, o en áreas periurbanas, donde la planificación urbanística debería contemplar la reconversión de los conjuntos de interés en zonas de ocio en las nuevas áreas urbanizables o en todo caso su integración en la trama urbana.

El necesario consenso entre propietarios, administración local y regional debe ir acompañado de la implicación de los demás actores sociales. Las acciones de sensibilización y formación de la población llevadas a cabo por las diferentes administraciones concernidas tienen un papel importante para justificar las acciones a favor de la preservación de los espacios abancalados, tanto por la función que ejercen en la prevención de riesgos naturales como para defender la diversidad ambiental de los territorios.

CONCLUSIONS

Les espaces en terrasses, par leurs caractères et leur étendue, doivent être abordés selon une approche pluridisciplinaire, en considérant différents aspects :

Agraire : malgré les conditions socio-économiques actuelles qui poussent à l'abandon des zones de culture marginales et les productions de faible rentabilité, les espaces en terrasses conservent une part de leur intérêt agricole, notamment là où sont cultivés des produits régionaux spécifiques et de qualité.

Architectural : les terrasses et les constructions qui leur sont associées, constituent un important patrimoine bâti, varié en termes de typologies et de fonctions. Ce patrimoine est riche d'éléments singuliers témoignant d'un savoir-faire artisanal très développé, où se combinent les bâtiments d'habitation et d'exploitation agricole, les aménagements de versants, les ouvrages de captation et de distribution des eaux, les voies de circulation, *etc.*

Culturel et ethnologique : la transformation du milieu à l'aide de techniques traditionnelles a permis l'acquisition d'un ensemble de connaissances, pratiques et techniques, de grande valeur ethnologique. Ces apports, composants essentiels de l'identité de beaucoup de régions, participent à la diversité culturelle européenne et doivent être sauvegardés.

Paysager : les espaces en terrasses, qui ont été façonnés dans un milieu naturel contraignant (relief et climat) et sous l'effet d'une pression démographique forte, offrent un caractère singulier, qui leur vaut, dans certains cas, reconnaissance et protection de la part de la société.

Touristique : l'attraction touristique exercée par les espaces en terrasses favorise des utilisations alternatives qui participent, directement ou indirectement, à la dynamisation économique. La valorisation des aspects écologiques, paysagers, culturels et historiques joue déjà un rôle important dans le développement du tourisme culturel ou de randonnée pédestre.

Financier : la valeur des terrasses peut être évaluée au regard du coût que représenterait aujourd'hui la construction des murs et des structures associées, et du risque que fait peser leur dégradation sur de possibles utilisations futures.

Environnemental : la juxtaposition de milieux naturels et anthropisés enrichit la biodiversité. Elle permet la conservation d'espèces et

de communautés végétales variées et parfois de grand intérêt.

Les implications environnementales sont particulièrement évidentes en matière de régulation hydrique, tant pour le ruissellement superficiel, que pour l'infiltration des eaux, la recharge des aquifères, ou l'érosion mécanique du sol. L'aménagement des versants en terrasses contribue à atténuer les problèmes d'érosion hydrique liés à la faible densité de la couverture végétale des sols agricoles sur pente modérée à forte.

La construction de terrasses en pierre sèche a non seulement pour effet de réduire ou d'annuler localement la pente, mais aussi, lorsque de petites pierres sont accumulées derrière le parement, de favoriser l'évacuation des eaux lors des précipitations les plus violentes. En limitant la taille des parcelles dans le sens de la pente et en améliorant la gestion des eaux, ces aménagements réduisent à la fois le ruissellement superficiel et les pertes de terre, même sous des précipitations intenses.

Dans cette perspective de lutter contre l'action érosive des eaux, les terrains en terrasses ont été aménagés en systèmes où tous les murs et ouvrages hydrauliques sont interdépendants, afin de garantir la stabilité de l'ensemble.

Il faut souligner l'effet positif des terrasses et des ouvrages barrant les thalwegs (*tancats*) sur l'infiltration des eaux de pluie, surtout dans des régions méditerranéennes où l'eau est un bien rare lors des périodes de sécheresse prolongées. Les terrasses assurent une gestion la plus efficace possible de l'eau sur les versants, alors que les *tancats* améliorent légèrement les étiages, surtout en l'absence de couverture végétale sur les dépôts.

