

EROSIÓ HÍDRICA A LA CONCA DE LA RAMBLA DE PUÇA (PETRER, ALACANT).

**PROCESSOS HIDROLÒGICS I EROSIUS INDUITS PER L'ANTROPITZACIÓ DEL
MEDI FÍSIC MEDITERRANI**



per Oriol Pérez Jiménez

Tutor: Damià Vericat

Octubre 2021.



**Màster Universitari en
Gestió d'Àrees de Muntanya**



ÍNDEX.

1. Introducció	6
2. Hipòtesi i objectius	8
3. Àrea d'estudi	10
4. Metodologia	26
5. Resultats	54
6. Discussió	128
7. Conclusions	135
8. Referències	140

Agraïments.

Agraisc als meus germans per l'ajuda amb l'experiència amb pluja simulada, va ser tota una experiència.

A Damià pel constant treball que ha realitzat per ajudar-me i recomanar-me en la millora del treball.

Als habitants rurals de casa, els pares, i veïns.

A María, per la visió parsimoniosa del món rural i natural

Totes les imatges del document han sigut fetes per l'autor.

Resum.

L'ancestral activitat antròpica sobre el territori ha creat paisatges rurals que van viure el seu últim període de pressió cap a mitjans segle XX. Des d'aleshores els canvis econòmics i l'èxode rural han propiciat l'abandonament dels espais rurals d'un medi de muntanya mediterrani organitzat en terrasses de conreu. L'alliberament de l'espai agrari ha comportat una vegetació dels conreus. L'ús forestal abasta al 2020 el 75,53% de l'espai de la conca de Puça i les zones sense ús han crescut fins el 12,88%. La coberta de matollar (51,02% al 2021) i bosc (36,35% al 2021) resulten les més eficients per a la protecció del sòl, pel que l'augment de les cobertes nues (4,57% de l'espai al 2021) indica potencials indrets amb processos erosius accelerats. La pèrdua de sòl potencial calculada pel mètode RUSLE ens indica que la conca té una pèrdua de sòl mitjana de $84 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$, encara que la distribució espacial mostra el 34,5% de la superfície sota risc d'erosió baix i el 35,8% sota risc molt alt. Els contrastos es deuen al factor de pendent que varia quantiosament entre les valls conreades ($<3^\circ$) i les vessant muntanyoses que superen els 60° . L'experiment amb pluja simulada ens permet, sota unes mateixes condicions de topografia (pendent del 3%) calcular la resposta hidrològica i erosiva d'una parcel·la sobre sòl nu i una sobre sol vegetat. Sobre sòl nu la infiltració és del 40,5% (escolament del 59,5%) i la concentració de sediments mitjana és de $40,09 \text{ g l}^{-1}$. Per a la parcel·la sobre sòl vegetat la infiltració és del 79,9% (escolament del 20,1%) i la concentració mitjana de sediments és de $5,3 \text{ g l}^{-1}$. L'experiment confirma el paper protector de la coberta vegetal. A més, es proposen mesures d'actuació per a gestionar l'abandonament dels conreus evitant la desertificació geològica i la degradació ecològica dels sòls.

Paraules clau: Erosió hídrica, escolament, paisatge, conca, terrasses de conreu, sòl nu, sòl vegetat, espai rural, espai natural, conreus, usos i cobertes del sòl.

Resumen.

La ancestral actividad antrópica sobre el territorio ha creado paisajes rurales que vivieron su último periodo de presión hacia mediados del siglo XX. Desde entonces, los cambios económicos y el éxodo rural han propiciado el abandono de los espacios rurales de un medio de montaña mediterráneo organizado en terrazas de cultivo. La liberación del espacio agrario comportado una vegetación de los cultivos. El uso forestal llega de Puça y las zonas y las zonas sin uso han crecido hasta el 12,99 %. La cobertera arbustiva (51,02 % en 2021) y de bosque (36,35 % en 2021) resultan las más eficientes para la protección del suelo, por lo que el aumento de las coberteras desnudas (4,57 % del espacio en 2021) indica potenciales lugares con procesos erosivos acelerados. La pérdida del suelo potencial calculada por el método RUSLE nos indica que la cuenca tiene una pérdida de suelo media de $84 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$, aunque la distribución espacial muestra el 34,5 % de la superficie bajo riesgo de erosión baja y el 35,8 % bajo el riesgo muy alto. Los contrastes se deben al factor de pendiente que varía mucho entre los valles cultivados ($<3^\circ$) y las vertientes montañosas que superan los 60° . El experimento con lluvia simulada nos permite, bajo unas mismas condiciones de topografía (pendiente del 3 %) calcular la respuesta hidrológica y erosiva de una parcela sobre suelo desnudo y una sobre suelo vegetada. Sobre un suelo desnudo la infiltración es del 40,5 % (escorrentía del 59,5 %) y la concentración de sedimentos media es de $40,09 \text{ g l}^{-1}$. Para la parcela sobre suelo vegetado la infiltración es del 79,9 % (escorrentía del 20,1 %) y la concentración media de sedimentos es de $5,3 \text{ g l}^{-1}$. El experimento confirma el papel protector de la cubierta vegetal. Además, se proponen medidas de actuación para gestionar el abandono de los cultivos evitando la desertificación geológica y la degradación ecológica de los suelos.

Palabras clave: Erosión hídrica, paisaje, cuenca, terrazas de cultivo, suelo desnudo, suelo vegetado, espacio rural, espacio natural, cultivos, usos y cubiertas del suelo.

Abstract

The ancestral anthropic activity on the territory has created rural landscapes that lived their last period of pressure towards the middle of the 20th century. Since then, economic changes and the rural exodus have led to the abandonment of rural areas in a Mediterranean mountain environment organized on terraces. The liberation of the agricultural space has led to a vegetation of crops. Forest use covers 75.53% of the basin space by 2020 and unused areas have grown to 12.88%. The scrub cover (51.02% in 2021) and forest (36.35% in 2021) are the most efficient for soil protection, so the increase in bare covers (4.57% of the space in 2021) indicates potential locations with accelerated erosive processes. The potential soil loss calculated by the RUSLE method indicates that the basin has an average soil loss of 84 Mg ha⁻¹ year⁻¹, although the spatial distribution shows 34.5% of the surface under low erosion risk, and 35.8% under very high risk. The contrasts are due to the slope factor that varies greatly between cultivated valleys (<3°) and mountain slopes that exceed 60°. The experiment with simulated rain allows us, under the same topographic conditions (3% slope) to calculate the hydrological and erosive response of a plot on bare ground and one on vegetated soil. On bare soil the infiltration is 40.5% (runoff 59.5%) and the average sediment concentration is 40.09 g l⁻¹. For the plot on vegetated ground the infiltration is of 79.9% (runoff of 20.1%) and the average concentration of sediments is of 5.3 g l⁻¹. The experiment confirms the protective role of the vegetation cover. In addition, action measures are proposed to manage the abandonment of crops by avoiding geological desertification and ecological degradation of soils.

Keywords: Hydric erosion, runoff, landscape, basin, cultivated terraces, bare soil, vegetated soil, rural space, natural space, crops, land uses and coverings.

1. INTRODUCCIÓ

Les regions del sud-est peninsular, influenciades pel clima semiàrids es caracteritzen per la sequedat climàtica combinades amb unes precipitacions d'elevada intensitat horària. La concentració de les precipitacions en períodes temporals reduïts, i l'elevada intensitat d'aquestes aporta major energia, el que afavoreix la generació de processos erosius. El medi físic d'aquestes regions abasta un territori muntanyós de recent formació, com és la serralada Bètica, que inicia el procés orogènic entre l'Oligocè i el Miocè fa uns 30 milions d'anys. De manera general, la meteorització és el procés inicial de denudació de l'escorça terrestre. La meteorització, és el procés de descomposició dels minerals i de les roques de l'escorça terrestre en fragments més xicotets o el canvi de les propietats químiques d'aquestes com a resultat del contacte de la litosfera amb l'atmosfera, la hidrosfera i la biosfera. A més, mitjançant l'erosió, els fragments de roques o el sòl és mobilitzat. Ambdós processos condicionen les formes del paisatge i el subministrament i transferència de sediments i compostos químics associats a través de les xarxes de drenatge.

L'evolució dels homínids, especialment l'*homo sapiens sapiens* i la sedentarització va comportar la transformació progressiva dels paisatges climàtics a través de la desforestació per a la creació d'espais agrícoles i ramaders. Vet aquí el moment d'alteració i antropització dels ecosistemes terrestres i de la conca mediterrània que comporten canvis sobre la coberta vegetal i el paisatge, amb directes implicacions sobre les formes del relleu i la seua evolució. Així, aquests canvis antròpics afecten directament sobre la resposta hidrològica i els processos erosius, responsables del modelat de superfícies.

Així, tal i com apunten Cerdà i Bodí (2008) destaquen què a les condicions naturals del territori hi ha que sumar-li l'acció antròpica. Mentre unes vegades ha afavorit el control de l'erosió, per exemple a partir de la construcció de terrasses de conreu, altres vegades ha potenciat la degradació i l'erosió del sòl, com per exemple els processos associats a períodes de desforestació. És per això que aquests autors parlen de dos tipus d'erosió de sòls: la geològica o natural i l'erosió accelerada o antròpica. En el primer dels casos ens referim a una simulació en la que la taxa d'erosió permet la recuperació del sòl i no altera les seues funcions. Pel que fa a l'erosió accelerada, desencadena pèrdues de sòl no sostenibles, el que redueix la fertilitat edàfica del sòl i altera les funcions com a gestors del cicle hidrològic, del cicle del nitrogen, del carboni o del reciclatge de la matèria mineral (Cerdà i Bodí, 2008).

Pèlachs *et al.* (2008) proposa un anàlisi de l'espai forestal, ja que aquest es mostra com un bon indicador dels canvis en la resposta de la vegetació arbòria que s'ha vist afectada per l'extensió de l'espai agrícola i ramader, ja que aquestes activitats s'expandeixen cap al bosc i a la inversa, quan es redueix la pressió sobre l'espai agrari el bosc s'expandeix cap a aquests sòls.

La conca de la rambla de Puça, al sud-est peninsular, no queda exonerada d'aquests processos, és més, l'àrea d'estudi és un viu reflex d'aquests. El medi de la conca ha sigut antropitzat quasi per complet. La vegetació d'alzines a les zones més elevades de les serres mostren reductes de vegetació climàtica, així com algunes aïllades per tot el territori (Serra Laliga, 2019) que han quedat després dels períodes de màxima pressió agrícola i ramadera. Les repoblacions s'han efectuat amb *pinus halepensis*, afavorint la vegetació espontània d'aquesta espècie que, a més creix molt ràpidament en comparació amb l'alzina.

El paisatge mediterrani de muntanya i abanclat constitueix sistemes culturals de conservació del sòl i aprovisionament (Asins, 2009), que sotmesos als canvis paisatgístics per l'abandonament agrari i l'esfondrament de les pràctiques de conservació de sòls ocasiona l'augment de les taxes erosives fins que la colonització vegetal induïx a la reducció de la pèrdua de sòl (Cerdà, 2008). És a dir, l'acceleració dels processos erosius ocorre durant el període d'abandonament, quan els murs de pedra seca i les ribes s'esfondren perdent la seua funcionalitat i la vegetació encara està en procés de germinació. López i García (2008) destaquen el paper protector de la coberta vegetal, especialment a l'àmbit mediterrani amb una llarga història desforestadora relacionada amb els canvis polítics i culturals i la forta pressió exercida per l'agricultura i la ramaderia.

2. HIPÒTESI I OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest Treball Final de Màster (TFM) és l'**estudi dels processos erosius a la conca fluvial de la rambla de Puça** a partir de la **integració** de a diagnosi **socioeconòmica** del territori, la **cartografia** històrica i actual del **usos i cobertes del sòl**, el càlcul de les **taxes erosives potencials** a la conca, els canvis en la infiltració, escolament i erosió en **parcel·les experimentals** (experimentació de camp) a partir de **simulacions de pluja**. AL rambla de Puça està ubicada als contraforts orientals del Pre-Bètic. Per a l'estudi dels processos erosius que modelen el territori es plantegen les següents **hipòtesis** de treball:

H1: Els canvis socioeconòmics de Petrer han propiciat un canvi ambiental i paisatgístic que es tradueix en un canvi d'usos del sòl (i la cobertura), aspectes que tindran un impacte sobre l'erosió.

H2: La pressió antròpica sobre el medi natural modifica la erosionabilitat del sòls degut a l'efecte de protecció de la vegetació.

H3: Les conseqüències dels actuals processos erosius comporten una pèrdua de la riquesa dels sòls.

En base a aquestes hipòtesis platejades s'han desenvolupat els següents **objectius** específics:

O1: Estudiar l'efecte que els canvis socioeconòmics (èxode rural, abandonament agrícola) han tingut sobre el medi rural de la conca fluvial de la rambla de Puça a través de la revisió documental i estadística.

O2: Estudiar l'evolució en els canvis d'usos i cobertes del sòl a través de l'anàlisi d'imatges de satèl·lit, d'ortofotomapes i fotografies aèries històriques amb l'objectiu de quantificar els canvis degut a l'abandonament agrícola i els canvis en els usos forestals.

O3: Quantificar les taxes erosives (potencials) a través de l'ús dels Sistemes d'Informació Geogràfica i l'Equació Universal de Pèrdua de Sòl Revisada (RUSLE).

O4: Calcular les taxes erosives en dues parcel·les experimentals i representatives de les condicions actuals (cultius actius i cultius abandonats) a partir de les mesures de camp adoptant l'experiència amb pluja simulada.

Finalment, mitjançant la integració dels resultats es discutiran quines són les conseqüències dels del canvis en els usos i cobertes del sòl i dels processos erosius sobre el sistema agroforestal muntanyenc.

L'estudi es realitza a la conca fluvial de la rambla de Puça, afluent del Vinalopó (conca endorreica per la seua desembocadura al Fondó d'Elx). Es tracta d'una conca mediterrània representativa de medis rurals naturalitzats per l'abandonament dels cultius. Bioclimàticament es troba en un àrea de transició del sud-est peninsular: entre el massís humit d'Alcoi i el sector semi-àrid meridional. Així mateix, hi ha una frontera biogeogràfica entre el paisatge vegetal mediterrani de boscos, màquies i matollars (zona nord-est), i el paisatge estepari semi-àrid (sud-oest). Tant el clima com la vegetació marquen aquesta transició ben notable al paisatge. El sector nord-est concentra les majors pluviometries i zones forestals (àrees de muntanya), mentre que el sector sud-oest presenta un paisatge estepari (serres i fons de vall).

Els grans desnivells, les precipitacions equinoccials d'elevada intensitat i la pressió antròpica molt característica de medis mediterranis propicia unes condicions ambientals òptimes per a la generació de processos erosius. Són puntuals els estudis en aquesta àrea. Per aquest motiu, aquest TFM pot ajudar en la gestió d'aquest espai integrat dins el Paisatge Protegit Serra del Maigó i del Sit, precisament declarat per a la preservació dels elements que conformen el paisatge divers i ric de les muntanyes mediterrànies basat en un mosaic d'usos i aprofitaments diversos (Cerdà, 2002). A partir dels resultats d'aquest estudi es podrà diagnosticar l'actual estat del paisatge per proposar les millors actuacions per a la reducció del risc d'erosió i protecció dels sòls i del paisatge en general.

3. ÀREA D'ESTUDI

La conca de la rambla de Puça

L'àrea d'estudi s'enclava al context del sud-est peninsular, en un espai que conjuga muntanya, climatologia, hidrologia, fauna i flora i història rural de marcat caràcter mediterrani. La conca de la rambla de Puça és una conca efímera mediterrània amb una extensió de 36,78 km² (*Figura 1*), afluent del riu Vinalopó, el qual dona nom a les comarques valencianes de la província d'Alacant de les Valls del Vinalopó. Es tracta d'una conca endorreica per la seua desembocadura al Fondó d'Elx. La conca abasta territori municipal de Petrer, a la comarca del Vinalopó Mitjà, i Castalla, a la comarca de l'Alcoià.

La unitat hidrogràfica de la conca de la rambla de Puça (*Figura 1*) és un espai de transició dins l'espai bioclimàtic mediterrani. Com assenyala Olcina (2018), els "territoris adquireixen personalitat geogràfica pel tret del medi físic", pel que la disposició de les alineacions muntanyoses, l'altitud i l'arribada de fronts condicionen la bioclimatologia. El territori de la conca és un espai de transició climàtica dins el domini mediterrani, ja que les zones més elevades de la conca alta presenten un clima de tipus sec, mentre que la zona de la conca baixa presenta un clima de tipus semiàrid. Així doncs, la personalitat geogràfica de la conca ve precedida pels condicionants naturals sobre els quals s'ha desenvolupat una activitat socioeconòmica, creant un espai que va conjugar els recursos naturals i les demandes antròpiques. Inclús després de la mecanització industrial, la relació humans-natura continua ajustada a les condicions ambientals del territori muntanyenc d'interior.

El paisatge rural i agrari que creà la tradicional adaptació dels habitants a les característiques del medi ha variat a causa dels múltiples canvis que s'han viscut a la conca durant les darreres dècades, però què, d'altra banda, conserven la seua característica primordial de paisatge de marcat caràcter sec.

La declaració del Paisatge Protegit serra del Maigmo i serra del Sit protegeix el paisatge de gran part de la conca de la rambla de Puça, a excepció de zones urbanitzades, mineres i la conca baixa pròxima al nucli de Petrer. La declaració té per objectiu protegir tant la relació harmoniosa entre humans i medi natural com els valor estètics o culturals¹. És un

¹ DECRET 25/2007, de 23 de febrer, del Consell, de declaració del Paisatge Protegit de la Serra del Maigmo i Serra del Sit. [2007/2551]

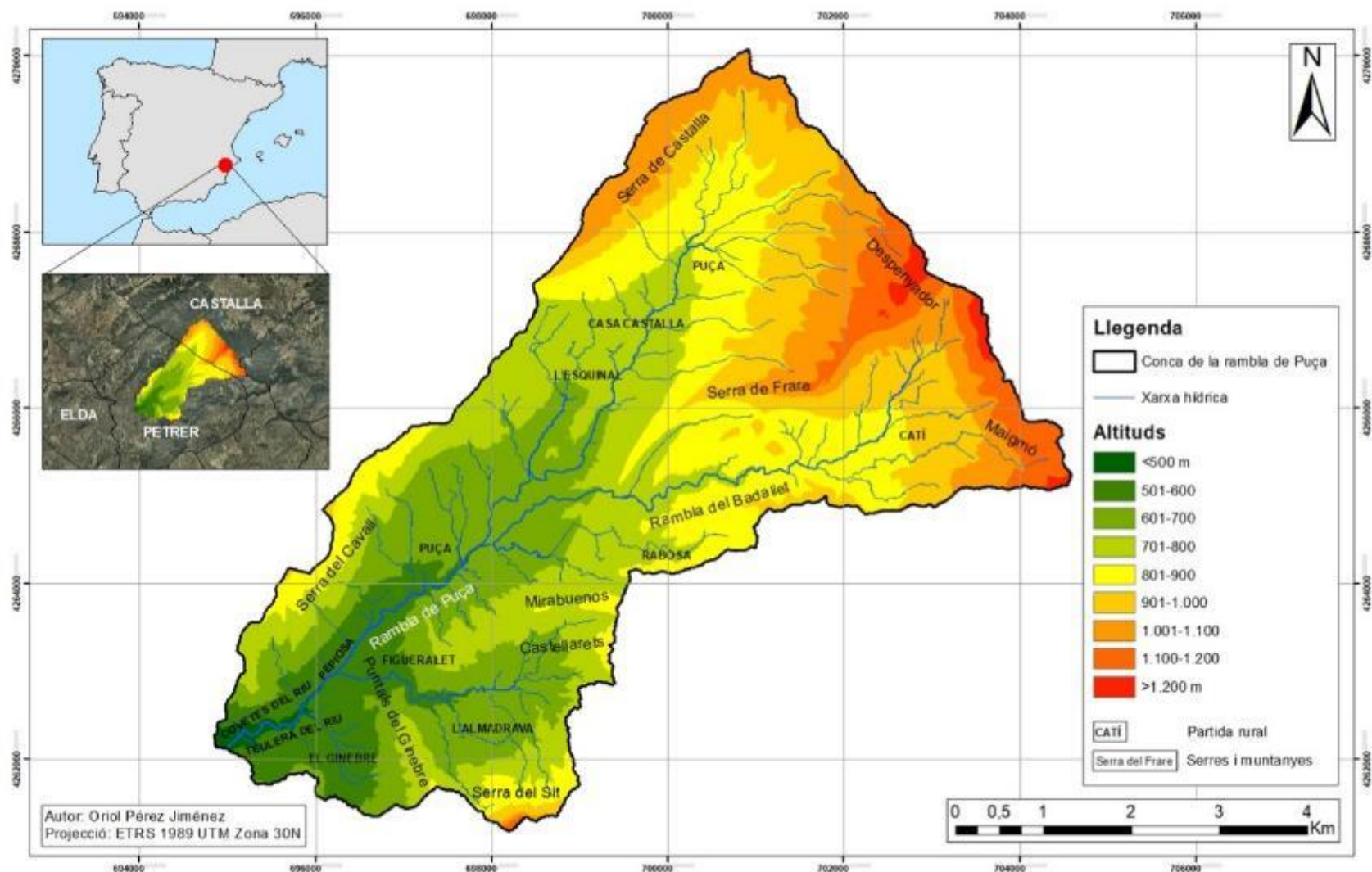


Figura 1. Cartografia altimètrica, fluvial i toponímica de la conca de la rambla de Puça al sud-est peninsular entre els municipis de Petrer i Castalla (Alacant).

forma de reconeixement jurídic per tal de preservar la relació sostenible d'aquest medi, tot i que el canvi global també té efectes sobre la conca, sent el més destacable la pèrdua de sòl per erosió hídrica; aquests processos erosius estan condicionats en l'actualitat pels accelerats canvis en els usos i cobertes del sòl produïts durant els últims decennis; sent aquest canvi un dels objectes d'estudi d'aquest treball.

Parcel·les experimentals

Per a l'estudi de l'erosió hídrica s'ha treballat també a escala de parcel·la. Aquestes parcel·les han estat sotmeses a condicions de pluja simulada. Es tracta, doncs, de dos punts concrets de la zona d'estudi, dues zones d'un pes determinant en l'estudi i obtenció de dades erosives sobre sòls margosos. L'experiment amb pluja simulada s'ha realitzat sobre un camp en conreu de la finca de Catxuli a la partida de Rabosa i sobre sòl forestal a la finca de El Pantanet a la partida rural de Catí. Cada finca pertany a una partida rural encara que confronten i la distància entre les dues parcel·les és de 50 metres (*Figura 2*).



Figura 2. Zona d'estudi de l'experiment amb pluja simulada.

3.1. Conca hidrològica de la rambla de Puça

En l'afany per estudiar els processos erosius de Petrer, s'ha pres, com a context geogràfic de referència, la unitat hídrica de la conca de la rambla de Puça (*Figura 3*) per tal d'estudiar i aplicar tècniques sobre una mateixa unitat física. La rambla de Puça és el principal col·lector del municipi de Petrer, sobre la qual es vertebrava el món rural per l'aportació d'aigua dels cabals intermitents que aporta la xarxa hidrogràfica, així com per la consolidació d'una

extensa vall que serveix de via de comunicació, la qual s'endinsa fins al terme municipal de Castalla.



Figura 3. Rambla de Puça a la conca baixa, al seu pas per la partida de la Pepiosa.

Treballar sobre una unitat hidrològica per a l'estudi de l'erosió hídrica es considera base per tal de mesurar les entrades de matèria i energia al sistema, veure com afecten l'ecosistema i calcular les eixides. Els sediments erosionats d'aquesta conca han anat reblint els golfes del litoral. D'aquesta forma s'han configurat els espais de llacunes del migjorn valencià, com era l'albufera d'Elx, on desembocaven les aigües i sediments del riu Vinalopó que des dels aterraments del s. XVIII es va dividir en el Fondó d'Elx i les Salines de Santa Pola.

La rambla de Puça desemboca al riu Vinalopó després d'haver travessat el nucli urbà de Petrer. El punt d'acabament o final de la conca per a aquest estudi s'ha establert abans de la entrada de la rambla al teixit urbà. D'aquesta forma l'estudi es centra en els canvis socioeconòmics, d'usos i coberta del sòl i processos erosius de l'espai rural que s'estén per

les muntanyes i valls solcades per la intensa xarxa hídrica, característica dels espais de la mediterrània seca.

La delimitació de la conca i de la xarxa hidrogràfica s'ha obtingut a partir d'un Model Digital del Terreny (MDT) d'una resolució de 2 metres obtingut de l'Instituto Geográfico Nacional. S'han aplicat un seguit d'algoritmes i ferramentes d'hidrologia amb el suport del *software* ArcGis 10.7.1. La conca té una superfície de 36,78 km². La xarxa hídrica s'ha cartografiat considerant una àrea llinar (àrea mínima que ha de drenar a una cel·la del MDT per ser considerada part de la xarxa de drenatge). Segons la xarxa de drenatge obtinguda, la jerarquia d'aquesta o ordre fluvial (Stream Order) és de 7 (mètode Strahler). La conca es vertebrava per la rambla de Puça amb la capçalera a la serra de Castalla i què, unida a les rambles de l'ombria de Puça adquireix un ordre fluvial 6. Les principals rambles que desemboquen a la rambla de Puça d'ordre 6 són el barranc de l'Aljub i el barranc de la Caldera, ambdós baixants de l'ombria el Frare. L'altra rambla que vertebrava el sector Est de la conca és la rambla del Badallet, la qual té la capçalera a Catí drenant les aigües de la vessant de solana del Frare i l'ombria del massís del Maigmó que pertany a la conca. Sobre el curs fluvial de la rambla del Badallet, tallant el sinclinal de la serra del Frare i sobre margues impermeables es va construir entre 1678 i 1680 la presa de Petrer, la qual va ser aprovada pel veïnat, donant el compte d'Elda la llicència (Pérez, 1996). Tot i així, la seua funcionalitat es va perdre ràpidament pel rebliment de la presa del Pantanet, actualment amb morfologia característica de plana al·luvial. L'altra rambla a destacar és la de Catxuli, sobre la qual també trobem una obra hidràulica, en aquest cas de menors dimensions i també reblida, que rep el nom de parat de Catxuli.

La desembocadura de la rambla del Badallet a la rambla de Puça configura l'ordre Strahler 7, el màxim de la conca. Continua sent el col·lector de multitud de rambles i barrancs que solquen les vessants muntanyoses de la solana de la serra de Castalla, Mirabuenos, els Castellarets, l'ombria del Sit i els puntuals del Ginebre. Destaca en aquest tram el barranc del tio Tomàs, baixant de la serra del Cavall, i la rambla de l'Almadrava d'ordre 5 que replega les aigües de la solana del Castellarets, l'ombria del Sit i els puntuals del Ginebre.

3.2 Marc geogràfic i paisatgístic

La geografia com a ciència del paisatge analitza i estudia la imatge canviant del territori on es combinen les ciències estètico-sensorials i les ciències naturals. Vidal de la Blache, continuador de l'enfocament holístic del paisatge que inicià Humboldt, determina que el treball geogràfic consisteix en detectar el conjunt de relacions que conformen la fisonomia, és a dir, el paisatge que defineix la regió (Latasa *et al.*, 2017), en aquest cas de la zona d'estudi de la conca de la rambla de Puça.

La zona d'estudi està vertebrada per la rambla de Puça i el seu afluent principal, la rambla del Badallet, a més d'una extensa xarxa hídrica que solca l'espai muntanyós de Petrer i Castalla. L'orografia que delimita la conca és la serra del Cavall (935 m.s.n.m.) al sud-oest; la serra de Castalla (1.074 m.s.n.m.) al nord, capçalera de la rambla de Puça; el Despenyador (1.261 m.s.n.m.), el punt més alt de la conca al nord-est; l'alt de Guisop (1.249 m.s.n.m.), pertanyent al massís del Maigmo, a l'est; els Castellarets al sud-est; i la serra del Sit (1.152 m.s.n.m.) al sud. La serra intraconca més important és la serra del Frare (1.259 m.s.n.m.) que amb la seua característica morfològica de cresteria (*Figura 4*) i extensió fins al Despenyador crea un subconca drenada per la rambla del Badallet. També són destacables les muntanyes intraconca de Mirabuenos i els puntals del Ginebre al sud-est.

El paisatge de la conca està dominat pels forests de predominança pinar a les muntanyes més elevades i paisatges esteparis a la zona sud. Així mateix, es tracta d'un paisatge totalment antropitzat i, encara que durant les últimes dècades s'ha revegetat, manté espais agrícoles que denoten l'empremta antròpica sobre el paisatge. La construcció del paisatge de la conca ha transformat els usos i cobertes del sòl per crear un paisatge agrari abancalat que salva les pendents i protegeix els sòls d'evacuacions massives. El paisatge no és un ens fòssil, més encara a les darreres dècades, quan el seu dinamisme ha estat molt actiu per l'abandonament agrícola i posterior vegetació o degradació del sòl a causa de l'alliberament antròpic realitzat sense cap gestió integral. L'erosió s'accelera amb l'abandonament i l'enfonsament de les pràctiques de conservació de sòls, fins que es revegeten els sòls, reduint-se les taxes erosives formant-se paisatges forestals, o aquests es degraden impossibilitant la germinació a causa de l'erosionabilitat dels sòls margosos sobre pendents d'elevat gradient, creant-se paisatges àrids com els xaragalls.



Figura 4. Paisatge de la muntanya mediterrània de la conca. Vistes a la serra del Frare, des de la Calera, amb vegetació matollar i boscosa, així com afloraments rocosos.

A més, a excepció de la zona sud de la conca, pròxima al nucli urbà i amb múltiples construccions, la conca pertany a un Espai Natural Protegit (ENP) de la Comunitat Valenciana sota la figura de Paisatge Protegit serra del Maigmó i serra del Sit declarat al 2007. El Decret explica clarament perquè s'ha protegit amb aquesta figura: "S'ha triat la figura de Paisatge Protegit per considerar que els seus valors naturals i paisatgístics són mereixedors d'una protecció especial, tant per la relació harmoniosa entre l'home i el medi natural, com pels valors estètics o culturals. És per això que aquest espai ha de ser preservat d'aquells elements i actuacions que trenquen aquesta harmonia, ja que aquest és el fonament de l'objecte de protecció"². Així mateix s'afegeix que "l'adopció d'un règim de protecció com el que es proposa representa, per si mateix, un límit a l'establiment d'altres usos la implantació dels quals en el territori podria arribar a representar un menyscabament de l'excepcional patrimoni que acull. La potencialitat de la zona per a albergar alguns d'aquests usos (com la implantació d'instal·lacions productores d'energia eòlica), explícitament reconeguda en plans i projectes sectorials aprovats, ha de veure's matisada per la conveniència d'aplicar un principi

² DECRET 25/2007, de 23 de febrer, del Consell, de declaració del Paisatge Protegit de la Serra del Maigmó i Serra del Sit. [2007/2551]

estricte de precaució que, sense perjudici dels mecanismes ja existents respecte d'això, evite, en qualsevol cas, tot el risc d'introduir alteracions substancials sobre els excepcionals elements que caracteritzen aquest àmbit"³. És a dir, la declaració posa en valor el paisatge d'aquest territori del migjorn valencià del Vinalopó Mitjà i l'Alcoià, alhora que dota al territori d'un marc jurídic per tal de gestionar-lo i protegir-lo. Aquesta declaració és el resultat, entre d'altres objectius, dels moviments socials de justícia ambiental en Petrer.

3.3 Activitats econòmiques i població

El sector primari és, habitualment, el sector econòmic predominant a les zones rurals. La conca de la rambla de Puça ha viscut un procés regressiu en les activitats econòmiques durant les darreres dècades; també un dels objectes d'estudi d'aquest treball. Aquestes, alhora, han canviat i tenen enfocaments diferents. Les activitats econòmiques implantades al territori són una construcció social que varia segons necessitats o dinàmiques socioeconòmiques.

Les activitats primàries han sigut les dominants a la conca de Puça des dels primers assentaments al Neolític fins finals s. XX, amb una clara reducció de la intensitat agrària els últims decennis del s. XX. Actualment el primari té una presència important de gran responsabilitat ecològica. El ràpid abandonament de l'espai agrari per l'èxode rural ha desestructurat el sistema, pel que les pràctiques agrícoles, ramaderes i silvícoles s'han convertit en una necessitat per tal de gestionar un territori en el que els usos i cobertes han canviat molt ràpid. Per a la pràctica agrícola es van rompre, a partir del s. XVII, tot tipus de sòls sense discriminar la capacitat d'ús agrari per al seu abancament, accelerant els processos erosius fins a l'estabilització de sòls que produeix l'abancament (Asins, 2009). Actualment aquestes terrasses estan abandonades per la reducció de l'espai agrícola, accelerant-se de nou les taxes erosives per l'enfonsament de les ribes i murs de pedra seca.

La declaració del Paisatge Protegit té per objectiu protegir el paisatge rural. Per contra, resulta poc rentable econòmicament el treball agrícola en extensiu de secà, pel que la població ocupada en aquest sector és molt reduïda. Les collites d'ametla i oliva ecològica de

³ DECRET 25/2007, de 23 de febrer, del Consell, de declaració del Paisatge Protegit de la Serra del Maigó i Serra del Sit. [2007/2551]

moltes finques ocupa uns pocs agricultors mecanitzats que han apostat per la producció de qualitat. La ramaderia extensiva viu una situació semblant a l'agrícola, encara que induïda per l'agricolització que va caracteritzar la implantació de la transformació agrària valenciana de la segona meitat del segle XIX que inicià la davallada del sector pecuari i el trencament de la simbiosi agrosilvopastoral (Amat, 2021). A la conca de la rambla de Puça es tracta de ramats caprins i ovins, ideals per a la neteja dels espais forestals que viuen una situació d'infrapastoreig, així com per a l'abonament de conreus (*Figura 5*). Es tracta d'una activitat que va construir tota una infraestructura preparada per al pasturatge de la ramaderia tradicional, la petjada paisatgística de la qual és perceptible a través de les restes que queden al territori com corrals, refugis, abeuradors, sesters i vies pecuàries utilitzades per la transhumància i transterminància (Amat, 2019).



Figura 5. Ramat oví i caprí als conreus d'ametler de Puça.

La silvicultura, per la seua banda, ha reduït notòriament la pressió sobre la vegetació, principalment pels canvis en les fonts energètiques. Les activitats de tala resten residuals per

al manteniment d'algun tallafoç i extracció eventual, però sense funció de gestió de boscos homogenis de pins blancs (*Pinus halepensis*). L'espart tampoc es cull, ja que la indústria del calcer ha canviat de material i els objectes quotidians d'espart com les cistelles, ventafoçs i estores no s'utilitzen o han canviat el materials de confecció.

Amat i Puche (2008) qualifiquen la zona d'estudi com un territori rural, de llarga tradició agroecològica, amb un fort arrelament del camperolat i una dinàmica socioeconòmica regressiva.

El secundari està representat per la pedrera ubicada a la serra del Cavall. Es tracta d'un enclavament fora de l'ENP, però amb un delimitació cartogràfica pel que té l'extracció té uns límits marcats de creixement.

El sector terciari es veu reflectit en forma de restauració i hoteleria. Els visitants i excursionistes durant els cap de setmana i períodes festius ha afavorit l'activitat terciari al món muntanyenc. Es tracta d'una activitat puntual que ajuda a fixar població al territori rural. La restauració està enfocada per a visitants locals i comarcals i l'hoteleria, amb un enfocament de mercat cap a les urbs, es basa en un model de turisme rural sobre la finca històrica de la Foia Falsa.

3.4. Geologia i processos geomorfològics

La conca s'enclava al sector Prebètic de les serralades Bètiques, formades per la compressió de la placa Ibèrica i l'Africana al Terciari. L'orogènia alpina va emergir les terres de l'actual zona d'estudi d'origen marí. Durant el Miocè, fa uns 20 milions d'anys, la col·lisió del continent Mesomediterrani amb la placa Ibèrica, junt amb la compressió exercida per la placa Africana i Euroasiàtica, alçà la plataforma continental d'Ibèria formant les Zones Externes de la serralada Bètica com és el Sistema Prebètic (Costa *et al.*, 2011). El substrat litològic es compon principalment de calcàries de l'Eocè i Miocè i margues blanques del Miocè mitjà i superior. A la zona sud de la conca es troba la litologia més antiga com les argiles i margues arenoses roges del Triàsic i les margues, margues arenoses i arenoses margoses del Cretàcic Inferior.

Es tracta de roques sedimentàries que s'han format per l'acumulació de sediments sotmesos a processos físico-químics de diagènesi en el fons marí abans de l'emersió de les terres i l'activació dels processos erosius que configuren les formes quaternàries de la conca.

La litologia calcària formada per l'activació dels processos erosius ha creat morfologies de cons de dejecció, dipòsits de peu de mont, dipòsits de vessant i glacis, així com graves, arenes i argiles que daten de l'actual període geològic del Quaternari.

Les principals formacions geològiques són la sella del Sit o la cresteria de Frare amb una característica forma semicircular, així com deformacions que han creat falles i plegaments. Les formacions geomorfològiques dominants són els con de dejecció formats per les rambles baixants de les muntanyes, així com les tarteres i glacis.

L'acció erosiva quaternària, inclús de l'Antropocè, ha creat geomorfologies dinàmiques com els *badlands* que predominen principalment a la zona sud-oest de la conca, degradant el sòl i propiciant uns paisatges de tall desèrtic que contrasten amb els voltants cada vegada més vegetats. És tracta d'espais dominats per litologia blana com les margues blanques. Així mateix la rambla de Puça, la més activa, mostra morfologies d'erosió fluvial (Figura 6).



Figura 6. Aflorament de seqüències d'arenes i graves degut a la incisió a la part convexa d'un gir a l'esquerra de la rambla de Puça. Aquestes seqüències estan determinades per episodis de diferent competència.

3.5 Climatologia

L'àrea d'estudi es situa a la variant climàtica mediterrània de la façana seca del massís d'Alcoi (Pérez Cueva, 2018). La unitat orogràfica de la conca atén aquesta variant climàtica d'unes muntanyes mitjanes i intermèdies entre la zona litoral i les parts més elevades de les Bètiques. Dins la conca hi ha diferències climàtiques amb una reducció de la precipitació i augment de les temperatures cap al sud-oest de la conca per l'efecte de pantalla orogràfica i menor gradient altitudinal.

Les dades de l'estació meteorològica de Ferrusa, fora de la conca, però a escassos metres, formen part del sector de la conca baixa, més sec i calorós, amb un màxim de precipitacions tardorenc, sent el mes de setembre el més plujos per a la sèrie 1994-2020. La sequedat estival es destacable amb un mínim de precipitacions al juliol.

Es tracta d'un clima de transició al sector àrid meridional (Pérez Cueva, 2018). Dins la conca de la rambla de Puça, Serra Laliga (2019) diferencia tres ombrotipus que oscil·len entre el semiàrid (200-300 mm precipitació anual), al sector sud-oest de la conca sobre la vall fluvial de la rambla de Puça, el Ginebre i l'Almadrava; el sec (350-600 mm precipitació anual) que predomina als espais muntanyosos de tota la conca i les valls de la conca alta i mitjana com són Catí i Puça; i el subhumit (600-800 mm precipitació anual) restringit a zones d'ombria dels punts interiors i muntanyosos de la conca com l'ombria del Frare.

L'estació meteorològica de Ferrusa (8010A, Regidoria de Medi Ambient, Ajuntament de Petrer), estació de referència per a la conca ubicada a la finca de Ferrusa a una altitud de 527 ms.n.m. (38°28'37" N i 0°45'37" W), es situa a 200 metres de la divisòria d'aigües de la conca baixa. L'estació té una sèrie climàtica de 27 anys des de la seua instal·lació al 1994 fins al 2020. Es tracta, segons la classificació climàtica de Köppen, d'una estació que determina un clima Mediterrani Csa. La temperatura mitjana anual per a la sèrie 1994-2020 és de 16,4°C amb tres mesos (juny, juliol i agost) per sobre de 22°C i els mesos hivernals (desembre, gener i febrer) inferiors a 10°C. En quant a la pluviometria per a la sèrie climàtica 1994-2020, la precipitació mitja anual de la sèrie és de 296,9 mm, concentrades als equinoccis i l'hivern i amb una notable sequedat estival (*Figura 7*). Cal assenyalar l'enclavament de l'estació a la zona propera al sector semiàrid de la conca, pel que les temperatures disminueixen cap a les

zones muntanyoses mentre les precipitacions, dependents de les pluges de llevant, augmenten a les zones elevades on també es registren eventuais nevades.

La climatologia determina la configuració del paisatge tant natural com rural, ja que la vegetació depèn directament dels ombrotipus i la disponibilitat d'aigua i humitat. Els espais agraris s'han configurat precisament per aprofitar de forma sostenible l'aigua, un bé escàs però suficient per al funcionament de les finques rurals. Així doncs, entre els conreus de secà, les finques històriques compten amb horts de regadiu als fons de vall. Les mines d'aigua són molt comuns, totes les finques compten amb una, destaca especialment la mina de Puça⁴, responsable de l'augment de la intermitència fluvial de la rambla, convertida quasi en riu, des d'aquest punt a la partida de Puça A més hi ha canalitzacions com les boqueres i sèquies així com basses per emmagatzemar l'aigua. És a dir, s'ha creat una infraestructura hidràulica, actualment quasi en desús, condicionada i adaptada a les característiques d'un medi sec amb una pluviometria d'elevada intensitat horària.

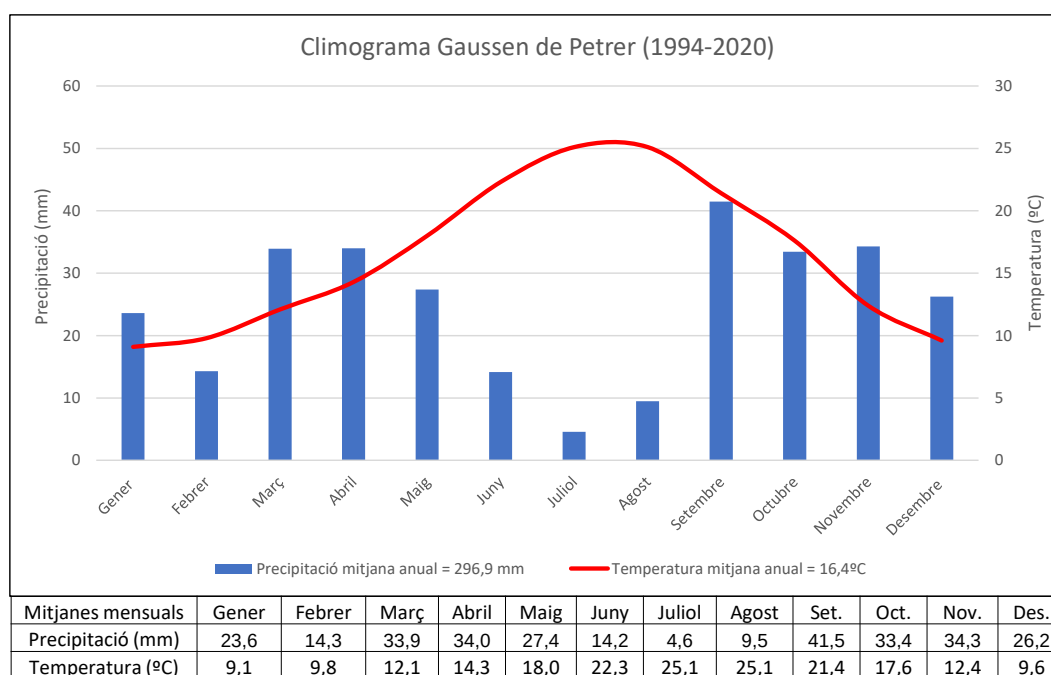


Figura 7. Climograma típic de clima Csa amb una notòria sequedat estival a partir de dades de l'estació climàtica de Ferrusa (8010A).

Font de dades: Regidoria de Medi Ambient. Ajuntament de Petrer.

⁴ El *qanat* (galeria) és un sistema de captació subterrània subhoritzontal d'aigua per drenatge del nivell freàtic. Les galeries de la mina de Puça constitueixen una sèrie de galeries de 2.000 metres de longitud total (Jover i Pérez, 2007).

3.6 Biogeografia: Fauna i Flora

La conca és l'espai de transició entre la província corològica mesomediterrània del subsector Cofrentí-Villanense de tipus continental, més fred i més plujos (ombrotipus sec) que la regió corològica del subsector Alacantí, d'ombrotipus semiàrid i més càlid (Serra, 2019) abastant la vall de Puça a la conca baixa.

Les espècies vegetals que predominen al sector d'ombrotipus sec són el pi blanc (*Pinus halepensis*); carrasca (*Quercus rotundifolia*); coscolla (*Quercus coccifera*) (**Figura 8 A**); savines (*Juniperus phoenicea*); llentiscle (*Pistacia lentiscus*); ginebre (*Juniperus oxycedrus*); arbocer (*Arbutus nuedo*); aladern (*Rhamnus alaternus*); romaní (*Salvia rosmarinus*) (**Figura 8 C**); argelaga (*Ulex parviflorus*); estepa blanca (*Cistus albidus*) (**Figura 8 D**); cua de gat (*Sideritis angustifolia*); espart (*Stipa tenacissima*); panical blau (*Echinops ritro*); porrassa (*Asphodelus cerasiterus*); i llistó (*Brachypodium retusum*). A més, hi ha presència puntual de pollancre (*Populus nigra*), om (*Umus minor*), esbarzer (*Rubus ulmifolius*) i pi pinyoner (*Pinus pinea*).

La flora del sector semiàrid té caràcter arbustiu i està predominada per l'espart (*Stipa tenacissima*) acompanyat per timó (*Thymus vulgaris*) (**Figura 8 B**); cua de gat (*Sideritis Angustifolia*); cantueso (*Thymus moderiti*); Astràgal hispànic (*Astragalus hispanicus*); Boja d'escombreres (*Dorycnium pentaphyllum*); esparreguera marina (*Asparagus horridus*); ginestera vimera (*Retama sphaerocarpa*); baladre (*Nerium oleander*) que com a espècies ripària la trobem a la rambla de Puça; i el tamariu (*Tamarix canariensis*) en forma arbustiva.

La fauna es pot dividir en quatre grups: amfibis, rèptils, aus i mamífers. Els amfibis presents a la conca són un total de sis espècies de l'ordre Anura corresponents a cinc famílies distintes de les huit espècies presents al País Valencià per raons biogeogràfiques (Pereira i A.A.V.L.V.⁵, 2011). Es tracta del gripau comú (*Bufo bufo*), el gripau corredor (*Bufo calamita*), la granota verda (*Rana perezi*), el gripauet (*Pelodytes punctatus*), el tòtil (*Alytes obstetricans*) i el gripau cavador (*Pelobates cultripes*). Tenen presència a les zones humides de la conca com és la rambla de Puça, en bases i en clots tant naturals, com els del Pantanet, com artificials, com els de Catí.

⁵ Asociación de Amigos del Valle de L'Avaiol

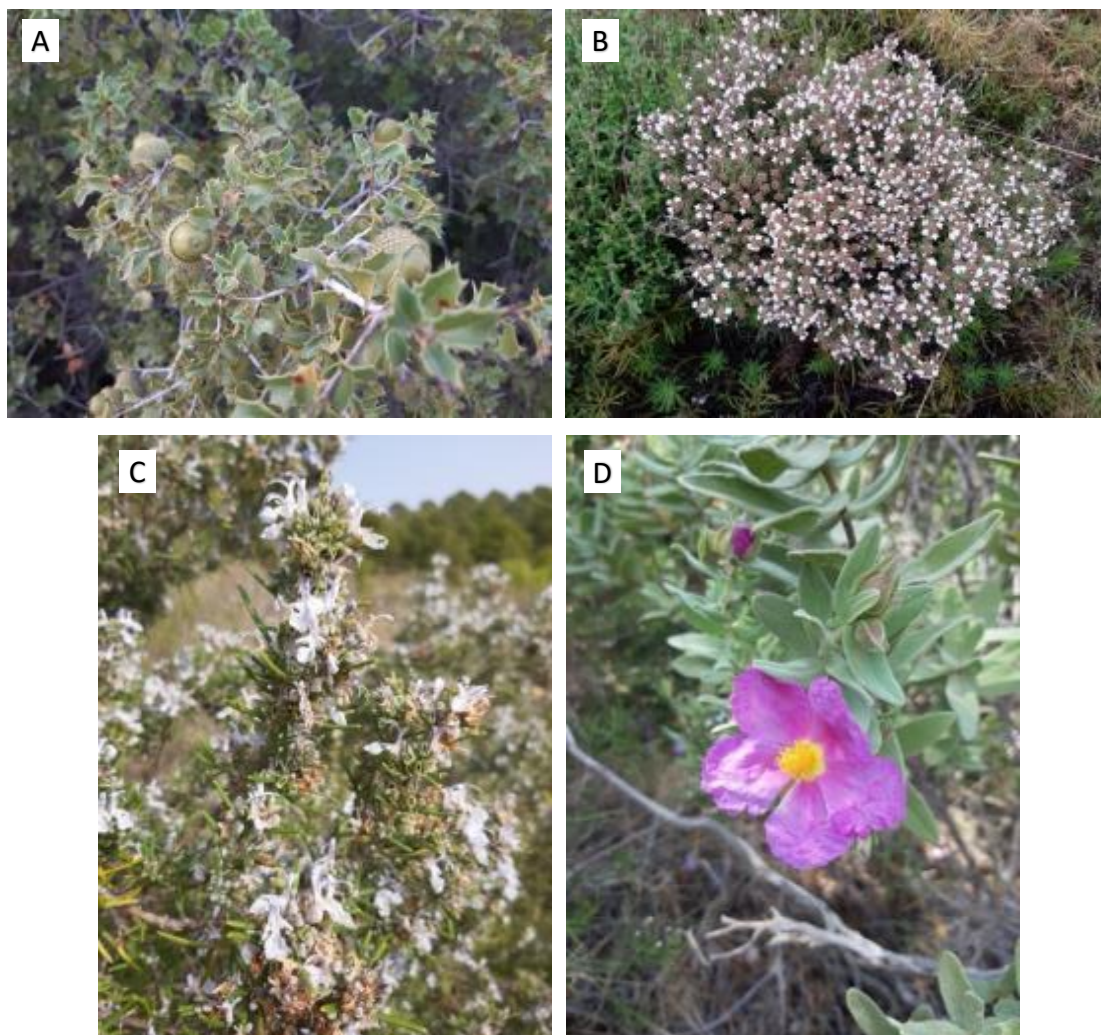


Figura 8. Flora característica de la conca: *Quercus coccifera* (A), *Thymus vulgaris* (B), *Salvia rosmarinus* (C), *Cistus albidus* (D).

Els rèptils, fauna de sang freda o poiquiloterms, al igual que els amfibis de la conca, estan representats pel dragó (*Tarentola mauritanica*), la sargantana cuallarga (*Psammodromus algirus*), la més comuna, la sargantana cendrosa (*Psammodromus hispanicus*), la serp blanca (*Elaphe solaris*), la serp pundenta (*Natrix maura*) (Figura 9 A), la serp teuladina (*Coluber hippocrepis*) i l'escurçó (*Vipera latasi*).

Les aus, característiques pel seu vol, constitueixen el grup faunístic més extens dins els vertebrats. Entre els grans rapinyaires destaquen els voltors comuns (*Gypus fulvus*), així com la resident àguila reial (*Aquila chrysaetos*), astor (*Accipiter gentilis*) i esparver (*Accipiter nisus*), aquests tres últims són residents. Entre l'extens grup faunístic avícola destaquen les perdius (*Alectoris rufa*); els coloms (*Columba livia*); l'òbila (*Tyto alba*); el mussol banyut (*Asio*

otus) i el comú (*Athene noctua*); el brufol (*Bubo bubo*); paput (*Upupa epops*); l'oroneta (*Hirundo rústica*); l'oriol (*Oriolus oriolus*); la blanca (*Pica pica*); i el teuladí (*Passer domesticus*).

L'últim gran grup faunístic són els mamífers característics per les glàndules mamàries que secreten llet a les cries i el cervell més desenvolupat de tots els éssers vius, el que permet, a través de la memòria, tindre la capacitat de l'aprenentatge, el qual afavoreix l'assimilació d'experiència per millorar les pautes de comportament (Pereira i A.A.V.L.V, 2011). La distribució dels mamífers per la conca es total, encara que la pressió antròpica sobre el territori els allunya de les zones de major estrès, el qual varia en el temps entre el dia i la nit o entre els dies laborals i festius. Encara i així, es distribueixen principalment per les zones forestals i agrícoles.

Cal destacar les musaranyes comunes (*Crocідura rússula*) de l'ordre dels insectívors i els ratpenats (ordre Chiroptera). Entre els carnívors destaquen les raboses (*Vulpes vulpes*), la mostela (*Mustela nivalis*), la fagina (*Martes foina*), el gat montés (*Felis silvestris*) i la geneta (*Genetta genetta*). De l'ordre dels artiodàctils hi ha senglars (*Sus scrofa*), el nom del qual en castellà és *jabalí*, el que significa “de muntanya” en àrab i arruís (*Ammotragus lervia*) (Figura 9 C), un espècie d'origen africà dels hàbitats àrids i semiàrids de les zones muntanyoses de l'Atles i el Sàhara, introduït a finals s. XX i àmpliament estès. Dels rosegadors destaquen els ratolins comuns (*Mus domesticus*), la rata negra (*Rattus rattus*) (Figura 9 B), el ratolins de bosc (*Apodemus sylvaticus*) i l'esquirol (*Scirus vulgaris*) Per últim, dues espècies comunes dels espais agroforestals de l'ordre dels lagomorfs com és el conill (*Oryctolagus cuniculus*) i la llebre (*Lepus granatensis*).



Figura 9. Fauna característica de la conca: *Natrix maura* (A), *Rattus rattus* (B), *Ammotragus lervia* (C)

4. METODOLOGIA

A continuació es presenten els materials i mètodes emprats per al desenvolupament de cadascun dels objectius específics d'aquest treball.

4.1. Canvis socioeconòmics

4.1.1. Paisatge rural

El paisatge requereix una mirada holística, saber llegir-lo implica conèixer-lo pels seus elements físics i l'empremta antròpica sobre aquest territori. La lectura del territori es realitza amb una visió cultural, convertint-lo en Paisatge, actualment sota protecció jurídica per la declaració del Paisatge Protegit Serra del Maigó i Serra del Sit.

Així doncs, el paisatge rural s'ha descrit i analitzat a través de la combinació d'una revisió bibliogràfica (articles, llibres, tesis) i treball de camp. A més, s'ha realitzat una revisió dels ortofotomapes i ortofotos disponibles per a la verificació de la informació. La combinació d'aquests mètodes s'aproxima a la metodologia de Georges Bertrand (2006). Aquesta metodologia esquematitza l'estudi del paisatge des de tres punts de vista, però tots tres de forma integrada: (i) Entrada naturalista; (ii) Entrada socioeconòmica; (iii) Entrada cultural. És conegut com el mètode GTP (Geosistema, Territori, Paisatge). És a dir, el medi està subjecte a un procés de modelat per l'acció humana, el qual viu en constant desenvolupament, no és un ens fòssil. El geosistema, passa a ser territori amb les rompudes per a la creació d'espais de cultiu què, en última instància, i amb la càrrega cultural de tota visió humana és converteix en paisatge. S'utilitza aquesta metodologia per estudiar els canvis produïts a la zona d'estudi de la conca de la rambla de Puça.

4.1.2. La població

La població al municipi de Petrer té un història mil·lenària que s'ha anat estudiant en recerques arqueològiques i documentals, fins als contemporanis censos i padrons estadístics que detallen i comproven els habitants exactes, a diferència dels documents històrics que parlen del número de llars. Alhora, hi ha una disgregació de les dades per saber el tipus

d'habitant: urbà (teixit urbà continu) i rural (disseminats). Aquesta disgregació està enregistrada a l'Arxiu Municipal de Petrer. L'evolució de la població s'ha realitzat mitjançant una revisió bibliogràfica a partir de la consulta de dades de l'Arxiu Municipal de Petrer i les proporcionades per l'Institut Nacional d'Estadística.

A l'Arxiu Municipal de Petrer s'han consultat el padrons municipals de l'any 1870, 1935 i 1945. D'aquests s'ha comptabilitzat la població pertanyent a les partides rurals per a obtenir els percentatges de població rural (*Taula 1*). En aquests padrons consta el nom de cadascun dels habitants així com la seua direcció, és per això que a partir dels anys 50 les dades no són públiques. La Llei de Protecció de Dades impossibilita l'accés a les dades específiques per partides rurals del Padró Municipal d'Habitants de l'Ajuntament de Petrer. Com que no hi ha una disgregació de dades, resulta tècnicament impossible conèixer la població habitant de les partides rurals.

El Padró Municipal gestiona les dades del cens electoral pel que s'han seleccionat els Districtes i Seccions corresponents a la població empadronada fora del teixit urbà continu i que adopta el nom de població disseminada.

Taula 1. Habitants segons el padró de 1945 de l'Arxiu Municipal de Petrer.

Dades disgregades utilitzades per a conèixer el percentatge de població rural, en aquest cas la corresponent a 1945 que suma un total de 1.269 habitants rurals.

Partida	Habitants	Partida	Habitants
Almafrà	295	Catxuli	6
Campico	43	Aiguarius	22
Convento	102	Capralla	65
Casa Cortés	12	Casa Dolz	12
Salinetes	78	Cotxinets	31
Sit	2	L'Avaïol	14
Horteta	23	Coves del Riu	95
Almadrava	14	Esquinal	28
Cases Onil	29	Guirnei	79
Palomaret	30	Pedrera	27
Llot Mañee	20	Puça	55
Catí	43	Sta. Barbara	79
Rabosa	11	Zejera	54

4.1.3. Història Agrària

La població modifica els usos del sòl per crear espai de conreu i alimentar-se aprofitant tots els recursos i propiciant una economia circular entre agricultura, ramaderia i silvicultura.

Aquesta part conjuga dades de població, dades de superfícies agrícoles i informació sobre les activitats socioeconòmiques al territori. Les dades de població utilitzades són les citades a l'anterior apartat 4.1.2 de població obtingudes de l'Arxiu Municipal de Petrer i l'INE. La superfície agrícola s'ha extret de publicacions d'investigadors que han estudiat l'agricultura i l'espai rural al municipi de Petrer. Els principals autors que han estudiat els espais agrícoles són Pérez Medina, Belando i Asins Velis. Pérez Medina estudia el s. XVII i a partir de documentació històrica determina les superfícies irrigades, mentre que les superfícies en secà són més difícils de conèixer per la menor infraestructura hidràulica i documentació històrica existent. Belando estudia el segle XIX i documenta espais amb tres tipus diferents d'agricultura: de secà, de regadiu i de regadiu eventual. Asins Velis estudia el paisatge agrícola de l'últim segle aportant les xifres més recents de superfície agrícola. El segle XVIII ha sigut escassament estudiat a Petrer pel que no hi ha xifres concretes de superfícies agrícoles.

La informació sobre les activitats socioeconòmiques del territori s'han extret dels autors citats, del Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana per a les xifres actuals, de fonts orals, lectures i treball de camp.

4.1.4. Economia

Les dades econòmiques actuals s'han obtingut del Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana. S'han obtingut dades de les afiliacions a la Seguretat Social segons secció d'activitat per al primer trimestre de 2020, les quals han sigut reagrupades per sectors productius: agricultura, indústria, construcció i serveis.

Les dades de afiliacions a la Seguretat Social no s'estenen molt en el temps. No existeixen aquestes dades per a tot el segle XX, pel que s'estudia la evolució històrica del sector primari atenent a les dades de població rural. Es tracta d'una aproximació que a causa de la funcionalitat de la població rural fins mitjan segle XX pot indicar les tendències de l'espai rural. Actualment les dades de població rural no atenen als paràmetres econòmics, ja que es

tracta de població eminentment neorural que habita els espais rurals de la conca, però treballa principalment als serveis de la ciutat.

4.1.5. Pressió sobre el territori

La pressió antròpica sobre el medi ha variat durant l'últim segle. L'anàlisi d'aquesta pressió i recent alliberament del territori s'ha realitzat a partir de la informació precedent. La informació sobre el paisatge, població, agricultura i economia es conjuguen i catalitzen per conèixer els estats de pressió que ha viscut el territori al llarg de la història. A més de totes les fonts utilitzades, resulta de vital importància, sobretot per a l'anàlisi de l'alliberament del territori, la consulta d'ortofotos que coincideixen en el temps amb el gran canvi de pressió històric. És als anys 1950 quan comença a estendre's l'ús de la fotografia aèria, la primera disponible per a la conca data del 1956, i és a la pròpia dècada de 1950 quan es comença a alliberar el territori, pel que la fotografia aèria posterior (1956-2020) resulta ben clarificadora per a l'anàlisi evolutiu dels recents canvis d'usos del sòl i del paisatge. Així mateix, el treball de camp i la fotografia, realitzada durant el 2021, són una eina més per a la metodologia adoptada. Precisament la fotografia és una eina de treball que ens mostra una instantània de l'espai actual sobre el qual es poden llegir diversos temps, presents i pretèrits. S'observa amb aquesta metodologia analítica les diverses pressions sobre el territori i, per tant, sobre el paisatge que és el reflex de les característiques socio-culturals en l'espai-temps.

4.2 Canvis en els usos del sòl a través de l'anàlisi d'ortofotomapes i fotografies aèries amb l'ús dels SIG.

L'estudi de l'evolució en els canvis d'usos del sòl a través de l'anàlisi d'ortofotomapes i fotografies aèries històriques permet d'identificar els cicles d'abandonament agrícola i els canvis en els usos forestals. Qualsevol eixida de camp sobre les zones aforestades de la conca de la rambla de Puça acabarà topant-se amb multitud de terrasses de cultiu aforestades. Clarament en darreres dècades hi ha hagut un canvi en els usos del sòl evolucionant de sòls nus subjectes a conreus, a sòls forestals. Aquest canvi està present a moltes zones mediterrànies. La condicionalitat del clima i la vegetació té un efecte directe sobre els sòls, els quals estan subjectes a dinàmiques hidrològiques i erosives diferents segons l'ús

socioeconòmic que es fa d'aquests. Així mateix, la cobertura vegetal que els protegeix dels agents erosius, principalment l'aigua al present cas d'estudi, pot ser vital per a la seua protecció i conservació.

Per a la realització d'aquest estudi evolutiu dels usos del sòl s'ha adoptat una metodologia cartogràfica que utilitza les tècniques d'anàlisi del territori a través de la fotointerpretació i tècniques de classificació d'imatges multiespectrals utilitzant un Sistema d'Informació Geogràfica o SIG. Aquesta metodologia és sovint utilitzada per altres autors per a l'estudi dels canvis d'usos del sòl a les conques típicament mediterrànies, efímeres i intermitents, del País Valencià (López *et al.*, 2007; Camarasa *et al.*, 2018). S'ha utilitzat la primera fotografia aèria disponible que data de l'any 1956 i que mostra en escala de grisos un territori sota condicions socioeconòmiques diferents (veure apartat 5.1). Per realitzar aquesta comparativa en els usos del sòl, s'ha pres l'ortofotomapa més recent que data del PNOA de 2020, en aquest cas l'ortofotomapa és en color. Tot i la disponibilitat de la fotografia del PNOA de l'any 2020 s'ha utilitzat la imatge multiespectral del Sentinel 2 del 13 d'agost de 2021 per poder incorporar els canvis recents. A més, al ser una fotografia obtinguda a l'agost, donats els cultius de la zona, la resposta espectral d'aquests s'optimitza i és més fàcil poder aplicar eines de classificació supervisada.

Amb l'aplicació del software ArcGis d'Esri versió 10.7.1 es poden visualitzar les fotografies aèries, és a dir, es pot visualitzar la situació en el moment de l'obtenció de la fotografia i es pot crear nova informació geogràfica que a la quantificació dels usos i la seua variabilitat en l'espai. Així, amb la classificació d'imatges es pot elaborar nova informació com la identificació dels usos i cobertures del sòl. Es tracta d'un procés computacional per elaborar informació geogràfica agrupada en classes. Alhora, la informació geogràfica agrupada en classes es pot combinar per analitzar el canvi temporal en la evolució en els usos.

De manera específica s'han realitzat dos procediments per a l'anàlisi de l'ocupació del sòl del territori de la conca de la rambla de Puça. Primerament s'han estudiat les característiques de la superfície terrestre realitzant una classificació del territori d'acord amb la seua dimensió funcional o la seua dedicació socioeconòmica actual, és a dir, s'han estudiat els **usos del sòl** que rauen de la dimensió socioeconòmica del territori. En segon lloc s'han estudiat les característiques de la superfície amb la categorització de la superfície terrestre segons les seues propietats biofísiques, és a dir, s'han estudiat les **cobertures del sòl** que

rauen de la dimensió biofísica del territori. A continuació es presenten els detalls metodològics específics per a la classificació dels usos del sòl i la coberta.

Les tècniques i mètodes utilitzats per a l'anàlisi de l'ocupació del sòl a la zona d'estudi en són dos. Per una banda s'ha realitzat cartografia per pantalla, metodologia aplicada per a l'anàlisi dels usos del sòl i per a la cobertura del sòl de 1956. D'altra banda, la metodologia de cartografia supervisada s'ha utilitzat per a la classificació de la cobertura del sòl de 2021.

4.2.1 Classificació d'imatges amb cartografia per pantalla

Per a la classificació d'imatges utilitzant el mètode de cartografia per pantalla s'han utilitzat:

- Ortofotografies digitals a escala de grisos pancromàtic elaborades a 50 cm de resolució a partir del vol fotogramètric americà sèrie B de 1956. Profunditat de color a 8 bits per banda. Font de les descàrregues: Institut Cartogràfic Valencià.
- Ortofotografies en color natural (RGB) i fals color infraroig (IRG), elaborades a 25 cm de resolució partint del vol fotogramètric digital RGBI de 2020. Profunditat de color a 8 bits per banda. Font de les descàrregues: Institut Cartogràfic Valencià.

Usos del sòl

Per a la elaboració de la informació geogràfica s'han seleccionat primerament els usos rellevants per a l'objectiu de l'estudi i ajustables a l'escala de 1956 (escala més restrictiva). S'ha pres la classificació del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE) com a referència, la qual s'ha simplificat, però s'ha ajustat a major detall en una cartografia a menor escala. Els **usos aplicats a la cartografia** són els següents (la *Figura 10* mostra un clar exemple de cada ús):

- Ús forestal: Espais amb predominança de boscos, principalment compostos de *pinus halepensis* i matollar que es presenten amb colors verds foscos ocupant els espais muntanyosos de la conca.
- Ús agrícola: Són els indrets on el sòl es troba en conreu, ja siga d'espècies arbòries o espècies baixes que es presenten amb colors blanquinosos, dels sòls margosos i

calcaris nus, puntejats per l'espècie cultivada com a punts foscos. Aquest ús s'estén ocupant els espais oberts i de fons de vall què, enlairats a les vessants muntanyoses, s'expandeixen en terrasses de cultiu amb morfologia allargada perpendicular a la pendent.

- Ús residencial: Àrees que ocupen espais relativament xicotets respecte a la superfície total de la conca i que concentren urbanitzacions d'*urban sprawl* amb un elevat segellat del sòl. Es presenten de colors rogencs, groguencs i grisos (dels materials de construcció) puntejats per arbres, ja siguin pins o oliveres i amb els blaus de les piscines de cromàtica gens homogènia amb el paisatge.
- Ús recreatiu: Es tracta de dos indrets que concentren en un reduït espai un seguit d'equipaments que atrauen la població urbana als espais naturals amb aparcaments, equipaments esportius, equipaments informatius (botànics i senderistes), paellers, lavabos i edificació hotelera.
- Ús miner i Pedreres: Espais de gran impacte paisatgístic per realitzar-se a cel obert i destacar com un punt blanc vorejat pel paisatge forestal.
- Sense ús: Agrupa formacions de *badlands*, grans xaragalls a les vessants muntanyoses, espais incultes pel seu abandonament agrícola abans de la revegetació natural i conversió a ús forestal. Predominen a zones obertes i de fons de vall abans conreades a la zona baixa de la conca. Es presenten com espais que no atenen actualment cap dimensió funcional.

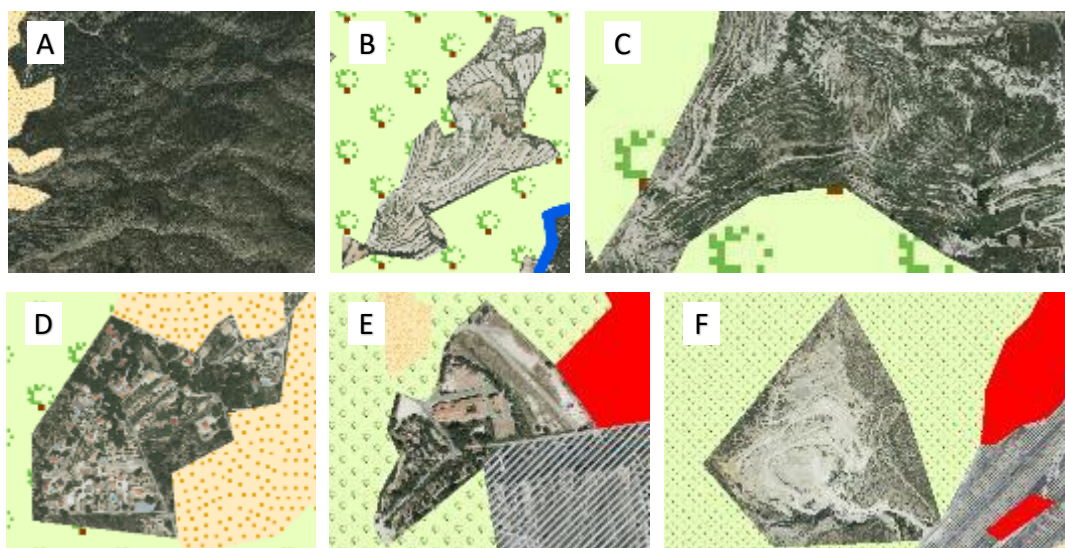


Figura 10. Usos del sòl aplicats a la cartografia. S'observa la base ortofotogràfica sobre la qual s'ha treballat detectant els usos forestal (A), agrícola (B), sense ús (C), residencial (D), recreatiu (E) i miner i pedreres (F).

Així doncs, una vegada s'ha reconegut, detectat i identificat al territori algun dels citats usos es procedeix a la delineació per a establir la classificació en usos. El procediment es realitza utilitzant i exprimint la informació de les imatges. Amb el reconeixement es tenen en compte formes i patrons. Amb la detecció i identificació juguen un paper rellevant les diferents respostes cromàtiques que presenten els elements que hi trobem al territori amb diferents tonalitats i colors. Per últim, es procedeix a la vectorització, és a dir, a la delineació de cada ús (cartografia). La cartografia es realitza a través de la creació de polígons que són en última instància classificats amb el codi corresponent a l'ús del sòl que representen (els abans citats), i es calcula la seua extensió. S'obté d'aquesta forma una cartografia elaborada amb criteris de dimensió socioeconòmica que classifica el territori d'estudi en tres classes per a 1956 i sis classes per a 2020.

Cobertes del sòl

El mateix mètode de cartografia per pantalla s'ha utilitzat per a la classificació de les cobertures del sòl per a l'any 1956. Les cobertes del sòl actuals s'han determinat a partir de la classificació de la imatge multispectral (secció 4.2.2). En aquest cas el procediment, els materials, la ortofotografia i el software són els mateixos, l'únic que canvia és la classificació que atén a la dimensió biofísica dels elements del sòl. S'ha pres la classificació del SIOSE com a referència, la qual novament s'ha simplificat, però s'ha ajustat a major detall en una cartografia a menor escala. Així doncs, la **classificació** que s'ha establert per a la **cobertura del sòl** és la següent:

- **Bosc:** Sòls amb una cobertura vegetal arbòria on predominen els pins i carrasques -a les zones d'ombria-. Es presenten com a zones fosques en la zona més elevada de la conca i, per tant, més inaccessible per a la tala.
- **Matollar:** Característic de zones aforestades degradades i espais esteparis. El matollar abunda a les vessants muntanyoses amb afloraments rocosos (zona alta de la conca) i als antics boscos degradats per la intensa silvicultura (zones de muntanyes i turons

pròximes al nucli de Petrer). Predomina un color gris que cobreix els sòls blancs. Les espècies més destacables són l'espart, el romaní, el timó, l'argelaga, la cua de gat i l'estepa blanca.

- Conreus: Tenen una gran extensió i s'ubiquen a les valls obertes de Catí, Puça, l'Almadrava i el Ginebre, així com a les zones pròximes al nucli de Petrer i la conca baixa de la rambla de Puça. Es presenten com sòls llaurats i amb disposició allargada en terrasses de cultiu que salven la pendent. Conjuguen varietats arbòries com l'olivera i l'ametler amb conreus baixos com la vinya o els cereals. Els conreus arboris mostren colors foscos sobre terrasses clares, mentre que els conreus baixos mostren una textura i cromàtica uniforme de color gris.
- Zones nues: Es tracta de zones sense o amb escassa cobertura vegetal que presenten morfologies de *badlands* o grans xaragalls a les vessants muntanyoses. No presenten vegetació que pugui establir els sòls margosos com mostren els colors blanquinosos i la formació de *badlands*. El seu origen està en la elevada pendent, com ocorre a la solana de la Serra del Frare, i per la sobreexplotació agrícola de sòls margosos sense l'aplicació de mesures de protecció i conservació del sòl necessàries, com ocorre a les zones pròximes al nucli de Petrer sota condicions de major pressió antròpica.

4.2.2 Classificació automàtica supervisada d'imatges

La classificació d'imatges assistida per l'ordinador es basa en l'anàlisi estadístic dels valors dels píxels de la imatge. La supervisió de la classificació es realitza per buscar grans agrupacions entre les combinacions numèriques dels píxels.

Amb la classificació supervisada s'han definit un seguit de punts que representen les classes esperades. Aquests punts corresponen a les àrees d'entrenament. D'aquesta forma es defineixen el nombre de classes, així com les mostres que corresponen i determinaran les agrupacions de píxels (característiques estadístiques per cada una) corresponents a cada classe.

Per a la classificació d'imatges utilitzant el mètode de cartografia automàtica supervisada s'ha utilitzat una imatge multispectral del satèl·lit Sentinel 2 del programa Copernicus de la ESA. La imatge en qüestió és del dia 13 d'agost de 2021, corresponent a un dia d'elevades temperatures per l'aire saharià que presentà un cel sense núvols. S'han

seleccionat els canals 2, 3 i 4 (BGR, respectivament) del sensor a bord del satèl·lit corresponents a les bandes què, amb la creació d'un mosaic, componen el color natural RGB. Han sigut elaborades a 10 metres de resolució amb una profunditat de color de 16 bit per banda.

El procediment per a la classificació de la imatge segons les cobertures del sòl (enumerades al 4.2.1) és el següent:

- Àrees d'entrenament: Amb recolzament visual i superposat de les ortofotografies de major resolució (0,25 m) s'han definit una sèrie de punts corresponents als quatre tipus de cobertura del sòl, és a dir, amb els punts -àrees d'entrenament- s'han creat quatre signatures.
- Extracció i anàlisi estadística de les respostes espectrals per a cada classe creant-se signatures.
- Classificació de la imatge: S'assigna a cada píxel de la imatge una de les classes definides (tipus de cobertura del sòl) en base a un criteri estadístic.

Amb la informació de camp es pot corroborar la fiabilitat de la classificació. Cal destacar la menor resolució de la imatge multiespectral en comparació a les ortofotografies que a les bandes utilitzades (2, 3 i 4) és de 10 metres. Per aquesta raó s'han desestimat cobertures del sòl inferiors a les dimensions de píxel com són els camins. Només s'han creat signatures que corroborades amb la informació de camp aporten fiabilitat a la classificació. Per a la classificació automàtica supervisada de les cobertures del sòl per a l'any 2021, ha sigut la resolució de la imatge la que ha determinat la creació de les citades quatre cobertures del sòl per tal d'obtenir una classificació fiable i ajustada als objectius del treball.

4.2.3. Matriu de canvi: evolució dels usos del sòl

L'aplicació de la matriu de canvi de canvi d'ús del sòl aporta informació sobre la diferència en l'ús del sòl en un espai de temps determinat, és a dir, entre els usos de 1956 i els de 2020, prèviament ja cartografiats com s'explica al 4.2.1. Amb el suport del software ArcGis (10.7.1) es pot calcular la superfície que ha canviat d'ús utilitzant una matriu de transició i ferramentes de geoprocessament.

Taula 2. Matriu de transició de canvi d'ús del sòl.

Matriu de canvi d'ús del sòl			Any 2020					
			Forestal	Agrícola	Sense ús	Ús Residencial	Ús Recreatiu	Ús Miner
			1	2	3	4	5	6
Any 1956	Forestal	10	11	12	13	14	15	16
	Agrícola	20	21	22	23	24	25	26
	Sense ús	30	31	32	33	34	35	36

De manera específica, tal i com mostra la *Taula 2*, verticalment es disposen els usos i valors per a l'any 1956 i horitzontalment els usos i valors corresponents a l'any 2020. A cada ús se li assigna un valor numèric. La funció d'aquesta matriu és identificar els canvis mitjançant la suma dels dos valors (valor ús 1956 + valor ús 2020) que es mostren a la *Taula 2*. Els valors que no mostren canvis d'ús són 11, 22 i 33, mentre que la resta de valors de la *Taula 2* indiquen el canvi generat. Un valor de 21, per exemple, indica la transició d'un polígon que al 1956 tenia un ús agrícola mentre que al 2020 té un ús forestal.

Aleshores, en l'ArcGis, s'introdueixen els valors de la matriu corresponents a cada ús. Una vegada s'han assignat els valors a cada ús es realitza un *Intersect*. Es tracta d'una ferramenta de geoprocessament que combina geometries, els polígons corresponents a cada ús, exportant noves geometries sense perdre el atributs d'aquests. És a dir, realitza una combinació dels polígons de 1956 amb els de 2020, mantenint polígons amb el mateix ús i creant polígons amb els canvis d'ús, a partir de la subdivisió dels polígons segons la evolució que hagen tingut.

La suma dels valors assignats als usos de 1956 i 2020 per a cada intersecció permet analitzar el canvi o manteniment dels usos del sòl, els quals mostren el manteniment d'usos o la evolució d'un determinat ús al 1956 a un nou ús al 2020.

4.3. Quantificació de les taxes erosives potencials a través de l'ús dels Sistemes d'Informació Geogràfica i l'Equació Universal Revisada de Pèrdua del Sòl (RUSLE).

L'erosió pot definir-se com el procés d'arrencada i transport de partícules del sòl pels agents erosius. A la regió climàtica mediterrània, en la que s'enclava la conca, l'erosió hídrica té un paper significatiu, sent l'aigua el principal agent. L'aplicació dels Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) i l'Equació Universal de Pèrdua de Sòl Revisada, també coneguda com RUSLE -de l'angles *Revised Universal Soil Loss Equation*- (Wischmeier i Smith, 1978) permeten estudiar l'evolució de les taxes d'erosió associades potencials a les característiques del medi físic i als seus valors de pluviometria, pendent, cobertes i sòls, així com les pràctiques de conservació de sòl que s'apliquen.

A través de l'aplicació i càlcul de la RUSLE utilitzant els SIG es calcula i cartografia la distribució espacial dels diferents graus d'erosió, considerant en aquest cas l'erosió potencial. La RUSLE és un mètode ponderat quantitatiu realitzat a partir de l'entrada de dades que es basa en la següent representació matemàtica:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

on:

A= Pèrdua de sòl ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$)

R= Factor d'erosivitat de la pluja ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ any}^{-1}$)

K= Factor d'erosionabilitat del sòl ($\text{Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$)

L= Factor longitud del Pendent (adimensional)

S= Factor pendent (adimensional)

C= Factor coberta i maneig (adimensional)

P= Factor pràctiques de conservació (adimensional)

Tot el procediment s'ha realitzat amb unitats expressades segons el Sistema Internacional. Pel que la pèrdua potencial de sòl s'obté a través de la multiplicació utilitzant la calculadora raster d'ArcGis 10.7.1 (àlgebra de mapes), de les capes raster de cada factor amb un resultat expressat en la unitat de massa megagram (Mg), en la unitat de superfície hectàrea (ha) i en la unitat de temps any. La RUSLE es va desenvolupar per a la seua aplicació en l'agricultura, tant per estimar la pèrdua (potencial) de sòl com per escollir les pràctiques agrícoles més apropiades per reduir-ne la degradació. El mètode té diverses limitacions en la seua aplicació, ja que únicament prediu les pèrdues de sòl per processos d'erosió laminar i en xaragalls. No té en compte la formació i erosió per escorrancs o rambles, desconeixent-se el

seu grau de precisió, però la inexistència d'un mètode d'erosió millor i de fàcil aplicació amb menys demanda de dades ha condicionat la seua aplicació a diferents escales arreu del món. (Poch, 1993).

4.3.1 Factor R. Erosivitat de Pluja

El factor R d'erosivitat de pluja correspon al sumatori de les energies de tots els esdeveniments de precipitació anuals, el que implica acció erosiva. Les dades de precipitacions que s'han utilitzat són les de l'estació climàtica de Ferrussa, ubicada fora de la conca, però ben prop –a escassos metres- i amb una sèrie històrica de 27 anys (1994-2020). Per una banda és una font de dades amb consolidació històrica, per l'altra es tracta d'una estació manual, pel que les dades es comptabilitzen cada 24 hores, el que impossibilita conèixer les intensitats de les precipitacions per tal de calcular l'energia cinètica. D'aquesta forma no s'han pogut aplicar les formules proposades per Wischmeier i Smith (1978) o per l'ICONA (1988). Per tant, s'ha pres la formula plantejada per Fournier (Índex de Fournier) (Fournier, 1960), en la seua versió modificada plantejada per Arnoldus (1977): Índex Modificat de Fournier (IMF).

Com només es compta amb una estació de referència, l'aplicació de l'IMF dona un resultat homogeni per a la conca. L'IMF s'ha calculat primerament per a cada any de la sèrie climàtica i posteriorment s'obté la mitja per a la sèrie completa amb l'aplicació de la següent formula:

$$IMF_j = \sum_{i=1}^{12} \frac{(P_{ij})^2}{P_j}$$

on:

IMF_j = Índex Modificat de Fournier en l'any j

P_{ij} = Precipitació del mes i, en l'any j (mm)

P_j = Precipitació total de l'any j (mm)

El resultat de l'Índex Modificat de Fournier que representa l'erosivitat de la pluja (Factor R) s'expressa en $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ any}^{-1}$, corresponents al potencial erosiu per unitat d'espai i de temps. Així mateix, com s'ha realitzat una mitja de la sèrie climàtica augmenta la representativitat de l'àrea d'estudi.

4.3.2 Factor K. Erosionabilitat del sòl

L'erosionabilitat del sòl atén a les propietats dels sòls. Wischmeier i Smith (1978) defineixen el factor K d'erosionabilitat de sòl en la RUSLE com un valor quantitatiu determinat experimentalment. Per a un sòl en particular, és la taxa de pèrdua de sòl per unitat d'índex d'erosió pluvial (R), quan les condicions del relleu i de la vegetació són les considerades estàndard i en l'expressió els factors L, S, C i P valen la unitat (González, 1991). Les condicions estàndard són: 22,1 m de longitud de declivi i un pendent uniforme del 9% en guaret continu i llaurada seguint la línia de pendent. La vulnerabilitat del sòl a l'erosió és una característica que ve determinada per la textura, estructura, contingut en matèria orgànica o conductivitat hidràulica.

Per al càlcul s'ha carregat al programa de SIG ArcGis 10.7.1 el *Mapa Geològic* d'escala 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España a través del servidor WMS corresponent. A continuació s'han cartografiat tots el tipus de litologia de la conca, que són un total de 29 descripcions litològiques diferents (*Taula 1*), entre les que destaquen les margues blanques (Unitat Cartogràfica -U. C.- 28 i 25), les calcarenites bioclàstiques (U.C. 26), les calcàries margoses fètides calcàries amb amphistegines i microconglomerats (U.C. 24), les calcàries pararecifals (U. C. 20) i les margues arenoses i arenoses margoses (U.C. 21). Una vegada obtinguda la capa vectorial, s'ha afegit un camp nou a la taula d'atributs per tal d'incloure els valors del factor K calculats per a la província d'Alacant per Gisbert i Ibáñez (2003) segons la seua litologia.

Una vegada s'adjunten les dades a la capa vectorial (*Taula 1*), aquesta s'exporta a raster per tal de conjugar les xifres d'erosionabilitat sobre la conca amb diferents codis i colors, corresponent els colors càlids a les zones que presenten major erosionabilitat. El factor K oscil·la entre 0, valor que representa la nul·la erosionabilitat dels sòls i 1, valor que representa la màxima erosionabilitat dels sòls.