Les glissements de terrain, sous forme de coulées boueuses ou de solifluxion généralisée, sont à l'origine de nombreux problèmes en zones de matériaux susceptibles de devenir plastiques et reposant sur un substrat imperméable, surtout sur les versants concaves et en pente forte. Ces phénomènes peuvent déplacer de grands volumes de terre et de roches, détruire terrasses et cultures, et selon la vitesse de progression, présenter même un danger pour les personnes. Dans ces milieux, la présence d'aménagements hydrauliques traditionnels favorise l'évacuation de l'eau et réduit l'infiltration des eaux en profondeur en période de très fortes pluies, ce qui retarde la saturation en



eau des matériaux, le principal facteur de déclenchement de ces processus.

Dans les petits bassins versants occupés en grande partie par des terrasses, l'influence de ces aménagements sur l'infiltration des eaux a un effet régulateur des débits dans le cas de pluies modérées. Cet effet s'estompe lors des pluies violentes, les aménagements étant alors prévus pour évacuer rapidement les eaux en surplus. Par ailleurs, le remodelage du profil en long du ruisseau en une succession de sections planes allonge les montées de crue, mais il n'est pas en mesure de réduire les débits de pointe.

Le rôle des terrasses pendant les pluies torrentielles devra être étudié plus finement, en considérant un plus grand nombre de cas embrassant des conditions très différentes pour la lithologie, le relief, les conditions climatiques ou l'utilisation du sol.

Les feux de forêts, favorisés par les conditions hydriques estivales, constituent actuellement l'un des risques majeurs sur les terrains où les terrasses ont été abandonnées, en particulier au sud de l'Europe. La déprise agricole a été suivie par la recolonisation des terres par une végétation arbustive ou arborée dense, avec pour conséquences une augmentation de la masse de combustible par unité de surface et le développement de vastes espaces forestiers continus. Cette évolution a provoqué un accroissement du risque, tant pour le déclenchement que pour la propagation du feu.

Les incendies affectent gravement la structure des terrasses : la combustion des racines et la chute des arbres affaiblissent la stabilité des murs. De plus, les sols mis à nu deviennent pour un temps extrêmement sensibles aux précipitations intenses. Le ruissellement prend de l'ampleur sur les versants, si bien que les phénomènes d'érosion peuvent localement provoquer l'effondrement des murs et la dégradation des structures associées. Toutefois, dans ces conditions particulièrement difficiles, la fonction anti-érosive des murs joue un rôle important pour la conservation des sols.

Dans les territoires voués à une agriculture en terrasses, le couvert végétal possède une faible densité (dans les secteurs cultivés, comme sur les terres pâturées) et les espaces forestiers sont peu étendus et sans continuité les uns avec les autres. De ce fait, les risques d'incendie sont considérablement diminués : les départs de feu sont peu nombreux et la lutte contre les foyers se

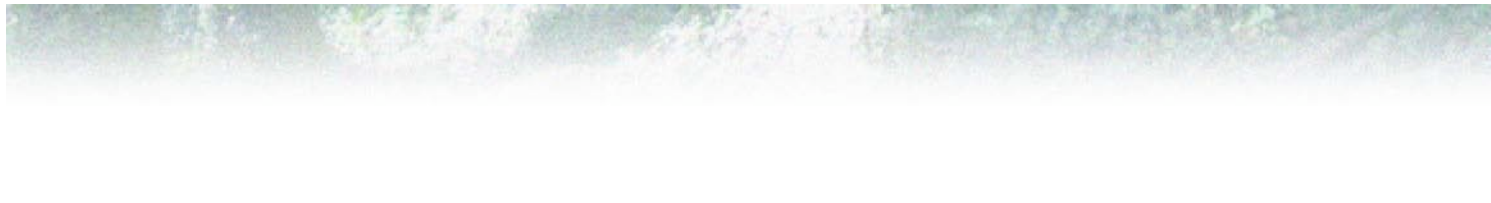
trouve facilitée. Ce rôle positif des terrasses cultivées doit être pris en compte au moment de tracer les périmètres de protection des zones de bois ou de végétation arbustive inflammable, et tout particulièrement au contact des secteurs habités. Le maintien en culture des terrasses limitrophes des zones habitées, réduit le risque de déclenchement et de propagation du feu dans ces espaces particulièrement exposés.