Taula 3. Unitats litològiques cartografiades i factor d'erosionabilitat (K) corresponent. Les Unitats Cartogràfiques corresponen a la Fulla d'Elda (871 (28-34)) i de Castalla (846 (28-33)).

Fulla	U.C.	Descripció litològica	Factor K
846	20	Calcàries pararecifals	0,3
846	26	Calcarenita bioclàstica	0,3
846	36	Crostes calcàries	0,3
846	28	Margues blanques	0,5
846	24	Calcàries margoses fètides calcàries amb amphistegines i microconglomerats	0,3
846	35	Graves, sorres i argiles	0,2
846	25	Margues blanques	0,5
846	2	Argiles rojes i guixos	0,6
846	18	Argila verda	0,4
846	37	Con de dejecció i dipòsits de vessant	0,2
846	19	Calcàries i dolomies	0,3
871	30	Calcàries pararecifals amb intercalacions margoses a vegades	0,3
871	41	Cons de dejecció i dipòsits de piemont	0,2
871	37	Margues blanques a llims roses amb intercalacions de conglomerats continentals	0,2
871	27	Argila verda	0,4
871	28	Calcàries amb alveolines i Nummulites	0,3
871	1	Argiles i Margues Arenoses roges amb intercalacions de calcàries dolomítiques negres i guixos	0,4
871	29	Calcàries i arenoses tipus Flysch	0,3
871	26	Calcària margosa tableada i margues blanques	0,3
871	44	Glacis cobert i encrostat	0,2
871	25	Calcàries compactes blanques i grises amb sílex	0,3
871	22	Calcarenites de Orbitolines	0,3
871	12	Margues i calcàries amb ammonites	0,3
871	31	Calcària margosa, fètida a vegades, arenosa a microconglomerat	0,3
871	21	Margues, margues arenoses verd groguenques i arenoses margoses	0,5
846	13	Calcàries margoses i margues amb Globotruncanes	0,3
846	9	Calcàries amb radiolaris	0,3
846	11	Dolomicritas i margues dolomítiques o calcarenites	0,3
871	24	Margo calcària groguenca i calcària gris a dolomia	0,3

4.3.3 Factor LS. Factor topogràfic

El factor LS es compona del factor L, és a dir, el factor longitud de pendent i del factor S, que és el factor pendent. Els factors topogràfics tenen una influència destacable sobre les taxes erosives, ja que el relleu condiciona l'energia, la gravetat, i així l'arrencada de sediments. Wischmeier i Smith (1978) defineixen la longitud del pendent com la distància que recorren les gotes d'aigua d'escolament, des de que es formen a la divisòria d'aigües fins la llera. El factor S, adimensional, es directament proporcional a la quantitat d'escolament generat en una vessant per unitat de superfície, determinant la velocitat de les aigües i la seua força d'arrossegament (González, 1991). El factor L, adimensional, es determina com una unitat de parcel·la RUSLE de referència que equival a 22,1 m amb les mateixes condicions climàtiques (R), de sòl (K), de pendent de referència del 9% (S) i de vegetació (C i P).

Primerament es calcula el pendent en graus, el qual s'ha de transformar a radians. El procediment comença en ArcGis 10.7.1 amb l'aplicació de la ferramenta de pendent sobre el MDT. Una vegada creada la capa de pendent, s'utilitza la Calculadora raster per passar el pendent en graus a radians aplicant la següent formula: **Pendent·(3,1416/180)**. Amb l'aplicació d'aquesta formula obtenim una capa raster amb el factor S.

El càlcul de la longitud de pendent requereix un raster d'acumulació de flux, realitzat a partir d'un MDT utilitzant les eines d'Hidrologia (Fill, Flow Direction i Flow Accumulation). El raster Flow Accumulation té un valor màxim de 9.188.052 cel·les, les quals tenen una mida o resolució de 2 m. Com que utilitzar aquests valors sobreestimaria el valor de longitud de pendent amb una longitud màxima d'escolament de 18.376.104 metres, s'ha restringit la longitud de vessant a 10 m, equivalent a 5 cel·les. S'ha de crear un raster que represente les cel·les del Flow Accumulation amb un valor màxim de 5. Les cel·les amb valor igual o menor a 5 conserven el valor original, mentre que les cel·les amb valors superiors adopten un valor màxim de 5. D'aquesta forma s'han creat dues capes:

Capa A:

- Cel·les Flow Accumulation >5 → Valor 0
- Cel·les Flow Accumulation ≤5 → Valor 1

Capa B:

- Cel·les Flow Accumulation ≤5 → Valor 0
- Cel·les Flow Accumulation >5 → Valor 5

Amb la calculadora raster es realitza la següent operació per a tenir una nova capa raster que evita el sobredimensionament:

$$\text{Flow Accumulation} \cdot (\text{Capa A} + \text{Capa B}) = \text{Flow Accumulation Nou}$$

Per últim s'aplica l'expressió proposada per Simms *et al.* (2003) per al càlcul del factor LS:

$$LS = (A/22,13)^{0,4} \cdot (\sin B/0,0896)^{1,2}$$

on:

LS= Factor topogràfic

A= Àrea de drenatge contributiva per unitat de corba de nivell

B= Pendent en graus

La formula s'aplica a la calculadora raster com:

$$\text{Power}(\text{Flow Accumulation Nou} * \text{mida cel·la} / 22.13, 0.4) * \text{Power}(\sin(\text{Factor_S}) / 0.0089, 1.2)$$

El resultat de la formula ens determina el factor topogràfic LS de la conca.

4.3.4 Factor C. Factor coberta i maneig

La coberta vegetal efectua la protecció del sòl front a la força dels agents erosius controlant l'energia de les gotes de pluja que es redueix amb la intercepció i la velocitat de l'escolament. La coberta vegetal és un factor molt determinant pel que fa el control del risc d'erosió del sòl, condiciona la erosionabilitat del sòl. Es defineix com el quocient de pèrdua de sòl d'una parcel·la amb una determinada coberta vegetal i la taxa erosiva de la parcel·la sota les mateixes condicions per a la resta de factors: clima (R), sòl (K), topografia (LS) en guaret continu on C=1 i conreada fins les línies de pendent màxima (P=1).

La coberta vegetal és, després de la topografia (LS), el segon factor més important que controla el risc d'erosió del sòl (Van der Knijff *et al.*, 2000). A més, a la RUSLE, a l'efecte de la

coberta vegetal s'incorpora el factor de gestió de la coberta (factor C). Així doncs, el factor C depèn del percentatge de cobertura vegetal i de l'etapa de creixement.

Per a l'obtenció del factor C s'ha adoptat la metodologia proposada per Van der Knijff, Jones i Montanarella (2000), la qual utilitza una relació entre l'Índex de Vegetació de la Diferència Normalitzada (NDVI) i el Factor C. Com que l'indicador derivat de la teledetecció més utilitzat del creixement de la vegetació és el NDVI s'ha procedit aplicant la seua formula utilitzant les bandes 4 i 8 del satèl·lit Sentinel 2 del programa Copernicus de la European Space Agency (ESA) del dia 13 d'agost de 2021, corresponent a un dia d'elevades temperatures per l'aire saharià que presentà un cel sense núvols. Per tant, l'indicador NDVI s'obté de la següent forma:

$$NDVI = \frac{IRP - R}{IRP + R}$$

on:

IRP= Infraroig pròxim (banda 8)

R= Roig (banda 4)

Els valors resultants varien entre -1 i 1. Els valors baixos corresponents a zones sense vegetació com sòl nu i zones urbanitzades, mentre que els valors alts corresponen a zones denses de biomassa verda. D'aquesta manera s'obté una cartografia que indica les diferències en la cobertura vegetal de la conca.

A partir del càlcul del NDVI s'aplica la següent formula per al càlcul del factor C:

$$C = \exp \left[-\alpha \cdot \frac{NDVI}{(\beta - NDVI)} \right]$$

on:

α i β són coeficients que determinen la forma de la corba NDVI

S'utilitzen els valors de $\alpha=2$ i $\beta= 1$. La *Figura 11* mostra la relació (hipotètica) corresponent entre NCVI i C.

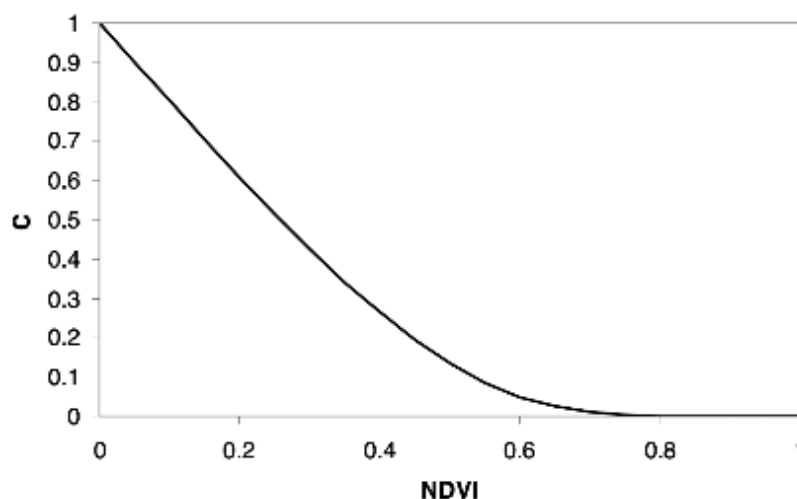


Figura 11. Relació entre el NDVI i Factor C de la USLE mitjançant la formula exponencial proposada per Van de Knijff et al. (2000).

4.3.5 Factor P. Factor pràctiques de conservació

El factor P correspon a les pràctiques de conservació. És el factor que calcula la proporció de pèrdua de sòl amb una pràctica de conreus en pendent. Wischmeier i Smith (1978) destaquen que les pràctiques de conreu millorades, les rotacions, els tractaments de fertilitat i els residus de collita que queden al camp contribueixen materialment al control de l'erosió i, freqüentment, proporcionen el principal control als camps agrícoles. Aquestes són les consideracions pràctiques de conservació dels sòls que poden tenir beneficis sobre els sòls i que s'inclouen al factor C.

Wischmeier i Smith (1978) destaquen que en conreus, pendents entre el 3% i el 8% semblen els més eficaços per a la conservació del sòl. Els pendents per sota del 3% i superiors al 8% s'aproximen al valor 1 del Factor P. La longitud del pendent és alhora destacable ja que els episodis de precipitació determinen les concentracions d'escolament que tendeixen a augmentar la velocitat en els pendents, afectant directament als sòls per la major capacitat per moure terra el agregats. Així doncs, el factor P tracta de calcular a quina longitud del pendent es pot considerar que l'erosió depèn de la topografia (LS), del clima (R), del sòl (K) i de la vegetació (C).

Es tracta d'un factor adimensional que oscil·la entre 0 i 1. El valor màxim correspon als sòls sobre els quals no s'aplica cap pràctica de conservació. Les diferents pràctiques com el llaurat a nivell, terrasses i cultius a bandes fan reduir el factor P. Per a la classificació dels sòls

segons les pràctiques de conservació que s'apliquen s'han utilitzat les dades proposades per Wischmeier i Smith (1978) que en base a la pendent i llargada assignen per a cada tipus de pràctiques de conservació un valor diferent (*Taula 4*).

Taula 4. Valors del Factor P en funció del grau del pendent i del tipus de pràctica de conservació. Font: Wischmeier i Smith (1978)

Pendent (%)	Conreu a nivell		Conreu a bandes (P)	Conreu en terrasses (P)
	Factor P	Llargada màxima (m)		
1-2	0,6	120	0,30	0,12
3-5	0,5	90	0,25	0,10
6-8	0,5	60	0,25	0,10
9-12	0,6	35	0,30	0,12
13-16	0,7	25	0,35	0,14
17-20	0,8	20	0,40	0,16
21-25	0,9	15	0,45	0,18

El procediment realitzat ha començat amb l'adopció de la capa vectorial dels usos del sòl de 2020 (veure 5.2.1) en la que es troba la informació sobre els sòls amb ús agrícola. Sobre aquests polígons de la capa vectorial s'apliquen els valors de la *Taula 4* en funció del tipus de pràctica de conservació i el pendent que correspon a aquests sòls. A la resta de sòls se'ls aplica el valor 1 per la inexistència de pràctiques de conservació. La capa vectorial conté a la taula d'atributs els valors del Factor P per a cada polígon. La capa vectorial es converteix a raster per tal de crear la capa anàloga al Factor P que conté els valors entre 0 i 1 corresponents a les pràctiques de conservació.

4.4. Mesures de camp: simulació de pluja i erosió

4.4.1. Descripció general

La utilització de simuladors de pluja (*Figura 12*) permet produir una precipitació controlada. En climes com el mediterrani, amb una elevada irregularitat en la precipitació, pot resultar necessària i complementària l'adopció d'aquesta tècnica. Tot i així, l'inconvenient d'aquesta tècnica és que els simuladors no tenen la capacitat de reproduir esdeveniments de precipitació a tota una conca (en el cas d'aquest treball la conca de la rambla de Puça), així

com de reproduir-la amb tots. El gran avantatge del simulador de pluja és la possibilitat de crear una precipitació controlada que desencadena processos hidrològics (escolament) i geomorfològics (erosió) que són estudiats amb detall a escala de parcel·la. Aquest instrument ja ha sigut utilitzat per diversos investigadors (Calvo et al., 1991; Payà i Cerdà, 1992; Cerdà 1994, 1995, 1997, 1999; Cerdà i García-Fayos, 1997; Cerdà i Navarro, 1997; Bouma i Imeson 2000; Cerdà, 2001) a Petrer, concretament als *badlands* del barranc del Pi (Pérez, 2019). Així doncs, s'ha adoptat el mètode presentat per Cerdà (2001) que principalment consisteix en: parcel·la de 0,24 m², intensitat de pluja de 55 mm h⁻¹ i aplicació del procediment de Monge i Aguilar (2008) per al treball de camp i de laboratori. En l'apartat de resultats es justifica el valor d'intensitat adoptat i es posa en un context de la precipitació registrada a la conca.



Figura 12. Simulador de pluja sobre sòl nu (A) i sobre sòl vegetat (B).

Amb l'aplicació del simulador de pluja quantificarem la infiltració, l'escolament i l'erosió del sòl. La duració, intensitat i energia cinètica de la pluja poden ser modificades, però s'han mantingut estables. La simulació s'ha realitzat sobre sòls nus i sobre sòls vegetats. La possibilitat de fer rèpliques o afegir parcel·les no s'ha considerat degut a les dificultats en la

portabilitat del simulador. A continuació es presenten més detalls de les simulacions realitzades en el marc d'aquest treball.

4.4.2. Treball de camp

La simulació de pluja com a tècnica de mesura comença pel treball de camp. Al present cas d'estudi l'experiment amb pluja simulada s'ha realitzat sobre dos sòls amb diferent cobertura i ús (*Figura 13*). En primer lloc s'ha realitzat la simulació sobre un sòl nu en un bancal d'ametlers, en segon lloc s'ha realitzat la simulació sobre un sòl forestal vegetat per herbàcies i matollar. L'objectiu d'aquest mètode radica en la comparació de la resposta de l'aigua (infiltració-escolament) i la generació d'erosió dels sòls front a episodis de precipitació (en aquest cas simulats). Aquestes dades permetran estudiar la relació pluja-infiltració-escolament-erosió i el paper de la vegetació en l'erosionabilitat del sòl i l'erosivitat efectiva de la pluja al sòl.



Figura 13. La simulació sobre sòl nu s'ha realitzat en un camp de cultiu en secà d'ametlers amb ús agrícola (A) i la simulació sobre sòl vegetat en una zona aforestada per herbàcies, matollar i cobricel arbori amb ús forestal (B).

Les Parts, accessoris i utensilis necessaris per als experiments amb pluja simulada són (Figura 14):



Figura 14. Parts, accessoris i utensilis utilitzats a l'experiment amb pluja simulada. a) mànega; b) escala; c) anell circular; d) safata de recol·lecció de mostres; e) tub de PVC; f) tela aïllant; g) ampolles per a mostres i aixada.

- a) Una mànega amb polvoritzador per dispersar l'aigua i generar una pluja uniforme en l'espai de la parcel·la i en el temps de durada de la simulació.
- b) Escala de fusta com a estructura ajustable per a la mànega amb polvoritzador.
- c) Anell circular de ferro per a delimitar la parcel·la, és a dir, l'àrea d'estudi per a la simulació.
- d) Safata de recol·lecció de la mostra de una capacitat de 13 litres.
- e) Tub de PVC de 50 mil·límetres de diàmetres per replegar l'aigua d'escolament i el material erosionat.

- f) Tela aïllant sobre l'estructura ajustable (b) per evitar l'afectació del vent sobre la caiguda perpendicular de l'aigua polvoritzada.
- g) Nivell, metre, aixada, ampolles per a mostres, embut, retolador permanent i cronòmetre.

Les especificacions tècniques de la simulació requereixen certs materials, els quals són de disseny amb finalitats agronòmiques i jardineres:

- a) La màniga de disseny agrari té un diàmetre de $\frac{3}{4}$ de polzada, és a dir, 19,05 mm.
- b) El polvoritzador regula la pressió i la intensitat de l'aigua alhora que la polvoritza. La intensitat de pluja és de 55 mm h⁻¹. S'ha regulat a 0,917 mm/minut o 2,75 mm cada 3 minuts. A més, el polvoritzador s'ha orientat per tal de garantir que el total de la pluja caiga sobre la zona experimental. Així, com a referència, el total d'aigua precipitada o introduïda a la parcel·la per cada 3 minuts ha sigut de 2,75 litres.
- c) L'altura de caiguda de l'aigua és de 140 cm.
- d) La circumferència de 55,4 cm de diàmetres està feta de ferro, permetent delimitar l'àrea de la parcel·la per evitar que aigües externes a la simulació entren a l'àrea experimental, així com per evitar fugues. D'aquesta forma es facilita la recollida de dades d'aigua infiltrada i d'aigua d'escolament. El tub de PVC per replegar les dades s'ha de situar a la zona del punt de fuga de la conca hídrica de la parcel·la.
- e) El pendent per a la simulació, tant sobre camp en conreu com sobre sòl vegetat, és del 3%. Al ser el mateix pendent facilita la comparació dels resultats.

L'àrea d'estudi per a l'experiència simulada només pot utilitzar-se una vegada pel que el polvoritzador s'ha de calibrar sense afectació sobre la parcel·la. El procediment per a realitzar la simulació una vegada ja estat tot l'equip instal·lat al camp és el següent:

1. Selecció de l'àrea per a realitzar la simulació, la qual ha de romandre intacta.
2. Excavació d'una fosa per a les safates de recollida de les mostres.
3. Instal·lació de la parcel·la circular sobre el terreny soterrant-la uns mil·límetres al sòl.
4. En la part baixa de la pendent de la parcel·la s'ubica el tub de PVC inclinat per a que els sediments i l'escolament brollen cap a les safates de recollida de mostres.

5. Calibrat de la intensitat del polvoritzador a 55 mm h^{-1} .
6. Instal·lació de l'estructura ajustable sobre la parcel·la.
7. Inici de la simulació.

Una vegada tenim realitzada la instal·lació de l'equip de simulació de pluja i tots els accessoris i materials llestos, comença la simulació de pluja amb el següent procediment (*Figura 15*):

1. Inici de la pluja de 55 mm h^{-1} d'intensitat sobre la conca d'estudi de $0,24 \text{ m}^2$ per un període de 30 minuts, pel que de forma simultània s'inicia la precipitació i dos cronòmetres.
2. Cada 3 minuts es canvien les safates de recol·lecció de mostres.
3. Les mostres d'aigua d'escolament i sediments es guarden en ampolles per ser transportades al laboratori. Aquest procés es fa durant l'interval entre canvis de safates de recol·lecció de mostres. Cada ampolla s'enumera, corresponent el número 1 a la mostra del minut 3, la 2 a la del minut 6 i així fins la mostra 10 del minut 30, final de la simulació. Les mostres es processen al laboratori.



Figura 15. La fotografia mostra el procediment de camp de la simulació.

4.4.3. Treball de laboratori

Mitjançant el treball de laboratori s'obtenen les dades d'infiltració, escolament i erosió a partir de les mostres obtingudes en el treball de camp.

La intensitat de la precipitació determina una quantitat d'aigua de 2,75 litres cada 3 minuts, és a dir, la precipitació caiguda per cada període de recollida de la mostra. La quantificació de l'aigua d'escolament determina alhora la quantitat d'aigua infiltrada (diferència entre volum de pluja i volum de l'escolament per cada interval de temps). Els sediments es quantifiquen de manera absoluta i en pes sec.

Els instruments i utensilis necessaris per a l'obtenció de dades al laboratori en són els següents (*Figura 16*).

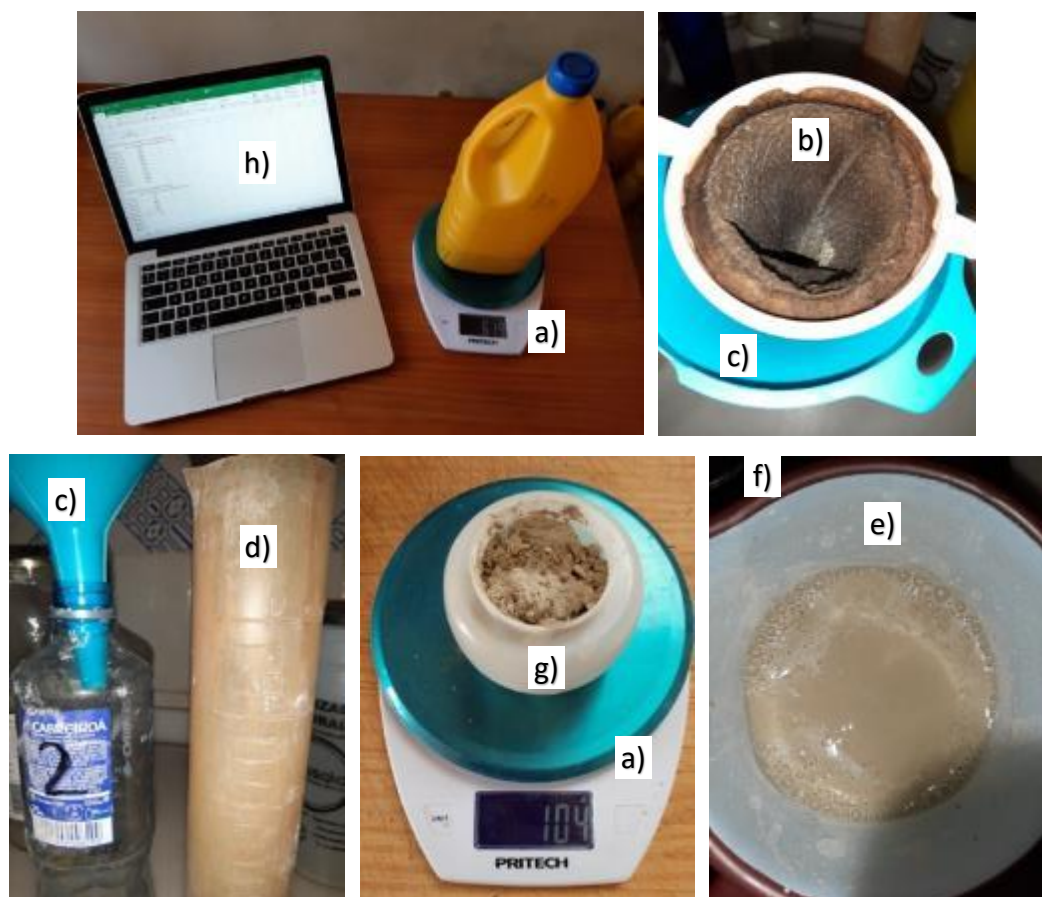


Figura 16. Instruments i utensilis necessaris per al treball de laboratori.

- a) Bàscula electrònica.
- b) Filtre colador per a la retenció dels sediments.
- c) Embut per evitar pèrdues d'aigua d'escolament.
- d) Proveta reglada per al càlcul en mil·límetres de l'aigua d'escolament
- e) Perol per a la dessecació de les mostres.
- f) Fogons com a font calorífica per al procés d'evaporació.
- g) Recipient per al pes dels sediments.
- h) Fulla de càlcul.

Per últim, el procediment adoptat per a l'obtenció dels resultats d'escolament i sediments erosionats de les zones experimentals ha sigut el següent:

1. Pes de la mostra (aigua, sediments i recipient).

2. Filtració de les mostres per separar l'aigua de la mostra dels sediments i poder quantificar-la en mil·límetres utilitzant una proveta de mesura.
3. Reagrupació de la mostra i dessecació per obtenir els residus sòlids, és a dir, matèria orgànica i sediments (partícules de sòl).
4. Dessecació per ebullició de l'aigua per obtenir el residu sòlid.
5. Pes dels sediments dessecats.
6. Pes del recipient per a la obtenció del pes net de cada mostra.

5. RESULTATS

5.1. Canvis socioeconòmics sobre el medi rural de la conca fluvial de la rambla de Puça.

5.1.1. El paisatge rural

El món mediterrani porta milers d'anys antropitzat. L'agricultura, la desforestació, el conreu, el carboneig i la ramaderia han anat modelant els paisatges primigenis de vegetació climàtica on predominaven els boscos d'alzines què després del procés antropitzador s'han recuperat amb predominança pinar, tal i com el coneixem actualment. Georges Bertrand (2006) esquematitza l'estudi del paisatge i afirma que qualsevol estudi geogràfic s'ha de mirar des de tres punts de vista, però tots tres de forma integrada: (i) Entrada naturalista; (ii) Entrada socioeconòmica; (iii) Entrada cultural. És a dir, a la conca de la rambla de Puça hi hagué un geosistema que es transformà en territori després de l'antropització dels elements naturals, convertint-los en recursos (minerals i bacterians) per a l'agricultura i altres activitats primàries. En última instància, al moment contemporani i de l'Antropocè, la cultura mediterrània -valenciana i petrerina- valora la tinença de patrimoni (murs de pedra seca, terrasses de conreu, assuts, sèquies, molins, etc.). El *Conveni Europeu del Paisatge* de l'any 2000 estableix uns objectius de preservació de la cultura territorial y la seua sostenibilitat, prevalent l'ús racional dels recursos propis (naturals, socials, econòmics i culturals).

El medi rural de la zona d'estudi s'entén com l'espai no urbanitzat en el que predominen els sòls permeables en zones de conreu i boscosos, activitats econòmiques primàries, paisatge agrari i densitats poblacionals baixes, que comprèn l'entrada socioeconòmica al territori.

El medi rural, igual que el paisatge, no és un ens fòssil; viu en constant dinamisme i evolució. La conca ha viscut un procés dinàmic al llarg dels segles. L'assentament poblacional de Petrer s'establí al turó on trobem el castell per l'accessibilitat a l'aigua de la rambla de Puça. Com ocorre als sistemes agraris, primer es comença a rompre les zones baixes i progressivament la creació de terrasses de conreu s'enlaira a les vessants muntanyoses havent-se de desenvolupar una extensa arquitectura tradicional que arriba fins l'actualitat en una àmplia gamma d'estats de conservació. Si analitzem qualsevol finca, ja siga la Foia Falsa

o Catxuli (Figura 5), totes mostren els mateixos patrons agraris: les terrasses de conreu més elevades són les últimes en conrear-se i les primeres en abandonar-se (Figura 16 i 17).



Figura 16. Ortofotos de la Foia Falsa on es pot observar el canvi paisatgístic per l'abandonament dels conreus (marcats amb fletxes) augmentant els forests, especialment als bancals més elevats (quadrant nord-est).



Figura 17. Ortofotos de Catxuli. La zona perifèrica de la finca concentra els espais abandonats (marcats amb fletxes) que són alhora els més elevats. En una comparativa amb les imatges fotogramètriques de 1945, a l'ortofoto de 1956 ja s'observa un destacat augment de les espècies arbòries forestals.

La conca de la rambla de Puça ha adoptat actualment activitats de lleure i en certa manera s'ha convertit, com bé identifiquen Campillo i López-Monné (2010), en un camp de joc on realitzar tot tipus d'activitats de lleure sense tindre en compte que el medi natural és un espai fràgil, en el qual es poden realitzar activitats recreatives i educatives que tinguen per objectiu conèixer-lo i respectar-lo.

Encara que la declaració del Paisatge Protegit Serra del Maigmo i Serra del Sit té per objectiu preservar els valors patrimonials d'aquest territori rural, la seua dificultat és evident. Tota la construcció humana a l'entorn natural-rural es troba en crisi, són escassos els treballs primaris i més encara la seua funcionalitat. El món rural de la conca de la rambla de Puça juga actualment un paper ben diferent del que tenia el 1955. S'han perdut els seus habitants, és a dir, la societat camperola que configurava l'ens primordial de preservació del paisatge amb el manteniment que realitzava de totes les architectures i obres tradicionals com els murs de pedra seca, el conreu, la ramaderia, la gestió silvícola, la producció d'aliments per a economies autosuficients, que després del seu abandonament ocasionen un augment del riscos d'incendis i d'erosió (hídrica, desprendiments). Actualment, doncs, la utilitat humana d'aquests espais ha canviat considerablement i no són els productes primaris els més valorats, sinó els serveis ecosistèmics que aporta el món natural-rural.

5.1.2 La població

Els primers habitants de Petrer daten del Neolític, entorn a 5.800/5.600 anys a.n.e. Des d'aleshores han anat passant diferents pobles: ibers, romans, visigots i musulmans. Aquests últims van ser expulsats el 1609 pel que es començà un procés repoblador amb 100 famílies cristianes (Asins, 2009). Tots els pobles que han anat passant per Petrer han estructurat l'espai conreat, el qual s'ha anat modificant segons les necessitats socials.

L'agricultura va ser el sector predominant fins a mitjan segle XX i l'artesania i la indústria eren únicament activitats complementàries al sector primari. La incipient indústria del calcer va començar cap a 1920 sempre a l'ombra d'Elda. Aquesta incipient industrialització propicià un increment poblacional trencat per la Guerra Civil de 1936 i la dura postguerra viscuda a les comarques del Vinalopó, últim reducte republicà. Va ser cap a 1955 quan el creixement demogràfic es reactivà (*Taula 5*) i, a causa d'una ràpida industrialització, la població cresqué acceleradament per l'arribada d'immigrants rurals, moment en el qual tot l'estat espanyol es troba en un context de fort èxode rural. A la indústria del calcer arriben multitud de manxecs (Almansa, Jumella, Hellín, Alpera, Iecla, Cabdet, etc.), immigrants de les Valls del Vinalopó (Monòver, el Pinós, l'Alguenya, la Romana, Montfort, Agost, etc.), així com els propis habitants rurals de Petrer.

Taula 5. Evolució de la població de Petrer (1857-2020)

Any	Habitants	Any	Habitants
1857	2.889	1960	10.615
1868	3.295	1965	14.093
1870	3.295	1970	15.804
1877	3.402	1975	20.424
1900	3.928	1981	20.612
1910	3.992	1986	21.902
1920	4.120	1991	24.643
1930	5.290	1996	26.505
1935	6.319	2001	29.567
1940	5.606	2006	33.026
1945	5.917	2011	34.726
1950	6.148	2016	34.533
1955	7.693	2020	34.241

Font: Arxiu Municipal de Petrer i INE.

En termes percentuals podem observar com la població de Petrer ha perdut la seua base agrícola i rural transformant-se el paisatge pels canvis en els usos del sòl. El 1870 el 25,13% (828 habitants) de la població residia a les partides rurals. El 1935 observem com dels 6.319 habitants, 1.170 són població rural, el percentatge va minvant i es situa al 18,52%⁶. El 1945, després de la Guerra Civil, la població municipal es redueix per la repressió i l'exili. Payá (2017) comptabilitza un total de 179 penats i processats, pel que es viu una baixada demogràfica fins els 5.917 hab., dels quals 1.269 habitants (21,45%) pertanyen a les partides rurals. Respecte a 1935 hi ha un augment de la població rural per una dinàmica, durant la postguerra, de ruralització i agrarització, ja que la repressió en centrà en els obrers de la indústria. Al segle XXI, després de tot el procés d'abandonament rural i augment demogràfic la població rural ha adoptat un caràcter diferent. Dels 34.760 habitants de Petrer al 2009, 1.688 són disseminats, és a dir, només el 4,86%. Es tracta de població empadronada als

⁶ Arxiu Municipal de Petrer: Caixa 28 (2). Consulta: 6 de setembre de 2021.

habitatges de les partides rurals que no tenen una funcionalitat agrícola ja que habiten al medi rural i natural però treballen a la indústria o als serveis.

Va ser a la segona meitat del segle XX quan es visqué un buidament complet del món agrícola i les seues activitats, establint-se nous llindars ecosistèmics, amb unes pressions sobre el medi que han canviat considerablement. El municipi ha crescut demogràficament moltíssim arribant als 34.241 habitants actuals (1 de gener de 2020; INE), encara que la població es troba estancada des de la crisi del 2008. Si observem el cens de 2001 la població era de 29.567 habitants (*Taula 5*) i la població fora del nucli era del 10,43%, encara que no precisament habitants rurals. Aquests són habitants que viuen fora del teixit urbà continu, és a dir, habitants de les recents urbanitzacions (*urban sprawl*) de Salinetes i la Lloma Badà. El cotxe ha facilitat la mobilitat entre l'espai urbà i el rural, pel que hi ha una reduïda població que habita a les partides rurals allunyades del nucli urbà i treballa a la ciutat. Aquesta escassa població rural manté la producció agrària com un complement, encara que d'una forma tan residual que no frena el gran impacte d'aquest canvi socioeconòmic sobre l'agroecosistema que es troba en un estat de desestructuració avançat, però, alhora, en preserva el paisatge agrícola, encara que no la seua funcionalitat.

5.1.3. Història agrària

L'anàlisi històric a l'espai valencià té una data ben marcada, el 1609 s'expulsà als musulmans. Els colons cristians utilitzaren l'espai ja antropitzat. Es començà un procés que unit a l'augment poblacional anà creant nous espais agrícoles, cada vegada més enlairats a les vessants muntanyoses, fins mitjans segle XX, quan la tendència canvia i es comença a abandonar el camp (*Figura 18*). L'abandonament suposa la desestructuració del paisatge agrícola i les seues arquitectures, així com la colonització vegetal per l'alliberament humà.

El 1611 la superfície conreada per les 100 noves famílies immigrades després de l'expulsió de tota la comunitat morisca, ocupava 144 ha. de regadiu (Pérez Medina, 2014), així com unes 1.000 ha. destinades a conreus de secà (Asins Velis, 2009). L'extensió irrigada no va variar quasi durant el segle XVII. A 1636 hi havia 144 ha., per a 1655 151 ha. i per al 1682 145 ha. (Pérez Medina, 1995). Cap a la primera meitat del segle XVIII s'intensificà el treball, augmentaren les rompudes i l'abancament. Així doncs, entre 1732 i 1760 s'augmentà el regadiu en 3,66 ha. i el secà en 105,20 ha., més totes les parcel·les no

quantificades i qualificades com “pedaços”, les llicències concebudes per a ampliar heretats i les rompudes no documentades (Asins Velis, 2009)

En 1860 d'un total de 1.435 ha., 1.302 ha. eren de secà, 24 ha. eren de regadiu i 109 ha. de regadiu eventual. Cap a 1900 hi havia 2.762 ha. en conreu, 2.514 ha. en secà, 26 ha. en regadiu i 221 ha en regadiu eventual (Belando, 1990). Actualment es conrea la meitat de la terra que fa un segle, 1.533 ha., de les quals 1.252 ha. en secà i 281 ha. en regadiu eventual- (Asins Velis, 2009). Encara que la població ha crescut durant les darreres dècades, aquesta viu del sector secundari (indústria del calcer) i del terciari, restant les tasques agrícoles com una activitat accessòria. Després de segles d'explotació els sòls que continuen en conreu són els més aptes, aquelles terres que ja conreaven els musulmans, reduint-se la zona d'horta ocupada per l'expansió urbanística.

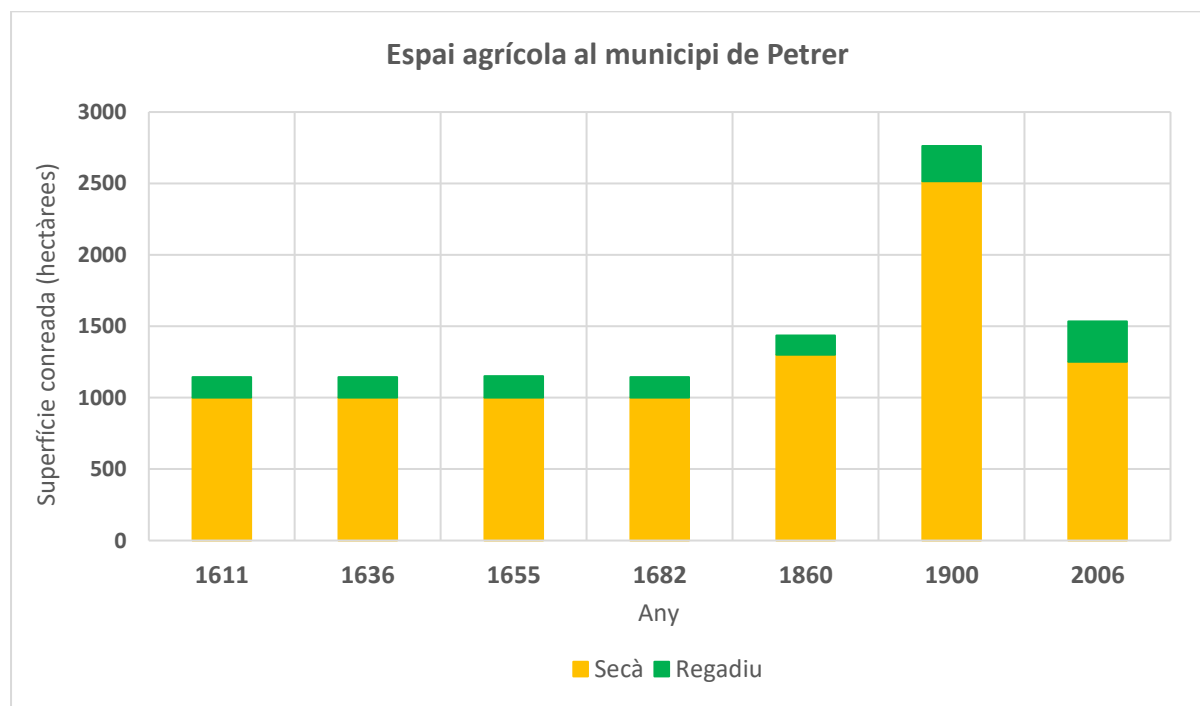


Figura 18. Evolució històrica de la superfície agrícola de Petrer.

La població municipal ha crescut durant les últimes dècades encara que no la població rural ni la seua vinculació amb les tasques eminentment rurals. L'agricultura, especialment de secà, es troba en decadència per la impossibilitat de competir amb l'agricultura de regadiu. Açò mostra la nova funció del món rural que ha perdut en certa manera la mirada agroecològica i atén a les dinàmiques mercantils productivistes. Petrer no ha viscut un procés

d'intensificació de l'agricultura, situació que ha afavorit en certa mesura a la fixació dels sòls i la infiltració de les aigües, a diferència d'altres espais valencians. És a dir, la gran transformació des de 1960 al regadiu no s'ha donat a Petrer, pel que no hi ha hagut una recuperació agrícola continuant-se amb la revegetació del paisatge (*Figura 19*) (Cerdà et al, 2012).

El progressiu abandonament del conreu des del 1950 anà de la mà de la industrialització, que comportà un canvi en l'estil de vida dels petrerins, així com en l'ús del territori. Aquest espai ha quedat com un territori rural que degut als límits administratius no arriba a considerar-se com a tal. És difícil declarar un territori com a rural quan el municipi compta amb 34.000 habitants i forma part d'una conurbació de 90.000 habitants, encara que la morfologia i funcionalitat rural siguen inequívokes dins l'extensa àrea de 158 km² del Paisatge Protegit. Els canvis econòmics han deixat aquest espai deseparats propiciant un paisatge en crisi.

5.1.4. Economia

L'ocupació i l'economia local són un símptoma de les dinàmiques socials que viu el municipi. Les dades de la Seguretat Social per al primer trimestre de 2020 mostren unes xifres d'ocupació molt clarificadoras sobre el present laboral de Petrer. Les dades per secció d'activitat de la Seguretat Social esvaeixen dubtes. D'un total de 7.424 afiliacions, 45 corresponen a agricultura, ramaderia, silvicultura i pesca. La *Figura 19* reflecteix les actuals dinàmiques: el sector primari és ínfim, el secundari té un pes minvant tant laboral com històric i el terciari és el sector potent d'una economia post-industrial occidental. Aquesta situació mostra una evidència: el sector primari porta dècades en decadència. La dificultat per gestionar l'espai rural tan extens dins el municipi es complica per la poca rendibilitat econòmica i la dificultat per gestionar un espai ancestralment antropitzat que en unes poques dècades ha perdut la seua funcionalitat, així com el sistema agroecològic que l'envolta, on la superfície forestal augmenta frenant l'erosió i reduint l'heterogeneïtat paisatgística i la biodiversitat (*Figura 20*).

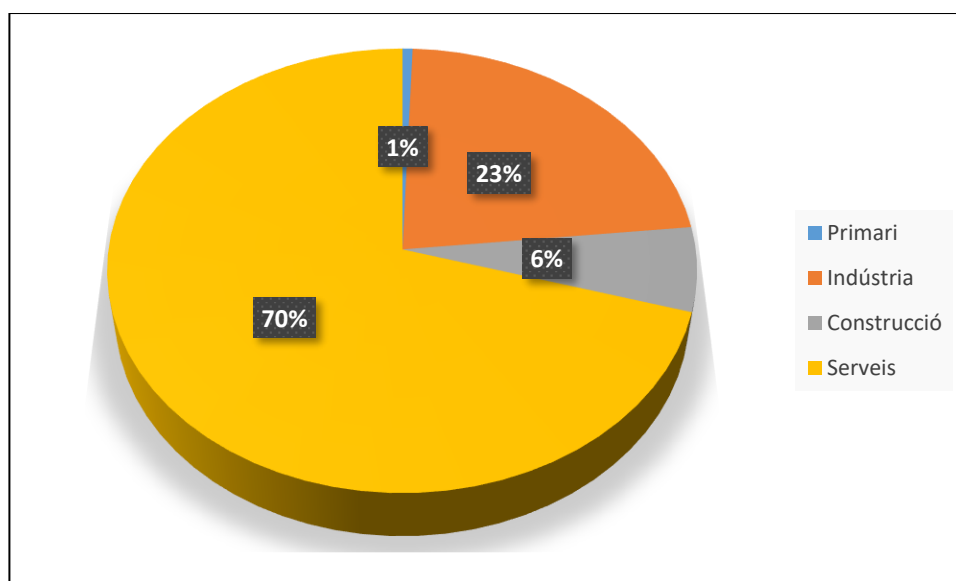


Figura 19. Afiliacions a la Seguretat Social corresponents als grans sectors productius.