En contrepartie de ces considérations, il faut tenir compte de l'étendue couverte en Europe par les espaces en terrasses et de la fragilité de ces aménagements et de leur état de conservation. La réhabilitation et la conservation de la totalité de ces espaces exigeraient des investissements considérables. Il est donc important d'identifier les actions d'entretien et de récupération réalisables, en tenant compte des enjeux environnemental, culturel et paysager.

La caractérisation et la cartographie des terrasses et des structures associées constituent une première étape en vue d'établir des plans de gestion. Il est particulièrement utile de recueillir les données sur l'état de conservation des murs et sur l'occupation du sol, ainsi que d'analyser les qualités environnementales, paysagères et architecturales des aménagements, en accord avec la réalité culturelle et socio-économique de chaque région.

En raison du rôle joué par la présence et l'utilisation des terrasses dans la prévention des risques naturels, les actions de planification et de gestion doivent être accompagnées d'une cartographie, présentant les caractères du milieu, des zones soumises à des risques de mouvement de versant, d'inondation, d'incendie ou d'érosion hydrique. L'étude hydro-géomorphologique des versants terrassés, reposant sur une instrumentation de champs en terrasses et de bassins versants, ainsi que sur une approche par modélisation, peut être très utile pour élaborer les cartes des risques et corriger les possibles dysfonctionnements. Comprendre le rôle des éléments traditionnels de drainage est donc une condition préalable à la définition de mesures qui puissent garantir la stabilité de tout le système.

La récupération des terrasses abandonnées peut appeler des interventions lourdes pouvant modifier certains caractères physiques des versants. Elle nécessite donc une étude d'impact. Dans le cas de terrains instables, il convient d'évaluer la possibilité de mouvements et d'établir des plans de récupération en conséquence,



voire même de renoncer au terrassement et de prévoir un retour à la situation initiale.

Le maintien d'une activité agricole ou d'élevage constitue la meilleure garantie pour sauvegarder ces paysages anthropiques. La concentration des efforts de réhabilitation paysagère et agraire dans les zones à risque élevé d'incendie situées à proximité des zones habitées est un outil de prévention efficace contre ce fléau.

La pérennisation de ces actions exige la dynamisation et la rénovation des exploitations agricoles, en s'appuyant sur des produits attractifs par leur grande qualité et leur spécificité régionale (appellation d'origine contrôlée, agriculture biologique, *etc.*). Toute intervention devrait en outre se placer dans une perspective de durabilité, et donc faire appel à des pratiques agricoles respectueuses du milieu et de la biodiversité. Ces pratiques chercheraient notamment à limiter les phénomènes d'érosion et à maîtriser le cycle de l'eau.

En raison de l'extension et de la multifonctionnalité de l'agriculture en terrasses, celle-ci ne peut pas être traitée comme un problème marginal et doit être intégrée dans la politique agricole européenne et dans les politiques nationales.

L'encouragement du tourisme culturel, sportif et nature, par la création et la promotion d'itinéraires exploitant les valeurs paysagères, historiques et ethnologiques des secteurs en terrasses, peut créer une source de revenus alternative compensant les investissements nécessaires à

l'entretien des aménagements.

La conservation de la valeur patrimoniale du bâti en pierre sèche impose d'utiliser des techniques de construction traditionnelles et de préserver les aménagements annexes (cabanes, puits, aires de battages, *etc.*). La formation de spécialistes et le soutien apporté aux métiers liés à ces techniques peuvent participer à dynamiser les économies rurales.

La voie législative est une stratégie efficace pour préserver les paysages de terrasses de réaménagements pouvant les dénaturer ou, plus grave encore, de la pression immobilière. Cette option est particulièrement utile dans les régions où les terrasses de culture sont bordées par des talus de terre, ou dans les zones périurbaines, pour lesquelles les plans d'aménagement municipaux devraient prévoir la reconversion des ensembles remarquables en espaces de loisirs dans les nouvelles zones urbanisables, ou en tout cas leur intégration dans le tissu urbain.

Les relations entre les propriétaires fonciers et les services administratifs, locaux et régionaux, doivent être enrichies de l'implication des autres acteurs sociaux. Dans ce cadre, les actions de sensibilisation et de formation des populations menées par toutes les administrations concernées ont un rôle important à jouer, pour justifier les actions en faveur de la préservation des terrasses, pour inciter à la prévention des risques naturels, ou pour défendre la diversité environnementale des territoires.