Font: Portal Estadístic de la Generalitat Valenciana

Les actuals finques agràries que participen en el manteniment del paisatge agrari responen a una voluntat d'identitat (sociocultural) més que productiva (econòmica). Són múltiples les finques que conreen els sòls per participar a l'empresa de la preservació paisatgística, objectiu de la declaració de Paisatge Protegit Serra del Maimó i Serra del Sit. L'Avaiol, Catxuli (*Figura 19*) o l'Administració (les últimes dues, propietats de la Diputació d'Alacant), conreen unes terres ancestralment en cultiu de les quals no s'obtenen grans beneficis econòmics, ni donen treball a cap família durant tot un any com ocorria històricament. Més precisament es tracta d'un col·laboració per a la preservació paisatgística amb la ocupació de 34 afiliacions al Règim Especial Agrari què unint collites de moltes finques, com l'oli d'oliva ecològic, obtenen realment beneficis econòmics, sent aquesta la principal font d'ingressos. A la majoria de casos, l'agricultura s'ha convertit en una tasca secundària realitzada a temps parcial.

Les afiliacions són, actualment, el reflex de les dinàmiques poblacionals què per la pèrdua de valor econòmic dels productes agrícoles, no frena l'abandonament de les tasques primàries amb els conseqüents canvis sobre els sòls i el paisatge.



Figura 20. Paisatge agrícola de la finca de Catxuli on s'observen tots els elements característics de l'agrosistema muntanyenc: Vessants cobertes per pinus halepensis, cultius de secà d'ametlers, oliveres de producció ecològica i cereals en un moment de treball.

5.1.5. Pressió sobre el territori

Els habitants del medi rural i la seua pressió sobre el medi natural-rural ha produït diversos episodis paisatgístics al llarg de l'últim segle. La primera meitat del segle XX el medi rural de la conca de la rambla de Puça vivia un episodi de pressió antròpica fort, ja que hi havia agricultura, ramaderia i activitats silvícoles, és a dir, l'economia local passava pels recursos endògens que podien produir-se al propi territori. D'aquesta manera observem com la pressió antròpica es veu reflectida sobre el paisatge. Aquesta pressió no indica una actitud humana antiecològica ni negativa vers el medi. La forta pressió antròpica sobre un paisatge agrari i rural en plenitud mostra com un espai muntanyenc i sec pot, utilitzant els mitjans i tècniques humanes, aprofitar en completa consonància els recursos naturals que trobem en un determinat medi, com és el de la conca de la rambla de Puça. Per explicar-ho en

terminologia actual podem dir que es tracta d'una economia i un *savoir-faire* realment sostenible i ecològic.

A partir de 1950 observem un canvi que vira cap a l'abandonament agrícola i rural, degut, com s'ha explicat, a un canvi en la base econòmica local -i espanyola-. La industrialització dels espais urbans afavoreix el buidament rural. És produeix un èxode rural tant d'espais locals, és a dir, dels habitants agrícoles i ramaders que van compondre el paisatge rural de la conca, com l'èxode de pobles manxecs i comarcals. Així doncs, en aquest moment, la pressió antròpica sobre el medi comença a variar ja que l'economia comença a globalitzar-se i els recursos endògens agrosilvopastorils perden pes en detriment dels productes industrials. Hi ha una reducció de la pressió humana sobre el medi rural, pel que es comencen a vegetar les terrasses de conreu, què, a més, cap a la dècada de 1990 es veuen reforçades per la renaturalització del medi, ja que es fan campanyes de reforestació homogènia de *pinus halepensis*. Tots aquests canvis han modificat indubtablement els canvis d'usos del sòl i, consegüentment, el canvi paisatgístic que podem observar visualment amb la comparativa d'ortofotografies i a l'anàlisi de fotografies actuals (*Figura 21*)



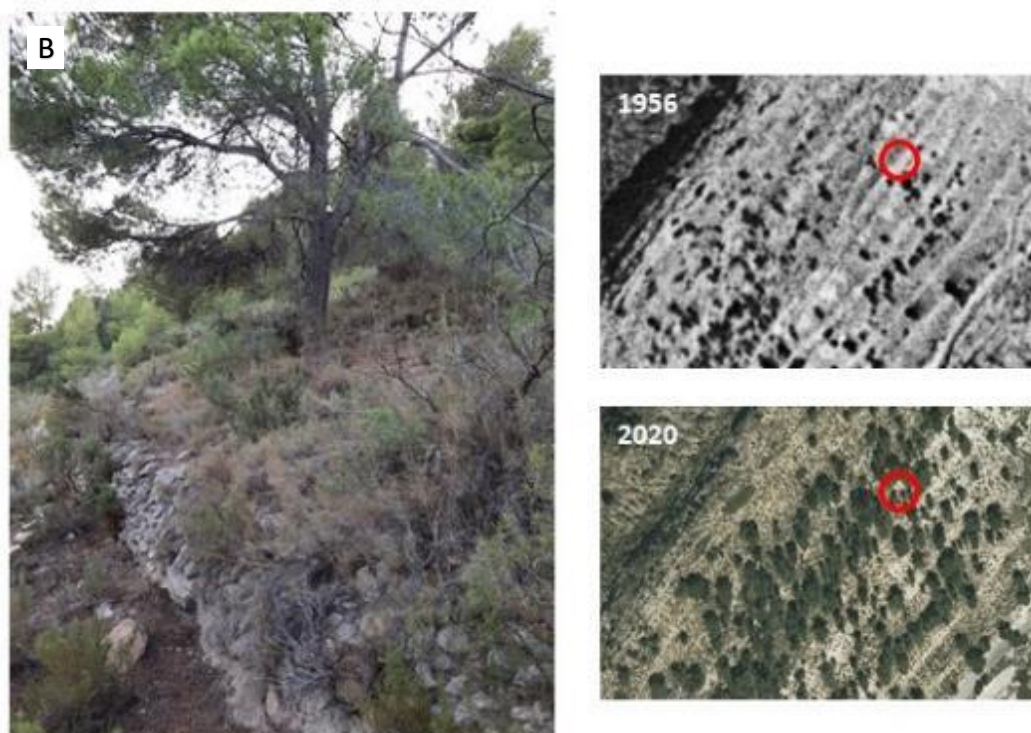


Figura 21. Fotografies sobre punts del territori que han viscut canvis paisatgístics, però sobre les quals es poden llegir temps actuals com la vegetació forestal i temps passats com els murs de pedra seca i la topografia plana de les antigues terrasses de Conreu de la finca de Catxuli (A) a la partida de Rabosa i el Pantanet (B) a la partida de Catí.

Alhora que canvien els usos del sòl, canvien les relacions humanes amb el medi natural-rural de la conca. La proliferació i democratització dels vehicles privats i el temps de lleure de la societat urbana industrial ha propiciat un canvi cultural vers el medi de la conca de la rambla de Puça. Abans es tractava d'un espai on habitar i treballar, ara és un espai on habitar i gaudir de la natura. El terme habitar també s'hauria d'acotar a una reduïda població que viu a zones rurals urbanitzades a les últimes dècades, moltes de les quals són segones residències, pel que habitar pot considerar-se una paraula amb dues accepcions: 1) persona que ocupa un habitatge de forma continuada tots els dies de l'any encara que treballa a Petrer o qualsevol espai urbà i industrial; 2) persona que resideix als espais urbans industrials, però que aprofita els períodes de vacances per traslladar-se a les segones residències enclavades a l'espai rural de la conca, on el paisatge i el medi resulten tot un atractiu. A més, el fet de gaudir de la natura al temps de lleure és un dels grans canvis culturals de la societat occidental urbanitzada. Amb la construcció de carreteres i l'ús del vehicle privat i les bicicletes, és molt

fàcil accedir al medi natural per tal d'eixir dels espais segellats i entrar, com deia John Muir (Wulf, 2016), a la natura.

Aquest canvi cultural ha fet que els *jardiniers* del medi ja no siguin els agricultors, sinó les administracions públiques amb l'adquisició de la propietat de finques com la de Catxuli, on mantenen una agricultura paisatgística, o la de Xorret de Catí on és crea un espai d'acampada i àrea recreativa. L'accés a la natura és un dret constitucional (art. 45 Constitución Española) que s'està facilitant des de les administracions per la seua gestió, però que d'altra banda aquestes no poden assumir en soledat. L'actual model productiu expulsa del mercat als xicotets agricultors i ramaders, sense els quals es impossible gestionar un espai muntà mediterrani antropitzat des de fa mil·lennis i que a l'actualitat es troba degradat i aforestat homogèniament, amb els riscos erosius i d'incendi elevats que açò comporta.

Per tant, l'èxode rural ha deixat el món rural sense mà d'obra per mantenir l'activitat agropecuària, l'abandonament creix permetent la recuperació vegetal natural amb un procés que comença per les herbàcies, continua amb el matollar i és consolida com a bosc amb el creixement arbori. Aquests canvis modifiquen els processos hidrològics i erosius, així com els llistats ecosistèmics pels canvis de pressions i, per tant, l'arribada a punts d'inflexió que fan variar la resiliència de l'ecosistema. Els ecosistemes varien contínuament en resposta a les pressions ambientals (Thompson, 2011, 2012), pel que la gestió del medi ha de conèixer les seues pautes ecosistèmiques i el grau de pressió que s'exerceix sobre el medi per evitar pèrdues de resiliència i degradacions ambientals.

5.2 Canvis en els usos del sòl a través de l'anàlisi d'ortofotomapes i fotografies aèries amb l'ús dels SIG (1956-2020)

Les diferents cartografies elaborades per a l'anàlisi dels canvis en els usos del sòl per a un espai de temps separat per 64 anys (1956-2020) ha donat com a resultat uns mapes amb una columna vertebral semblant, però amb uns canvis realment destacables que originen paisatges diversos, a causa, principalment, de la variació de la vegetació, l'element més destacable d'un paisatge pels colors, textures i formes que li dona. Alhora, la vegetació és protectora dels sòls, pel que els canvis tant d'usos com de cobertures, afecten directament els sòls de materials d'elevada erosionabilitat com són les margues. És per tot açò, que els canvis presentats impliquen canvis geomorfològics, és a dir, canvis en les dinàmiques erosives

de la conca, així com canvis hidrològics, el que origina una variació en les dinàmiques d'infiltració i escolament directament influenciats per la vegetació.

5.2.1. Els usos del sòl (1956-2020)

El mapa d'**usos del sòl de 1956** (*Figura 22*) presenta un paisatge on predomina l'ús forestal, l'ús agrícola i els espais sense ús socioeconòmic. La conca té un total de 36,78 km² repartits entre els citats usos, els quals es distribueixen i tenen les següents característiques:

- Ús forestal: Ocupa una superfície total dins la conca de 22,06 km² corresponent al 59,98% de l'espai. Es tracta de l'ús més extens que ocupa els espais de muntanya, per la dificultat que allí suposa el conreu. Aquest ús tenia la funció socioeconòmica als anys 50 de ser una font d'energia. La fusta, que és una forma de sol concentrat per efecte de la fotosíntesi de les fulles i la producció de matèria orgànica (Vidalou, 2020), és, per tant, una font d'energia coneguda com biomassa i utilitzada a la dendroenergía. Aquest és l'ús que tenia aquest espai vegetal a mitjans segle XX, encara que sense finalitats productivistes, més característiques de les economies industrialitzades gran consumidores d'energia on el bosc es converteix en un flux unidireccional d'energia. Cap a mitjans segle XX l'ús forestal complia diverses funcions, entre elles la silvícola amb el tecnicisme local de *fer llenya* i que en gran mesura realitzaven els xiquets, amb la panxa buida, enlairant-se a les vessants muntanyoses. Recollien llenya, ja foren branques d'arbres o de matollar que les lligaven amb espart per vendre a Petrer i Elda.

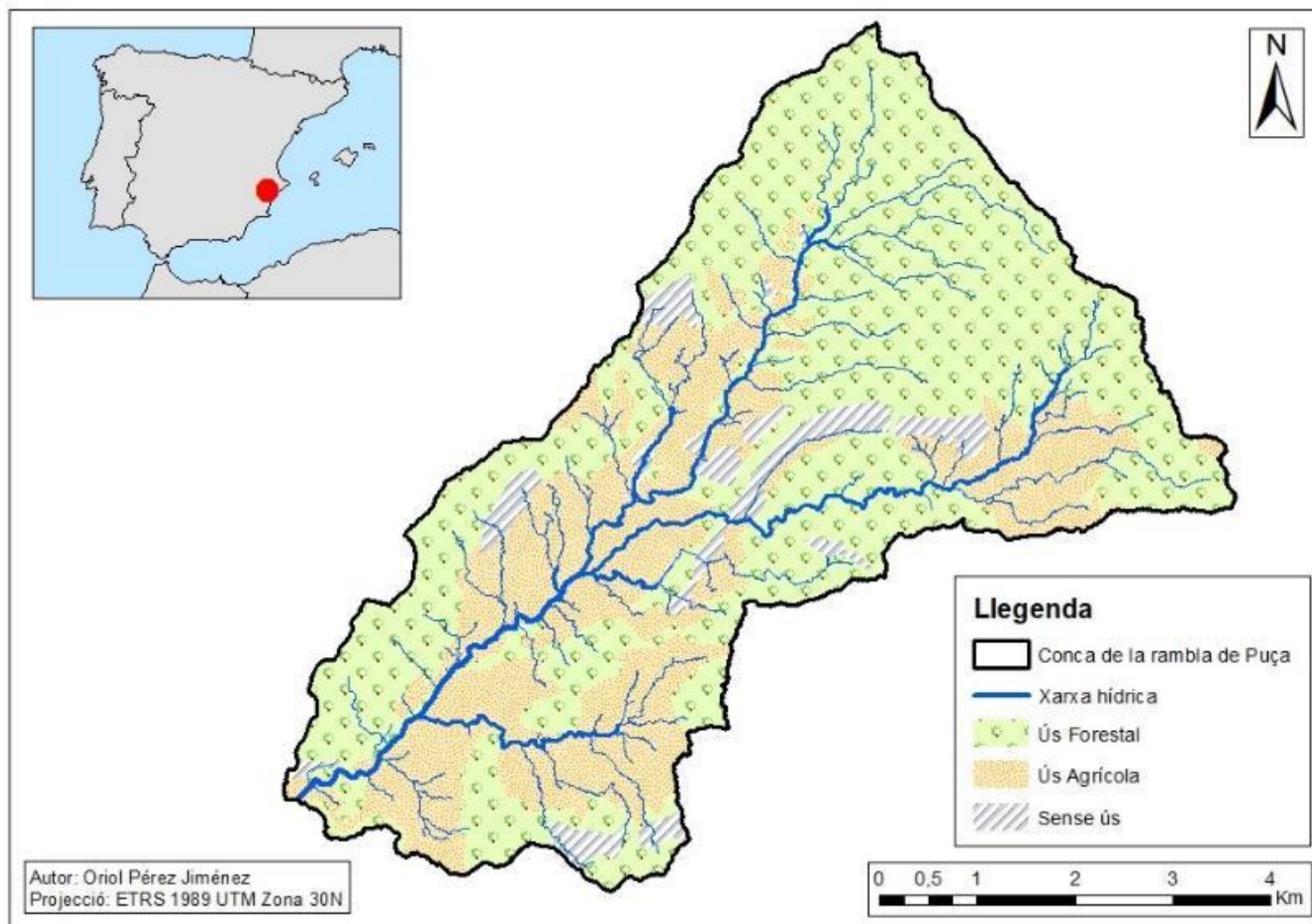


Figura 22. Usos del sòl de la conca de la rambla de Puça l'any 1956

La biomassa era utilitzada com font d'energia a les llars, principalment per a les cuines. L'altre ús ben destacable és el de font d'aliment per als ramats, tant locals com de transhumància. La ramaderia extensiva i de caràcter tradicional aprofita tant els espais forestals com els agrícoles. Els forests eren pasturats tot l'any combinant-se les pastures fresques amb la vegetació llenyosa. D'aquesta forma, les cabres blanques de raça celtibèrica netejaven els espais muntanyencs reduint el risc d'incendi i aportant nutrients al sòl. Es tracta, doncs, d'un model silvo-pastoril, combinat amb el carboneig i la collita de l'espart per al calcer.

Es poden diferenciar dos espais per a l'ús forestal. L'espai forestal de la serra del Cavall, serra del Sit i els Castellarets –més propera al nucli poblacional de Petrer- es presenten com espais que han viscut una forta pressió antròpica que unida a les condicions bioclimàtiques de la regió semiàrida presenten vegetació de matollar com l'espart (*Stipa tenacissima*), el timó (*Thymus vulgaris*) i el cerrell (*Helictotrichon filifolium*). D'altra banda, l'espai forestal de Mirabuenos, serra de Castalla, serra del Frare i els contraforts intraconca del Maigmo, més allunyats del nucli poblacional, presenten una vegetació de tipus arbustiva i arbòria, exposada als mateixos usos silvo-pastorils però sota una menor intensitat. La vegetació arbustiva i arbòria viu sota la influència de les condicions bioclimàtiques de la regió seca, o siga, de majors precipitacions i menors temperatures a causa de l'altitud que oscil·la entre els 800 m.s.n.m. i els més de 1.200 m.s.n.m. d'alguns punts.

- Ús agrícola: Ocupa una superfície total dins la conca de 12,68 km² corresponent al 34,48% de l'espai. Es tracta de l'ús que modifica la vegetació natural i la substitueix per espècies destinades a la producció agrícola. Al 1956 l'ús agrícola s'estén àmpliament per tota la conca ocupant 1/3 de l'espai. En una zona muntanyosa escarpada i de orografia abrupta, significa la ocupació de quasi tots els espais viables per a una pràctica agrícola de parcel·les en secà i de dimensions menudes que es disposen en terrasses de cultiu estretes i allargades per salvar la pendent de les vessants muntanyoses. La separació i esglaonament es marca amb ribes vegetades o amb murs de pedra seca, com mesura de protecció dels sòls de les terrasses, per tal d'evitar la seua evacuació massiva.

Cap a mitjans segle XX començà a mecanitzar-se l'agricultura amb l'arribada del tractor i del trill mecànic, servici del que disposa la Cooperativa Agrícola de Petrer i del qual podien gaudir els socis. La mecanització va participar en el manteniment de l'agricultura

durant les següents dècades, frenant i retardant l'abandonament agrícola a causa de la creixent industrialització. Les espècies conreades al 1956 consoliden el paisatge agrari típic del mediterrani: ametlers, oliveres, vinyes i sembrats de cereals de qualsevol finca rural, un xicotet hort i arbres fruiters als marges dels bancals o voltants de la casa. Els mitgers que conreaven a mitjans segle XX les finques propietat de famílies benestants de Petrer, plantaven tot tipus de verdures i hortalisses i tenien intercalades a les parcel·les d'horta pomeres, pereres, albercoquers i figueres per a autoconsum, alhora els bancals de producció d'ametla i oliva es combinaven amb la plantació de blat per a consum humà i d'ordi per als animals (Pérez, 2017).

L'ús agrícola atén la funcionalitat socioeconòmica de la producció d'aliments que cap als 50 ja havia canviat de l'agricultura de subsistència amb excedents a l'agricultura productiva. Els espais agrícoles tant rellevants en la configuració dels espais rurals, ocupen a la conca les valls més obertes com són la de l'Almadrava entre els 600 i 700 m.s.n.m.; el Ginebre i la conca baixa de la rambla de Puça propera al nucli poblacional de Petrer, amb major disponibilitat d'aigua i a una altitud d'entre 400 i 600 m.s.n.m.; la vall de Puça entre els 600 i 700 m.s.n.m. que queda entre la serra del Cavall, la del Frare i la de Castalla configurant una extensa vall amb pendents que no superen el 10% per a la creació de l'espai agrícola més extens de la conca; la finca de Catxuli, en Rabosa, és un exemple perfecte per a l'estudi de l'història agrària o rural a una altitud d'entre 600 i 700 m.s.n.m.; per últim, la vall de Catí, entre el Frare, el Despenyador i el Maigmo configura un espai elevat entre els 800 i 1.000 m.s.n.m. de suaus pendents inferiors al 10% que allunyat del nucli poblacional de Petrer i Castalla configura un espai de característiques profundament rurals (veure 5.1.3).

- Sense ús: Ocupa una superfície de 2,04 km² corresponent al 5,55% de l'espai. Es tracta de l'ús que agrupa les superfícies sense cap ús socioeconòmic, el qual agrupa zones en un estat avançat de degradació com són les morfologies de *badland* i els xaragalls a les vessants muntanyoses d'elevades pendents. La solana del Frare és un exemple perfecte de superfície sense ús. Ací es conjuguen diversos factors que creen morfologies de grans xaragalls a la vessant de solana de la serra del Frare que té una pendent superior al 40%. La creació d'aquesta morfologia rau de l'erosió remuntant sobre margues, el que impossibilita la colonització vegetal de la vessant. És l'acció erosiva de l'aigua la que precipita el transport de materials a la meitat baixa de la vessant on les margues són erosionades per la part inferior.

L'erosió remunta la vessant fent desaparèixer la vegetació al seu pas i impossibilitant la germinació de llavors. Es tracta d'una zona sense ús perquè la pendent unida al sòl impossibilita qualsevol activitat socioeconòmica. No és possible l'agricultura i tampoc és un sòl apte per a activitats ramaderes ni silvícoles. Té una extensió allargada que cobreix la meitat inferior de la vessant de solana de la serra del Frare des de pràcticament el seu naixement, on està construïda la paret del Pantanet, fins a mitjana serra on la disposició SW-NE canvia per la disposició W-E.

Altres espais, com la zona sense ús ubicada al nord dels conreus de Puça, corresponen a espais on s'ha abandonat la pràctica agrícola recentment i no s'han vegetat els sòls (al 1956) per tal de tenir ús forestal i poder-se realitzar un ús socioeconòmic. Mostren una morfologia de terrasses abandonades, on les herbàcies cobreixen el sòl, no hi ha cultiu actiu i les ribes de pedra seca no es mantenen. És l'estat previ i transitori típic de l'abandonament agrícola cap a l'ús forestal.

L'altra tipologia de sòls sense ús són les zones amb morfologia de *badland* que trobem a la zona sud de la conca on les característiques bioclimàtiques en veuen reforçades per la pressió antròpica. L'agricultura i la silvicultura han modificat per complet un paisatge amb característiques estepàries què, a causa de la pressió antròpica, es mostra amb escassa vegetació, deixant els sòls nus i degradats amb una menor capacitat funcional per filtrar aigües, produir biomassa, reciclar la matèria orgànica i alliberar els nutrients necessaris per a la vegetació, ja siga natural o de conreus. Es tracta d'un procés de desertificació on l'escassa coberta vegetal afavoreix l'erosió dels sòls creant morfologies de *badland* de terres ermes.

El mapa d'**usos del sòl de 2020** (Figura 23) presenta un paisatge amb una gran predominança de l'ús forestal, seguit ben de lluny pels espais sense ús i l'ús agrícola. Aquests usos, ja presents al 1956, estan acompanyats de nous usos que ocupen una reduïda superfície de la conca com són l'ús residencial, l'ús recreatiu i l'ús miner i pedreres. La superfície de la conca d'un total de 36,78 km² combina sis usos, els quals es distribueixen i tenen les següents característiques:

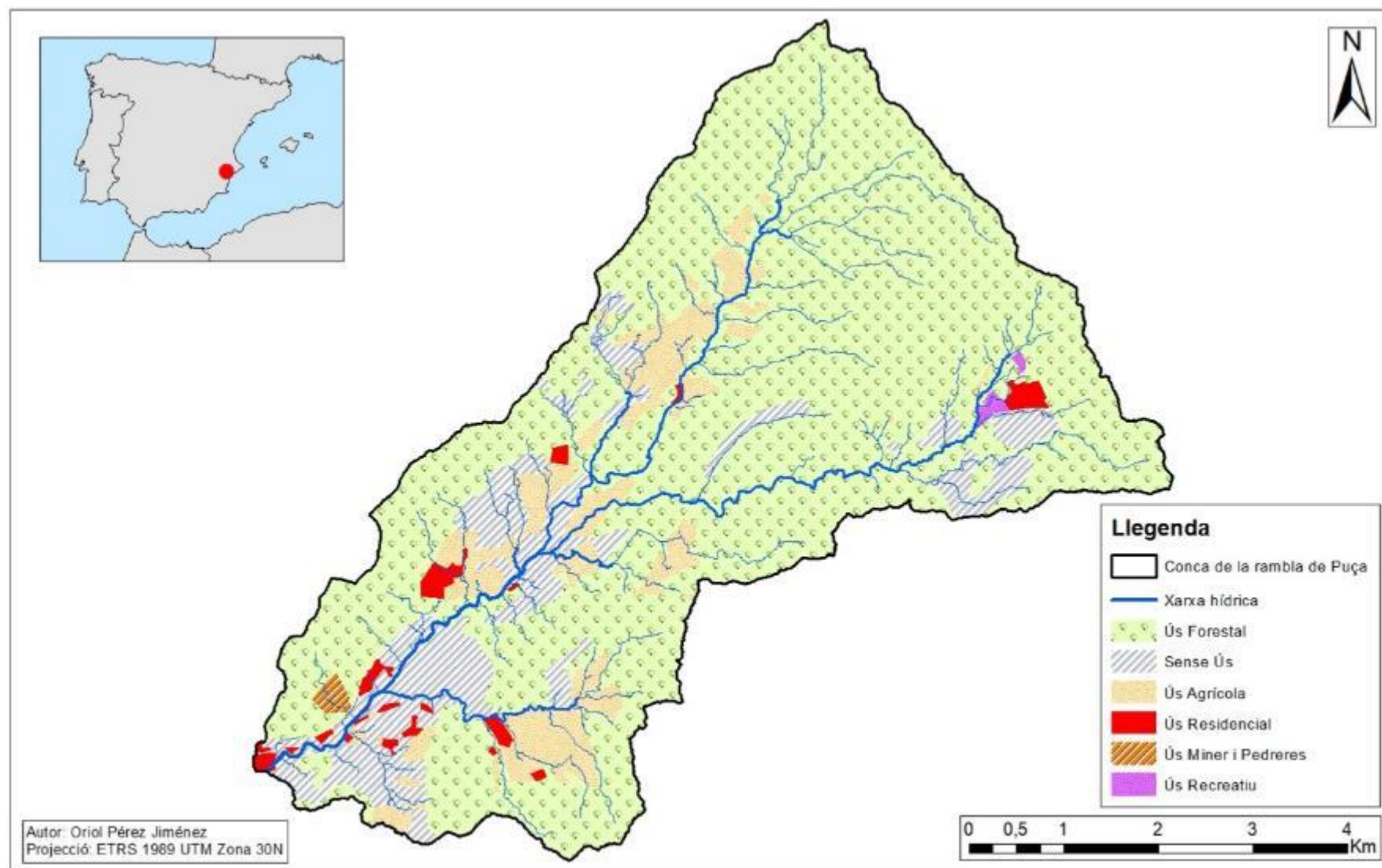


Figura 23. Usos del sòl de la conca de la rambla de Puça l'any 2020.

- Ús forestal: Ocupa una superfície total dins la conca de 27,78 km² corresponent al 75,53% de l'espai. Es tracta de l'ús més extens que abasta els espais de muntanya que ja tenien aquest ús abans de l'abandonament agrícola de la segona meitat de s. XX, més els espais revegetats després de l'abandonament agrícola (*Figura 24*). Aquest ús té, al 2020, una funció post-moderna, adopta la característica de ser l'espai natural de la conca. En un context socioeconòmic on el sector primari és ínfim aquest espai s'ha convertit en un medi natural del que la població fa ús com a camp de lleure, joc, gaudi o estudi. Així mateix, els nous paradigmes de les societats post-industrials porten a considerar la importància de la preservació dels espais naturals i els serveis ecosistèmics que aquests aporten al benestar humà, per això al 2007 es va declarar el Paisatge Protegit serra del Maigó i serra del Sit. La figura d'ENP protegeix quasi la totalitat de la superfície de la conca, on la superfície d'ús forestal representa $\frac{3}{4}$ parts de l'espai, pel que és la superfície més determinant i objecte del projecte de declaració (encara que no únicament) per tal de protegir l'espai dels impactes dels humans. Açò significa que, amb les capacitats tècniques actuals, existeix la possibilitat de modificar el paisatge ràpidament. Els usos forestals són l'objecte d'aquestes per les construccions d'habitatges en un espai privilegiat com són els forests de la conca, tan ben comunicats per les noves vies de comunicació amb les urbs de Petrer, Elda i Castalla. Des de la declaració d'ENP al 2007, tot açò s'ha convertit en una il·legalitat que pel moment ningú s'ha proposat violar i eixir impune. Els nous usos que han adquirit els espais forestals pels canvis en la concepció del paisatge han afavorit la renaturalització. Encara que no hi ha llops per completar la cadena tròfica, hi ha mamífers carnívors com la rabosa, la mostela, el turó, el teixó, la geneta i el gat salvatge i grans rapinyaires com l'àguila (reial, calçada i serpera), voltors comuns, astors i esparvers, així com rapinyaires nocturns com l'òbila, el mussol (banyut i comú), el brúfol i el gamarús. A més, hi ha tot un seguit de mamífers herbívors entre els quals destaca l'arruï, un artiodàctil introduït al Paisatge Protegit, d'origen nord-africà, provinent de les zones àrides i semiàrides del Sàhara i l'Atles.



Figura 24. Espai forestal de la regió seca amb els tres estrats vegetals. Herbàcies com el cerrell, arbustos com el romaní i la coscolla i arbres com el pi blanc.

Els nous usos que ha adoptat l'espai forestal passen, doncs, per ser un espai de lleure on l'abandonament del sector primari ha donat pas a nous usos i gestió de l'espai. La renaturalització i la protecció del paisatge que combina espai natural i espais rural és una forma d'acceptar una nova natura en la que es respecten i equilibren els processos ecològics (Hueso, 2017) d'aquests espais amb ús forestal on els processos erosius, sobretot en zones aforestades és realment reduït per la protecció de la coberta vegetal. D'altra banda, el lleure a la natura ha comportat la pràctica de múltiples disciplines amb terminologia *-ing* com el *trail running* i el *mountain biking* que comporten com indica Salesa i Cerdà (2019) unes pèrdues de sòl no sostenibles a les muntanyes mediterrànies.

A banda dels nous usos de l'espai forestal, no han desaparegut les pràctiques primàries per complet, encara que hi ha un reduït pasturatge, així com tasques silvícoles (Figura 25) a realitzar amb permisos administratius dins l'ENP. Hi ha inclús una mancança d'aquestes activitats per a realitzar una neteja de les zones més denses amb predominança

de *pinus halepensis* què, per una banda frenen l'erosió, però per l'altra acumulen excessiva biomassa, ja siga per un sotabosc dens o per un cobricel d'extensa unió.



Figura 25. Activitats silvícoles de tala de pinus halepensis.

L'Espai que abasta l'ús forestal dins la conca es distribueix per les zones de muntanya com són la Serra de Castalla, Serra del Frare, l'Ombria de Puça entre aquestes dues, Serra del Maigmo, els Castellarets, Serra del Cavall i Serra del Sit. Hi ha dues zones dins l'ús forestal que corresponen a les dues àrees bioclimàtiques de la conca. La zona nord-est presenta un paisatge aforestat, mentre que la zona sud-oest mostra un paisatge estepari. Ambdós pertanyen a l'ús forestal, encara que amb diferents matisos. La silvicultura gestiona masses forestals, la collita de l'espart es realitza on hi ha matollar. La ramaderia es realitza en ambdós espais. Les activitats de lleure comporten una pressió compartida que a la zona estepària, més pròxima al nucli urbà, té major intensitat. Les activitats ambientals, educatives o d'estudi utilitzen la regió bioclimàtica pertinent per a la seua finalitat.

- Sense ús: Ocupa una superfície de 4,74 km² corresponent al 12,88% de l'espai de la conca. És el segon ús més extens que abasta les superfícies sense ús socioeconòmic de la conca de la rambla de Puça, corresponent majoritàriament a zones abans conreades i que a les darreres dècades s'han anat abandonant. Com el seu abandonament no s'ha gestionat, aquests espais queden durant un present continu com a sòls sense ús, ja que la colonització vegetal necessita un temps per a convertir els usos del sòl abans conreats en sòls vegetals i d'ús forestal. Els espais corresponents a aquesta tipologia es distribueixen arreu la conca i els trobem a Catí i part dels antics conreus situats a la vall de la rambla de Puça a les partides rurals de l'Esquinal, Puça, Figueralet, Pepiosa, El Ginebre, l'Almadrava i Teulera del Riu. Es tracta, al cap i a la fi, de bancals abandonats que presenten encara una morfologia de terrasses, però sense conreus actius, sense conservació dels murs de pedra seca i amb colonització vegetal. Són, actualment, espais sense funcionalitat que poden viure dues tendències futures: la reactivació del conreu (son terres fèrtils) i la revegetació natural (la més factible pel moment).

L'actual espai sense ús també es objecte de protecció del Paisatge Protegit Serra del Maigmo i Serra del Sit, ja que encara que els mitjans no donen per gestionar l'àrea muntanyosa incloent aquests espais als treballs de manteniment, s'evita que finques històriques com la de Catxuli entren, després de la jubilació dels seus mitgers fa una dècada, en estat d'abandonament, conservant la seua funcionalitat agrícola i les arquitectures i conreus. Per tant, la declaració del Paisatge Protegit, té per objectiu aplicar una "protecció especial, tant per la relació harmoniosa entre humans i medi natural, com pels seus valors estètics o culturals. És per això que aquest espai ha de ser preservat d'aquells elements i actuacions que trenquen aquesta harmonia, ja que aquest és el fonament de l'objecte de protecció"⁷. Els valors estètics o culturals que determina la declaració són entre d'altres les arquitectures tradicionals com els murs de pedra seca que frenen l'erosió i que a les superfícies sense ús, s'estan esfondrant, accelerant els processos erosius que només s'estabilitzen amb la colonització vegetal.

⁷ DECRET 25/2007, de 23 de febrer, del Consell, de declaració del Paisatge Protegit de la Serra del Maigmo i Serra del Sit. [2007/2551]

Pel que fa als grans xaragalls de la solana del Frare (*Figura 26*), aquests es troben actius però no presenten una evolució disruptiva durant les darreres dècades. Les terres de *badlands* del barrancs del Pi si que han presentat uns lindars erosius que van condicionar els sòls convertint-los en terres ermes a causa de la posada en conreu de terres margoses altament erosionables. L'accelerada erosió provocà l'abandonament d'unes terrasses d'oliveres a l'any 1977 a causa del desenvolupament de xaragalls (Calvo-Cases *et al*, 2011). L'erosió de part dels materials del sòl (argila i margues) deixant com a únic material el llim, que impedeix el creixement de les llavors i provoca desertificació geològica i degradació ecològica del sòl, així com la pèrdua de fertilitat (Pérez, 2019). Els processos relacionats amb l'escolament superficial com el *piping*, els reguers, les esquerdes i moviments en massa han fet d'aquestes terres una zona erma que actualment no atén cap activitat socioeconòmica més enllà d'alguna visita puntual per a estudis de recerca. Són múltiples les zones arreu del món en què la morfologia de *badlands* no es determina com al present cas d'estudi com un sòl sense ús per l'atracció i promoció turística que d'ells se'n fa, com poden ser les Bardenas Reales a Navarra, el Desierto de Tabernas en Almeria o el Parc Nacional dels Badlands als EUA.



Figura 26. Grans xaragalls de la solana del Frare.

- Ús agrícola: Ocupa una superfície total de 3,51 km², el que correspon al 9,55% de l'espai de la conca. Es tracta de l'ús que abasta les zones actualment conreades principalment en secà. Les espècies predominants són l'oliva i l'ametla (*Figura 27*) amb caràcter comercial, ja que són espècies destinades a la seua venda a la Cooperativa Agrícola de Petrer amb una producció pròpia d'oliva, una part de la qual és ecològica, precisament provinent dels cultius de la conca de la rambla de Puça, agrupant la producció de Catxuli i Puça. L'ametla es destina principalment a la indústria alimentària del torró amb epicentre a Xixona.



Figura 27. Conreus d'ametlers en secà a 700 m.s.n.m.

L'ús agrícola, a banda de ser l'ús que ocupa a uns quants treballadors, s'ha convertit en un ús, l'activitat de la qual -l'agricultura-, es realitza més bé com una activitat a temps parcial i complementària als treballs terciaris i industrials. L'actual situació agrícola es deu a la característica de conreus de secà en extensiu i sobre una àrea amb terrasses de dimensions

xicotetes i mitjanes. A diferència de les grans extensions agrícoles, controlen millor la erosió, però dificulten la generació de rendes entre els seus propietaris a causa dels contemporanis preus mercantils dels productes agrícoles que, llevat de la producció de qualitat amb certificació ecològica, necessiten producció de quantitat.

L'ús agrícola es objecte de protecció per la figura d'ENP que es va declarar al 2007 com a Paisatge Protegit Serra del Maigó i Serra del Sit per la representació del patrimoni cultural que conjuga agricultura tradicional, arquitectures de l'aigua, murs de pedra seca, pous de neu i masies i cases d'alt valor històric.

La distribució de l'ús agrícola per la conca es mostra sobre vall obertes o properes a les zones fluvials de rambles que, amb les citades arquitectures de l'aigua, disposa les terrasses a les zones humides de rambles xicotetes, així com disposa de sèquies o boqueres actualment en desús. L'espai circumdant a la rambla de Puça de les partides rurals de Puça, l'Esquinal, Casa Castalla i la partida rural de Puça del municipi de Castalla, concentren el principal nucli agrícola de la conca amb conreus dominants d'ametla i oliva acompanyats de vinyes, cirerers i cereals. Per la seua banda, Catxuli concentra els elements d'una històrica finca rural amb conreus productius d'ametla i oliva i conreus de futura producció noguera. L'altra gran zona amb ús agrícola la trobem a l'Almadrava, la qual concentra una zona de monocultiu olivar en regadiu.

- Ús residencial: Ocupa una superfície total dins la conca de 0,55 km² corresponents al 1,51% de l'espai. Es tracta d'un nou ús, només present a la cartografia de 2020. Abasta aquells habitatges construïts a partir dels 70 i 80 que han crescut fins al 2007. Es tracta d'un ús que agrupa urbanitzacions d'*urban sprawl* arreu la conca. No s'han classificat amb aquest ús les masies i cases de camp històriques, ja que aquestes formen part de l'ús agrícola habitualment, sinó del forestal o sense ús, segons l'estat actual de les finques de les que són part indivisible, a diferència d'aquestes noves construccions amb una funcionalitat diferent que atén als nous paràmetres post-moderns. Es un ús que agrupa habitatges destinats a finalitat múltiples, però rarament a les activitats primàries. La finalitat d'aquests habitatges concentra població que desitja viure al medi natural i/o rural què a causa del desenvolupament d'infraestructures viàries i el vehicle privat a les darreres dècades de s. XX, pot viure a l'entorn del Paisatge Protegit i acudir diàriament a les urbs de Petrer, Elda i Castalla a treballar, realitzar activitats o utilitzar el serveis que presten les ciutats. El medi rural que s'estava buidant ha trobat en

els neorrurals un nou tipus de pobladors que habiten part d'aquestes urbanitzacions, així com els qui reconstrueixen masies de camp per viure una vida neorrural (aquests habitatges històrics no es classifiquen com a ús residencial). El paisatge residencial atén els paràmetres dels habitatges unifamiliars d'urbanitzacions: casa o xalet, jardí, arbres (pins), piscina, pista de tennis i garatge. De fet, la cartografia del Paisatge Protegit te dos enclavaments els quals corresponen a dues zones classificades com ús residencial que s'han deixat fora dels límits de l'ENP.

En Catí trobem una zona residencial al terme municipal de Castalla i dins del Paisatge Protegit. En Petrer i dins Paisatge Protegit trobem una zona amb ús residencial a l'Esquinal i una xicoteta zona de la Pepiosa. En Petrer i ubicats dins els enclavaments que no formen part del Paisatge Protegit es troben dues zones d'ús residencial, una a la partida de Puça i l'altra en l'Almadrava, ambdues zones a escassos 3 km del nucli urbà de Petrer. A la zona més propera al nucli urbà hi ha un motejat de zones amb ús residencial corresponents a les partides rurals Serra del Cavall, El Tossal, Teulera del Riu, El Ginebre i Pepiosa.



Figura 28. Urbanització de Puça als peus de la serra del Cavall.

- Ús miner i pedreres: Ocupa una superfície total de 0,11 km² corresponent al 0,30% de l'espai de la conca. És l'ús que abasta la superfície de sòl, cada vegada amb menys volum, que concentra l'activitat econòmica de l'extracció de material calcari per a la composició del conglomerat de ciment. Es tracta d'una mina a cel obert ubicada a la vessant oriental de la serra del Cavall, a 1,5 km del nucli urbà, i enclavada en el curs d'un barranc de la serra del Cavall que desemboca a la rambla de Puça, ara desaparegut per la pedrera i la secció transversal de la principal infraestructura viària de la conca, el camí o carretera de Catí.

La pedrera es presenta com un forat circular d'un color blanquinós de la roca calcària mare, a diferència del paisatge que l'envolta corresponent a l'ús forestal del domini bioclimàtic semiàrid. En aquest cas la seua funcionalitat socioeconòmica prové de la seua característica d'un ús extractiu que no necessita fertilitat als sòls i afavoreix l'erosió. El gran impacte ambiental i paisatgístic de les actuals zones mineres, com la pedrera de la serra del Cavall, d'un extensió reduïda d'11 ha no es va considerar superfície apta per a protegir dins els límits del Paisatge Protegit. Aquest cercle pertanyent a la serra es va deixar com l'únic enclavament sense protecció, ja que la Llei d'Espais Naturals Protegits de la Comunitat Valenciana "inclou la figura del paisatge protegit com la indicada especialment per a la conservació i gestió racional d'ambients significatius per la relació harmoniosa entre l'activitat humana i l'ambient físic". Com que de relació harmoniosa no n'hi ha gens, aquesta superfície ha quedat exclosa.

Es tracta d'un cas de manual d'empremta geomorfològica i deute ecològic dels espais urbans i residencials vers el medi natural. La creixent població de Petrer i Elda ha comportat un creixement urbanístic que va portar a la conurbació dels dos nuclis urbans a finals del s. XX. Els materials de construcció com el ciment o el formigó han estat compostos de la matèria prima del substrat litològic de la serra del Cavall acreixent-se el deute geomorfològic vers l'espai rural i natural de la mateixa unitat hidrogràfica.



Figura 29. Impacte paisatgístic de la pedrera ubicada a la solana del Cavall que destaca pel color blanquinós de la roca calcària amb una superfície d'11 ha.

- Ús recreatiu: Ocupa una reduïda superfície de 0,09 km² corresponent al 0,23% de l'espai de la conca. Es tracta de l'ús del sòl que concentra equipaments per a la realització d'activitats de lleure. Aquestes 9 ha representen un espai xicotet dins la superfície total de la conca, encara que aquests dos indrets ubicats a la partida rural més llunyana del nucli de Petrer, a 10 km, té una gran capacitat d'atracció pel seu enclavament, a 900 m.s.n.m., en plena muntanya, amb un paisatge dominant de forests. Es tracta d'una àrea recreativa dividida en dos espais de Catí. El més gran és el que correspon a l'Hotel Xorret de Catí què, encara i estar tancat actualment, resulta un gran atractiu de lleure per la bona accessibilitat per carretera, la presència d'aparcament, un paisatge natural dominat per una de les majors masses forestals de la província d'Alacant, l'existència d'equipaments esportius, botànics i faunístics i la possibilitat de realitzar excursionisme, escalada i ciclisme (de carretera i BTT). A més, compta amb una zona condicionada per als finals d'etapa de la Vuelta a España que s'utilitza com a zona d'acampada, astroturisme i camp de lleure durant l'estiu. El segon espai,

més menut, és l'àrea recreativa del Xorret de Catí que compta amb aparcament, paellers, lavabos, taules i rutes ciclistes, a més d'enllumenat públic i aigua corrent. Es tracta de dos espais propietat de la Diputació d'Alacant que faciliten l'accés a la natura en espais públics a la població principalment de Petrer i Elda, a més de la població de la Foia de Castalla i el Vinalopó Mitjà, sent alhora un atractiu provincial. Per contra, la massificació d'aquest espai protegit al període post-covid ha propiciat una nova gestió per part de les administracions amb competència en matèria de medi ambient. S'ha limitat l'accés motoritzat per la problemàtica de l'accés al medi natural en cotxe i el posterior estacionament a les vores de camins causant massificacions i problemes per complir els plans municipals d'emergències davant necessitat d'evacuacions. Amb aquestes mesures es regula i preserva la qualitat en l'accés al medi natural evitant impactes sobre el medi com la contaminació acústica, deixalles, erosió i alteració de la fauna, alhora que es garanteix als ciutadans l'exercici de dos drets fonamentals i constitucionals que són el dret a circular pel territori (art. 19 CE) i el dret a gaudir d'un medi ambient adequat, així com el deure de conservar-lo (art. 45 CE). D'aquesta forma es regula la mobilitat rural d'un entorn de muntanya inclòs dins el Paisatge Protegit Serra del Maigmó i del Sit, declarat per protegir i conservar les característiques paisatgístiques d'un massís muntanyós on destaquen hàbitats naturals forestals i un important patrimoni cultural.



Figura 30. Aparcament de l'àrea recreativa del Xorret de Catí.

5.2.2 La coberta del sòl (1956-2021)

El mapa de **coberta del sòl de 1956** (*Figura 31*) presenta un paisatge que combina els conreus, el matollar i el bosc com les cobertures dominants. Les zones nues representen una reduïda superfície. Aquestes cobertures sumen un total de 36,78 km², cobrint la totalitat de la conca, les quals es distribueixen i tenen les següents característiques:

- Conreus: Abasta una superfície de 12,95 km² que correspon al 35,21% de l'espai de la conca. Es tracta de la coberta més extensa per al 1956. Aquesta coberta concentra multitud de conreus de diferents tipus, però tots amb les mateixes propietats biofísiques. La coberta del sòl de conreus ocupa la zona de la vall de Catí, l'Esquinal, Puça, la finca de Catxuli i el Pantanet, l'Almadrava, el Ginebre i la zona fluvial més propera al nucli urbà de Petrer. Els conreus s'estenen, al cap i a la fi, per les zones del territori més aptes per raons topogràfiques, hídriques i biofísiques

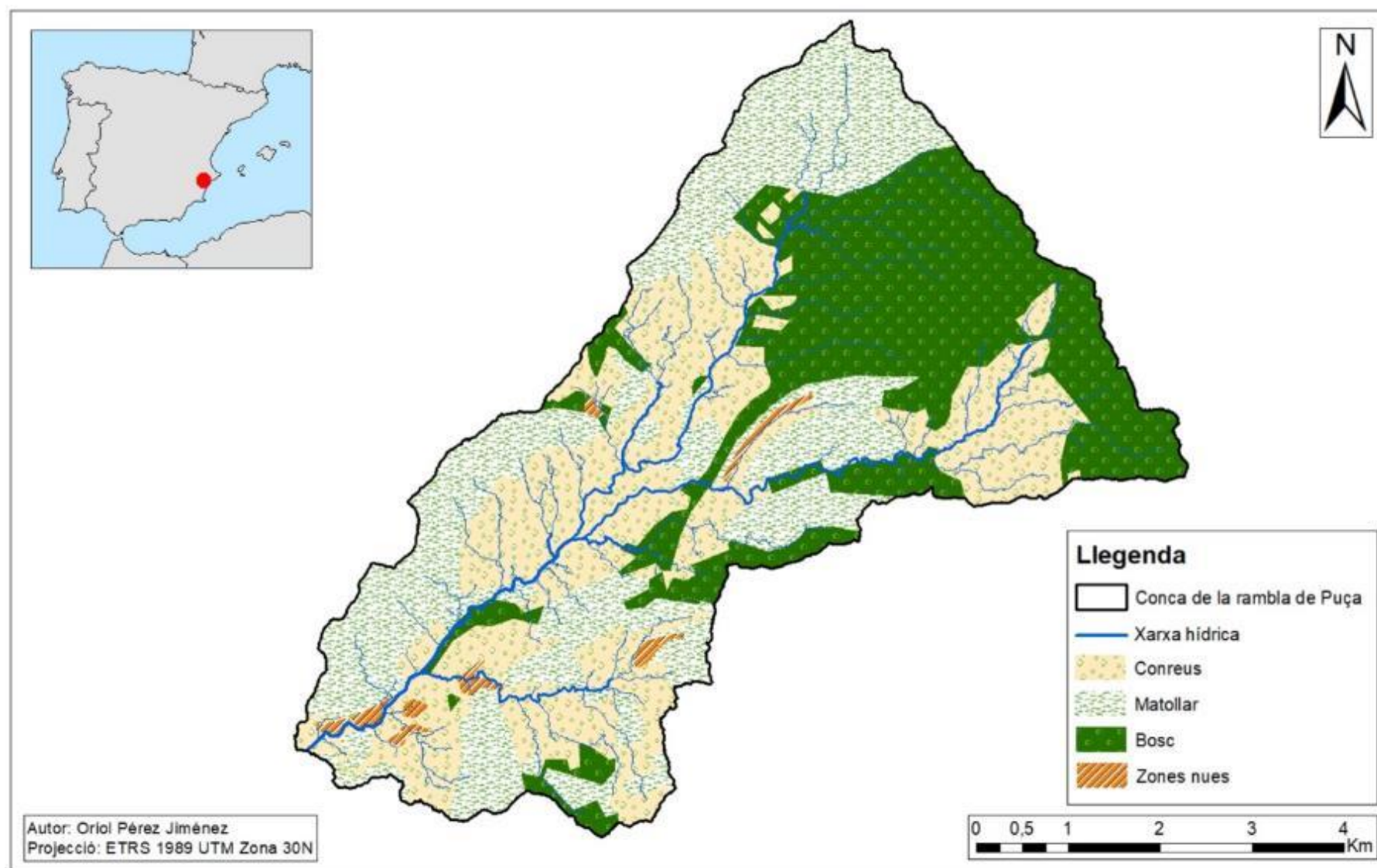


Figura 31. Coberta del sòl de la conca de la rambla de Puça l'any 1956.

Es tracta d'una coberta que naix a partir de l'antropització del territori. Per a la posada en conreu s'elimina la coberta vegetal natural per tal de crear una nova coberta que atén voluntats humanes presentant, a la conca, sòls nus i llaurats als conreus arboris d'ametlers i oliveres, així com als conreus baixos de vinyes. La coberta dels sòls de conreus de cereals presenta una major coberta vegetal encara que aquesta va variant segons l'època de l'any.

A més, com la disposició dels conreus es perfila en una morfologia de terrasses de conreu, cal destacar la importància dels corredors verds que es formen als lloms de les terrasses cobertes d'herbàcies i matollar i amb la funció biològica de connectivitat entre unitats paisatgístiques, allotjant fauna invertebrada.

- Matollar: Abasta una superfície total dins la conca de 12,33 km² corresponent al 33,52% de l'espai. Es tracta de la coberta de sòl que concentra espècies de matollar desenvolupades per la degradació dels carrascars de l'etapa climàtica què, a causa de l'aprofitament antròpic per al carboneig i la silvicultura, s'han degradat a coscollar i matollar. La conca es situa en una zona de frontera bioclimàtica pel que la vegetació climatòfila de matollar presenta diferents característiques segons la seua pertinença a les províncies corològiques Valenciana-Catalana-Provençal i Murciana-Almeriense amb uns termotipus Mesomediterrani i Termomediterrani. Així doncs, els espais de matollar de les zones més fredes i humides com són la serra de Castalla i serra del Frare presenten una vegetació Valenciana-Catalana-Provençal de tipus Mesomediterrani constituïda principalment d'argelagues (*Ulex parviflorus*), bruc (*Erica multiflora*) i cua de gat (*Sideritis tragarigorum*). Les zones de matollar de la serra del Cavall, serra del Sit i els Castellarets pertanyen al domini Murcià-Almeriense de termotipus Termomediterrani on predomina una vegetació de menor alçada dominada pel timó (*Thymus vulgaris*) i l'espart (*Stipa tenacissima*), acompanyats de cua de gat (*Sideritis tragarigorum*) i cantueso (*Thymus moroderi*). A més, cal destacar la vegetació edafòfila, present a ambdues regions biogeogràfiques, de coberta matollar com l'espart (*Stipa tenacissima*), el romaní (*Salvia rosmarinus*), el cerrell (*Helictotrichon filifolium*) i l'estepa blanca (*Cistus albidus*).

- Bosc: Ocupa una superfície total dins la conca d'11,03 km² corresponent al 29,99% de l'espai. Es tracta d'una coberta composta per herbàcies, matollar i cobricel arbori, configurant extenses zones de pinars i carrascars. Aquesta coberta del sòl es distribueix a la zona més

elevada de la conca, principalment a l'ombria de Puça, serra del Frare, Despenyador i serra del Maigmo conformant una gran massa de bosc que cobreix els sòls més elevats de la conca. Així mateix, l'ombria de Catxuli, dues zones de la part alta de Puça entre la serra del Cavall i la de Castalla, l'ombria de la rambla de Puça entre les partides rurals de la Pepiosa, Figueraleit i límit confrontant amb Puça i l'ombria del Sit són indrets de la conca amb una coberta del sòl boscosa.

Es tracta de la coberta que atén als paràmetres ecològics més pròxims a l'etapa climàtica de carrascar que per la seua degradació induïda pel carboneig, la silvicultura i la ramaderia s'ha reduït a les zones més inaccessibles atenent a raons topogràfiques. Aquesta coberta fluctua segons els períodes de pressió o alliberament antròpic, el qual canvia les cobertures del sòl segons necessitats socioeconòmiques. Al 1956 es pot observar un dels moments històrics de màxima pressió, el que implica la menor extensió de la coberta boscosa del sòl.

Les principal espècies arbòries són el pi blanc (*Pinus halepensis*) i la carrasca (*Quercus rotundifolia*). Les comunitats de carrasques es situen a les zones d'ombria de sòls calcaris amb abundància de margues. Un reducte d'extensió considerable es situa a l'ombria de la serra del Frare i el Despenyador. El carrascar està acompanyat a les zones d'ombria de coscolla (*Quercus coccifera*) i savines (*Juniperus phoenicea*), desenvolupades sobre substrats rocosos.

Els pinars s'estenen per tota la superfície boscosa i es combinen en les zones d'ombria amb coscolls (*Quercus coccifera*), llentiscle (*Pistacia lentiscus*), arbocer (*Arbutus nuedo*), aladern (*Rhamnus alaternus*) i ginebre (*Juniperus oxycedrus*). A les zones de solana es combinen amb un sotabosc de romaní (*Salvia rosmarinus*) i argelaga (*Ulex parviflorus*) i herbàcies com el llistó (*Brachypodium retusum*).

- Zones nues: Abasten una superfície de 0,47 km², el que correspon al 1,28% de l'espai de la conca. Es tracta de sòls què, a causa de les condicions biofísiques, no tenen coberta pel que es troben exposats als agents erosius. Els indrets que no presenten cap coberta es concentren a la vessant de solana de la serra del Frare on hi ha morfologia de grans xaragalls per la litologia margosa en una gran pendent; a una zona degradada de l'Esquinal ubicada entre conreus i bosc semblant una era abandonada que s'endinsa al bosc i conreus mostrant-se blanca pel color de la terra calcària i margosa. La resta del indrets sense coberta vegetal del sòl es deuen a la formació de *badlands*, el que significa que sobre la litologia margosa es

desencadenen processos erosius que impossibiliten la colonització vegetal. Tot i que l'erosió és un procés natural, en la formació d'aquests *badlands* l'erosió induïda per la pressió humana sobre el territori i els canvis en les cobertes ha propiciat el desenvolupament dels xaragalls amb la consegüent desertificació geològica i degradació ecològica.

Els *badlands* es troben a l'Almadrava, el Ginebre i al curs baix de la rambla de Puça. En tots el casos les cobertures del sòl que rodegen aquestes zones de *badland* són el matollar i els conreus. La degradació vegetal és sinònim de potencial erosió, pel que es desencadenen processos erosius tant superficials (reguers) com subsuperficials (*piping*) sobre sòls margosos per crear morfologies de *badland*. Es tracta doncs, d'espais sense coberta vegetal del sòl, proclius a una elevada dinamicitat erosiva per l'alta erosionabilitat de les margues.

El mapa de **coberta del sòl de 2021** (*Figura 31*) presenta un paisatge amb predominança del matollar i el bosc, seguit del conreu i les zones nues. Les cobertes citades cobreixen el 100% del sòl de la conca, les quals estan distribuïdes i tenen les següents característiques:

- Matollar: Abasta una superfície total dins la conca de 18,77 km² corresponent al 51,02% de l'espai. Es tracta de la coberta dominant que ocupa la meitat de l'espai. El matollar es distribueix per tota la conca predominant a la zona sud-oest de tipus semiàrid, encara que també abunda a la zona nord-est, la part més elevada i de tipus sec (*Figura 33*).

A la serra de Castalla cobreix el substrat rocós de la solana, així com les zones on la degradació del bosc per la pressió antròpica no s'ha recuperat després de l'alliberament de les darreres dècades. A l'ombria de Puça, serra del Frare i Despenyador, la coberta de matollar es mostra en franges allargades, ja que cobreixen les multituds de rambles que baixen per la pendent d'ombria del Frare cap al col·lector principal: rambla de Puça. La colonització vegetal de les rambles es deu a un factor topogràfic i litològic, ja que el matollar colonitza fàcilment substrats rocosos de rambles i els primers metres de les vessants de solana. A la vall de Catí el matollar cobreix els antics sòls de conreus que després del seu abandonament passen a vegetar-se en el procés de renaturalització dels espais on s'abandona la pràctica agrícola.

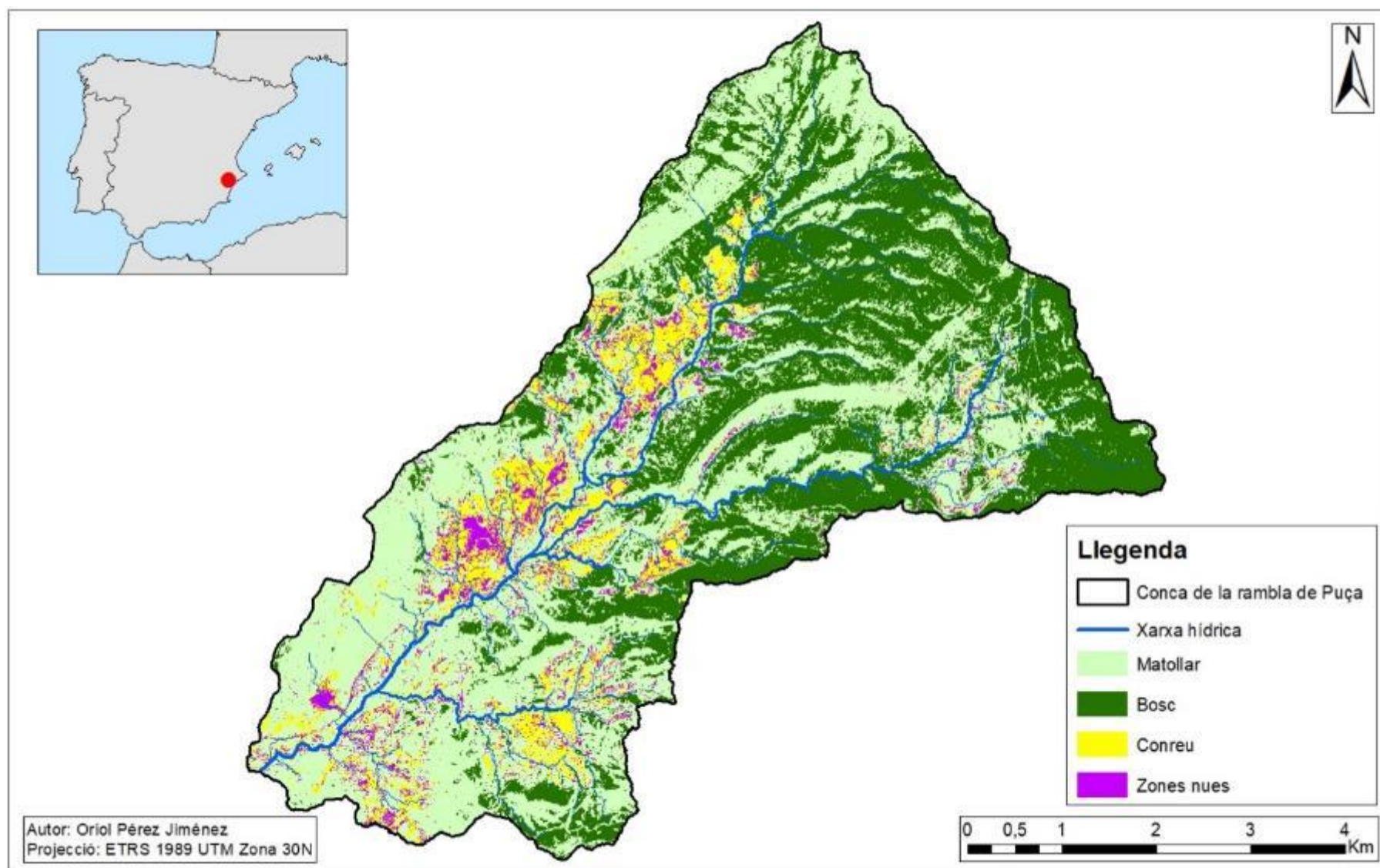


Figura 32. Coberta del sòl de la conca de la rambla de Puça l'any 1956

La solana del Frare presenta un espai on la incipient recuperació vegetal comença pel matollar.

A la part de la conca de tipus semiàrid, el matollar domina quasi per complet la solana de la serra del Cavall (*Figura 1*) què, pertanyent a la regió biogeogràfica estepària, viu un procés de recuperació lent per l'ancestral carboneig, silvicultura i ramaderia practicada a les seues vessants. A tota la vall de Puça, l'Almadrava i el Ginebre hi ha gran predominança del matollar per l'abandonament dels conreus que mantenen una coberta nua pel seu conreu, però que amb l'abandonament propicien la recuperació vegetal d'herbàcies i matollar amb una extensa predominança de l'espart (*Stipa tenacissima*), el timó (*Thymus vulgaris*), el romaní (*Salvia rosmarinus*), el cerrell (*Helictotrichon filifolium*), la ginestera vimera (*Retama sphaerocarpa*) i l'estepa blanca (*Cistus albidus*), característiques de les etapes prèvies i posteriors a la successió vegetal. A la solana del Ginebre hi ha una extensa predominança de matollar, per una forta pressió antròpica a causa de la seua proximitat al nucli poblacional i les condicions bioclimàtiques.



Figura 1. Matollar amb predominança d'espart acompanyat per romaní a la carena de la serra del Cavall, divisòria d'aigües de la conca; cap a la dreta les aigües flueixen a la conca de la rambla de Puça.

- Bosc: Abasta una superfície de 13,37 km² corresponent al 36,35% de l'espai de la conca, el que significa que 1/3 de l'espai té coberta vegetal arbòria. La distribució de la coberta vegetal del sòl predomina àmpliament a les muntanyes de la zona seca, amb una presència escassa a la zona semiàrida. La principal extensió abasta l'ombria de Puça, la serra del Frare i el Despenyador (*Figura 34*) que combina la massa boscosa amb alineacions de matollar a les rambles i zones d'afloraments rocosos. El Maigmó presenta una homogènia coberta de bosc. La serra de Castalla combina coberta arbòria de bosc amb el matollar. Els contraforts més meridionals de la coberta boscosa són els de l'ombria de Catxuli, l'ombria de la casa de l'Administració i els Castellarets. A més, hi ha multitud de motejats a la zona seca entre els que destaquen les cobertes boscoses de l'ombria del Sit.

La principal espècie arbòria a totes les zones amb coberta boscosa és el pi blanc (*Pinus halepensis*) (*Figura 34*). Es tracta d'una espècie piròfita que ha crescut quantiosament des de 1956 per dues vies. Per una banda, el seu ràpid creixement ha propiciat que colonitzen els espais de conreus abandonats de forma natural així com els espais de matollar que recuperen la coberta arbòria, sent el *Pinus halepensis* una espècie oportunista per la capacitat que té d'ocupar ràpidament els indrets lliures al territori. Per altra banda, amb *Pinus halepensis* es realitzaren als anys 90 monorepoblacions per tal de naturalitzar l'espai rural i frenar l'erosió després de l'abandonament agrícola. Les repoblacions s'han realitzat ocupant espais de carrascars, pel que no hi ha combinació de les des espècies autòctones. Açò comporta en certs indrets de la conca, com la serra del Cavall, problemes de plagues de processionària, de biodiversitat per la homogeneïtat paisatgística i canvis en la matèria orgànica del sòl per la seua acidificació, encara que són una espècie molt resistent al foc què, a més, es recupera i s'estén ràpidament. El cobricel de *Pinus halepensis* es combina amb coscollars i brolles de romaní i argelagues, així com herbassars de llistó (*Brachypodium retusum*).

El carrascar, considerada la comunitat corresponent a l'etapa climàtica (Serra Lliga i García Pereira, 2011), pressuposa un ancestral paisatge dominat per una coberta boscosa de carrascars fins al començament de la transformació de les cobertes del sòl pels primers pobladors cap a l'Edat de Bronze amb assentaments a Catí-Foradà, al Perrió, al Castell, a Mirabuenos i el Ginebre (Asins, 2009). La qualitat de la fusta d'alzina per a fer carbó vegetal, pel lent creixement i la necessitat de sòls desenvolupats, a diferència del pi, ha propiciat que es reduís la seua extensió ubicant-se als redutes més recòndits com és el cim del Frare i el

Despenyador. Allí es troba una formació de carrascar amb sotabosc de galzeran (*Ruscus aculeatus*), un arbust escàs que forma part dels carrascars mesomediterranis. En aquests indrets, que podem trobar motejats pel territori ombrívol de muntanya, però d'extensions molt reduïdes, es troben sòls desenvolupats, així com molses i líquens.



Figura 34. Boscos de predominança pinar amb carrasques a les faldes del pic del Frare.

- Conreus: Abasta una superfície total de 2,96 km² corresponents al 8,06% de l'espai de la conca. Es tracta de la coberta del sòl que major canvi ha viscut al període 1956-2021. Mentre que al 1956 era la principal coberta del territori amb una extensió de 12,95 km² (35,21%), al 2021 s'ha convertit en la tercera coberta, sent alhora la que majors diferències presenta amb un descens absolut d'extensió de 9,99 km² que equival a una caiguda del 27,15%. Açò significa que per a un període de 7 dècades, més d'¼ del territori ha canviat la seua coberta, espai que s'ha destinat a la resta de cobertes -totes creixen-.

D'aquest forma i amb ràpids canvis en els cobertes del sòl i, per tant, en la protecció d'aquests front als agents erosius, ja siga amb coberta vegetal o amb els murs de pedra seca

de les terrasses, els processos erosius han viscut diferents dinàmiques. Hi ha sòls que s'han colonitzat ràpidament per matollar o bosc, reduint-se les taxes erosives, i sòls, principalment sobre margues, què, a causa de la seua nuesa i abandonament amb el posterior enfonsament dels murs de contenció dels sòls han propiciat morfologies de *badland* cartografiades com zones nues.

Les zones amb conreu actiu es distribueixen als tres bancals pertanyents a la partida rural de Puça del municipi de Castalla, a la Casa Castalla, a l'Esquinal, Puça, Catxuli (partida de Rabosa) i l'Almadrava. Predominen àmpliament els conreus arboris d'oliveres i ametlers, amb alguns bancals de cirerers a la finca de la Gurrama (Puça) i l'Esquinal, així com vinyes a Puça. El conreu d'oliveres de Puça i Catxuli es realitza en ecològic el que afavoreix la vida microbiana als sòls i la presència de vegetació i fullaraca. El monocultiu d'oliveres de l'Almadrava és de regadiu, mentre que la resta del conreu de la conca és de secà.



Figura 35. Conreus d'oliveres ecològiques i ametlers a la finca de Catxuli.

- Zones nues: Abasta una superfície total dins la conca d'1,68 km² el que correspon al 4,57% de l'espai de la conca. Respecte a 1956, l'extensió d'aquesta coberta del sòl ha crescut, principalment per els canvis en les cobertes propiciades per l'abandonament agrícola i la mineria. Els dos nuclis centrals els trobem a uns bancals de la Casa de la Capellania (Puça) que el 13 d'agost del 2021 es troben llaurats i sense coberta vegetal -ni espècies agrícoles- i la pedrera de la serra del Cavall. Alhora hi ha un extens motejat de zones nues que respon a sòls de les zones agrícoles que després de l'abandonament agrícola no s'han colonitzat. Açò es deu, per una banda, al recent desenvolupament que implica alguna llaurada per al manteniment del sòl com ús agrícola però sense coberta vegetal per evitar la colonització vegetal i el seu pas a l'ús forestal, ja que en una zona protegida implica la protecció de la coberta arbòria. Per l'altra banda, a la impossibilitat de la colonització vegetal per causes erosives, principalment erosió hídrica sobre sòls margosos que es mostren nus. Segons el desenvolupament erosiu es poden arribar a crear noves morfologies de *badland* com les àmpliament estudiades del Barranc del Pi que respecte al 1956 han crescut cap a les zones abans amb conreus d'oliveres (*Figura 36*).

Els grans xaragalls de la solana del Frare configuren un tipus de coberta del sòl característic d'aquest indret que no presenta cap evolució per al període 1956-2021. En tot cas la renaturalització de l'espai rural està afavorint una colonització vegetal remuntant i pels extrems, tant de matollar com d'arbres (*Pinus halepensis*) que pel moment no han estabilitzat els xaragalls, encara nus i amb dinàmiques geomorfològiques visibles, com els desprendiments (*rockfall*) de la part superior rocosa cap als xaragalls. Els xaragalls estan encapçalats per regolita, material margós als xaragalls i llim al fons de vall. La vegetació està afectada per la reptació (*creep*), alhora el matollar que protegeix el sòl de l'erosió crea monticles respecte a les zones confrontants i reguers.



Figura 36. Badlands del barranc del Pi formats sobre dues antigues terrassa de conreu d'oliveres instal·lades sobre sòls altament erosionables com són les margues.

5.2.3 Canvis en els usos i la coberta del sòl de la conca entre 1956 i 2020

La cartografia de matriu de transició de canvis d'usos del sòl mostra, com a sòl predominant, el valor 11 que correspon al manteniment d'aquest ús al 2020 respecte al 1956 (*Figura 37 i 38*). Es tracta de l'ús que manté 2.141 ha entre 1956 i 2020, abastant el principals

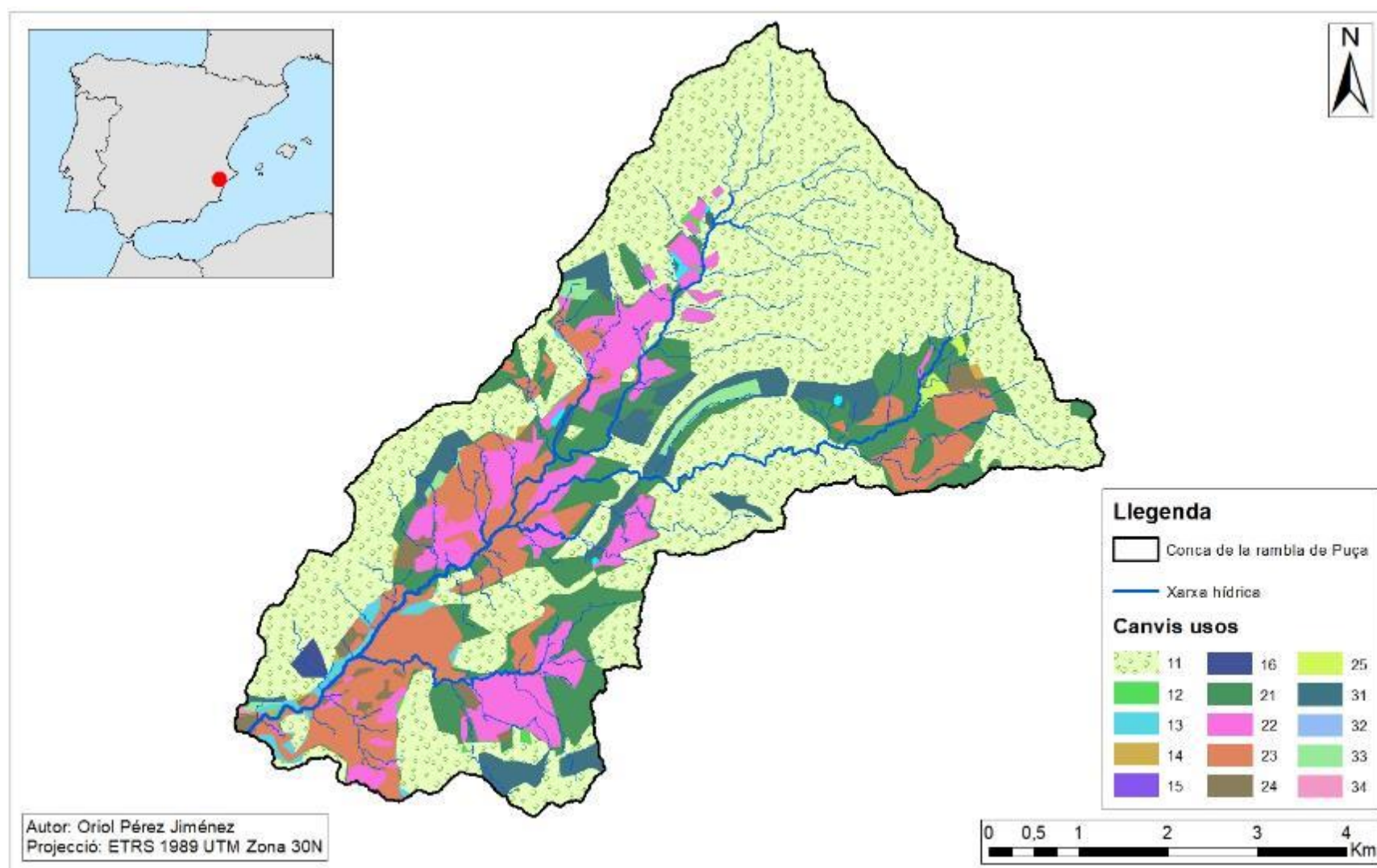


Figura 37. Transició de canvi d'usos del sòl (1956-2020).

espais de muntanya: serra del Cavall, Frare, Despenyador i Maigmó. Es tracta de l'ús que, independentment de la coberta arbòria o matollar, atén la funcionalitat forestal de “fer llenya” o de pasturatge. Aquest manteniment es deu a la topografia abrupta que impossibilita qualsevol altra activitat socioeconòmica, pel que han quedat sota el mateix ús durant el període estudiat.

El següent ús del sòl en extensió és el valor 21 corresponent al canvi d'ús agrícola a ús forestal. És a dir, dels usos que canvien, aquesta transició és la més comuna amb un canvi de superfície del 12,55% de l'espai de la conca (*Taula 1*). Es tracta d'un fet notable que, com s'ha assenyalat anteriorment, és molt comú i s'observa amb claredat a les vessants muntanyoses forestals del 2020. Hi ha zones forestals sobre sòls amb pendents rebaixades que indiquen l'ancestral abancament d'eixes vessants, a més, entre la vegetació natural és comú trobar-ne troncs sec d'ametlers que indiquen un pretèrit agrícola.

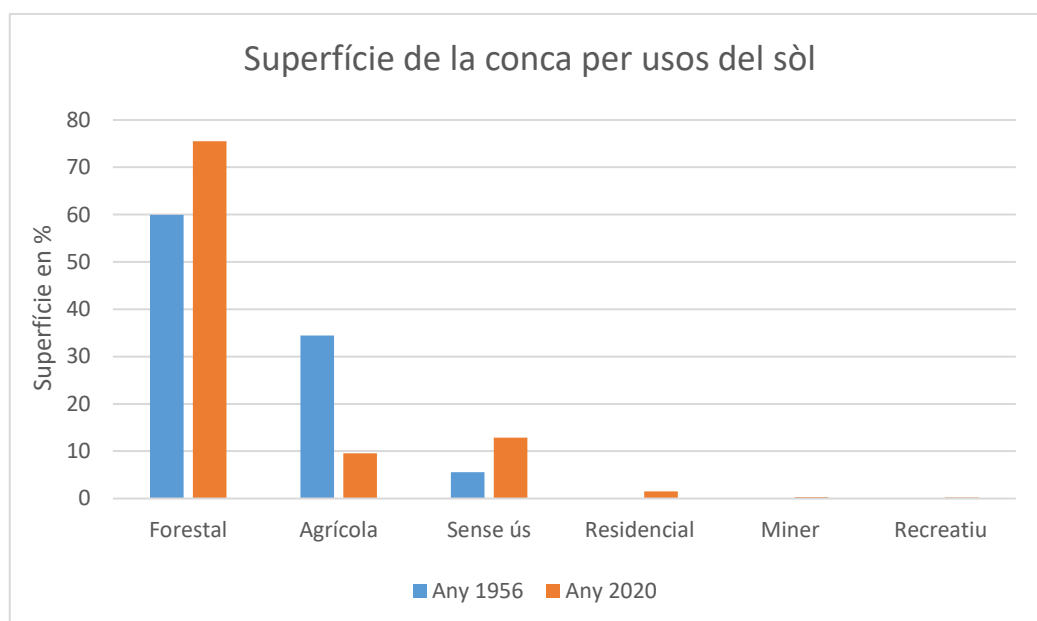


Figura 38. Superfície dels usos del sòl de la conca de la rambla de Puça per a 1956 i 2020.

Ben destacable és la transició que afecta, també, a l'ús agrícola, que mostra el valor 23, el qual indica una transició d'ús agrícola cap a sòls sense ús socioeconòmic (*Taula 6*). Aquesta transició afecta a 409,61 ha. D'aquesta forma s'observa com en aquest cas l'11,14% de l'espai de la conca ha deixat de tenir una funció agrícola i té, al 2020, sòls sense ús socioeconòmic. Açò es deu a l'abandonament massiu de la funcionalitat del món rural, la

població del qual marxà a treballar als espai urbano-industrials quedant els usos agrícoles abandonats. Aquests espais es troben en procés de colonització vegetal com a pas previ per convertir-se en ús forestal o són espais que s'ha erosionat i degradat greument conformant paisatges de *badland*.

Els valors 21 i 23, corresponents a pèrdues de superfície de l'ús agrícola, mostren clarament els dos camins que han pres aquests sòls en parts iguals (*Taula 1*). Es tracta, principalment, d'un procés que depenent del moment d'abandonament mostra al 2020 espais vegetats (21) o espais que estan en procés de colonització (23). Així mateix, al domini semiàrid s'han desenvolupat també com a xaragalls. A continuació, tenint en compte la superfície, es mostra el valor 22 corresponent al manteniment de l'ús agrícola. És a dir, encara que aquest ús ha passat dels 12,68 km² al 1956 als 3,51 km² al 2020, manté 335 ha que corresponen al 9% de l'espai de la conca. Els sòls sense ús també aporten superfície a l'ús forestal (valor 31) amb una transició de 178 ha. És a dir, espais sense ús socioeconòmic al 1956 s'han vegetat per configurar-se com a ús forestal al 2020 abastant un 4,84% de l'espai forestal.

Aquestes són les principals transicions, la resta són menors a l'1% de l'espai (*Taula 1*), encara que no per això de menor importància ni impacte com s'ha mencionat anteriorment, ja que el poder d'atracció dels espais residencials i recreatius és elevat i el deute geomorfològic amb els espais naturals per la pedrera no cessa. Així doncs, l'ús que més superfície ha perdut i, per tant, ha transitat cap a altres usos són els sòls agrícoles que al 2020 són sòls forestals, sense ús, residencials i recreatius. L'ús agrícola ha passat dels 12,68 km² (34,48%) al 1956 a 3,51 km² (9,55%) al 2020. Per contra, l'ús forestal que ja era majoritari al 1956 ha rebut superfície de l'ús agrícola i sense ús per passar dels 22,06 km² (59,98%) al 1956 als 27,78 km² (75,53%) al 2020. Els sòls sense ús han crescut a costa de l'abandonament agrícola. Els nous usos residencial i recreatiu reben superfície agrícola, i l'ús miner i pedreres rep superfície forestal.

Taula 6. Transicions en els canvis d'usos del sòl.

Valor	Ús del sòl	Àrea (ha)	Àrea (%)
11	Forestal	2141,26	58,21
12	De forestal a agrícola	13,03	0,35
13	De forestal a sense ús	30,42	0,83
14	De forestal a residencial	6,28	0,17
15	De forestal a recreatiu	2,05	0,06
16	De forestal a miner i pedreres	10,99	0,30
21	D'agrícola a forestal	461,78	12,55
22	Agrícola	335,49	9,12
23	D'agrícola a sense ús	409,61	11,14
24	D'agrícola a residencial	48,82	1,33
25	D'agrícola a recreatiu	8,5	0,23
31	De sense ús a forestal	178,11	4,84
32	De sense ús a agrícola	1,98	0,05
33	Sense ús	29,13	0,79
34	De sense ús a residencial	0,76	0,02

La coberta vegetal també ha viscut canvis notoris (*Figura 39*). Al 1956 les cobertes de matollar, bosc i conreus es repartien la superfície quasi en tres parts iguals, deixant les zones nues com espais residuals. Al 2020 el matollar ocupa una superfície de 18,77 km² (51,02%), mentre que a 1956 abastava una superfície de 12,33 km² (33,52%), pel que és la coberta més extensa de la conca, per la incorporació a aquesta coberta de sòls de conreu abandonats en procés de colonització. El bosc ha crescut principalment pel desenvolupament vegetal de les cobertes de matollar de 1956. El bosc comptava amb una extensió d'11,03 km² (29,99%) al 1956 que ha crescut fins als 13,37 km² (36,35%), principalment pel creixement arbori sobre espais abans de matollar. Els conreus han perdut una quantiosa superfície. Al 1956 abastaven una superfície de 12,95 km² (35,21%), la més extensa, reduint-se fins als 2,96 km² (8,06%) al 2020. Les pèrdues de superfície es deuen a la transició de la coberta de conreus cap a la coberta boscosa, de matollar i de zones nues. Per aquest motiu les zones nues creixen dels 0,47 km² (1,28%) fins als 1,68 km² (4,57%).

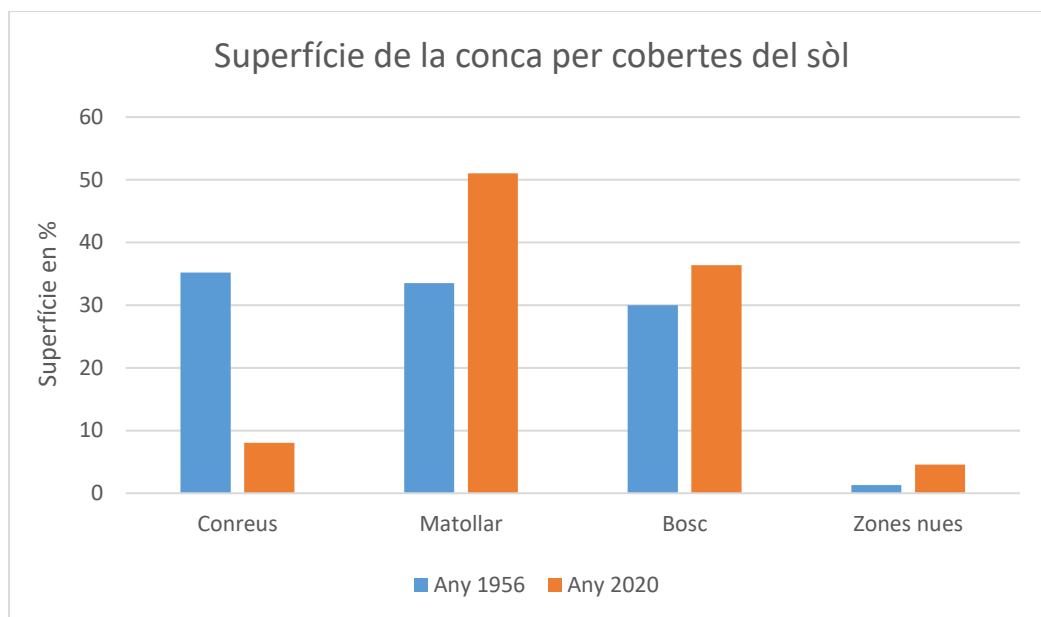


Figura 39. Superfície de les cobertes del sòl de la conca de la rambla de Puça per a 1956 i 2020.