CONCLUSÕES

Pelas suas características e extensão, bem como devido aos seus principais valores, os espaços organizados em socalcos devem ser estudados sob uma perspectiva multidisciplinar que, entre outros aspectos, deve contemplar os seguintes:

Agrário: Apesar das actuais condições socioeconómicas, que favorecem o abandono das áreas cultivadas marginais e as produções de menor rentabilidade, os socalcos continuam a conservar parte do seu interesse agrícola, sobretudo nos retalhos onde ainda se cultivam produtos com a marca de qualidade e singularidade regional.

Construtivo: Os patamares e as estruturas a eles anexas constituem um importante legado construtivo, não só com uma elevada variedade de tipologias e funções, mas também com elementos de grande singularidade e valor artesanal, entre os quais se incluem edifícios e construções associadas às explorações rurais, elementos de captação, armazenamento e distribuição de água, redes viárias, etc.

Cultural e etnográfico: A transformação do meio, graças à aplicação de técnicas tradicionais, foi dando lugar a um conjunto de conhecimentos, práticas e técnicas de grande valor etnográfico. Estas contribuições fazem parte da identidade de muitas destas regiões e, ao mesmo tempo, são uma amostra da diversidade cultural europeia que deve ser salvaguardada.

Paisagístico: Os espaços gerados pela combinação de factores naturais e humanos adquirem um carácter único e irrepetível, que, em certos casos, gozam já de reconhecimento e protecção.

Turístico: O elevado potencial que estes espaços conservam para usos alternativos pode constituir, directa ou indirectamente, uma fonte de riqueza. A valorização dos seus aspectos ambientais, visuais, culturais e históricos desempenha já um importante papel no desenvolvimento de propostas concretas, tais como o pedestrianismo ou o turismo cultural.

De reposição: O valor dos patamares pode ser também avaliado em função do custo que, em valores actuais, representaria a construção não só dos muros que os suportam mas também das estruturas a eles associadas. Além destes, devem ser ainda considerados os custos decorrentes da limitação que a sua degradação representa para possíveis usos futuros.

Ambiental: A combinação de *habitats* naturais com outros criados pelo ser humano enriquece a biodiversidade e permite a conservação de espécies e comunidades, vegetais e animais, variadas e, às vezes, de considerável interesse.

As implicações ambientais são especialmente importantes em termos de regulação hídrica, na medida em que afectam os processos de escorrência, infiltração da água, recarga dos aquíferos e erosão do solo. Face à função de protecção do solo que o coberto vegetal desempenha, o escalonamento da vertente por meio de socalcos contribui para atenuar os problemas de erosão hídrica associados à escassez de cobertura vegetal e orgânica que muitos dos solos agrícolas, situados em áreas de declive moderado a forte, apresentam.

As características construtivas dos muros de pedra solta, além de permitirem reduzir ou anular o declive da vertente, facilitam a drenagem, através da colocação de pequenas pedras, dispostas regularmente por detrás do paramento. Esta técnica de armação da vertente contribui para aumentar a capacidade de infiltração dos tabuleiros e reduzir a escorrência e as perdas de solo próprias das ladeiras agrícolas durante episódios de precipitações moderadas.

Deste modo, importa considerar os socalcos como um todo harmonioso, um sistema, no qual todos os muros e obras hidráulicas estão interrelacionadas para garantir a estabilidade do conjunto.

Por outro lado, deve acentuar-se o efeito positivo dos patamares e dos parapeitos dos muros, bem como o dos travessões, perpendiculares aos talvegues, na infiltração da água da chuva, especialmente nas regiões mediterrâneas onde a água é um bem escasso, durante os períodos de seca prolongada. Os patamares asseguram uma gestão mais eficaz da água nas vertentes, enquanto que os travessões ajudam a conservar a humidade do solo e, por conseguinte, a reduzir o efeito das estiagens, sobretudo quando não existe cobertura vegetal.

Por sua vez, os deslizamentos, em forma de fluxos ou de escoadas lamacentas, estão na origem de muitos dos problemas existentes nas áreas de socalcos situadas em materiais brandos e impermeáveis, especialmente quando as vertentes são côncavas e com forte declive. Estes fenómenos podem mobilizar e deslocar grandes volumes de terra e rochas, arrasar patamares e culturas, e, dependendo da velocidade de deslocamento, pôr

em perigo vidas humanas. Nestas áreas, a presença de elementos de drenagem característicos deste tipo de engenharia popular favorece a esco-rência superficial controlada e reduz a infiltração da água em profundidade, evitando assim a saturação hídrica dos materiais, principal factor desencadeante destes processos.