Els canvis d'usos del sòl i cobertes del sòl són conseqüència dels canvis socioeconòmics que han afavorit l'abandonament agrícola. Aquest procés comporta la revegetació dels sòls canviant, per tant, el règim hidrològic per la major infiltració, el que significa menor escolament a la xarxa hídrica. Així mateix, aquests canvis tenen efecte directe sobre la protecció dels sòls. La coberta vegetal protegeix els sòls dels agents erosius en tots els seus mecanismes de meteorització. Encara i així, l'abandonament ràpid i total sense atendre a una gestió de l'abandonament agrícola propicia l'enfonsament dels murs de pedra, la funció dels quals és retenir els sòls a les terrasses. L'enfonsament accelera les taxes erosives d'uns materials d'alta erosionabilitat com les margues, en espais de grans pendents topogràfics on l'energia de l'aigua té la capacitat de remoure grans quantitat de sòl, especialment si no tenen coberta vegetal ni pràctiques de conservació de sòls. Així doncs, els processos erosius viuen dues dinàmiques. Per una banda estan els sòls que s'acaben fixant i estabilitzant per la colonització vegetal, per l'altra estan els sòls que viuen un procés d'alta erosionabilitat que impossibilita la germinació de llavors i acaba creant morfologies de *badland* sobre sòls abans fèrtils.

5.3 Quantificació de les taxes erosives potencials a través de l'ús dels Sistemes d'Informació Geogràfica i l'Equació Universal Revisada de Pèrdua de Sòl (RUSLE)

La metodologia RUSLE es configura de diversos factors que una vegada calculats i combinats amb el suport del SIG ArcGis 10.7.1 mostra una representació espacial de la distribució de les taxes erosives potencials a la conca de la rambla de Puça. En cap cas es pretén utilitzar de manera absoluta els resultats d'aquesta anàlisi donada la incertesa que hi pot haver en els càlculs dels factors que determinen l'equació. Tot i les limitacions i possibles restriccions de la RUSLE, la cartografia resultant s'ha utilitzat per classificar els resultats en sis nivells de risc de pèrdua de sòl o d'erosió. La hipòtesi inicial de RUSLE considera la precipitació com el principal agent actiu de l'erosió superficial, establint així les pèrdues de sòl i considerant-les directament proporcionals a l'índex d'erosivitat de la pluja (González, 1991). L'Equació estableix que amb les mateixes condicions d'erosivitat de pluja, l'erosionabilitat del sòl pot ser diferent segons les característiques i tipus de sòl. Els resultats mostren com el pendent i la llargada del pendent (Factor topogràfic LS) és el factor més important pel que fa al control del risc d'erosió o pèrdua de sòl. La conca presenta una pendent mitja de 18 graus amb zones de grans desnivells. Així, el factor LS cobra més importància encara en els contraforts orientals de les Bètiques de paisatges escarpats. L'altre element determinant en el control de l'erosió és la vegetació que protegeix els sòls dels agents erosius i les pràctiques de conservació de sòls per evitar evacuacions massives de sòl, ambdós factors claus en l'erosionabilitat del sòl.

5.3.1 Factor R. Erosivitat de pluja

L'erosivitat de pluja dels espais mediterranis caracteritzats per unes reduïdes precipitacions anuals concentrades als equinoccis i de caràcter torrencial, mostra a la conca de la rambla de Puça la seua cara mediterrània. Per a la sèrie climàtica 1994-2020 la mitjana de dies anuals amb pluja és de 60,5, amb una precipitació anual mitjana de 296,9 mm. La sèrie climàtica concentra multitud de precipitacions reduïdes que en períodes de DANA acumulen precipitacions d'elevada intensitat horària, sent el màxim diari (unitat mínima de temps de presa de dades) per a la sèrie històrica de 128 mm/dia.

L'aplicació de la fórmula de l'Índex Modificat de Fournier amb les dades pluviomètriques de l'Estació climàtica de Ferrussa té un resultat d'erosivitat de pluja per a la conca de $52,32 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ any}^{-1}$. A la *Figura 40* s'observa una cartografia homogènia, ja que només es compta amb una estació pluviomètrica de referència quasi als límits de la conca, impossibilitant la introducció de cap interpolació.

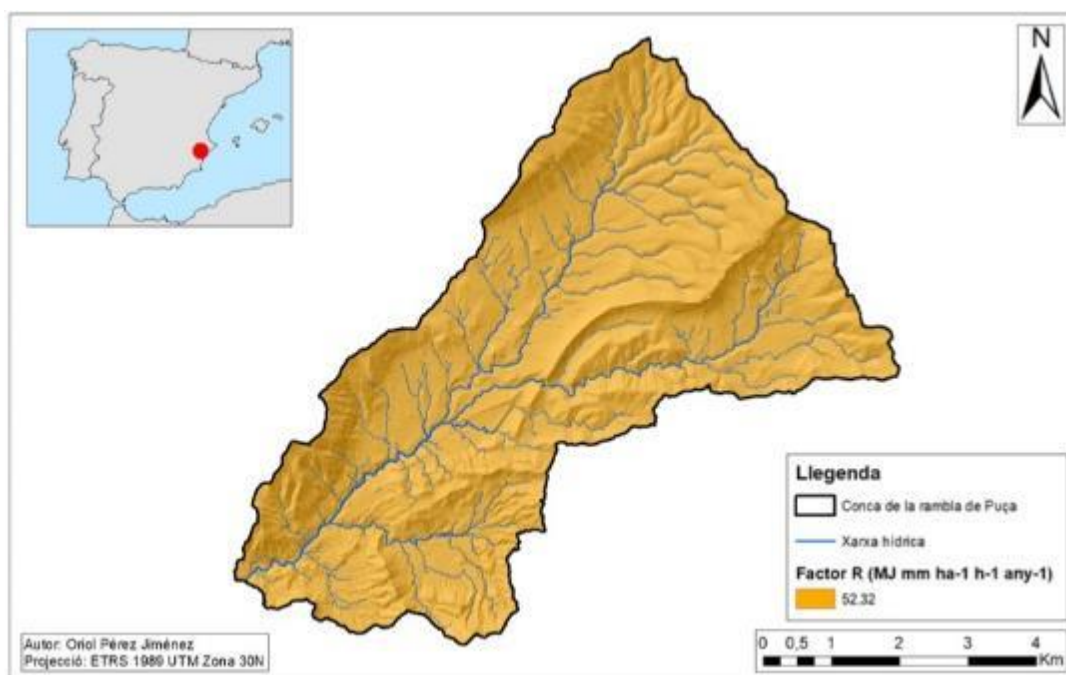


Figura 40. Erosivitat de la pluja a la conca de la rambla de Puça.

5.3.2. Factor K. Erosionabilitat del sòl

Les característiques del sòl que afecten la susceptibilitat per ser erosionat depenen de la textura, estructura, contingut en matèria orgànica, conductivitat hidràulica, etc. Els sòls de la conca s'han format per la meteorització de les roques sedimentàries, entre les quals destaquen les següent litologies (*Taula 3* apartat 4.3.2):

- Carbonàtiques: com són les abundants calcàries i dolomies.
- Carbonàtiques detrítiques: calcarenita bioclàstica i margocalcàries.
- Detrítiques carbonàtiques: com les abundants i predominants margues blanques.
- Detrítiques, carbonàtiques i evaporítiques: margues, lutites i guixos.
- Detrítiques de composició mixta: conglomerats i microconglomerats.
- Detrítiques de composició mixta no consolidada: graves i sorres.
- Detrítiques de composició silícia: lutites roges.

Sobre uns sòls sedimentaris dominats per les margues, les quals es componen d'una part carbonatada i d'un part argilosa, és a dir, dels altres tipus de roca sedimentaria de la conca, les característiques del sòl es mostren susceptibles a l'erosió com s'observa a les formacions de xaragalls en diversos indrets de la conca (*Figura 41*)



Figura 41. Badlands dels cirerers, la torrentera desguassa directament a la rambla de Puça.

Als polígons rasteritzats se'ls assigna un valor de Factor K entre 0 i 1 segons la seua erosionabilitat, sent els valors pròxims a 0 els que mostren menys susceptibilitat a l'erosió i s'associen en aquest cas als cons de dejecció i les roques calcàries amb valors de 0,2 i 0,3. Els valors pròxims a 1 mostren una major susceptibilitat i s'associen en aquest cas als sòls margosos i argilosos amb guixos amb un valor de 0,5 i 0,6. La cartografia (*Figura 42*) mostra la distribució espacial arreu la conca d'erosionabilitat dels sòls, representant les zones més susceptibles a l'erosió amb colors càlids.

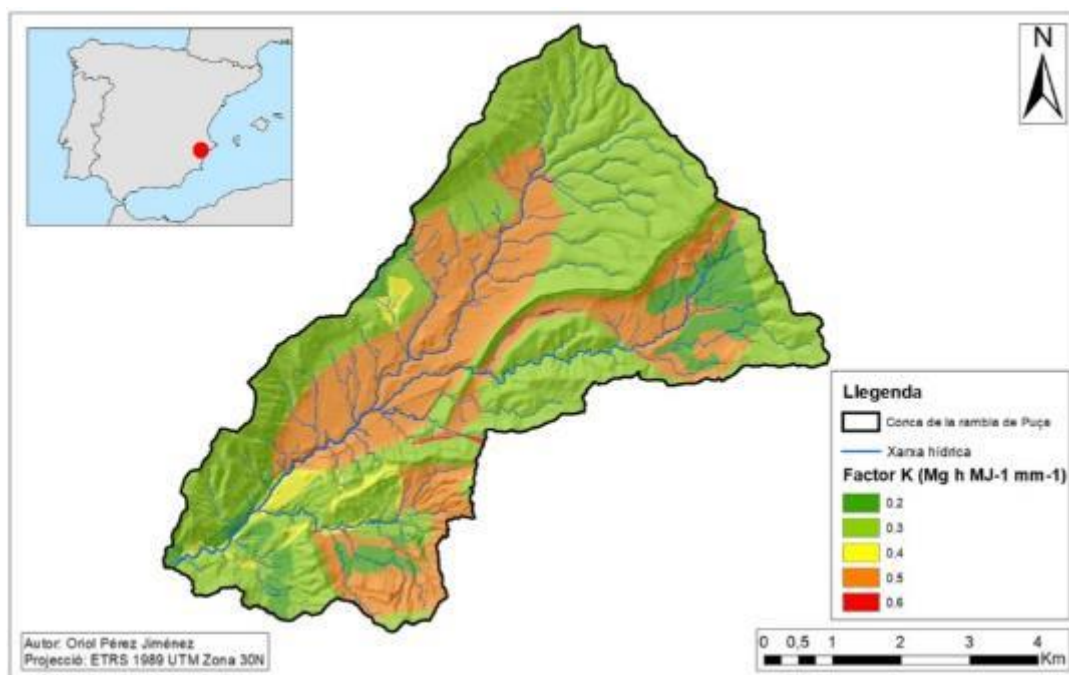


Figura 42. Erosionabilitat del sòl a la conca de la rambla de Puça

5.3.3 Factor LS. Factor topogràfic

Tant la longitud del pendent (L) com el pendent (S) (*Figura 43*) afecten l'erosió provocada per l'aigua. Es considerat el factor més important sobre el risc d'erosió o pèrdua de sòl. Els dos factors s'han analitzat per separat i tenen la seua distribució espacial concreta que unida crea el factor topogràfic tant determinant en un espai de grans contrastos altitudinals com la conca de la rambla de Puça.

El factor LS és una expressió en funció de la llargada de l'escolament superficial difús, des de l'origen fins que es concentra en un canal on es diposita. El resultat mostra les zones de fons de vall com els espais de major acumulació de flux. La cresteria de la serra del Frare d'una morfologia semblant a les arestes glacials crea una carena ben delimitada amb els menors valors de flux concentrat.

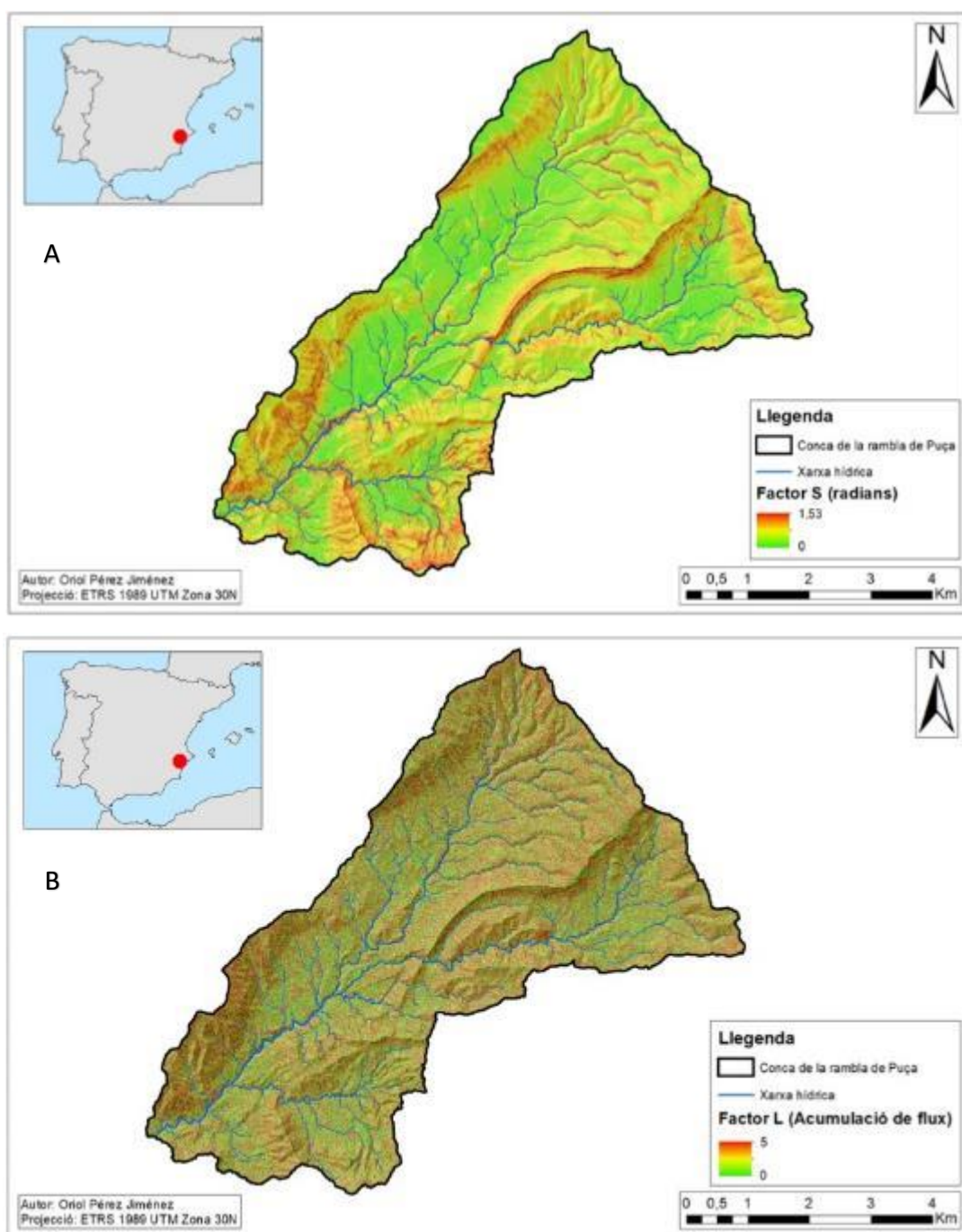


Figura 43. Factor pendent (A) i factor llargada de pendent (B).

El factor S depèn del pendent del tram on el grau d'inclinació del terreny configura el component de gravetat necessari per provocar el moviment del flux concentrat d'aigua i sediments alhora que aporta la magnitud de velocitat, és a dir, el pendent influeix en la velocitat i en la formació d'escolament que com més alt siga menys possibilitat d'infiltració ocasiona per la velocitat que adopten les aigües del flux hortonianà. El pendent mig de la conca és 18 graus. Les zones en conreu o recentment abandonades mostren inclinacions menors a

6º, concentrant-se les màximes pendents en la solana del Frare amb pendents que superen els 60º, així com a la serra de Castalla, el Maigmó, el Sit i el Cavall. Son aquestes muntanyes les que presenten alhora les majors altituds que superen àmpliament els 1.000 m.s.n.m., salvades per elevades pendents que les connecten als fons de vall. D'aquesta forma els valors del Factor LS (*Figura 44*) més baixos es concentren als fons de vall i valls obertes com la de Puça i Catí, mentre que els valors més alts destaquen a les vessants de les citades serres.

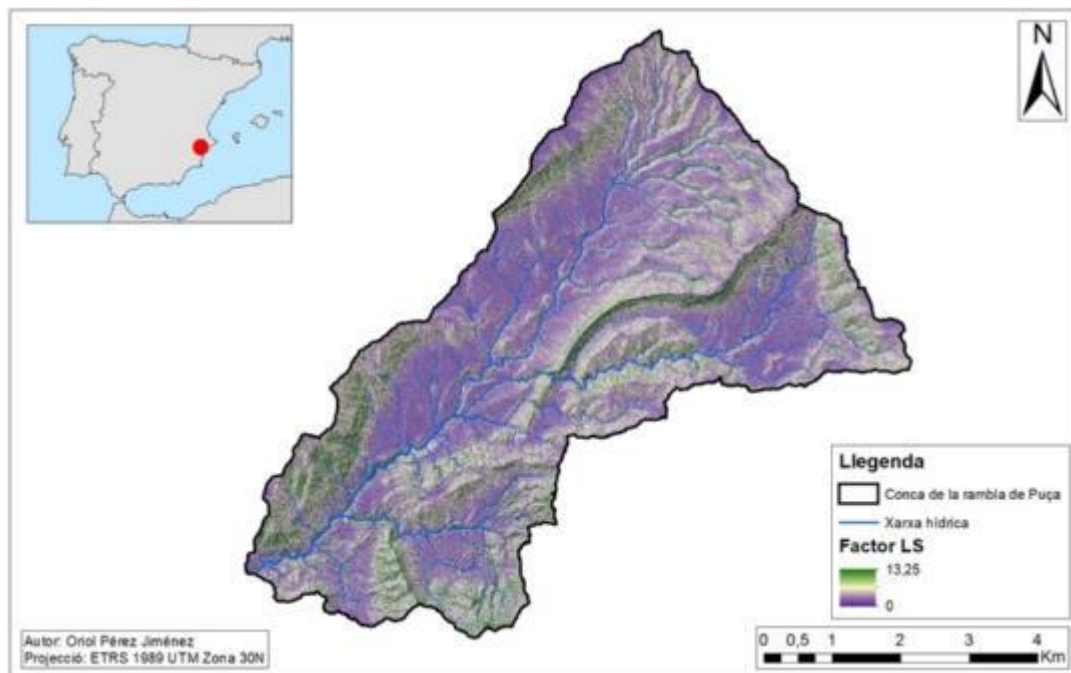


Figura 44. Factor topogràfic que conjuga el factor pendent i factor llargada de pendent.

5.3.4 Factor C. Factor coberta i maneig

La coberta vegetal es considerada el segon factor més important després de la topografia per al càlcul del risc d'erosió o pèrdua de sòl. El factor representa el grau de protecció que un determinat tipus de coberta vegetal efectua sobre el sòl front al risc d'erosió hídrica. Tal i com s'ha indicat en l'apartat metodològic, aquest factor depèn tant del percentatge de coberta vegetal com de l'etapa de creixement. La RUSLE va ser dissenyada per a sòls agrícoles en els que la nuesa parcial o total al llarg de l'any propicia majors pèrdues de sòl que en les zones aforestades amb major coberta vegetal i, per tant, major protecció. Amb aquesta finalitat l'elaboració de l'Índex de Vegetació de Diferència Normalitzada (NDVI) que planteja la metodologia de Van der Knijff *et al.* (2000) com a pas previ per conèixer el Factor

C, classifica els sòls de la conca entre -1 i 1 (*Figura 45*). Els valors negatius i pròxims a zero corresponen als sòls sobre els quals hi ha una reduïda activitat fotosintètica, és a dir, hi ha un reduït percentatge de vegetació, de la qualitat i del desenvolupament d'aquesta. Aquests valors representats amb colors càlids es concentren a la regió bioclimàtica termomediterrània, dominant les vessants de la serra del Cavall, el Ginebre i alguns punts de la serra del Sit. Destaquen alhora els conreus de l'Almadrava, Puça i l'Esquinal, la carretera a Catí i la pedrera com els indrets més càlids, és a dir, amb menys activitat fotosintètica. A la regió mesomediterrània, destaquen com els espais amb menys vegetació, la solana del Frare, pels xaragalls, el pendent i l'aflorament de l'estrat rocós i la serra de Castalla per l'aflorament de roques. Els conreus abandonats de la vall de Catí mostren uns colors càlids suaus per la recuperació vegetal. Els valors positius i més elevats pròxims al 0,5 corresponen als sòls sobre els quals hi ha una abundant activitat fotosintètica, el que indica un elevat percentatge de vegetació, així com una qualitat i desenvolupament ecològic. A la cartografia es representen amb el color verd, corresponent al verdor vegetal de la clorofil·la. Aquests valors predominen a la regió mesomediterrània de la conca que és més muntanyosa, humida i fresca. La serra de Castalla, l'ombria de Puça, l'ombria del Frare, el Despenyador, el Maigmó i l'ombria dels Castellarets són els principals espais forestals que mostren al NDVI la seua activitat fotosintètica. També cal destacar la vegetació helofítica de la rambla de Puça, predominant el canyís (*Phragmites australis*) i amb presència de boga (*Typha demongensis*), així com les faldes aforestades del Cavall i el talús d'ombria del Sit.

Amb el NDVI s'aplica la formula proposada per Van der Knijff *et al.* (2000) per obtenir els valors del Factor C representats a la cartografia (*Figura 45*). Els resultats oscil·len entre els valors de 0,9 i 11,59 per al Factor C de caràcter adimensional. La distribució espacial mostra els valors de màxima protecció -verdosos- a les zones citades anteriorment com a zones de major densitat vegetal, el que implica una major protecció dels sòls front als agents erosius. D'altra banda, els valors càlids representen la distribució de les zones sota condicions de cobertura més reduïts el que implica una major erosió hídrica per la nuesa d'uns sòls de característiques erosionables (K). Sobre camps de conreu amb menor percentatge de vegetació, la pedregositat superficial actua a mode de coberta protectora del sòl, les restes de collita i la presència de fullaraca tenen la capacitat de crear matèria orgànica amb la conseqüent agregació del sòl que implica una estabilitat d'aquests front al risc d'erosió o

pèrdua de sòl. A la cartografia de la *Figura 47* s'observen les zones més susceptible a l'erosió per la seua nuesa.

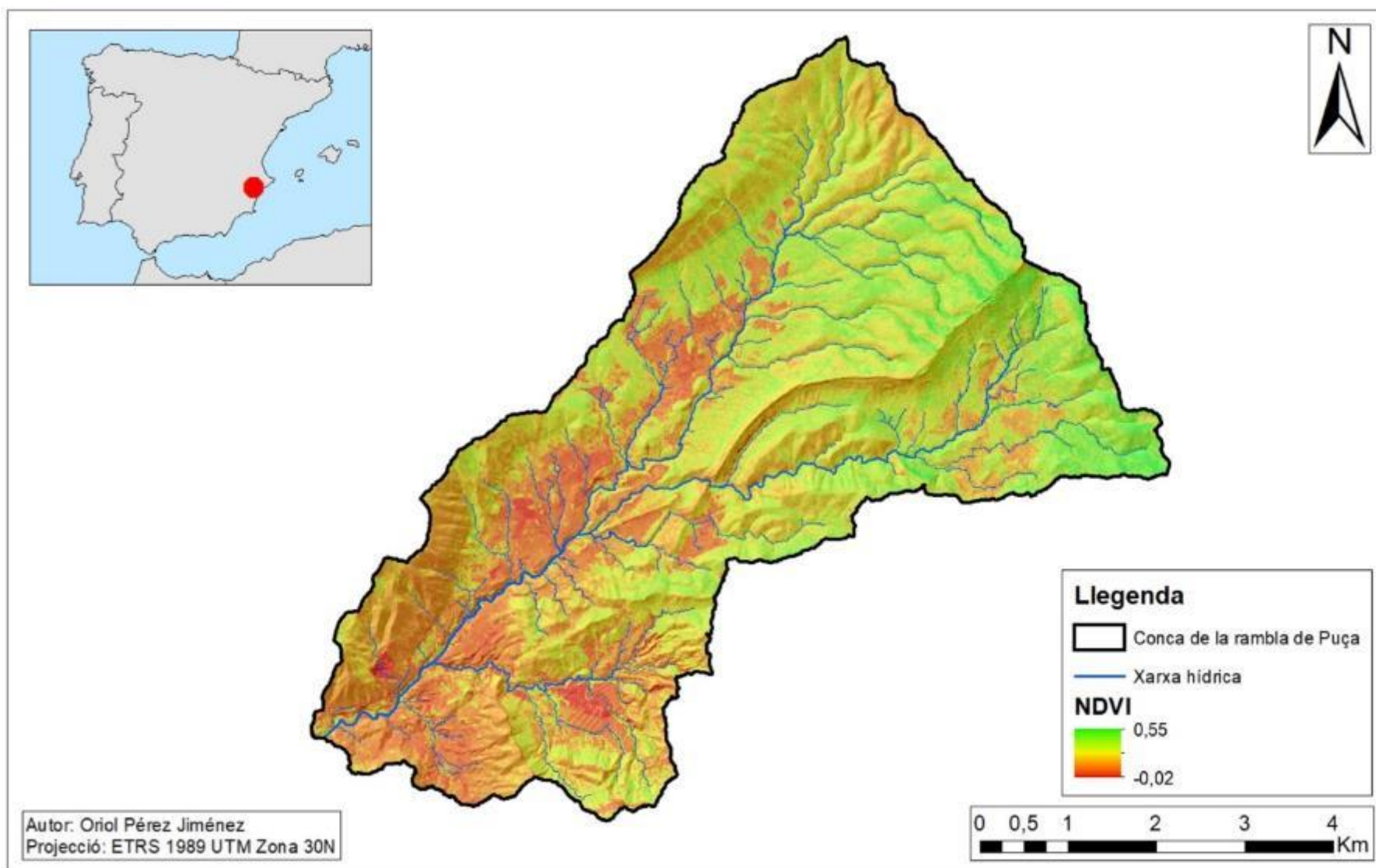


Figura 45. Índex de Vegetació de Diferència Normalitzada (NDVI).

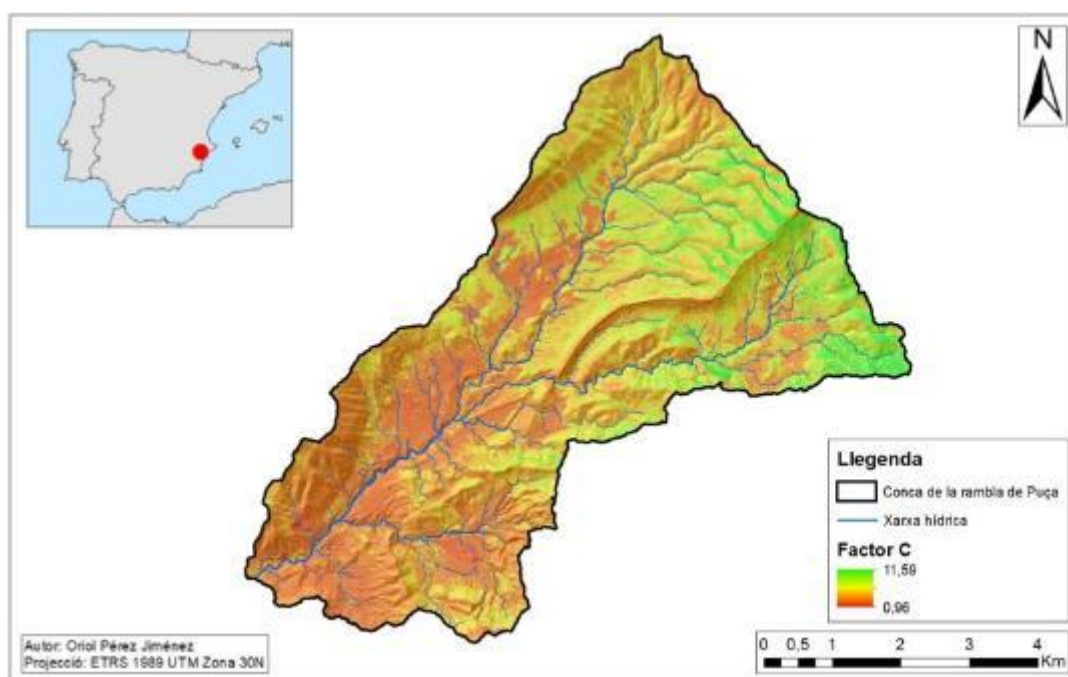


Figura 47. Factor coberta i maneig

5.3.5 Factor P. Factor pràctiques de conservació

L'alteració antròpica dels sòls demanda pràctiques de conservació per reduir les taxes erosives que d'altra banda veurien una evacuació massiva del material a causa dels canvis en l'estat ecològic del sòl, per sobre i per sota. L'escolament i l'erosió hídrica es pal·lien amb diverses pràctiques de conservació del sòl que es centren preferentment en reduir el factor topogràfic (LS), destacant com el més determinant en el control del risc d'erosió. El factor P és la proporció de pèrdua de sòl amb una pràctica de suport específica a la pèrdua corresponent amb el conreu (Figura 49). La millora de les pràctiques de conreu contribueixen al control de l'erosió.

El factor P es adimensional i oscil·la entre 0 i 1. El valor màxim correspon als sòls sobre els quals no s'aplica cap pràctica de conservació especial, mentre que els valors mínims corresponen a sòls sobre els que s'aplica la pràctica de conservació del sòl que ha creat un paisatge autòcton com són les terrasses de conreu (Figura 48) amb la finalitat de reduir el pendent i la llargada del pendent d'un espai muntanyós de grans desnivells. Es tracta d'una pràctica de conservació que de no ser aplicada, especialment sobre sòls d'elevada erosionabilitat, com són les margues, i nus, produiria desertificació geològica i degradació

ecològica dels sòls. Els bancals reforçats per murs de pedra seca i ribes vegetades creen paisatges típics de la mediterrània rural (*Figura 48*). Així mateix, l'arada seguint les corbes de nivell és una pràctica de conservació que redueix el flux d'aigua.



Figura 48 . Ribes vegetades i terrasses de conreu amb d'oliveres a la Foia Falsa.

Pel fons de vall circula la rambla de Catxuli

Utilitzant els valors del Factor P (veure Taula 4, apartat 4.3.5) s'assigna a cada polígon de la conca el valor que li correspon en funció de les pràctiques de conservació i el pendent d'aquest sòl. Sobre els espais forestals no s'aplica cap pràctica de conservació pel que adopten el valor d'1. Els espais agrícoles es presenten en terrasses pel que als conreus sobre terrasses amb un pendent d'un màxim del 3% se'ls assigna un valor de 0,12, mentre que als conreus instal·lats sobre terrasses d'entre 3% i 8% se'ls assigna un valor de 0,1.

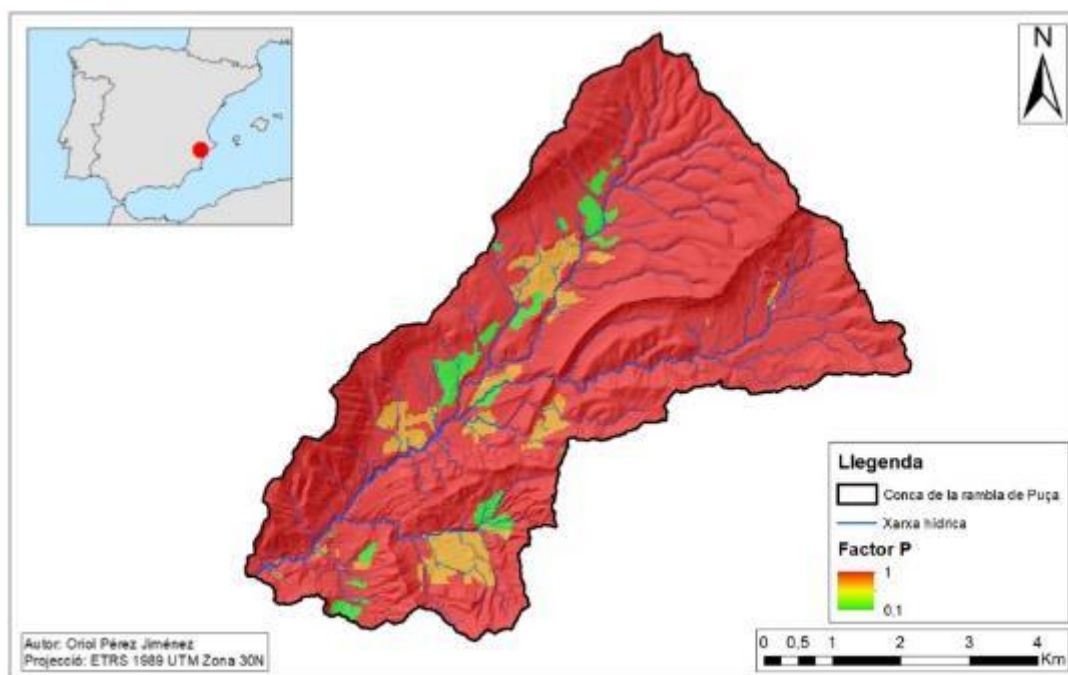


Figura 49. Pràctiques de conservació del sòl.

5.3.6. Pèrdues potencials de sòl estimades segons la RUSLE

La integració de tots els factors (multiplicació) permet el càlcul de la taxa potencial d'erosió (Figura 50). Els valors obtinguts oscil·len entre 0 i 845 Mg ha⁻¹ any⁻¹. El valor mig és de 84 Mg ha⁻¹ any⁻¹. Tal i com s'indica en l'apartat metodològic, la utilització d'aquests valors de manera absoluta s'ha de realitzar amb cautela. La incertesa associada als càlculs d'aquests factors i les condicions per a les que es va desenvolupar la RUSLE condicionen aquesta cautela. A més, es tracta de valors potencials que podrien estar condicionats pel propis processos que modifiquen els condicionants una vegada hi ha erosió, entre d'altres. A més, els valors poden ser classificats per tal de categoritzar la variabilitat espacial del risc d'erosió o pèrdua de sòl al llarg de la conca d'estudi. La Taula 7 mostra els diferents nivells de risc classificats i la correspondència en les taxes erosives. Aquests nivells, acoblats a les característiques específiques de la conca, s'han utilitzat anteriorment per altres autors com Antolín *et al.* (1998), Sánchez *et al.* (2003).

Taula 7. Nivells de risc d'erosió a la conca de la rambla de Puça.

Nivell del risc	Descripció del risc d'erosió	Pèrdues de sòl (Mg ha ⁻¹ any ⁻¹)	Superfície (%)
1	Baix	<5	34,5
2	Lleuger	5-10	2,5
3	Moderat	10-25	4,7
4	Acusat	25-50	6,7
5	Alt	50-100	16,1
6	Molt alt	>100	35,8

El model RUSLE avalua les pèrdues del sòl considerant els principals factors que la determinen. Encara i així es limita a l'erosió laminar i en xaragalls pel que pot presentar certes deficiències al còmput de les taxes d'erosió per escorrancs o rambles i erosions subsuperficials, per la qual cosa podria infraestimar les taxes en aquestes unitats o superfícies com els *badlands*.

El risc baix (0-5 Mg ha⁻¹ any⁻¹) i el risc lleuger (5-10 Mg ha⁻¹ any⁻¹) abasten els espais de valls obertes i, per tant, espais en conreu com són Puça, l'Esquinal, Catí, l'Almadrava i el Ginebre. Encara que aquests espais es presenten com els que menys densitat vegetal tenen (C), la baixa pendent (LS) i les pràctiques de conservació (P) són destacables -i necessàries-, ja que predominen els sòls d'elevada susceptibilitat erosiva (K) com són les margues blanques.

El risc moderat (10-25 Mg ha⁻¹ any⁻¹) i acusat (25-50 Mg ha⁻¹ any⁻¹) ocupa els espais limítrofs entre els fons de vall i els talussos muntanyencs. La seua distribució predomina a les vores dels espais agrícoles. Així mateix, el risc moderat s'enclava també dins els conreus en zones on els murs de pedra seca no es mantenen ni restauren, així com la reduïda biomassa pel recent abandonament i pels bancals situats sobre xicotetes rambles. Es tracta d'espais amb risc mitjà perquè les seues característiques són mitjanes en tots els aspectes. Són els espais de frontera entre els sòls aforestats i els conreats (C), de pendents mitjanes (LS) superiors a 8º i inferiors als 12º de les vessants muntanyoses. Són alhora la frontera entre els espais on s'apliquen pràctiques de conservació dels sòls (P) i on no s'apliquen, així com la frontera entre els espais margosos de conreu (0,5 factor K) rodejats de calcàries (0,3 factor K) o argiles roges i guixos (0,6 factor K) al cas de Catxuli.

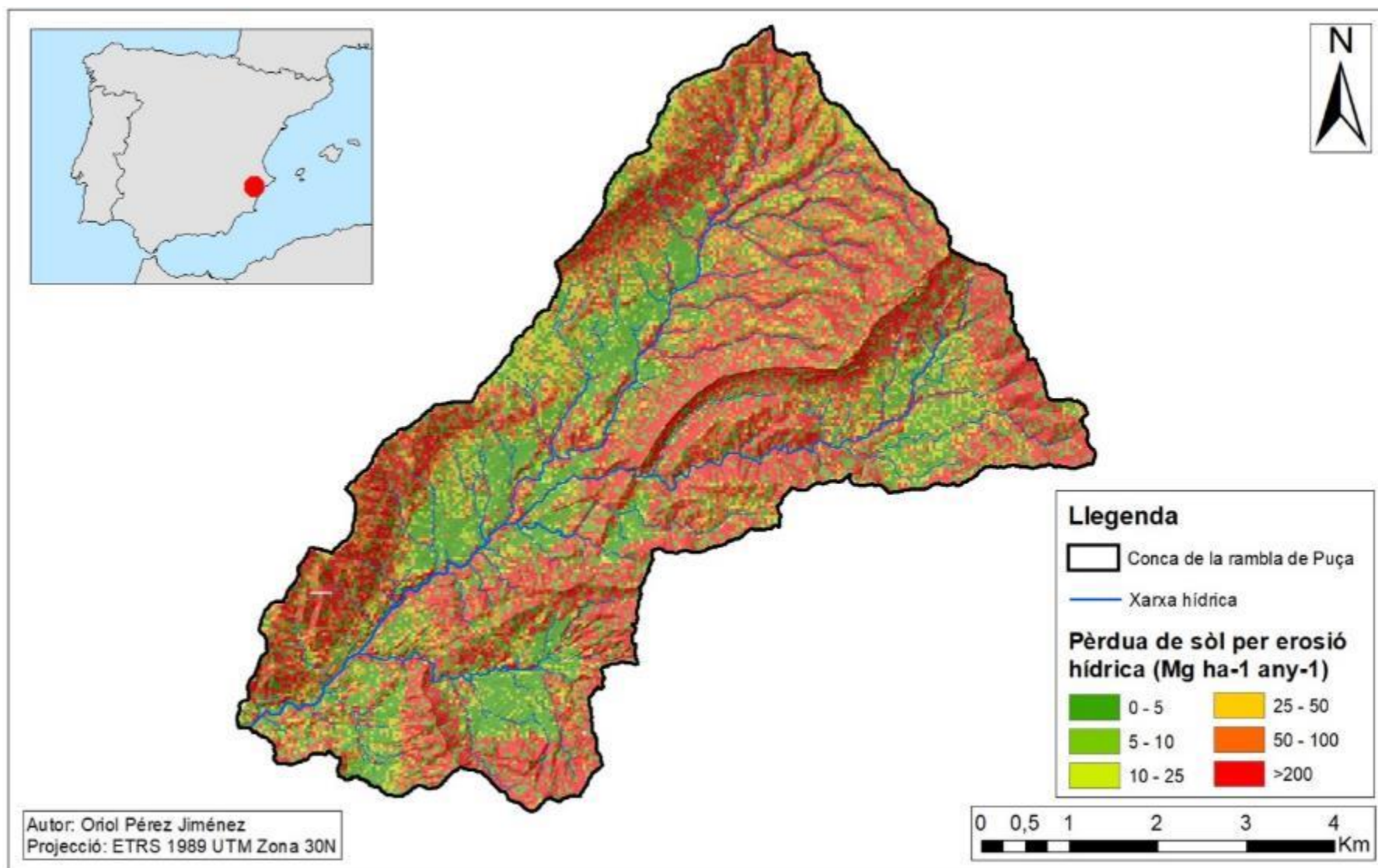


Figura 50. Distribució espacial de la pèrdua de sòl potencial per erosió hídrica estimada segons la RUSLE per a la conca de la rambla de Puça.

El risc alt ($50\text{-}100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$) abasta els espais de rambles i barrancs, així com les vessants muntanyoses amb unes pendents que no superen els 20° . El risc molt alt ($>100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$) abasta els espais muntanyosos dominant a totes les serres (Castalla, Frare, Despenyador, Maigmó, Castellarets, Cavall, Sit, Puntals del Ginebre). Es tracta dels espais muntanyosos amb les majors pendents i llargada d'aquestes creant espais topogràfics (LS) escarpats, destacant especialment la solana del Frare i la cara nord del Sit pel seu desnivell. El factor d'erosivitat de pluja (R) és estable per a tota la conca amb un valor de $52,32 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ any}^{-1}$. Predominen sòls d'erosionabilitat reduïda -dins la conca- (K), ja que a les serres predominen les calcàries (0,3 factor K). La coberta (C) canvia segons la regió bioclimàtica on els afloraments rocosos com el de la serra de Castalla. A la zona sud-oest hi ha menor coberta vegetal a excepció de la solana del Frare. El model RUSLE considera el factor topogràfic (LS) com el més determinant i així es reflexa al resultat final que es mostra amb la distribució espacial a la cartografia de la pèrdua de sòl potencial per a la conca de la rambla de Puça. Es tracta d'una conca efímera mediterrània ($36,78 \text{ km}^2$) on les diferències altitudinals són ben destacables amb una altitud màxima de $1.259,98 \text{ m.s.n.m.}$ al Despenyador i una altitud mínima al tram final de la rambla de Puça amb $458,86 \text{ m.s.n.m.}$ És en un espai on, a més, els contrastos de pendent són importants superant els 60° a la solana del Frare i l'ombria del Sit, on es situa el pendent màxim de 87° .