No caso de chuvas moderadas, em bacias de pequenas dimensões ocupadas em grande parte com socalcos, a influência dos patamares sobre os processos de infiltração tem um efeito regulador no amortecimento dos caudais de ponta de cheia das ribeiras. Durante episódios violentos, este efeito atenua-se, uma vez que o sistema está previsto para evacuar rapidamente a água. Por outro lado, a remodelação do perfil longitudinal dessas ribeiras, com a introdução de secções aplanadas, aumenta o período de tempo em que decorre a cheia, mas dificilmente pode reduzir os caudais de ponta.

No entanto, o papel dos socalcos durante os episódios de precipitações torrenciais carece, ainda, de estudo mais amplo, tanto em relação a um maior número de casos, como a diferentes condições de terreno e uso do solo.

Por último, os incêndios florestais, favorecidos pelas condições hídricas estivais, representam uma das maiores ameaças para os campos em socalcos, especialmente no Sul da Europa. O abandono dos patamares e a sua posterior colonização vegetal contribui para o aumento da massa combustível e o desenvolvimento dum estrato vegetal contínuo, primeiro arbustivo e, depois, arbóreo, o que provoca um incremento do risco, tanto de ignição como de propagação das chamas.

Os incêndios afectam gravemente a estrutura dos socalcos; a combustão das raízes e a queda de árvores debilitam a estabilidade dos muros e, durante um tempo, o solo desprovido de vegetação fica extremamente vulnerável aos efeitos das precipitações intensas. Escorrência e erosão multiplicam-se nas áreas afectadas, provocando quedas de muros e a degradação de estruturas associadas. Não obstante, nestas condições especialmente difíceis, a função ‘anti-erosiva’ dos socalcos pode ser a chave para a preservação do solo.

Ora, o uso agrícola dos patamares determina áreas com escassa vegetação e com uma marcada descontinuidade horizontal do combustível, sobretudo durante o período estival, facto que diminui o risco de incêndio e ajuda a reduzir a

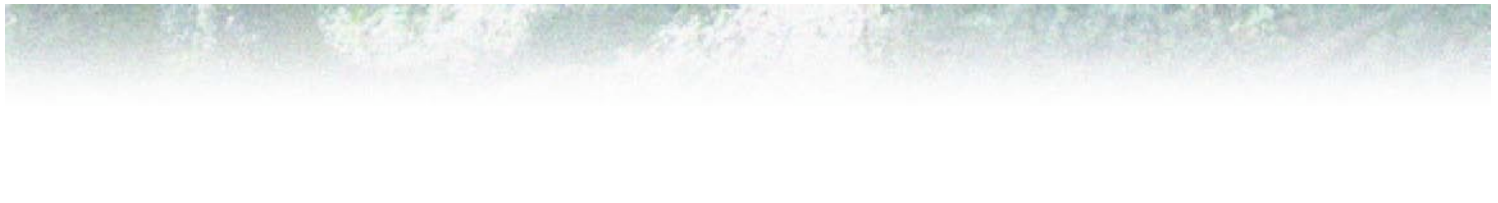
propagação das chamas. Este aspecto resulta especialmente significativo no momento em que é necessário estabelecer perímetros de segurança no limite de áreas arborizadas ou de vegetação arbustiva altamente inflamável e, sobretudo, nas proximidades de zonas habitadas. Ainda que a sua presença não seja sempre suficiente para impedir o avanço do incêndio, diminui o risco de propagação e facilita as operações de extinção.

De igual modo, o cultivo dos socalcos próximos das zonas habitadas reduz o risco de ignição –grande parte dos incêndios têm origem nas imediações das áreas habitadas– e, no caso deste se manifestar, também reduz o risco de propagação para as áreas arborizadas circundantes.

De acordo com estas considerações e atendendo à grande superfície com socalcos existente na Europa bem como à fragilidade destas estruturas, garantir a conservação da totalidade destes espaços pressupõe um elevado custo económico, o que é insustentável. Neste contexto, é importante identificar as áreas com maior interesse e nas quais se deve dar prioridade às acções de manutenção e recuperação. Estas intervenções têm de ser, necessariamente, compatíveis com os seus valores ambientais, culturais e paisagísticos.

A cartografia e a caracterização dos socalcos e das estruturas a eles associadas constituem uma primeira etapa para se poderem vir a estabelecer planos de gestão. A recolha de dados sobre o estado de conservação dos muros e das suas características construtivas, o uso agrícola e a ocupação do solo, assim como a análise das qualidades ambientais, paisagísticas, culturais e construtivas, de acordo com a realidade cultural e socio-económica de cada região, são fundamentais.

Por outro lado, atendendo ao importante papel que a existência e o uso dos socalcos pode ter na prevenção dos riscos naturais, as acções de planificação e gestão destes espaços devem ser acompanhadas não só de uma análise dos factores de risco, mas também de mapas com a indicação das diferentes áreas de risco: movimentos de vertente, inundações, incêndios florestais e erosão, tendo em conta as respectivas características e funcionamento. O estudo do comportamento hidrogeomorfológico das vertentes e das bacias com socalcos, através da monitorização e modelação tanto das estruturas de pedra solta como das bacias hidrográficas, pode ser de grande utilidade para a elaboração dos mapas de riscos e correcção das possíveis disfunções do siste-



ma. Compreender o funcionamento dos elementos tradicionais de drenagem é, portanto, um factor-chave na adopção de medidas que garantam a estabilidade de todo o sistema.

A recuperação de socacos abandonados supõe a alteração das propriedades físicas da vertente bem como do equilíbrio ambiental e, portanto, precisa de uma avaliação prévia dos impactes. No caso de áreas com terrenos instáveis, deve valorizar-se a susceptibilidade a estes movimentos, estabelecendo planos especiais de recuperação ou, então, nas áreas de elevado risco, renunciando à armação do terreno em patamares, prevendo o retorno à situação inicial.

A manutenção de uma actividade agrícola e/ou agropecuária constitui a melhor forma de garantir a salvaguarda destas paisagens antrópicas. Ao mesmo tempo, a concentração de esforços na reabilitação paisagística e agrária dos socacos, em áreas de elevado risco de incêndio e em espaços limítrofes das áreas habitadas, pode e deve ser utilizada como ferramenta de prevenção.

A continuidade destas acções requer iniciativas de dinamização e de renovação das explorações mediante o cultivo e promoção de produtos que exigem qualidade e singularidade regional (denominação de origem, agricultura ecológica, etc.). Com efeito, qualquer intervenção deveria ser organizada tendo por base critérios de sustentabilidade e, portanto, utilizar práticas agrícolas e de pastoreio respeitadoras do meio e da biodiversidade, que minimizem os processos erosivos e contribuam para a regulação do ciclo hidrológico.

Pela sua extensão e multifuncionalidade, a agricultura em socacos não pode ser considerada um problema marginal e tem de ser integrada nas políticas agrícolas europeias e estatais.

Por outro lado, o fomento do turismo

cultural, desportivo e da natureza, aproveitando o valor paisagístico, histórico e cultural dos espaços com socacos, pode constituir uma fonte alternativa de rendimento, compensadora do investimento necessário à sua manutenção. As paisagens de socacos podem ser facilmente integradas em itinerários culturais e didácticos.

A conservação do seu valor patrimonial requer o uso de técnicas construtivas tradicionais e a manutenção das construções ligadas à exploração tradicional (currais, palheiras, cabanas, poços, eiras, etc.). Além disso, a formação de especialistas e o fomento dos ofícios ligados a essas técnicas podem funcionar como dinamizadores das economias rurais.

A protecção destas paisagens por via legislativa é uma estratégia eficaz, sendo sobretudo válida para os preservar das acções indiscriminadas de transformação ou da pressão urbanística. Estas considerações adquirem especial relevância nas regiões onde os muros de pedra solta são substituídos por taludes de terra, bem como nas áreas periurbanas, onde o planeamento urbanístico deveria contemplar a reconversão dos conjuntos de interesse em zonas de lazer nas novas áreas urbanizáveis ou da sua integração na malha urbana.

O necessário consenso entre proprietários e administrações, locais e regionais, deve ser acompanhado de um envolvimento dos demais actores sociais. As acções de sensibilização e formação da população, levadas a efeito pelas diferentes administrações, têm um papel importante para justificar acções a favor da presença dos socacos, tanto pela função que exercem na prevenção dos riscos naturais como para defender a diversidade ambiental do território.



Consell de
Mallorca

Departament de
Medi Ambient