5.4 Simulacions de pluja: Escolament i Erosió en usos/cobertures diferenciades

5.4.1 Consideracions generals de les simulacions

La simulació s'ha realitzat sobre dos sòls margosos però amb un ús i cobertura ben diferents. La primera simulació s'ha realitzat en un camp en conreu d'ametlers a la finca de Catxuli (Partida rural de Rabosa), a una altitud de 720 m.s.n.m. La segona simulació s'ha realitzat en una zona forestal que antany va ser un espai conreat a la finca de El Pantanet (Partida rural de Catí), a una altitud de 727 m.s.n.m. Es tracta d'un sòl cobert per herbàcies, matollar i *pinus halepensis*. Tal com s'explica a l'apartat 4.5, l'altura de caiguda de la pluja simulada és de 140 cm per a un àrea experimental de $0,24 \text{ m}^2$, no incloent-se en la simulació de pluja la intercepció de les espècies arbòries a causa de la impossibilitat tècnica. Pel

contrari, si que és té en compte la coberta vegetal herbàcia i matollar, el contingut en matèria orgànica del sòl, i la fullaraca, la qual està condicionada per les espècies arbòries, ja que hi ha presència de fulles dels caducifolis ametlers i acícules dels perennes pins, coneguda com pinassa (*Figura 51 i 52*). La parcel·la com a sistema obert rep aigua i la drena (part s'infiltra i part s'escola), alhora que provoca processos erosius, originats per l'energia (excedent) de la matèria que entra, amb arrencada, transport i sedimentació.

La coberta vegetal protegeix els sòls dels agents erosius, en aquest cas l'impacte directe de l'aigua de pluja (*splash*) i la conseqüent erosió hídrica. La parcel·la sobre camp en conreu té el sòl nu, pel que les gotes d'aigua impacten directament sobre el sòl, erosionant-lo per la energia de l'impacte o *splash*. La parcel·la sobre sòl vegetat té un gran condicionant, el 100% de l'espai està cobert per herbàcies, matollar i restes vegetals el que impossibilita l'*splash*, ja que la pròpia vegetació intercepta les gotes d'aigua reduint l'impacte d'aquestes sobre el sòl i, conseqüentment, protegint els sòls. Ambdós experiments s'han realitzat a final d'estiu, en un estat d'elevada sequedat sòl, encara que hi ha diferències notòries en el contingut d'humitat. Les observacions de camp mostren com en el sòl nu no hi ha humitat als primers 20 cm, mentre que al bosc o sòl vegetat la humitat apareix sota la cobertura vegetal de matollar, herbàcies, líquens i restes vegetals, és a dir, la humitat es troba en la superfície edàfica protegida per la flora.

A més de les condicions climàtiques mediterrànies que tendeixen a episodis torrencials, la litologia i topografia tenen condicionants sobre el risc d'erosió. La intensitat de la simulació és de 55 mm h^{-1} sobre sòl margós amb un pendent del 3% per a ambdós casos.

Pel que fa a la intensitat de pluja escollida, segons les dades de l'estació meteorològica de Ferrussa per al període 1994-2020 (dades informatitzades disponibles), la mitjana dels 24 episodis diaris de pluja que superen els 30 mm és de 43,59 mm. Només s'han seleccionat les dades corresponents a episodis d'intensitats diàries de caràcter molt fort ($\geq 30 - < 60 \text{ mm}$) o torrencial ($> 60 \text{ mm}$). S'han desestimant les dades d'intensitat menor, considerant el potencial erosiu d'aquests episodis de pluja que són els qui provoquen les majors respostes hidrològiques i conseqüentment erosives. Hi ha, a més, un total de 96 episodis superiors als 15 mm diaris (intensitat forta) per a la sèrie històrica. Com que es tracta d'episodis diaris (pluviòmetre buidat a les 8 h de cada dia), s'ha augmentat aquesta xifra a la intensitat de 55

mm h⁻¹ per poder obtenir xifres comparables a les ja existents. La limitació tècnica de la estació meteorològica pel seu caràcter manual i no informatitzat impossibilita el coneixement per a la sèrie històrica de les intensitats horàries que seria el vertaderament rellevant. Amb les dades disponibles s'ha plantejat aquesta metodologia per al càlcul de la intensitat segons les dades climàtiques de referència. A més, tal i com s'indica als mètodes, aquests valors s'han utilitzat en aquesta zona amb anterioritat per diversos investigadors (Payà i Cerdà, 1992; Cerdà 1994, 1995, 1997, 1999; Cerdà i García-Fayos, 1997; Cerdà i Navarro, 1997; Cerdà, 2001). Per poder realitzar comparatives i establir una discussió científica s'han pres els 55 mm h⁻¹ com la intensitat de referència per a l'experiment amb pluja simulada considerada una intensitat representativa d'episodis d'elevada intensitat horària molt comuns a la conca.

Pel que fa al pendent, s'han seleccionat dues zones amb un pendent del 3%, ja que és el gradient representatiu de les zones en conreu de la zona d'estudi. Les zones aforestades presenten majors pendents però, per a realitzar la comparativa s'ha buscat una zona aforestada amb una pendent del 3% per tal de comparar sobre el mateix tipus de sòl margos amb la mateixa pendent, sent la variable vegetativa la realment determinant.



Figura 51. Simulador de pluja sobre sòl nu (A) i sobre sòl vegetat (B).

Pluja simulada sobre sòl nu

Aquesta simulació s'ha realitzat en un camp de conreu d'ametlers en extensiu de secà sobre margues blanques del Miocè (*Figura 51*). Es tracta d'un sòl nu amb presència de restes vegetals, principalment fulles seques d'ametler, trossos de fusta i branques de matollar, així com acícules de *pinus halepensis* disposades per l'acció i transport del vent. També hi ha certa pedregositat i signes de meteorització física. Les roques margoses estan sotmeses a cicles d'humitejament i assecat que produeixen efectes disruptius (hidroclastisme). El procés d'hidroclastisme pot produir-se la majoria de dies independentment de l'estació i les pluges, ja que s'activa amb pluja, rosada i boira.

En el moment d'abans de la simulació, la parcel·la es mostra com un sòl àrid i sec on es dibuixen múltiples esquerdes per l'exposició i contracció de les partícules argiloses segons el contingut d'aigua (*Figura 52*). La completa meteorització de la litologia margosa propicia una situació de vulnerabilitat al sòl a causa de la nuesa d'un material bla i de característiques erosionables.

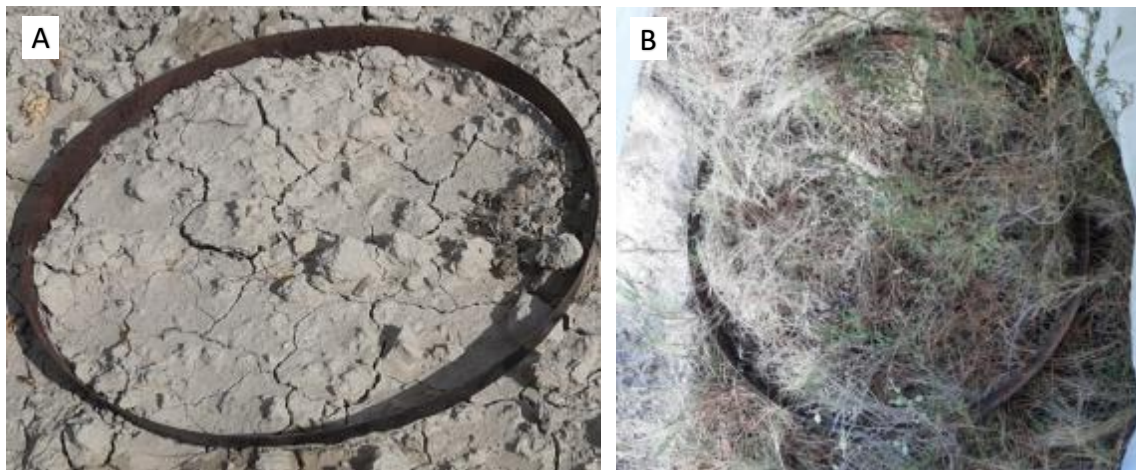


Figura 52. Apariència de les parcel·les abans de l'experiment.

Esquerdes i sòl nu sobre la parcel·la al camp de cultiu (A); vegetació i restes vegetals sobre la parcel·la al bosc (B).

Pluja simulada sobre sòl vegetat

En aquest cas la simulació s'ha fet sobre una zona actualment aforestada després de l'abandonament del conreu d'ametlers en extensiu de secà sobre margues blanques del Miocè. Es tracta d'un sòl vegetat totalment cobert per herbàcies, matollar com l'albaida (*Anthyllis cystoides*), restes vegetals (principalment pinassa) i pedregositat superficial.

El moment prèvi a la simulació el sòl de la parcel·la es troba humit a causa de la protecció del sòl que sobre aquest exerceixen la vegetació i la pedregositat superficial. A més, sota la coberta vegetal visible (*Figura 2*) i sobre l'horitzó A del sòl hi ha una pel·lícula de molses que creixen com a conseqüència de la humitat d'un sòl amb consolidació de matèria orgànica i la porositat dels agregats del sòl que permeten el pas de l'aigua i l'aire.

5.4.2. Resposta hidrològica: generació d'escolament

La *Taula 8* mostra el resum de les dades de simulacions. L'experiment sobre sòl nu s'ha fet dia 18 d'agost de 2021 a les 19 hores amb una temperatura ambient de 27°C. El 19 d'agost a les 18h i amb una temperatura ambient de 25,5°C es va portar a terme l'experiment sobre sòl vegetat. Tal i com s'ha indicat, la litologia és la mateixa -margues blanques-, la situació climàtica i, per tant, l'estat d'humitat del sòl per aportacions atmosfèriques és idèntica. Però, l'estat ecològic del sòl és ben diferent. La vegetació, la matèria orgànica, les restes vegetals i la pedregositat són els vertaders condicionants per a l'erosió dels sòls, al igual que influeixen en la generació d'escolament. Així doncs, les simulacions mostren diferències notòries en la resposta hidrològica. La humitat és major sobre sòls vegetats per la protecció que aquesta hi exerceix, afavorint la creació de matèria orgànica i vida microbiana. L'estat de nova i explotació del camp de conreu d'ametlers presenta menor matèria orgànica i vida microbiana en una parcel·la que actualment no es sulfata ni es fertilitza amb elements químics.

Taula 8. Dades resultants de l'experiment amb pluja simulada.

La precipitació cada 3 minuts és de 2.750 mm

	Sòl nu		Sòl vegetat	
Temps (min)	Escolament (mm)	Sediments (gr)	Escolament (mm)	Sediments (gr)
3	135	3	10	0
6	420	6	180	2
9	760	24	380	4
12	2215	104	490	2
15	2075	111	550	6
18	2310	110	630	1
21	2130	109	615	1
24	2130	104	650	4
27	2150	91	975	4
30	2050	87	1050	3

La Figura 53 i 54 mostra el percentatge de precipitació infiltrada i de precipitació escolada respectivament. En la **parcel·la nua** s'observa l'inici de la saturació (aigua entollada) al minut 1'50", abans de recollir la primera mostra (minut 3). S'observa una elevada **infiltració**. Tot i que gairebé al minut 2 ja s'observa escolament, el 95,1% de la precipitació caiguda al minut 3 s'infiltra. L'escolament inicial està caracteritzat per una baixa capacitat erosiva (pocs sediments erosionats). Açò significa que sobre un sòl sec, durant els primers 3 minuts, la infiltració es propera a la totalitat de la precipitació (intensitat de 55 mm h⁻¹). La saturació del sòl al minut 2 fa que l'aigua comence a acumular-se en superfície. Aquesta aigua entollada en quantitats xicotetes pot convertir-se en part infiltrada depenent de la intensitat i la capacitat del sòl, i la que no pot ser infiltrada es converteix en escolament. A la **parcel·la vegetada** l'inici de la **saturació** (aigua **entollada**) arriba més tard, al minut 4'02". La mostra obtinguda al minut 3 tan sols presenta 10 mm (0,4%) d'escolament. La precipitació dels primers tres minuts té una **infiltració** pràcticament total del 99,6%. Al minut 4'02" l'entollament afavoreix la producció d'escolament, presentant la característica transparència de l'aigua mineral, ja que només s'obtenen 2 grams de sediments. La mostra obtinguda al minut 6, prova com la infiltració continua sent molt elevada, del 93,5%.

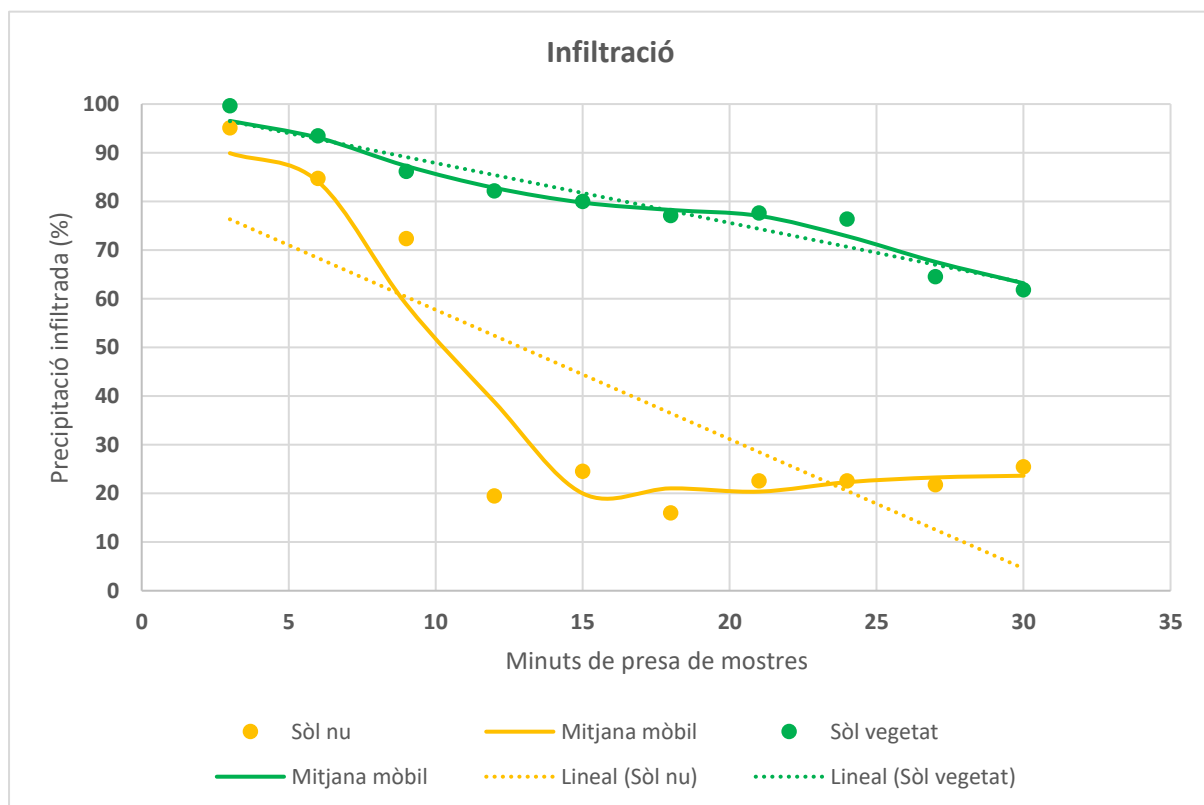


Figura 53. Corbes d'infiltració ponderada utilitzant la tècnica de la pluja simulada sobre dues parcel·les experimentals en El Pantanet (sòl vegetat) i Catxuli (sòl nu).

Tant la **infiltració** com l'**escolament** mostren uns patrons diferents segons les condicions ecològiques del sòl. La infiltració mitjana per a la **parcel·la de sòl nu** és el **40,5%** del volum precipitat, equivalent a 1.112,5 mm, mentre que la **parcel·la de sòl vegetat** té un valor del **79,9% (2.197 mm)**. Així, l'escolament mitjà a la **parcel·la de sòl nu** és del **59,5%** del volum de pluja, mentre que per a la **parcel·la de sòl vegetat** és del **20,1%**. El total de volum escolat a la parcel·la de sòl nu ha estat de 16.375 mm (16,375 L), mentre que al sòl vegetat 5.530 mm (5,530 L), per a un total de 27.500 mm (27,5 L) precipitats sobre la parcel·la per a 30 minuts. Els resultats indiquen que la **resposta hidrològica** està condicionada per la vegetació, la resposta temporal sobre sòl nu és prompta fins que s'estabilitza al minut 12, mentre que sobre sòl vegetat la resposta és lenta i creixent.

L'anàlisi temporal de l'escolament (Figura 54) mostra una resposta diferent. El **sòl nu** té una resposta molt ràpida i creixent que es triplica en la mostra 4 (minut 12). Al minut 3 l'escolament és del 4,9% de la precipitació, mentre que al minut 12 l'escolament és del 80,5%, arribant al minut 18 al màxim d'escolament (84%), el que significa que el sòl es troba saturat

i que dels 2.750 mm precipitats durant l'interval de 3 minuts per a la presa de la mostra, l'escolament és de 2.310 mm. A partir d'aquest minut 18 l'escolament mostra una resposta semblant fins al minut 30 i final de la simulació oscil·lant entre 2.150 mm (78,2%) i 2.050 mm (74,5%).

Aquests resultats indiquen que la sequedat del sòl afavoreix una elevada infiltració inicial que unida a una ràpid saturació del sòl per l'inflament de les partícules argiloses accelera el procés d'escolament per establir-lo en taxes superiors a 4/5 parts de l'aigua precipitada. Una vegada s'ha saturat el sòl s'estabilitza –en unes elevades taxes–.

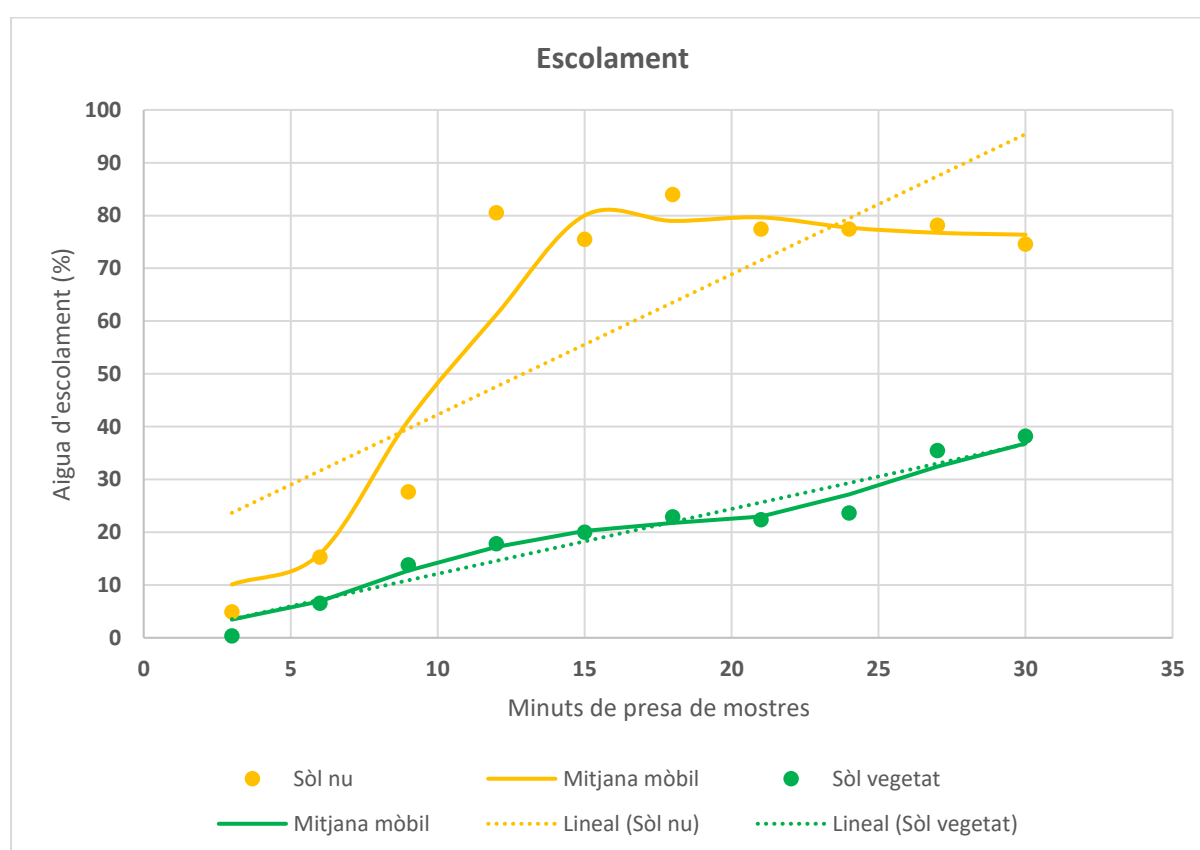


Figura 54. Taxes d'escolament mitjançant pluja simulada a dues parcel·les experimentals de la conca de la rambla de Puça.

En quant a la variabilitat temporal a la parcel·la de **sòl vegetat**, la *Figura 54* mostra com és molt diferent a la descrita per al sòl nu. La resposta és lenta i creix linealment. Al minut 3 (mostra 1), l'escolament és de només 10 mm (0,4%) i creix linealment fins als 1050 mm (38,2%) del minut 30 (mostra 10). El primer escolament és fruit de gotes d'aigua, ja que la infiltració és quasi total (99,6%) al minut 3 i és a partir de l'entollada al minut 4'02" quan

comença a produir-se un escolament constant que va augmentant fins adquirir el seu màxim al final de la simulació. Al minut 6 l'escolament és del 6,5%, al minut 9 del 13,82% i al minut 12 del 17,8%. Fins al minut 12 hi ha un creixement de quasi 18 punts percentuals, mentre que entre el minut 15 amb un 20% d'escolament i el minut 24 amb un 23,6% el creixement no arriba a 4 punts percentuals. És al minut 27 quan es reactiva un creixement que augmenta els valors d'escolament en 325 mm en només 3 minuts, passant dels 650 mm escolats al minut 24 als 974 escolats al minut 27.

El creixement constant de les taxes d'escolament mostra una tendència de creixement quasi lineal que comença amb una infiltració propera a la totalitat a causa de la sequedat del sòl, el qual, a més, està protegit per una coberta vegetal composta per matollar de 86 cm d'altura màxima, herbàcies de 24 cm d'altura màxima, restes vegetals, predominantment pinassa i pedregositat superficial. La intercepció de la vegetació frena l'impacte de l'energia de les gotes, al mateix temps que redueix la quantitat d'aigua que arriba directa al sòl. Les restes vegetals protegeixen les pedres superficials de l'impacte de les gotes de pluja, alhora que creen una protecció que augmenta la humitat superficial afavorint el creixement de molses. Són diversos els estrats vegetals que ha de recórrer una gota de pluja per arribar al sòl, el qual presenta una elevada matèria orgànica, vida microbiana i densitat d'arrels de les espècies rastreres, del sotabosc i les més grans del cobricel arbori conformat principalment per pins blancs. Per tant, els agregats del sòl sota la parcel·la vegetada mostren una estructura granular composta per partícules d'argila, llim i arena, pel que l'aigua circula fàcilment a través dels porus de les partícules situades a l'horitzó A del perfil del sòl, on es concentra l'humus (matèria vegetal en descomposició).

Els agregats determinen la infiltració que resulta pròxima a la totalitat a causa de tots els components que estructuren i protegeixen un sòl ubicat en una actual zona aforestada on trobem una consolidació que es veu reflectida en la resposta hidrològica. Primerament es produeix una infiltració elevada pel que hi ha un rentat del sòl per l'aigua que penetra verticalment -al pla de la terra- per gravetat amb una resposta que mostra clars patrons d'infiltració total. En segon lloc, els agregats del sòl excedeixen la capacitat d'infiltrar la totalitat de la precipitació de 2.750 mm per cada 3 minuts -intensitat de 55 mm h^{-1} -, així que comença el procés de saturació i s'activa l'escolament que té un creixement constant, és a dir, la saturació del sòl que produeix escolament té un creixement sostingut (lineal) en el temps, com mostra el seu màxim al minut 30 -final de la simulació-.

5.4.3. Resposta erosiva

Les terrasses de conreu són architectures tradicionals construïdes per a eliminar les pendents muntanyoses i protegir així els sòls d'una evacuació massiva. L'esglaonament anomenat terrasses de conreu ha modelat el paisatge per possibilitar l'agricultura en un espai de muntanya mitjana mediterrània sobre sòls calcaris, margosos i argilosos. Els murs de pedra seca són vitals per evitar una evacuació massiva de sediments, encara que la erosionabilitat dels sòls margosos i la nuesa del sòl unida a precipitacions d'elevada intensitat temporal originen una situació d'**erosió hídrica** amb unes taxes erosives que arriben, al cas més elevat, sobre la parcel·la de sòl nu als 53,49 g L⁻¹, per a la mostra del minut 15.

Un paràmetre que jerarquitzava la perfecció la diferència erosiva segons la parcel·la (nua o vegetada) són el que s'anomena **sediments de camp** (pes dels sediments erosionats i les restes vegetals en cada parcel·la durant l'experiment de 30 minuts) (*Figura 56 i 57*). Els sediments de camp per a la **parcel·la nua** sumen un total de **749 grams** per a 30 minuts d'experiment, mentre que la **parcel·la vegetada** suma un total de **27 grams** per a tota la simulació. L'anàlisi evolutiu dels sediments de camp és diferent per a la evolució sobre sòl nu i sòl vegetat (*Figura 55*). No únicament per la quantiosa diferència absoluta sinó per la dinàmica d'aquesta evolució. Sobre sòl nu la primera mostra només conté 3 grams que es duplica per a la segona (6 gr.) i aquesta segona es quadruplica en el minut 9 a 24 grams. És a partir del minut 12 quan hi ha un gran augment, superant els 100 grams fins al minut 24 (*Figura 56*). Els últims 6 minuts registren sediments de camp amb un pes de 91 grams (minut 27) i 87 grams (minut 30). Hi ha una relació entre l'escolament i l'erosió, ja que els sediments es registren amb un escolament superior als 2.000 mm (>72,72%).

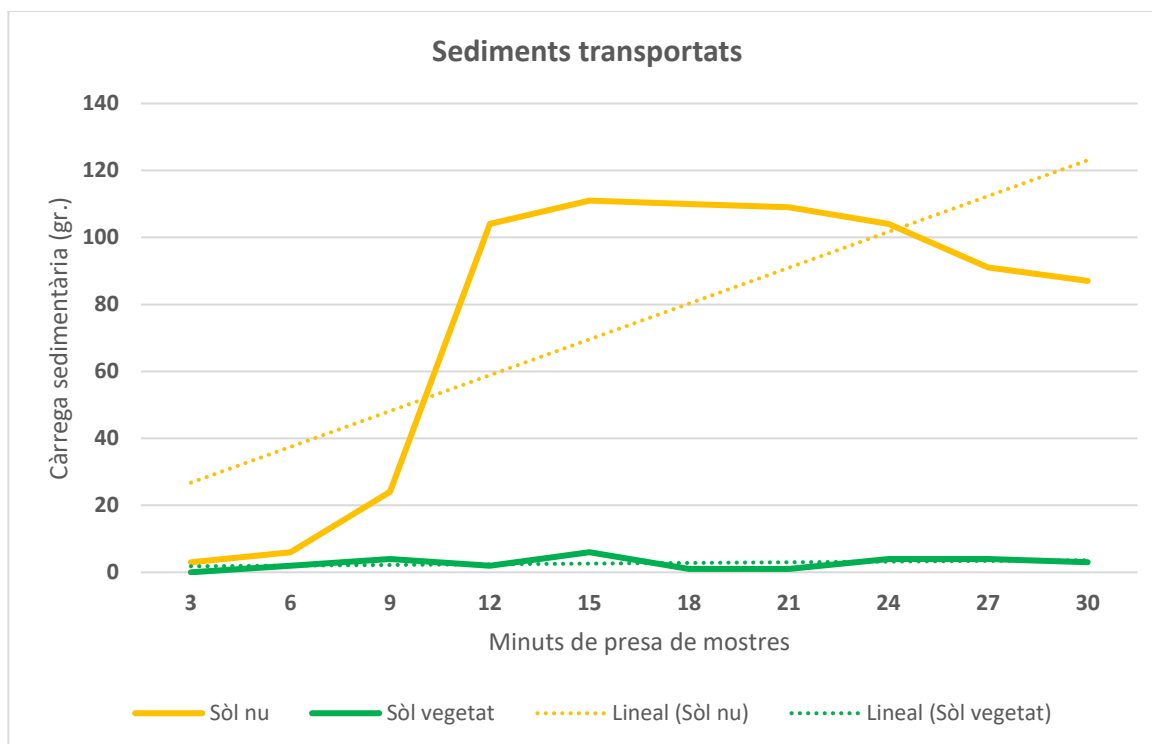


Figura 55. Càrrega sedimentària replegada a les parcel·les experimentals. Erosió hídrica causada per la simulació de pluja.



Figura 56. Sediments de camp de la parcel·la nua. Processament per a l'obtenció del pes dels sediments dissolts en l'aigua d'escolament de la mostra 8 (minut 24).

Dessecació per evaporació i pes dels sediments en sec.

A la parcel·la vegetada el minut 3 no registra sediments i aquests troben el seu màxim al minut 15 amb 6 grams. A diferència de la parcel·la nua, sobre sòl vegetat els sediments no concentren el seu màxim amb l'augment d'escolament. Açò es deu a que no es tracta de

sediments de camp corresponents a partícules de sòl, es tracta principalment de restes vegetals i pedretes, sent les partícules de sòl una part ínfima pel que fa al pes dels sediments de camp (*Figura 57*). Per exemple, la mostra 3 (minut 9) no presenta partícules de sòl, els sediments de camp replegats corresponen a restes vegetals i la mostra 5 (minut 15) és la que presenta major quantitat, amb 6 grams justifica aquest màxim pes degut a la presència de pedretes.



Figura 57. Sediments de camp replegats i dessecats al laboratori corresponents a la parcel·la vegetada. Es tracta de restes vegetals d'espècies que hi trobem al bosc mediterrani com les acícules i flors de pinus halepensis.

Es tracta d'un procés d'erosió hídrica, pel que tots els sediments replegats han sigut arrencats i transportats per l'aigua. Per tant, hi ha una relació entre sediments i escolament, ja que sense aigua no hi ha erosió. Per analitzar la **resposta geomorfològica** s'ha calculat la **concentració de sediments** per cada mostra (*Taula 9 i Figura 58*). Així s'obté la quantitat de sediments que pertocuen a cada litre d'aigua independentment dels valors absoluts d'escolament i sediments per poder comparar els valors. Aquesta simplificació estadística ja mostra una primera diferència a causa de la ponderació, ja que els 3 grams de la mostra 1 de la **parcel·la nua** corresponen a una concentració de sediments de $22,22 \text{ g l}^{-1}$, mentre que els 6 grams de la mostra 2 presenten la menor concentració de sediments de l'experiment amb $14,29 \text{ g l}^{-1}$. Al minut 9 la concentració de sediments augmenta fins als $31,58 \text{ g l}^{-1}$ i a partir del minut 12 totes les concentracions superen els 40 g l^{-1} . El màxim correspon al minut 15 amb $53,49 \text{ g l}^{-1}$ coincidint amb el màxim de 111 grams de sediments transportats (*Taula 8 i Taula 9*).

Taula 9. Escolament i concentració de sediments per a cada mostra.

La precipitació cada 3 minuts és de 2.750 mm

Temps (min)	Sòl nu		Sòl vegetat	
	Escolament (mm)	Concentració Sediments (g L^{-1})	Escolament (mm)	Concentració Sediments (g L^{-1})
3	135	22,22	10	0,00
6	420	14,29	180	11,11
9	760	31,58	380	10,53
12	2215	46,95	490	4,08
15	2075	53,49	550	10,91
18	2310	47,62	630	1,59
21	2130	51,17	615	1,63
24	2130	48,83	650	6,15
27	2150	42,33	975	4,10
30	2050	42,44	1050	2,86

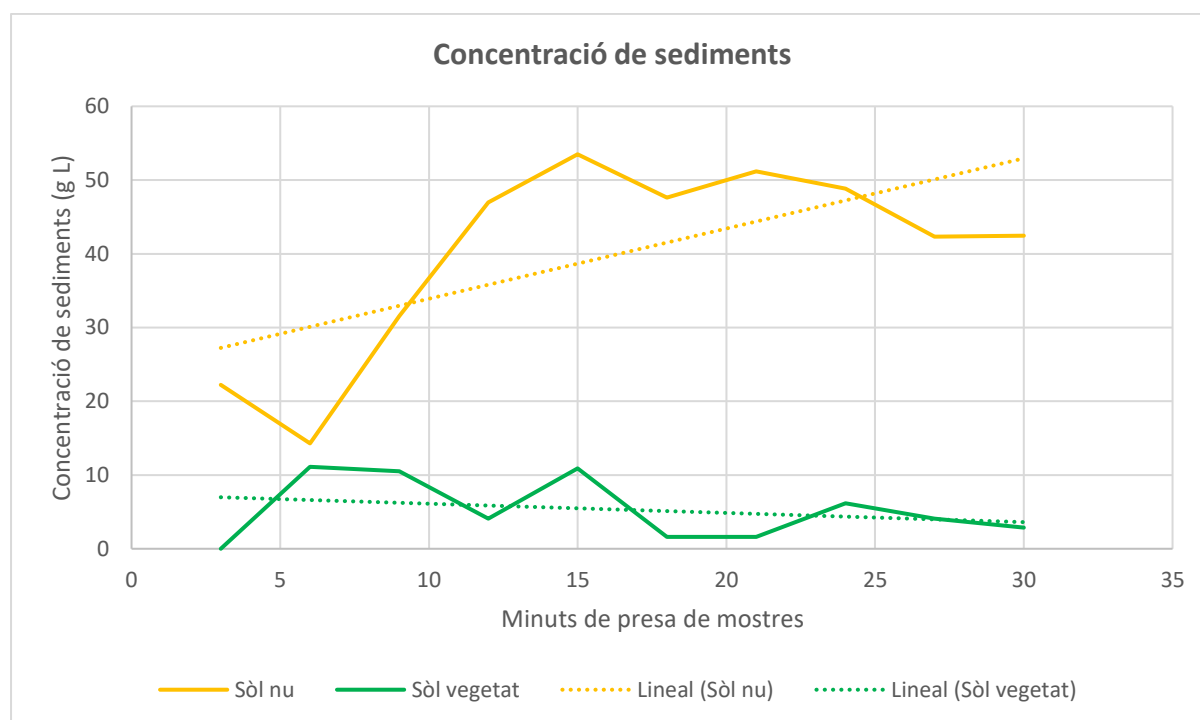


Figura 58. Corba de resposta erosiva de les parcel·les experimentals

Els presents resultats adquirits amb la mateixa intensitat de pluja (55 mm h^{-1}) mostren com amb la saturació del sòl i augment de l'escolament per sobre del 72,72% (2.000 mm) la concentració de sediments es manté elevada per sobre dels 40 g L^{-1} , el que significa una elevada evacuació o exportació de material margós que desencadena processos d'arrencada

notoris com la formació de reguers que són restaurats amb el conreu realitzat de forma perpendicular a la suau però existent pendents dels bancals.

A la **parcel·la vegetada** la **concentració de sediments** és molt més reduïda (*Figura 58*). El minut 3 no presenta sediments transportats pel que no hi ha concentració de sediments (0 g l^{-1}). Contràriament, el minut 6 és el que registra major concentració de sediments amb $11,11 \text{ g l}^{-1}$, fruit dels 2 grams de sediments transportats amb 180 mm d'escolament. La resta de mostres fluctuen entre els $10,91 \text{ g l}^{-1}$ del minut 15 i $1,59 \text{ g l}^{-1}$ del minut 18. No hi ha un patró clar, ja que l'ordre temporal no coincideix amb cap ordre en la concentració de sediments, i els valors són relativament baixos. D'altra banda, la tendència de l'ajust lineal indica un lleuger descens en la concentració de sediments. Les primeres mostres són les que menys escolament contenen i com que el creixement d'escolament atén els paràmetres quasi exactes del creixement lineal, la concentració de sediments amb el mateix sediment transportat (4 grams, per exemple), mostra una concentració de sediments major per al minut 9 amb $10,53 \text{ g l}^{-1}$ que per al minut 27 amb $4,10 \text{ g l}^{-1}$.

En el cas dels sòls vegetats, la **resposta erosiva** d'una pluja de 55 mm h^{-1} sobre margues blanques vegetades queda evidenciat que comporta unes taxes erosives reduïdes, pel paper protector dels sòls que té la vegetació en tots els seus estrats, així com de procurar humitat i restes vegetals que afavoreixen la creació de matèria orgànica al sòl i vida microbiana. Els sòls nus, per la seua banda, estan més exposats als agents erosius. La manca de protecció vegetal i falta de matèria orgànica i vida microbiana, són substituïdes per la creació de crostes superficials, terrasses de cultiu, murs de pedra seca i conreu amb solcs perpendiculars a la pendent per a frenar l'erosió d'un sòl amb característiques erosionables. Nogensmenys, queda evidenciat que els sòls proclius a la formació de *badlands*, com són les margues, una vegada abandonat el cultiu estan millor protegits del risc d'erosió amb la revegetació.

6. DISCUSSIÓ

6.1 Paisatge: Transformacions del medi físic induïdes pels canvis socioeconòmics

El paisatge és una realitat canviant, en constant evolució. És dinàmic, actiu i viu. Som els éssers vius els que el componem i modifiquem. Som els humans els que culturitzem el territori, dotant-lo de la nostra visió subjectiva. El paisatge és, doncs, una construcció social sobre els elements naturals, una construcció estètic-sensorial sobre la matèria física.

Som el resultat de la història i de la construcció del paisatge teoritzat per Humboldt, Ritter, Troll, Vidal de la Blache o Carl Sauer. El geògraf francès Max Sarre qui va conceptualitzar, a principis del segle XX, a la geografia com “ciència del paisatge” va realitzar, a més, assajos d’una “ecologia humana” que tractava una geografia de paisatges tolerants i resistents, i de la intel·ligència al servei de la construcció dels paisatges humans (Martínez de Pisón, 2017).

Així doncs, el paisatge rural és l’indret en el que es produeixen els grans canvis territorials modificant-se la vegetació natural, canviant els usos i les cobertes del sòl. La presència humana va unida a un impacte sobre l’espai, el qual no té perquè tenir una gran afectació sempre que es sàpiguen respectar els *tempos* naturals (Palau, 2020). Vet aquí la clau dels canvis socioeconòmics del territori i l’actual paisatge de la conca de la rambla de Puça: entendre els *tempos* de la natura per saber conviure amb ella. Amat i Puche (2008) indicaven per a la zona d’estudi (Serres del Maimó i del Sit) que la *ruralitat* d’un territori implica enfrontar una realitat objectiva i altra subjectiva. La primera, establida a partir de criteris científics, la segona, basada principalment en apreciacions qualitatives com el seu caràcter agroforestal, descapitalitzat, semi-abandonat i sotmès a les dinàmiques que imposa la ciutat.

Els espais rurals i naturals de la conca, és a dir, el paisatge agroforestal mediterrani s’ha construït en base a les dinàmiques socials que demanden recursos naturals principalment per a l’alimentació. L’economia -administració de la casa- ha determinat, a través de la cultura mediterrània peninsular, les condicionants de la pressió antròpica sobre el territori que ha modificat notòriament el paisatge. Fins a mitjan segle XX, l’economia basada en els recursos endògens, economia autosuficient, demandava espais agrícoles que crearen espais agraris abancalats a la conca de la rambla de Puça, reduint-se l’espai forestal i boscós. Ben destacable és el fet de la ruralització i agrarització produïda després de la Guerra Civil, el que comporta un augment de la població sobre aquest espai que viu el seu últim

episodi d'elevada pressió antròpica. Des d'aleshores l'alliberament a propiciat una renaturalització, un procés dominant al món agrari mediterrani, ja que els productes agraris en extensiu tenen dificultats per competir amb els productes agraris de regadiu intensiu de les planes -l'única opció competir en qualitat-. L'abandonament agrari ha sigut un procés dominant a les àrees de muntanya, ja siga del País Valencià (Cerdà *et al.*, 2012), de Catalunya (Molina *et al.*, 2008), d'Espanya (Lasanta, 2021) o d'Europa (MacDonald, 2000), a diferència dels espais de vega i horta que s'han transformat en explotacions agrícoles intensives i industrialitzades com la Vega de Granada (Guzmán i González, 2008) i la Plana de Lleida (Vicedo *et al.*, 2008; Nogué i Sala, 2010; Aldomà, 2020).

Amat i Puche (2008) expliquen que la situació de l'agrosistema mediterrani muntà Maigmó-Sit ocupa una extensió de 155 km² (dins els quals es troba la conca de la rambla de Puça) amb una morfologia i funcionalitat rural entre dos pols eminentment urbans-industrials, per una banda el corredor del Vinalopó (on situem la conurbació Petrer-Elda) i, per l'altra, la Foia de Castalla. Nogensmenys, cal destacar l'enclavament en un context europeu on el món rural ha sigut erosionat econòmic i demogràficament. Es tracta, en definitiva, d'un paisatge en crisi.

Tot i així, hi ha múltiples propostes per obtenir beneficis econòmics d'un territori en declivi que passen per l'adopció del turisme (Troitiño i Troitiño, 2018; Amat i Puche, 2008) en les seues diverses vessants, ja siga agroturisme, turisme rural, ecoturisme, etc. Aquestes propostes emanen per tal d'aprofitar el patrimoni rural i natural i crear vivències o experiències sobre la cultura agrària i rural, aprofitant els coneixements històrics dels espais rurals de la muntanya mediterrània, encara que resulta més viable recuperar aquests espais com zones per escapar del segellat urbà i industrial en busca d'espais verds. D'aquesta forma es crea un sentit de pertinença a un entorn propi, inclús quotidià, per habitar-lo o per educar *en* la natura que tant té per ensenyar a les generacions urbanes o inclús per salvar-les de trastorns que ja tracta la psicologia ambiental. Richard Louv (2008) va acotar el terme de "Síndrome de dèficit de natura", és a dir, el viu reflex de que el benestar humà passa per la natura. Al nostre cas aquest benestar passa per tindre en bon estat de preservació tant les finques agràries com els boscos de predominança pinar, que necessiten de la litosfera i la capa superficial dels sòls on s'acumula la invisible i tan important via microbiana. Som part indivisible de la biosfera. Com diu Katia Hueso (2017), *somos naturaleza*.

6.2 Canvis en els usos i cobertes del sòl: efectes hidrològics i erosius

Els canvis socioeconòmics comporten canvis en els usos i les cobertes del sòl i les cobertes. Els usos atenen a la dimensió socioeconòmica del territori, és a dir, a la seua funcionalitat per a les activitats humanes, els quals poden variar com es detalla a l'apartat 5.2, especialment durant els últims 70 anys. Entre 1956 i 2020 els usos i cobertes han variat notablement a causa, principalment de l'abandonament agrícola que afavoreix la revegetació. Per exemple, en aquest període una part considerable de l'ús agrícola passa a forestal (12,55%) i la coberta de conreu passa a bosc, de fet, aquesta és el principal canvi. Es tracta d'una transició característica dels espais muntanyosos que també s'ha estudiat als Pirineus per García-Ruiz *et al.* (1996), Buendía *et al.*, (2016), Llena *et al.* (2020) i per Khorchani *et al.* (2021).

Mentre els usos agrícoles de muntanya es vegeten, els usos agrícoles de les valls i planes al·luvials com la de l'horta de València, on la pressió antròpica sobre els sòls s'ha intensificat, els canvis són ben diferents. Camarasa *et al.* (2018) estudien els canvis d'usos del sòl relacionats amb l'escolament i pèrdua de sòl per a la conca del Barranc del Carraixet (València) per a un període de temps similar al del present cas d'estudi de la conca de la rambla de Puça que comença al 1956 i acaba al 2011.

Per a 1956 les dues conques mostraven uns usos semblants, mentre que al segle XXI la conca del Barranc del Carraixet redueix el secà en un 32% per l'increment dels cítrics (15%) i les cobertes artificials (13%); el forestal es redueix en favor del matollar en un 23%, superfície del qual se'n va als cítrics. L'horta també viu un procés de retrocés, sobretot per l'expansió de les zones urbanes que han anat ocupant el sòls de la plana al·luvial. O siga, tant els canvis en els usos com en les cobertes del sòl són clarament diferents als obtinguts en aquest treball. Aquesta comparativa mostra dues vies que poden adoptar els sòls. La literatura científica corrobora què, una vegada abandonades les terrasses de conreu, a les vessants muntanyoses la colonització vegetal afavoreix una tendència regressiva en l'escolament i l'erosió (Lasanta, 2010).

L'aigua i el sòl són els principals recursos del paisatge mediterrani pel que la seua protecció i conservació resulta vital per al manteniment de l'ecosistema muntanyenc. Les pràctiques de conservació durant el conreu afavoreixen la protecció d'uns sòls nus de característiques erosionables sobre pendents d'elevat gradient. La vegetació espontània, de

matollar i *pinus halepensis* (alguns de repoblacions), condiciona clarament l'escolament i l'erosió reduint-los. Per contra, els espais que han viscut processos de segellat i impermeabilització del sòl propicien un increment de l'escolament superficial que suposa l'augment de l'erosió aigües avall quan el territori torna a ser natural, produint-se un desfasament espacial-temporal en els processos (Camarasa, 2018).

6.3 RUSLE: Quantificació i distribució espacial de les taxes erosives potencials

La metodologia RUSLE s'ha pres per tal de quantificar les taxes erosives potencials a la zona d'estudi per tal de conèixer les taxes per a cada píxel de la conca. D'aquesta forma s'obté una informació de caràcter espacial distribuïda arreu la conca. La hipòtesi inicial de RUSLE considera l'aigua com el principal agent actiu de l'erosió, pel que s'ajusta als paràmetres dominants d'erosió hídrica objecte d'estudi.

El factor topogràfic (LS) és considerat el més important i encara que la vegetació efectua una protecció efectiva del sòl, les pendents d'un medi escarpat propicien l'arrencada unint dos actors alhora: aigua i gravetat.

A l'apartat 5.3.6 s'ha determinat el factor de protecció del sòl que afecta la vegetació així com la distribució espacial de les pèrdues potencials de sòl estimades segons la RUSLE. A la cartografia es pot observar que els valors més elevats, equivalents a majors pèrdues de sòl, es concentren a les zones muntanyoses vegetades i de major pendent. Per contra, la vall de Catí, Puça, l'Almadrava i el Ginebre, espais de menor pendent i paisatge agrari abancalat registren les menors pèrdues.

D'aquesta forma es planteja una dicotomia sobre els processos erosius. El factor vegetació està comprovat que protegeix els sòls, però com la vegetació es distribueix per les zones més abruptes cal, doncs, realitzar treball de camp per tal de comprovar el paper protector sobre un factor topogràfic idèntic. D'aquesta forma es podria afirmar què, efectivament, el factor topogràfic (LS) és el més important de la RUSLE i la pèrdua de sòl potencial sobre un pendent vegetat de 40º és major que la d'un conreu en terrassa amb el sòl nu en una pendent de 2º.

Antolín (1997) planteja el que ocurriria si s'eliminara tota la vegetació, considerant les pèrdues de sòl actual i potencial. Els resultats mostren el paper protector de la coberta

vegetal al augmentar en més d'un 50% les taxes erosives del nivell molt alt (en aquest cas de $>300 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$) si la coberta s'eliminara.

L'aplicació de la RUSLE a altres indrets valencians com el Camp de Morvedre, Camp de Túria, Els Serrans i el Racó d'Ademús (Rubio, 1987; Cerdà, 2001); Sant Antoni (Requena) i Villar de Tejos (Requena) (Andreu *et al.*, 1987; Cerdà, 2001); i Cortes de Pallars (Hernández *et al.*, 1993; Cerdà, 2001), presenten superfícies afectades que predominen per sota dels $100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$. Els valors es distribueixen de forma més o menys semblant en quant a percentatge de superfície inferior a $100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$, destacant Els Serrans i el Racó d'Ademús que concentren el 29,8% i el 39,2%, respectivament, de la superfície per damunt de $100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$. Aquests valors contrasten amb els calculats per a la conca de la rambla de Puça, ja que la distribució predominant abasta els extrems. El 34,5% de la superfície de la conca té unes pèrdues de sòl menors a $5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$ mentre que el 35,8% de la superfície correspon a sòls amb una taxa erosiva potencial superior a $100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$. Entre 5 i $100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$ queden uns valors reduïts distribuïts per a cada nivell de risc. Açò determina i reafirma la conca com un espai de contrastos entre les valls abancalades i les vessants muntanyoses, representant la resta de taxes erosives els límits entre ambdós espais.

L'aplicació del mètode ha servit per comprovar la susceptibilitat dels sòls del territori valencià a l'erosió elevada (Cerdà, 2001), ja siga per l'alta erosionabilitat dels sòls o per la topografia abrupta.

6.4 Però, quin és l'escolament i l'erosió real? Experiments amb pluja simulada

Amb la pluja simulada es permet calcular la infiltració, l'escolament i l'erosió del sòl sota condicions controlades, pel que les dades de les parcel·les permeten replegar de manera específica la resposta hidrològica i erosiva. Les mesures de camp han sigut objecte d'estudi de diversos investigadors a la conca de la rambla de Puça, concretament als *badlands* del barranc del Pi, un laboratori geomorfològic a cel obert.

Per conèixer l'erosió sobre dos sòls amb coberta diferent, però igual pendent per tal d'evitar el factor topogràfic i veure la vertadera diferència que afecta la vegetació com a protectora del sòl, s'ha realitzat la simulació que mostra uns processos hidrològics i erosius més dinàmics als sòls nus dels conreus que als sòls vegetats dels forests. És per això que el conreu s'han configurat sobre terrasses, amb unes pautes erosives que funcionen a polsosos

per la desconnectivitat topogràfica (*Figura 59*). Per contra, les zones aforestades presenten connectivitat topogràfica pal·liada per l'acció de protecció de la coberta vegetal.

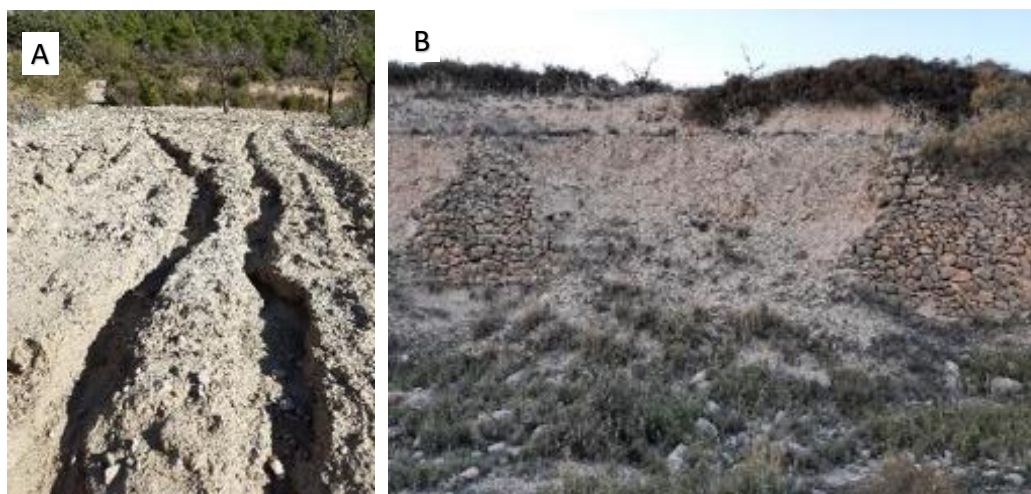


Figura 59. Reguers formats en un bancal que porta dos anys sense llaurar-se (A) i enfonsament d'un mur de pedra seca com a conseqüència de l'abandonament agrícola (B).

S'han analitzat els dos tipus de sòl més destacables, els quals presenten els resultats esperats i plantejats a la hipòtesi. Així mateix, l'abandonament ha propiciat que es creen transicions de l'agrícola al forestal de forma espontània pèl que durant aquest procés en el que els murs de pedra seca o les ribes s'enfonsen, les taxes erosives s'acceleren com citen Cerdà (1994) Asins (2009) i Calvo *et al.* (2011) per a Petrer. Així mateix, l'abandonament dels conreus i les pràctiques de conservació han propiciat que sobre la zona semiàrida es creen multitud de *badlands*, entre els quals han estat molt estudiats els del barranc del Pi. Cerdà (1993), sota les mateixes condicions de simulació del nostre experiment, obté un concentració de sediments (g l^{-1}) sobre sòl nu de 50-100 g l^{-1} ; Payà i Cerdà (1992) de 53,7-73,9 g l^{-1} als *badlands*; Cerdà (1994) de 5,24 g l^{-1} sobre sòl abandonat; Cerdà i García-Fayos (1996) de 23,73 g l^{-1} en vessant; Cerdà (1999) de 1,2-3,2 g l^{-1} sobre una parcel·la vegetada entre el 40%-60% i 0-1,51 g l^{-1} sobre una parcel·la entre 80% i 100%. Aquestes dades comparades amb les de la pluja simulada sobre conreu i bosc són molt semblants i, en ambdós casos, mostren la importància de la vegetació. Els *badlands* presenten valors de concentració de sediments (*Figura 60*) superiors als dels camps de conreu, mentre que les parcel·les vegetades s'assimilen més a les dades de la parcel·la de bosc.

Els ambients mediterranis són propensos a l'erosió del sòl a causa de l'elevada intensitat de la precipitació, la fragilitat del sòl, la presència de fortes pendents, però sobretot a la llarga transformació del paisatge que inclou desforestació, incendis i freqüents canvis en els usos del sòl i cultius (Triback *et al.*, 2021). Es tracta d'un fenomen de caràcter mediterrani que trobem a la conca d'estudi, a la serra d'Enguera (València) (Cerdà *et al.*, 2021), als Pirineus (Llena *et al.*, 2021), al Marroc (Gartet *et al.*, 2005), i en Algèria (Touhair, 2018). És també un fenomen comú als espais semiàrids d'Orient Mitjà com Iran (Sadaghian, 2021).

Els sòls nus es presenten com punts d'arrencada destacables amb unes taxes erosives gens sostenibles, pel que la gestió dels espais rurals i del desenvolupament deu ser ordenada i palatina. D'aquesta forma s'actua per evitar la desertificació geològica i la degradació ecològica del sòl, d'indrets que com zones de climatologia semiàrida deuen estar vegetats, però que sota la pressió antròpica, especialment sobre sòls margosos, augmenten la seua susceptibilitat a l'erosió. Els paisatges de *badlands* (Figura 60), l'enfonsament de murs (Figura 59), reguers, esquerdes i *piping* són cada vegada unes morfologies més comunes, exemples de degradació ecològica per l'abandonament de les practiques de conservació de sòls.



Figura 60. Badlands del barranc del Pi.

7. CONCLUSIONS

Aquest treball combina diverses metodologies per a l'estudi dels processos erosius d'un medi de muntanya, referides a la diagnosi del territori, la cartografia, el càlcul de les taxes erosives potencials i la part experimental en camp. La conca s'enclava al context geogràfic del sud-est peninsular, als contraforts orientals del Prebètic, en una zona de transició climàtica entre el sec i el semiàrid.

La conca de la rambla de Puça ha sigut objecte d'estudi prèviament, així com un espai on s'ha realitzat un extens treball de camp per conèixer la vertebració i les dinàmiques presentades. Els resultats han catalitzat el coneixement teòric i de camp, el qual ens ha ajudat gratament en els processos de modelització i cartografia, així com per establir unes hipòtesis sobre la dualitat, sòls vegetats i sòls nus, a escala de conca i a escala de parcel·la.

Partint de les **hipòtesis** inicials, s'han plantejat quatre **objectius** amb la següent **conclusió**:

1. En relació a l'**objectiu 1** del treball que estudia l'efecte dels **canvis socioeconòmics** sobre el medi rural de la conca de la rambla de Puça:
 - a) El paisatge rural, després de l'alliberament agrari, s'està vegetant (renaturalitzant) sota unes condicions d'utilitat humana que han evolucionat del primari als serveis recreatius i ecosistèmics que ens brinda aquesta natura.
 - b) La població rural va viure el seu màxim cap a mitjans segle XX amb la ruralització i agrarització de post-guerra amb 1.269 habitants rurals (21,45%) al 1945. Des d'aleshores s'ha vist reduïda i els seus habitants han perdut la funcionalitat agrària.
 - c) La història agrària mostra l'evolució d'un model agrari de subsistència a un model productivista i, finalment, a l'actual model de manteniment paisatgístic com conseqüència de l'abandonament dels conreus a mitjans segle XX per l'èxode rural cap a les indústries de Petrer.
 - d) Les afiliacions a la Seguretat Social presenten un economia terciaritzada on el pes del primari és ínfim representant l'1% (45 afiliacions).

e) La presència humana sobre el territori comporta un impacte ambiental, ja que es modifiquen les pautes naturals, les quals, enteses correctament, ajuden en la gestió d'un ecosistema sec i d'alta erosionabilitat. La pressió sobre el territori va viure el seu màxim coincidint amb la màxima expansió agrària. Des d'aleshores s'ha alliberat afavorint la colonització vegetal dels conreus abandonats amb el conseqüent canvi paisatgístic. Actualment la pressió queda reduïda a zones concretes del territori com sendes (excursionistes, corredors i ciclistes), zones recreatives i conreus actius.

2. En relació a l'**objectiu 2** que estudia l'evolució en els **canvis d'usos del sòl** amb l'objectiu d'identificar els cicles d'abandonament agrícola:

a) Els usos del sòl predominants per a 1956 són l'ús forestal que ocupa el 59,98% de la superfície abastant, principalment, els espais muntanyosos. L'ús forestal atén les activitats ramaderes i silvícoles. L'ús agrícola ocupa el 34,48% de l'espai abastant les valls amples i de menor pendent.

b) Els usos del sòl predominants per a 2020 són l'ús forestal que abasta el 75,53% de l'espai sobre les vessants muntanyoses i antigues terrasses vegetades. Li segueixen els espais sense ús que abasten el 12,88%, el que mostra les tendències d'abandonament agrícola i la pèrdua de la funcionalitat socioeconòmica. Els usos agrícoles es veuen reduïts al 9,55%. A més, apareixen nous usos com el residencial, el miner i pedrer i el recreatiu.

c) La coberta del sòl dominant al 1956 és la corresponent als conreus (35,21%), matollar (33,52%) i bosc (29,99%). Es reparteixen en part iguals com a sinònim de les diverses utilitzats antròpiques que es fan de les propietats biofísiques.

d) La coberta del sòl al 2021 presenta una predominança del matollar (51,02%) i del bosc (36,35%), seguit dels conreus (8,06%) i les zones nues (4,57%). L'abandonament agrícola ha transferit superfície a la resta de classes, destacant l'augment de zones nues per desertificació geològica.

e) Els canvis en els usos i la coberta del sòl entre 1956 i 2020 mantenen l'ús forestal com el més extens (58,21%) amb una transició quantiosa del 12,55% de superfície

d'ús agrícola a ús forestal. A més, hi ha una important transició de l'ús agrícola a sense ús de l'11,14%. Aquestes transicions són conseqüència dels canvis socioeconòmics que han afavorit l'abandonament agrícola. Els canvis presentats afecten les dinàmiques d'infiltració i escolament amb una incidència directa sobre els sòls i, especialment, sobre les terrasses on les pràctiques de conservació del sòl s'han abandonat creant-se morfologies de *badland*.

3. L'objectiu 3 del treball quantifica les **taxes erosives potencials** a través de l'ús del SIG i la **RUSLE**:

- a) El valor mig d'erosió potencial és de $84 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$. Presenta una distribució espacial de baixa pèrdua de sòl ($< 5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$) a les zones de valls obertes amb paisatge abancalat, mentre que les zones amb major pèrdua de sòl ($> 100 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ any}^{-1}$) es concentren a les vessants muntanyoses, en alguns casos amb terrasses ja vegetades, i pertanyents a l'ús forestal (boscós i matollar).
- b) Els factors per a l'obtenció de la pèrdua de sòl conjuguen la coberta vegetal, l'erosivitat, l'erosionabilitat, les pràctiques de conservació i, la més determinant, el factor topogràfic. Les vessants muntanyoses, tot i ser espais vegetats, tenen un gradient topogràfic que propicia unes elevades taxes potencials a diferència dels espais agrícoles que, tot i estar nus, es situen a zones de menor pendent on l'abancament redueix les pendents per baix de 3° .
- c) La connectivitat topogràfica determina la pèrdua de sòl potencial a la conca de dues formes. Per una banda, els espais sense pràctiques de conservació de sòls que són els espais vegetats, però també són els espais de major pendent que han quedat lliures de rompudes o aquestes ja s'han vegetat al 2020, pel que la continuïtat de la vessant propicia una major potencialitat erosiva. Per altra banda, els espais amb pràctiques de conservació de sòl com les terrasses de conreus que són els espais amb sòl nu i llaurat. Encara que el sòl està exposat directament al agents erosius -aigua-, la baixada de pendent i les terrasses redueixen la mobilitat, pel que l'erosió treballa a polsos.

4. L'objectiu 4 del treball calcula l'escolament i l'erosió en dues parcel·les experimentals.

- a) La simulació de pluja s'ha realitzat sobre dos sòls de margues blanques per tal de mantenir el factor de l'erosionabilitat estable, sobre la mateixa pendent per mantenir el factor topogràfic estable i a la mateixa altitud (720 m.s.n.m.) i ubicació (a 50 metres de distància) per mantenir el l'erosivitat estable. Les parcel·les no consideren el factor pràctiques de conservació. D'aquesta forma es realitza la comparativa entre la resposta hidrològica i erosiva sobre un sòl nu d'un conreu d'ametlers i sobre sòl vegetat de bosc mediterrani. Aquesta diferència condiona una arribada de la pluja de forma diferent: intercepció al sòl vegetat i *splash* al sòl nu.
- b) La resposta hidrològica mostra un comportament edàfic molt diferent. Els sòl nu es satura al minut 1'50", mentre que sobre sòl vegetat l'entollada arriba al minut 4'02". La infiltració i escolament mig per a la parcel·la de sòl nu és del 40,5% i 59,5% respectivament, mentre que a la parcel·la vegetada és del 79,9% i 20,1% respectivament. La resposta hidrològica depèn directament de la vegetació i les condicions ecològiques del sòl.
- c) La resposta erosiva front a l'agent erosiu aigua és destacable. A la parcel·la nua s'han replegat un total de 749 grams de sediments de camp, mentre que a la parcel·la vegetada han sigut 27 grams. Així mateix, el contingut dels sediments de camp són diferents, per a la parcel·la nua són partícules de sòl i per a la parcel·la vegetada predominen les restes vegetals. Hi ha una relació directa entre sediments i escolament, pel que la concentració de sediments mitjana al sòl nu és de 40,09 g l⁻¹, mentre que sobre sòl vegetat és de 5,3 g l⁻¹. Per tant, la resposta erosiva sobre la mateixa pendent és major sobre sòls sense protecció vegetal on la pèrdua de sòl és elevada. Per contra, la parcel·la vegetada, mostra el paper protector i fixador del sòl que tenen les herbàcies i el matollar, destacant, a més, que gran part dels sediments de camp són restes vegetal i no partícules de sòl, el que reafirma a la vegetació com a protectora del sòl.

L'antropització del medi afecta els processos hidrològics i erosius. El paisatge ha anat variant al llarg de la història i es fruit de la construcció humana. La pressió antròpica i les activitats econòmiques modelen el territori canviant els usos i les cobertes del sòl. Així doncs, els processos erosius amb major potencialitat es presenten sobre les vessants muntanyoses. La resposta hidrològica i erosiva, sota variables de vegetació amb manteniment de la resta de factors estables, és notablement superior als sòls nus dels conreus que als sòls vegetats dels forests.

Sobre aquestes condicions actuals d'enfonsament de les architectures tradicionals de conservació de sòls, a causa de l'abandonament agrícola, resulta vital per a la preservació de la qualitat edàfica del sòl i evitar la seua degradació ecològica per desertificació geològica, realitzar actuacions de desmantellament agrícola ordenat. Els conreus actius demanden pràctiques de conservació del sòl què, en cas de ser abandonats no es pot pretendre la renaturalització espontània com a solució ni les monorepoblacions. Igual que s'actua sobre els sòls en conreu, s'ha d'actuar sobre els sòls dels conreus abandonats procurant un equilibri entre colonització vegetal i desmantellament agrícola per evitar la desertificació, intensificada principalment a la zona semiàrida de la conca. L'erosió és el procés natural de denudació de l'escorça terrestre, pel que, amb la renaturalització, s'han de procurar establir unes dinàmiques erosives naturals i no una erosió accelerada que desertifiqui el territori.

El laboratori geomorfològic del barranc del Pi, presenta les dues cares d'aquesta evolució on s'han format *badlands* enfront de vessants vegetades, encara que inestables, amb moviments en massa i posterior colonització. Així doncs, l'objectiu del desmantellament ordenat a de procurar mantenir la qualitat ecològica dels sòls que necessitaran un procés d'acoblament a la vessant. Es tracta, al cap i a la fi, d'esmoreir els canvis ambientals per evitar la desertificació amb vegetació mediterrània què, com s'ha vist, és realment efectiva protegint sòls d'elevada erosionabilitat.

Es tracta d'una proposta d'actuació per tal de gestionar l'abandonament agrícola a la muntanya mediterrània de conca de la rambla de Puça. S'ha d'actuar amb la premissa d'evitar l'acceleració de l'erosió dels sòls nus en els períodes previs a la seua vegetació, ja que aquests sòls estan exposats a les precipitacions d'elevada intensitat horària que evacuen el material sense protecció natural, per tal procurar la conservació ecològica dels sòls.

Referències.

- ALDOMÀ, Ignasi (2020): “El sector agrari i la ruralitat en perspectiva. 50 anys de la *Geografia de Catalunya Aedos*”, *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 90, 69-100. Doi: 10.2436/20.3002.01.200
- AMAT MONTESINOS, Xavier (2019): “La ramaderia tradicional en les serres del Maigó i del Sit. Una lectura inicial”, *Petrer*, Revista del Vinalopó, 22, 33-46.
- (2021): *Terra de pastors. El paisatge habitat del Maigó al Sit*, Departament de Geografia Humana, Universitat d’Alacant, 121.
- AMAT MONTESINOS, Xavier. i PUCHE RUIZ, María Carmen (2008): “La ruralidad como marco para la excelencia territorial. Las Sierra del Maigó y del Cid, espacio de lo posible” en Antonio MARTÍNEZ, Juan SALAS, Jordi SÁNCHEZ i Carlos CORTÉS (Eds): *Sostenibilidad en los espacios rurales. Proyectos europeos, herramientas participativas, experiencias municipales y territoriales en España*, Murcia, CEDER-AITANA, Universidad de Alicante, 199-212.
- ANDREU, V., BOLUDA, R., MORALEDA, M. i SÁNCHEZ, J. (1987): “Contribución al estudio de la erosión hídrica: análisis comparado mediante la aplicación del método USLE y un método cualitativo ponderado en la zona de San Antonio y Villar de Tejas (Valencia)”, València, *XVIII Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, 965-982.
- ANTOLÍN, Carmen (1997): “Land capability, present degree of erosion and potential hazard of erosion in the Valencian Community (Spain), en J. L. USÓ, C. A. BREBBIA i POWER, H., *Ecosystems and sustainable development. Advances in Ecological Sciences 1*, Bath, Computational mechanics publications, 351-361.
- ANTOLÍN, C., CARBÓ, E. i ÁLVAREZ, D. (1998): “Aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo en la Comunidad Valenciana, en *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*, València, Territori 8, Conselleria d’Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Generalitat Valenciana, 136-165.
- ARNOLDUS, H. (1977): “Predicting Soil Losses due to sheet and rill erosion”, en *Guidelines for watershed management*, Roma, FAO Conservation Guide, 1, 99-124.
- ARXIU MUNICIPAL DE PETRER: Caixa 28 (2).

- ASINS VELIS, Sabina (2009): *El paisaje agrario aterrazado. Diálogo entre el hombre y el medio en Petrer (Alicante)*, València, PUV, 360 p.
- BELANDO CARBONELL, Remedios (1990): *Realengo y señorío en el alto y medio Vinalopó*, Alacant, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 285 p.
- BERTRAND, Georges (2006): *Geografía del Medio Ambiente: el sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje*, Granada, Universidad de Granada, 403 p.
- BOUMA, Nienke i IMESON, Anton (2000): "Investigation of relationships between measured field indicators and erosion processes on badland surfaces at Petrer, Spain", *Catena*, 40, 147-171. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00046-6](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00046-6)
- BUENDÍA, C., BUSSI, G, TUSET, J., VERICAT, D., SABATER, S., PALAU, A. i BATALLA, R. J. (2016): "Effects of afforestation on runoff and sediment load in an upland Mediterranean catchment", *Science of the Total Environment*, 540, 144-157.
- CALVO, Adolfo i PAYÀ, Jorge (1991): "La Erosión", en *La Comunidad Valenciana en la Europa Unida*, València, Generalitat Valenciana, 57-70.
- CALVO-CASES, Adolfo *et al.* (2011): "Cárcavas y regueros generados en suelos sódicos. Petrer (Alicante, España)", *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 37 (1), 25-40.
- CAMARASA-BELMONTE, A. M., CABALLERO LÓPEZ, M. P. i IRANZO GARCÍA, E. (2018): "Cambios en los usos del suelo, producción de escorrentía y pérdida de suelo. Sinergias y compensaciones en una rambla mediterránea (Barranc del Carraixet, 1956-2011). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 78, 127-153. doi: <http://dx.doi.org/10.21138/2714>
- CAMPILLO BESSES, Xavier i LÓPEZ-MONNÉ, Rafael (2010): *El llibre dels camins. Manual per esvair dubtes desfer mites i reivindicar drets*, Tarragona, Arola Editors, 121 p.
- CERDÀ, Artemi (1994): "The response of abandoned terraces to simulated rain, en: R. J. RICKSON (Ed.), *Conserving our Soil Resources. European Perspectives*, Cambridge, CAB International, 44-54.
- (1995): "Hidrología y erosionabilidad de los suelos en ambientes semi-áridos. Petrer, Alicante", *Studia Oecologica*, XII, 159-164.
 - (1997): "influencia de la litología en los procesos de erosión en badlands. Los casos de Anna (Valencia) y Petrer (Alicante), *Pirineos*, 149-150, 3-20.
 - (1999): "Seasonal and spatial variations in infiltration rates in badland surfaces under Mediterranean climatic conditions", *Water Resources Research*, 35, 319-328.

- (2001): *Erosión hídrica del suelo en el territorio valenciano. El estado de la cuestión a través de la revisión bibliográfica*, Logroño, Geoforma Ediciones, 79 p.
- CERDÀ, Artemi (2002): “Terres marginals, abandó del camp i erosió”, *Mètode*, Universitat de València, 36.
- CERDÀ, Artemi i GARCÍA-FAYOS, Patricio (1997): “The influence of slope angle on sediment, water and seed losses on badland landscapes”, *Geomorphology*, 18, 77-90. Doi: [10.1016/s0169-555x\(96\)00019-0](https://doi.org/10.1016/s0169-555x(96)00019-0)
- CERDÀ, Artemi i NAVARRO, Rosina (1997): “Procesos de erosión en los badlands alicantinos”, *Investigaciones Geográficas*, 17, 99-116.
- CERDÀ, Artemi i BODÍ, Merche (2008): “Erosión hídrica del suelo en el territorio valenciano”, en Artemi CERDÀ, *Erosión y degradación de suelo agrícola en España*, Cátedra de Divulgación de la Ciencia, Universitat de València, 51-82.
- CERDÀ, Artemi, GIMÉNEZ, Antonio, BURGUET, María, ARCENEGUI, Vicky, GONZÁLEZ, Félix, GARCÍA-ORENES, Fuensanta, PEREIRA, Paulo (2012): “El impacto del cultivo, el abandono y la intensificación de la agricultura en la pérdida de agua y suelo. El ejemplo de la vertiente norte de la Serra Grossa en el este peninsular”, *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 38 (1), 75-94. doi: [10.18172/cig.1276](https://doi.org/10.18172/cig.1276)
- Conveni Europeu del Paisatge (2000), Florència, Consell d'Europa, 8 p.
- CONSTITUCIÓN ESPAÑOLA (1978): Artículos 19 i 45, BOE núm 311, de 29 de diciembre de 1978.
- DIARI OFICIAL DE LA COMUNITAT VALENCIANA (2007): DECRET 25/2007, de 23 de febrer, del Consell, de declaració del Paisatge Protegit de la Serra del Maigmo i Serra del Sit, Conselleria de Territori i Habitatge, Núm. 5.459, 27/02/2007.
- FOURNIER, Frédéric (1960): *Climat et érosion; la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques*, Paris, Presses Universitaires de France, 198 p.
- GARCÍA PEREIRA, Ramón i Asociación de Amigos del Valle de la l'Avaiol (2011): *Fauna vertebrada del Paisaje Protegido Serra del Maigmo y Serra del Sit*, edita, Ramón García Pereira i Asociación de Amigos del Valle de la l'Avaiol, Petrer, 351 p.
- GARCÍA-RUÍZ, José María, LASANTA Teodoro, RUÍZ-FLANO, Purificación, ORTIGOSA, L., WHITE Sue, GONZÁLEZ Constanza i MARTÍ Carlos (1996): “Land-use changes and sustainable development in mountain areas: a case study in the Spanish Pyrenees”, *Landscape Ecology*, 11 (5), 267-277.

- GISBERT, Juan i IBÁÑEZ, Sara (2003): *Procesos erosivos en la provincia de Alicante*, Generalitat Valenciana, Conselleria de Medi Ambient, 400 p, 120 mapes.
- GONZÁLEZ, Marta (1991): “La ecuación universal de pérdidas de suelo. Pasado, presente y futuro”, Madrid, ICONA, *Ecología*, 5, 13-50.
- GUZMÁN, Gloria i GONZÁLEZ, Manuel (2008): “Transformaciones agrarias y cambios en el paisaje. Un estudio de caso en el sur peninsular (1752-1997)”, en Ramon GARRABOU i José Manuel NAREDO, *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo*, Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza (Monografías de Historia Rural, 6), 199-231.
- HERNÁNDEZ, J. A., RUBIO, J. L., HIERRO-BORGONON, J.J. (1993): “Cartografía básica de la Reserva Nacional de Caza de Cortes de Pallás (València)”, *Ecología*, 7, 11-18.
- HUESO, Katia (2017): *Somos naturaleza. Un viaje a nuestra esencia*, Plataforma Editorial, Barcelona, 265 p.
- ICONA (1988): *Agresividad de la lluvia en España: valores del factor R de la ecuación universal de pérdidas de suelo*, Madrid, ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 39 p.
- ICV. Ortofotos; https://icv.gva.es/auto/aplicaciones/icv_geocat/#/results
- INE: Cifras oficiales de población resultantes de la revisión del Padrón municipal a 1 de enero. <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2856>
- JOVER MAESTRE, Javier i PÉREZ MEDINA, Tomàs (2007): “Petrer, el camí de la rambla de Puça”, en Tomàs PÉREZ MEDINA, *Arquitectures tradicionals de l'aigua a les Valls del Vinalopó*, Petrer, Centre d'Estudis Locals del Vinalopó, 45-62.
- KHORCHANI, M., NADAL-ROMERO, E. LASANTA, T. i TAGUE, C. (2021): “Effects of vegetation succession and shrub clearing after land abandonment on the hydrological dynamics in the Central Spanish Pyrenees”, *Catena*, 24, 14 p. Doi: [10.1016/j.catena.2021.105374](https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105374)
- LASANTA, Teodoro, NADAL-ROMERO, Estela, SERRANO-MUELA, P., VICENTE-SERRANO, S.M. i GARCÍA-RUIZ, José María (2010): “Escorrentía y erosión tras el abandono de tierras de cultivo en montaña: resultados de la estación experimental “Valle de Aísa”, Jaca, *Pirineos. Revista de Ecología de Montaña*, 165, 115-133.
- LASANTA, Teodoro, NADAL-ROMERO, Estela, KHORCHANI, Makki i ROMERO-DÍAZ, Asunción (2021): “Una revisión sobre las tierras abandonadas en España: de los paisajes locales a

- las estrategias globales de gestión”, *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47 (2), 477-521. doi: 10.18172/cig.4755
- LATASA ZABALLOS, Itxaro, LOZANO VALENCIA, Pedro i MATA OLMO, Rafael (2017): “El paisaje, expresión de la diversidad natural y cultural del territorio. Bases para una economía verde”, en FARINÓS DASÍ, Joaquín i OLCINA CANTOS, Jorge, *Geografía regional de España. Espacio y comunidades*, València, Tirant Humanidades i Publicacions de la Universitat de València, 145-234.
- LLENA, M., VERICAT, D., MARTÍNEZ, J. i SMITH, M. (2020): “Geomorphic adjustments to multi-scale disturbances in a mountain river: A century of observations”, *Catena*, 192. Doi: 10.1016/j.catena.2020.104584
- LÓPEZ BERMÚDEZ, Francisco i GARCÍA RUIZ, José María: “La degradación del suelo por erosión hídrica en España”, en Artemi CERDÀ, *Erosión y degradación de suelo agrícola en España*, Cátedra de Divulgación de la Ciencia, Universitat de València, 11-50.
- LÓPEZ-GARCÍA, M. J., CAMARASA, A. M. i MATEU, J. (2007): “Cambios en los usos del suelo y producción de escorrentía en ramblas mediterráneas: Carraixet y Poyo (1956-1998)”. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 44, 69-94.
- LOUV, Richard (2008): *Last child in the Woods: Saving our children from nature-deficit disorder*, Carolina del Norte, Algonquin Books, 334 p.
- MACDONALD, D. CRABTREE, J., WIESINGER, G., DAX, T., STAMOU, N., FLEURY, P., GUTIÉRREZ, J. i GIBON, A. (2000): “Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response”, *Journal of Environment Management*, 59, 47-69. Doi: 10.1006/jema.1999.0335
- MARTÍNEZ DE PISÓN, Eduardo (2017): “El puesto de la cultura en el paisaje”, *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, 84, 37-49. doi: 10.2436/20.3002.01.132
- MOLINA, David, SORIANO, Joan, PÈLACHS, Albert i NADAL Jordi (2008): “La fertilidad y uso del suelo en la dinámica reciente del paisaje de montaña en Cataluña”, en Ramon GARRABOU i José Manuel NAREDO, *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo*, Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza (Monografías de Historia Rural, 6), 331-350.
- MONGE JEREMÍAS, Roberto i AGUILAR PEREIRA, José Francisco (2008): *Manual de operación del simulador de lluvia para la cuantificación de la infiltración, escorrentía y erosión de suelos*, San José (Costa Rica), Universidad de Costa Rica i INIA, 16 p.

- NOGUÉ, Joan i SALA, Pere (2010): *Catàleg de paisatge. Les Terres de Lleida*, Barcelona, Observatori del Paisatge, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Generalitat de Catalunya, 530 p.
- OLCINA, Jorge (2018): “El País Valencià: Un territori de temps i climes singulars”, en Jorge OLCINA i Enrique MOLTÓ, *Climes i temps del País Valencià*, Sant Vicent del Raspeig, Publicacions de la Universitat d’Alacant, 13-18.
- PALAU, Jordi. (2020): *Rewilding Iberia. Explorando el Potencial de la Renaturalización en España*, Lynx Edicions, Bellaterra.
- PAYÀ, Jorge i CERDÀ, Artemi (1992): “Cambios morfológicos y respuesta a la lluvia simulada de tres superficies de badland, Petrer, Alacant”, Murcia, *II Reunión Nacional de Geomorfología*, 161-170.
- PÈLACHS, Albert, SORIANO, Joan, NADAL, Jordi, MOLINA, David i CUNILL, Raquel (2008): “Geohistoria de la relación ente la Sociedad y el medio natural a través del estudio forestal: La Vallferrera y la Coma de Burg (Pallars Sobirà, Lleida, Pirineos), en Ramon GARRABOU i José Manuel NAREDO, *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo contemporáneo*, Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza, 137-162.
- PÉREZ CUEVA, Alejandro (2018): “Els climes del País Valencià”, en Jorge OLCINA i Enrique MOLTÓ, *Climes i temps del País Valencià*, Sant Vicent del Raspeig, Publicacions de la Universitat d’Alacant, 85-94.
- PÉREZ JIMÉNEZ, Oriol (2017): “El sistema hidràulic de la Foia Falsa. Desestructuració de paisatges agraris tradicionals a les Valls del Vinalopó”, *Revista del Vinalopó*, 20, 151-159.
- PÉREZ JIMÉNEZ, Oriol (2019): “Erosió hídrica i desenvolupament de xaragalls als *badlands* de Petrer”, Petrer, *Revista del Vinalopó*, 22, 47-58.
- PÉREZ MEDINA, Tomàs (1995): *La tierra y la comunidad rural de Petrer en el siglo XVII*, Alacant, Secretariat de Publicacions de la Universitat d’Alacant, 147 p.
- PÉREZ MEDINA, Tomàs (1996): *Regadíos históricos del País Valenciano. La Cuenca del Vinalopó en la época moderna*, València, Universitat de València, Tesi de doctorat, 521 p.
- PÉREZ MEDINA, Tomàs (2014): “Relacions agràries de classe a les cartes de poblament de 1611 del migjorn valencià”, *Recerques. Història, Economia, Cultura*, 69, 131-162.

POCH, Rosa (1993): *Tècniques de conservació dels sòls*, Lleida, Edicions de la Universitat de Lleida, 84 p.

PORTAL ESTADÍSTIC DE LA GENERALITAT VALENCIANA: Afiliacions a la Seguretat Social segons secció d'activitat.

<https://pegv.gva.es/va/temas/sociedad/trabajo/afiliaciondetrabajadoresalsistemadelaseguridadsocial>

RUBIO, J. L. (1987): "Desertificación en la Comunidad Valenciana: antecedentes históricos y situación actual de erosión, *Revista Valenciana d'Estudis Autonòmics* 7, 231-258.

SALESA, D. i CERDÀ, A. (2019): "Four-year soil erosion rates in a running-mountain trail in Eastern Iberian Peninsula", *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 45 (1), 309-331.

SÁNCHEZ, J., AÑÓ, C., RECATALÁ, L., PASCUAL J., ANTOLÍN, C. i CARBÓ, E. (2003): "Importancia de los estudios de erosión en la planificación de usos del suelo. Veinte años de estudios en la Comunidad Valenciana, *Edafología*, 10(3), 227-234.

Sentinel. Imatges multiespectrals: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>

SERRA LALIGA, Lluís (2019): *La flora del paisaje protegido de las sierras del Maigmo y del Sit, Petrer*, Ajuntament de Petrer, 654 p.

SIMMS, Ava, WOODROFFE, Colin i JONES, Brian (2003): *Application of RUSLE for erosion management in coastal catchment, Southern NSW*, Townsville, Queensland, International Congress on Modelling and Simulation, volum 2, 678-683.

<https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1034&context=scipapers>

THOMPSON, Ian (2011/2012): "Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal", *Unasylva* 238, Vol. 62, 25-30.

TROITIÑO VINUESA, Miguel Ángel i TROITIÑO TORRALBA, Libertad (2018): "Visión territorial del patrimonio y sostenibilidad del turismo", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 78, 212-244. doi: <https://dx.doi.org/10.21138/bage.2716>

VAN DER KNIJFF, J.M., JONES, R.J.A i MONTANARELLA, Luca (2000): *Soil erosion risk assessment in Europe*, European Soil Bureau, Joint research Centre of the European Commission, 34 p. EUR 19044 EN.

VICEDO, Enric, BOIXADERA, Jaume, OLARIETA, José Ramón i MARTÍNEZ, Josep (2008), en Ramon GARRABOU i José Manuel NAREDO, *El paisaje en perspectiva histórica. Formación y transformación del paisaje en el mundo mediterráneo*, Zaragoza, Pressas Universitarias de Zaragoza (Monografías de Historia Rural, 6), 163-186.

- VIDALOU, J. B. (2020): *Ser bosques. Emboscarse, habitar y resistir en los territorios en lucha*, Madrid, Errata naturae, 277 p.
- WISCHMEIER, Walter i SMITH, Dwight (1978): *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation Planning*, Washington D.C., U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537, 60 p.
- WULF, Andrea. (2019): *La invención de la naturaleza. El nuevo mundo de Alexander von Humboldt*, Madrid, Taurus, 578 p.